



Termo de Referência

Concessão Administrativa dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos do Município de Aracruz, Estado do Espírito Santo (ES)

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

Junho de 2025



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

SUMÁRIO

1. DOS OBJETIVOS	28
2. DO OBJETO	28
3. METAS PARA ATENDIMENTO	29
4. LIMPEZA URBANA	33
4.1. Varrição mecanizada	34
4.1.1. Concepção do Serviço.....	34
4.1.2. Prognóstico.....	34
4.1.2.1. Premissas	34
4.1.2.1.1. Premissas gerais.....	34
4.1.2.1.2. Premissas específicas.....	36
4.1.2.2. Processo de Trabalho	37
4.1.2.3. Tecnologias Propostas	38
4.1.2.4. Insumos utilizados	39
4.1.2.5. Projeção de mão de obra.....	40
4.2. Varrição manual de vias e logradouros	41
4.2.1. Concepção do Serviço.....	41
4.2.2. Prognóstico.....	41
4.2.2.1. Premissas	41
4.2.2.1.1. Premissas gerais.....	41
4.2.2.1.2. Premissas específicas.....	43
4.2.2.2. Processo de Trabalho	44
4.2.2.3. Tecnologias Propostas	46
4.2.2.4. Insumos utilizados	46



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

4.2.2.5.	Projeção de mão de obra.....	47
4.3.	Varrição manual de feiras, praças públicas e eventos	48
4.3.1.	Concepção do Serviço.....	48
4.3.2.	Prognóstico.....	48
4.3.2.1.	Premissas	48
4.3.2.1.1.	Premissas gerais.....	48
4.3.2.1.2.	Premissas específicas.....	51
4.3.2.2.	Processo de Trabalho	52
4.3.2.3.	Tecnologias Propostas	53
4.3.2.4.	Insumos utilizados	54
4.3.2.5.	Projeção de mão de obra.....	55
4.4.	Lavagem e raspagem de vias, praças, feiras e mobiliário urbano	56
4.4.1.	Concepção do Serviço.....	56
4.4.2.	Prognóstico.....	56
4.4.2.1.	Premissas	56
4.4.2.1.1.	Premissas gerais lavagem	56
4.4.2.1.2.	Premissas gerais raspagem	58
4.4.2.1.3.	Premissas específicas lavagem	59
4.4.2.1.4.	Premissas específicas raspagem	61
4.4.2.2.	Processo de Trabalho	62
4.4.2.3.	Tecnologias Propostas	65
4.4.2.4.	Insumos utilizados	65
4.4.2.5.	Projeção de mão de obra.....	66
4.5.	Limpeza de bocas de lobo	67
4.5.1.	Concepção do Serviço.....	67



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

4.5.2.	Prognóstico.....	67
4.5.2.1.	Premissas	67
4.5.2.1.1.	Premissas gerais.....	68
4.5.2.1.2.	Premissas específicas.....	69
4.5.2.2.	Processo de Trabalho	70
4.5.2.3.	Tecnologias Propostas	72
4.5.2.4.	Insumos Utilizados	72
4.5.2.5.	Projeção de mão de obra.....	73
4.6.	Poda, desbarra, destoca e remoção de arbustos e árvores	74
4.6.1.	Concepção do Serviço.....	74
4.6.2.	Prognóstico.....	76
4.6.2.1.	Premissas	76
4.6.2.1.1.	Premissas gerais.....	76
4.6.2.1.2.	Premissas específicas poda.....	78
4.6.2.1.3.	Premissas específicas destoca	80
4.6.2.2.	Processo de Trabalho	81
4.6.2.3.	Tecnologias propostas	84
4.6.2.4.	Insumos Utilizados	85
4.6.2.5.	Projeção de mão de obra.....	87
4.7.	Serviço de jardinagem com podas, limpeza, irrigação, replantio e manutenção das espécies	88
4.7.1.	Concepção.....	88
4.7.2.	Prognóstico.....	88
4.7.2.1.	Premissas	88
4.7.2.1.1.	Premissas gerais.....	89



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

4.7.2.1.2.	Premissas específicas para jardinagem e para o viveiro.....	90
4.7.2.2.	Processo de Trabalho	92
4.7.2.3.	Tecnologias propostas	97
4.7.2.4.	Insumos Utilizados	99
4.7.2.5.	Projeção de mão de obra.....	100
4.8.	Roçada e limpeza de imóveis públicos, canteiros centrais e praças.....	101
4.8.1.	Concepção	101
4.8.2.	Prognóstico.....	103
4.8.2.1.	Premissas	103
4.8.2.1.1.	Premissas Gerais	103
4.8.2.1.2.	Premissas Específicas.....	105
4.8.2.2.	Processo de Trabalho	107
4.8.2.3.	Tecnologias propostas	108
4.8.2.4.	Insumos utilizados	109
4.8.2.5.	Projeção de mão de obra.....	110
4.9.	Limpeza, capina e pintura de meio-fio e sarjetas	111
4.9.1.	Concepção	111
4.9.2.	Prognóstico.....	112
4.9.2.1.	Premissas	112
4.9.2.1.1.	Premissas gerais.....	112
4.9.2.1.2.	Premissas específicas.....	113
4.9.2.2.	Processo de Trabalho	115
4.9.2.3.	Tecnologias propostas	118
4.9.2.4.	Insumos utilizados	119



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

4.9.2.5.	Projeção mão de obra.....	120
4.10.	Limpeza Manual de Praias.....	121
4.10.1.	Concepção	121
4.10.2.	Prognóstico.....	121
4.10.2.1.	Premissas.....	121
4.10.2.1.1.	Premissas gerais.....	121
4.10.2.1.2.	Premissas específicas.....	123
4.10.2.2.	Processo de Trabalho	124
4.10.2.3.	Tecnologias propostas.....	127
4.10.2.4.	Insumos utilizados.....	128
4.10.2.5.	Projeção mão de obra.....	129
5.	MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	129
5.1.	Concepção geral	129
5.2.	Características, classificação e tipologia.....	129
5.3.	Plano nacional de resíduos sólidos.....	131
5.4.	Estudo de projeção populacional.....	133
5.4.1.	Horizonte de projeto.....	135
5.4.1.1.	Métodos Matemáticos.....	136
5.4.1.1.1.	Aritmético	136
5.4.1.1.2.	Geométrico	137
5.4.1.2.	Métodos com ajuda da ferramenta linha de tendência.....	137
5.4.1.2.1.	Ajustamento Linear.....	138
5.4.1.2.2.	Equação da Curva de Potência.....	138
5.4.1.2.3.	Equação Exponencial	139
5.4.1.2.4.	Equação Logarítmica.....	139
5.4.1.2.5.	Equação Polinomial.....	140



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.4.2.	Projeção da população total	140
5.4.3.	Projeção da população urbana.....	144
5.4.4.	Projeção da população rural.....	148
5.5.	Resíduos sólidos urbanos - RSU	149
5.5.1.	Concepção dos Resíduos Sólidos Urbanos	149
5.5.1.1.	Resíduos domiciliares	149
5.5.1.2.	Resíduos comerciais	150
5.5.1.3.	Resíduos da limpeza urbana	150
5.5.2.	Concepção dos serviços de manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	151
5.5.3.	Prognóstico.....	151
5.5.3.1.	Premissas	151
5.5.3.1.1.	Premissas gerais.....	152
5.5.3.1.2.	Premissas específicas.....	153
5.5.3.2.	Processo de trabalho	158
5.5.3.3.	Tecnologias propostas	159
5.5.3.4.	Insumos utilizados	160
5.5.3.5.	Projeção de mão de obra.....	161
5.6.	Resíduos recicláveis (RCV)	163
5.6.1.	Concepção dos Resíduos Recicláveis	163
5.6.2.	Concepção dos serviços de manejo dos Resíduos Recicláveis.....	163
5.6.3.	Acondicionamento dos Resíduos Recicláveis.....	163
5.6.4.	Prognóstico.....	164
5.6.4.1.	Premissas	164
5.6.4.1.1.	Premissas gerais.....	164



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.6.4.1.2.	Premissas específicas resíduos recicláveis.....	166
5.6.4.1.3.	Premissas específicas resíduos orgânicos.....	169
5.6.4.2.	Processo de trabalho	172
5.6.4.3.	Tecnologias propostas	174
5.6.4.4.	Insumos utilizados	175
5.6.4.5.	Projeção de mão de obra.....	177
5.7.	Resíduos volumosos e de construção civil.....	178
5.7.1.	Características dos Resíduos Volumosos.....	178
5.7.2.	Características dos Resíduos da Construção Civil.....	179
5.7.3.	Concepção dos serviços de manejo dos Resíduos Volumosos	179
5.7.4.	Prognóstico.....	180
5.7.4.1.	Premissas	180
5.7.4.1.1.	Premissas gerais.....	180
5.7.4.1.2.	Premissas específicas.....	182
5.7.4.2.	Processo de trabalho	185
5.7.4.3.	Tecnologias propostas	186
5.7.4.4.	Insumos utilizados	186
5.7.4.5.	Projeção de mão de obra.....	187
5.8.	Resíduos de serviços de saúde.....	188
5.8.1.	Características dos Resíduos de Serviços de Saúde.....	188
5.8.2.	Acondicionamento dos Resíduos Sólidos de Saúde	189
5.8.3.	Prognóstico.....	189
5.8.3.1.	Premissas	189
5.8.3.1.1.	Premissas gerais.....	190
5.8.3.1.2.	Premissas específicas.....	190



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.8.3.2.	Processo de trabalho	194
5.8.3.3.	Tecnologias propostas	195
5.8.3.4.	Insumos utilizados	196
5.8.3.5.	Projeção de mão de obra.....	197
5.9.	UNIDADE DE TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS	197
5.9.1.	Concepção da unidade de tratamento e destinação de resíduos.....	197
5.9.2.	Características das tecnologias de destinação e tratamento de resíduos	199
5.9.2.1.	Usina de triagem.....	199
5.9.2.2.	Unidade de reciclagem - Materiais de comercialização	199
5.9.2.3.	Unidade de reciclagem - Compostagem.....	200
5.9.2.4.	Célula de indiferenciados - Aterramento.....	200
5.9.2.4.1.	Aterro Sanitário.....	200
5.9.2.4.2.	Aterro Industrial.....	200
5.9.2.5.	Usina Térmica.....	200
5.9.2.5.1.	Secagem.....	200
5.9.2.5.2.	Incineração.....	201
5.9.2.5.3.	Autoclavagem	201
5.9.2.5.4.	Pirólise.....	201
5.9.2.5.5.	Gaseificação	202
5.9.2.5.6.	Plasma.....	202
5.9.3.	Tratamento e destinação de Resíduos Sólidos Urbanos.....	202
5.9.3.1.	Concepção dos serviços de tratamento e destinação de resíduos domiciliares, comerciais ou de limpeza urbana (RDO e RPU)	202
5.9.3.2.	Prognóstico	202
5.9.3.2.1.	Premissas	202
5.9.3.2.1.1.	Premissas destinação dos resíduos sólidos urbanos domiciliares, pequenos comércios e de limpeza urbana (varrição)	202



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.9.3.2.2.	Processo de trabalho	205
5.9.4.	Tratamento e destinação de Resíduos Recicláveis.....	205
5.9.4.1.	Concepção dos serviços de tratamento e destinação do Resíduos Recicláveis	205
5.9.4.2.	Prognóstico	206
5.9.4.2.1.	Premissas	206
5.9.4.2.1.1.	Premissas Gerais.....	206
5.9.4.2.1.2.	Premissas Especificas.....	208
5.9.4.2.2.	Processo de trabalho	217
5.9.4.2.3.	Tecnologias propostas	220
5.9.4.2.4.	Implantação	221
5.9.4.2.5.	Insumos utilizados	222
5.9.4.2.6.	Projeção Mão de Obra.....	223
5.9.5.	Tratamento e destinação de resíduos compostáveis.....	224
5.9.5.1.	Concepção dos serviços de tratamento e destinação de resíduos compostáveis	224
5.9.5.1.	Prognóstico	224
5.9.5.1.1.	Premissas do projeto	224
5.9.5.1.1.1.	Premissas gerais	224
5.9.5.1.1.2.	Premissas específicas.....	226
5.9.5.1.2.	Processo de trabalho	231
5.9.5.1.3.	Tecnologias propostas	232
5.9.5.1.4.	Insumos utilizados	233
5.9.5.1.5.	Projeção mão de obra.....	235
5.9.6.	Tratamento e destinação de resíduos volumosos e de construção civil	236
5.9.6.1.	Concepção dos serviços de tratamento e destinação de resíduos volumosos e de construção civil	236
5.9.6.2.	Prognóstico	236
5.9.6.2.1.	Premissas do projeto	236
5.9.6.2.1.1.	Premissas gerais	238



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.9.6.2.1.2.	Premissas específicas.....	240
5.9.6.2.2.	Processo de trabalho	240
5.9.6.2.3.	Tecnologias propostas	243
5.9.6.2.4.	Implantação	244
5.9.6.2.5.	Insumos utilizados	244
5.9.6.2.6.	Projeção mão de obra.....	245
6.	EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ECOPONTOS	246
6.1.	Concepção de educação ambiental.....	246
6.2.	Concepção de ecopontos	246
6.3.	Concepção dos serviços.....	246
6.4.	Prognóstico.....	247
6.4.1.	Premissas.....	247
6.4.2.	Processo de Trabalho	249
6.4.3.	Tecnologias Propostas.....	250
6.4.4.	Insumos Utilizados.....	251
6.4.5.	Projeção de Mão de Obra.....	251
6.4.6.	Instalação de Ecopontos.....	252
	Quantidade de brita (m ³).....	253
	Limpeza do terreno (m ²)	253
7.	ADMINISTRAÇÃO LOCAL, ATENDIMENTO AO USUÁRIO E OUVIDORIA....	255
7.1.	Concepção do Serviço	255
7.2.	Prognóstico.....	256
7.2.1.	Premissas.....	256
7.2.2.	Processo de Trabalho	259
7.2.3.	Tecnologias Propostas.....	260



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

7.2.4.	Insumos Utilizados.....	260
7.2.5.	Projeção de Mão de Obra.....	262
8.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	263



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Metas Universalização do Plano Municipal de Saneamento Básico Aracruz.....	29
Tabela 2 – Metas Tratamento/Recuperação dos Resíduos do Plano Municipal de Saneamento Básico de Aracruz.	30
Tabela 3 –Metas a serem alcançadas de acordo com o Planares	30
Tabela 4 – Metas de atendimento	31
Tabela 5 – Equipamentos para varrição mecanizada	38
Tabela 6 - Vida útil dos utensílios	39
Tabela 7 - Insumos, uniformes e EPIs	39
Tabela 8 - Resumo de fornecimento	40
Tabela 9 – Veículos varrição manual.....	46
Tabela 10 - Vida útil dos utensílios	46
Tabela 11 - Insumos, uniformes e EPIs	47
Tabela 12 – Resumo de fornecimento varrição manual.....	48
Tabela 13 – Veículos limpeza de praças públicas e feiras livres	53
Tabela 14 - Vida útil dos utensílios	54
Tabela 15 - Insumos, uniformes e EPIs	54
Tabela 16 – Resumo de fornecimento.....	55
Tabela 17 - Equipamentos.....	65
Tabela 18 - Vida útil dos utensílios	65
Tabela 19 - Insumos, uniformes e EPIs	66
Tabela 20 – Resumo de mão de obra lavagem e raspagem de vias	67
Tabela 21 - Equipamentos.....	72



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 22 - Vida útil dos utensílios	72
Tabela 23 - Insumos, uniformes e EPIs	73
Tabela 24 - Resumo de fornecimento	74
Tabela 25 - Veículos e equipamentos	84
Tabela 26 - Vida útil dos utensílios	85
Tabela 27 - Insumos, uniformes e EPIs	86
Tabela 28 - Composição da equipe poda, desbarra, destoca, remoção e recolhimento de arbustos e árvores	87
Tabela 29 – Veículos serviços de jardinagem.....	97
Tabela 30 – Materiais para estrutura do viveiro	98
Tabela 31 – Materiais para o sistema de irrigação.....	98
Tabela 32 - Vida útil dos utensílios	99
Tabela 33 - Insumos, uniformes e EPIs	100
Tabela 34 - Resumo de fornecimento	101
Tabela 35 – Veículos e Equipamentos.....	109
Tabela 36 - Vida útil dos utensílios	109
Tabela 37 - Insumos, uniformes e EPIs	110
Tabela 38 - Resumo de fornecimento	110
Tabela 39 - Veículos e equipamentos	118
Tabela 40 - Vida útil dos utensílios	119
Tabela 41 - Insumos, uniformes e EPIs	119
Tabela 42 - Resumo de fornecimento	121
Tabela 43 - Veículos e equipamentos	127



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 44 - Vida útil dos utensílios	128
Tabela 45 - Insumos, uniformes e EPIs	128
Tabela 46 - Resumo de fornecimento	129
Tabela 47 - Censo demográfico de Aracruz (1970,1980,1991,2000, 2010 e 2022)	134
Tabela 48 – Taxas de crescimento anuais de Aracruz.	134
Tabela 49 – Estimativas populacionais de Aracruz (2011 a 2021).....	134
Tabela 50 - Horizonte de projeto	135
Tabela 51 - Método Aritmético (população total)	140
Tabela 52 - Método Geométrico (população total).....	140
Tabela 53 - Método de linhas de tendência (1980 – 2021).....	141
Tabela 54 - Resumo das projeções para população total	141
Tabela 55 - Resumo das projeções comprando com o IBGE para a população total (2013 – 2021)	143
Tabela 56 – Método Aritmético (População urbana).....	144
Tabela 57 – Método Geométrico (População urbana)	144
Tabela 58 – Métodos com Linha de Tendência (População urbana).....	145
Tabela 59 – Resumo das projeções para a população urbana	145
Tabela 60 – Projeção da população urbana.....	147
Tabela 61 – Projeção da População rural.....	148
Tabela 62 - Equipamentos.....	159
Tabela 63 - Vida útil dos utensílios	160
Tabela 64 – Insumos, EPIs e suas quantidades	161
Tabela 65 - Resumo de fornecimento de coleta regular.....	162



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 66 - Resumo de fornecimento de higienização de contentor	162
Tabela 67 - Equipamentos.....	174
Tabela 68 - Equipamentos.....	174
Tabela 69 - Vida útil dos utensílios	175
Tabela 70 – Insumos, EPIs e suas quantidades	175
Tabela 71 – Insumos, EPIs e suas quantidades	176
Tabela 72 - Resumo de fornecimento da coleta de recicláveis	178
Tabela 73 - Resumo de fornecimento da coleta de orgânicos.....	178
Tabela 74 - Equipamentos.....	186
Tabela 75 - Vida útil dos utensílios	186
Tabela 76 – Insumos, EPIs e suas quantidades	187
Tabela 77 - Resumo de fornecimento	188
Tabela 78 - Projeção de resíduos de serviços de saúde.....	191
Tabela 79 – Veículos e equipamentos.....	195
Tabela 80 - Vida útil dos utensílios	196
Tabela 81 – Insumos, EPIs e suas quantidades	196
Tabela 82 - Resumo de fornecimento	197
Tabela 83 - Projeção de resíduos sólidos para encaminhar ao aterro sanitário privado	203
Tabela 84 – Projeção de resíduos recicláveis dimensionados para coleta seletiva.....	209
Tabela 85 - Projeção de resíduos a serem tratados e recuperados na Usina de Triagem.....	212
Tabela 86 – Premissas para dimensionamento da usina de triagem	214
Tabela 87 – Área da Usina de triagem.....	215
Tabela 88 – Dimensões da UTR	217



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 89 – Área das unidades de apoio.....	217
Tabela 90 - Equipamentos.....	220
Tabela 91 - Vida útil dos utensílios	222
Tabela 92 - Insumos e suas quantidades	222
Tabela 93 - Resumo de fornecimento de mão de obra.....	223
Tabela 94 – Coeficientes de proporcionalidade para manutenção.....	224
Tabela 95 - Projeção de resíduos compostáveis.....	227
Tabela 96 - Equipamentos.....	232
Tabela 97 - Vida útil dos utensílios	233
Tabela 98 - Insumos e suas quantidades	234
Tabela 99 - Resumo de fornecimento de mão de obra.....	235
Tabela 100 - Projeção de resíduos sólidos de construção civil (entulhos).....	237
Tabela 101 - Coeficientes de proporcionalidade para manutenção	238
Tabela 102 – Premissas para dimensionamento da usina de reciclagem de RCC	240
Tabela 103 – Equipamentos.....	243
Tabela 104 - Vida útil dos utensílios	244
Tabela 105 – Insumos, EPIs e suas quantidades	244
Tabela 106 - Resumo de fornecimento de mão de obra.....	245
Tabela 107 - Equipamentos Educação Ambiental	250
Tabela 108 - Vida útil dos utensílios e serviços auxiliares	251
Tabela 109 - Uniformes e EPIs.....	251
Tabela 110 - Desenvolvimento de conteúdo.....	251
Tabela 111 - Resumo de fornecimento	252



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 112 - Equipamentos Ecopontos.....	253
Tabela 113 - Serviços de engenharia	253
Tabela 114 - Serviços preliminares.....	253
Tabela 115 - Vida útil dos utensílios e serviços auxiliares	254
Tabela 116 - Uniformes e EPIs	254
Tabela 117 - Resumo de fornecimento	255
Tabela 118 - Equipamentos.....	260
Tabela 119 - Vida útil dos utensílios e despesas do escritório.....	261
Tabela 120 – Quantidade de Insumos, uniformes, EPIs e despesas do escritório	261
Tabela 121 - Resumo de fornecimento	262



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Capacidade de absorção de uma UC conforme o porte do município 229



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

LISTA DE EQUAÇÃO

(Equação 1)	35
(Equação 2)	35
(Equação 3)	35
(Equação 4)	36
(Equação 5)	37
(Equação 6)	37
(Equação 7)	41
(Equação 8)	41
(Equação 9)	42
(Equação 10)	42
(Equação 11)	43
(Equação 12)	43
(Equação 13)	44
(Equação 14)	49
(Equação 15)	49
(Equação 16)	49
(Equação 17)	50
(Equação 18)	50
(Equação 19)	51
(Equação 20)	51
(Equação 21)	56
(Equação 22)	57
	20



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

(Equação 23)	57
(Equação 24)	58
(Equação 25)	58
(Equação 26)	58
(Equação 27)	59
(Equação 28)	59
(Equação 29)	60
(Equação 30)	60
(Equação 31)	61
(Equação 32)	61
(Equação 33)	61
(Equação 34)	61
(Equação 35)	62
(Equação 36)	62
(Equação 37)	68
(Equação 38)	68
(Equação 39)	68
(Equação 40)	69
(Equação 41)	69
(Equação 42)	76
(Equação 43)	77
(Equação 44)	77
(Equação 45)	77



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

(Equação 46)	78
(Equação 47)	78
(Equação 48)	79
(Equação 49)	79
(Equação 50)	80
(Equação 51)	80
(Equação 52)	89
(Equação 53)	89
(Equação 54)	90
(Equação 55)	90
(Equação 56)	103
(Equação 57)	104
(Equação 58)	104
(Equação 59)	104
(Equação 60)	105
(Equação 61)	105
(Equação 62)	105
(Equação 63)	105
(Equação 64)	105
(Equação 65)	106
(Equação 66)	106
(Equação 67)	112
(Equação 68)	112



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

(Equação 69)	113
(Equação 70)	113
(Equação 71)	113
(Equação 72)	114
(Equação 73)	114
(Equação 74)	114
(Equação 75)	114
(Equação 76)	121
(Equação 77)	122
(Equação 78)	122
(Equação 79)	123
(Eq. 80).....	123
(Eq. 81).....	124
(Eq. 82).....	124
(Equação 83)	136
(Equação 84)	136
(Equação 85)	137
(Equação 86)	137
(Equação 87)	138
(Equação 88)	138
(Equação 89)	139
(Equação 90)	139
(Equação 91)	140



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

(Equação 92)	152
(Equação 93)	152
(Equação 94)	153
(Equação 95)	153
(Equação 96)	154
(Equação 97)	154
(Equação 98)	155
(Equação 99)	155
(Equação 100)	155
(Equação 101)	156
(Equação 102)	156
(Equação 103)	156
(Equação 104)	156
(Equação 105)	156
(Equação 106)	157
(Equação 107)	164
(Equação 108)	164
(Equação 109)	165
(Equação 110)	165
(Equação 111)	166
(Equação 112)	166
(Equação 113)	167
(Equação 114)	167



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

(Equação 115)	167
(Equação 116)	168
(Equação 117)	168
(Equação 118)	168
(Equação 119)	168
(Equação 120)	168
(Equação 121)	169
(Equação 122)	169
(Equação 123)	170
(Equação 124)	170
(Equação 125)	170
(Equação 126)	171
(Equação 127)	171
(Equação 128)	171
(Equação 129)	172
(Equação 130)	172
(Equação 131)	180
(Equação 132)	180
(Equação 133)	181
(Equação 134)	181
(Equação 135)	182
(Equação 136)	182
(Equação 137)	183



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

(Equação 138)	183
(Equação 139)	183
(Equação 140)	183
(Equação 141)	184
(Equação 142)	184
(Equação 143)	184
(Equação 144)	184
(Equação 145)	190
(Equação 146)	190
(Equação 147)	192
(Equação 148)	192
(Equação 149)	192
(Equação 150)	193
(Eq. 151).....	203
(Equação 152)	206
(Equação 153)	206
(Equação 154)	207
(Equação 155)	207
(Equação 156)	208
(Equação 157)	208
(Equação 158)	225
(Equação 159)	225
(Equação 160)	226



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

(Equação 161)	226
(Equação 162)	227
(Equação 163)	227
(Equação 164)	236
(Equação 165)	238
(Equação 166)	239
(Equação 167)	239
(Eq. 168).....	247
(Eq. 169).....	247
(Eq. 170).....	248
(Eq. 171).....	248
(Eq. 172).....	256
(Eq. 173).....	257
(Eq. 174).....	257
(Eq. 175).....	258
(Equação 176)	258



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

1. DOS OBJETIVOS

O objetivo deste TERMO DE REFERÊNCIA é estabelecer as diretrizes e exigências técnicas, que deverão ser utilizadas para embasar as propostas dos licitantes para a realização do OBJETO da CONCESSÃO e prestação dos serviços no PODER CONCEDENTE, especificamente:

- Estabelecer as diretrizes, ações e parâmetros necessários para realização do OBJETO especificado no EDITAL, CONTRATO e neste TERMO DE REFERÊNCIA;
- Adequar os parâmetros de prestação do serviço OBJETO da CONCESSÃO ao disposto na Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007: Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico;

Ressalta-se que este TERMO DE REFERÊNCIA cumpre, meramente, a função de apresentar os parâmetros técnicos mínimos para plena execução do OBJETO da CONCESSÃO

2. DO OBJETO

O OBJETO é a CONCESSÃO PARA A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE LIMPEZA URBANA e MANEJO DE RESÍDUOS, mais especificamente:

O serviço de LIMPEZA URBANA contemplará a execução das atividades de Varrição Mecanizada em Vias Públicas, Varrição Manual de Vias e Logradouros, Limpeza de Praças Públicas, Feiras Livres e Locais de Eventos Públicos e Lavagem e Raspagem de Vias, Praças, Feiras Livres e Locais de Eventos Públicos, Limpeza de Bocas de Lobo. Limpeza de Praias, Poda, Desbarra e Destoca de Arbustos e Árvores com Remoção e Recolhimento, Serviço de Jardinagem com Podas, Limpeza, Irrigação, Replântio, Manutenção das Espécies e Implantação de Viveiro de Mudas, Roçada e Limpeza, Capina e Limpeza de Sarjetas e Pintura de Meio Fio.

O serviço de MANEJO DE RESÍDUOS contemplará a execução das atividades de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Domiciliares, Recicláveis, Orgânicos, Volumosos e de Limpeza Urbana, Coleta, Transporte e Destinação Final Ambientalmente Adequada de Resíduos dos Serviços de Saúde e Animais Mortos de Pequeno Porte, Implantação e Operação de Ecopontos, Implantação e Manutenção de Acondicionadores, Usina de Triagem, Pátio de Compostagem, Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e encaminhamento dos Resíduos Sólidos Domiciliares para Destinação Final Ambientalmente Adequada.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O serviço de administração local consistirá no registro de reclamações, solicitações, elogios, reivindicações, denúncias, sugestões dos usuários e informações gerais referentes aos serviços prestados no Município de Aracruz/ES, bem como estrutura administrativa de condução e apoio à execução dos serviços, composta de pessoal de direção técnica, pessoal de escritório e de segurança (vigias, porteiros, seguranças etc.) e a realização da Educação Ambiental.

A CONCESSÃO do OBJETO tem o prazo previsto de 35 (trinta e cinco) anos após a celebração do CONTRATO, em concordância com a legislação e normas técnicas vigentes

3. METAS PARA ATENDIMENTO

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) é um instrumento previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, e apresenta caminhos para se alcançar objetivo de garantir um processo eficiente na gestão de resíduos brasileira. As metas definidas no PMSB Aracruz foram desenvolvidas de acordo com o que está disposto no Planares e estão apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 1 – Metas Universalização do Plano Municipal de Saneamento Básico Aracruz.

	Ano	Meta Total	Meta Zona Urbana	Meta Zona Rural
1	2024	94,92%	99,01%	90,83%
2	2025	96,00%	100,00%	92,00%
3	2026	97,00%	100,00%	94,00%
4	2027	98,00%	100,00%	96,00%
5	2028	99,00%	100,00%	98,00%
6	2029	99,50%	100,00%	99,00%
7	2030	99,75%	100,00%	99,50%
8	2031	100,00%	100,00%	100,00%
9	2032	100,00%	100,00%	100,00%
10	2033	100,00%	100,00%	100,00%
11	2034	100,00%	100,00%	100,00%
12	2035	100,00%	100,00%	100,00%
13	2036	100,00%	100,00%	100,00%
14	2037	100,00%	100,00%	100,00%
15	2038	100,00%	100,00%	100,00%
16	2039	100,00%	100,00%	100,00%
17	2040	100,00%	100,00%	100,00%
18	2041	100,00%	100,00%	100,00%
19	2042	100,00%	100,00%	100,00%
20	2043	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: PMSB, 2023.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 2 – Metas Tratamento/Recuperação dos Resíduos do Plano Municipal de Saneamento Básico de Aracruz.

Ano	Abrangência Coleta Seletiva (%)	Resíduos Secos Recuperados (%)	Resíduos de Construção Civil Recuperados	
1	2024	52,75	2,71	53,57
2	2025	56,38	3,66	57,14
3	2026	60,02	4,62	60,71
4	2027	63,65	5,57	64,29
5	2028	67,29	6,53	67,86
6	2029	70,92	7,48	71,43
7	2030	74,56	8,44	75,00
8	2031	78,19	9,39	78,57
9	2032	81,83	10,35	82,14
10	2033	85,46	11,30	85,71
11	2034	89,10	12,26	89,29
12	2035	92,73	13,21	92,86
13	2036	100	15,12	100

Fonte: PMSB, 2023.

Seguindo o que define o Plano Nacional de Resíduos Sólidos de 2022, foram estipuladas metas de atendimento para a região Sudeste, onde o município de Aracruz está inserido, sendo estas apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 3 –Metas a serem alcançadas de acordo com o Planares

Metas	2024	2028	2032	2036	2040
Percentual de cobertura de coleta de RSU [%]	98	99,2	100	100	100
Percentual da massa total com disposição final inadequada [%]	0	0	0	0	0
Percentual da massa total recuperada [%]	14,3	26,7	39,1	51,5	63,9
Percentual de recuperação de materiais recicláveis [%]	6,6	11,4	16,2	21	25,8
Percentual da população total com acesso à sistemas de coleta seletiva de resíduos secos [%]	51,8	61,4	70,9	80,50	90
Quantidade de lixões e aterros controlados que ainda recebem resíduos	0	0	0	0	0



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Percentual da massa total destinada para tratamento biológico [%]	3,6	7,2	10,8	14,4	18,1
Percentual dos municípios com iniciativas de valorização de resíduos orgânicos [%]	25	50	75	100	100
Percentual de reciclagem de resíduos da construção civil [%]	5,56	7,43	9,30	11,17	13,05
Percentual de municípios que destinam adequadamente os resíduos dos serviços de saúde a sistemas de tratamento licenciados [%]	100	100	100	100	100
Percentual dos municípios com presença de catadores com contrato formalizado de prestação de serviços de manejo de materiais recicláveis por cooperativas e associações de catadores [%]	28,4	45	61,7	78,3	95

Fonte: Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2022.

Diante disto, são apresentadas a seguir as metas que serão consideradas na CONCESSÃO e deverão ser observadas pela CONCESSIONÁRIA durante a vigência da CONCESSÃO e que, juntamente com os INDICADORES DE QUALIDADE E DESEMPENHO PREVISTOS no ANEXO XII do CONTRATO, definem os termos e as características dos SERVIÇOS que deverão ser prestados pela CONCESSIONÁRIA aos USUÁRIOS.

Tabela 4 – Metas de atendimento

Ano	Atendimento da coleta convencional	Abrangência Coleta Seletiva na Zona Urbana	Taxa de Recuperação de Resíduos Recicláveis em Relação ao RSU (%)	Taxa de Recuperação de Resíduos Orgânicos e RPU (%)	Taxa de Recuperação de Resíduos de Construção Civil (%)	Resíduos de Saúde Encaminhados para Tratamento (%)
1 2025	100%	100%	4,79%	4,1%	100%	100%
2 2026	100%	100%	5,70%	5,7%	100%	100%
3 2027	100%	100%	6,70%	7,2%	100%	100%
4 2028	100%	100%	7,67%	8,1%	100%	100%
5 2029	100%	100%	8,67%	9,0%	100%	100%
6 2030	100%	100%	9,70%	9,9%	100%	100%



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

7	2031	100%	100%	10,77%	10,8%	100%	100%
8	2032	100%	100%	11,86%	11,7%	100%	100%
9	2033	100%	100%	12,98%	12,6%	100%	100%
10	2034	100%	100%	14,13%	13,5%	100%	100%
11	2035	100%	100%	15,31%	14,4%	100%	100%
12	2036	100%	100%	15,95%	15,4%	100%	100%
13	2037	100%	100%	16,59%	16,4%	100%	100%
14	2038	100%	100%	17,23%	17,5%	100%	100%
15	2039	100%	100%	17,86%	18,5%	100%	100%
16	2040	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
17	2041	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
18	2042	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
19	2043	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
20	2044	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
21	2045	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
22	2046	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
23	2047	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
24	2048	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
25	2049	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
26	2050	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
27	2051	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
28	2052	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
29	2053	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
30	2054	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
31	2055	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
32	2056	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
33	2057	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
34	2058	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%
35	2059	100%	100%	19,14%	18,5%	100%	100%

Fonte: IPGC, 2024.

Além das metas apresentadas na tabela anterior, a CONCESSIONÁRIA também deverá considerar os seguintes tópicos:

- Implantação de ecopontos de forma a favorecer a logística reversa no município;
- Implantar uma usina de triagem com a operação realizada por uma COOPERATIVA;
- Implantação de um pátio de compostagem;
- Implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil;
- Implantação de contêineres e lixeiras para disposição dos resíduos pelos munícipes e higienização periódica com veículo específico;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

- Investimentos em contêineres para implantação na zona rural, com responsabilidade do PODER DE CONCEDENTE de alocar e realizar a coleta desses locais;
- Implantação da coleta de resíduos volumosos;
- Realização da coleta convencional, coleta seletiva e coleta de resíduos volumosos porta a porta nos distritos;
- Disponibilização de equipamentos de proteção individual para toda a equipe;
- A redução dos rejeitos que serão destinados ao local ambientalmente adequado através da coleta seletiva, da coleta de orgânicos e da coleta de resíduos volumosos e de construção civil (entulhos);
- Destinação ambientalmente adequada dos resíduos coletados;
- Implantação de programas de educação ambiental, de forma a conscientizar a população de ações relacionadas aos serviços da CONCESSÃO.

4. LIMPEZA URBANA

Os serviços de limpeza urbana são atividades desenvolvidas com o objetivo de manter a cidade limpa e segura. Esse serviço faz parte do Saneamento Básico e é essencial para as pessoas, visto que está relacionada à saúde pública e ambiental. Dessa forma, assim como os demais serviços de saneamento, a limpeza urbana é muito importante para o controle de proliferação de vetores, melhoria dos aspectos estéticos e de bem-estar da população.

Além disso, o Código Florestal brasileiro define áreas verdes urbanas como “espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais” (Lei nº 12.651/12, art. 2º).

Toda cobertura vegetal que está inserida na malha urbana e mapeadas em uma escala adequada ao planejamento urbano é caracterizado como arborização urbana de um Município, incluindo diferentes formas de vida, tais como: árvores, arbustos, trepadeiras, herbáceas, plantas de forração, plantas aquáticas e outras.

Para o município de Aracruz, o serviço de Limpeza Urbana contemplará a execução das seguintes atividades:

- Varrição Mecanizada em vias públicas;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

- Varrição Manual de vias e Logradouros;
- Varrição Manual de praças e feiras públicas;
- Lavagem e Raspagem de vias, praças, feiras e mobiliário urbano;
- Limpeza de Boca de Lobo;
- Poda de arbustos e árvores;
- Desbarra, destoca, remoção e recolhimento de arbustos e árvores;
- Serviço de jardinagem com podas, limpeza, irrigação, replantio e manutenção das espécies;
- Roçada e limpeza de imóveis públicos incluindo terrenos sem edificação;
- Roçada e limpeza de fundos de vales, encostas, morros e terrenos autuados pelo município;
- Limpeza e capina manual de meio-fio e sarjetas;
- Pintura de meio fio;
- Limpeza de praia.

4.1. VARRIÇÃO MECANIZADA

4.1.1. Concepção do Serviço

A varrição mecanizada consiste em um conjunto das atividades de limpeza necessárias para recolher, acondicionar e remover os resíduos sólidos dispersos nas vias e logradouros públicos e resíduos sólidos soltos nas guias e sarjetas, lançados por causas naturais ou pela ação humana, com o uso do caminhão equipado com a varredeira mecanizada dotada de escovas e sistema de captação de resíduos através de esteiras ou sistema de sucção.

4.1.2. Prognóstico

4.1.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto, foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir, são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de varrição mecanizada obtidas a partir de análise de dados referentes ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

4.1.2.1.1. Premissas gerais

O custo mensal referente a manutenções pode ser calculado conforme a equação abaixo.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$$C_{M,C.V} = \frac{V_{n,C.V} * k}{V_{u,C.V} * 12} \quad (\text{Equação 1})$$

Na qual:

$C_{M,C.V}$ = Custo com manutenção do caminhão varredeira (R\$/mês);

$V_{n,C.V}$ = valor do caminhão varredeira novo (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,90 (adimensional);

$V_{u,C.V}$ = vida útil do caminhão varredeira (anos).

O gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser considerado como sendo 10% do valor dispendido com combustível conforme a equação abaixo.

$$Cons_{F.O.L,C.V} = 0,1 * Comb_{C.V} \quad (\text{Equação 2})$$

$Cons_{F.O.L,C.V}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes (R\$/mês);

$Comb_{C.V}$ = consumo de combustível por mês com varrição mecanizada (R\$/mês).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:

$$C_{S,I,C.V} = \frac{[(V_{u,C.V} + 1) * V_{n,C.V}] * (S + I)}{2 * V_{u,C.V} * 12} \quad (\text{Equação 3})$$

Na qual:

$C_{S,I,C.V}$ = custo com seguros e impostos do caminhão varredeira (R\$/mês);

$V_{u,C.V}$ = vida útil (anos)

$V_{n,C.V}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.

4.1.2.1.2. Premissas específicas

Para efeito de composição das equipes, a varrição mecanizada foi estimada em 914 (novecentos e quatorze) km mensais, sendo que o serviço será medido pela quantidade de quilômetro executado. Este valor é referente às características e quantitativos analisados de acordo com os dados do município de Aracruz. Na quilometragem total mensal, deve ser considerado deslocamento para descarga dos resíduos recolhidos na varrição mecanizada. O valor foi estimado em 757,50 (setecentos e cinquenta e sete inteiros e cinquenta centésimos) km mensais necessários para o deslocamento.

O serviço de varrição mecanizada será realizado nas avenidas do município no período noturno com frequência alternada, sendo que cada avenida será varrida mecanicamente 3 (três) vezes na semana.

Em posse da quilometragem a ser varrida de maneira mecanizada, é possível calcular o número de varredoras mecânicas a serem utilizadas. A equação a seguir descreve:

$$N_{C.V} = \frac{K_{C.V}}{T * H_t * V_{C.V} * F_{C.V}} \quad (\text{Equação 4})$$

Na qual:

$N_{C.V}$ = número de caminhões varredeira para o serviço;

$K_{C.V}$ = quilometragem de vias a serem varridas por caminhões varredoras em um dia (km);

T = quantidade de turnos de serviço;

H_t = número de horas de trabalho (h);

$V_{C.V}$ = velocidade da varrição mecânica (km/h);

$F_{C.V}$ = frequência da varrição mecanizada;

A equipe possuirá 1 (um) motorista e 1 (um) gari por caminhão. Foi calculado uma reserva técnica de 2,5% para o cargo de gari. Em relação ao cargo de motorista foi calculado a reserva técnica contemplando todos os motoristas dos serviços de limpeza urbana.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Os custos com funcionários envolvem o salário e outros custos que podem ser insalubridade, encargos sociais e vale alimentação. Assim, a remuneração é dada pela equação abaixo:

$$R = S + I + E.S. + V.A. \quad (\text{Equação 5})$$

Na qual:

R = remuneração (R\$/mês);

S = salário (R\$/mês);

E.S. = encargos sociais (R\$/mês);

V.A. = vale alimentação (R\$/mês).

Sabendo a remuneração de cada funcionário, faz-se o produto desta pelo número de funcionários e obtém-se a remuneração total mensal com funcionários:

$$R_T = R * n \quad (\text{Equação 6})$$

Na qual:

R_T = remuneração total (R\$/mês);

R = remuneração de cada funcionário (R\$/mês);

n = número de funcionários.

4.1.2.2. Processo de Trabalho

A varrição mecanizada deverá ser executada nos dois lados das superfícies de sarjetas de drenagem e nos separadores centrais das vias públicas quando existir, com o uso de equipamentos motorizados, dotados de escovas e sistema de captação de resíduos através de esteiras ou sistema de sucção, de forma eficiente, garantindo a segurança dos funcionários e da população, atendendo as demandas do serviço.

Deverá ser feita a remoção de todos os resíduos localizados nas sarjetas de drenagem ao longo das vias públicas e catação manual dos resíduos dispersos nas calçadas e separadores centrais abrangendo a extensão completa da área. Os varredores deverão estar munidos de equipamentos apropriados para remoção de folhas, bem como os demais equipamentos exigidos para a execução do serviço.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Durante a execução do serviço, deverá ser feita a sinalização adequada nos locais, para garantir a segurança dos funcionários e da população.

Os resíduos provenientes da execução dos serviços de varrição mecanizada deverão ser transportados com o auxílio do próprio caminhão varredeira até o local em que será feita a destinação final.

Os veículos e equipamentos deverão ser colocados em serviço abastecidos, equipados e mantidos em perfeitas condições de segurança, funcionamento, conservação e limpeza, com perfeito funcionamento do velocímetro, e mantidas as condições de pintura do equipamento, sendo que é de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a disponibilização de local para guarda de seus veículos e demais equipamentos quando estes não estiverem em serviço.

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade do fiscal do PODER CONCEDENTE e caso seja identificado a existência de trechos não realizados, será solicitado a realocação da equipe para conclusão das atividades. O PODER CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade dos veículos.

O serviço de varrição mecanizada será **medido por km**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

4.1.2.3. Tecnologias Propostas

Para a execução do serviço de varrição mecanizada, deverão ser dispostos os seguintes equipamentos.

Tabela 5 – Equipamentos para varrição mecanizada

Veículo/Equipamento	Quantidade
Caminhão semipesado, 4x2, com idade máxima de uso de até 5 anos, com tacógrafo,	1



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

equipado com implemento varredeira mecanizada, com capacidade mínima de 6 m³, com tanque de água, luzes para operação noturna e com sinal sonoro de ré

Fonte: IPGC, 2025.

O caminhão varredeira será utilizada para realizar a limpeza das vias e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

4.1.2.4. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais, por unidade foi utilizada a Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Vassouras	1,5
Pás Quadrada	1,0
Sacos de lixo 100 litros	1,0
Protetor Solar	4,0
Óculos de segurança	2,0
Luvas de proteção	2,0
Capa de chuva	4,0
Sapato de segurança	2,0
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixas reflexivas)	2,0

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de varrição mecanizada deverão ser dispostos os insumos e utensílios e EPIs a seguir.

Tabela 7 - Insumos, uniformes e EPIs

Descrição	Quantidades (mensal)
Vassouras	2
Pás Quadrada	2
Sacos de lixo 100 litros	6
Protetor Solar	3
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixas reflexivas)	3
Óculos de segurança	2
Luvas de proteção	3



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Capa de chuva	3
Sapato de segurança	3

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 6 de vida útil dos insumos e utensílios e considerando o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

4.1.2.5. Projeção de mão de obra

Para o dimensionamento da mão de obra necessária para a realização do serviço de varrição mecanizada foi considerada somente a produção e a capacidade da varredeira mecanizada de acordo com a divisão de turnos. Considerando que o serviço é realizado pelo equipamento, é necessário somente o auxílio de 1 (um) ajudante para a realização do serviço. Dessa forma, para a execução do serviço de varrição mecanizada deverão ser dispostos a seguinte mão de obra:

- Período noturno: 1 (um) motorista com CNH compatível e 1 (um) gari;
- O motorista reserva está alocado para todos os serviços de limpeza urbana e foi dimensionado 1 (um) gari reserva.

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados;

Os horários dos serviços de varrição mecanizada serão:

- Período noturno: de segunda feira a sábado, das 19h:00min às 02h:00min, com intervalo de 01h:00min.

Descreve-se o resumo de fornecimento a seguir:

Tabela 8 - Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Motorista/Encarregado, com CNH compatível	1	Noturno
Gari	1	Noturno
Gari Reserva	1	Noturno
Composição da equipe	3	Noturno

Fonte: IPGC, 2025.



4.2. VARRIÇÃO MANUAL DE VIAS E LOGRADOUROS

4.2.1. Concepção do Serviço

A varrição manual consiste em um conjunto de atividades necessárias para recolher, acondicionar e remover os resíduos sólidos lançados por causas naturais ou pela ação humana em vias e logradouros públicos, compreendendo as sarjetas, os canteiros centrais e os passeios por meio da utilização de equipamentos manuais de varrição.

4.2.2. Prognóstico

4.2.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto, foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de varrição manual obtidas a partir de análise de dados referentes ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

4.2.2.1.1. Premissas gerais

O valor gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser calculado através da equação abaixo, que considera tal como sendo 10% do custo com combustíveis.

$$Cons_{F.O.L,van} = 0,1 * Comb_{van} \quad \text{(Equação 7)}$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L,van}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para a van (R\$/mês);

$Comb_{van}$ = custo do consumo de combustível pela van por mês (R\$/mês).

O custo com a manutenção do veículo pode ser calculado conforme a equação abaixo.

$$C_{M,van} = \frac{V_{n,van} * k}{V_{u,van} * 12} \quad \text{(Equação 8)}$$

Na qual:

$C_{M,van}$ = custo com manutenção da van (R\$/mês);



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$V_{n, van}$ = valor da van nova (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,90 (adimensional);

$V_{u, van}$ = vida útil da van (anos).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:

$$C_{S,I, van} = \frac{[(V_{u, van} + 1) * V_{n, van}] * (S + I)}{2 * V_{u, van} * 12} \quad \text{(Equação 9)}$$

Na qual:

$C_{S,I, van}$ = custo com seguros e impostos da van (R\$/mês);

$V_{u, van}$ = vida útil da van (anos)

$V_{n, van}$ = valor da van nova (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

Para a manutenção da carretinha reboque, há de se considerar um coeficiente de proporcionalidade para manutenção entre 10 e 15% de seu valor, adotando-se então a média de 12,5%. Sendo assim, calcula-se o custo com manutenção conforme a equação abaixo.

$$C_{M,C.R} = \frac{V_{n,C.R} * k}{V_{u,C.R} * 12} \quad \text{(Equação 10)}$$

Na qual:

$C_{M,C.R}$ = Custo com manutenção da carretinha reboque (R\$/mês);

$V_{n,C.R}$ = valor da carretinha reboque novo (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,125 (adimensional);

$V_{u,C.R}$ = vida útil da carretinha reboque (anos).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.

4.2.2.1.2. Premissas específicas

Para efeito de composição das equipes, a varrição manual foi estimada em 9.401 (nove mil quatrocentos e um) km mensais de sarjeta, sendo que o serviço será medido por quilômetro executado. Este valor é referente às características e quantitativos analisados de acordo com os dados do município de Aracruz. A produção por dia por varredor será de 3,38 (três inteiros e trinta e oito) km/sarjeta/dia. O serviço será realizado de forma diária na região central, 2 (dois) e 3 (três) vezes por semana nas outras regiões da sede e 2 (dois) vezes por semana nos distritos e comunidades.

Em posse da extensão de vias a ser varrida, é possível calcular a mão de obra necessária para a realização do serviço a partir da equação abaixo, na qual é possível observar que a quantidade de varredores é função da extensão da via a ser varrida, a produção diária do varredor e a frequência de realização do serviço.

$$N_{V.man} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{L_{V.man,i}}{f_{V.man,i} * P_{V.man}} \right) \quad (\text{Equação 11})$$

Na qual:

$N_{V.man}$ = nº de varredores manuais necessário;

$\sum_{i=1}^n$ = somatório dos elementos i dentro de um conjunto de n dados;

$L_{V.man, i}$ = extensão a ser varrida manualmente (km);

$f_{V.man, i}$ = frequência de varrição manual, ou seja, a cada quantos dias ocorre a varrição (dia);

$P_{V.man}$ = produção diária de cada varredor (km/varredor.dia);

Após a obtenção do número de varredores, calcula-se o número de carrinheiros ou coletores conforme a equação a seguir.

$$N_{carr} = \frac{N_{V.man}}{2} \quad (\text{Equação 12})$$

Na qual:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

N_{carr} = número de carrinheiros;

$N_{V.man}$ = número de varredores manuais.

O número total de garis será a soma entre o número de varredores e o número de carrinheiros, como mostra a equação a seguir. Foi considerado uma reserva técnica de mão de obra de 2,5 % para cargo de gari para varrição e gari para coleta dos resíduos. Já em relação aos motoristas, foi calculado reserva contemplando todos os serviços de limpeza urbana. Além disso, foi considerado 1 (um) líder de equipe para cada 30 (trinta) garis de varrição.

$$N_{gari} = N_{V.man} + N_{carr} \quad (\text{Equação 13})$$

Na qual:

N_{gari} = número de garis;

$N_{V.man}$ = número de varredores manuais;

N_{carr} = número de carrinheiros.

4.2.2.2. Processo de Trabalho

Os serviços de varrição manual deverão ser executados ao longo das vias pavimentadas em cada uma das suas margens, passeios e sarjetas, e dos canteiros centrais ajardinados ou não e demais logradouros públicos, com o uso de equipamentos como carrinho Lutocar com capacidade mínima para 240 (duzentos e quarenta) litros, com rodas e pedal, vassouras, pás, sacos plásticos e outros equipamentos necessários para a execução do serviço de forma eficiente, garantindo a segurança dos funcionários e da população, atendendo as demandas do serviço.

Deverá ser feita toda a remoção e acondicionamento dos resíduos soltos nas vias e logradouros públicos lançados por causas naturais ou pela ação humana, através da varrição e catação, bem como o recolhimento dos resíduos das lixeiras municipais existentes nas ruas, avenidas, praças e feiras livres. Os resíduos deverão ser depositados em sacos plásticos na cor amarela de no mínimo 100 (cem) litros com micra de 0,8 (oito décimos) mm, (conforme norma NBR 9191, de julho/2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT) e posteriormente deixados nas vias, em locais seguros, para que seja feita a coleta pelo caminhão de coleta de resíduos de varrição no qual serão, então, encaminhados à destinação final.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A diferenciação da cor dos sacos é para identificação de que aqueles resíduos são provenientes do serviço de varrição manual. Os sacos devem ser dispostos de forma alinhada ao passeio público para não prejudicarem o tráfego de veículos e o trânsito dos pedestres, garantindo a segurança dos mesmos.

Os resíduos que se acumularem em grelhas das bocas de lobo também deverão ser recolhidos para que não se tenha problemas relacionados à vazão pluvial. Os papéis, plásticos e outros resíduos similares acumulados sobre os gramados e áreas ajardinadas de canteiros centrais deverão ser removidos.

Caso sejam encontrados animais mortos de pequeno porte durante a execução do serviço de varrição manual, deverá a equipe informar para a equipe de coleta de animais morto de pequeno porte a localização dele, para que seja feito o seu recolhimento da forma adequada.

A varrição manual deverá ser executada concomitantemente nos dois lados das vias, sendo que os varredores deverão estar devidamente uniformizados e fazendo a utilização de EPIs.

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade do fiscal da Prefeitura caso seja identificado a existência de trechos não realizados será solicitado a realocação da equipe para conclusão das atividades. O PODER CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério, para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade dos veículos.

Os veículos e equipamentos deverão ser colocados em serviço abastecidos, equipados e mantidos em perfeitas condições de segurança, funcionamento, conservação e limpeza, com perfeito funcionamento do velocímetro, e mantidas as condições de pintura do equipamento, sendo que, é de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a disponibilização de local para guarda de seus veículos e demais equipamentos quando estes não estiverem em serviço.

O serviço de varrição manual será **medido por km**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

4.2.2.3. Tecnologias Propostas

Para a execução do serviço de varrição manual, deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 9 – Veículos varrição manual

Veículo/Equipamento	Quantidade
Micro-ônibus com 33 lugares	2
Carretinha reboque	2
Banheiros Químicos	9

Fonte: IPGC, 2025.

O micro-ônibus com 33 lugares será utilizado para o transporte dos funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

A carreta reboque será utilizada para o transporte dos equipamentos e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

Os banheiros químicos serão utilizados pelos funcionários e deverão possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

4.2.2.4. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais por unidade, foi utilizada a Tabela a seguir.

Tabela 10 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Vassouras	1,5
Pás Quadrada	1,0
Carrinho Lutocar	18,00
Saco de lixo	1,0
Protetor Solar	4,0
Sapato de segurança	2,0
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixa reflexivas)	2,0
Capa de chuva	4,0
Óculos de segurança	2,0
Luvas de proteção	2,0

Fonte: IPGC, 2025.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Para a execução do serviço de varrição manual, deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs trazidos a seguir:

Tabela 11 - Insumos, uniformes e EPIs

Descrição	Quantidade
Vassouras	171
Pás quadrada	57
Carrinho lutocar	57
Sacos de lixo (100 unidades)	288
Protetor Solar	176
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixas reflexivas)	176
Sapato de segurança	176
Capa de chuva	176
Óculos de segurança	176
Luvras de proteção	171

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela de vida útil dos insumos e utensílios e considerando o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

4.2.2.5. Projeção de mão de obra

Para a execução do serviço de varrição manual deverá ser disposto a seguinte mão de obra:

- Período noturno: composto por 1 (um) líder de equipe/motorista com CNH compatível, 8 (oito) garis para varrição e 4 (quatro) garis para coleta dos resíduos de varrição.
- Período diurno: composto por 3 (três) líderes de equipe/motoristas com CNH compatível, 106 (cento e seis) garis para varrição e 53 (cinquenta e três) garis para coleta dos resíduos de varrição.
- Já está dimensionado dentro dos quantitativos acima a reserva técnica.

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços de varrição manual.

Os horários dos serviços de varrição manual serão:

- Período diurno: de segunda feira a sábado, das 07h:00min às 14h:00min, com intervalo de 01h:00min.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

- Período noturno: de segunda feira a sábado, das 19h:00min às 02h:00min, com intervalo de 01h:00min.

Descreve-se o resumo do fornecimento a seguir:

Tabela 12 – Resumo de fornecimento varrição manual

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Lider de equipe/motorista, com CNH compatível.	3	Diurno
Gari para varrição	106	Diurno
Gari para coleta	53	Diurno
Lider de equipe/motorista, com CNH compatível.	1	Noturno
Gari para varrição	8	Noturno
Gari para coleta	4	Noturno
Composição da equipe	176	Diurno e Noturno

Fonte: IPGC, 2025.

4.3. VARRIÇÃO MANUAL DE FEIRAS, PRAÇAS PÚBLICAS E EVENTOS

4.3.1. Concepção do Serviço

A varrição manual de feiras, praças públicas e eventos consiste em um conjunto de serviços e atividades necessárias ao recolhimento e remoção dos resíduos sólidos soltos lançados por causas naturais ou pela ação humana, espalhados nas praças e demais logradouros públicos, incluindo as feiras e eventos após o término das atividades.

4.3.2. Prognóstico

4.3.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto, foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de varrição manual de feiras, praças e eventos obtidas a partir de análise de dados referente ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

4.3.2.1.1. Premissas gerais

O valor gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser calculado através da equação abaixo, que considera tal como sendo 10% do custo com combustíveis.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$$Cons_{F.O.L, van} = 0,1 * Comb_{van} \quad \text{(Equação 14)}$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L, van}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para a van (R\$/mês);

$Comb_{van}$ = custo do consumo de combustível pela van por mês (R\$/mês).

O custo com a manutenção do veículo pode ser calculado conforme a equação abaixo.

$$C_{M, van} = \frac{V_{n, van} * k}{V_{u, van} * 12} \quad \text{(Equação 15)}$$

Na qual:

$C_{M, van}$ = custo com manutenção da van (R\$/mês);

$V_{n, van}$ = valor da van nova (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,90 (adimensional);

$V_{u, van}$ = vida útil da van (anos).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:

$$C_{S.I, van} = \frac{[(V_{u, van} + 1) * V_{n, van}] * (S + I)}{2 * V_{u, van} * 12} \quad \text{(Equação 16)}$$

Na qual:

$C_{S.I, van}$ = custo com seguros e impostos da van (R\$/mês);

$V_{u, van}$ = vida útil da van (anos)

$V_{n, van}$ = valor da van nova (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Existem diversos tipos de sopradores, no presente Estudo de Viabilidade Técnica, há de se considerar o soprador movido à gasolina.

Para o cálculo do consumo mensal de combustível, há de se considerar a carga horária diária de uso do equipamento, o rendimento horário do equipamento, o preço do combustível e o número de dias de uso dentro de um mês. Tais parâmetros estão relacionados na equação abaixo.

$$Comb_{Sop} = Q_{h,Sop} * R_{h,Sop} * p_{comb} * n_{Sop} \quad (\text{Equação 17})$$

Na qual:

$Comb_{Sop}$ = consumo de combustível pelo soprador por mês (R\$/mês);

$Q_{h,Sop}$ = quantidade de horas diárias de uso do soprador (h/dia);

$R_{h,Sop}$ = rendimento do soprador ou consumo horário de combustível (L/h);

p_{comb} = preço do combustível (R\$/L);

n_{Sop} = número de dias em que se usou o soprador em um mês (dia/mês).

Calcula-se o custo com manutenção conforme a equação abaixo.

$$C_{M,Sop} = \frac{V_{n,Sop} * k}{V_{u,Sop} * 12} \quad (\text{Equação 18})$$

Na qual:

$C_{M,Sop}$ = custo com manutenção do soprador (R\$/mês);

$V_{n,Sop}$ = valor do soprador novo (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u,Sop}$ = vida útil do soprador (anos).

Em relação a equipamentos, o custo de manutenção gira em torno de 10 a 15 % do valor do produto. Logo, adota-se a média 12,5 %.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

4.3.2.1.2. Premissas específicas

Para efeito de composição das equipes, a varrição manual de feiras e praças foi estimada em 451.138 (quatrocentos e cinquenta e um mil cento e trinta e oito) m² mensais, sendo que o serviço será medido por área executada. Este valor é referente às características e quantitativos analisados de acordo com os dados do município de Aracruz. A produção por dia do varredor é de 1.125 (um mil cento e vinte e cinco) m², sendo o serviço realizado em 1 (um) turno. A frequência de limpeza de feiras será com a frequência que ocorrer cada uma das feiras, sendo realizado logo após a sua finalização. Em relação as praças, o serviço será realizado semanalmente em cada uma das praças que estarão listadas no plano de atuação.

Sabendo a área do local de limpeza, calcula-se o número de varredores/varredoras conforme a equação abaixo.

$$N_{varr} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{f_{F.P.E,i} * P} \right) \quad \text{(Equação 19)}$$

Na qual:

N_{varr} = n° de varredores manuais necessário para a limpeza de praças, feiras e eventos;

$\sum_{i=1}^n$ = somatório dos elementos i dentro de um conjunto de n dados;

A_i = área a ser limpa (m²);

$f_{F.P.E,i}$ = frequência de limpeza, ou seja, a cada quantos dias ocorrerá a limpeza da feira, praça ou evento (dia);

P = produção diária de cada varredor (1.125m²/varredor.dia);

Em posse do número de varredores, calcula-se o número de carrinheiro ou coletor, o número de rasteladores, o número de operador de soprador e o número de operador de espeto coletor, conforme expressão da equação.

$$N_{Trab.} = \frac{N_{varr}}{2} \quad \text{(Equação 20)}$$

Na qual:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$N_{\text{Trab.}}$ = número de trabalhadores da limpeza urbana – carrinheiro, rastelador, operador de soprador, operador de espeto coletor;

N_{varr} = número de varredores.

4.3.2.2. Processo de Trabalho

Os serviços de varrição manual de feiras, praças públicas e eventos deverão ser executados nas praças, feiras e demais logradouros públicos de forma programada, com o uso de equipamentos como carrinho Lutocar com capacidade mínima para 240 (duzentos e quarenta) litros, com rodas e pedal, vassouras, pás, sacos plásticos e outros equipamentos necessários para a execução do serviço de forma eficiente, garantindo a segurança dos funcionários e da população, atendendo as demandas do serviço.

Deverá ser feita toda a remoção e acondicionamento dos resíduos soltos nas vias e logradouros públicos lançados por causas naturais ou pela ação humana, através da varrição e catação, bem como o recolhimento dos resíduos das lixeiras municipais existentes nas ruas, avenidas, praças e feiras livres. Os resíduos deverão ser depositados em sacos plásticos na cor amarela de no mínimo 100 (cem) litros com micra de 0,8 (oito décimos) mm, (conforme norma NBR 9191, de julho/2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT) e posteriormente deixados nas vias, em locais seguros, para que seja feita a coleta pelo caminhão de coleta de resíduos e encaminhados à destinação final.

A diferenciação da cor dos sacos é para identificação de que aqueles resíduos são provenientes do serviço de varrição manual de feiras, praças e eventos. Os sacos devem ser dispostos de forma alinhada ao passeio público para não prejudicarem o tráfego de veículos e o trânsito dos pedestres, garantindo a segurança dos mesmos.

Os resíduos que se acumularem em grelhas das bocas de lobo também deverão ser recolhidos para que não se tenha problemas relacionados à vazão pluvial. Os papéis, plásticos e outros resíduos similares acumulados sobre os gramados e áreas ajardinadas de canteiros centrais deverão ser removidos com equipamentos específicos como espetos, rastelos ou soprador de folhas com a finalidade de não danificar a vegetação existente.

A equipe de varrição que, porventura, encontrar animais mortos de pequeno porte durante a execução dos serviços de varrição manual, comunicará ao responsável para que seja feita a coleta e encaminhamento para a destinação adequada.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A varrição manual de feiras, praças e eventos públicos deverá ser executada concomitantemente nos dois lados das vias, sendo que os varredores deverão estar devidamente uniformizados e fazendo a utilização de EPIs.

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade do Fiscal da Prefeitura, caso seja identificado a existência de trechos não realizados será solicitado a realocação da equipe para conclusão das atividades. O PODER CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério, para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade dos veículos.

Os veículos e equipamentos deverão ser colocados em serviço abastecidos, equipados e mantidos em perfeitas condições de segurança, funcionamento, conservação e limpeza, com perfeito funcionamento do velocímetro, e mantidas as condições de pintura do equipamento, sendo que é de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a disponibilização de local para guarda de seus veículos e demais equipamentos quando estes não estiverem em serviço.

O serviço de varrição de feiras, praças públicas e eventos será *medido por m² executado*, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

4.3.2.3. Tecnologias Propostas

Para a execução do serviço de varrição manual em praças e feiras públicas deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 13 – Veículos limpeza de praças públicas e feiras livres

Veículo/Equipamento	Quantidade
Van com 21 Lugares	1
Carretinha Reboque	1
Banheiro Químico	2

Fonte: IPGC, 2025.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A van de 21 (vinte e um) lugares será utilizada para o transporte de funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

A carreta reboque será utilizada para o transporte dos equipamentos e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

Os banheiros químicos serão utilizados pelos funcionários e deverão possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

4.3.2.4. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos uniformes e EPIs mensais por unidade, foi utilizada a Tabela a seguir:

Tabela 14 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Vassouras	1,5
Pás quadradas	1,0
Carrinho lutocar	18
Saco de lixo	1,0
Rastelo	2,0
Protetor Solar	4,0
Sapato de segurança	2,0
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixa reflexiva)	2,0
Capa de chuva	4,0
Óculos de segurança	2,0
Luvas de proteção	2,0

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de varrição manual de praças e feiras deverão ser dispostos os insumos e utensílios e EPI's a seguir:

Tabela 15 - Insumos, uniformes e EPIs

Insumos	Quantidades
Vassouras	26
Pás quadradas	9
Carrinho lutocar	26
Saco de lixo (100 unidades)	43
Rastelo	9



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Protetor Solar	28
Sapato de segurança	28
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixa reflexiva)	28
Capa de chuva	28
Óculos de segurança	28
Luvas de proteção	26

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela de vida útil dos insumos e utensílios e considerando o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

4.3.2.5. Projeção de mão de obra

Para a execução do serviço de varrição de feiras, praças e eventos públicos, deverá ser disposto a seguinte mão de obra:

- Período diurno: composto por 1 (um) equipe, com 2 (dois) motoristas com CNH compatível, 17 (dezesete) garis para varrição e 9 (nove) garis para coleta dos resíduos;
- A reserva técnica já está inclusa o descritivo acima.

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços de varrição manual de feiras e praças públicas.

Os horários dos serviços de varrição manual de feiras serão:

- Período diurno: de segunda feira a sábado, das 07h:00min às 14h:00min, com intervalo de 01h:00min

Os horários dos serviços de varrição manual de praças públicas serão:

- Período diurno: de segunda feira a sábado, das 07h:00min às 14h:00min, com intervalo de 01h:00min

Descreve-se o resumo do fornecimento a seguir:

Tabela 16 – Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Motorista, com CNH compatível	2	Diurno
Gari Varredor	17	Diurno



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Gari Coletor	9	Diurno
Composição da Equipe	28	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

4.4. LAVAGEM E RASPAGEM DE VIAS, PRAÇAS, FEIRAS E MOBILIÁRIO URBANO

4.4.1. Conceção do Serviço

O serviço de lavagem e raspagem de vias, praças, feiras e mobiliário urbano consiste em um conjunto de atividades necessárias para a realização da lavagem, raspagem e desinfecção das vias, praças, feiras e mobiliário urbano, em que haja circulação de pedestres e consequente acúmulo de resíduos, areia, lama e pequenos detritos que venham gerar qualquer tipo de contaminação e risco à saúde pública ou mau cheiro, bem como a realização de raspagens, quando houver necessidade, de vias e mobiliário urbano para a remoção de terra, pedras e vegetação decorrentes de eventos de chuvas fortes.

4.4.2. Prognóstico

4.4.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de lavagem e raspagem de vias, praças, feiras e mobiliário urbano obtidas a partir de análise de dados referente ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

Para efeito de composição das equipes, a raspagem de vias foi estimada em 7.717 (sete mil setecentos e dezessete) m² mensais, sendo que o serviço será medido m² executado. Este valor é referente às características e quantitativos analisados de acordo com os dados do município de Aracruz. A produção por dia por gari de raspagem será de 100 (cem) m².

4.4.2.1.1. Premissas gerais lavagem

O gasto mensal com filtros e óleos lubrificantes é calculado como sendo 10% do valor gasto com combustível calculado de acordo com a equação abaixo.

$$Cons_{F.O.L.C.P} = 0,1 * Comb_{C.P} \quad (\text{Equação 21})$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Na qual:

$Cons_{F.O.L, C.P}$ = consumo com filtros e óleos lubrificantes pelo caminhão-pipa (R\$/mês);

$Comb_{C.P}$ = consumo de combustível por mês pelo caminhão-pipa (R\$/mês).

A manutenção do caminhão-pipa pode ser calculada de acordo com a equação abaixo.

$$C_{M,C.P} = \frac{V_{n,C.P} * k}{V_{u,C.P} * 12} \quad (\text{Equação 22})$$

Na qual:

$C_{M, C.P}$ = custo com manutenção do caminhão-pipa (R\$/mês);

$V_{n, C.P}$ = valor do caminhão-pipa novo (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,90 (adimensional);

$V_{u, C.P}$ = vida útil do caminhão-pipa (anos).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:

$$C_{S,I,C.P} = \frac{[(V_{u,C.P} + 1) * V_{n,C.P}] * (S + I)}{2 * V_{u,C.P} * 12} \quad (\text{Equação 23})$$

Na qual:

$C_{S,I, C.P}$ = custo com seguros e impostos do caminhão-pipa (R\$/mês);

$V_{u, C.P}$ = vida útil do caminhão-pipa (anos)

$V_{n, C.P}$ = valor do caminhão-pipa novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.

4.4.2.1.2. Premissas gerais raspagem

O valor gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser calculado através da equação abaixo, que considera tal como sendo 10% do custo com combustíveis.

$$Cons_{F.O.L.} = 0,1 * Comb \quad \text{(Equação 24)}$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L.}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes (R\$/mês);

Comb = custo do consumo de combustível por mês (R\$/mês).

O custo com a manutenção do veículo pode ser calculado conforme a equação abaixo.

$$C_M = \frac{V_n * k}{V_u * 12} \quad \text{(Equação 25)}$$

Na qual:

$C_{M, van}$ = custo com manutenção (R\$/mês);

$V_{n, van}$ = valor do veículo novo (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,90 (adimensional);

$V_{u, van}$ = vida útil do veículo (anos).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:

$$C_{S.I} = \frac{[(V_u + 1) * V_n] * (S + I)}{2 * V_u * 12} \quad \text{(Equação 26)}$$

Na qual:

$C_{S.I}$ = custo com seguros e impostos (R\$/mês);



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

V_u = vida útil do veículo (anos)

V_n = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

Para a manutenção da carretinha reboque, há de se considerar um coeficiente de proporcionalidade para manutenção entre 10 e 15% de seu valor, adotando-se então a média de 12,5%. Sendo assim, calcula-se o custo com manutenção conforme a equação abaixo.

$$C_{M,C.R} = \frac{V_{n,C.R} * k}{V_{u,C.R} * 12} \quad (\text{Equação 27})$$

Na qual:

$C_{M,C.R}$ = Custo com manutenção da carretinha reboque (R\$/mês);

$V_{n,C.R}$ = valor da carretinha reboque novo (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,125 (adimensional);

$V_{u,C.R}$ = vida útil da carretinha reboque (anos).

O custo com a lavagem da carretinha é o produto do valor unitário da lavagem, a frequência de lavagens em um mês e o número de carretinhas reboque.

$$Lav_{C.R} = p_{lav} * N_{C.R} * f_{C.R} \quad (\text{Equação 28})$$

Na qual:

$Lav_{C.R}$ = custo com lavagem do(s) carrinho(s) reboque (R\$/mês);

p_{lav} = preço unitário da lavagem (R\$);

$N_{C.R}$ = número de carrinhos reboque;

$f_{C.R}$ = frequência de lavagem do(s) carrinho(s) reboque no mês (mês^{-1}).

4.4.2.1.3. Premissas específicas lavagem

Para efeito de composição das equipes, a lavagem de vias, praças, feiras e mobiliário urbano



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

foi estimada em 162.148 (cento e sessenta e dois mil cento e quarenta e oito) m² mensais, sendo que o serviço será medido por m² executado. Este valor é referente às características e quantitativos analisados de acordo com os dados do município de Aracruz. A produção por dia do caminhão pipa será de até 32.000 (trinta e dois mil) m².

Em posse da área a ser limpa, calcula-se o número de caminhões-pipa conforme a equação abaixo.

$$N_{C.P} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_{C.P,i}}{f_{C.P,i} * P_{C.P}} \right) \quad \text{(Equação 29)}$$

Na qual:

$N_{C.P}$ = n° de caminhões-pipa;

$\sum_{i=1}^n$ = somatório dos elementos i dentro de um conjunto de n dados;

$A_{C.P,i}$ = área a ser lavada pelo caminhão-pipa (km²);

$f_{C.P,i}$ = frequência de limpeza, ou seja, a cada quantos dias ocorre a limpeza com caminhão pipa (dia);

$P_{C.P}$ = produção diária do caminhão-pipa (km²/caminhão-pipa.dia);

Para a produção diária do caminhão-pipa, leva-se em consideração que 1 (um) caminhão-pipa, abastecido de água 4 (quatro) vezes por turno e com vazão de saída 12 (doze) m³/h consegue lavar uma área de 3,2 (três inteiros e dois décimos) km²/dia.

Na realização do serviço, serão necessários dois ajudantes em cada caminhão-pipa além do motorista. Deste modo:

$$N_{ajud} = N_{C.P} * 2 \quad \text{(Equação 30)}$$

Na qual:

N_{ajud} = número de ajudantes;

$N_{C.P}$ = número de caminhões-pipa.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

4.4.2.1.4. Premissas específicas raspagem

Para efeito de composição das equipes, a raspagem de vias foi estimada em 7.717 (sete mil setecentos e dezessete) m² mensais, sendo que o serviço será medido m² executado. Este valor é referente às características e quantitativos analisados de acordo com os dados do município de Aracruz. A produção por dia por gari de raspagem será de 100 (cem) m².

O número de garis necessários para a realização da raspagem pode ser definido através da equação abaixo.

$$N_{Rasp} = \sum \frac{A_{Rasp}}{P_{Rasp}} \quad (\text{Equação 31})$$

Na qual:

N_{Rasp} = número de garis destinados à raspagem;

A_{Rasp} = área a ser raspada (m²);

P_{Rasp} = produtividade média de raspagem por gari no dia (100 m²/dia).

Além disso, define-se que a equipe para a realização do serviço deve conter 1 (um) caminhão basculante, 1 (um) caminhão-pipa para cada e 1 (um) pá carregadeira para cada equipe (poderá ser utilizada de outros serviços).

$$N_{C.B} = N_{equipe} \quad (\text{Equação 32})$$

$$N_{Pá.C} = N_{equipe} \quad (\text{Equação 33})$$

$$N_{C.P} = N_{equipe} \quad (\text{Equação 34})$$

Nas quais:

$N_{C.B}$ = número de caminhão basculante;

N_{equipe} = quantidade de equipes;

$N_{Pá.C}$ = número de pá carregadeira;

$N_{C.P}$ = número de caminhão-pipa.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Para o transporte de pessoal, deverão ser dispostas vans com capacidade para 21 (vinte e um) garis, logo:

$$N_{vans} = \frac{N_{gari}}{21} \quad (\text{Equação 35})$$

Na qual:

N_{vans} = número de vans;

N_{gari} = número de garis.

A quantidade de carretinhas reboque necessárias para o transporte dos insumos utilizados na realização do serviço é definida pela expressão abaixo

$$N_{C.R.} = N_{vans} \quad (\text{Equação 36})$$

Na qual:

$N_{C.R.}$ = número de carretinha reboque;

N_{vans} = número de vans.

4.4.2.2. Processo de Trabalho

Os serviços de lavagem e raspagem de vias, praças, feiras e mobiliário urbano deverão ser realizados de forma programada, nas vias, praças, feiras e mobiliário urbano com a utilização de caminhão-pipa, mão de obra, equipamentos e produtos adequados para a lavagem do piso, sem que haja a remoção do rejunte, em toda extensão das áreas, onde haja circulação de pedestres com conseqüente acúmulo de resíduos que venham a gerar qualquer tipo de contaminação e risco à saúde pública ou mau cheiro, bem como em áreas onde se acumulem fezes de aves e de outros animais, especialmente em calçadões e ruas públicas no Município de Aracruz.

O serviço de lavagem deve garantir a limpeza e a manutenção adequada desses espaços públicos, que são locais de grande circulação de pessoas. O serviço deve seguir um cronograma definido para assegurar que as áreas estejam sempre limpas, minimizando impactos ambientais e sanitários.

Inicialmente, a equipe responsável deverá realizar uma varredura prévia do local para remover



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

resíduos sólidos, como folhas, papéis e demais materiais descartados, facilitando a lavagem posterior. Após essa etapa, será feita a aplicação de água sob pressão, utilizando caminhão-pipa com mangueiras e esguichos direcionados para garantir a remoção da sujeira incrustada no piso e demais superfícies.

Para melhorar a eficiência do processo, poderá ser utilizado um detergente biodegradável, aplicado nas áreas mais sujas e seguido de escovação mecânica ou manual para desagregar resíduos aderidos. Após a escovação, a área será enxaguada com água em abundância para garantir a remoção completa do detergente e dos detritos soltos.

A lavagem será executada em todas as feiras logo após sua realização, evitando o acúmulo de resíduos e odores. Nas praças, a periodicidade será semanal, garantindo a manutenção desses espaços limpos e agradáveis para o público. Em eventos públicos, a lavagem será realizada após o término das atividades, conforme a necessidade identificada.

O serviço de raspagem deverá ser realizado de forma programada e em locais onde a simples varrição não seja suficiente para garantir a limpeza adequada.

O processo deve iniciar com uma inspeção prévia do local, onde a equipe identificará os pontos com maior acúmulo de resíduos e define as áreas prioritárias para a execução do serviço. Em seguida, serão utilizados equipamentos manuais, como enxadas e raspadores, ou mecânicos, como minicarregadeiras equipadas com lâminas, para a remoção dos materiais incrustados na superfície da via.

Após a raspagem, os resíduos retirados deverão ser acumulados e recolhidos por uma equipe de apoio, que os transportará para caminhões basculantes. Durante o processo, é essencial garantir que as bocas de lobo e sistemas de drenagem próximos fiquem desobstruídos para evitar alagamentos e entupimentos futuros.

Ao final do serviço, a área raspada poderá passar por um processo de acabamento, com uma varrição complementar para remover poeira e pequenos resíduos restantes. Quando necessário, poderá ser realizada uma lavagem da via para garantir um melhor resultado estético e sanitário.

Para garantir a segurança da equipe e dos transeuntes, o serviço deverá ser executado utilizando sinalização temporária, alertando motoristas e pedestres sobre a atividade em andamento. Os trabalhadores envolvidos devem utilizar EPIs adequados, como luvas, óculos de proteção, máscaras contra poeira e calçados de segurança.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A raspagem de vias deverá ser realizado conforme cronograma estabelecido, priorizando áreas com maior demanda e acúmulo de resíduos, garantindo a manutenção da limpeza urbana e melhorando a qualidade das vias públicas do município.

Seus horários deverão ser determinados concomitantemente ao término das atividades e desmobilização das estruturas do local, bem como realizadas quando necessário, sendo os serviços executados nas feiras logo após a sua realização e quinzenalmente nas praças. A CONCESSIONÁRIA deve ter em atenção a execução do término das atividades de feiras livres, para a execução do serviço de varrição e lavagem das feiras livres.

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade do fiscal da Prefeitura e caso seja identificada a existência de trechos não realizados será solicitado a realocação da equipe para conclusão das atividades. O PODER CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério, para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade dos veículos.

Os veículos e equipamentos deverão ser colocados em serviço abastecidos, equipados e mantidos em perfeitas condições de segurança, funcionamento, conservação e limpeza, com perfeito funcionamento do velocímetro, e mantidas as condições de pintura do equipamento, sendo que é de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a disponibilização de local para guarda de seus veículos e demais equipamentos quando estes não estiverem em serviço.

Deverá ser feito o recolhimento dos resíduos provenientes da realização dos serviços de raspagem, sendo que os resíduos deverão ser transportados pela CONCESSIONÁRIA com a utilização de um caminhão basculante até o local de destinação final.

O serviço de lavagem e raspagem de vias, praças, feiras e mobiliário urbano será **medido por m²**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

4.4.2.3. Tecnologias Propostas

Para a execução do serviço de lavagem e raspagem de vias, praças, feiras e mobiliário urbano deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 17 - Equipamentos

Veículo/Equipamento	Quantidade
Caminhão Pipa	1
Caminhão Basculante	1
Banheiro Químico	1
Pá Carregadeira	1

Fonte: IPGC, 2025.

O caminhão pipa será utilizado para realizar a limpeza dos locais e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O caminhão basculante será utilizado para transportar os resíduos coletados e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O banheiro químico será usado pelos funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

A pá carregadeira será utilizada para remoção dos resíduos na raspagem e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

4.4.2.4. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos uniformes e EPIs mensais, por unidade foi utilizada a Tabela a seguir:

Tabela 18 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Enxada	3,0
Pá Quadrada	1,0
Carrinho de mão	6,0
Protetor Solar	4,0
Óculos de segurança	2,0



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Luvas de proteção	2,0
Capa de chuva	4,0
Sapato de segurança	2,0
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixa reflexiva)	2,0
Detergente (5L)	1,0
Água (m ³)	1,0

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de lavagem e raspagem de vias, praças, feiras e mobiliário urbano deverão ser dispostos os insumos, uniformes e EPIs a seguir:

Tabela 19 - Insumos, uniformes e EPIs

Descrição	Quantidades
Enxada	4
Pá Quadrada	4
Carrinho de mão	2
Protetor Solar	10
Óculos de segurança	10
Luvas de proteção	7
Capa de chuva	10
Sapato de segurança	10
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixa reflexiva)	10
Volume de Detergente (5L)	6.486
Água (m ³)	1.212

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 18 de vida útil dos insumos e utensílios e considerando o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

4.4.2.5. Projeção de mão de obra

Para a execução do serviço de lavagem e raspagem de vias, praças, feiras e mobiliário urbano, deverão ser dispostos a seguinte mão de obra:

- Período diurno: composto por 1 (um) equipe com 2 (dois) líderes de equipe/motoristas com CNH compatível, 3 (três) garis para auxiliar na lavagem, 4 (quatro) garis para raspagem e 1 (um) operador de máquina.
- A reserva técnica já esta disposta no descritivo acima.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Os horários dos serviços de lavagem e raspagem de vias serão:

- Período diurno: de segunda feira a sábado, das 07h:00min às 14h:00min, com intervalo de 01h:00min

Descreve-se o resumo do fornecimento a seguir:

Tabela 20 – Resumo de mão de obra lavagem e raspagem de vias

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Motorista/Líder de Equipe com CNH compatível	2	Diurno
Gari para Lavagem	3	Diurno
Gari para Raspagem	4	Diurno
Operador de Máquina	1	Diurno
Composição da equipe	10	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

4.5. LIMPEZA DE BOCAS DE LOBO

4.5.1. Concepção do Serviço

O serviço de limpeza de boca de lobo consiste na limpeza do interior das caixas coletoras, visando ampliar a eficiência do sistema de manejo de águas pluviais, através da remoção de todos os elementos físicos que causam obstrução ou o retardamento à passagem das águas pluviais ao longo das redes existentes. A limpeza se dá através da remoção da grelha de ferro ou de concreto de forma cuidadosa, então, o resíduo é removido de dentro da caixa coletora para ser devidamente destinado. É importante que haja a retirada de todo e qualquer resíduo como terra, areia, barro, lama, pedras, tocos de árvores, folhas de árvores, embalagens, papéis em geral e animais mortos (Município de Torres, 2021; Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy, 2021).

4.5.2. Prognóstico

4.5.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir são apresentadas



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço obtidas a partir de análise de dados referente ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

4.5.2.1.1. Premissas gerais

O valor gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser calculado através da equação abaixo, que considera tal como sendo 10% do custo com combustíveis.

$$Cons_{F.O.L.} = 0,1 * Comb \quad \text{(Equação 37)}$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L.}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes (R\$/mês);

Comb = custo do consumo de combustível por mês (R\$/mês).

O custo com a manutenção do veículo pode ser calculado conforme a equação abaixo.

$$C_M = \frac{V_n * k}{V_u * 12} \quad \text{(Equação 38)}$$

Na qual:

$C_{M, van}$ = custo com manutenção (R\$/mês);

$V_{n, van}$ = valor do veículo novo (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,90 (adimensional);

$V_{u, van}$ = vida útil do veículo (anos).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos.

$$C_{S.I} = \frac{[(V_u + 1) * V_n] * (S + I)}{2 * V_u * 12} \quad \text{(Equação 39)}$$

Na qual:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$C_{S,I}$ = custo com seguros e impostos (R\$/mês);

V_u = vida útil do veículo (anos)

V_n = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

Para a manutenção da carretinha reboque, há de se considerar um coeficiente de proporcionalidade para manutenção entre 10 e 15% de seu valor, adotando-se então a média de 12,5%. Sendo assim, calcula-se o custo com manutenção conforme a equação a seguir.

$$C_{M,C.R} = \frac{V_{n,C.R} * k}{V_{u,C.R} * 12} \quad \text{(Equação 40)}$$

Na qual:

$C_{M,C.R}$ = Custo com manutenção da carretinha reboque (R\$/mês);

$V_{n,C.R}$ = valor da carretinha reboque novo (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,125 (adimensional);

$V_{u,C.R}$ = vida útil da carretinha reboque (anos).

4.5.2.1.2. Premissas específicas

Para efeito de composição das equipes, a quantidade a ser limpa foi estimada em 7.500 (sete mil e quinhentos) unidades anuais de boca de lobo, sendo que o serviço será medido por quantitativo realizado. Foi considerado que a produção por limpador é de 7 (sete) unidades de boca de lobo por dia por gari. A partir desse quantitativo anual foi determinado o número de garis para limpeza de bocas de lobo necessários, utilizando a fórmula abaixo:

$$N_{GLBL} = 2 * \frac{N_{bueiros}}{f_{L.M.BL} * P_{Gari}} \quad \text{(Equação 41)}$$

Na qual:

N_{GLBL} = número de garis de limpeza de bueiro;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

N_{bueiros} = área a ser limpa (m^2);

$F_{L.M.BL.}$ = frequência da capina (dia).

$P_{\text{Gari.}}$ = produtividade do gari de limpeza de boca de lobo ($m^2/\text{gari.dia}$);

Para auxiliar a equipe foi dimensionado 1 (um) caminhão hidrojetado para auxiliar na limpeza das bocas de lobo e 1 (um) caminhão basculante para remoção dos resíduos retirados. Foi calculado uma reserva técnica de 2,5% para todos os cargos. O cargo de motorista foi calculado englobando toda a equipe de limpeza urbana.

4.5.2.2. Processo de Trabalho

A limpeza de dispositivos de drenagem consiste na limpeza do interior das caixas coletoras, visando ampliar a eficiência do sistema de manejo de águas pluviais, através da remoção de todos os elementos físicos que causam obstrução ou o retardamento à passagem das águas pluviais ao longo das redes existentes.

O serviço deverá ser realizado de forma periódica, contando com uma equipe especializada e equipamentos adequados para aumentar a eficiência e qualidade da operação.

O processo inicia-se com o deslocamento da equipe até o local da intervenção, utilizando um veículo apropriado para o transporte dos trabalhadores e das ferramentas necessárias. Antes do início da limpeza, será realizada uma inspeção visual para avaliar as condições da boca de lobo e identificar possíveis obstruções.

A execução do serviço será feita de duas formas complementares: limpeza manual e utilização do caminhão hidrojetado. Na etapa manual, os trabalhadores removerão os resíduos superficiais depositados na grade e no interior da caixa de captação, utilizando pás, enxadas e ganchos apropriados. Esse material será coletado e depositado em um caminhão basculante para descarte adequado.

Após a remoção inicial dos detritos sólidos, será utilizado o caminhão hidrojetado para realizar a desobstrução da tubulação. O equipamento lançará um jato de alta pressão de água dentro da boca de lobo e das galerias pluviais, promovendo a remoção de sedimentos aderidos às paredes internas e garantindo o fluxo adequado da água. Em seguida, a sucção será acionada para recolher o material desprendido, armazenando-o no reservatório do caminhão para posterior descarte em local apropriado.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Finalizada a limpeza, será feita uma nova inspeção para garantir que a boca de lobo esteja completamente desobstruída e em boas condições de funcionamento. Caso seja identificada a necessidade de reparos estruturais, a equipe registrará a ocorrência e encaminhará a demanda para o setor responsável.

Além da execução do serviço, será realizado um mapeamento das bocas de lobo do município, registrando informações como localização, tipo de estrutura, frequência da limpeza e histórico de intervenções. Esse monitoramento permitirá um planejamento mais eficiente das futuras ações de manutenção, garantindo maior efetividade na prevenção de alagamentos e na preservação da infraestrutura urbana.

O serviço deverá ser realizado em todas os dispositivos do município com uma periodicidade que seja adequada a cada ponto, devendo a CONCESSIONÁRIA elaborar um plano de execução do serviço que consiga entender os pontos críticos do município. Os funcionários para limpeza de boca de lobo deverão estar devidamente uniformizados e fazendo a utilização de EPIs.

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade do fiscal da Prefeitura, caso seja identificado a existência de locais não realizados será solicitado a realocação da equipe para conclusão das atividades. O PODER CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério, para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade dos veículos.

Os veículos e equipamentos deverão ser colocados em serviço abastecidos, equipados e mantidos em perfeitas condições de segurança, funcionamento, conservação e limpeza, com perfeito funcionamento do velocímetro, e mantidas as condições de pintura do equipamento, sendo que, é de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a disponibilização de local para guarda de seus veículos e demais equipamentos quando estes não estiverem em serviço.

O serviço de limpeza de boca de lobo será **medido por unidade**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período, com registros de evidência eletrônica documental através de dispositivo móvel integrado a partir de plataforma única, georreferenciada, rastreável e classificável, para a instrução de fiscalização e auditorias. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

4.5.2.3. Tecnologias Propostas

Para a execução do serviço de limpeza de dispositivos de drenagem, deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 21 - Equipamentos

Veículo/Equipamentos	Quantidade
Van com 21 lugares	1
Caminhão Hidrojato	1
Caminhão Basculante	1
Carretinha Reboque	1
Banheiro Químico	1

Fonte: IPGC, 2025.

A van deverá ser utilizada para o transporte dos funcionários e deverá ter idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

A carretinha reboque deverá ser utilizada para transportar o material de trabalho e deverá ter idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

O banheiro químico será utilizado pelos funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

O caminhão hidrojato será utilizado para limpeza das bocas de lobo e deverá ter idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O caminhão basculante será utilizado para a remoção dos resíduos retirados das bocas de lobo e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

4.5.2.4. Insumos Utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos uniformes e EPIs mensais, por unidade foi utilizada a Tabela 22 a seguir:

Tabela 22 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
------------------	-------------------------



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Enxada	1,5
Pá	2
Picareta	18
Saco de Lixo	1
Protetor Solar	4
Água (m ³)	1
Vassoura	1
Sapato de Segurança	2
Uniforme Completo	2
Capa de Chuva	4
Óculos de Segurança	2
Luva	2

Fonte: IPGC, 2024.

Para a execução do serviço de varrição e lavagem de equipamentos públicos especiais deverão ser dispostos os insumos, uniformes e EPIs a seguir:

Tabela 23 - Insumos, uniformes e EPIs

Descrição	Quantidades
Enxada	9
Pá	9
Picareta	9
Saco de Lixo (100 unidades)	0,23
Vassoura	9
Protetor Solar	17
Água (m ³)	404
Sapato de Segurança	17
Uniforme Completo	17
Capa de Chuva	17
Óculos de Segurança	17
Luva	14

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 22 de vida útil dos insumos e utensílios e considerando o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

4.5.2.5. Projeção de mão de obra

Para efeito de composição das equipes dos serviços de limpeza de boca de lobo foi estimada em 7.500 (sete mil e quinhentos) unidades anuais. O dimensionamento de pessoal para o serviço é:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

- Período diurno: composto por 1 (um) equipe com 1 (um) líder de equipe/motorista com CNH compatível, 2 (dois) motoristas com CNH compatível, 9 (nove) garis para limpeza de boca de lobo e 5 (cinco) garis para coleta dos resíduos.
- A equipe disposta acima já está composta com reserva técnica.

Os horários dos serviços serão:

- Período diurno: de segunda feira a sábado, das 07h:00min às 14h:00min, com intervalo de 01h:00min.

Descreve-se o resumo do fornecimento a seguir:

Tabela 24 - Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Líder de Equipe/Motorista	1	Diurno
Gari para Limpeza de Boca de Lobo	9	Diurno
Motorista com CNH compatível	2	Diurno
Gari para Coleta	5	Diurno
Composição da equipe	17	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

4.6. PODA, DESBARRA, DESTOCA E REMOÇÃO DE ARBUSTOS E ÁRVORES

4.6.1. Concepção do Serviço

O serviço de poda de arbustos e árvores visa conferir à árvore uma forma adequada durante o seu desenvolvimento (poda de formação), eliminar ramos mortos, danificados, doentes ou praguejados (poda de manutenção), a remoção de partes da árvore que colocam em risco a segurança das pessoas (poda de emergência) e remover partes da árvore que interferem ou causam danos incontornáveis às edificações ou aos equipamentos urbanos (poda de adequação).

A poda de formação é empregada para substituir os mecanismos naturais que inibem as brotações laterais e para direcionar o desenvolvimento da copa da árvore contra a tendência natural do modelo arquitetônico da espécie, compatibilizando assim a árvore com os espaços e equipamentos urbanos existentes permitindo o livre trânsito de pedestres e de veículos. Esse serviço deve ser realizado o mais cedo possível, para evitar cicatrizes muito grandes ou desnecessárias.

A poda de manutenção é empregada para eliminar galhos senis ou secos, que perderam sua



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

função na copa da árvore, bem como galhos doentes, praguejados, lesionados, ou com estrutura frágil com risco de queda que comprometa o desenvolvimento sadio das árvores.

A poda de segurança entende-se por um tipo de serviço de emergência para remover parte das árvores que colocam em risco a integridade física das pessoas e do patrimônio público, assim, tem a finalidade de prevenção de acidentes iminentes.

A poda de adequação é utilizada para solucionar ou amenizar conflitos entre equipamentos urbanos e a arborização. É motivada pela escolha inadequada da espécie, pela não realização da poda de formação, e principalmente por modificações do uso do solo, do subsolo e do espaço aéreo.

O momento da poda será determinado pelo objetivo a ser alcançado (tipo de poda), associado à fenologia da árvore e às dimensões dos ramos que se planeja suprimir. As podas são realizadas desde a formação até a morte da planta, quando correções se fazem necessárias para a manutenção da integridade da mesma e sua inserção no ambiente imediato.

O serviço de desbarra, destoca, remoção e recolhimento de arbustos e árvores visa conferir uma melhor manutenção arbórea na malha urbana com a supressão, quando necessária, do exemplar arbóreo. Entende-se por desbarra uma poda leve (de formação, manutenção ou segurança) onde são eliminados apenas galhos finos compatíveis com tesoura manual de poda, podão, serra de mão ou motopoda.

A remoção de árvores de médio porte entende-se, para o presente fim, como o corte total da árvore numa altura de no máximo 15 (quinze) cm em relação à superfície do solo ou piso (chão), sem a extração do sistema radicular da mesma, cuja altura esteja acima de 8 (oito) até 12 (doze) metros. Já para árvores de grande porte, a altura mínima exigida é de 12 (doze) metros para remoção.

O serviço de destoca de árvores consiste em retirar o toco da árvore, sendo realizado dependendo do porte da árvore. A destoca em árvores de médio porte é a remoção do seu sistema radicular proveniente da remoção ou queda, quando for o caso, de árvores cujo diâmetro do toco esteja acima de 30 (trinta) cm e até 60 (sessenta) cm.

O serviço de destoca de árvores de grande porte consiste na remoção do seu sistema radicular proveniente da remoção ou queda, quando for o caso, de árvores cujo diâmetro do toco esteja acima de 60 cm.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O recolhimento de árvore tombada de médio porte consiste na recolha das árvores tombadas ou caídas em ruas, praças, canteiros, calçadas, imóveis, veículos, ou sobre a rede de energia, seja durante intempéries, por problemas fitossanitários ou colisão de veículos ou outro evento que possa causar a queda inesperada de árvore, cuja altura esteja acima de 8 (oito) e até 12 (doze) metros. Já para o recolhimento de árvores tombada de grande porte, a sua altura mínima é de 12 (doze) metros.

4.6.2. Prognóstico

4.6.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de poda e desbarra de arbustos e árvores obtidas a partir de análise de dados referente ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

4.6.2.1.1. Premissas gerais

Considerando que para a realização do serviço serão necessários motosserras, sopradores e trituradores como equipamentos, calcula-se o consumo mensal de combustível:

$$Comb_{equip} = Q_h * R_h * p_{comb} * n \quad \text{(Equação 42)}$$

Na qual:

$Comb_{equip}$ = consumo de combustível pelo equipamento por mês (R\$/mês);

Q_h = quantidade de horas diárias de uso do equipamento (h/dia);

R_h = rendimento do equipamento ou consumo horário de combustível (L/h);

p_{comb} = preço do combustível (R\$/L);

n = número de dias em que se usou o equipamento em um mês (dia/mês).

Para o cálculo do custo com manutenção, adota-se o coeficiente de proporcionalidade médio de 12,5% na equação a seguir.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$$C_{M, equip} = \frac{V_n * k}{V_u} \quad (\text{Equação 43})$$

Na qual:

$C_{M, equip}$ = custo com manutenção do equipamento (R\$/mês);

V_n = valor do equipamento novo (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

V_u = vida útil do equipamento (meses).

No que diz respeito à veículos, o serviço de poda e desbarra de arbustos e árvores necessitará de caminhão Munck com cesto elevado, caminhão semipesado e caminhão carroceria com casinha. O consumo mensal com combustíveis dos veículos pode ser obtido através da equação a seguir.

$$Comb_{veículo} = Q_{km,veículo} * R_{veículo} * p_{comb} * n_{veículo} \quad (\text{Equação 44})$$

Na qual:

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível por mês do veículo (R\$/mês);

$Q_{km, veículo}$ = quantidade de quilômetros rodados pelo veículo por dia (km/dia);

$R_{veículo}$ = rendimento do veículo ou consumo de combustível por quilômetro rodado (L/km);

p_{comb} = preço do combustível (R\$/L);

$n_{veículo}$ = número de dias em que se usou a veículo em um mês (dia).

Para o cálculo do gasto com filtros e óleos lubrificantes, considera-se 10% do valor gasto com o consumo de combustíveis.

$$Cons_{F.O.L,veículo} = 0,1 * Comb_{veículo} \quad (\text{Equação 45})$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L, veículo}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para o veículo (R\$/mês);

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível pelo veículo por mês (R\$/mês).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Calcula-se o custo com manutenção conforme equação abaixo.

$$C_{M,veículo} = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad \text{(Equação 46)}$$

Na qual:

$C_{M,veículo}$ = custo com manutenção do veículo (R\$/mês);

$V_{n,veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,90 (adimensional);

$V_{u,veículo}$ = vida útil do veículo (anos).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos.

$$C_{S,I,veículo} = \frac{[(V_{u,veículo} + 1) * V_{n,veículo}] * (S + I)}{2 * V_{u,veículo} * 12} \quad \text{(Equação 47)}$$

Na qual:

$C_{S,I,veículo}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u,veículo}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n,veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

Os veículos deverão ser lavados com frequência de 2 (dois) vezes ao mês ou em caso de necessidade.

4.6.2.1.2. Premissas específicas poda

Para efeito de composição das equipes, a poda foi estimada 771 (setecentos e setenta um) unidades mensais, sendo que 208 (duzentos e oito) unidades serão podadas manualmente e 563



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

(quinhentos e sessenta e três) unidades serão podadas com motosserra, sendo que o serviço será medido por unidade. Este valor é referente às características e quantitativos analisados de acordo com os dados do município de Aracruz. O dimensionamento do pessoal foi descrito de acordo com os dias trabalhados pelos funcionários, produção por dia (poda/pessoa.dia) e quantidade de podas por dia para ter a produção mensal de podas.

O número de podadores considera o número de árvores a serem podadas, a produtividade do trabalhador (considerada como 5 podas por podador por dia).

$$N_{pod.} = \frac{n_{arv.podar}}{f_{poda} * P_{pod.}} \quad \text{(Equação 48)}$$

Na qual:

$N_{pod.}$ = número de podador;

$N_{arv.podar}$ = número de árvores a se podar;

f_{poda} = frequência da poda;

$P_{pod.}$ = produtividade do podador (**5 árvores/trabalhados.dia**);

Deve-se considerar também, 1 (um) ajudante para cada podador, sendo este responsável pela varrição da área e o recolhimento dos resíduos de poda. Logo:

$$N_{aj.,poda} = \frac{N_{pod}}{2} \quad \text{(Equação 49)}$$

Na qual:

$N_{aj.,poda}$ = número de ajudantes de podador;

$N_{pod.}$ = número de podadores.

No cálculo do número de operadores de motosserra, leva-se em consideração a quantidade de árvores que receberam o serviço, a frequência de realização do serviço e a produtividade do trabalhador. Assim sendo, a produtividade do operador de motosserra é de 2 (dois) árvores por operador por dia.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$$N_{Op.MS} = \frac{n_{arv.podar,MS}}{f_{MS} * P_{O,MS}} \quad \text{(Equação 50)}$$

Na qual:

$N_{Op.MS}$ = número de operador de motosserra;

$N_{arv.podar,MS}$ = número de árvore a se podar com motosserra;

f_{MS} = frequência da poda com motosserra;

$P_{O,MS}$ = produtividade do operador de motosserra;

Além disso, está previsto 3 (três) caminhões basculantes para remoção de resíduos de poda, 3 (três) caminhões do tipo munck com cesto duplo elevado para a poda de árvores de porte maior e 2 (dois) trituradores de galhos.

Está sendo previsto também o serviço para realizar um ultrassom das árvores, para isso foi dimensionado 1 (um) tomógrafo ultrassom de árvores e 1 (um) notebook para se catalogar os dados in loco e deverá ser realizado pela equipe da CONCESSIONÁRIA.

4.6.2.1.3. Premissas específicas destoca

Para o cálculo do número de operador de destocador utiliza-se a equação abaixo:

$$N_{Op.dest} = \frac{n_{dest}}{f_{dest} * P_{dest}} \quad \text{(Equação 51)}$$

Na qual:

$N_{Op.dest}$ = número de operador de destocador;

n_{dest} = número de tocos a serem destocados;

f_{dest} = frequência do destocamento (dia);

P_{dest} = produtividade do operador (destoca/trabalhadror.dia);

O número de destocador será igual ao número de operadores necessários. Além disso, é previsto 1 (um) ajudante e 1 (um) operador de machado/motosserra para cada operador de destocador. Também foi dimensionado e 1 (um) caminhão com carroceria.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Por ser um serviço realizado em conjunto com as equipes de poda, a reserva técnica da equipe de poda já contempla o suficiente para a equipe de destoca.

4.6.2.2. Processo de Trabalho

Antes do serviço de poda, o funcionário deve considerar que esse tipo de manejo altera o padrão de crescimento e desenvolvimento da planta causando danos permanentes, portanto, deve-se levar em consideração o objetivo da poda em questão, utilizando as técnicas corretas, priorizando pequenos cortes, executando-os, preferencialmente, enquanto a planta estiver jovem.

Independentemente do tipo de poda a ser executada, a técnica de execução é a mesma para todos os tipos de podas, sempre respeitando a crista e o colar juntamente com os tamanhos dos ramos e realizando-a em três cortes. Para evitar a queda dos ramos das árvores utilize cordas para auxiliar a direcionar a queda do ramo desviando-o de obstáculos. O podador precisa ter conhecimento da morfologia árvore.

Será disponibilizado à empresa, semanalmente, preferencialmente até a quinta-feira da semana anterior, o Planejamento Semanal para a realização dos serviços. Este objetiva que ela possa pré-organizar suas equipes de forma a otimizar os serviços a serem executados durante a semana. O planejamento deverá ser retirado no departamento de Arborização quando da sua emissão, a ser informado por e-mail à empresa, sendo, portanto, este de sua responsabilidade.

Destaca-se que é de responsabilidade da empresa, através do seu responsável técnico, o rigoroso atendimento aos serviços solicitados, a fim de evitar intervenções irregulares nas espécies arbóreas do Município. No caso de ocorrência, sujeitará a empresa às penalidades previstas em contrato e a situação será levada ao conhecimento do Órgão Fiscalizador competente, sujeitando também às penalidades previstas na legislação ambiental.

De acordo com as solicitações encaminhadas pelo município, deverá ser realizado podas também nas Unidades de Conservação situadas em Aracruz. A medida visa atender às necessidades de manejo e manutenção dessas áreas, respeitando suas características ambientais e os critérios técnicos adequados para cada tipo de intervenção.

As podas serão executadas de forma criteriosa, com foco na segurança, na conservação das espécies e na preservação dos atributos naturais das Unidades de Conservação. A ação também contribuirá para garantir a circulação segura em trilhas, acessos e áreas de visitação, além de



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

apoiar o equilíbrio ecológico e a gestão sustentável desses espaços.

Os serviços deverão ter início imediatamente ao dia posterior à entrega da Ordem de Serviço Diária, e terão prazo máximo de execução de 24h (vinte quatro). Caso ocorram atrasos no início ou término da execução, o Fiscal de Contrato deverá ser comunicado imediatamente, com a devida justificativa em documento, por escrito, podendo este ser encaminhado por e-mail ao setor da Arborização para apreciação e parecer.

O recolhimento dos resíduos da biomassa das árvores deverá ser feito em até 4h (quatro) após a execução dos serviços, não podendo permanecer nos canteiros, calçadas, pista de rolamento ou qualquer próprio público, devendo, inclusive ser realizada varrição para recolhimento de pequenos resíduos, se necessário.

Durante o transporte, os resíduos não poderão ficar expostos, poluir as vias públicas, ocasionar transtornos à população ou ao tráfego, devendo a carga permanecer protegida durante todo o trajeto. Eventuais danos ocasionados a bens públicos ou particulares durante a coleta e o trajeto deverão ser prontamente reparados pela CONCESSIONÁRIA.

Os resíduos provenientes dos serviços realizados deverão ser entregues no local a ser designado pela Gerência Administrativa de Arborização, por solicitação do Responsável seguintes condições:

- As lenhas e troncos deverão ser separados;
- As toras deverão ser entregues juntamente com a comanda de controle, a ser entregue a empresa;
- Os galhos finos e folhas deverão ser triturados.

O serviço de destoca é essencial para a remoção de tocos de árvores remanescentes após o corte, garantindo a reutilização do espaço e evitando obstruções em calçadas, vias e áreas verdes. O primeiro passo para sua realização é o planejamento e identificação das áreas que necessitam desse serviço. Esse mapeamento é feito por meio de vistorias e registros detalhados, permitindo que a CONCESSIONÁRIA responsável monitore periodicamente a localização exata, o porte e o estado dos tocos a serem removidos.

Com essa informação, a equipe especializada é mobilizada, contando com operadores capacitados e equipamentos específicos, como o destocador mecânico, que tritura e remove os



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

tocos com eficiência e o caminhão basculante, responsável pelo transporte dos resíduos gerados na operação.

A execução do serviço ocorre de forma programada e segura. O operador deve posicionar o destocador sobre o toco e inicia a trituração, reduzindo-o a pequenas partículas. Após a completa remoção do toco, os resíduos são recolhidos e transportados para um local adequado, onde podem ser destinados para compostagem. Para garantir que o local fique em boas condições, o solo deve ser nivelado, evitando depressões que possam causar acidentes ou dificultar a ocupação do espaço. Dependendo da localização, a área deve ser recomposta com terra e gramada ou preparada para nova arborização, conforme o planejamento ambiental do município.

Além da execução física do serviço, a CONCESSIONÁRIA será responsável por documentar todas as destocas realizadas, registrando informações como a localização exata, a espécie da árvore removida, a data de execução e as condições do solo após o procedimento.

O serviço de diagnóstico arbóreo será realizado de forma organizada e programada, com base em um cronograma definido em conjunto com o órgão público responsável. Antes do início das atividades, será feita a identificação das árvores a serem avaliadas, com base em mapeamento prévio, denúncias da população ou evidências visuais de risco.

Cada atendimento terá início com uma inspeção visual detalhada, realizada por profissionais capacitados, com o objetivo de identificar sinais externos de comprometimento da estrutura da árvore. Em seguida, os sensores do equipamento de ultrassom serão posicionados ao redor do tronco, permitindo a coleta de dados e a geração da imagem tomográfica que revela o estado interno da madeira.

Os resultados obtidos serão processados por meio de software especializado e interpretados por engenheiro. Com base nessa análise, será emitido um laudo técnico contendo a avaliação da saúde da árvore e as recomendações para sua manutenção, monitoramento ou, em casos mais críticos, a remoção.

Durante toda a execução do serviço, serão adotadas medidas de segurança para os trabalhadores e para a população, com a devida sinalização em vias públicas e o uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tratando-se de patrimônio municipal, fica, expressamente, proibido por parte da empresa CONCESSIONÁRIA, doar, ceder, comercializar ou destinar qualquer resíduo de sua biomassa proveniente das intervenções realizadas nas árvores, que não seja no local definido pelo Município. No caso de ocorrência, sujeitará a empresa às penalidades previstas em contrato e a situação será levada ao conhecimento do Órgão fiscalizador do patrimônio público, sujeitando também às penalidades previstas na legislação aplicável.

O serviço poda, desbarra e destoca de arbustos e árvores será **medido por unidade**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período, com registros de evidência eletrônica documental através de dispositivo móvel integrado a partir de plataforma única, georreferenciada, rastreável e classificável, para a instrução de fiscalização e auditorias. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

4.6.2.3. Tecnologias propostas

Para a execução do serviço de poda, desbarra e destoca, remoção e recolhimento de arbustos e árvores deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 25 - Veículos e equipamentos

Veículo / Equipamentos	Quantidade
Caminhão Munck com cesto elevado	3
Caminhão Carroceria com Cabine	4
Triturador de Galhos	2
Motosserras	13
Banheiro Químico	3
Destocador Autopropelido	1
Tomógrafo Ultrassom de Árvores	1
Notebook	1

Fonte: IPGC, 2025.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O caminhão munck, com cesto elevado, braço hidráulico, com capacidade de 20 (vinte) metros cúbicos será utilizado para elevação do operador para realização da poda e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O caminhão carroceria com cabine, com capacidade de 7 (sete) metros cúbicos será utilizado para recolhimento dos resíduos gerados e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O triturador de galhos será utilizado para redução das dimensões dos resíduos e deverá possuir idade máxima de uso de 8 (oito) anos.

A motosserra será utilizada para poda de galhos e deverá possuir idade máxima de uso de 3 (três) anos.

O destocador autopropelido será utilizado para o destocamento das árvores e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

O banheiro químico será utilizado pela equipe e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

O tomógrafo ultrassom de árvores será utilizado para diagnóstico das árvores e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O notebook será utilizado para catalogar o diagnóstico das árvores e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

4.6.2.4. Insumos Utilizados

Os insumos essenciais para realização de podas estão dimensionados na Tabela 26 que descreve a vida útil mensal necessária para uso de todas as ferramentas mantendo a boa qualidade e segurança para o uso do trabalhador.

Tabela 26 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Pá	2
Podão	60
Vassoura	1,5
Cordas	60
Tesoura de poda simples	60
Serras de arco	60
Escadas	120



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Sacos de Lixo	1
Capacete	12
Luvras de raspa	2
Calça e blusa	2
Óculos de segurança	2
Cinto de segurança	6
Capa de chuva	4
Sapato de segurança	2
Protetor auricular	0,05
Sinalizadores de trânsito	12
Cordas ou fitas isolantes	1
Grades de isolamento	180
Protetor Solar	4
Machado	4

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de poda de arbustos e árvores deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs a seguir:

Tabela 27 - Insumos, uniformes e EPIs

Insumos	Quantidades
Pá	0
Podão	2
Vassoura	7
Cordas	60
Tesoura de poda simples	2
Serras de arco	2
Escadas	2
Sacos de Lixo (100 unid)	0,7
Capacete	33
Luvras de raspa	33
Calça e blusa	33
Óculos de segurança	33
Cinto de segurança	13
Capa de chuva	33
Sapato de segurança	33
Protetor auricular	13
Sinalizadores de trânsito	2
Cordas ou fitas isolantes	2
Grades de isolamento	2
Protetor Solar	33
Machado	1



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 26 de vida útil dos insumos e utensílios e considerou o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

4.6.2.5. Projeção de mão de obra

Para efeito de composição das equipes de poda, foi estimado em 771 (setecentos e setenta e um) unidades mensais. O dimensionamento de pessoal é composto da seguinte forma:

- Período diurno: 7 (sete) líderes de equipe/motoristas com CNH compatível, 2 (dois) podadores, 7 (sete) varredores/coletores, 2 (dois) operadores do triturador de galhos e 12 (doze) operadores de motosserra.
- A equipe disposta acima já está composta com reserva técnica.
- O engenheiro do projeto será o responsável por auxiliar nas atividades relacionadas ao diagnóstico dos indivíduos arbóreos.

Para efeito de composição das equipes de destoca, foi estimado em 208 (duzentos e oito) unidades mensais. O dimensionamento de pessoal é composto da seguinte forma:

- Período diurno: 1 (um) motorista com CNH compatível, 1 (um) operador de destocador, 1 (um) ajudante do operador de destocador e 1 (um) operador de machado/motosserra;

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.

Os horários dos serviços de poda de arbustos e árvores serão:

- Período diurno: de segunda-feira a sexta-feira, das 07h:00min às 17h:00min, com intervalo de 01h:00min.

Descreve-se o resumo de fornecimento a seguir:

Tabela 28 - Composição da equipe poda, desbarra, destoca, remoção e recolhimento de arbustos e árvores

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Líder de equipe/Motorista, com CNH compatível	8	Diurno
Podadores	2	Diurno



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Varredores	7	Diurno
Triturador de galhos	2	Diurno
Operador de destocador	1	Diurno
Ajudante do operador de destocador	1	Diurno
Operador de motosserra	12	Diurno
Operador de machado/motosserra	1	Diurno
Composição da Equipe	34	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

4.7. SERVIÇO DE JARDINAGEM COM PODAS, LIMPEZA, IRRIGAÇÃO, REPLANTIO E MANUTENÇÃO DAS ESPÉCIES

4.7.1. Conceção

O serviço de jardinagem compreende o conjunto de atividades destinadas à implantação, conservação e manutenção de áreas ajardinadas e paisagísticas, com foco em garantir a vitalidade das espécies vegetais, a harmonia estética dos espaços verdes e o bem-estar ambiental. Envolve práticas como a adubação, irrigação, plantio e replantio de espécies ornamentais, além da remoção de resíduos vegetais.

A poda realizada no âmbito da jardinagem é exclusivamente paisagística, restrita a arbustos e espécies ornamentais de pequeno porte, com o objetivo de manter a forma, estimular a brotação e preservar a estética dos jardins.

4.7.2. Prognóstico

4.7.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de jardinagem com podas, limpeza, irrigação, replantio e manutenção das espécies obtidas a partir de análise de dados referentes ao município e adquiridos por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

4.7.2.1.1. Premissas gerais

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção dos veículos, foi considerada um coeficiente de proporcionalidade para manutenção de 90 % para o caminhão pipa, 90% para o caminhão carroceria e 60% para a van do valor mensal do total do equipamento. O valor da taxa está relacionado ao tipo de equipamento, visto que, alguns equipamentos demandam maior custo de manutenção.

Calcula-se o custo com manutenção conforme equação abaixo.

$$C_{M,veículo} = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 52})$$

Na qual:

$C_{M, veículo}$ = Custo com manutenção do veículo (R\$/mês);

$V_{n, veículo}$ = Valor do veículo novo (R\$);

k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u, veículo}$ = Vida útil do veículo (anos).

O gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser considerado como sendo 10% do valor dispendido com combustível conforme equação a seguir.

$$Cons_{F.O.L,veículo} = 0,1 * Comb_{veículo} \quad (\text{Equação 53})$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L,veículo}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para o veículo (R\$/mês);

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível pelo veículo por mês (R\$/mês).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5% do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$$C_{S.I,veículo} = \frac{[(V_{u,veículo} + 1) * V_{n,veículo}] * (S + I)}{2 * V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 54})$$

Na qual:

$C_{S.I,veículo}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u,veículo}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n,veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.

4.7.2.1.2. Premissas específicas para jardinagem e para o viveiro

Para efeito de composição das equipes e seu dimensionamento, foi estimada uma área de 62.963 (sessenta e dois mil novecentos e sessenta e três) m² para área de jardinagem com podas, limpeza, irrigação, replantio e manutenção de espécies, uma área de 251.850 (duzentos e cinquenta e um mil oitocentos e cinquenta) m² para realização de irrigação, o plantio de 400 (quatrocentos) mudas por mês, o plantio de 1.667 (um mil seiscentos e sessenta e sete) m² de placas de grama e o plantio de 733 (setecentos e trinta e três) sementes de espécies diversas que estão no Plano de Arborização do município de Aracruz.

Foi considerado que a produtividade do jardineiro é de 198 (cento e noventa e oito) m². A frequência de manutenção dos jardins é de 1 (um) vez por mês. Para a irrigação dos jardins foi considerada a produtividade por caminhão pipa de 32.000 (trinta e dois) m² por dia, sendo que o serviço será realizado com uma frequência de 4 (quatro) vezes por mês.

A partir da metragem estimada foi determinado o número de roçadores necessários, utilizando as fórmulas abaixo:

$$N_{jard.} = \frac{A_{jard.}}{f * P_{jard.}} \quad (\text{Equação 55})$$

Na qual:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$N_{\text{jard.}}$ = número de jardineiros;

$A_{\text{jard.}}$ = área onde será executado o serviço de jardinagem (m^2);

f = frequência de realização de jardinagem (dia);

$P_{\text{jard.}}$ = produtividade do jardineiro ($\text{m}^2/\text{jardineiro.dia}$);

Foi estimada o plantio de 400 (quatrocentos) mudas mensais. A quantidade de terra vegetal é de 1:1 da terra comum, logo a massa de terra vegetal é de 5,5 (cinco inteiros e cinco décimos) kg, foi utilizado cerca de 200 g de NPK 04-14-08 e 150 (cento e cinquenta) g de hidrogel para cada muda plantada. O volume médio de 15 (quinze) L de água para o plantio de cada muda, já para manutenção dos espécimes, o volume será de 5 (cinco) L por espécime.

O viveiro contará deverá ser projetado para abrigar aproximadamente 30.000 (trinta mil) mudas, permitindo uma produção significativa dentro do espaço planejado. A cobertura do viveiro deverá ser composta por sombrite com 50% de interceptação da luz solar, proporcionando um sombreamento adequado para o desenvolvimento saudável das mudas.

O sistema de irrigação adotado será do tipo elevado por nebulização, garantindo uma distribuição uniforme da água sobre as mudas. Esse método é eficiente para manter a umidade adequada no substrato e reduzir o risco de desperdício de água, além de minimizar impactos mecânicos sobre as plantas mais sensíveis. A nebulização também contribui para o controle da temperatura e umidade relativa do ambiente, favorecendo o crescimento das mudas em condições ideais.

O projeto do viveiro capaz de produzir e abrigar até 30.000 (trinta mil) mudas simultaneamente, é necessário o dimensionamento de um espaço adequado considerando as metodologias de cultivo. No caso do cultivo em bandejas de 128 (cento e vinte e oito) células, estima-se que a área de produção fique entre 600 (seiscentos) e 800 (oitocentos) m^2 , permitindo um maior controle no crescimento inicial das mudas. Já para mudas cultivadas em sacos plásticos, com espaçamento de aproximadamente 0,03 (três centésimos) m^2 por muda, a área necessária será entre 900 (novecentos) e 1.200 (um mil e duzentos) m^2 , possibilitando o desenvolvimento adequado das plantas até o plantio definitivo.

Além da área destinada ao cultivo, o projeto deve contemplar espaços essenciais para a operação do viveiro, incluindo uma área de preparo de substrato e enchimento de recipientes,



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

estimada entre 50 (cinquenta) e 100 (cem) m², além de um espaço para armazenamento de ferramentas e insumos, variando entre 50 (cinquenta) e 150 (cento e cinquenta) m². Também deverá ser prevista uma área de circulação e manejo, representando cerca de 20 a 30% do total da área, o que garantirá melhor organização, deslocamento das equipes e transporte interno das mudas.

Considerando todos os elementos necessários para a estruturação do viveiro, a área total do estimada ficará entre **1.500 (mil e quinhentos) e 2.500 (dois mil e quinhentos) m²**, proporcionando espaço suficiente para a produção, armazenamento e logística das mudas, além de permitir futuras expansões.

Para garantir a eficiência operacional e a sustentabilidade do viveiro, será implementado um sistema de irrigação otimizado, reduzindo o consumo de água e garantindo a umidade adequada para o crescimento das mudas. Além disso, serão utilizados materiais reaproveitados, como substratos orgânicos e resíduos de poda, enriquecendo o solo e reduzindo custos. Também deverão ser adotadas estratégias de sombreamento e proteção, assegurando um microclima adequado e protegendo as mudas contra intempéries

4.7.2.2. Processo de Trabalho

O serviço será solicitado através de emissão de Ordem de Serviço pela secretaria responsável, indicando os tipos de mudas, quantidades e os locais que as mesmas deverão ser plantadas.

As mudas fornecidas devem estar sadias (sem lesões ou má formação como cachimbamento, enovelamento, presença de patógenas de raízes ex. *Fusarium* sp, *Pithium* sp, *Ralstonia* sp, dentre outras), ter o tronco reto, apresentar brotações novas, visivelmente sadias e raízes bem formadas. Deverão possuir altura mínima dos primeiros galhos (altura de bifurcação) de 1,80 (um inteiro e oitenta centésimos) m a contar da base do tronco e com um torrão mínimo de 5 (cinco) L de substrato.

O transporte das mudas e dos insumos (adubo e hidrogel) deverá ser realizado em veículo apropriado até o local de plantio. Deverão ser realizados abertura de covas com 40 (quarenta) cm de diâmetro e 40 (quarenta) cm de profundidade. Deverão ser realizadas, em cada cova, a adubação com 200 (duzentos) g de NPK 04-14-08 e adição de 150 (cento e cinquenta) g de hidrogel.

Deverá ser colocado o tutoramento das mudas com estacas de madeira maciça tratada com os



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

lados arredondados para evitar danos às mudas, com comprimento de 1,70 (um inteiro e setenta centésimos) m e largura de 5 (cinco) cm. Os tutores e a amarração (de sisal) deverão ser fornecidos pelo PODER CONCEDENTE. Deverá ser realizada a irrigação logo após o plantio, de cada cova, com 5 L (cinco litros) de água.

No preparo do solo, deve-se realizar a sua limpeza eliminando espécies invasoras pela raiz, além de verificar a existência de formigueiros, eliminá-los e escarificar o solo, ou seja, revolver suas superfícies em uma profundidade de 20 (vinte) a 30 (trinta) cm. Por fim, deve-se nivelar o solo atentando-se para o escoamento da água de chuva evitando a formação de poças (SIMÕES et al., 2002).

O tamanho das covas deve seguir o manual de arborização urbana do município, mas na falta de tal documento, pode-se adotar covas de 60 (sessenta) x 60 (sessenta) x 60 (sessenta) cm para árvores e palmeiras e 40 (quarenta) x 40 (quarenta) x 40 (quarenta) cm para plantas arbustivas e trepadeiras. No caso de plantio de forrações e espécies herbáceas, as covas devem ser pequenas. Além disso, ao solo retirado das covas, mistura-se o adubo, o esterco e o calcário (SIMÕES et al., 2002).

Deste modo, alguns elementos devem ser considerados, com destaque para o solo que fornece nutrientes e serve de suportes para as plantas. Do solo, destacam-se:

- Nutrientes: os nutrientes fornecidos pelo solo são divididos em micronutrientes (cloro – Cl, ferro – Fe, cobre – Cu, zinco – Zn, manganês – Mn, boro – B, molibdênio – Mo, cobalto – Co) e macronutrientes (carbono – C, hidrogênio – H, oxigênio – O, nitrogênio – N, fósforo – P, potássio – K, cálcio – Ca, magnésio – Mg e enxofre – S), sendo que os primeiros são requeridos em pequenas quantidades, enquanto os segundos, em grandes quantidades.
- pH: a maioria das plantas prefere pH na faixa de 4,0 (quatro) a 7,5 (sete inteiros e cinco décimos).
- Calagem: o calcário corrige a acidez e fornece Ca e Mg para as plantas. É importante que seja feita de 60 (sessenta) a 90 (noventa) dias antes do plantio a uma profundidade de 15 (quinze) a 20 (vinte) cm.
- Adubação: incorporação de nutrientes ao solo com o objetivo de melhorar sua qualidade.

Árvores, arbustos e palmeiras

- Abrir um buraco do tamanho da muda na cova já preparada;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

- Ao retirar a muda da embalagem, as raízes podem ser podadas se necessário;
- Colocar a muda com o torrão na cova;
- Coloca a terra em volta do torrão, socando-a para a muda ficar firme e promover um maior contato entre a terra do torrão e a terra da cova;
- O colo da muda não deve ser apertado e a muda não deve ser enterrada demais ou ter as raízes a mostra;
- Regar bem a muda recém-plantada;
- Fazer o tutoramento da muda;
- Se possível, colocar palha ou capim seco ao redor da muda para manter a umidade; e
- Em épocas de seca, o fundo da cova deve ser molhado antes.

Plantio em canteiros

- Após o preparo correto dos canteiros, as mudas devem ser distribuídas em sua superfície, respeitando o espaço adequado entre elas;
- As covas abertas devem ser proporcionais aos torrões;
- Plantar as mudas retiradas da embalagem nas covas abertas, colocando terra ao redor e pressionando a muda para que fique firme;
- O colo da planta deve ficar ao nível do solo; e
- Fazer a irrigação do canteiro recém-plantado.

Plantio em vasos e jardineiras

- Colocar uma camada de brita fina no fundo do vaso ou jardineira para facilitar a drenagem;
- Respeitar a proporção entre a espécie a se plantar e o recipiente em que será plantada;
- Usar substrato de boa qualidade com boa proporção de matéria orgânica; e
- Nas jardineiras, as mudas a serem plantadas devem ter seu espaçamento respeitado.

Gramado

- Pode-se usar placas irregulares, tapetes, mudas individuais, plugs ou sementes, sendo que a formação de gramado por meio de placas ou tapetes se dá mais rapidamente em comparação com mudas e sementes;
- O solo deve ser arado, destorroado, rastelado e nivelado, podendo ocorrer também apenas a escarificação em áreas pequenas;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

- As placas e tapetes de gramas devem ser justa posicionados, socando-as e fazendo o recapeamento com mistura de terra e areia ou só areia; e
- Irrigar abundantemente após o plantio e nos meses subseqüentes até que o gramado esteja formado.

Irrigação: de modo geral, a água deve ser fornecida sempre que o solo secar, contudo, a observação é o melhor critério. Ademais, para cada tipo de planta e em cada estação, a necessidade de água será diferente.

A gestão e manutenção do viveiro de mudas seguirão um processo estruturado para garantir a qualidade da produção e o bom desenvolvimento das plantas. O primeiro passo envolve o planejamento da produção, no qual serão definidas as espécies a serem cultivadas, a quantidade de mudas necessárias e o cronograma de plantio, levando em consideração a demanda do município e as condições climáticas.

O processo inicia-se com a preparação do substrato, etapa fundamental para garantir que as mudas tenham os nutrientes adequados para seu desenvolvimento. O substrato será composto por materiais orgânicos e minerais devidamente balanceados, podendo incluir compostagem de resíduos vegetais para enriquecimento. Após a preparação, o substrato será distribuído nos recipientes, que podem ser bandejas de células, sacos plásticos ou tubetes, dependendo da espécie cultivada.

A sementeira e propagação ocorrem de forma organizada, seguindo técnicas específicas para cada tipo de planta. Para sementes de pequeno porte, será utilizada a sementeira direta nas bandejas, enquanto espécies que necessitam de maior controle no desenvolvimento inicial podem ser germinadas em sementeiras e posteriormente transplantadas. Para a propagação vegetativa, serão utilizadas estacas retiradas de matrizes saudáveis, garantindo maior taxa de enraizamento.

Após a sementeira, as mudas serão conduzidas para o setor de crescimento, onde receberão os cuidados necessários. O manejo da irrigação será realizado conforme as necessidades de cada espécie, utilizando um sistema eficiente para evitar desperdícios e garantir umidade adequada. O controle de pragas e doenças será feito de forma preventiva, priorizando métodos naturais e evitando o uso excessivo de defensivos.

À medida que as mudas se desenvolvem, serão realizadas peneiras de seleção, descartando



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

mudas com crescimento inadequado e garantindo que apenas exemplares saudáveis sejam destinados ao plantio. Durante esse período, também serão aplicadas técnicas de rustificação, preparando as plantas para condições externas antes de sua destinação final.

O replantio e manejo de áreas do viveiro também fazem parte da rotina de trabalho, garantindo que todas as mudas recebam espaço adequado para seu crescimento. O setor de armazenamento e organização será mantido limpo e funcional, com ferramentas e insumos devidamente armazenados para facilitar a operação.

Por fim, a logística de distribuição das mudas será planejada para atender às demandas do município, priorizando projetos ambientais, recuperação de áreas degradadas e arborização urbana. A equipe do viveiro acompanhará a saída das mudas e poderá prestar orientações sobre o plantio e os cuidados necessários após a entrega.

O monitoramento contínuo e a atualização dos registros garantirão que o viveiro opere de maneira eficiente, permitindo ajustes conforme necessário e assegurando que a produção de mudas contribua para o desenvolvimento ambiental e paisagístico do município.

O serviço de previsão e execução de corte de calçada para construção de gola será realizado de forma coordenada com o cronograma de plantio da arborização urbana. As ações ocorrerão observando-se as normas técnicas e os padrões exigidos pelo município.

Será realizada vistoria técnica prévia nos locais indicados para o plantio, com o objetivo de verificar a viabilidade do corte de calçada e a conformação da gola. Após o corte, serão feitas marcações técnicas para orientar o plantio adequado e o acabamento da borda da calçada, garantindo que não haja riscos à segurança ou acessibilidade.

Todos os serviços deverão ser documentados com registros fotográficos georreferenciados do local antes e depois da intervenção, além do preenchimento de relatório técnico contendo as dimensões da gola, tipo de calçada, localização e demais dados relevantes. A CONCESSIONÁRIA será responsável por garantir a integridade da calçada ao redor e a limpeza do local após o corte.

Durante todas as etapas, serão adotadas medidas de segurança, como sinalização das frentes de obra, isolamento da área de corte, controle do tráfego de pedestres e uso obrigatório de EPIs. Os equipamentos utilizados deverão estar em perfeito estado de conservação, sendo de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA seu transporte, manutenção e operação segura.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Resíduos gerados durante os cortes (como restos de concreto ou blocos) deverão ser recolhidos e descartados de forma ambientalmente adequada, conforme normas legais e boas práticas de sustentabilidade.

O serviço jardinagem e fornecimento de mudas será **medido por metro quadrado realizado para a manutenção e irrigação e por unidade para quantidade de mudas plantadas**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período, com registros de evidência eletrônica documental através de dispositivo móvel integrado a partir de plataforma única, georreferenciada, rastreável e classificável, para a instrução de fiscalização e auditorias.

Para aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco*.

PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS, no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

Destaca-se que é de responsabilidade da empresa, através do seu responsável técnico, o rigoroso atendimento aos serviços solicitados, a fim de evitar intervenções irregulares nas espécies arbóreas do Município. No caso de ocorrência, sujeitará a empresa às penalidades previstas em contrato e a situação será levada ao conhecimento do Órgão Fiscalizador competente, sujeitando também às penalidades previstas na legislação ambiental.

4.7.2.3. Tecnologias propostas

Para a execução do serviço de jardinagem com podas, limpeza, irrigação, replantio e manutenção das espécies deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 29 – Veículos serviços de jardinagem

Veículos/Equipamentos	Quantidade
Caminhão Pipa	1
Van de 21 Lugares	1
Caminhão Carroceria com Cabine	1
Banheiro Químico	2
Bomba d'água centrífuga (5CV)	1
Máquina de Cortar Concreto	1

Fonte: IPGC, 2025.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A van de 21 (vinte e um) lugares que será utilizada para o transporte dos funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

O caminhão semipesado equipado com implemento de tanque de água será utilizado para a realização da irrigação dos jardins e deverá possuir idade máxima de uso 7 (sete) anos.

O caminhão carroceria com cabine será utilizado para a coleta dos resíduos gerados nos serviços e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O banheiro químico será utilizado pelos funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

A máquina de cortar concreto será utilizada para corte nas calçadas e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

Tabela 30 – Materiais para estrutura do viveiro

Veículos/Equipamentos	Quantidade
Esteio de 0,10m x 0,10m x 3m	65
Ripa plainada de 4m	8
Frechal de 4m	70
Areia	30
Seixo	6
Arame liso ovalado de aço zincadol galvanizado	1
Arame galvanizado 0,56 mm, rolo com 125 m	3
Catraca para arame liso	16
Grampo 1 x 9 para arame	2
Grampo 1/8" para cabo de aço	60
Sombrite com 3m largura, 50% lumin.	300
Tinta pva branca	2
Prego 3x9	3
Prego 1 %"	3
Prego 2 %"	3
Outros materiais*	-

Fonte: IPGC, 2025.

Tabela 31 – Materiais para o sistema de irrigação

Veículos/Equipamentos	Quantidade
Nebulizador	108
Adesivo plástico tubo com 75 g	5
Fita veda rosca rolo 25 m	4
Tubo PVC marrom soldável 50mm x 6m	6



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tube PVC marrom soldável 20mm x 6m	36
Curva PVC marrom soldável 50mm	2
Cruzeta PVC marrom soldável 50mm	8
Tê PVC marrom soldável 50mm	1
Tê PVC marrom soldável 20mm	108
Registro PVC marrom roscável 50mm	1
Registro PVC marrom soldável 20mm	18
Adaptador PVC marrom SR 50mm x 1 ½"	2
Adaptador PVC marrom SR 20mm	8
Bolsa redução PVC marrom soldável 50 x 20mm	18
Luva PVC roscável ½"	108
Cap PVC marrom soldável 20mm	10

Fonte: IPGC, 2025.

4.7.2.4. Insumos Utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais, por unidade foi utilizada a Tabela 32 a seguir:

Tabela 32 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida Útil mensal
Terra vegetal	1
Adubo NPK 04-14-08	12
Hidrogel	60
Tutores	12
Sisal para amarração	120
Água	1
Balde	1
Pás	2
Cortadeiras	2
Sementes	1
Mudas	1
Enxada	3
Protetor Solar	4
Boné	4
Calça e blusa	3
Sapato de segurança	2
Capa de chuva	4
Luva	2

Fonte: IPGC, 2025.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Para a execução do serviço de jardinagem com podas, limpeza, irrigação, replantio e manutenção das espécies deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs a seguir:

Tabela 33 - Insumos, uniformes e EPIs

Descrição	Quantidade
Terra vegetal	2.200
Adubo NPK 04-14-08	80
Hidrogel	60
Tutores	1.200
Sisal para amarração	1.200
Água	6.000
Balde	26
Pás	13
Cortadeiras	13
Placas de Grama (m ²)	1.667
Sementes	733
Mudas	400
Enxada	13
Protetor Solar	23
Boné	23
Calça e blusa	23
Sapato de segurança	23
Capa de chuva	23
Luva	14

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 32 de vida útil dos insumos e utensílios e considerou o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

4.7.2.5. Projeção de mão de obra

Para a execução do serviço de jardinagem com podas, limpeza, irrigação, replantio e manutenção das espécies deverá ser disposto a seguinte mão de obra:

- Período diurno: composto por 1 (um) encarregado da jardinagem, 1 (um) encarregado pelo viveiro, 2 (dois) motoristas com CNH compatível, 13 (treze) jardineiros, 4 (quatro) jardineiros para o viveiro, 1 (um) operador de máquina de cortar concreto e 1 (um) ajudante;
- A reserva técnica está contemplada no descritivo acima.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços de jardinagem.

Os horários para execução do serviço de jardinagem com fornecimento e plantio de mudas será:

- Período diurno: de segunda-feira a sexta-feira, das 07h:00min às 16h:00min, com intervalo de 01h:00min.

Descreve-se o resumo do fornecimento a seguir:

Tabela 34 - Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Encarregado Jardinagem	1	Diurno
Encarregado Viveiro	1	Diurno
Jardineiro	13	Diurno
Jardineiro Viveiro	4	Diurno
Motorista com CNH compatível	2	Diurno
Operador de Máquina de Cortar Concreto	1	Diurno
Ajudante	1	Diurno
Composição da equipe	22	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

4.8. ROÇADA E LIMPEZA DE IMÓVEIS PÚBLICOS, CANTEIROS CENTRAIS E PRAÇAS

4.8.1. **Concepção**

A roçada é feita no intuito de manter uma cobertura vegetal sobre o solo a fim de evitar deslizamentos de terra e erosões ou por razões estéticas, podendo ser manual ou mecanizada.

Assim sendo, algumas definições são necessárias:

- **Imóveis públicos:** conforme a Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002, estradas, ruas e praças são consideradas bens públicos, uma vez que pertencem às pessoas jurídicas de direito públicos interno. Esses bens são de uso comum do povo, destinados, por natureza ou por lei, ao uso coletivo, logo, podem ser utilizados por todos sem necessidade de consentimento por parte da administração (DIETRICH, 2019).
- **Fundos de vale:** os fundos de vale são áreas que apresentam cotas mais baixas nos quais se dirigem, preferencialmente, as águas pluviais que escoam na superfície (AMORIM, 2004). Deste modo, os fundos de vale podem ser encaixados ou várzeas, sendo que os primeiros



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

são formações geológicas em formato de V, possuindo declividades mais acentuadas, já as várzeas são mais planas, podendo passar por processos de cheias de corpos hídricos (CARDOSO, 2009).

- **Encostas:** áreas que mantêm uma superfície natural inclinada, presente nos flancos de morros, colinas e serras (GIRÃO, CORRÊA, GUERRA, 2007).
- **Morros:** pequena elevação de terreno com declive suave, possuindo altura de elevação inferior a 300 metros (OFICINA DE TEXTOS, 2017). Legalmente, é definido como elevação de terreno com cota do topo em relação a sua base entre 50 e 300 metros, cujas encostas possuem declividade superior a 30 % (CONAMA, 1985).
- **Terrenos:** os terrenos públicos não edificados são considerados áreas verdes urbanas já que contribuem com a qualidade de vida e ambiental por possuir cobertura vegetal, seja ela arbórea com árvores nativas ou introduzidas, ou vegetação rasteira, como gramíneas (DIETRICH, 2019).
- **Calçadas ecológicas:** também conhecidas como calçadas verdes, são passeios amplos que possuem faixa de terra totalmente ou parcialmente coberta por vegetação (BEZERRA, 2017).
- **Canteiros centrais:** o canteiro central é um obstáculo físico construído para separar duas pistas de rolamento (ARAÚJO, [2022?]). É classificado como área verde urbana por poder possuir cobertura vegetal com árvores nativas ou introduzidas, vegetação arbustiva ou rasteira como gramíneas, contribuindo, assim, para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades (DIETRICH, 2019).
- **Praças:** espaço público aberto de uso coletivo em que ocorrem práticas de sociabilidade cujo principal objetivo é proporcionar bem estar aos indivíduos. Deste modo, a praça pode ser conceituada como espaço público urbano, com características de convergência e centralidade, destinado às práticas de sociabilidade, sendo prevista uma porcentagem significativa de área verde, destinada a cumprir funções ecológicas (ECKER, 2020). Também é um tipo de imóvel público destinado ao uso coletivo, classificado como área verde urbana, uma vez que pode possuir cobertura vegetal, arbórea (nativa ou introduzida), arbustiva ou rasteira (gramíneas), contribuindo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades (DIETRICH, 2019).

Na roçada, deve-se executar o despraguejamento com a retirada de ervas daninhas nas áreas infestadas. Em caso de vegetação entrelaçada em cercas e alambrados, esta deve ser retirada. Já na limpeza da sarjeta, deve-se fazer uso de enxada, retirando todo o resíduo do local, inclusive



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

terra, para livre escoamento da água. Calçadas ecológicas devem ser rasteladas e todos os resíduos presentes em avenidas, ruas, sarjetas ou imóveis vizinhos devem ser removidos.

4.8.2. **Prognóstico**

4.8.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de roçada e limpeza, obtidas a partir de análise de dados referente ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

4.8.2.1.1. Premissas Gerais

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção dos veículos, foi considerada um coeficiente de proporcionalidade para manutenção de 60% para o veículo leve, 70% para o trator e 90% para o caminhão carroceria do valor mensal do total do equipamento. O valor da taxa está relacionado ao tipo de equipamento, visto que, alguns equipamentos demandam maior custo de manutenção.

Calcula-se o custo com manutenção conforme equação abaixo.

$$C_{M,veículo} = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad \text{(Equação 56)}$$

Na qual:

$C_{M, veículo}$ = Custo com manutenção do veículo (R\$/mês);

$V_{n, veículo}$ = Valor do veículo novo (R\$);

k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u, veículo}$ = Vida útil do veículo (anos).

Já para o cálculo da manutenção com as roçadeiras foi considerado 70 % do valor da roçadeira nova, dividido pela vida útil conforme equação a seguir:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$$M = \frac{k \times VL}{VU \times 12} \quad (\text{Equação 57})$$

Na qual:

M = manutenção da roçadeira;

VL = Valor da roçadeira costal (R\$);

k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

VU = Vida útil (anos)

O gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser considerado como sendo 10 % do valor dispendido com combustível conforme equação a seguir.

$$Cons_{F.O.L,veículo} = 0,1 * Comb_{veículo} \quad (\text{Equação 58})$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L,veículo}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para o veículo (R\$/mês);

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível pelo veículo por mês (R\$/mês).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:

$$C_{S,I,veículo} = \frac{[(V_{u,veículo} + 1) * V_{n,veículo}] * (S + I)}{2 * V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 59})$$

Na qual:

$C_{S,I,veículo}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u,veículo}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n,veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.

4.8.2.1.2. Premissas Específicas

Para efeito de composição das equipes da roçada com roçadeira costal e seu dimensionamento, foi estimada uma produção de 523.782 (quinhentos e vinte e três mil setecentos e oitenta e dois) m² por mês, levando em consideração que a produção por dia por roçador/operador de máquina costal é de 1.000 (um mil) m² por operador de roçadeira costal por dia. O serviço será realizado 8 (oito) vezes no ano, sendo que com maior periodicidade no período chuvoso.

$$N_{Op.roç.} = \frac{A_{roç.}}{f_{roç.} * P_{Op.roç.}} \quad (\text{Equação 60})$$

Na qual:

$N_{Op.roç.}$ = número de operadores de roçadeira costal;

$A_{roç.}$ = área onde será executado o serviço de roçada (m²);

$f_{roç.}$ = frequência da roçada (dia);

$P_{roç.}$ = produtividade do operador de roçadeira costal (m²/op.roçadeira.dia);

A partir da metragem estimada foi determinado o número de rasteladores, operadores de soprador, varredores e ajudantes de varredores necessários, utilizando as fórmulas abaixo:

$$N_{rasteladores} = N_{Op.roç.} * 2 \quad (\text{Equação 61})$$

$$N_{op.soprador} = N_{Op.roç.} * 2 \quad (\text{Equação 62})$$

$$N_{varredores} = N_{Op.roç.} * 2 \quad (\text{Equação 63})$$

$$N_{ajudante} = N_{Op.roç.} * 2 \quad (\text{Equação 64})$$

Na qual:

$N_{rasteladores}$ = número de rastelador;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$N_{Op.soprador}$ = número de operador de soprador;

$N_{varredores}$ = número de varredor;

$N_{ajudante}$ = número de ajudante de varredor;

$N_{Op.roç.}$ = número de operadores de roçadeira costal.

Para efeito de composição das equipes e dimensionamento para utilização de máquinas e equipamentos para a realização do serviço de roçagem, foi estimada uma produção de 241.908 (duzentos e quarenta e um mil novecentos e oito) m² por mês. Foi considerado que a produtividade do operador de trator 25 HP com giro zero para corte de grama é de 5.500 (cinco mil e quinhentos) m²/trabalhador.dia. O serviço será realizado com uma frequência mensal. A partir da metragem estimada foi determinado o número de roçadores necessários, utilizando as fórmulas abaixo:

$$N_{Op.trator\ 25HP} = \frac{A_{roç.}}{f_{roç.} * P_{Op.trator\ 25HP}} \quad \text{(Equação 65)}$$

Na qual:

$N_{Op.trator\ 25HP}$ = número de operador de trator 25 HP com giro zero para corte de grama;

$A_{roç.}$ = área a ser roçada com trator 25 HP com giro zero para corte de grama (m²);

$f_{roç.}$ = frequência da roçada com 25 HP com giro zero para corte de grama (dia);

$P_{Op.trator\ 25HP}$ = produtividade do operador de trator 25 HP com giro zero para corte de grama (m²/trabalhador.dia);

$$N_{Op.trator\ agr.} = \frac{A_{roç.}}{f_{roç.} * P_{Op.trator\ agr.}} \quad \text{(Equação 66)}$$

Na qual:

$N_{Op.trator\ agr.}$ = número de operador de trator agrícola com roçadeira hidráulica articulada;

$A_{roç.}$ = área a ser roçada com trator agrícola com roçadeira hidráulica articulada (m²);

$f_{roç.}$ = frequência da roçada com trator agrícola com roçadeira hidráulica articulada (dia);



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$P_{Op.trator\ agr.}$ = produtividade do operador de trator agrícola com roçadeira hidráulica articulada (m²/trabalhador.dia);

4.8.2.2. Processo de Trabalho

Para realização do serviço de roçada, a CONCESSIONÁRIA deverá seguir as orientações trazidas a seguir:

- Durante a execução da roçada, deverá ser realizado o despraguejamento da área interna e externa, promovendo a retirada das ervas daninhas nas áreas que estiverem infestadas, arrancando-as pela raiz de muros, calçadas internas e externas e meio-fio. Retirada de toda a vegetação entrelaçada na cerca ou alambrado, deixando livre de qualquer praga.

Já para realização do serviço de roçada em terrenos sem edificações de propriedade do Município, a CONCESSIONÁRIA deverá seguir as orientações trazidas a seguir:

- A roçada deve ser executada em toda a extensão do terreno incluindo o acabamento com a roçadeira. Em terrenos que houver calçada ecológica, a mesma deve ser rastelada, ficando livre de resíduos, e não devem ficar resíduos na avenida, rua, sarjeta ou imóveis vizinhos.

Para realização do serviço de roçada em canteiros de avenidas e praças públicas a CONCESSIONÁRIA deverá seguir as orientações trazidas a seguir:

- A roçada em canteiros de avenidas e praças deverá ser executada com equipamentos e equipes discriminadas neste projeto básico. Durante a execução da roçada em canteiros das avenidas, deverá ser realizado o despraguejamento, promovendo a retirada das ervas daninhas nas áreas dos canteiros que estiverem infestadas e a roçada e limpeza das sarjetas. Após a realização da roçada, a CONCESSIONÁRIA deverá realizar a limpeza do local roçado que consiste em rastelação dos canteiros da avenida, recolhimento de gramas, folhas, pequenos galhos e outros lixos (papéis, copos, garrafas e etc) que estiveram no canteiro e sarjeta ao término do serviço.

Conforme as solicitações encaminhadas pelo município, o serviço de roçada também deverá ser realizado nas Unidades de Conservação de Aracruz. Essa atividade é importante para garantir o manejo adequado da vegetação rasteira, contribuindo para a manutenção das trilhas, acessos e áreas de visitação.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A execução da roçada será feita de forma controlada, respeitando as especificidades de cada unidade e visando à preservação ambiental. Além de facilitar o acesso e a circulação segura da população, o serviço também auxilia no controle de espécies invasoras e na prevenção de riscos, como o surgimento de focos de incêndio em períodos de seca.

Após a realização da roçada, a CONCESSIONÁRIA deverá realizar a limpeza do local roçado que consiste em rastelar a grama, realizar limpeza geral do local, varrendo as calçadas, recolher todo entulho (papéis, copos, garrafas e etc) e demais resíduos provenientes da roçada e realizar o transporte em sacos plásticos próprios ou bags (não devendo utilizar os contêineres dos estabelecimentos) e encaminhar os resíduos até local indicado pelo PODER CONCEDENTE.

Deverá ser armazenado todo o resíduo proveniente da roçada e limpeza em bags para posterior recolhimento e transporte dos resíduos até local indicado pelo PODER CONCEDENTE. Os veículos utilizados para coleta dos resíduos de poda deverão ser compartilhados com o serviço de roçada e capina, de forma a otimizar a utilização dos veículos.

Os serviços de limpeza que consistem em rastelação, varrição, raspagem, sopragem e armazenamento dos resíduos em bags devem ser realizados concomitante à realização dos serviços de roçada. O prazo para a retirada dos resíduos acondicionados será de até 4 (quatro) horas após a finalização da roçada. É de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a coleta e transporte dos resíduos até local indicado pelo PODER CONCEDENTE.

O serviço de lavagem e raspagem de vias, praças, feiras e mobiliário urbano será **medido por m²**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

4.8.2.3. Tecnologias propostas

Para a execução do serviço de roçada e limpeza de imóveis públicos, incluindo terrenos sem edificações, deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 35 – Veículos e Equipamentos

Veículos / Equipamentos	Quantidade
Trator com Roçadeira Hidráulica	2
Caminhão Carroceria com Cabine	2
Roçadeira costal	22
Banheiro Químico	3

Fonte: IPGC, 2025.

O trator com roçadeira hidráulica será utilizado para o corte de grama e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

A roçadeira costal será utilizada para a realização da roçada e deverá possuir idade máxima de uso de 3 (três) anos.

O caminhão carroceria com cabine será utilizado para a coleta dos resíduos gerados nos serviços e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O banheiro químico será utilizado pelos funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

4.8.2.4. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais por unidade, foi utilizada a Tabela 36 a seguir:

Tabela 36 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil
Pá	2
Big bags	60
Vassoura	1,5
Sacos de lixo	1
Protetor Solar	1
Sapato de segurança	2
Calça e blusa	2
Óculos de segurança	2
Capa de chuva	4
Luvas de proteção	2

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de roçada e limpeza de imóveis públicos, incluindo terrenos sem edificações, deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs a seguir:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 37 - Insumos, uniformes e EPIs

Insumos	Quantidades
Pá	22
Big bags	556
Vassoura	22
Sacos de lixo (100 unidades)	56
Protetor Solar	48
Sapato de segurança	48
Calça e blusa	48
Óculos de segurança	48
Capa de chuva	48
Luvas de proteção	48

Fonte: IPGC, 2025

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 36 de vida útil dos insumos e utensílios e considerou o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

4.8.2.5. Projeção de mão de obra

Para efeito de composição da execução do serviço de roçada com roçadeira costal e execução do serviço de roçada com trator, deverão ser dispostos a seguinte mão de obra:

- Período diurno: composto por 2 (dois) líderes de equipe/motoristas com CNH compatível, 22 (vinte e dois) roçadores, 22 (vinte e dois) jardineiros para coleta de resíduos e 2 (dois) operadores de trator de roçagem.
- A reserva técnica já está no descritivo acima.

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços de roçada.

Os horários dos serviços de roçada e limpeza serão:

- Período diurno: de segunda-feira a sábado, das 07h:00min às 14h:00min, com intervalo de 01h:00min.

Descreve-se o resumo do fornecimento a seguir:

Tabela 38 - Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Líder de equipe/Motorista, com CNH	2	Diurno



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

compatível		
Roçador	22	Diurno
Operador de trator	2	Diurno
Varredor	22	Diurno
Composição da equipe	48	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

4.9. LIMPEZA, CAPINA E PINTURA DE MEIO-FIO E SARJETAS

4.9.1. Conceção

O serviço de capina, limpeza e manutenção de sarjetas de meio-fio consiste em um conjunto de atividades necessárias para realização de corte de espécimes vegetais, principalmente gramíneas e herbáceas, podem nascer nas rachaduras ou linhas de junções entre os blocos que formam a sarjeta ou ligam a sarjeta ao meio-fio, havendo, então, a necessidade de eliminá-las para que não ocorra interferência na vazão da água que passa pela sarjeta e, conseqüentemente, no desempenho da sarjeta. As sarjetas são dispositivos de drenagem de seção triangular que transportam longitudinalmente ao eixo dos logradouros e rodoviários os líquidos destinando-os às bocas de lobo ou outro ponto determinado no projeto (NUNES, 2016).

A limpeza das sarjetas objetiva não só retirar os resíduos da capina como também retirar a terra acumulada na mesma e eventuais resíduos que estão presentes na sarjeta, seja por causas naturais ou pela ação humana. Vale destacar que este dispositivo é um acumulador de resíduos, uma vez que a ação do vento e o deslocamento de ar provocado pelos veículos forçam os resíduos para a sarjeta. Ademais, a limpeza prepara o meio-fio para a caiação, com a ABNT NBR 13.245:2011 dissertando sobre a preparação de uma superfície para o recebimento de pintura.

Assim, a pintura de meio-fio, também designada como caiação, consiste na aplicação de tinta à base de cal sobre o dispositivo. Tal serviço auxilia na sinalização de trânsito, trazendo maior segurança para veículos e pedestres por dar maior visibilidade às guias (SOLURB, [2022?]). Ademais, a cal é uma forma de pintura ecológica e de não agressão ao meio ambiente, além de ter poder bactericida e prevenir a formação de mofo.

A caiação de meio-fio pode ser manual ou através de máquina própria para esse tipo de pintura, conhecida como máquina de pintura viária. A vantagem da máquina de pintura viária em relação a pintura manual é o alto rendimento, porém, necessita de treinamento para seu uso,



além do custo de aquisição e manutenção entre outros. Em ambos os casos, é importante que a superfície da guia esteja completamente limpa.

4.9.2. Prognóstico

4.9.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de limpeza, capina e pintura de meio-fio e sarjetas obtidas a partir de análise de dados referente ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

4.9.2.1.1. Premissas gerais

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção dos equipamentos, foi considerada um coeficiente de proporcionalidade para manutenção de 60% para a van, 90% para o caminhão carroceria e 12,5% da máquina de pintura viária do valor mensal do total do equipamento. O valor da taxa está relacionado ao tipo de equipamento, visto que, alguns equipamentos demandam maior custo de manutenção.

Calcula-se o custo com manutenção conforme equação abaixo.

$$C_{M,veículo} = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 67})$$

Na qual:

$C_{M, veículo}$ = Custo com manutenção do veículo (R\$/mês);

$V_{n, veículo}$ = Valor do veículo novo (R\$);

k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u, veículo}$ = Vida útil do veículo (anos).

O gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser considerado como sendo 10 % do valor dispendido com combustível conforme equação abaixo.

$$Cons_{F.O.L,veículo} = 0,1 * Comb_{veículo} \quad (\text{Equação 68})$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Na qual:

$Cons_{F.O.L,veículo}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para o veículo (R\$/mês);

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível pelo veículo por mês (R\$/mês).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:

$$C_{S,I,veículo} = \frac{[(V_{u,veículo} + 1) * V_{n,veículo}] * (S + I)}{2 * V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 69})$$

Na qual:

$C_{S,I,veículo}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u,veículo}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n,veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados

4.9.2.1.2. Premissas específicas

Para efeito de composição das equipes para capina e pintura de meio-fio e sarjetas, foi estimada em 108.200 (cento e oito mil e duzentos) m² por mês de área de sarjeta e 144.267 (cento e quarenta e quatro mil duzentos e sessenta e sete) m² por mês de área total de meios-fios, definida pelas equações abaixo:

$$A_{sarj.} = L_{sarj.} * \bar{l}_{sarj.} \quad (\text{Equação 70})$$

$$A_{Total,M.F} = L_{Total,M.F} * \bar{l}_{M.F} \quad (\text{Equação 71})$$

Na qual:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$A_{sarj.}$ = área da sarjeta (m²);

$A_{Total, M.F}$ = área total dos meios-fios (m²);

$L_{Total, M.F}$ = extensão total dos meios-fios (m);

$\bar{l}_{M.F}$ = largura média do meio-fio (m);

$L_{sarj.}$ = extensão da sarjeta (m);

$\bar{l}_{sarj.}$ = largura média da sarjeta (m).

Para o presente projeto foi adotado um rendimento médio de 150 (cento e cinquenta) m²/gari de capinação manual por dia e 3.600 (três mil e seiscentos) m² por dia para o trator de capina elétrica por dia. O serviço de capina será realizado 8 (oito) vezes no ano, sendo realizado com maior frequência nos dias chuvosos. O serviço de pintura mecanizada será realizado 4 (quatro) vezes no ano.

Para o serviço de capina, foi dimensionada que 50% serão capinados manualmente, devendo ser esse serviço realizado em áreas que o acesso do trator para capina elétrica não é possível. Consequentemente os outros 50% serão realizados pelo trator de capina elétrica, devendo ser utilizado principalmente em locais planos, para maior efetividade do equipamento.

A partir das metragens estimada e produtividade foi determinado o número de garis de capinação, limpadores, ajudantes e garis de caiação necessários, utilizando as fórmulas abaixo:

$$N_{G.Cap.} = \frac{A_{sarj.}}{f_{Cap.} * P_{G.Cap}} \quad \text{(Equação 72)}$$

$$N_{Limp.} = \frac{L_{sarj.}}{f_{Cap.} * P_{Limp.}} \quad \text{(Equação 73)}$$

$$N_{ajud.} = N_{Limp.} \quad \text{(Equação 74)}$$

$$N_{G.Caiac.} = \frac{A_{Mensal, M.F}}{P_{G.Caiac.}} \quad \text{(Equação 75)}$$

Na qual:

$N_{G.Caiac.}$ = número de garis de caiação;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$A_{\text{Mensal, M.F}}$ = área mensal de meio-fio (m^2);

$P_{\text{G.Caiaç.}}$ = produtividade diária do gari de caiação ($\text{m/gari de caiação.dia}$).

$N_{\text{ajud.}}$ = número de ajudantes;

$N_{\text{Limp.}}$ = número de limpadores.

$N_{\text{Limp.}}$ = número de garis de limpadores;

$L_{\text{sarj.}}$ = extensão da sarjeta calculada (m);

$f_{\text{cap.}}$ = frequência da capina (dia).

$P_{\text{Limp.}}$ = produtividade do limpador (m/limpador.dia);

$N_{\text{G.Cap.}}$ = número de garis de capinação;

$A_{\text{sarj.}}$ = área da sarjeta calculada;

$P_{\text{G.Cap.}}$ = produtividade do gari de capinação ($\text{m}^2/\text{gari de capinação.dia}$);

Para realização da limpeza, capina e pintura de meio-fio e sarjetas foi definido que a equipe deve ser composta por 15 (quinze) capinadores manuais, 5 (cinco) limpadores, 1 (um) operador de trator para capina elétrica, 2 (dois) motoristas com CNH compatível e 1 (um) operador para pintura de meio fio mecanizada. Além disso, deverá ser previsto veículo para o transporte de funcionários, que poderá ser compartilhado com outras atividades que integram o contrato de limpeza urbana. Foi previsto uma reserva técnica de 2,5%. A reserva técnica de motorista foi calculado considerando todos os serviços de limpeza urbana.

4.9.2.2. Processo de Trabalho

Para execução dos serviços, a CONCESSIONÁRIA deverá dispor de **frentes de trabalhos simultâneas e equipes para apoio aos serviços e recolhimento dos resíduos verdes.**

A limpeza e capina manual em meio-fio e sarjeta deverá ser executada retirando a vegetação em no mínimo 15 (quinze) cm do meio-fio para o centro do canteiro, a limpeza da sarjeta deverá ser executada com enxada e não com roçadeira para que seja retirada toda erva daninha e terra. A roçadeira apenas irá auxiliar no serviço com a redução do tamanho da vegetação, para facilitar a sua retirada pelos capinadores.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Para melhor escoamento de água na via, deverá haver a limpeza geral da sarjeta imediatamente após o término do serviço da capina, com transporte dos resíduos até local indicado pelo PODER CONCEDENTE.

A capina elétrica é um método moderno e sustentável utilizado para o controle de vegetação indesejada em áreas urbanas e rurais. Esse processo consiste na aplicação de corrente elétrica de alta frequência diretamente nas plantas, causando a destruição das células vegetais por meio do calor gerado pela eletricidade. Como resultado, a planta perde sua capacidade de realizar fotossíntese e morre gradualmente, eliminando a necessidade do uso de herbicidas químicos.

O processo de capina elétrica começa com a identificação das áreas que necessitam do serviço. Em seguida, uma equipe treinada e equipada com os dispositivos adequados realiza a aplicação da corrente elétrica sobre a vegetação-alvo. A aplicação ocorre por meio de eletrodos condutores que tocam diretamente as plantas, transmitindo a energia elétrica ao longo de seus tecidos. Essa corrente percorre toda a estrutura da planta, atingindo inclusive as raízes, o que reduz significativamente a possibilidade de rebrota.

Durante a execução do serviço, são adotadas medidas de segurança para proteger os operadores e evitar riscos à população e ao meio ambiente. Os profissionais utilizam equipamentos de proteção individual (EPIs) apropriados, como luvas isolantes e calçados específicos, além de seguir protocolos rigorosos para manuseio dos equipamentos elétricos.

Após a aplicação da capina elétrica, a vegetação tratada começa a secar em um período de dias a semanas, dependendo da espécie da planta e das condições climáticas. Esse método apresenta vantagens significativas, como a redução do uso de produtos químicos nocivos ao meio ambiente, a diminuição da necessidade de remoção manual de plantas e a maior durabilidade do efeito em comparação com métodos convencionais, já que atinge também as raízes.

A pintura de meio fio deverá ser executada com equipamentos e equipes discriminadas neste projeto. A pintura de meio-fio mecanizada é um processo eficiente e padronizado utilizado para a demarcação viária, proporcionando maior segurança e organização ao tráfego urbano. Esse método substitui a pintura manual, garantindo maior produtividade, redução do tempo de execução e melhor acabamento.

O processo inicia-se com a definição das áreas que serão pintadas, considerando vias públicas, praças e demais locais onde a sinalização horizontal é necessária. Antes da aplicação da tinta, é realizada a limpeza da superfície do meio-fio para garantir a aderência do material. Esse



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

procedimento pode incluir a remoção de poeira, terra, resíduos e possíveis incrustações de sujeira.

Após a preparação da superfície, a equipe técnica posiciona o equipamento de pintura mecanizada, que é composto por um reservatório de tinta, um sistema de bombeamento e um bico aplicador. A tinta utilizada geralmente é acrílica ou termoplástica, com alta resistência a intempéries e abrasão.

A aplicação ocorre de forma contínua, com o veículo de pintura deslocando-se ao longo do meio-fio a uma velocidade controlada. O bico aplicador deposita a tinta de maneira uniforme, garantindo uma espessura adequada e um acabamento padronizado. Durante a execução do serviço, os operadores monitoram a quantidade de tinta aplicada e a regularidade da pintura para evitar falhas ou excessos.

Para otimizar a visibilidade e a durabilidade da sinalização, pode-se adicionar elementos refletivos à tinta, melhorando a segurança viária, principalmente à noite. Além disso, dependendo das condições climáticas e do tipo de tinta utilizado, é necessário um tempo de secagem antes de liberar o tráfego na área tratada.

Após a realização dos serviços, a CONCESSIONÁRIA deverá realizar a limpeza do local que consiste em recolhimento de gramas, folhas, pequenos galhos e outros resíduos (papéis, copos, garrafas e etc.) que estiveram nas sarjetas ao término do serviço. A pintura de meio fio deve ser executada em toda a extensão dos meios fios.

Os resíduos gerados serão coletados e encaminhados para o Aterro Sanitário do município, onde serão destinados para o pátio de compostagem.

Os serviços de limpeza devem ser realizados concomitante à realização dos serviços. É de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a coleta e transporte dos resíduos até local indicado pelo PODER CONCEDENTE. Durante a execução do serviço, deverá ser feita a sinalização adequada nos locais, para garantir a segurança dos funcionários e da população.

Os veículos e equipamentos deverão ser colocados em serviço abastecidos, equipados e mantidos em perfeitas condições de segurança, funcionamento, conservação e limpeza, com perfeito funcionamento do velocímetro, e mantidas as condições de pintura do equipamento, sendo que é de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a disponibilização de local para guarda de seus veículos e demais equipamentos quando estes não estiverem em serviço.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade do Fiscal da Prefeitura, e caso seja identificado a existência de trechos não realizados, será solicitado a realocação da equipe para conclusão das atividades.

O PODER CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade dos veículos.

O serviço será **medido por metro** no caso de pintura de meio fio e em **m² para capina e limpeza de sarjeta**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento in loco das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

4.9.2.3. Tecnologias propostas

Para a execução do serviço de limpeza e capina manual e mecanizada de meio-fio e sarjetas e o serviço de pintura de meio fio, deverão ser dispostos os seguintes veículos e equipamentos:

Tabela 39 - Veículos e equipamentos

Veículo/Equipamento	Quantidade
Van de 21 lugares	1
Máquina de pintura viária	1
Carretinha reboque	1
Trator de Capina Elétrica	1
Caminhão Carroceria com Cabine	2
Banheiro Químico	2

Fonte: IPGC, 2025.

A van de 21 (vinte e um) lugares que será utilizada para o transporte dos funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

A máquina de pintura viária será utilizada para caiação do meio fio e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A carretinha reboque será utilizada para o transporte dos equipamentos e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

O caminhão carroceria com cabine deverá ser utilizado para coleta os resíduos gerados pelos serviços e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O trator de capina elétrica deverá ser utilizado para remoção da vegetação em locais planos e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

O banheiro químico deverá ser usado pelos funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

4.9.2.4. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais por unidade, foi utilizada a equação a seguir.

Tabela 40 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Pá	2
Enxada	3
Vassoura	1,5
Sacos de lixo	1
Sacos de cal de 8kg	12
Galão de água de 20L	12
Fixador de cal de 150mL	12
Protetor Solar	4
Calça e blusa	2
Boné	4
Sapato de segurança	2
Luvas de raspa	2
Capa de chuva	4

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de limpeza e capina manual e mecanizada de meio-fio e sarjetas e do serviço de pintura de meio fio, deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs a seguir.

Tabela 41 - Insumos, uniformes e EPIs

Insumos	Quantidades
Pá	0
Enxada	15



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Vassoura	5
Sacos de lixo	13
Sacos de cal de 8kg	282
Galão de água de 20L	1.353
Fixador de cal de 150mL	6.763
Protetor Solar	25
Calça e blusa	25
Boné	25
Sapato de segurança	25
Luvas de raspa	25
Capa de chuva	25

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 41 de vida útil dos insumos e utensílios e considerando o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

4.9.2.5. Projeção mão de obra

Para efeito de composição da execução dos serviços de limpeza e capina manual deverão ser dispostos a seguinte mão de obra:

- Período diurno: 1 (um) equipe composta por 3 (três) líderes de equipe/motoristas com CNH compatível, 15 (quinze) capinadores manuais, 1 (um) operador de trator de capina e 5 (cinco) jardineiros para limpeza;
- A reserva técnica já esta contemplada no descritivo acima.

Para efeito de composição da execução dos serviços de pintura mecanizada de meio fio deverão ser dispostos a seguinte mão de obra:

- Período diurno: 1 (um) equipe composta por 1 (um) operador de máquina de caiação mecanizada;

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços de limpeza e capina manual e pintura mecanizada de meio fio.

Os horários dos serviços de limpeza, pintura e capina manual ou mecanizada de meio-fio e sarjetas serão:

- Período diurno: de segunda-feira a sábado, das 07h:00min às 16h:00min, com intervalo de 01h:00min.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Descreve-se o resumo do fornecimento a seguir.

Tabela 42 - Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Líder de equipe/motorista com CNH compatível	3	Diurno
Capinadores Manuais	15	Diurno
Operador de Trator de Capina	1	Diurno
Jardineiro Limpador	5	Diurno
Operador de Máquina de Caiação Mecanizada	1	Diurno
Composição da equipe	25	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

4.10. LIMPEZA MANUAL DE PRAIAS

4.10.1. Concepção

O serviço de Limpeza Manual de Praias trata-se da remoção de resíduos sólidos e materiais indesejados jogados nas praias, como lixo deixado por frequentadores ou trazido pelas marés, garantindo que as áreas litorâneas de Aracruz permaneçam limpas, seguras e adequadas para o uso da população e visitantes.

4.10.2. Prognóstico

4.10.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de limpeza de praias obtidas a partir de análise de dados referente ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

4.10.2.1.1. Premissas gerais

O valor gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser calculado através da equação abaixo, que considera tal como sendo 10% do custo com combustíveis.

$$Cons_{F.O.L,van} = 0,1 * Comb_{van} \quad \text{(Equação 76)}$$

Na qual:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$CONS_{F.O.L, van}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para a van (R\$/mês);

$Comb_{van}$ = custo do consumo de combustível pela van por mês (R\$/mês).

O custo com a manutenção do veículo pode ser calculado conforme a equação abaixo.

$$C_{M, van} = \frac{V_{n, van} * k}{V_{u, van} * 12} \quad (\text{Equação 77})$$

Na qual:

$C_{M, van}$ = custo com manutenção da van (R\$/mês);

$V_{n, van}$ = valor da van nova (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,90 (adimensional);

$V_{u, van}$ = vida útil da van (anos).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:

$$C_{S.I, van} = \frac{[(V_{u, van} + 1) * V_{n, van}] * (S + I)}{2 * V_{u, van} * 12} \quad (\text{Equação 78})$$

Na qual:

$C_{S.I, van}$ = custo com seguros e impostos da van (R\$/mês);

$V_{u, van}$ = vida útil da van (anos)

$V_{n, van}$ = valor da van nova (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

Para a manutenção da carretinha reboque, há de se considerar um coeficiente de proporcionalidade para manutenção entre 10 e 15% de seu valor, adotando-se então a média de 12,5%. Sendo assim, calcula-se o custo com manutenção conforme a equação abaixo.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$$C_{M,C.R} = \frac{V_{n,C.R} * k}{V_{u,C.R} * 12} \quad (\text{Equação 79})$$

Na qual:

$C_{M,C.R}$ = Custo com manutenção da carretinha reboque (R\$/mês);

$V_{n,C.R}$ = valor da carretinha reboque novo (R\$);

k = coeficiente de proporcionalidade para manutenção sendo 0,125 (adimensional);

$V_{u,C.R}$ = vida útil da carretinha reboque (anos).

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.

4.10.2.1.2. Premissas específicas

Para o dimensionamento dos varredores para limpeza manual de praia, deve-se determinar a extensão a ser atendida. Para fins de estimativa, a extensão obtida foi de aproximadamente 53 (cinquenta e três) km, sendo que a faixa de areia média foi de 4 (quatro) metros, totalizando assim uma área de cerca de 212.000 (duzentos e doze mil) metros quadrados. O serviço foi dimensionado para ser realizado com frequência de 2 (dois) vezes ao mesmo em toda a extensão da faixa de areia.

Perceba que a equação está em função de duas variáveis: m linear e m^2 , sendo necessário estabelecer em projeto qual produtividade adotar.

$$N_{varr.} = \begin{cases} \frac{L}{f * P_{linear}}, & \text{se em função da metragem linear;} \\ \frac{A}{f * P_{\text{área}}}, & \text{se em função da metragem quadrada} \end{cases} \quad (\text{Eq. 4.10.2.80})$$

Na qual:

$N_{varr.}$ = nº de varredores para limpeza de praias;

L = extensão a ser varrida manualmente (m);

A = área da faixa de areia a ser varrida manualmente (m^2);

f = frequência de varrição, ou seja, a cada quantos dias ocorre a limpeza (dia) –



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

P_{linear} = produção diária de cada varredor em função do metro linear (m/gari.dia), sendo **de 500 a 1.000 m/gari varredor.dia**

$P_{\text{área}}$ = produção diária de cada varredor em função do metro quadrado ($\text{m}^2/\text{gari.dia}$), sendo **1.460 $\text{m}^2/\text{gari varredor.dia}$**

De posse do número de varredores, calcula-se o número de carrinheiro ou coletor, considerando que se tem que a cada 1 (um) a 2 (dois) varredores, tem-se um gari coletor carrinheiro.

$$N_{\text{carr}} = \frac{N_{\text{varr}}}{2} \quad (\text{Eq. 4.10.2.81})$$

Na qual:

N_{carr} = número de carrinheiros;

N_{varr} = número de varredores.

Assim, o número de garis será a soma entre o número de varredores e o número de carrinheiros:

$$N_{\text{gari}} = N_{\text{varr}} + N_{\text{carr}} \quad (\text{Eq. 4.10.2.82})$$

Na qual:

N_{gari} = número de garis;

N_{varr} = número de varredores;

N_{carr} = número de carrinheiros.

Além disso foi dimensionado uma equipe com 3 (três) funcionários, para auxiliar em outros serviços gerais que são necessários nas praias. Foi considerado para reserva técnica o valor de 2,5% para o cargo de gari. Em relação ao cargo de motorista, foi feito o cálculo de reserva englobando todos os serviços de limpeza urbana.

4.10.2.2. Processo de Trabalho

A limpeza das praias do município de Aracruz deverá ser realizada de forma sistemática e eficiente, garantindo a remoção de resíduos sólidos sem comprometer o ecossistema costeiro. O serviço será executado com a periodicidade previamente definida, abrangendo toda a extensão da faixa de areia das praias do município.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O trabalho deverá ser conduzido por equipes especializadas, que deverão percorrer a área realizando a coleta manual de resíduos de maior porte, como garrafas, plásticos e outros materiais descartados irregularmente. Para a retirada de pequenos detritos, deverá ser utilizado um equipamento manual semelhante a uma peneira, que permitirá a remoção de fragmentos menores sem comprometer a integridade da areia e sem causar impactos à fauna local.

Durante a execução do serviço, deverão ser observadas diretrizes rigorosas para a preservação da restinga, respeitando o plano de manejo vigente no município. A restinga é um ecossistema sensível que desempenha um papel essencial na proteção contra a erosão e na manutenção da biodiversidade local. Assim, a limpeza deverá ser realizada de forma criteriosa, evitando a remoção da vegetação nativa e garantindo a integridade das áreas protegidas.

Outro aspecto fundamental a ser considerado é a preservação da fauna marinha. Em períodos de desova de tartarugas e outros animais que utilizam a areia para reprodução, as equipes deverão redobrar a atenção para evitar impactos negativos sobre essas espécies. Caso sejam identificados ninhos de tartarugas ou vestígios de animais marinhos, a equipe deverá comunicar imediatamente os órgãos ambientais responsáveis para que as medidas cabíveis sejam tomadas.

Além da limpeza regular da areia, o serviço também incluirá a remoção de resíduos acumulados em áreas de maior fluxo de visitantes, como acessos às praias, calçadões e proximidades de quiosques e barracas.

Em relação a remoção de carcaças de baleias encalhadas nas praias do município de Aracruz, este exigirá um processo criterioso para garantir a segurança pública, minimizar impactos ambientais e assegurar o descarte adequado do animal. Inicialmente, profissionais especializados, como biólogos, veterinários e técnicos ambientais, deverão realizar uma inspeção detalhada para avaliar o estado de decomposição da carcaça, identificar possíveis riscos biológicos, determinar a causa da morte e definir o método mais adequado para remoção. Caso necessário, deverão ser coletadas amostras para análises laboratoriais. Após essa avaliação, a área ao redor da carcaça deverá ser isolada com barreiras físicas e sinalização adequada para evitar a aproximação de banhistas e curiosos, garantindo a segurança da população e facilitando a operação de remoção.

Em seguida, deverá ser realizado o planejamento logístico, considerando o porte do animal, a acessibilidade da praia para máquinas pesadas e o impacto ambiental da operação. Também deverão ser analisados fatores como a maré e as condições climáticas para definir o melhor



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

momento para a retirada da carcaça. A remoção deverá ser realizada com o auxílio de equipamentos apropriados como escavadeiras e caminhões basculantes, variando conforme o tamanho e peso do animal. Como se trata de um serviço pontual e esporádico, poderá ser feita a mobilização de veículos e máquinas utilizados em outros serviços para otimizar recursos. Além disso, a equipe responsável pela limpeza das praias também auxiliará na remoção, garantindo maior agilidade no processo.

O descarte da carcaça é definido de acordo com sua dimensão e estado de decomposição. Dependendo do caso, o animal pode ser enterrado em local apropriado, transportado para incineração ou encaminhado para pesquisas científicas. Após a remoção, a área onde a carcaça se encontrava passará por um processo de limpeza e desinfecção para eliminar resíduos orgânicos e evitar possíveis contaminações.

A equipe auxiliar atuará em apoio às ações de manejo ambiental e manutenção da infraestrutura pública nas principais praias e áreas de restinga do município, seguindo as orientações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMAM) e dos técnicos responsáveis.

Entre suas atribuições, está o auxílio nas atividades de poda de árvores, incluindo o levantamento de copa, bem como no corte e retirada de árvores caídas ou mortas nas praias. A equipe também dará suporte na supressão de árvores em risco de queda, sempre sob supervisão técnica.

No que se refere à conservação da vegetação nativa, os auxiliares colaborarão com o plantio e replantio de espécies de restinga, tratos culturais como retirada de invasoras e rega quando necessário, além da demarcação de piquetes para proteção dessas áreas. Também poderão apoiar nos serviços voltados ao controle de erosão em pontos específicos da orla.

A equipe será responsável ainda por auxiliar na instalação, fixação e manutenção de lixeiras, chuveiros e placas educativas e informativas nas principais praias do município. Também prestará apoio na instalação, reforma e manutenção de abrigos para guarda-vidas, contribuindo para a segurança e o ordenamento da orla.

Outras tarefas complementares incluem auxílio eventual em serviços de capina manual, roçada e observação das condições de animais marinhos que eventualmente apareçam nas praias. A atuação da equipe se dará de forma contínua e organizada, conforme cronograma de trabalho estabelecido pelos setores técnicos competentes.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Os veículos e equipamentos deverão ser colocados em serviço abastecidos, equipados e mantidos em perfeitas condições de segurança, funcionamento, conservação e limpeza, com perfeito funcionamento do velocímetro, e mantidas as condições de pintura do equipamento, sendo que é de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a disponibilização de local para guarda de seus veículos e demais equipamentos quando estes não estiverem em serviço.

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade do Fiscal da Prefeitura, e caso seja identificado a existência de trechos não realizados, será solicitado a realocação da equipe para conclusão das atividades. O PODER CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade dos veículos.

O serviço será **medido por m² executado**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento in loco das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

4.10.2.3. Tecnologias propostas

Para a execução do serviço de limpeza de praias, deverão ser dispostos os seguintes veículos e equipamentos:

Tabela 43 - Veículos e equipamentos

Veículo/Equipamento	Quantidade
Van de 21 lugares	1
Carretinha reboque	1
Banheiro Químico	2

Fonte: IPGC, 2025.

A van de 21 (vinte e um) lugares que será utilizada para o transporte dos funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

A carretinha reboque será utilizada para o transporte dos equipamentos e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O banheiro químico deverá ser usado pelos funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

4.10.2.4. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais por unidade, foi utilizada a equação a seguir.

Tabela 44 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Rastelo Pá Coletor	24
Espeto Coletor	2
Carrinho Lutocar	18
Sacos de lixo	1
Protetor Solar	4
Calça e blusa	2
Óculos de Segurança	2
Sapato de segurança	2
Luvas de raspa	2
Capa de chuva	4

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de limpeza de praias, deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs a seguir.

Tabela 45 - Insumos, uniformes e EPIs

Descrição	Quantidade
Rastelo Pá Coletor	12
Espeto Coletor	12
Carrinho Lutocar	6
Sacos de lixo (100 unidades)	15
Protetor Solar	22
Calça e blusa	22
Óculos de Segurança	22
Sapato de segurança	22
Luvas de raspa	18
Capa de chuva	19

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 41 de vida útil dos insumos e utensílios e considerando o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

4.10.2.5. Projeção mão de obra

Para efeito de composição da execução dos serviços de limpeza de praias deverão ser dispostos a seguinte mão de obra:

- Período diurno: 1 (um) equipe composta por 1 (um) líder de equipe/motorista com CNH compatível, 12 (doze) garis para limpeza manual, 6 (seis) garis para coleta dos resíduos e 3 (três) garis para auxiliar nos serviços gerais;
- A reserva técnica já está contemplada no descritivo acima.

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços de limpeza de praias.

Os horários dos serviços de limpeza de praia serão:

- Período diurno: de segunda-feira a sábado, das 07h:00min às 14h:00min, com intervalo de 01h:00min.

Descreve-se o resumo do fornecimento a seguir.

Tabela 46 - Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Líder de equipe/motorista com CNH compatível	1	Diurno
Gari para Limpeza Manual	12	Diurno
Gari para Coleta	6	Diurno
Gari para Serviços Gerais	3	Diurno
Composição da equipe	22	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

5. MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

5.1. CONCEPÇÃO GERAL

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS define resíduos sólidos como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade.

5.2. CARACTERÍSTICAS, CLASSIFICAÇÃO E TIPOLOGIA

A **caracterização** de resíduos consiste em determinar os principais aspectos biológicos, físico-químicos, qualitativos ou quantitativos da amostra. Os resultados analíticos contribuem para a



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

classificação do resíduo e, conseqüentemente, para a definição da melhor destinação do mesmo. Deve-se caracterizar os tipos de resíduos de acordo com a norma ABNT NBR 10.004:2004, devendo saber o seguinte:

- Descrição da origem do resíduo;
- Seu estado físico;
- Aspecto geral;
- Cor;
- Odor;
- Grau de heterogeneidade;
- Denominação do resíduo;
- Processo de origem;
- Atividade industrial;
- Constituinte principal;
- Destinação final.

Já a **classificação** dos resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, além dos seus constituintes e características com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deram origem. A NBR 10.004:2004 da ABNT dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública para que possam ser gerenciados adequadamente. A norma classifica os resíduos nos seguintes grupos:

1. Resíduos Classe I – Perigosos

Os resíduos considerados perigosos têm características que podem colocar em risco as pessoas que o manipulam ou que têm algum outro tipo de contato com o material. Para isso, o resíduo deve apresentar pelo menos uma das seguintes características: toxicidade, corrosividade, inflamabilidade, reatividade ou patogenicidade. Quando o resíduo é considerado “perigoso”, é necessário que sejam tomadas as devidas providências para o manuseio, transporte e a correta destinação.

2. Resíduos Classe II A - Não perigosos não inertes



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

São resíduos que não se apresentam características como serem tóxicos, corrosivos, inflamáveis, patogênicos e que não possuem tendência a sofrer reagirem quimicamente.

3. Resíduos Classe II B - Não perigosos inertes

São resíduos que se mostram indiferentes ao contato com água destilada ou deionizada ou quando expostos à temperatura média dos espaços exteriores dos locais onde foram produzidos. Diante disso, não apresentam combustibilidade ou solubilidade para tirar a potabilidade da água, a não ser no que diz respeito a mudança de sabor, cor e turbidez.

Deve-se destacar que também existem outras normas de classificação de resíduos sólidos, nas quais podem ser determinados por sua origem, como resíduos hospitalares, industriais, agrícolas, de construção civil, comerciais, de varrição, domésticos, os do tipo recicláveis e não recicláveis. Apenas profissionais especializados podem determinar os melhores cuidados na embalagem e transporte e indicar os melhores procedimentos para reciclagem, tratamento, descarte e destinação final.

5.3. PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares, consiste em uma abordagem que prevê metas, diretrizes, princípios e instrumentos que visam a melhor gestão dos resíduos. O plano estabelece responsabilidades e integra o setor público, o setor privado e a sociedade civil para que ocorra a destinação correta dos resíduos e estímulo à toda a cadeia produtiva envolvida.

As metas apresentadas são divididas seguindo o tipo de resíduo conforme apresentadas a seguir:

- Resíduos Sólidos Urbanos: aumentar a sustentabilidade econômico-financeira do manejo de resíduos pelos municípios, aumentar a capacidade de gestão dos municípios, eliminar práticas de disposição final inadequadas e encerrar lixões e aterros controlados, reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada, promover a inclusão social e emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, aumentar a reciclagem da fração seca dos RSU, aumentar a reciclagem da fração orgânica dos RSU, aumentar a recuperação e aproveitamento energético de biogás de RSU e aumentar a recuperação e aproveitamento energético através de tratamento térmico de RSU;
- Resíduos da Construção Civil: aumentar a reciclagem dos resíduos gerados;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

- Resíduos de Serviços de Saúde: aumentar a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos gerados.

Para atingir as metas, são definidas as diretrizes e estratégias, sendo as diretrizes referentes às linhas orientadoras por grandes temas, enquanto as estratégias são referentes aos meios pelos quais as respectivas ações serão implementadas. Com isso, as diretrizes e suas respectivas estratégias definirão as ações e programas a serem feitos, visando atingir as metas. As diretrizes e estratégias são divididas em:

- Aumento da capacidade institucional dos titulares;
- Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos - RSU;
- Eliminação e recuperação de lixões e aterros controlados;
- Redução da quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
- Promoção da inclusão social, emancipação econômica e geração de renda;
- Aumento da reciclagem dos resíduos sólidos;
- Aumento do aproveitamento energético de resíduos sólidos;
- Gestão dos Resíduos da Construção Civil - RCC;
- Gestão de Resíduos Industriais - RI;
- Gestão dos Resíduos de Serviços Públicos de Saneamento Básico - RSB;
- Gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde - RSS;
- Gestão de Resíduos de Serviços de Transporte - RST;
- Gestão dos Resíduos de Mineração – RM;
- Gestão de Resíduos Agrossilvopastoris - RASP;
- Incentivar a gestão regionalizada de resíduos sólidos.

Diante disso foram determinados alguns programas, projetos e ações que irão contribuir para atender as metas previstas, são eles:

- Programa Nacional Lixão Zero;
- Programa de Implementação e Ampliação de Logística Reversa;
- Programa Nacional de Combate ao Lixo no Mar e Programa Nacional Rios + Limpos;
- Programa Nacional de Recuperação de Áreas Contaminadas.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

No PNRS, também ficam determinadas as normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos da união para ações e programas relacionados a resíduos sólidos e também normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando for o caso, de resíduos. E por fim, o plano estabelece que deve existir meios de controle e fiscalização que asseguram o controle social na implementação e operacionalização do Planares, sendo este um importante instrumento para melhoria da gestão de resíduos sólidos no país, fornecendo diretrizes a serem seguidas e metas nacionais a serem alcançadas com responsabilidade compartilhada.

5.4. ESTUDO DE PROJEÇÃO POPULACIONAL

Uma das condições de eficiência dos serviços de coleta, transporte, unidade de transbordo e destinação final é a capacidade de atendimento às demandas, conforme o aumento populacional, sendo necessário realizar uma projeção populacional ao longo do período de Concessão.

Projeções demográficas se constituem em um agregado de resultados provenientes de estimativas baseadas em pressupostos que podem interferir na evolução de uma população, sendo uma atividade complexa de planejamento urbano, envolvendo níveis de incerteza decorrentes do grande número de variáveis que a compõe e das imprevisibilidades das mesmas. Por se basearem em pressupostos, as projeções realizadas requerem um sistemático acompanhamento.

Portanto, ressalta-se que as projeções a serem apresentadas no presente Anexo, são referenciais, sendo as LICITANTES responsáveis por realizar suas próprias projeções.

Como ponto de partida para o esforço de previsão do crescimento populacional, foi realizada uma avaliação da situação demográfica do Município de Aracruz a partir do levantamento de dados secundários, assim como a vocação, histórico e perspectiva econômica municipal.

Na avaliação do estudo populacional foram empregados:

- i. Estatísticas Censitárias, tabulações dos censos de 1970, 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022;
- ii. Estimativas populacionais do IBGE para o período de 2011 a 2021 e estimativa de 2024;
- iii. Análise de fotos aéreas.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Para a modelagem da projeção populacional, obteve-se as informações dos censos demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE de 1970, 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022 para a áreas urbana e rural, sendo os resultados apresentados na Tabela 47.

Tabela 47 - Censo demográfico de Aracruz (1970,1980,1991,2000, 2010 e 2022)

Ano	População Total (hab.)	Taxa de Urbanização (%)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)
1970	26.507	30,97%	8.210	18.297
1980	35.791	76,56%	27.400	8.391
1991	52.433	82,07%	43.030	9.403
2000	64.637	84,25%	54.458	10.179
2010	81.832	87,31%	71.451	10.381
2022	94.765	87,31%	82.743	12.022

Fonte: IBGE. Adaptado IPGC, 2025.

Percebe-se, a partir dos dados expostos, que Aracruz apresentou um aumento da população urbana durante o período de 1970 e 2022, ocasionando em um aumento da taxa de urbanização. Já em relação à população rural, houve uma redução da população durante o período de 1970 e 1991 e voltou a ter um aumento durante o período de 2000 a 2022.

A Tabela 48 apresenta as taxas de crescimento populacionais verificadas nos censos demográficos disponíveis.

Tabela 48 – Taxas de crescimento anuais de Aracruz.

Ano	População Total (hab.)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	Tx. De crescimento População Total (%) a.a.)	Tx. De crescimento População Urbana (%) a.a.)	Tx. De crescimento População Rural (%) a.a.)
1970	26.507	8.210	18.297	-	-	-
1980	35.791	27.400	8.391	3,05%	12,81%	-7,50%
1991	52.433	43.030	9.403	3,53%	4,19%	1,04%
2000	64.637	54.458	10.179	2,35%	2,65%	0,88%
2010	81.832	71.451	10.381	2,39%	2,75%	0,20%
2022	94.765	82.743	12.022	1,23%	1,23%	1,23%

Fonte: IBGE. Adaptado IPGC, 2025.

O IBGE também divulga as estimativas populacionais anuais, com data de referência para 1º de julho. As estimativas do município de Aracruz se encontram apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 49 – Estimativas populacionais de Aracruz (2011 a 2021)



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Ano	População Total (hab.)	Taxa de crescimento (%)
2011	83.152	-
2012	84.429	1,536%
2013	91.562	8,449%
2014	93.325	1,925%
2015	95.056	1,855%
2016	96.746	1,778%
2017	98.393	1,702%
2018	99.305	0,927%
2019	101.220	1,928%
2020	103.101	1,858%
2021	104.942	1,786%

Fonte: IBGE. Adaptado IPGC, 2025.

Além do que está apresentado na tabela acima, foi divulgado a estimativa populacional para Aracruz para o ano de 2024, sendo o valor apresentando de 102.410 (cento e dois mil quatrocentos e dez) habitantes.

Desta forma, a partir dos dados apresentados é possível observar que existe uma tendência de aumento da população total e taxa de crescimento da população do município de Aracruz.

5.4.1. Horizonte de projeto

O Estudo de Viabilidade utilizará para todas as previsões o horizonte de projeto de 35 (trinta e cinco) anos. Conforme apresentado na Tabela 50, o Ano 1 (um) será o ano de 2026 e o ano 35 (trinta e cinco) será 2060.

Tabela 50 - Horizonte de projeto

Ano	Ano	Ano	Ano
1	2026	10	2035
2	2027	11	2036
3	2028	12	2037
4	2029	13	2038
5	2030	14	2039
6	2031	15	2040
7	2032	16	2041
8	2033	17	2042
9	2034	18	2043

Fonte: IPGC, 2025.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Para a realização do estudo da projeção populacional, foram utilizados diversos métodos matemáticos com a linha de tendência, utilizando os dados dos censos demográficos disponíveis do IBGE (1970, 1980, 1991, 2000, 2010 e 2022) e considerando a estimativa populacional disponibilizada pelo IBGE para 2024.

5.4.1.1. Métodos Matemáticos

5.4.1.1.1. Aritmético

O método aritmético tem o crescimento populacional seguindo uma taxa constante, sendo um método utilizado para estimativas de menor prazo. Conhecendo-se os dados da população P_2 e P_0 correspondendo aos seus anos t_2 e t_0 , calcula-se o coeficiente K_a pela equação a seguir:

$$K_a = \frac{(P_2 - P_0)}{(t_2 - t_0)} \quad \text{(Equação 83)}$$

Na qual:

K_a = taxa de crescimento aritmética (hab.ano);

P_2 e P_0 = populações final e inicial conhecidas (hab.);

t_2 e t_0 = ano final e inicial conhecidos (ano).

O coeficiente K_a foi calculado para vários intervalos, adotando a média de cada intervalo.

Já para cálculo da população projetada $P(t)$ para determinado intervalo de tempo t , tem-se a equação seguinte:

$$P(t) = P_0 + K_a(t - t_0) \quad \text{(Equação 84)}$$

Na qual:

$P(t)$ = população projetada em determinado intervalo de tempo (hab.);

P_0 = população em t_0 (hab.);

t = ano de final de projeto (ano);

K_a = taxa de crescimento aritmética (hab./ano).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.4.1.1.2. Geométrico

O método geométrico tem o crescimento populacional em função da população existente a cada instante, sendo utilizado para estimativas de menor prazo. Conhecendo-se os dados da população P_2 e P_0 correspondendo aos anos t_2 e t_0 respectivamente, calcula-se o coeficiente K_g pela equação:

$$K_g = \frac{\ln(P_2) - \ln(P_0)}{t_2 - t_0} \quad (\text{Equação 85})$$

Na qual:

K_g = taxa de crescimento geométrica;

P_2 e P_0 = populações final e inicial conhecidas (hab.);

t_2 e t_0 = ano final e inicial conhecidos (ano).

Já para cálculo da população projetada $P(t)$ para determinado intervalo de tempo t , tem-se a equação seguinte:

$$P(t) = P_0 * e^{K_g(t-t_0)} \quad (\text{Equação 86})$$

Na qual:

$P(t)$ = população projetada em determinado intervalo de tempo (hab.);

P_0 = população em t_0 (hab.);

t = ano de final de projeto (ano);

e = número de Euler, sendo aproximadamente 2,71828;

K_g = taxa de crescimento geométrica (hab./ano).

5.4.1.2. Métodos com ajuda da ferramenta linha de tendência

Pode-se ajustar os pares de dados da população versus “x” (diferença de tempo $t_n - t_0$) às várias equações representativas dos modelos matemáticos que usam linha de tendência. Desta forma, obtém-se as equações e os coeficientes de determinação R^2 com a definição de R^2 varia entre 0



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

(zero) e 1 (um), sendo que os modelos que apresentarem seu coeficiente mais próximo de 1 (um) são os mais ajustados.

Foram testados, no presente estudo, os modelos matemáticos de Ajuste Linear, Curva de Potência, Equação Exponencial, Equação Logarítmica e Equação Polinomial.

5.4.1.2.1. Ajustamento Linear

O ajustamento linear é o ajuste de uma reta a um conjunto de pontos de dados, assim, o método de solução do problema consiste em encontrar um polinômio do primeiro grau que melhor se aproxima do conjunto de dados. A linha formada geralmente demonstrará que a população está aumentando ou diminuindo a uma taxa constante. Neste método, o crescimento populacional é representado por uma equação matemática de primeira ordem do tipo:

$$P(x) = a + bx \quad (\text{Equação 87})$$

Na qual:

$P(x)$ = população de projeto ou variável dependente de x (hab.);

a = coeficiente linear;

b = coeficiente angular;

x = variável independente ou número de anos ($x = t - t_0$).

5.4.1.2.2. Equação da Curva de Potência

O ajustamento pela curva de potência é utilizado quando os valores dos dados aumentam ou diminuem em uma curva em uma proporção estável. Neste método o crescimento populacional é representado pela seguinte equação:

$$P = a \cdot x^b ; \text{ para } a > 0 \quad (\text{Equação 88})$$

onde:

$x_i > 0$ e $P_i > 0$;

$P(x)$ = população de projeto ou variável dependente de x (hab.);

a = coeficiente linear;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

b = coeficiente angular;

x = variável independente ou número de anos ($x = t - t_0$).

5.4.1.2.3. Equação Exponencial

O ajustamento utilizando a curva de potência é utilizado para conjuntos de dados que comparam medidas que aumentam em uma taxa específica. Neste método, o crescimento populacional é representado pela seguinte equação, considerando que x e P são maiores do que zero:

$$P(x) = a * x^b ; \text{ para } a > 0 \quad (\text{Equação 89})$$

Na qual:

P(x) = População projetada (hab.);

a e b = coeficientes;

x = número de anos ($x = t - t_0$).

5.4.1.2.4. Equação Logarítmica

O ajustamento com a equação logarítmica é utilizado para dados com crescimento ou decrescimento com nivelamento em um determinado tempo - assíntota. O crescimento populacional é representado pela equação a seguir que, por ser com logaritmo neperiano, é chamada de equação logarítmica natural.

$$P(x) = a + b * \ln x \quad (\text{Equação 90})$$

Na qual:

P(x) = População projetada (hab.);

a e b = coeficientes;

ln = logaritmo neperiano;

x = número de anos ($x = t - t_0$).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.4.1.2.5. Equação Polinomial

O ajustamento utilizando a equação polinomial é uma linha curva usada quando os dados flutuam. É útil, por exemplo, para analisar ganhos e perdas em grandes conjuntos de dados. A ordem da polinomial pode ser determinada pelo número de flutuações nos dados ou por quantas dobras – picos e vales – aparecem na curva. Uma linha de tendência polinomial de ordem 2 (dois) geralmente só possui um pico ou vale.

Neste método o crescimento populacional é representado pela seguinte equação – considere a, b, c diferentes 0 (zero):

$$P(x) = ax^2 + bx + c \quad \text{(Equação 91)}$$

Na qual:

P(x) = População projetada (hab.);

a = coeficiente quadrático;

b = coeficiente linear;

c = coeficiente constante ou termo independente;

x = número de anos ($x = t - t_0$).

5.4.2. **Projeção da população total**

A partir dos dados do IBGE e dos métodos apresentados anteriormente, foi possível realizar o cálculo da projeção da população total. Nas tabelas a seguir, se encontram apresentados os coeficientes e equações obtidos para cada um dos métodos estudados.

Tabela 51 - Método Aritmético (população total)

Período	K _a
2010-2022	1077,75
2000-2022	1369,45
1991-2022	1365,55
1980-2022	1404,14
Média	1304,22

Fonte: IPGC, 2025.

Tabela 52 - Método Geométrico (população total)



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Período	K _g
2010-2022	0,012
2000-2022	0,017
1991-2022	0,019
1980-2022	0,023
Média	0,018

Fonte: IPGC, 2025.

Os coeficientes adotados para os métodos aritmético e geométrico foram correspondentes do período de 2000 a 2022 respectivamente. Na Tabela 53 apresenta as equações dos métodos de linha de tendência dos anos de 1980 a 2024, foi desconsiderado o ano de 1970 para todos os métodos, pois está apresentando um valor fora da linha de tendência de todos os métodos com isso diminuindo o valor do coeficiente de determinação das equações.

Tabela 53 - Método de linhas de tendência (1980 – 2021)

Método	Equação	R ²
Ajuste Linear	$y = 1555,3x + 6708,4$	0,9757
Curva de Potência	$y = 3636,3x^{0,8052}$	0,9701
Eq. Exponencial	$y = 22102e^{0,0257x}$	0,9547
Eq. Logarítmica	$y = 46950\ln(x) - 95798$	0,9015
Eq. Polinomial	$y = 4,2428x^2 + 1229,7x + 11519$	0,9771

Fonte: IPGC, 2025.

A Tabela 54 apresenta um resumo de todas as projeções para os anos de concessão de cada método.

Tabela 54 - Resumo das projeções para população total

Ano	MÉTODOS						
	Aritmético	Geométrico	Ajuste Linear	Curva Potência	Eq. Exponencial	Eq. Logarítmica	Eq. Polinomial
1 2026	99.076	99.516	109.359	106.111	120.527	100.907	111.161
2 2027	100.154	100.740	110.914	107.403	123.664	101.613	112.955
3 2028	101.232	101.979	112.469	108.692	126.884	102.308	114.758
4 2029	102.310	103.234	114.025	109.977	130.187	102.994	116.569
5 2030	103.387	104.504	115.580	111.259	133.576	103.669	118.388
6 2031	104.465	105.790	117.135	112.537	137.054	104.335	120.216
7 2032	105.543	107.091	118.690	113.811	140.621	104.992	122.053
8 2033	106.621	108.409	120.246	115.082	144.282	105.640	123.897
9 2034	107.698	109.742	121.801	116.350	148.038	106.278	125.751
10 2035	108.776	111.093	123.356	117.615	151.892	106.909	127.613



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

11	2036	109.854	112.459	124.912	118.876	155.846	107.530	129.483
12	2037	110.932	113.843	126.467	120.133	159.904	108.144	131.362
13	2038	112.009	115.243	128.022	121.388	164.066	108.750	133.249
14	2039	113.087	116.661	129.578	122.640	168.338	109.348	135.145
15	2040	114.165	118.096	131.133	123.888	172.720	109.939	137.049
16	2041	115.243	119.549	132.688	125.133	177.216	110.522	138.962
17	2042	116.320	121.020	134.243	126.376	181.830	111.098	140.883
18	2043	117.398	122.509	135.799	127.615	186.563	111.667	142.813
19	2044	118.476	124.016	137.354	128.852	191.420	112.229	144.751
20	2045	119.554	125.542	138.909	130.086	196.403	112.785	146.698
21	2046	120.631	127.086	140.465	131.317	201.516	113.334	148.653
22	2047	121.709	128.650	142.020	132.545	206.762	113.877	150.617
23	2048	122.787	130.233	143.575	133.770	212.145	114.413	152.589
24	2049	123.865	131.835	145.131	134.993	217.668	114.944	154.570
25	2050	124.942	133.457	146.686	136.213	223.334	115.469	156.559
26	2051	126.020	135.099	148.241	137.430	229.149	115.987	158.557
27	2052	127.098	136.761	149.796	138.645	235.114	116.500	160.563
28	2053	128.176	138.443	151.352	139.857	241.235	117.008	162.578
29	2054	129.253	140.147	152.907	141.066	247.515	117.510	164.601
30	2055	130.331	141.871	154.462	142.274	253.958	118.007	166.632
31	2056	131.409	143.616	156.018	143.478	260.570	118.499	168.672
32	2057	132.487	145.383	157.573	144.680	267.353	118.985	170.721
33	2058	133.564	147.172	159.128	145.880	274.313	119.467	172.778
34	2059	134.642	148.982	160.684	147.078	281.454	119.943	174.843
35	2060	135.720	150.815	162.239	148.273	288.781	120.415	176.917

Fonte: IPGC, 2025.

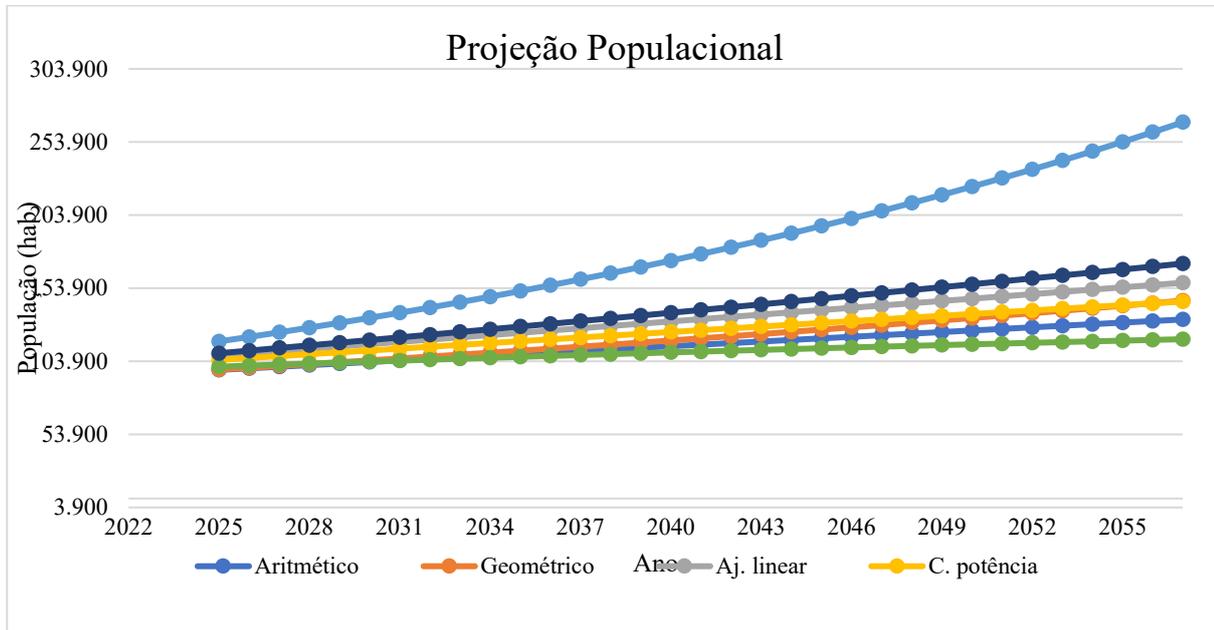


PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O gráfico abaixo mostra as projeções apresentadas anteriormente na Tabela 54.

Gráfico 1 - Resultado da projeção da população total da concessão



Fonte: IPGC, 2025.

Na Tabela 55, constam as populações projetadas pelos métodos comparando as populações estimadas pelo IBGE nos anos de 2013 a 2021, destacando-se as projeções próximas com a do IBGE.

Tabela 55 - Resumo das projeções comprando com o IBGE para a população total (2013 – 2021)

Ano	Métodos							Est. IBGE
	Arit.	Geom.	Aj. linear	C. pot.	Eq. Exp.	Eq. Log.	Eq. Pol.	
2013	88.748	88.658	92.250	91.622	90.847	92.347	91.987	91.562
2014	90.266	90.090	93.806	92.961	93.212	93.193	93.688	93.325
2015	91.784	91.545	95.361	94.296	95.638	94.024	95.397	95.056
2016	93.302	93.024	96.916	95.626	98.128	94.840	97.115	96.746
2017	94.820	94.526	98.472	96.951	100.683	95.643	98.841	98.393
2018	96.338	96.053	100.027	98.272	103.304	96.432	100.576	99.305
2019	97.856	97.604	101.582	99.589	105.993	97.208	102.319	101.220



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

2020	99.375	99.181	103.137	100.901	108.752	97.971	104.070	103.101
2021	100.893	100.783	104.693	102.209	111.583	98.723	105.830	104.942

Fonte: IPGC, 2025.

Para a escolha da melhor projeção, deve-se levar em consideração os seguintes aspectos:

- Comparação gráfica entre as projeções e a estimativa do IBGE;
- Maior valor do ajuste linear (R^2);
- Características do ajuste ou método.

Analisando todas as informações anteriores apresentada, a projeção populacional obtida através da projeção baseado no método geométrico foi a adotada no presente estudo para a projeção da população total, apresentando aderência aos dados históricos e coerência com as taxas de crescimento apresentadas.

É importante ressaltar que deverá haver acompanhamento constante da população projetada com a realidade municipal para que possíveis desvios na estimativa da população futura possam ser corrigidos.

5.4.3. Projeção da população urbana

A partir dos dados do IBGE e dos métodos apresentados anteriormente, foi possível realizar o cálculo da projeção da população urbana. Nas tabelas a seguir se encontram apresentados os coeficientes e equações obtidos para cada um dos métodos estudados.

Tabela 56 – Método Aritmético (População urbana)

Período	Coefficiente Ka
2010-2022	908,25
2000-2022	1267,82
1991-2022	1268,39
1980-2022	1308,33
Média	1188,20

Fonte: IPGC, 2025.

Tabela 57 – Método Geométrico (População urbana)

Período	Coefficiente Kg
2010-2022	0,012
2000-2022	0,019
1991-2022	0,021



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

1980-2022	0,026
Média	0,019

Fonte: IPGC, 2025.

Os coeficientes adotados para os métodos aritmético e geométrico foram correspondentes do período de 2000 a 2022, respectivamente. Na Tabela 58 apresenta as equações dos métodos de linha de tendência dos anos de 1980 a 2024, foi desconsiderado o ano de 1970 para todos os métodos, pois está apresentando um valor fora da linha de tendência de todos os métodos com isso diminuindo o valor do coeficiente de determinação das equações.

Tabela 58 – Métodos com Linha de Tendência (População urbana)

Método	Equação	R ²
Ajuste Linear	$y = 1559x - 5468,5$	0,9813
Curva de Potência	$y = 539,45x^{1,2499}$	0,9757
Eq. Exponencial	$y = 9827,3e^{0,0379x}$	0,8973
Eq. Logarítmica	$y = 48009\ln(x) - 111840$	0,9435
Eq. Polinomial	$y = -4,0233x^2 + 1867,7x - 10030$	0,9826

Fonte: IPGC, 2025.

Na Tabela 59 consta um resumo contendo os resultados das projeções através de cada um desses métodos.

Tabela 59 – Resumo das projeções para a população urbana

Ano	MÉTODOS							
	Aritmético	Geométrico	Ajuste Linear	Curva Potência	Eq. Exponencial	Eq. Logarítmica	Eq. Polinomial	
1	2026	85.983	86.341	97.426	101.438	119.889	89.302	95.713
2	2027	86.892	87.369	98.985	103.363	124.520	90.024	97.046
3	2028	87.800	88.408	100.544	105.295	129.330	90.735	98.370
4	2029	88.708	89.461	102.103	107.234	134.326	91.436	99.687
5	2030	89.616	90.525	103.662	109.180	139.514	92.127	100.995
6	2031	90.525	91.603	105.221	111.132	144.903	92.807	102.296
7	2032	91.433	92.693	106.780	113.092	150.501	93.479	103.588
8	2033	92.341	93.796	108.339	115.059	156.314	94.141	104.872
9	2034	93.249	94.912	109.898	117.032	162.352	94.794	106.149
10	2035	94.158	96.042	111.457	119.012	168.623	95.439	107.417
11	2036	95.066	97.185	113.016	120.999	175.137	96.075	108.677
12	2037	95.974	98.341	114.575	122.992	181.902	96.702	109.929
13	2038	96.882	99.511	116.134	124.992	188.928	97.322	111.173
14	2039	97.791	100.696	117.693	126.998	196.226	97.933	112.409



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

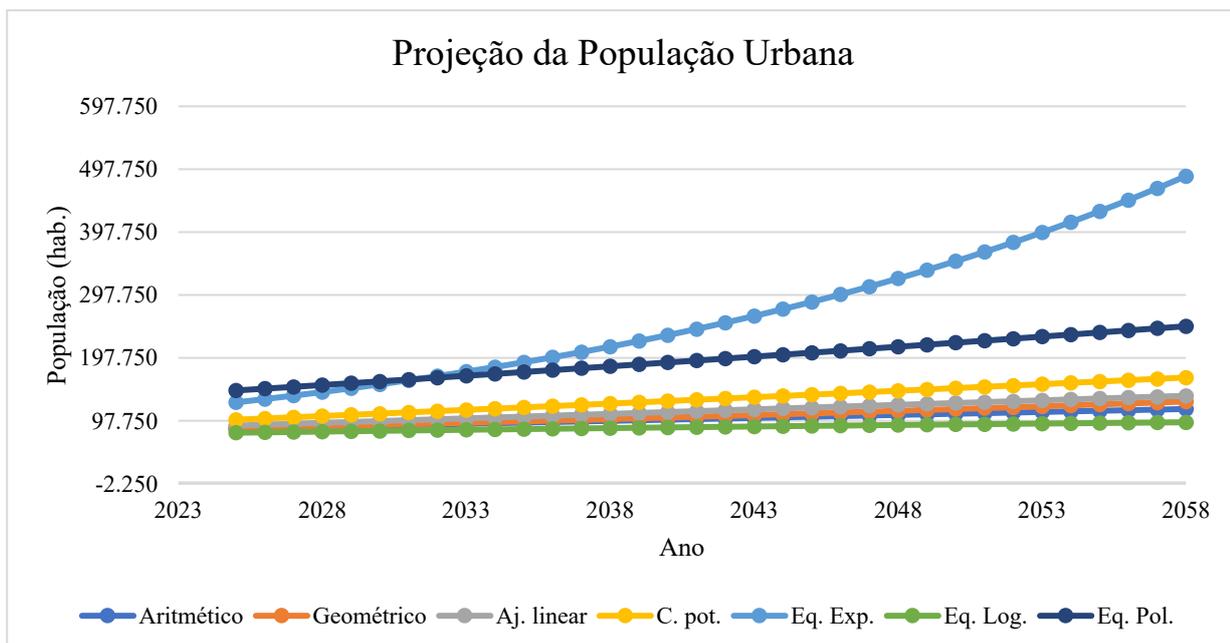
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

15	2040	98.699	101.894	119.252	129.010	203.806	98.537	113.637
16	2041	99.607	103.107	120.811	131.029	211.678	99.134	114.857
17	2042	100.515	104.334	122.370	133.054	219.855	99.723	116.069
18	2043	101.424	105.575	123.929	135.085	228.347	100.305	117.273
19	2044	102.332	106.832	125.488	137.123	237.167	100.880	118.469
20	2045	103.240	108.103	127.047	139.166	246.329	101.448	119.657
21	2046	104.148	109.390	128.606	141.215	255.844	102.009	120.836
22	2047	105.057	110.691	130.165	143.271	265.726	102.564	122.008
23	2048	105.965	112.009	131.724	145.332	275.990	103.113	123.172
24	2049	106.873	113.342	133.283	147.399	286.651	103.655	124.327
25	2050	107.781	114.691	134.842	149.472	297.724	104.192	125.475
26	2051	108.690	116.056	136.401	151.551	309.224	104.722	126.614
27	2052	109.598	117.437	137.960	153.635	321.168	105.247	127.746
28	2053	110.506	118.834	139.519	155.725	333.574	105.766	128.869
29	2054	111.414	120.248	141.078	157.821	346.459	106.280	129.984
30	2055	112.323	121.680	142.637	159.922	359.842	106.788	131.092
31	2056	113.231	123.128	144.196	162.029	373.742	107.290	132.191
32	2057	114.139	124.593	145.755	164.142	388.179	107.788	133.282
33	2058	115.047	126.076	147.314	166.259	403.173	108.280	134.365
34	2059	115.956	127.576	148.873	168.382	418.746	108.768	135.440
35	2060	116.864	129.094	150.432	170.511	434.921	109.250	136.507

Fonte: IPGC, 2025.

O gráfico abaixo ilustra os resultados das projeções apresentadas anteriormente para a população urbana.

Gráfico 2 – Resultados das projeções da população urbana





PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Fonte: IPGC, 2025.

Analisando todas as informações anteriores, a projeção populacional obtida através da projeção foi o método do ajuste linear adotado no presente estudo para projeção da população urbana, apresentando aderência aos dados históricos e coerência com as taxas de crescimento apresentadas.

É importante ressaltar que deverá haver acompanhamento constante da população projetada com a realidade municipal, para que possíveis desvios na estimativa da população futura possam ser corrigidos.

A projeção da população urbana adotada é apresentada na Tabela 60, sendo apresentadas ainda, as taxas de crescimento anuais.

Tabela 60 – Projeção da população urbana

	Ano	População urbana (hab.)	Taxa de crescimento (% a.a.)
1	2026	97.426	1,63%
2	2027	98.985	1,60%
3	2028	100.544	1,57%
4	2029	102.103	1,55%
5	2030	103.662	1,53%
6	2031	105.221	1,50%
7	2032	106.780	1,48%
8	2033	108.339	1,46%
9	2034	109.898	1,44%
10	2035	111.457	1,42%
11	2036	113.016	1,40%
12	2037	114.575	1,38%
13	2038	116.134	1,36%
14	2039	117.693	1,34%
15	2040	119.252	1,32%
16	2041	120.811	1,31%
17	2042	122.370	1,29%
18	2043	123.929	1,27%
19	2044	125.488	1,26%
20	2045	127.047	1,24%
21	2046	128.606	1,23%
22	2047	130.165	1,21%
23	2048	131.724	1,20%
24	2049	133.283	1,18%
25	2050	134.842	1,17%
26	2051	136.401	1,16%
27	2052	137.960	1,14%



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

28	2053	139.519	1,13%
29	2054	141.078	1,12%
30	2055	142.637	1,11%
31	2056	144.196	1,09%
32	2057	145.755	1,08%
33	2058	147.314	1,07%
34	2059	148.873	1,06%
35	2060	150.432	1,05%

Fonte: IPGC, 2025.

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) utiliza a divisão em setores censitários como parte fundamental de sua estrutura de coleta de dados e produção de estatísticas. Os setores censitários do IBGE são unidades geográficas específicas que servem como base para a realização de censos demográficos e outras pesquisas estatísticas.

Por se tratar de uma Malha Intermediária, não contempla informação estatística de população ou domicílios, mas contém a situação atualizada da Divisão Político-Administrativa Brasileira – DPA, vigente em 30/04/2021, constantes da Malha Municipal, também produzida anualmente pela Coordenação de Estruturas Territoriais da Diretoria de Geociências do IBGE. Pelo setor censitário de 2021 os distritos de Guaraná, Jacupemba, Riacho e Santa Cruz são consideradas área urbana de alta densidade de edificações.

5.4.4. **Projeção da população rural**

A população rural do município de Aracruz foi obtida a partir da subtração entre a população Total e Urbana apresentadas nos tópicos anteriores. Na Tabela 61 se encontra apresentada a projeção da população rural.

Tabela 61 – Projeção da População rural

Ano	População Rural Total (hab.)	Taxa de crescimento (% a.a.)	
1	2026	11.933	-0,025%
2	2027	11.929	-0,034%
3	2028	11.925	-0,034%
4	2029	11.922	-0,025%
5	2030	11.918	-0,034%
6	2031	11.914	-0,034%
7	2032	11.910	-0,034%
8	2033	11.907	-0,025%
9	2034	11.903	-0,034%
10	2035	11.899	-0,034%
11	2036	11.896	-0,025%



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

12	2037	11.892	-0,034%
13	2038	11.888	-0,034%
14	2039	11.885	-0,025%
15	2040	11.881	-0,034%
16	2041	11.877	-0,034%
17	2042	11.873	-0,034%
18	2043	11.870	-0,025%
19	2044	11.866	-0,034%
20	2045	11.862	-0,034%
21	2046	11.859	-0,025%
22	2047	11.855	-0,034%
23	2048	11.851	-0,034%
24	2049	11.848	-0,025%
25	2050	11.844	-0,034%
26	2051	11.840	-0,034%
27	2052	11.836	-0,034%
28	2053	11.833	-0,025%
29	2054	11.829	-0,034%
30	2055	11.825	-0,034%
31	2056	11.822	-0,025%
32	2057	11.818	-0,034%
33	2058	11.814	-0,034%
34	2059	11.811	-0,025%
35	2060	11.807	-0,034%

Fonte: IPGC, 2025.

5.5. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU

5.5.1. Conceção dos Resíduos Sólidos Urbanos

Resíduos Sólidos Urbanos - RSU são aqueles resultantes de atividades domésticas em residências urbanas – resíduos domiciliares – e os resultantes da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros derivados dos serviços de limpeza urbana. O Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, traz no seu art. 3º que os resíduos resultantes de atividades comerciais, industriais e de serviços cuja responsabilidade pelo manejo não seja atribuída ao gerador pode, por decisão do poder público, ser considerado resíduo sólido urbano.

5.5.1.1. Resíduos domiciliares

Os Resíduos Domiciliares são gerados nas atividades diárias das residências por seus habitantes, podendo ser compostos por materiais orgânicos ou por materiais inorgânicos. Além



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

disso, aqueles advindos de atividades comerciais de pequeno porte que gerem resíduos até o limite máximo permitido também são considerados resíduos domiciliares.

Para o acondicionamento adequado, é importante que os equipamentos de acondicionamento tenham dispositivos para facilitar o deslocamento, sejam herméticos e evitem o derramamento de líquidos ou a exposição de resíduos. Para os resíduos domiciliares, existem as seguintes formas de acondicionamento:

- Contentor de plástico;
- Contêineres;
- *Compactainers*;
- Caçambas fechadas.

5.5.1.2. Resíduos comerciais

Os Resíduos Comerciais são gerados pelos estabelecimentos comerciais e de serviços, podendo ser compostos por materiais orgânicos e principalmente por materiais inorgânicos.

Para o acondicionamento adequado, é importante que os equipamentos de acondicionamento tenham dispositivos para facilitar o deslocamento, sejam herméticos e evitem o derramamento de líquidos ou a exposição de resíduos. Para os resíduos comerciais, existem as seguintes formas de acondicionamento:

- Contentor de plástico;
- Contêineres;
- *Compactainers*;
- Caçambas fechadas;
- Caçambas maiores.

5.5.1.3. Resíduos da limpeza urbana

Os Resíduos da Limpeza Urbana são gerados pelos serviços de limpeza pública, incluindo varrição de vias públicas, repartições públicas, limpeza de áreas de feiras livres, limpeza de praças públicas, entre outros. São constituídos por materiais orgânicos e inorgânicos.

Para o acondicionamento adequado, é importante que os equipamentos de acondicionamento tenham dispositivos para facilitar o deslocamento, sejam herméticos e evitem o derramamento



de líquidos ou a exposição de resíduos. Para os resíduos de limpeza urbana, existem as seguintes formas de acondicionamento:

- Contentor de plástico;
- Caçambas fechadas;
- Caçambas maiores.

5.5.2. **Concepção dos serviços de manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos**

O serviço de manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos contemplará a execução das atividades de Coleta, Transporte e Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares e de Limpeza Urbana. O serviço de coleta e transporte vai ser destinado para os resíduos sólidos urbanos com características domiciliares de limpeza urbana dos serviços de varrição. A destinação final para o aterro sanitário privado próximo a sede e será apenas dos resíduos sólidos domiciliares e resíduos sólidos de limpeza de varrição. A fim de apontar a tecnologia mais apropriada para coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos, foi necessária primeiramente fazer uma projeção populacional para os anos da concessão, calculando o crescimento populacional do Município de Aracruz.

A gestão adequada do manejo dos resíduos sólidos urbanos é essencial uma vez que o mesmo pode causar contaminações do lençol freático, água superficiais e até mesmo do ar. Além do mais, a disposição inadequada destes acarreta na transmissão de inúmeras doenças, causadas por macro ou micro vetores que são atraídos pelos resíduos como moscas, ratos, baratas, bactérias, vírus ou fungos.

5.5.3. **Prognóstico**

5.5.3.1. Premissas

Para a estruturação do projeto, foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir, são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares e de Limpeza Urbana (varrição) obtidas a partir de análise de dados referentes ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.5.3.1.1. Premissas gerais

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção dos veículos, foi considerada um coeficiente de proporcionalidade para manutenção de 90% para o caminhão compactador, 90% para o caminhão higienizador de contentor e de 60% para o veículo leve do valor mensal do total do veículo. O valor da taxa está relacionado ao tipo de equipamento, visto que, alguns equipamentos demandam maior custo de manutenção. Calcula-se o custo com manutenção conforme equação abaixo.

Calcula-se o custo com manutenção conforme equação abaixo.

$$C_{M,veículo} = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad \text{(Equação 92)}$$

Na qual:

$C_{M, veículo}$ = Custo com manutenção do veículo (R\$/mês);

$V_{n, veículo}$ = Valor do veículo novo (R\$);

k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u, veículo}$ = Vida útil do veículo (anos).

O consumo mensal de combustível deve levar em consideração o tamanho do percurso, o rendimento do veículo e o preço atual do combustível. O cálculo do custo com o combustível se dá pela equação a seguir.

$$Comb_{veículo} = Q_{km,veículo} * R_{veículo} * p_{comb} * n_{veículo} \quad \text{(Equação 93)}$$

Na qual:

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível por mês do veículo (R\$/mês);

$Q_{km, veículo}$ = quantidade de quilômetros rodados pelo veículo por dia (km/dia);

$R_{veículo}$ = rendimento do veículo ou consumo de combustível por quilômetro rodado (L/km);

p_{comb} = preço do combustível (R\$/L);

$n_{veículo}$ = número de dias em que se usou a veículo em um mês (dia).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser considerado como sendo 10% do valor dispendido com combustível conforme.

$$Cons_{F.O.L,veículo} = 0,1 * Comb_{veículo} \quad (\text{Equação 94})$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L,veículo}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para o veículo (R\$/mês);

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível pelo veículo por mês (R\$/mês).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:

$$C_{S,I,veículo} = \frac{[(V_{u,veículo} + 1) * V_{n,veículo}] * (S + I)}{2 * V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 95})$$

Na qual:

$C_{S,I,veículo}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u,veículo}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n,veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.

5.5.3.1.2. Premissas específicas

Para efeito de composição das equipes, a coleta de resíduo domiciliar e de limpeza urbana foi estimada para o ano 1 em 85,19 (oitenta e cinco inteiros e dezenove centésimos) e para o ano 35 (trinta e cinco) em 82,77 (oitenta e dois inteiros e setenta e sete centésimos) toneladas mensais, com um atendimento de 100% da população, sendo que o serviço será medido por rota realizada.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Como verificado no diagnóstico o índice de geração per capita do município de Aracruz é de 0,74 (setenta e quatro centésimos) kg/hab.dia, sendo adotado este valor para projeção de resíduos. Abaixo seguem as expressões para o cálculo do valor mensal de resíduos sólidos urbanos.

$$q = \frac{P \times i}{1000} \quad \text{(Equação 96)}$$

$$Q = q \times 30 \text{ dias} \quad \text{(Equação 97)}$$

Na qual:

Q = Valor mensal de Resíduos Sólidos Urbanos (Kg)

P = População (hab)

i = índice constante de produção de resíduo por habitante por dia (kg/hab/dia)

Para determinação do número de veículos compactadores para coleta foi determinado a realização em 2 (dois) turnos, sendo considerada a quantidade de 70% para o período diurno e 30% para o período noturno.

A velocidade média de coleta do resíduo domiciliar adotada foi de 7,5 (sete inteiros e cinco décimos) km/h, já a velocidade média até o local de descarga de 50 km/h. Para realização da pesagem e descarga de resíduos foi considerado um tempo de 20 (vinte) minutos. A jornada de trabalho será de 8 (oito) horas. O caminhão utilizado possui uma capacidade de 15 (quinze) m³ e uma capacidade real de 7,9 (sete inteiros e nove décimos) toneladas, com um índice de compactação 3 (três). O peso aparente do resíduo é de 250 (duzentos e cinquenta) kg/m³.

A quilometragem de vias atendidas pela coleta de resíduos domiciliar, de pequenos comércios e de limpeza urbana (varrição) por dia é de 250 (duzentos e cinquenta) km, sendo que 175 (cento e setenta e cinco) km serão no período diurno e 75 (setenta e cinco) km no período noturno. A distância média do centro gerador até a descarga é de 10 (dez) km e o deslocamento médio diário em rota da garagem até o local de coleta e posteriormente até o local de descarga dos caminhões será de 10 (dez) km.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Com isso, é calculado a quantidade de viagens a serem feitas por cada caminhão por turno, utilizando as fórmulas descritas a seguir.

$$NV = \frac{q \times VC \times J}{(L \times C) + (q \times VC \times TV)} \quad (\text{Equação 98})$$

$$C = \frac{\text{peso aparente lixo} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times \text{índice de compactação} \times \text{capacidade real (m}^3)}{1000} \quad (\text{Equação 99})$$

$$TV = \frac{2 \times D(\text{km})}{Vt\left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)} + T1(\text{h}) \quad (\text{Equação 100})$$

Na qual:

q = quantidade diária de RSU (ton/dia)

VC = velocidade média de coleta (km/h)

J = Jornada trabalhada (h)

L = Expansão de vias atendidas no turno (km/dia)

C = Capacidade de carga do caminhão (t)

TV = Tempo de viagem para descarga (h)

D = Distância média do centro gerador até o local de descarga (km)

Vt = Velocidade de transporte na viagem até o local de descarga (km/h)

T1 = Tempo necessário para pesagem e descarga (h)

A partir da utilização das formas descritas acima é possível determinar qual a frota de veículos necessária para realização do serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos com a fórmula apresentada a seguir, sendo a primeira para a frota no período diurno e a segunda para a frota no período noturno.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$$FD = \frac{qd}{NV \times C} \quad (\text{Equação 101})$$

$$FN = \frac{qn}{NV \times C} \quad (\text{Equação 102})$$

No qual:

qd = Quantidade diária de lixo coletado no período diurno (t/dia)

qn = Quantidade diária de lixo coletado no período noturno (t/dia)

NV = Número de viagens por turno

C = Capacidade de carga do caminhão (t)

E considerando-se o número de veículos coletores e os turnos da viagem, dimensiona-se:

$$F_T = FD + FN \quad (\text{Equação 103})$$

Na qual:

F_T = Número total de veículos da frota (veículo/dia).

FD = número de veículos da frota que exercerão a atividade em período diurno (veículo/dia);

FN = número de veículos da frota que exercerão a atividade em período noturno (veículo/dia).

Em razão de os caminhões utilizados no período noturno serem os mesmos do diurno, adota-se o maior valor entre a quantidade de veículos obtida nos turnos diurno e noturno. Considerou-se uma reserva técnica de 10% da frota total.

Cada caminhão coletor deverá ter 1 (um) motorista e 4 (quatro) coletores. Para cada turno deve ter 1 (um) supervisor com um veículo que poderá ser compartilhado, calculado a partir das equações abaixo

$$N_{\text{coletor}} = F_T * 4 \quad (\text{Equação 104})$$

$$N_{\text{motorista}} = F_T \quad (\text{Equação 105})$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Na qual:

$N_{coletor}$ = número de coletores (motorista.dia/veículo);

$N_{motorista}$ = número de motorista (motorista.dia/veículo);

F_T = número total de veículos da frota (veículo/dia).

O percurso mensal para um caminhão de coleta domiciliar está estimado em 2.070,50 (dois mil e setenta inteiros e cinquenta centésimos) km. Na coleta domiciliar serão realizadas 13 (treze) rotas, divididas em 2 (dois) turnos, sendo 10 (dez) rotas no período diurno e 3 (três) rotas no período noturno. Poderá ser utilizado o mesmo caminhão em 2 (dois) turnos.

O número de lixeiras, contêineres ou outro dispositivo de acondicionamento de resíduos (DAR) considera o volume de resíduos produzidos por dia e a quantidade de resíduos que o DAR comporta, além do fator de segurança e da frequência de coleta

Para a instalação de caçambas considera o volume de resíduos produzidos por dia e a quantidade de resíduos que a caçamba comporta, além do fator de segurança e da frequência de coleta. Dessa forma foi calculado o quantitativo de caçambas estacionárias pela equação abaixo

$$N_{caçambas} = \frac{m * k}{\rho * f * V_{DAR}} \quad (\text{Equação 106})$$

Na qual:

$N_{caçambas}$ = número de dispositivos condicionadores de resíduos;

m = massa estimada dos resíduos sólidos gerados em um dia (t/dia);

k = fator de segurança para evitar transbordamento;

r = peso específico dos resíduos (t/m³);

F = frequência da coleta (coleta/dia);

$V_{caçamba}$ = volume do dispositivo acondicionador de resíduos (m³).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Para a instalação de caçambas foi utilizado a equação acima, de forma que a localização fique em pontos estratégicos na zona urbana e na zona rural. Para o dimensionamento da caçamba foi adotado 0,3 (três décimos) de fator de segurança para evitar transbordamento e a caçamba possui capacidade de 1.000 (um mil) litros. Dessa forma foi estimado o quantitativo de 2.139 (dois mil cento e trinta e nove) caçambas estacionárias.

Para a coleta de resíduos orgânicos, deverão ser dispostas 2 (dois) contêineres por feira e 2 (dois) contêiner em cada praça, de forma a facilitar a coleta dos resíduos nesses locais. Ao todo serão disponibilizados 156 (cento e cinquenta e seis) contêineres para coleta de orgânicos e deverão ser identificados para que a população deposite apenas resíduos orgânicos. Para a higienização dos contêineres foi dimensionada a necessidade de 1 (um) veículo especializado para a execução desse serviço.

Para a instalação de lixeiras foi utilizado a equação acima, de forma que a localização fique em pontos estratégicos na zona urbana. Para o dimensionamento da lixeira foi adotado 0,3 (três décimos) de fator de segurança para evitar transbordamento e a lixeira possui capacidade de 50 (cinquenta) litros. Dessa forma foi estimado o quantitativo de 295 (duzentos e noventa e cinco) conjuntos com 4 (quatro) lixeiras de 50 (cinquenta) litros recicláveis e 1.044 (mil e quarenta e quatro) lixeiras papeleiras de 50 (cinquenta) litros para serem instaladas em postes.

5.5.3.2. Processo de trabalho

O serviço de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos consistirá em realizar a coleta de todos os resíduos dispostos no passeio público em frente às residências e estabelecimentos comerciais e industriais que se enquadram como pequenos geradores de resíduos, localizados nas lixeiras, baldes e contentores. Deverá ser feita também a coleta dos resíduos que tiverem transbordados dos recipientes acondicionados por qualquer motivo, ou caíram durante o processo da coleta, além de realizar a varrição do local. Os resíduos soltos dispersos que tenham sido depositados nos passeios públicos, nas lixeiras e em contentores causados pela ação de catadores e animais deverão ser limpos e recolhidos pela equipe de coleta.

Para realização da coleta, toda a equipe deverá utilizar todo e qualquer equipamento de proteção individual e coletiva – EPI e EPC respectivamente – necessários e legalmente previstos para execução do serviço. Toda a frota deverá possuir sistema de rastreamento remoto e controle de monitoramento logístico das equipes de coleta que deverá permitir a emissão de relatórios



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

diários, com imagens georreferenciadas, com data e hora dos serviços e identificação da equipe de coleta com uniformes e EPIs diariamente.

Na coleta do resíduo proveniente da limpeza urbana, esses deverão ser ensacados pela equipe responsável pela varrição e deixados em pontos estratégicos para que ocorra a coleta pela equipe de coleta, que já terá esses pontos definidos por estudos para que se otimize as rotas. Esses resíduos deverão ser coletados no mesmo dia logo após a realização do serviço de varrição. Nos distritos a coleta dos resíduos de limpeza urbana ocorrerão com a mesma logística de serem coletados o mais próximo do dia de realização dos serviços, de forma a evitar o acúmulo de sacos plásticos com resíduos nas vias.

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade do Fiscal da Prefeitura, e caso seja identificado a existência de trechos não realizados, será solicitado a realocação da equipe para conclusão das atividades. O PODER CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade dos veículos.

O serviço de coleta e transporte de resíduos será *medido por rota realizada*, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período, com registros de evidência eletrônica documental através de dispositivo móvel integrado a partir de plataforma única, georreferenciada, rastreável e classificável, para a instrução de fiscalização e auditorias. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

5.5.3.3. Tecnologias propostas

Para a execução do serviço de Coleta Domiciliar deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 62 - Equipamentos

Veículo / Equipamento	Quantidade
Caminhão Compactador	6



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Veículo Leve	1
Caminhão Higienizador	1
Contêineres	2.139
Kit Conjunto Lixeiras Recicláveis	295
Lixeiras Papeleiras	1.044

Fonte: IPGC, 2025.

O caminhão compactador será utilizado para a coleta dos resíduos e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O veículo leve será utilizado para o transporte dos funcionários e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

Os contêineres serão utilizados para a disposição de resíduos pelos munícipes e deverão possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

As lixeiras papeleiras serão utilizadas para a disposição de resíduos pelos munícipes e deverão possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

O caminhão higienizador de contentor será utilizado para limpeza dos contêineres e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

5.5.3.4. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais, por unidade foi utilizada a Tabela 63 a seguir:

Tabela 63 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Vassoura	1,5
Pá quadrada	2
Sacos de Lixo (100 unidades)	1
Protetor Solar	4
Capacete de segurança	12
Capuz	12
Óculos de Proteção	2
Protetor Facial	2
Protetor Auricular	0,67
Jaleco com faixa reflexiva	12
Calça com faixa reflexiva	2
Luva de proteção	2



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Sapato de Segurança	3
Talabarte	120
Trava-quedas	60
Capa de Chuva	4
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixas reflexivas)	2

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos, deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs a seguir:

Tabela 64 – Insumos, EPIs e suas quantidades

Descrição	Quantidade
Vassoura	5
Pá quadrada	5
Sacos de Lixo (100 unidades)	270
Protetor Solar	43
Capacete de segurança	30
Capuz	30
Óculos de Proteção	30
Protetor Facial	30
Protetor Auricular	30
Jaleco com faixa reflexiva	30
Calça com faixa reflexiva	30
Luva de proteção	30
Sapato de Segurança	41
Talabarte	30
Trava-quedas	30
Capa de Chuva	30
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixas reflexivas)	9

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 63 de vida útil dos insumos e utensílios e considerou o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

5.5.3.5. Projeção de mão de obra

Para a execução do serviço de coleta e transporte de RSU deverá ser disposto a seguinte mão de obra:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

- Período Diurno: 1 (um) supervisor com 6 (seis) motoristas com CNH compatível e 21 (vinte e um) coletores;
- Período Noturno: 1 (um) supervisor com 3 (três) motoristas com CNH compatível e 9 (nove) coletores;
- A reserva técnica já está contemplada no descritivo acima.

Para a execução do serviço de higienização de contêineres deverá ser disposto a seguinte mão de obra:

- Período Diurno: 1 (um) motorista com CNH compatível e 1 (um) auxiliar de serviços gerais;

Dias e frequência da coleta domiciliar e da higienização de contentor:

- De segunda feira a sábado, conforme rotas e turnos contabilizados em 25 (vinte e cinco) dias mensais.

Os horários dos serviços de coleta domiciliar serão:

- Período diurno: de segunda-feira a sábado, das 07h:00min às 16h:00min, com intervalo de 01h:00min.
- Período noturno: de segunda-feira a sábado, das 19h:00min às 03h:15min, com intervalo de 01h:00min.

Os horários dos serviços de higienização de contentor serão:

- Período diurno: de segunda-feira a sábado, das 07h:00min às 16h:00min, com intervalo de 01h:00min.

Tabela 65 - Resumo de fornecimento de coleta regular

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Supervisor Diurno	1	Diurno
Supervisor Noturno	1	Noturno
Coletores Diurno	21	Diurno
Coletores Noturno	9	Noturno
Motorista Diurno	6	Diurno
Motorista Noturno	3	Noturno
Composição da equipe	41	Diurno/Noturno

Fonte: IPGC, 2025.

Tabela 66 - Resumo de fornecimento de higienização de contentor



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Motorista	1	Diurno
Auxiliar de Serviços Gerais	1	Diurno
Composição da equipe	2	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

5.6. RESÍDUOS RECICLÁVEIS (RCV)

5.6.1. Concepção dos Resíduos Recicláveis

Resíduos Recicláveis são aqueles que possuem a alternativa de retornar à cadeia produtiva, após passarem por uma transformação no seu estado físico, químico ou biológico, seja na forma original ou como matéria-prima para outros produtos.

Os resíduos recicláveis são gerados nas atividades diárias das residências e nas atividades diárias comerciais, sendo compostos por materiais inorgânicos considerados aqui como vidro, papéis, metais, tecidos, plásticos e componentes eletrônicos. Para os materiais orgânicos, existe a possibilidade de reutilização dos detritos biodegradáveis com a compostagem.

5.6.2. Concepção dos serviços de manejo dos Resíduos Recicláveis

O objetivo deste capítulo do Estudo de Viabilidade Operacional e de Engenharia é a apresentação do serviço de coleta e transporte de resíduos sólidos recicláveis que consiste no recolhimento de todo material rejeitado e que possua condições de reaproveitamento e valorização, como papel, papelão, plástico, vidro, metais ferrosos e não ferrosos, óleo de cozinha dentre outros, e transporte desses resíduos até seu destino.

5.6.3. Acondicionamento dos Resíduos Recicláveis

Para o acondicionamento adequado, é importante que os equipamentos de acondicionamento tenham dispositivos para facilitar o deslocamento, sejam herméticos e evitem o derramamento de líquidos ou que tenham resíduos expostos. Para os resíduos recicláveis, é importante que seja feita a sua correta separação, estando limpos e secos, assim, podem ser feitas as seguintes formas de acondicionamento:

- Contentor de plástico;
- Contêineres;
- *Compactainers*;
- Caçambas fechadas.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.6.4. **Prognóstico**

5.6.4.1. Premissas

Para a estruturação do projeto, foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir, são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de Coleta de Resíduos Recicláveis obtidas a partir de análise de dados referente ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

5.6.4.1.1. Premissas gerais

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção dos equipamentos, foi considerada um coeficiente de proporcionalidade para manutenção de 90% para caminhão baú e 60% para veículo leve do valor mensal do total do equipamento. O valor da taxa está relacionado ao tipo de equipamento, visto que, alguns equipamentos demandam maior custo de manutenção. Calcula-se o custo com manutenção conforme equação abaixo.

$$C_{M,veículo} = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 107})$$

Na qual:

$C_{M, veículo}$ = Custo com manutenção do veículo (R\$/mês);

$V_{n, veículo}$ = Valor do veículo novo (R\$);

k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u, veículo}$ = Vida útil do veículo (anos).

O consumo mensal de combustível deve levar em consideração o tamanho do percurso, o rendimento do veículo e o preço atual do combustível. O cálculo do custo com o combustível se dá pela equação a seguir.

$$Comb_{veículo} = Q_{km,veículo} * R_{veículo} * p_{comb} * n_{veículo} \quad (\text{Equação 108})$$

Na qual:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível por mês do veículo (R\$/mês);

$Q_{km, veículo}$ = quantidade de quilômetros rodados pelo veículo por dia (km/dia);

$R_{veículo}$ = rendimento do veículo ou consumo de combustível por quilômetro rodado (L/km);

p_{comb} = preço do combustível (R\$/L);

$n_{veículo}$ = número de dias em que se usou a veículo em um mês (dia).

O gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser considerado como sendo 10 % do valor dispendido com combustível conforme equação a seguir.

$$Cons_{F.O.L,veículo} = 0,1 * Comb_{veículo} \quad (\text{Equação 109})$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L,veículo}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para o veículo (R\$/mês);

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível pelo veículo por mês (R\$/mês).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:

$$C_{S,I,veículo} = \frac{[(V_{u,veículo} + 1) * V_{n,veículo}] * (S + I)}{2 * V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 110})$$

Na qual:

$C_{S,I, veículo}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u, veículo}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n, veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.

5.6.4.1.2. Premissas específicas resíduos recicláveis

Para efeito de composição das equipes, a coleta de resíduos sólidos recicláveis foi estimada para o ano 1 (um) em 195,14 (cento e noventa cinco inteiros e quatorze centésimos) toneladas mensais e para o ano 35 (trinta e cinco) em 868,48 (oitocentos e sessenta e oito inteiros e quarenta e oito centésimos) toneladas mensais, sendo que o serviço será medido por rota realizada. O percurso mensal estimado para cada caminhão será de 2.780,50 (dois mil setecentos e oitenta inteiros e cinquenta centésimos) km.

$$q = \frac{P \times i}{1000} \times pr \quad (\text{Equação 111})$$

$$Q = q \times 30 \text{ dias} \quad (\text{Equação 112})$$

Na qual:

P = População (hab)

Q = Valor mensal de Resíduos Sólidos Recicláveis (Kg)

i = Índice constante de produção de resíduo por habitante por dia (kg/hab/dia)

pr = Percentual estimado de resíduos recicláveis em relação ao RSU coletado

Para determinação do número de veículos para coleta foi determinado a realização em 2 (dois) turnos, sendo considerada a quantidade de 70% para o período diurno e 30% para o período noturno.

A velocidade média de coleta do resíduo domiciliar adotada foi de 7,5 (sete inteiros e cinco décimos) km/h, já a velocidade média até o local de descarga de 50 (cinquenta) km/h. Para realização da pesagem e descarga de resíduos foi considerado um tempo de 20 (vinte) minutos. A jornada de trabalho será de 8 (oito) horas. O caminhão utilizado possui uma capacidade de 10 (dez) m³ e uma capacidade real de 2,1 (dois inteiros e um décimo) toneladas, com um índice de compactação 1 (um). O peso aparente do resíduo é de 223 (duzentos e vinte três) kg/m³.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A quilometragem de vias atendidas pela coleta de recicláveis por dia é de 160 (cento e sessenta) km, sendo que 112 (cento e doze) km serão no período diurno e 48 (quarenta e oito) km no período noturno. A distância média do centro gerador até a unidade de tratamento de recicláveis é de 10 (dez) km e o deslocamento médio diário em rota da garagem até o local de coleta e posteriormente até o local de descarga dos caminhões será de 10 (dez) km.

Com isso, é calculado a quantidade de viagens a serem feitas por cada caminhão por turno, utilizando as fórmulas descritas a seguir.

$$NV = \frac{q \times VC \times J}{(L \times C) + (q \times VC \times TV)} \quad (\text{Equação 113})$$

$$C = \frac{\text{peso aparente lixo } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \times ic \times \text{capacidade real } (\text{m}^3)}{1000} \quad (\text{Equação 114})$$

$$TV = \frac{2 \times D(\text{km})}{Vt\left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)} + T1(\text{h}) \quad (\text{Equação 115})$$

Na qual:

q = quantidade diária de resíduos recicláveis (ton./dia)

VC = velocidade média de coleta (km/h)

J = Jornada trabalhada (h)

L = Expansão de vias atendidas no turno (km/dia)

C = Capacidade de carga do caminhão (t)

TV = Tempo de viagem para descarga (h)

D = Distância média do centro gerador até o local de descarga (km)

Vt = Velocidade de transporte na viagem até o local de descarga (km/h)

T1 = Tempo necessário para pesagem e descarga (h)

ic = Índice de Compactação

A partir da utilização das formas descritas acima é possível determinar qual a frota de veículos necessária para realização do serviço de coleta de resíduos recicláveis com a fórmula



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

apresentada a seguir, sendo a primeira para a frota no período diurno e a segunda para a frota no período noturno.

$$FD = \frac{qd}{NV \times C} \quad (\text{Equação 116})$$

$$FN = \frac{qn}{NV \times C} \quad (\text{Equação 117})$$

No qual:

qd = Quantidade diária de lixo coletado no período diurno (t/dia)

qn = Quantidade diária de lixo coletado no período noturno (t/dia)

NV = Número de viagens por turno

C = Capacidade de carga do caminhão (t)

E considerando-se o número de veículos coletores e os turnos da viagem, dimensiona-se:

$$F_T = FD + FN \quad (\text{Equação 118})$$

Na qual:

F_T = Número total de veículos da frota (veículo/dia).

FD = número de veículos da frota que exercerão a atividade em período diurno (veículo/dia);

FN = número de veículos da frota que exercerão a atividade em período noturno (veículo/dia).

Em razão de os caminhões utilizados no período noturno serem os mesmos do diurno, adota-se o maior valor entre a quantidade de veículos obtida nos turnos diurno e noturno. Considerou-se uma reserva técnica de 10% da frota total.

Cada caminhão coletor deverá ter 1 (um) motorista e 2 (dois) coletores. Para cada turno deve ter 1 (um) supervisor com um veículo que poderá ser compartilhado, calculado a partir das equações abaixo

$$N_{\text{coletor}} = F_T * 3 \quad (\text{Equação 119})$$

$$N_{\text{motorista}} = F_T \quad (\text{Equação 120})$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Na qual:

$N_{coletor}$ = número de coletores (motorista.dia/veículo);

$N_{motorista}$ = número de motorista (motorista.dia/veículo);

F_T = número total de veículos da frota (veículo/dia).

Na coleta de resíduos recicláveis serão realizadas 13 (treze) rotas, divididas em 2 (dois) turnos. Sendo 9 (nove) rotas no período diurno e 4 (quatro) rotas no período noturno. Poderá ser utilizado o mesmo caminhão em 2 (dois) turnos.

5.6.4.1.3. Premissas específicas resíduos orgânicos

Para efeito de composição das equipes, a coleta de resíduos orgânicos foi estimada para o ano 1 em 100,61 (cem inteiros e sessenta e um centésimos) mensais e para o ano 35 em 671,69 (seiscentos e setenta e um inteiros e sessenta e nove centésimos) toneladas mensais, sendo que o serviço será medido por rota realizada. O percurso mensal estimado para cada caminhão será de 2.146,25 (dois mil cento e quarenta seis inteiros e vinte cinco centésimos) km.

$$q = \frac{P \times i}{1000} \times pr \quad (\text{Equação 121})$$

$$Q = q \times 30 \text{ dias} \quad (\text{Equação 122})$$

Na qual:

P = População (hab)

Q = Valor mensal de Resíduos Sólidos Recicláveis (Kg)

i = Índice constante de produção de resíduo por habitante por dia (kg/hab/dia)

pr = Percentual estimado de resíduos recicláveis em relação ao RSU coletado

Para determinação do número de veículos para coleta foi determinado a realização em 2 (dois) turnos, sendo considerada a quantidade de 50% para o período diurno e 50% para o período noturno.

A velocidade média de coleta do resíduo reciclável adotada foi de 10 (dez) km/h e a velocidade de transporte da coleta até o local de descarga de 50 (cinquenta) km/h. Para realização da



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

pesagem e descarga de resíduos foi considerado um tempo de 20 (vinte) minutos. A jornada de trabalho será de 8 (oito) horas. O caminhão utilizado possui uma capacidade de 21 (vinte e um) m³ com um índice de compactação 3 (três). O peso aparente do resíduo é de 1.213 (um mil duzentos e treze) kg/m³.

A quilometragem de vias atendidas pela coleta de orgânicos por dia é de 130 (cento e trinta) km, sendo que 65 (sessenta e cinco) km serão no período diurno e 65 (sessenta e cinco) no período noturno. A distância média do centro gerador até a usina de triagem e reciclagem é de 10 (dez) km e o deslocamento médio diário em rota da garagem até o local de coleta e posteriormente até o local de descarga dos caminhões será de 10 (dez) km.

Com isso, é calculado a quantidade de viagens a serem feitas por cada caminhão por turno, utilizando as fórmulas descritas a seguir.

$$NV = \frac{q \times VC \times J}{(L \times C) + (q \times VC \times TV)} \quad \text{(Equação 123)}$$

$$C = \frac{\text{peso aparente lixo } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \times ic \times \text{capacidade real (m}^3)}{1000} \quad \text{(Equação 124)}$$

$$TV = \frac{2 \times D(\text{km})}{Vt\left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)} + T1(\text{h}) \quad \text{(Equação 125)}$$

Na qual:

q = quantidade diária de resíduos recicláveis (ton./dia)

VC = velocidade média de coleta (km/h)

J = Jornada trabalhada (h)

L = Expansão de vias atendidas no turno (km/dia)

C = Capacidade de carga do caminhão (t)

TV = Tempo de viagem para descarga (h)

D = Distância média do centro gerador até o local de descarga (km)

Vt = Velocidade de transporte na viagem até o local de descarga (km/h)

T1 = Tempo necessário para pesagem e descarga (h)



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

ic = Índice de Compactação

A partir da utilização das formas descritas acima é possível determinar qual a frota de veículos necessária para realização do serviço de coleta de resíduos recicláveis com a fórmula apresentada a seguir, sendo a primeira para a frota no período diurno e a segunda para a frota no período noturno.

$$FD = \frac{qd}{NV \times C} \quad (\text{Equação 126})$$

$$FN = \frac{qn}{NV \times C} \quad (\text{Equação 127})$$

No qual:

qd = Quantidade diária de lixo coletado no período diurno (t/dia)

qn = Quantidade diária de lixo coletado no período noturno (t/dia)

NV = Número de viagens por turno

C = Capacidade de carga do caminhão (t)

E considerando-se o número de veículos coletores e os turnos da viagem, dimensiona-se:

$$F_T = FD + FN \quad (\text{Equação 128})$$

Na qual:

F_T = Número total de veículos da frota (veículo/dia).

FD = número de veículos da frota que exercerão a atividade em período diurno (veículo/dia);

FN = número de veículos da frota que exercerão a atividade em período noturno (veículo/dia).

Em razão de os caminhões utilizados no período noturno serem os mesmos do diurno, adota-se o maior valor entre a quantidade de veículos obtida nos turnos diurno e noturno. Considerou-se uma reserva técnica de 10% da frota total.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Cada caminhão coletor deverá ter 1 (um) motorista e 4 (quatro) coletores. Para cada turno deve ter 1 (um) supervisor com um veículo que poderá ser compartilhado, calculado a partir das equações abaixo

$$N_{\text{coletor}} = F_T * 4 \quad (\text{Equação 129})$$

$$N_{\text{motorista}} = F_T \quad (\text{Equação 130})$$

Na qual:

N_{coletor} = número de coletores (motorista.dia/veículo);

$N_{\text{motorista}}$ = número de motorista (motorista.dia/veículo);

F_T = número total de veículos da frota (veículo/dia).

Na coleta de resíduos orgânicos as rotas serão definidas com um mapeamento das praças, feiras e dos grandes geradores de resíduos, devendo o roteiro atingir a quilometragem definida.

5.6.4.2. Processo de trabalho

Os serviços de coleta e transporte dos resíduos recicláveis e orgânicos deverão ser realizados nas áreas urbanas e distritais de todo município, com fornecimento de veículos e pessoal. Os resíduos recicláveis deverão ser ensacados ou dispostos em contentores em frente às unidades residências e de estabelecimentos comerciais e industriais, respeitando as rotas e setores apresentados pela PODER CONCEDENTE, de maneira a garantir confiabilidade de horários e frequência de atendimento ao cidadão na totalidade do município.

Deverá ser coletado todo material reciclado dispostos no passeio público em frente às residências e estabelecimentos comerciais e industriais, localizados nas lixeiras, baldes e contentores. Os resíduos soltos dispersos que tenham sido depositados nos passeios públicos, nas lixeiras e em contentores causados pela ação de catadores e animais deverão ser limpos e recolhidos pela equipe de coleta. Deverá ser realizada a coleta dos resíduos que tiverem transbordado dos recipientes acondicionados por qualquer motivo ou caíram durante o processo da coleta, com a limpeza imediata do local.

Todo resíduo reciclado coletado deverá ser pesado na balança localizada no galpão de triagem e pátio de compostagem. A coleta deverá ser realizada com utilização de caminhões baú e toda a equipe de coleta deverá utilizar todo e qualquer equipamento de proteção individual e coletiva



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

– EPI e EPC respectivamente – necessários e legalmente previstos para execução do serviço. A equipe de coleta deverá deslocar-se em velocidade reduzida, com a música da coleta de recicláveis ligada, com paradas sempre que necessário para que não ocorra correria e gerem comprometimento da qualidade e segurança do serviço, equipe e terceiros.

Os setores devem ser completamente executados dentro dos horários estabelecidos a cada turno, devendo completar quantas cargas forem necessárias. Nas vias de acesso onde não haverá possibilidade de trafegabilidade do veículo de coleta, os coletores deverão realizar o recolhimento do material de forma apeada.

A coleta de resíduos orgânicos será implementada de forma estratégica em praças, feiras e outros pontos que gerem resíduos orgânicos, classificando-se como pequenos geradores. Este processo de trabalho visa garantir uma gestão eficiente e sustentável desses resíduos, promovendo a reciclagem e a redução do desperdício.

A CONCESSIONÁRIA deverá identificar e cadastrar todos os locais que se encaixam como pequenos geradores de resíduos orgânicos, como mercados, pequenos restaurantes e lanchonetes. A coleta será realizada por uma equipe especializada, equipada com veículos apropriados para o transporte de resíduos orgânicos. Esses veículos serão projetados para evitar vazamentos e odores durante o transporte, garantindo que os resíduos cheguem em boas condições para o pátio de compostagem.

Uma vez coletados, os resíduos orgânicos serão levados a uma instalação de um pátio de compostagem, onde serão processados para a produção de composto orgânico. Este composto poderá ser utilizado em jardins públicos, hortas comunitárias e na agricultura local, fechando o ciclo de reciclagem e contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

Além disso, a CONCESSIONÁRIA deverá incluir campanhas de conscientização e educação ambiental para os pequenos geradores, incentivando a correta separação dos resíduos e explicando os benefícios da compostagem.

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade do Fiscal da Prefeitura, e caso seja identificado a existência de trechos não realizados, será solicitado a realocação da equipe para conclusão das atividades. O PODER CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade dos veículos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O serviço de coleta e transporte de resíduo recicláveis deverá ser medido por rota realizada devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período, com registros de evidência eletrônica documental através de dispositivo móvel integrado a partir de plataforma única, georreferenciada, rastreável e classificável, para a instrução de fiscalização e auditorias. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco*.

A CONCESSIONÁRIA deverá, em 90 (noventa) dias, elaborar Plano de Coleta e entregar o PODER CONCEDENTE com realinhamento das rotas e setores que deverão ser apresentados em mapas, com as demarcações de setores, identificando os bairros, turnos e número de coleta. O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

5.6.4.3. Tecnologias propostas

Para a execução do serviço de Coleta de Resíduos Sólidos Recicláveis deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 67 - Equipamentos

Veículo / Equipamento	Quantidade
Caminhão médio $\frac{3}{4}$, com potência mínima de 170 CV com tacógrafo, equipado com som externo, baú de alumínio de 40 m ³ , abertura de carga traseira, sistema de compartimento de carga e suporte para pá e vassoura, plataforma traseira e corrimão lateral e frontal	4
Veículo Leve	1

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de Coleta de Resíduos Sólidos Orgânicos deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 68 - Equipamentos

Veículo / Equipamento	Quantidade
Caminhão Compactador	2

Fonte: IPGC, 2025.

O caminhão baú será utilizado para a coleta de resíduos recicláveis e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O caminhão compactador será utilizado para a coleta de resíduos orgânicos e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O veículo leve será utilizado para fiscalização do serviço e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

5.6.4.4. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos uniformes e EPIs mensais por unidade, foi utilizada a Tabela 69 a seguir:

Tabela 69 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Vassoura	1,5
Pá quadrada	2
Sacos de Lixo (100 unidades)	1
Protetor Solar	4
Capacete de segurança	12
Capuz	12
Óculos de Proteção	2
Protetor Facial	2
Protetor Auricular	0,67
Jaleco com faixa reflexiva	12
Calça com faixa reflexiva	2
Luva de proteção	2
Sapato de Segurança	3
Talabarte	120
Trava-quedas	60
Capa de Chuva	4
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixas reflexivas)	2

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de coleta e transporte de resíduos recicláveis, deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs descritos a seguir:

Tabela 70 – Insumos, EPIs e suas quantidades

Descrição	Quantidade
Vassouras	3
Pá Quadrada	3



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Protetor Solar	21
Capacete de Segurança	12
Capuz	12
Óculos de Proteção	12
Protetor Facial	12
Protetor Auricular	12
Jaleco com faixa reflexiva	12
Calça com faixa reflexiva	12
Luva de proteção	12
Sapato de Segurança	21
Talabarte	12
Trava-quedas	12
Capa de Chuva	12
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixas reflexivas)	7

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de coleta e transporte de resíduos orgânicos, deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs descritos a seguir:

Tabela 71 – Insumos, EPIs e suas quantidades

Descrição	Quantidade
Vassouras	1
Pá Quadrada	1
Protetor Solar	12
Capacete de Segurança	10
Capuz	10
Óculos de Proteção	10
Protetor Facial	10
Protetor Auricular	10
Jaleco com faixa reflexiva	10
Calça com faixa reflexiva	10
Luva de proteção	10
Sapato de Segurança	12
Talabarte	10
Trava-quedas	10
Capa de Chuva	10
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixas reflexivas)	10

Fonte: IPGC, 2025.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 69 de vida útil dos insumos e utensílios e considerou o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

5.6.4.5. Projeção de mão de obra

Para a execução do serviço de Coleta de Resíduos Recicláveis, deverão ser dispostos a seguinte mão de obra:

- Período diurno: será composto por 1 (um) supervisor, 4 (quatro) motoristas com CNH compatível e 7 (sete) coletores;
- Período noturno: será composto por 1 (um) supervisor, 3 (três) motoristas com CNH compatível e 5 (cinco) coletores;
- A reserva técnica já está contemplada no descritivo acima.

Para a execução do serviço de Coleta de Resíduos Orgânicos, deverão ser dispostos a seguinte mão de obra:

- Período diurno: será composto por 1 (um) supervisor (compartilhados do serviço de coleta seletiva), 1 (um) motorista com CNH compatível e 5 (cinco) coletores;
- Período noturno: será composto por 1 (um) supervisor (compartilhados do serviço de coleta seletiva), 1 (um) motorista com CNH compatível e 5 (cinco) coletores;
- A reserva técnica já está contemplada no descritivo acima. Os motoristas reservas já estão dispostos na coleta seletiva.

Dias e frequência da coleta de recicláveis e orgânicos:

- De segunda a feira a sábado, inclusive os feriados, com exceção dos dias 1 de janeiro, 1 de maio e 25 de dezembro.

Os horários da coleta de Resíduos Sólidos Recicláveis e Orgânicos serão:

- Período diurno: de segunda-feira a sábado, das 07h:00min às 16h:00min, com intervalo de 01h:00min.
- Período noturno: de segunda-feira a sábado, das 19h:00min às 03h:15min, com intervalo de 01h:00min.

Descreve-se o resumo do fornecimento a seguir:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 72 - Resumo de fornecimento da coleta de recicláveis

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Supervisor	1	Diurno
Motorista, com CNH compatível	4	Diurno
Coletor	7	Diurno
Supervisor	1	Noturno
Motorista, com CNH compatível	3	Noturno
Coletor	5	Noturno
Composição da equipe	21	Diurno/Noturno

Fonte: IPGC, 2025.

Tabela 73 - Resumo de fornecimento da coleta de orgânicos

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Motorista, com CNH compatível	1	Diurno
Coletor	5	Diurno
Motorista, com CNH compatível	1	Noturno
Coletor	5	Noturno
Composição da equipe	12	Diurno/Noturno

Fonte: IPGC, 2025.

5.7. RESÍDUOS VOLUMOSOS E DE CONSTRUÇÃO CIVIL

5.7.1. Características dos Resíduos Volumosos

Os Resíduos Volumosos são aqueles resultantes de processos não industriais, constituídos basicamente por material volumoso não removido pela coleta pública municipal rotineira, sendo peças de grandes dimensões.

Os Resíduos Volumosos são gerados pelos descartes dos habitantes, como móveis e utensílios domésticos inservíveis, e pelas atividades comerciais e atividades públicas, como com grandes embalagens, peças de madeira, serviços de manutenção de áreas verdes, entre outros.

Para o acondicionamento adequado é importante que os equipamentos de acondicionamento tenham dispositivos para facilitar o deslocamento. Para os resíduos volumosos existem as seguintes formas de acondicionamento:

- Caçambas fechadas;
- Caçambas maiores.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.7.2. Características dos Resíduos da Construção Civil

Os Resíduos da Construção Civil são aqueles resultantes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos conforme resolução do CONAMA 307/2002.

Os Resíduos da Construção Civil são gerados pelos habitantes, empresas e repartições públicas através das atividades ou empreendimentos que gerem resíduos tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, entulhos de obras, entre outros.

Para o acondicionamento adequado, é importante que os equipamentos de acondicionamento tenham dispositivos para facilitar o deslocamento. Para os resíduos da construção civil, é importante fazer sua separação e, para sua coleta, existem as seguintes formas de acondicionamento:

- Caçambas fechadas;
- Caçambas maiores.

5.7.3. Concepção dos serviços de manejo dos Resíduos Volumosos

O objetivo deste capítulo do Estudo de Viabilidade Operacional e de Engenharia é a apresentação do serviço de coleta e transporte de Resíduos Sólidos Volumosos e de Construção Civil (pequenos quantitativos), sendo que os volumosos consistem no recolhimento de sofás, móveis, colchões, espumas, galhadas, folhas de palmeiras/coqueiros, eletroeletrônico, eletrodomésticos e pneus dispostos nas vias e logradouros públicos, em lixeiras rurais em todo o município e zonas distritais. Já os Resíduos da Construção Civil consistem no recolhimento de tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, entulhos de obras, entre outros dispostos nas vias e logradouros públicos, em todo o município e zonas distritais limitados a 1 (um) m³.

Este serviço será um grande agente no combate do descarte irregular desta categoria de resíduo no município de Aracruz, além da diminuição da poluição do solo e da água, erosão do solo, degradação da biodiversidade, poluição do ar, riscos à saúde, desvalorização de propriedades e conflitos sociais.



5.7.4. Prognóstico

5.7.4.1. Premissas

Para a estruturação do projeto, foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de Coleta e Transporte de Resíduos Volumosos obtidas a partir de análise de dados referente ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

5.7.4.1.1. Premissas gerais

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção dos equipamentos, foi considerada um coeficiente de proporcionalidade para manutenção de 90% para caminhão caçamba, 100% para pá carregadeira e 60% para veículo leve, do valor mensal do total do equipamento. O valor da taxa está relacionado ao tipo de equipamento, visto que, alguns equipamentos demandam maior custo de manutenção. Calcula-se o custo com manutenção conforme equação abaixo.

$$C_{M,veículo} = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 131})$$

Na qual:

$C_{M, veículo}$ = Custo com manutenção do veículo (R\$/mês);

$V_{n, veículo}$ = Valor do veículo novo (R\$);

k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u, veículo}$ = Vida útil do veículo (anos).

Para a realização do serviço, deverão ser considerados veículos leves e caminhões semipesados para transporte de pessoal. O consumo mensal de combustível deve levar em consideração o tamanho do percurso, o rendimento do veículo e o preço atual do combustível. O cálculo do custo com o combustível se dá pela equação a seguir.

$$Comb_{veículo} = Q_{km,veículo} * R_{veículo} * p_{comb} * n_{veículo} \quad (\text{Equação 132})$$

Na qual:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível por mês do veículo (R\$/mês);

$Q_{km, veículo}$ = quantidade de quilômetros rodados pelo veículo por dia (km/dia);

$R_{veículo}$ = rendimento do veículo ou consumo de combustível por quilômetro rodado (L/km);

p_{comb} = preço do combustível (R\$/L);

$n_{veículo}$ = número de dias em que se usou a veículo em um mês (dia).

O gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser considerado como sendo 10 % do valor dispendido com combustível conforme equação abaixo.

$$Cons_{F.O.L,veículo} = 0,1 * Comb_{veículo} \quad (\text{Equação 133})$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L,veículo}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para o veículo (R\$/mês);

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível pelo veículo por mês (R\$/mês).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos.

$$C_{S,I,veículo} = \frac{[(V_{u,veículo} + 1) * V_{n,veículo}] * (S + I)}{2 * V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 134})$$

Na qual:

$C_{S,I, veículo}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u, veículo}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n, veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.

5.7.4.1.2. Premissas específicas

Para efeito de composição das equipes, a coleta de resíduos sólidos volumosos e de construção civil foi estimada no ano 1 em 4.205,55 (quatro mil duzentos e cinco inteiros e cinquenta e cinco centésimos) toneladas mensais, sendo que o serviço será medido por rota realizada. O percurso mensal estimado por caminhão será de 1.548,67 (um mil quinhentos e quarenta oito inteiros e sessenta e sete centésimos) km. O índice de geração per capita 1,38 (um inteiro e trinta e oito centésimos) kg/hab.dia. Para determinação do número de veículos para coleta foi determinado a realização em 1 (um) turno. Segue abaixo as expressões utilizadas para o cálculo da geração de resíduos volumosos.

$$q = \frac{P \times i}{1000} \quad (\text{Equação 135})$$

$$Q = q \times 30 \text{ dias} \quad (\text{Equação 136})$$

Na qual:

P = População (hab)

Q = Valor mensal de Resíduos Sólidos Urbanos (Kg)

i = índice constante de produção de resíduo por habitante por dia (kg/hab/dia)

A velocidade média de coleta do resíduo volumosos e de construção civil (pequenos geradores) adotada foi de 10 (dez) km/h, velocidade de transporte da coleta até o local de descarga de 50 (cinquenta) km/h. Para realização da pesagem e descarga de resíduos foi considerado um tempo de 20 (vinte) minutos. A jornada de trabalho será de 8 (oito) horas. O caminhão utilizado possui uma capacidade de 12 (doze) m³, com um índice de compactação 1(um). O peso aparente do resíduo é de 1.300 (mil e trezentos) kg/m³.

A quilometragem de vias atendidas pela coleta de resíduos volumosos por dia é de 74 (setenta e quatro) km. A distância média do centro gerador até a descarga é de 10 (dez) km e o deslocamento médio diário em rota da garagem até o local de coleta e posteriormente até o local de descarga dos caminhões será de 10 (dez) km.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Com isso, é calculado a quantidade de viagens a serem feitas por cada caminhão por turno, utilizando as fórmulas descritas a seguir.

$$NV = \frac{q \times VC \times J}{(L \times C) + (q \times VC \times TV)} \quad (\text{Equação 137})$$

$$C = \frac{\text{peso aparente lixo } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \times ic \times \text{capacidade real } (\text{m}^3)}{1000} \quad (\text{Equação 138})$$

$$TV = \frac{2 \times D(\text{km})}{Vt\left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)} + T1(\text{h}) \quad (\text{Equação 139})$$

Na qual:

q = quantidade diária de Resíduos Volumosos (ton/dia)

VC = velocidade média de coleta (km/h)

J = Jornada trabalhada (h)

L = Expansão de vias atendidas no turno (km/dia)

C = Capacidade de carga do caminhão (t)

TV = Tempo de viagem para descarga (h)

D = Distância média do centro gerador até o local de descarga (km)

Vt = Velocidade de transporte na viagem até o local de descarga (km/h)

T1 = Tempo necessário para pesagem e descarga (h)

ic = Índice de compactação

A partir da utilização das formas descritas acima é possível determinar qual a frota de veículos e máquinas necessárias para realização do serviço de coleta de resíduos volumosos com as fórmulas apresentadas a seguir:

$$F = \frac{q}{NV \times C} \quad (\text{Equação 140})$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$$P = \frac{F}{2}$$

(Equação 141)

No qual:

F = Frota de veículos;

q = Quantidade diária de resíduo volumoso coletado (t/dia)

NV = Número de viagens por turno

C = Capacidade de carga do caminhão (t)

P = Número de pá carregadeira

Na coleta de resíduos volumosos serão realizadas 12 (doze) rotas em 1 (um) turno. Cada caminhão coletor deverá ter 1 (um) motorista e 2 (dois) coletores e deverá ter 1 (um) pá carregadeira a cada 2 (dois) caminhões, com 1 (um) operador de máquina. As equipes terão 1(um) supervisor com 1 (um) veículo leve para fiscalização das atividades. As equipes foram calculadas a partir das equações abaixo:

$$N_{\text{coletor}} = F_T * 2 \quad (\text{Equação 142})$$

$$N_{\text{motorista}} = F_T \quad (\text{Equação 143})$$

$$N_{\text{operador}} = P \quad (\text{Equação 144})$$

Na qual:

N_{coletor} = Número de coletores (motorista.dia/veículo);

$N_{\text{motorista}}$ = Número de motorista (motorista.dia/veículo);

N_{operador} = Número de operador de máquina (motorista.dia/veículo);

P = Pá carregadeira;

F_T = Número total de veículos da frota (veículo/dia).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.7.4.2. Processo de trabalho

O serviço de coleta e transporte resíduos volumosos e de construção civil (pequenos geradores) deverá ser realizado diariamente conforme cronograma e setorização de cada região definidos em conjunto com o PODER CONCEDENTE que contemplará obrigatoriamente todos os bairros e distritos do Município de Aracruz. As equipes de coleta de resíduos volumosos e de construção civil (pequenos geradores) deverão mensalmente efetuar os serviços em todos os bairros urbanos e distritais a cada 15 (quinze) dias em cada local.

Os resíduos volumosos e de construção civil (pequenos geradores) coletados deverão ser encaminhados para pátio de triagem, que deverá possuir barracão coberto e fechado, onde os resíduos volumosos coletados deverão ser triados e separados de acordo com suas características físicas compatíveis.

Os materiais devem ser desmontados e separados para tratamento e destinação final adequada. Deverá ser priorizada a separação e reciclagem dos materiais rejeitados, sendo estes encaminhados para as cooperativas de reciclagem ou para processamento em unidades de compostagem ou reaproveitamento. Os rejeitos que não puderem ser mais aproveitados deverão ser aterrados.

Os resíduos de construção civil (pequenos geradores) deverão ser encaminhados para o tratamento na usina de reciclagem de resíduos. Nos primeiros 6 (seis) meses deverá ser encaminhado para a destinação atual.

O serviço de coleta e transporte de resíduos volumosos e de construção civil deverá ser medido por rota realizada devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período, com registros de evidência eletrônica documental através de dispositivo móvel integrado a partir de plataforma única, georreferenciada, rastreável e classificável, para a instrução de fiscalização e auditorias. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco*.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS, no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

A CONCESSIONÁRIA poderá propor um novo Plano de Coleta nas operações logística, sugerindo alterações no cronograma e adequações para melhoria e otimização dos serviços.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.7.4.3. Tecnologias propostas

Para a execução do serviço de Coleta de Resíduos Sólidos Volumosos deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 74 - Equipamentos

Veículo / Equipamento	Quantidade
Caminhão Basculante	3
Pá Carregadeira	2
Veículo Leve	1

Fonte: IPGC, 2025.

O caminhão caçamba será utilizado para a coleta de resíduos volumosos e de construção civil (entulhos) e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

O veículo leve será utilizado para fiscalização do serviço e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

A pá carregadeira será utilizada para coletar os resíduos e dispor no caminhão basculante e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

5.7.4.4. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais por unidade, foi utilizada a Tabela 75 a seguir:

Tabela 75 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Vassoura	1,5
Pá quadrada	2
Sacos de Lixo (100 unidades)	1
Protetor Solar	4
Capacete de segurança	12
Capuz	12
Óculos de Proteção	2
Protetor Facial	2
Protetor Auricular	0,67
Jaleco com faixa reflexiva	12
Calça com faixa reflexiva	2
Luva de proteção	2
Sapato de Segurança	3



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Talabarte	120
Trava-quedas	60
Capa de Chuva	4
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixas reflexivas)	2

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de coleta e transporte de Resíduos Volumosos, deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs a seguir:

Tabela 76 – Insumos, EPIs e suas quantidades

Descrição	Quantidade
Vassouras	3
Pá Quadrada	3
Capacete de Segurança	7
Protetor Solar	13
Capuz	7
Óculos de Proteção	7
Protetor Facial	7
Protetor Auricular	7
Jaleco com faixa reflexiva	7
Calça com faixa reflexiva	7
Luva de proteção	7
Sapato de Segurança	13
Talabarte	7
Trava-quedas	7
Capa de Chuva	7
Uniforme completo (calça grossa, camisa de mangas compridas com faixas reflexivas)	3

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 75 de vida útil dos insumos e utensílios e considerou o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

5.7.4.5. Projeção de mão de obra

Para a execução do serviço de coleta e transporte de Resíduos Sólidos Volumosos deverão ser dispostos a seguinte mão de obra:

- Período diurno: será composto por 1 (um) equipe com 1 (um) supervisor, 2 (dois) operadores de máquina, 3 (três) motorista com CNH compatível e 7 (sete) coletores;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

- A reserva técnica já está contemplada no descritivo acima.

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços de coleta de resíduos volumosos.

Os horários dos serviços de coleta de Resíduos Sólidos Volumosos serão:

- Período diurno: de segunda-feira a sábado, das 07h:00min às 16h:00min, com intervalo de 01h:00min.

Descreve-se o resumo do fornecimento a seguir:

Tabela 77 - Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Supervisor	1	Diurno
Operador de máquina	2	Diurno
Motorista, com CNH compatível	3	Diurno
Coletor	7	Diurno
Composição equipe	13	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

5.8. RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

5.8.1. Características dos Resíduos de Serviços de Saúde

Os Resíduos de Serviços de Saúde são aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços relacionados com o atendimento à saúde humana e animal.

Segundo a Resolução da Anvisa nº 306/2004, definem-se como geradores de Resíduos de Serviços de Saúde - RSS quaisquer serviços oferecidos à saúde humana ou animal, inclusive assistência domiciliar, instituições de ensino e pesquisa da área de saúde e, até mesmo, unidades móveis de atendimento. Os resíduos originados da área da saúde são divididos entre cinco grandes grupos:

- Grupo A: resíduos com a possível presença de agentes biológicos (vírus, bactérias, fungos) que podem apresentar risco de infecção. Sendo alguns deles algodão, espátula, gaze, absorventes e cotonetes contaminados com materiais biológicos, entre outros;
- Grupo B: resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde ou ao meio ambiente, dependendo de suas características quanto a inflamabilidade, corrosividade e toxicidade, contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

saúde pública ou ao meio ambiente, como medicamentos vencidos, produtos hormonais, antimicrobianos, reagentes para laboratório, entre outros;

- Grupo C: resíduos contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratório de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia;
- Grupo D: resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente. Suas características são similares às dos resíduos domiciliares. Podem ser subdivididos em recicláveis e não recicláveis, sendo eles restos de comida e papel de uso sanitário, fralda, absorvente higiênicos, entre outros;
- Grupo E: materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como agulhas e lâminas de vidro, contaminados ou não.

5.8.2. Acondicionamento dos Resíduos Sólidos de Saúde

O acondicionamento dos Resíduos de Serviços de Saúde necessita de uma atenção e cuidado especial na gestão de resíduos, de forma que não ocorra contaminação e se evite acidentes com os resíduos. Segundo a NBR 9.191/2000, os resíduos hospitalares devem ser acondicionados em sacos resistentes à ruptura e vazamento e impermeáveis, sendo necessário respeitar o limite de peso de cada saco, além de ser proibido o seu esvaziamento ou reaproveitamento. Dessa forma é recomendada um certo tipo de embalagem para cada grupo de resíduos hospitalares:

- Resíduos infectantes: lixeiras revestidas com sacos brancos;
- Resíduos químicos: galões coletores específicos;
- Resíduos radioativos: caixas blindadas;
- Resíduos comuns: lixeiras revestidas com sacos pretos;
- Resíduos perfurocortantes: recipientes rígidos (preenchidos somente até 2/3 da sua capacidade).

5.8.3. Prognóstico

5.8.3.1. Premissas

Para a estruturação do projeto, foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir, são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de Coleta e Transporte de Resíduos de Serviços de Saúde obtidas a partir de análise de dados referentes ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de benchmarking de projetos relacionados ao objeto de estudo.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.8.3.1.1. Premissas gerais

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção dos veículos, foi adotado um método aproximado que vincula as reservas destinadas à manutenção com o custo de aquisição do equipamento. Já o custo com filtros e lubrificantes foi calculado considerando 10% do valor gasto mensalmente com combustível. Dessa forma, o custo de manutenção dos veículos pode ser determinado pela seguinte expressão.

$$CM = \frac{VN \times K}{VU \times 12} \quad (\text{Equação 145})$$

Na qual:

VN = Valor do veículo novo (R\$)

VU = Vida útil veículo novo (anos)

K = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção

No cálculo de seguros e impostos foi considerado somente o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) e o Seguro Obrigatório necessário para a regularização do veículo, totalizando uma incidência de 2,5% sobre o investimento médio em veículos. O valor é calculado pela seguinte expressão:

$$L = \frac{(VU + 1) \times VN \times 0,025}{2 \times VU \times 12} \quad (\text{Equação 146})$$

Na qual:

VU = Vida útil (anos)

VN = Valor do veículo novo (R\$)

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.

5.8.3.1.2. Premissas específicas

Para efeito de composição das equipes, a coleta de resíduos dos serviços de saúde e coleta de animais mortos foi estimada para o ano 1 em 14,86 (quatorze inteiros e oitenta e seis



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

centésimos) toneladas mensais, com um atendimento de 100% dos estabelecimentos geradores, sendo que o serviço será medido por pontos atendidos. Com isso, ficará definido as rotas para resíduos de serviços de saúde e a rota por demanda para coleta de animais mortos de pequeno porte, buscando uma melhor operação do serviço. A tabela abaixo apresenta a projeção de resíduos de serviços de saúde para os 35 (trinta e cinco) anos da concessão.

Tabela 78 - Projeção de resíduos de serviços de saúde

Ano contrato	Ano	População	RSS (t/ano)	RSS (t/mensal)
1	2026	109.359	178,31	14,86
2	2027	110.914	180,85	15,07
3	2028	112.469	183,38	15,28
4	2029	114.025	185,92	15,49
5	2030	115.580	188,46	15,70
6	2031	117.135	190,99	15,92
7	2032	118.690	193,53	16,13
8	2033	120.246	196,06	16,34
9	2034	121.801	198,60	16,55
10	2035	123.356	201,14	16,76
11	2036	124.912	203,67	16,97
12	2037	126.467	206,21	17,18
13	2038	128.022	208,74	17,40
14	2039	129.578	211,28	17,61
15	2040	131.133	213,82	17,82
16	2041	132.688	216,35	18,03
17	2042	134.243	218,89	18,24
18	2043	135.799	221,42	18,45
19	2044	137.354	223,96	18,66
20	2045	138.909	226,49	18,87
21	2046	140.465	229,03	19,09
22	2047	142.020	231,57	19,30
23	2048	143.575	234,10	19,51
24	2049	145.131	236,64	19,72
25	2050	146.686	239,18	19,93
26	2051	148.241	241,71	20,14
27	2052	149.796	244,25	20,35
28	2053	151.352	246,78	20,57
29	2054	152.907	249,32	20,78
30	2055	154.462	251,85	20,99
31	2056	156.018	254,39	21,20
32	2057	157.573	256,93	21,41
33	2058	159.128	259,46	21,62



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

34	2059	160.684	262,00	21,83
35	2060	162.239	264,53	22,04

Fonte: IPGC, 2025.

Para o cálculo foi necessário determinar o índice de geração per capita de resíduos dos serviços de saúde, sendo que foi verificado no diagnóstico, o índice de geração per capita do município de Aracruz é de 0,005 (cinco milésimos) kg/hab.dia, sendo adotado este valor para projeção de resíduos. Abaixo seguem as expressões para o cálculo do valor mensal de resíduos sólidos urbanos.

$$q = \frac{P \times i}{1000} \quad (\text{Equação 147})$$

$$Q = q \times 30 \text{ dias} \quad (\text{Equação 148})$$

Na qual:

P = População (hab)

i = índice constante de produção de resíduo por habitante por dia (kg/hab/dia)

Para determinação do número de veículos para coleta foi determinado a realização em 1 (um) turno.

A velocidade média de coleta do resíduo de serviço de saúde adotada foi de 40 (quarenta) km/h. A jornada de trabalho será de 7,33 (sete inteiros e trinta e três centésimos) horas. O caminhão utilizado possui uma capacidade de 3 (três) toneladas. O peso aparente do resíduo é de 280 (duzentos e oitenta) kg/m³.

A quilometragem de vias atendidas pela coleta de resíduos de serviço de saúde por dia é de 334 (trezentos e trinta e quatro) km. A distância média do centro gerador até a descarga é de 20 (vinte) km.

Com isso, é calculado a quantidade de viagens a serem feitas por cada caminhão por turno, utilizando as fórmulas descritas a seguir:

$$NV = \frac{qs \times VC \times J}{(L \times C) + (q \times VC \times TV)} \quad (\text{Equação 149})$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Na qual:

qs = quantidade diária de RSS (ton./dia)

VC = velocidade média de coleta (km/h)

J = Jornada trabalhada (h)

L = Expansão de vias atendidas no turno (km/dia)

C = Capacidade de carga do caminhão (t)

TV = Tempo de viagem para descarga (h)

D = Distância média do centro gerador até o local de descarga (km)

T = Tempo necessário para pesagem e descarga (h)

A partir da utilização das formas descritas acima é possível determinar qual a frota de veículos necessária para realização do serviço de coleta de resíduos dos serviços de saúde com a fórmula apresentada a seguir.

$$F_s = \frac{q_s}{NV \times C} \quad (\text{Equação 150})$$

No qual:

qs = Quantidade diária de lixo coletado no período diurno (t/dia)

qn = Quantidade diária de resíduo de serviço de saúde coletado (t/dia)

NV = Número de viagens por turno

C = Capacidade de carga do caminhão (t)

Cada caminhão coletor deverá ter 1 (um) motorista e 1 (um) coletor. Na coleta do resíduo de serviço de saúde serão realizados em todos os pontos mapeados pelo PODER CONCEDENTE, sendo atendidas as unidades públicas e privadas cadastradas no sistema do PODER CONCEDENTE.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Os resíduos coletados serão armazenados em um contêiner refrigerado, dessa forma o resíduo será transportado para tratamento e destinação final de forma semanal, para que se consiga encher o contêiner com toda sua capacidade, otimizando assim os custos com o serviço.

Para a coleta de animais mortos de pequeno porte foi dimensionado a utilização de um veículo, sendo este uma fiorino furgão. Esse serviço será realizado por demanda, sendo que a equipe será informada por outra equipe da CONCESSIONÁRIA ou por demanda de algum cidadão do município. Para a coleta será utilizado 1 (um) motorista e 1 (um) coletor, que serão os mesmos da coleta dos resíduos de serviços de saúde, porém sendo realizado após a finalização do serviço.

5.8.3.2. Processo de trabalho

O serviço de coleta dos resíduos de serviços de saúde consistirá em realizar a coleta de todos os resíduos gerados pelos estabelecimentos cadastrados. Deverá ser feita também a coleta dos resíduos que tiverem transbordados dos recipientes acondicionados por qualquer motivo, ou caíram durante o processo da coleta, além de realizar a limpeza e desinfecção do local.

A CONCESSIONÁRIA deveria fazer um planejamento detalhado das rotas de coleta, fazendo um mapeamento com a localização de todos os geradores de resíduos de serviços de saúde, com a frequência de coleta em cada ponto.

Os resíduos deverão estar segregados nos locais geradores, fazendo a separação do resíduo de acordo com a sua classificação (grupo A, B, C, D ou E), seguindo as diretrizes da RDC 306/2004 da Anvisa. Cada tipo de resíduo deverá ser acondicionado no recipiente específico, sendo devidamente identificado com etiqueta, informando a sua categoria e os riscos.

A equipe responsável pela coleta deverá seguir o cronograma estabelecido, passando em todas as unidades geradoras de resíduos. Deverá ser executada de acordo com as normas técnicas e leis vigentes. Após a realização da coleta dos resíduos de serviços de saúde nos pontos listados, a mesma equipe deverá utilizar o veículo de coleta de animais mortos de pequeno porte para recolhimento do que foi demandado durante o dia.

Após o retorno do veículo, esse deverá ser encaminhado para a lavagem, para que ocorra a devida higienização e desinfecção do veículo, devendo ser realizado em uma área separada da área de lavagem de outros veículos e sendo utilizado produtos de limpeza específicos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Para realização da coleta, toda a equipe deverá utilizar todo e qualquer equipamento de proteção individual e coletiva (EPI e EPC), respectivamente necessários e legalmente previstos para execução do serviço. Toda a frota deverá possuir sistema de rastreamento remoto e controle de monitoramento logístico das equipes de coleta que deverá permitir a emissão de relatórios diários, com imagens georreferenciadas, com data e hora dos serviços e identificação da equipe de coleta com uniformes e EPIs diariamente.

Após a coleta, os resíduos serão transportados para o tratamento em uma empresa privada a 20 (vinte) km para o município de Aracruz.

Todo o processo operacional de coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos dos serviços de saúde deverá ser acompanhado e monitorado por profissionais qualificados, garantindo assim o cumprimento das normas técnicas e a eficácia das medidas adotadas. Deverão ser feitas avaliações para possíveis melhorias no processo.

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade do Fiscal da Prefeitura, e caso seja identificado a existência de trechos não realizados, será solicitado a realocação da equipe para conclusão das atividades. A CONCESSIONÁRIA poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade dos veículos.

O serviço de coleta e transporte de resíduos será medido por ponto atendido, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento in loco das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

5.8.3.3. Tecnologias propostas

Para a execução do serviço de coleta de resíduos de serviços de saúde e de animais mortos de pequeno porte deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 79 – Veículos e equipamentos

Veículo / Equipamento	Quantidade
Caminhão Baú (Capacidade de 3 toneladas)	1



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Fiorino Furgão (Capacidade de 0,5 toneladas)

1

Fonte: IPGC, 2025

O caminhão baú será utilizado para a coleta dos resíduos e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

A fiorino furgão deverá ser utilizada para coleta de animais mortos de pequeno porte e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

5.8.3.4. Insumos utilizados

Para determinar a quantidade mensal de utensílios, insumos, uniformes e EPIs por unidade, foi utilizada a seguir:

Tabela 80 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Conjunto calça e camisa	2
Gorro	2
Bota PVC	2
Óculos	4
Avental de PVC	2
Luva de PVC	2
Máscara semifacial	0,03

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de coleta e transporte de resíduos de serviços de saúde, deverão ser dispostos os seguintes insumos, utensílios e EPIs:

Tabela 81 – Insumos, EPIs e suas quantidades

Uniformes	Quantidades
Camisa branca manga longa	2
Calça grossa	2
Gorro	2
EPIs	
Avental de PVC	2
Luvras de PVC	2
Óculos	2
Botas de PVC	2
Máscara semifacial	2

Fonte: IPGC, 2025.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 63, que indica a vida útil dos insumos e utensílios, e considerou o período de concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

5.8.3.5. Projeção de mão de obra

Para dimensionar a mão de obra, foi estabelecido o número de motoristas conforme a quantidade de rotas requeridas, com a condição de que cada veículo deva ser acompanhado por 1 (um) coletor. Foi dimensionado motorista para a rota de coleta e para a rota de destinação.

Dimensionamento de pessoal:

- Período diurno: 1 (um) motorista de coleta com CNH compatível e 1 (um) coletor;
- A reserva técnica está contemplada nos outros serviços de coleta.

Dias e frequência da coleta domiciliar:

- De segunda feira a sábado, conforme rotas e turnos contabilizados em 25 (vinte e cinco) dias mensais.

Os horários dos serviços de coleta domiciliar serão:

- Período diurno: de segunda-feira a sábado, das 07h:00min às 16h:00min, com intervalo de 01h:00min.

Tabela 82 - Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Motorista de Coleta	1	Diurno
Coletor	1	Diurno
Quantitativo de equipes	2	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

5.9. UNIDADE DE TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS

5.9.1. Concepção da unidade de tratamento e destinação de resíduos

O tratamento de resíduos consiste em um conjunto de mecanismos, operações e uso de tecnologias apropriadas, que se aplicam para resíduos sólidos, contemplando desde a sua produção até o destino final, de forma que reduza o impacto sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana. Os tratamentos podem ser divididos em três grupos, sendo eles:



- Tratamento Mecânico;
- Tratamento Bioquímico;
- Tratamento Térmico.

O **tratamento mecânico** é aquele baseado em processos físicos, com função de separar ou alterar a dimensão física dos resíduos. As formas de tratamento são de acordo com a sua finalidade, sendo, por exemplo, por:

- Redução da dimensão das partículas;
- Aumento da dimensão das partículas;
- Separação da fração física;
- Separação pelo tipo de substância;
- Mudanças dos estados físicos;
- Separação de fases físicas;
- Mistura de substâncias por extrusão ou compactação.

O **tratamento bioquímico** é aquele que acontece pela ação de certos grupos de seres vivos, que, ao se alimentarem dos resíduos, fazem a quebra das moléculas grandes e as transformando em uma mistura de substâncias e moléculas menores. Dependendo da tecnologia e metodologia utilizada, o processo pode ser só biológico ou somente químico – neste não há o envolvimento de seres vivos. Os processos que são mais conhecidos são a biodigestão e a compostagem.

O **tratamento térmico** é aquele em que os resíduos recebem uma grande quantidade de energia em forma de calor a uma temperatura mínima que varia de acordo com a tecnologia utilizada e durante uma certa quantidade de tempo, gerando como resultado a alteração nas suas características. Existem 5 tipos principais de processos de tratamento térmico, que variam dependendo da temperatura da operação e do meio onde ocorre o processo, sendo eles:

- Secagem;
- Autoclavagem;
- Pirólise;
- Gaseificação;
- Incineração;
- Plasma.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Após o processo de tratamento dos resíduos, deve-se dar uma destinação para seus rejeitos. Segundo a PNRS, a destinação de resíduos consiste na reutilização, compostagem, reciclagem, recuperação, aproveitamento energético e outras destinações que são admitidas pelos órgãos competentes, desde que respeitadas as normas operacionais específicas que evitam danos ou riscos à saúde e à segurança pública, fazendo, assim, que se minimize os impactos ambientais.

Ainda segundo a PNRS, a disposição final consiste em distribuir de forma ordenada os rejeitos em aterros, desde que respeitadas as normas operacionais específicas que evitem danos ou riscos à saúde e à segurança pública e minimizando os impactos ambientais. Entende-se como rejeitos aqueles resíduos sólidos que depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação, não apresentem outra possibilidade além da disposição final.

5.9.2. Características das tecnologias de destinação e tratamento de resíduos

5.9.2.1. Usina de triagem

Usinas de Triagem e Compostagem - UTCs são locais onde os materiais recicláveis existentes em meio aos resíduos sólidos urbanos são separados manualmente ou com o auxílio de equipamentos mecânicos. Apesar desses lugares serem conhecidos como Usinas de Reciclagem, não é realizado qualquer processo de reciclagem, e sim de separação e destinação de materiais recicláveis. Estas usinas podem estar agregadas a usinas de compostagem, onde a parte orgânica dos resíduos sólidos urbanos é processada.

Dentre os benefícios ambientais da implantação de usinas de triagem podemos destacar a inexistência de chaminés ou poluição visual e ambiental visto que não há incineração, e a não geração de chorume, cinzas ou outro material poluente.

5.9.2.2. Unidade de reciclagem - Materiais de comercialização

De acordo com o IBGE no relatório de IDS 2008, cerca de 91 % do alumínio processado em indústrias vem da reciclagem. No Brasil, os altos índices de reciclagem estão associados ao valor das matérias primas na indústria, à pobreza e ao desemprego.

A partir do potencial de utilização e o custo do material, os recicladores entram em ação, comprando os resíduos recicláveis e os processando, gerando uma nova matéria prima.

Atualmente, cerca de 40 % do resíduo que chega às cooperativas não é aproveitado e um dos motivos é o material não ter comprador pelo custo de reciclabilidade.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.9.2.3. Unidade de reciclagem - Compostagem

A compostagem industrial é um processo biológico que degrada a matéria orgânica de resíduos orgânicos, que podem ser de origem vegetal ou animal, dando um fim útil e de qualidade aos restos. O produto final é de grande qualidade e é indicado para ser usado como adubo em solos agrícolas, jardins e pequenas hortas. Esse tipo de cultura também contribui no controle da erosão e aumenta a capacidade de retenção de água no solo, além de ajudar a diminuir o uso de fertilizantes. Nesse processo não há a formação de gás metano, nocivo ao meio ambiente.

5.9.2.4. Célula de indiferenciados - Aterramento

5.9.2.4.1. Aterro Sanitário

De acordo com a NBR 8.419/1982, se dá o nome de aterro sanitário a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, sendo que este método 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.

Os aterros são construídos com o intuito de evitar a contaminação do solo, do ar e da água. Assim, os subprodutos dos materiais ali dispostos, como chorume e gases tóxicos, são retidos e não entram em contato direto com a natureza.

5.9.2.4.2. Aterro Industrial

Um aterro industrial é aquele local para a destinação final dos resíduos produzidos por indústrias. Esses aterros necessitam de impermeabilização nas trincheiras, tratamento de afluentes e dos gases liberados pelos materiais descartados, sistema de drenagem das águas pluviais e barracões para reciclagem, armazenamento e manutenção. Os aterros industriais podem ser classificados em classes de acordo com a periculosidade, sendo classes I, II ou III.

5.9.2.5. Usina Térmica

5.9.2.5.1. Secagem

O tratamento por secagem consiste em fazer a retirada da umidade dos resíduos através do uso de correntes de ar, ocorrendo na presença de ar atmosférico e temperatura ambiente.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.9.2.5.2. Incineração

A incineração é um processo que consiste na oxidação a altas temperaturas, que tem como resultado a transformação de materiais com redução de volume de resíduos, destruição de matéria orgânica, como os organismos patogênicos, resultando nas cinzas do processo. As temperaturas variam entre 900 °C até 1.250 °C, sendo o tempo de incineração controlado. A incineração reúne cinco etapas:

- Preparação do resíduo;
- Combustão em altas temperaturas;
- Controle de poluentes que possam ir para a atmosfera;
- Controle de efluentes;
- Manuseio e encaminhamento das cinzas.

5.9.2.5.3. Autoclavagem

A autoclavagem, por sua vez, consiste na aplicação de vapor de água sob pressão com temperaturas entre 100 °C e 150 °C em um tempo de exposição suficiente para inativar microrganismos presentes nos resíduos, com a finalidade de esterilização.

5.9.2.5.4. Pirólise

O tratamento por pirólise consiste em uma decomposição ou dissolução através de altas temperaturas. Isso proporciona o rompimento da estrutura molecular original do composto pela ação do calor em um ambiente que possui pouco ou nenhum oxigênio. O processo de pirólise para os resíduos é autossustentável, pois produz mais energia do que consome. A pirólise se divide em três etapas, sendo elas:

- Zona de secagem: etapa em que é alterada as propriedades moleculares da matéria através de altas temperaturas;
- Zona de pirólise: etapa onde ocorre a passagem do estado líquido ou sólido para o estado de gás ou vapor através de reações químicas como fusão, volatilização e oxidação;
- Zona de resfriamento: etapa em que é recolhido as cinzas residuais e também os subprodutos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.9.2.5.5. Gaseificação

O tratamento por gaseificação consiste em um processo que transforma resíduos à base de carbono, através de uma pequena quantidade de ar ou oxigênio, em um gás de síntese combustível com alto valor energético que poderá ser utilizado para geração de energia.

5.9.2.5.6. Plasma

O tratamento através da tecnologia de plasma consiste em aplicar tanta energia para os resíduos em um sistema fechado e isolado, que toda a matéria se transforma em plasma. Como os resíduos são heterogêneos, ou seja, composto por vários materiais, teremos então um plasma formado por gás ionizado com vários tipos de elementos químicos.

5.9.3. Tratamento e destinação de Resíduos Sólidos Urbanos

5.9.3.1. Concepção dos serviços de tratamento e destinação de resíduos domiciliares, comerciais ou de limpeza urbana (RDO e RPU)

O objeto deste termo de referência é a apresentação da realização da destinação dos resíduos sólidos urbanos originados de atividades residenciais e de estabelecimentos comerciais e industriais que se enquadram como pequenos geradores de resíduos, com características domiciliares. A disposição final ambientalmente adequada em Aracruz é o aterramento.

5.9.3.2. Prognóstico

5.9.3.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto, foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir, são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de tratamento e destinação de resíduos sólidos obtidas a partir de análise de dados referentes ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de *benchmarking* de projetos relacionados ao objeto de estudo.

5.9.3.2.1.1. Premissas destinação dos resíduos sólidos urbanos domiciliares, pequenos comércios e de limpeza urbana (varrição)

Para estimar a quantidade de RSU gerado que será destinado para o aterro sanitário privado foi necessário primeiramente fazer a projeção populacional para os anos da concessão calculando o crescimento populacional do Município de Aracruz. A quantidade de resíduos sólidos



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

destinada foi calculada seguindo a tendência populacional de Aracruz, juntamente com a quantidade de resíduos destinados ao longo do tempo. A projeção foi detalhada no tópico 5.4.

A quantidade de resíduos sólidos domiciliares foi calculada a partir da projeção populacional baseada no método geométrico. Levando em consideração o valor médio de produção de resíduos de 28.527 (vinte e oito mil quinhentos e vinte sete) toneladas no ano de 2024 e a projeção populacional calculada de 106.248 (cento e seis mil duzentos e quarenta e oito) habitantes, converte-se a tonelada por ano para tonelada por habitante por ano, representada na equação a seguir:

$$RDO = \text{tonelada} / \text{hab} * \text{ano}$$

$$RSU_{\text{per cap.}} = \frac{m_{RSU}}{P(t)} \quad (\text{Eq. 151})$$

Na qual:

$RSU_{\text{per cap.}}$ = quantidade de resíduos domiciliares, comerciais e de limpeza urbana por habitante por ano (ton/hab.ano);

m_{RSU} = massa média de resíduos domiciliares, comerciais e de limpeza urbana produzida no ano de referência (ton.);

$P(t)$ = população do Município no ano de referência (hab.ano).

Com essa premissa de tonelada por habitante a cada ano, é possível calcular a projeção de resíduos sólidos destinados para a unidade de transbordo em todos os 35 (trinta e cinco) anos da concessão representado na tabela abaixo.

Tabela 83 - Projeção de resíduos sólidos para encaminhar ao aterro sanitário privado

COLETA RSU				
Ano		Atendimento Coleta Convencional (%)	Coleta Convencional (Ton/ano)	Coleta Convencional + Rejeitos UTR (Ton/dia)
1	2026	100	25.813,00	26.749,65
2	2027	100	25.483,35	26.397,69
3	2028	100	25.134,16	26.001,12
4	2029	100	24.840,28	25.787,90
5	2030	100	24.528,68	25.549,55



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

6	2031	100	24.199,58	25.285,91
7	2032	100	23.852,97	24.996,61
8	2033	100	23.489,07	24.681,49
9	2034	100	23.107,46	24.339,75
10	2035	100	22.708,35	23.971,24
11	2036	100	22.291,92	23.575,75
12	2037	100	21.949,57	23.303,54
13	2038	100	21.591,98	23.017,43
14	2039	100	21.219,31	22.717,57
15	2040	100	20.831,23	22.403,63
16	2041	100	20.510,02	22.214,71
17	2042	100	20.750,38	22.475,05
18	2043	100	20.990,90	22.735,55
19	2044	100	21.231,26	22.995,89
20	2045	100	21.471,62	23.256,23
21	2046	100	21.712,14	23.516,74
22	2047	100	21.952,50	23.777,08
23	2048	100	22.192,86	24.037,42
24	2049	100	22.433,37	24.297,92
25	2050	100	22.673,74	24.558,26
26	2051	100	22.914,10	24.818,60
27	2052	100	23.154,46	25.078,94
28	2053	100	23.394,97	25.339,45
29	2054	100	23.635,34	25.599,79
30	2055	100	23.875,70	25.860,13
31	2056	100	24.116,21	26.120,63
32	2057	100	24.356,58	26.380,97
33	2058	100	24.596,94	26.641,31
34	2059	100	24.837,45	26.901,82
35	2060	100	25.077,81	27.162,16

Fonte: IPGC, 2025.

Com isso, para o primeiro ano de concessão foi verificado que a quantidade de rejeitos estimados que será encaminhado para o aterro sanitário privado será de 26.749,65 (vinte e seis mil setecentos e quarenta e nove inteiros e sessenta e cinco centésimos) toneladas/ano, com esse valor variando durante os anos devido a implementação da coleta seletiva. Para definição da distância a ser percorrida até destinação final foi analisado o atual local de destinação final dos resíduos, que ocorre no Aterro Privado próximo ao município. A distância foi multiplicada por 2 (dois), para corresponder ao percurso de ida e volta do veículo transportador. Com isso, o valor obtido médio de percurso foi de cerca de 10 (dez) km.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

A CONCESSIONÁRIA deverá destinar os resíduos para um aterro sanitário ambientalmente adequado ou para outra destinação ambientalmente adequada. Para cálculo do custo total com a destinação dos rejeitos, foi cotado valores de destinação para o aterro sanitário em que o município já envia, em Aracruz, sendo o valor considerado de R\$ 170,22 por tonelada para destinação dos resíduos.

Como o aterro sanitário privado está a aproximadamente a 4,5 (quatro inteiros e cinco décimos) de distância do centro do município de Aracruz, não se faz necessário a implantação de um transbordo, podendo ser feito o encaminhamento dos resíduos diretamente após a coleta. Dessa forma, é possível uma otimização dos serviços e uma redução dos custos para destinação dos resíduos.

5.9.3.2.2. Processo de trabalho

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade do Fiscal da Prefeitura, e caso seja identificado algum problema no processo ou irregularidade, será solicitado uma reunião com a equipe para alinhamento e definição das soluções. O PODER CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade equipamentos.

O serviço de tratamento e destinação de resíduos sólidos urbanos será **medido por tonelada de resíduos encaminhados para destinação final ambientalmente adequada**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

5.9.4. Tratamento e destinação de Resíduos Recicláveis

5.9.4.1. Concepção dos serviços de tratamento e destinação do Resíduos Recicláveis

O objeto deste capítulo do Estudo de Viabilidade é a apresentação de como é realizada a destinação dos resíduos recicláveis de Aracruz, cuja destinação é a reciclagem.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.9.4.2. Prognóstico

5.9.4.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto, foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir, são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do tratamento e destinação de resíduos recicláveis obtidas a partir de análise de dados referentes ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de benchmarking de projetos relacionados ao objeto de estudo.

5.9.4.2.1.1. Premissas Gerais

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção dos equipamentos, foi considerada um coeficiente de proporcionalidade para manutenção de 12,5% do valor mensal do total do equipamento. O valor da taxa está relacionado ao tipo de equipamento, visto que, alguns equipamentos demandam maior custo de manutenção.

$$C_M = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad \text{(Equação 152)}$$

Na qual:

$C_{M, veículo}$ = Custo com manutenção do veículo e equipamento (R\$/mês);

$V_{n, veículo}$ = Valor do veículo novo (R\$);

k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u, veículo}$ = Vida útil do veículo (anos).

Para a realização do serviço, deverão ser considerados veículos. O consumo mensal de combustível deve levar em consideração o tamanho do percurso, o rendimento do veículo e o preço atual do combustível. O cálculo do custo com o combustível se dá pela equação a seguir.

$$Comb_{veículo} = Q_{km,veículo} * R_{veículo} * p_{comb} * n_{veículo} \quad \text{(Equação 153)}$$

Na qual:

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível por mês do veículo (R\$/mês);



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

$Q_{\text{km, veículo}}$ = quantidade de quilômetros rodados pelo veículo por dia (km/dia);

$R_{\text{veículo}}$ = rendimento do veículo ou consumo de combustível por quilômetro rodado (L/km);

p_{comb} = preço do combustível (R\$/L);

$n_{\text{veículo}}$ = número de dias em que se usou a veículo em um mês (dia).

O gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser considerado como sendo 10 % do valor dispendido com combustível conforme equação abaixo.

$$\text{Cons}_{F.O.L,veículo} = 0,1 * \text{Comb}_{veículo} \quad (\text{Equação 154})$$

Na qual:

$\text{Cons}_{F.O.L,veículo}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para o veículo (R\$/mês);

$\text{Comb}_{veículo}$ = custo do consumo de combustível pelo veículo por mês (R\$/mês).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos.

$$C_{S,I,veículo} = \frac{[(V_{u,veículo} + 1) * V_{n,veículo}] * (S + I)}{2 * V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 155})$$

Na qual:

$C_{S,I,veículo}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u,veículo}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n,veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

A CONCESSIONÁRIA deverá dispor de encarregado operacional para gerenciar os serviços mecanizados.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

5.9.4.2.1.2. Premissas Específicas

Para estimar a quantidade de Resíduos Recicláveis gerados, foi necessário primeiramente fazer a projeção populacional para os anos da concessão, calculando o crescimento populacional do Município de Aracruz. A quantidade de Resíduos Recicláveis destinados foi calculada seguindo a tendência populacional de Aracruz, juntamente com a quantidade de resíduos destinados ao longo do tempo. A projeção foi detalhada no tópico 5.4 - ESTUDO DE PROJEÇÃO POPULACIONAL.

As quantidades de Resíduos Recicláveis foram calculadas a partir da projeção populacional pelo método geométrico. Levando em consideração a gravimetria, a produção dos resíduos sólidos urbanos mensais coletados no ano de 2024 e considerando a projeção populacional calculada de 106.248 (cento e seis mil duzentos e quarenta e oito) habitantes, converte-se a tonelada por ano para tonelada por habitante por ano conforme equação a seguir:

$$RCV = \text{tonelada} / \text{hab} * \text{ano} \quad (\text{Equação 156})$$

$$RCV_{\text{per cap.}} = \frac{m_{\text{rec.}}}{P(t)} \quad (\text{Equação 157})$$

Na qual:

$RCV_{\text{per cap.}}$ = quantidade de resíduos recicláveis por habitante por ano (ton/hab.ano);

$m_{\text{rec.}}$ = massa média de resíduos recicláveis produzida no ano de referência (ton.);

$P(t)$ = população do Município no ano de referência (hab.ano).

Para melhor dimensionamento dos equipamentos e mão de obra necessários para o galpão de triagem e reciclagem, é necessário realizar uma projeção do potencial de resíduos recicláveis estipulados para a coleta seletiva em Aracruz. Na tabela abaixo é apresentada a projeção dos resíduos recicláveis que terá o tratamento realizado na usina de triagem.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 84 – Projeção de resíduos recicláveis dimensionados para coleta seletiva

Ano	População Urbana (Concessão)	RSU Total Município (ton./ano)	TOTAL DO MUNICÍPIO				Potencial de Resíduos Recicláveis (ton./ano)	
			Plástico / Embalagem (ton./ano)	Papel (ton./ano)	Metal (ton./ano)	Vidro (ton./ano)		
1	2026	97.426	29.361,99	3.963,88	3.846,43	851,50	704,68	9.366,49
2	2027	98.985	29.779,49	4.020,24	3.901,12	863,61	714,70	9.499,67
3	2028	100.544	30.197,00	4.076,60	3.955,81	875,72	724,72	9.632,86
4	2029	102.103	30.614,77	4.133,00	4.010,54	887,83	734,75	9.766,13
5	2030	103.662	31.032,27	4.189,37	4.065,23	899,94	744,77	9.899,31
6	2031	105.221	31.449,78	4.245,73	4.119,93	912,05	754,79	10.032,50
7	2032	106.780	31.867,28	4.302,09	4.174,62	924,16	764,81	10.165,68
8	2033	108.339	32.285,06	4.358,49	4.229,35	936,27	774,84	10.298,95
9	2034	109.898	32.702,56	4.414,86	4.284,04	948,38	784,86	10.432,13
10	2035	111.457	33.120,07	4.471,22	4.338,73	960,49	794,88	10.565,32
11	2036	113.016	33.537,84	4.527,62	4.393,46	972,60	804,90	10.698,59
12	2037	114.575	33.955,34	4.583,98	4.448,16	984,71	814,92	10.831,77
13	2038	116.134	34.372,85	4.640,34	4.502,85	996,82	824,94	10.964,96
14	2039	117.693	34.790,62	4.696,74	4.557,58	1.008,93	834,97	11.098,23
15	2040	119.252	35.208,13	4.753,11	4.612,27	1.021,04	844,99	11.231,41
16	2041	120.811	35.625,63	4.809,47	4.666,96	1.033,15	855,01	11.364,59
17	2042	122.370	36.043,14	4.865,83	4.721,66	1.045,26	865,03	11.497,78
18	2043	123.929	36.460,91	4.922,23	4.776,39	1.057,37	875,06	11.631,05
19	2044	125.488	36.878,41	4.978,60	4.831,08	1.069,48	885,08	11.764,23
20	2045	127.047	37.295,92	5.034,96	4.885,77	1.081,59	895,10	11.897,42
21	2046	128.606	37.713,69	5.091,36	4.940,50	1.093,70	905,12	12.030,69
22	2047	130.165	38.131,20	5.147,72	4.995,19	1.105,81	915,14	12.163,87
23	2048	131.724	38.548,70	5.204,09	5.049,89	1.117,92	925,16	12.297,06
24	2049	133.283	38.966,47	5.260,49	5.104,61	1.130,04	935,19	12.430,32
25	2050	134.842	39.383,98	5.316,85	5.159,31	1.142,14	945,21	12.563,51
26	2051	136.401	39.801,48	5.373,21	5.214,00	1.154,25	955,23	12.696,69
27	2052	137.960	40.218,99	5.429,57	5.268,69	1.166,36	965,25	12.829,88
28	2053	139.519	40.636,76	5.485,97	5.323,42	1.178,47	975,28	12.963,15
29	2054	141.078	41.054,27	5.542,34	5.378,12	1.190,58	985,30	13.096,33
30	2055	142.637	41.471,77	5.598,70	5.432,81	1.202,69	995,32	13.229,52
31	2056	144.196	41.889,54	5.655,10	5.487,54	1.214,81	1.005,34	13.362,79
32	2057	145.755	42.307,05	5.711,46	5.542,23	1.226,91	1.015,36	13.495,97
33	2058	147.314	42.724,55	5.767,83	5.596,92	1.239,02	1.025,38	13.629,15
34	2059	148.873	43.142,33	5.824,23	5.651,65	1.251,14	1.035,41	13.762,42
35	2060	150.432	43.559,83	5.880,59	5.706,35	1.263,24	1.045,43	13.895,61



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Fonte: IPGC, 2025.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Em Aracruz, a geração de resíduos será de 29.361,99 (vinte e nove mil trezentos e sessenta e um inteiros e noventa e nove centésimos) ton./ano no primeiro ano de concessão, sendo que os recicláveis representam 31,90% do total de resíduos sólidos, incluindo plástico, embalagem, papel, metal e vidro, que totalizam 9.366,49 (nove mil trezentos e sessenta e seis inteiros e quarenta e nove centésimos) ton./ano no primeiro ano de concessão. Na tabela abaixo é apresentado os resíduos recicláveis a serem tratados e recuperados na usina de triagem.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 85 - Projeção de resíduos a serem tratados e recuperados na Usina de Triagem

		Abrangência Coleta Seletiva (%)	Potencial de coleta seletiva (ton./ano)	Estimativa de coleta	Coleta Seletiva (ton./ano)	Taxa de Aproveitamento de Recicláveis na UTR (%)	Recicláveis Comercializáveis (ton./ano)	Taxa de Recuperação de Recicláveis em Relação ao RSU (%)	Recicláveis da UTR não Aproveitados (ton./ano)
1	2026	100	9.366,49	25,00%	2.341,62	60,00%	1.404,97	4,79%	936,65
2	2027	100	9.499,67	27,50%	2.612,41	65,00%	1.698,07	5,70%	914,34
3	2028	100	9.632,86	30,00%	2.889,86	70,00%	2.022,90	6,70%	866,96
4	2029	100	9.766,13	33,75%	3.296,07	71,25%	2.348,45	7,67%	947,62
5	2030	100	9.899,31	37,50%	3.712,24	72,50%	2.691,38	8,67%	1.020,87
6	2031	100	10.032,50	41,25%	4.138,40	73,75%	3.052,07	9,70%	1.086,33
7	2032	100	10.165,68	45,00%	4.574,56	75,00%	3.430,92	10,77%	1.143,64
8	2033	100	10.298,95	48,75%	5.020,74	76,25%	3.828,31	11,86%	1.192,43
9	2034	100	10.432,13	52,50%	5.476,87	77,50%	4.244,57	12,98%	1.232,30
10	2035	100	10.565,32	56,25%	5.942,99	78,75%	4.680,11	14,13%	1.262,89
11	2036	100	10.698,59	60,00%	6.419,15	80,00%	5.135,32	15,31%	1.283,83
12	2037	100	10.831,77	62,50%	6.769,86	80,00%	5.415,89	15,95%	1.353,97
13	2038	100	10.964,96	65,00%	7.127,22	80,00%	5.701,78	16,59%	1.425,44
14	2039	100	11.098,23	67,50%	7.491,30	80,00%	5.993,04	17,23%	1.498,26
15	2040	100	11.231,41	70,00%	7.861,99	80,00%	6.289,59	17,86%	1.572,40
16	2041	100	11.364,59	75,00%	8.523,45	80,00%	6.818,76	19,14%	1.704,69
17	2042	100	11.497,78	75,00%	8.623,33	80,00%	6.898,67	19,14%	1.724,67
18	2043	100	11.631,05	75,00%	8.723,29	80,00%	6.978,63	19,14%	1.744,66
19	2044	100	11.764,23	75,00%	8.823,17	80,00%	7.058,54	19,14%	1.764,63
20	2045	100	11.897,42	75,00%	8.923,06	80,00%	7.138,45	19,14%	1.784,61
21	2046	100	12.030,69	75,00%	9.023,02	80,00%	7.218,41	19,14%	1.804,60



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

22	2047	100	12.163,87	75,00%	9.122,90	80,00%	7.298,32	19,14%	1.824,58
23	2048	100	12.297,06	75,00%	9.222,79	80,00%	7.378,23	19,14%	1.844,56
24	2049	100	12.430,32	75,00%	9.322,74	80,00%	7.458,19	19,14%	1.864,55
25	2050	100	12.563,51	75,00%	9.422,63	80,00%	7.538,11	19,14%	1.884,53
26	2051	100	12.696,69	75,00%	9.522,52	80,00%	7.618,02	19,14%	1.904,50
27	2052	100	12.829,88	75,00%	9.622,41	80,00%	7.697,93	19,14%	1.924,48
28	2053	100	12.963,15	75,00%	9.722,36	80,00%	7.777,89	19,14%	1.944,47
29	2054	100	13.096,33	75,00%	9.822,25	80,00%	7.857,80	19,14%	1.964,45
30	2055	100	13.229,52	75,00%	9.922,14	80,00%	7.937,71	19,14%	1.984,43
31	2056	100	13.362,79	75,00%	10.022,09	80,00%	8.017,67	19,14%	2.004,42
32	2057	100	13.495,97	75,00%	10.121,98	80,00%	8.097,58	19,14%	2.024,40
33	2058	100	13.629,15	75,00%	10.221,87	80,00%	8.177,49	19,14%	2.044,37
34	2059	100	13.762,42	75,00%	10.321,82	80,00%	8.257,45	19,14%	2.064,36
35	2060	100	13.895,61	75,00%	10.421,71	80,00%	8.337,36	19,14%	2.084,34

Fonte: IPGC, 2025.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

As premissas para o cálculo de demanda de recicláveis para a UTR foram a geração de recicláveis na sede, nível de atendimento por coleta seletiva e a meta de recuperação de recicláveis em relação ao RSU. Destaca-se que esta taxa deverá garantir que 15,31% resíduos deverão ser recuperados até 2036, respeitando as metas final e intermediárias do Plano Municipal de Saneamento Básico.

O dimensionamento da estrutura da Usina de Triagem e Reciclagem foi realizado com base em premissas apresentadas pelo Ministério do Meio Ambiente e por benchmarking com empresas do setor. O projeto conceitual foi elaborado em função destas premissas e das informações de projeção de demandas (final de plano) de resíduos recicláveis a serem recebidos pela unidade. Para o dimensionamento da área da usina de triagem foi utilizado as seguintes premissas.

Tabela 86 – Premissas para dimensionamento da usina de triagem

Massa específica de recicláveis (ton/m ³)	0,223
Capacidade por triador (ton/dia)	0,3
Distância entre os triadores (m)	1,50
Largura do pátio de triagem (m)	6
Altura padrão de baia de triagem (m)	3

Fonte: IPGC, 2025.

Utilizando as premissas apresentadas acima foi realizado o dimensionamento da área para a usina de triagem apresentada.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

Tabela 87 – Área da Usina de triagem

Ano	Extensão linear da esteira de triagem (m)	Área do galpão de triagem (m ²)	Área da baía de triagem (m ²)	Armazenamento dos recicláveis	Circulação, estacionamento e jardins	Deposito de ferramentas	Área das instalações de apoio (m ²)	Área total (m ²)
1 2026	39,00	234,00	11,53	15,46	15,46	6,87	47,00	330,32
2 2027	43,50	261,00	12,87	17,24	17,24	7,66	47,00	363,02
3 2028	48,00	288,00	14,23	19,07	19,07	8,48	47,00	395,86
4 2029	54,00	324,00	16,24	21,76	21,76	9,67	47,00	440,42
5 2030	61,50	369,00	18,28	24,50	24,50	10,89	47,00	494,18
6 2031	69,00	414,00	20,38	27,32	27,32	12,14	47,00	548,16
7 2032	75,00	450,00	22,53	30,20	30,20	13,42	47,00	593,34
8 2033	82,50	495,00	24,73	33,14	33,14	14,73	47,00	647,74
9 2034	90,00	540,00	26,98	36,15	36,15	16,07	47,00	702,35
10 2035	97,50	585,00	29,27	39,23	39,23	17,43	47,00	757,16
11 2036	106,50	639,00	31,62	42,37	42,37	18,83	47,00	821,19
12 2037	111,00	666,00	33,35	44,69	44,69	19,86	47,00	855,58
13 2038	117,00	702,00	35,11	47,04	47,04	20,91	47,00	899,10
14 2039	123,00	738,00	36,90	49,45	49,45	21,98	47,00	942,77
15 2040	129,00	774,00	38,72	51,89	51,89	23,06	47,00	986,58
16 2041	141,00	846,00	41,98	56,26	56,26	25,00	47,00	1.072,51
17 2042	142,50	855,00	42,47	56,92	56,92	25,30	47,00	1.083,61
18 2043	144,00	864,00	42,97	57,58	57,58	25,59	47,00	1.094,72
19 2044	145,50	873,00	43,46	58,24	58,24	25,88	47,00	1.105,82
20 2045	147,00	882,00	43,95	58,90	58,90	26,18	47,00	1.116,92
21 2046	148,50	891,00	44,44	59,56	59,56	26,47	47,00	1.128,03
22 2047	150,00	900,00	44,94	60,22	60,22	26,76	47,00	1.139,13



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

23	2048	151,50	909,00	45,43	60,88	60,88	27,06	47,00	1.150,24
24	2049	154,50	927,00	45,92	61,54	61,54	27,35	47,00	1.170,34
25	2050	156,00	936,00	46,41	62,20	62,20	27,64	47,00	1.181,45
26	2051	157,50	945,00	46,90	62,85	62,85	27,94	47,00	1.192,55
27	2052	159,00	954,00	47,40	63,51	63,51	28,23	47,00	1.203,65
28	2053	160,50	963,00	47,89	64,17	64,17	28,52	47,00	1.214,76
29	2054	162,00	972,00	48,38	64,83	64,83	28,81	47,00	1.225,86
30	2055	163,50	981,00	48,87	65,49	65,49	29,11	47,00	1.236,97
31	2056	165,00	990,00	49,36	66,15	66,15	29,40	47,00	1.248,07
32	2057	166,50	999,00	49,86	66,81	66,81	29,69	47,00	1.259,17
33	2058	168,00	1008,00	50,35	67,47	67,47	29,99	47,00	1.270,28
34	2059	171,00	1026,00	50,84	68,13	68,13	30,28	47,00	1.290,38
35	2060	172,50	1035,00	51,33	68,79	68,79	30,57	47,00	1.301,49

Fonte: IPGC, 2025.



O dimensionamento da Usina de Triagem de Aracruz foi realizado com base em premissas apresentadas pelo Ministério do Meio Ambiente e por benchmarking com empresas do setor. Os resultados desse dimensionamento encontram-se na Tabela 88.

Tabela 88 – Dimensões da UTR

Descrição	Dimensionamento (m²)
Área operacional	1.035,00
Baia de triagem	51,33
Armazenamento dos recicláveis	68,79
Circulação, estacionamento e jardins	68,79
Deposito de ferramentas	30,57
Instalações de apoio	47,00
Área total	1.301,49

Fonte: IPGC, 2025.

Para o projeto foi dimensionado uma área total de 1.300 (um mil trezentos) m². O dimensionamento das áreas de apoio foi feito com base na cartilha de Elementos para Organização de Coleta Seletiva e Projetos para Usinas de Triagem do Ministério do Meio Ambiente (2008). Segundo a cartilha, Usinas de Triagem e Reciclagem que possuem área entre 600 (seiscentos) e 1.200 (mil e duzentos) m² são classificadas como grande porte, e, portanto, devem possuir unidades de apoio conforme a Tabela 89.

Tabela 89 – Área das unidades de apoio

Unidade de apoio	Área (m²)
Tamanho do banheiro/vestiário	12,00
Tamanho do refeitório	20,00
Tamanho do escritório	15,00
Área total	47,00

Fonte: MMA, 2008.

5.9.4.2.2. Processo de trabalho

Os serviços de tratamento e destinação final de resíduos recicláveis e orgânicos deverão ser realizados no local em que ocorre a destinação final dos resíduos, sendo disponibilizada uma área de 1.300 (um mil trezentos) m², para que ocorram as operações de triagem de processamento dos resíduos sólidos urbanos para o tratamento de compostagem e reaproveitamento dos resíduos recicláveis e orgânicos. A operação do local ficará a cargo da COOPERATIVA licenciada junta ao município com o auxílio de uma equipe da CONCESSIONÁRIA.



Serão recebidos no local todos os resíduos coletados pelo serviço de coleta de resíduos domiciliares e de limpeza urbana e pelo serviço de coleta de resíduos recicláveis, sendo esses resíduos dispostos próximo ao local de triagem para realização da operação.

Todo resíduo reciclado deverá ser pesado, junto à balança interna localizada no Galpão Industrial e devidamente direcionado para a sua destinação. A triagem deverá ser realizada com utilização dos equipamentos do galpão e toda a equipe deverá utilizar todo e qualquer equipamento de proteção individual e coletiva – EPI e EPC respectivamente – necessários e legalmente previstos para execução do serviço.

A triagem é a etapa em que ocorre a separação manual ou mecanizada dos componentes que chegam à usina. No caso de municípios que possuem sistema de coleta seletiva, essa separação é mais simplificada, pois consiste apenas em triar os recicláveis de acordo com a sua categoria.

Após a triagem os materiais são armazenados em bags, bombonas de plástico ou em tambores metálicos para posterior enfardamento. Quanto aos rejeitos, deverão ser transportados para destinação final no aterro sanitário privado. As baias de reciclagem são as estruturas para armazenamento dos recicláveis até que sejam efetivamente comercialização. Os papeis e vidros podem ser triturados para que facilite o processo de reciclagem, e, estes mesmos papéis, papelões, plásticos e latas são prensados separadamente, enfardados, pesados e estocados em suas respectivas baias.

Abaixo, segue uma listagem das especificações técnicas pertinentes à operação de uma UTR:

- Deve possuir licenciamento ambiental e atender à legislação ambiental vigente;
- O piso deve ser impermeável;
- Deve possuir sistema de drenagem de chuva;
- Os ralos e canaletas de drenagem devem ser limpos para evitar entupimento;
- A mesa de triagem deve ter altura de 90 (noventa) cm para que os funcionários trabalhem com conforto;
- As bombonas ou tambores metálicos devem estar localizadas próximo aos funcionários, para facilitar o seu manejo;
- O local deve ser limpo após o encerramento das atividades;
- A recepção dos resíduos deve ter altura suficiente para permitir passagem de caminhões;
- A via de acesso ao setor de descarga deve ser no mínimo cascalhada e permitir a manobra dos veículos coletores;



- As baias devem ser posicionadas em local de fácil acesso a veículos;
- A usina deve possuir sistema de prevenção e combate a incêndio;
- Deve ser composta por um galpão fechado com sistema de biofiltro para tratamento do ar;
- Deve existir sistema de drenagem para coleta e canalização do lixiviado nas áreas de armazenamento e de transferência dos rejeitos;
- O lixiviado coletado deve receber tratamento adequado;
- A usina deve realizar o controle de entrada e saída de veículos;
- Os equipamentos da usina devem receber as manutenções necessárias para o bom funcionamento;
- A separação dos materiais deve ser feita em mesa de triagem mecanizada ou manual, com funcionários dispostos de ambos os lados;
- Os papéis, papelões, plásticos e latas deverão ser enfardados;
- Os vidros e metais deverão ser estocados;
- Os resíduos serão recebidos todos os dias por meio do caminhão de coleta seletiva.
- Os equipamentos devem ser higienizados após o turno;
- Permitir que apenas pessoas com devido treinamento operem os equipamentos existentes, para evitar acidentes;
- Sempre que necessário, os equipamentos danificados devem ser substituídos por outro novo;
- Os equipamentos devem receber a devida manutenção, para garantir o bom funcionamento;
- Os operadores deverão receber instruções sobre a maneira ideal para efetuar o trabalho;
- Os operadores deverão se apresentar no local no horário determinado e devidamente uniformizados;
- Os operadores são expressamente proibidos de fazer uso de bebidas alcoólicas ou outros tipos de droga durante o expediente;
- Os operadores deverão fazer uso de EPI que deverá ser fornecido gratuitamente pela CONCESSIONÁRIA.

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA e do PODER CONCEDENTE, e caso seja identificado uma baixa produção, será solicitado uma reunião com a equipe para alinhamento dos problemas e definição das soluções. O PODER



CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade equipamentos.

O serviço de tratamento e destinação de resíduos recicláveis será **medido por quantidade resíduo tratado/recuperado**, devendo a CONCESSIONÁRIA juntamente com a COOPERATIVA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA juntamente com a COOPERATIVA realize a conferência.

5.9.4.2.3. Tecnologias propostas

Para a execução da operação da Unidade de Tratamento e Destinação de Resíduos Recicláveis, deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 90 - Equipamentos

Veículo / Equipamento	Quantidade
Esteira ou mesa de triagem	11
Prensa	2
Balança	1
Empilhadeira	1
Rasga Saco	1
Peneira Trômmel (1.5 ton/h até 100 ton/h)	1
Equipamento Balístico	1
Sensor Óptico 2D	4
Sensor Óptico 3D	2
Separador Magnético	1

Fonte: IPGC, 2025.

A prensa enfardadeira vertical tem a função de prensar os materiais, comprimindo seu volume em um fardo, para facilitar o transporte e deverá possuir idade máxima de 7 (sete) anos.

A balança industrial tem a função de realizar a pesagem dos resíduos segregados e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.



O carrinho de plataforma tem a função de realizar o transporte dos resíduos e deverá possuir idade máxima de uso de 1 (um) ano.

A empilhadeira elétrica tem a função de transportar e empilhar os resíduos e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

A esteira de triagem tem a função de carregar os resíduos a serem segregados para realizar a triagem e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

O rasga saco tem a função de romper as sacolas com resíduos e deverá ter vida útil máxima de 10 (dez) anos.

A peneira trômmel tem a função de fazer a separação dos resíduos por sua dimensão e deverá ter vida útil máxima de 20 (vinte) anos.

O equipamento balístico tem a função de fazer a separação do resíduo por seu peso e deverá ter a vida útil máxima de 8 (oito) anos.

Os sensores ópticos 2D e 3D tem a função de fazer a separação dos resíduos por seu tipo e cor e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

O separador magnético tem a função de separar os metais dos outros resíduos e deverá possuir idade máxima de uso de 20 (vinte) anos.

5.9.4.2.4. Implantação

Para a implantação da usina de triagem deverão ser executados os seguintes serviços e instalações apresentados a seguir.

- Locação;
- Limpeza do terreno e movimento de terra;
- Cercamento;
- Portão
- Guarita
- Edificação de apoio;
- Galpão de triagem (estrutura, piso, alvenarias);
- Distribuição de energia e de telefonia;
- Distribuição de água;



- Esgoto sanitário;
- Drenagem de águas pluviais;
- Proteção a descargas atmosféricas;
- Prevenção e combate a incêndios;
- Instalação de uso de água de chuva;
- Instalações de aquecimento solar;
- Tratamento paisagístico;
- Totem;
- Outros.

5.9.4.2.5. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais por unidade, foi utilizada a Tabela 91 a seguir:

Tabela 91 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Vassoura	1,5
Pá quadrada	2,0
Detergente	1
Luvas de malha nitrílica	2
Luvas de raspa	2
Avental de raspa	1
Bota de borracha de cano longo	3
Óculos de segurança	2
Respirador descartável PFF1 com válvula	0,20
Protetor auricular plug	0,67
Capacete	12
Uniforme refletivo	3

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução da unidade de tratamento e destinação de resíduos recicláveis, deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs trazidos a seguir:

Tabela 92 - Insumos e suas quantidades

Descrição	Vida útil mensal
Vassoura	2
Pá quadrada	2



Detergente	5
Luvas de malha nitrílica	25
Luvas de raspa	25
Avental de raspa	25
Bota de borracha de cano longo	25
Óculos de segurança	25
Respirador descartável PFF1 com válvula	25
Protetor auricular plug	25
Capacete	25
Uniforme refletivo	25

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 91 de vida útil dos insumos e utensílios e considerou o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

5.9.4.2.6. Projeção Mão de Obra

Para realização da operação da Unidade de Tratamento e Destinação de Resíduos Recicláveis no município de Aracruz, a mão de obra disponibilizada é:

- Período diurno: composto por 1 (um) administrador e 1 (um) encarregado de serviços gerais.
- A equipe de operação da usina de triagem e reciclagem será composta pela COOPERATIVA responsável.

Na realização da operação da Unidade de Tratamento e Destinação de Resíduos Recicláveis, são utilizados equipamentos de proteção individual, tais como:

- Luvas;
- Coletes refletivos;
- Calçados de segurança;
- Óculos;
- Boné, entre outros.

Descreve-se o resumo de fornecimento de mão de obra a seguir.

Tabela 93 - Resumo de fornecimento de mão de obra

Mão de Obra	Quantidade	Descritivo Técnico
Administrador	1	Diurno



Encarregado de Serviços Gerais	1	Diurno
Funcionários da COOPERATIVA	(Quantidade definida pela COOPERATIVA)	Diurno
Composição da Equipe	2	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

5.9.5. Tratamento e destinação de resíduos compostáveis

5.9.5.1. Concepção dos serviços de tratamento e destinação de resíduos compostáveis

O objeto desse estudo de viabilidade é a apresentação da realização da destinação dos resíduos compostáveis provenientes de residências, de pequenos estabelecimentos comerciais e atividades municipais de paisagismo, capina e roçada obtidas pela coleta manual ou mecanizada. A disposição final ambientalmente adequada dos resíduos orgânicos em Aracruz é a compostagem, um processo biológico que transforma resíduos orgânicos em adubo, contribuindo para a redução do volume de resíduos enviados a aterros e promovendo a sustentabilidade ambiental no município.

5.9.5.1. Prognóstico

5.9.5.1.1. Premissas do projeto

Para a estruturação do projeto, foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir, são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do tratamento e destinação de resíduos compostáveis obtidas a partir de análise de dados referentes ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de benchmarking de projetos relacionados ao objeto de estudo.

5.9.5.1.1.1. Premissas gerais

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção dos equipamentos e veículos, foi considerada um coeficiente de proporcionalidade para manutenção relacionado ao valor mensal do total do equipamento. O valor da taxa está relacionado ao tipo de equipamento, visto que, alguns equipamentos demandam maior custo de manutenção. Para o projeto de Usina de compostagem de Aracruz foram considerados os seguintes coeficientes:

Tabela 94 – Coeficientes de proporcionalidade para manutenção

Equipamento/Veículo	Coeficiente de manutenção (%)
---------------------	-------------------------------



Motosserra	12,5
Triturador de galhos	100
Peneira rotativa	12,5
Pá carregadeira	100
Caminhão basculante ou porta-contêineres	90
Revolvedor de leira	90
Balança	10
Esteira	12,5

Fonte: IPGC, 2025.

Calcula-se o custo com manutenção conforme (Equação 152).

$$C_M = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad \text{(Equação 158)}$$

Na qual:

$C_{M, veículo}$ = Custo com manutenção do veículo e equipamento (R\$/mês);

$V_{n, veículo}$ = Valor do veículo novo (R\$);

k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u, veículo}$ = Vida útil do veículo (anos).

Para a realização do serviço, deverão ser considerados veículos leves e caminhões semipesados para transporte de pessoal. O consumo mensal de combustível deve levar em consideração o tamanho do percurso, o rendimento do veículo e o preço atual do combustível. O cálculo do custo com o combustível se dá pela equação abaixo.

$$Comb_{veículo} = Q_{km,veículo} * R_{veículo} * p_{comb} * n_{veículo} \quad \text{(Equação 159)}$$

Na qual:

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível por mês do veículo (R\$/mês);

$Q_{km, veículo}$ = quantidade de quilômetros rodados pelo veículo por dia (km/dia);

$R_{veículo}$ = rendimento do veículo ou consumo de combustível por quilômetro rodado (L/km);

p_{comb} = preço do combustível (R\$/L);



$n_{veículo}$ = número de dias em que se usou a veículo em um mês (dia).

O gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser considerado como sendo 10 % do valor dispendido com combustível conforme equação abaixo.

$$Cons_{F.O.L,veículo} = 0,1 * Comb_{veículo} \quad (\text{Equação 160})$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L,veículo}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para o veículo (R\$/mês);

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível pelo veículo por mês (R\$/mês).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor de 2,5% do valor total do veículo para cálculo do IPVA, já que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, os valores utilizados variaram de acordo com o tipo de veículo, sendo utilizado o valor de 2,5% para o caminhão basculante ou porta-contêineres. A abaixo expressa o custo com seguros e impostos.

$$C_{S.I,veículo} = \frac{[(V_{u,veículo} + 1) * V_{n,veículo}] * (S + I)}{2 * V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Equação 161})$$

Na qual:

$C_{S.I,veículo}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u,veículo}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n,veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

Mesmo depois de terem sido utilizados por toda a vida útil, os veículos e as máquinas mantêm o valor de revenda, principalmente se receberam as devidas manutenções devidas.

5.9.5.1.1.2. Premissas específicas

Para estimar a quantidade de Resíduos Compostáveis gerados, foi necessário primeiramente fazer a projeção populacional para os anos da concessão, calculando o crescimento



populacional do Município de Aracruz. A quantidade de Resíduos Compostáveis destinados foi calculada seguindo a tendência populacional de Aracruz juntamente com a quantidade de resíduos destinados ao longo do tempo. A projeção foi detalhada no tópico de estudo populacional.

As quantidades de Resíduos Compostáveis foram calculadas a partir da projeção populacional pelo método geométrico. Levando em consideração um valor estimado de produção de 14.662,73 (quatorze mil seiscentos e sessenta e dois inteiros e setenta e três centésimos) toneladas de resíduos compostáveis coletados no ano de 2024 e considerando a projeção populacional calculada de 106.248 (cento e seis mil duzentos e quarenta e oito) habitantes, converte-se a tonelada por ano para tonelada por habitante por ano conforme equação a seguir:

$$RCV = \text{tonelada} / \text{hab} * \text{ano} \quad (\text{Equação 162})$$

$$RCV_{\text{per cap.}} = \frac{m_{\text{rec.}}}{P(t)} \quad (\text{Equação 163})$$

Na qual:

$RCV_{\text{per cap.}}$ = quantidade de resíduos volumosos por habitante por ano (ton/hab.ano);

$m_{\text{rec.}}$ = massa média de resíduos volumosos produzida no ano de referência (ton.);

$P(t)$ = população do Município no ano de referência (hab.ano).

Vale ressaltar que o valor de quantidade gerada de resíduos compostáveis foi obtida a partir da soma dos valores de resíduos orgânicos e de poda, sendo esta a matéria prima para a usina de compostagem do município de Aracruz. Com essa premissa de tonelada por habitante a cada ano, é possível calcular a projeção de Resíduos Compostáveis em todos os 35 (trinta) anos da concessão representado na tabela abaixo.

Tabela 95 - Projeção de resíduos compostáveis

Ano contrato	Ano	População	Resíduos Orgânicos (ton./ano)
1	2026	109.359	15.092,06
2	2027	110.914	15.306,66
3	2028	112.469	15.521,26
4	2029	114.025	15.735,99
5	2030	115.580	15.950,59
6	2031	117.135	16.165,19



7	2032	118.690	16.379,78
8	2033	120.246	16.594,52
9	2034	121.801	16.809,12
10	2035	123.356	17.023,71
11	2036	124.912	17.238,45
12	2037	126.467	17.453,05
13	2038	128.022	17.667,64
14	2039	129.578	17.882,38
15	2040	131.133	18.096,98
16	2041	132.688	18.311,57
17	2042	134.243	18.526,17
18	2043	135.799	18.740,91
19	2044	137.354	18.955,50
20	2045	138.909	19.170,10
21	2046	140.465	19.384,84
22	2047	142.020	19.599,43
23	2048	143.575	19.814,03
24	2049	145.131	20.028,77
25	2050	146.686	20.243,36
26	2051	148.241	20.457,96
27	2052	149.796	20.672,56
28	2053	151.352	20.887,29
29	2054	152.907	21.101,89
30	2055	154.462	21.316,49
31	2056	156.018	21.531,22
32	2057	157.573	21.745,82
33	2058	159.128	21.960,42
34	2059	160.684	22.175,15
35	2060	162.239	22.389,75

Fonte: IPGC, 2025.

Estima-se que em 2026, primeiro ano de concessão, serão geradas 15.092,06 (quinze mil e noventa e dois inteiros e seis centésimos) toneladas de resíduos compostáveis no município de Aracruz, já no último ano de concessão em 2060, serão geradas 22.389,75 (vinte e dois mil trezentos e oitenta e nove inteiros e setenta e cinco centésimos) toneladas de resíduos. A projeção populacional foi baseada no método geométrico.

Para a Usina de Compostagem - UC, deve-se considerar a sua capacidade de absorção, que é definida a partir do porte do município a ser instalada. O Ministério do Meio Ambiente (2010) resolve:



Quadro 1 – Capacidade de absorção de uma UC conforme o porte do município

Porte do Município (habitantes)	Capacidade de absorção da UC (tonelada)	Mão de obra
5.000	1	2
15.000	3	3
40.000	9	9
100.000	30	21

Fonte: Adaptado de MMA (2010).

Entretanto, para o município de Aracruz, tal premissa não se encaixou perfeitamente, tendo em vista que a população do município é de quase 100.000 (cem mil) habitantes e a capacidade de absorção da usina será de até 27 (vinte e sete) toneladas. Porém, para melhor o processo, foi dimensionado a aquisição de um revolvedor de leiras, o que reduz a mão de obra necessária para o serviço.

Quantidade de Montadores de Leira

A partir da definição da equipe total, foram estipulados 2 (dois) montadores de leira.

Quantidade de reviradores de leira

A partir da definição da equipe total, foram estipulados 10 (dez) reviradores de leira para composição da equipe.

Quantidade de motoristas de caminhão e pá carregadeira

1 (um) motorista de caminhão e pá carregadeira.

Quantidade de operador de triturador

1 (um) operador de triturador.

Em relação aos equipamentos necessários, define-se:

Quantidade de motosserra

1 (um) motosserra para a Usina de Compostagem.

Quantidade de triturador de galhos

1 (um) triturador de galhos para a Usina de Compostagem.

Quantidade de revolvedor de leira



1 (um) revolvedor de leira para a usina de compostagem

Quantidade de peneiras rotativas

Responsável por separar o composto maturado, do composto não maturado e de eventuais contaminantes que possam estar presentes na matéria orgânica.

1 (um) peneira rotativa para a Usina de Compostagem

Para a operação da Usina de Compostagem, consideram-se essenciais os seguintes veículos:

1 (um) pá carregadeira para a Usina de Compostagem

1 (um) caminhão basculante ou porta-contêineres para a Usina de Compostagem

O período em que os resíduos ficarão em cada pátio é essencial para o dimensionamento de cada área, sendo apresentada nas tabelas abaixo esses períodos para cada usina de compostagem.

- Pátio de Trituração: 5 (cinco) dias;
- Pátio de Biotorta: 5 (cinco) dias;
- Pátio de Leiras: 100 (cem) dias;
- Pátio de Peneiramento: 1 (um) dia;
- Pátio Armazenagem: 30 (trinta) dias.

Para o cálculo dos pátios da usina de compostagem foi utilizado a forma geométrica de leiras, sendo a base com valor de 4 (quatro) metros e a altura de 2 (dois) metros, resultando em uma área de leira de 4 (quatro) m². A densidade da mistura que foi considerada é de cerca de 600 (seiscentos) kg/m³, sendo que foi adotado um fator de segurança de 10%.

No pátio de trituração foi considerado que deverá possuir uma área para a recepção dos resíduos de poda, uma área para o triturador e uma área para armazenamento do resíduo triturado. Para o cálculo do local de recepção foi considerado uma altura de 1 (metro), sendo que chegará até o local diariamente cerca de 9.310,59 (nove mil trezentos e dez inteiros e cinquenta e nove centésimos) kg de resíduo de poda. Dessa forma, se obteve para a área total para trituração de aproximadamente 66 (sessenta e seis) m².

O pátio de biotorta, que será para realizar a mistura dos resíduos orgânicos e da massa verde, foi dimensionado com o quantitativo de 26.601,69 (vinte e seis mil seiscentos e um inteiros e



sessenta e nove centésimos) kg de resíduos, sendo que todo dia os resíduos que chegam serão misturados para formação de leiras. A área considerada para essa mistura foi de 154 (cento e cinquenta e quatro) m².

Após a realização da biotorta, a mistura dos resíduos será disposta no pátio de compostagem em forma de leiras, sendo que o período de maturação será de 100 (cem) dias. O comprimento da leira foi calculado como 7 (sete) metros, chegando assim a uma área de base da leira de 28 (vinte e oito) m². Como se deve garantir um espaço para reviramento das leiras e para circulação entre elas, foi considerado o dobro da área da leira e o valor de 10% do valor da base para se chegar na área total necessária para leira, resultando assim em uma área de 56 (cinquenta e seis) m².

Como são 100 (cem) dias para que ocorra a compostagem, são dimensionadas 100 (cem) leiras, chegando em uma área total para o pátio de 6.160 (seis mil cento e sessenta) m².

Após isso, o composto formado é peneirado de forma a obter uma menor granulometria, sendo esse processo realizado diariamente após o encerramento do período de compostagem da leira. Para essa área foi considerado o valor de 61,60 (sessenta e um inteiros e sessenta centésimos) m². Depois do peneiramento, o composto será armazenado em um local coberto para posterior comercialização, sendo armazenado por um período de 30 (trinta) dias. Dessa forma, esse galpão deverá possuir uma área de cerca de 1.056 (mil e cinquenta e seis) m².

Realizando a somatória de todas as áreas se obtém que o complexo deverá possuir uma área de cerca de 8.347,60 (oito mil trezentos e quarenta e sete inteiros e sessenta centésimos) m² para realização da compostagem dos resíduos orgânicos e da massa verde, sendo que foi considerado uma área para as vias internas e para pesagem dos resíduos de 850 (oitocentos e cinquenta) m².

5.9.5.1.2. Processo de trabalho

Os serviços de tratamento e destinação final de resíduos orgânicos deverão ser realizados no local em que ocorre a destinação final dos resíduos, sendo disponibilizada uma área de 8.347,60 (oito mil trezentos e quarenta e sete inteiros e sessenta centésimos) m², para que ocorram as operações de triagem de processamento dos resíduos orgânico e a massa verde para o tratamento de compostagem e reaproveitamento. A operação do local ficará a cargo da CONCESSIONÁRIA licenciada junta ao município com o auxílio de uma equipe.



Serão recebidos no local todos os resíduos coletados nos serviços de manutenção de áreas verdes como poda e capina, e todos os resíduos da coleta de orgânicos.

Todo resíduo compostável deverá ser pesado, junto à balança e devidamente direcionado para a sua destinação. A compostagem deverá ser realizada com utilização dos equipamentos da Usina de Compostagem e toda a equipe deverá utilizar todo e qualquer equipamento de proteção individual e coletiva – EPI e EPC respectivamente – necessários e legalmente previstos para execução do serviço.

A análise da realização dos serviços será de responsabilidade da prefeitura, e caso seja identificado uma baixa produção, será solicitado uma reunião com a equipe para alinhamento dos problemas e definição das soluções. O PODER CONCEDENTE poderá realizar outras vistorias, quando considerar necessário e a seu exclusivo critério para garantir todas as condições indispensáveis à segurança e operacionalidade equipamentos.

O serviço de tratamento e destinação de resíduos recicláveis será **medido por tonelada de resíduos tratado/recuperado**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

5.9.5.1.3. Tecnologias propostas

Para a execução da operação da Unidade de Compostagem, deverão ser dispostos os seguintes equipamentos e veículos:

Tabela 96 - Equipamentos

Veículo / Equipamento	Quantidade
Motosserra	1
Triturador de galhos	1
Balança	1
Esteira	1
Peneira rotativa	1
Pá carregadeira	1



Caminhão basculante ou porta-contêineres	1
Revolvedor de leiras	1

Fonte: IPGC, 2025.

A motosserra possuirá a função de corte de eventuais galhos ou troncos de árvores cujo tamanho dificulte o processo de trituração. Este equipamento deverá possuir idade máxima de 3 (três) anos.

O triturador tem a função de triturar galhos recebidos junto dos resíduos de poda com o intuito de facilitar o processo de compostagem na Usina. Este equipamento deverá possuir idade máxima de 8 (oito) anos.

A peneira rotativa possui a função de separar o composto maturado, do composto não maturado e de eventuais contaminantes que possam estar presentes na matéria orgânica. Este equipamento deverá possuir idade máxima de 10 (dez) anos.

A pá carregadeira possui a função de reviramento dos resíduos de compostagem e eventuais deslocamentos que sejam necessários. Esta máquina deverá possuir idade máxima de 5 (cinco) anos.

O caminhão basculante ou porta-contêineres possui a função de transporte dos resíduos e do produto obtido com a compostagem. Este veículo deverá possuir idade máxima de 7 (sete) anos.

O revolvedor de leira tem a função de fazer a mistura dos resíduos de forma automática e deverá possuir idade máxima de uso de 7 (sete) anos.

A balança tem a função de pesar os resíduos e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

A esteira tem a função de transportar os resíduos e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

5.9.5.1.4. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais por unidade, foi utilizada a tabela a seguir:

Tabela 97 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
-----------	------------------



Óculos de proteção	2
Luvas	2
Capacete	12
Máscara de proteção respiratória	0,2
Calçados	3
Aventais	1
Uniforme	3
Protetor auricular	1
Termômetro de solo	120
Carrinho de mão	6
Garfo forçado	2
Pá quadrada	2
Enxada	3
Mangueira 50 m	48
Tambor	24
Vassoura	1,5
Vassoura metálica	12
Balde	1
Protetor Solar	4

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução da unidade de tratamento e destinação de resíduos recicláveis, deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs trazidos a seguir:

Tabela 98 - Insumos e suas quantidades

Insumos	Quantidades
Termômetro de solo	8
Carrinho de mão	12
Garfo forçado	12
Pá quadrada	12
Enxada	12
Mangueira 50 m	12
Tambor	20
Vassoura	2
Vassoura metálica	3
Balde	6
Protetor Solar	8
Uniformes	
Uniforme	8
Calçados	8
EPIs	
Óculos de proteção	2



Luvas	8
Capacete	2
Máscara de proteção respiratória	8
Aventais	8
Protetor auricular	2

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 91 de vida útil dos insumos e utensílios e considerou o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

5.9.5.1.5. Projeção mão de obra

Para realização da operação da Usina de Compostagem no município de Aracruz, a mão de obra disponibilizada é:

- Período diurno: composto por 1 (um) equipe, sendo composta por 1 (um) encarregado, 1 (um) auxiliar administrativo, 2 (dois) montador de leira, 1 (um) operador de máquina para revolver leira, 1 (um) auxiliar de pátio e 1 (um) operador de máquina/motorista com CNH compatível.

Na realização da operação da Usina de Compostagem, são utilizados equipamentos de proteção individual, tais como:

- Óculos de proteção
- Luvas
- Capacete
- Máscara de proteção respiratória
- Aventais
- Protetor auricular

Descreve-se o resumo de fornecimento de mão de obra a seguir.

Tabela 99 - Resumo de fornecimento de mão de obra

Mão de Obra	Quantidade	Descritivo Técnico
Encarregado	1	Diurno
Operador de Revirador de leira	1	Diurno
Motorista de caminhão e pá carregadeira	1	Diurno
Auxiliar de Pátio	1	Diurno
Montador de Leira	2	Diurno



Auxiliar Administrativo	1	Diurno
Composição da Equipe	7	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

5.9.6. Tratamento e destinação de resíduos volumosos e de construção civil

5.9.6.1. Concepção dos serviços de tratamento e destinação de resíduos volumosos e de construção civil

O objeto deste capítulo do Estudo de Viabilidade é a apresentação da realização da destinação dos resíduos sólidos urbanos provenientes de processos não industriais, constituídos basicamente por material volumoso não removido pela coleta pública municipal rotineira, como móveis e equipamentos domésticos inutilizados, grandes embalagens e peças de madeira, resíduos vegetais provenientes da manutenção de áreas verdes públicas ou privadas, de construções, reformas, reparos, demolições e outros, comumente chamados de entulhos. Os resíduos provenientes da construção civil (entulhos) serão englobados em resíduos volumosos.

5.9.6.2. Prognóstico

5.9.6.2.1. Premissas do projeto

Para estimar a quantidade de resíduos de construção civil gerada, foi necessário primeiramente fazer a projeção populacional para os anos da concessão, calculando o crescimento populacional do Município de Aracruz. A quantidade de Resíduos Volumosos e de Construção Civil destinada foi calculada seguindo a tendência populacional de Aracruz, juntamente com a quantidade de resíduos destinados ao longo do tempo. A projeção foi detalhada no tópico 5.4 - ESTUDO DE PROJEÇÃO POPULACIONAL.

As quantidades de resíduos de construção civil foram calculadas a partir da projeção populacional pelo método aritmético. Levando em consideração um valor médio produzido de resíduos de construção civil de 49.031 (quarenta nove mil e trinta e um) toneladas no ano de 2024 e considerando a projeção populacional calculada de 106.248 (cento e seis mil duzentos e quarenta e oito) habitantes, converte-se a tonelada por ano para tonelada por habitante por ano conforme equação a seguir:

$$RCC_{per\ cap.} = \frac{m_{c.c.}}{P(t)} \quad (\text{Equação 164})$$

Na qual:



RCC_{per cap.} = quantidade de resíduos da construção civil por habitante por ano (ton/hab.ano);

mc.c. = massa média de resíduos da construção civil produzida no ano de referência (ton.);

P(t) = população do Município no ano de referência (hab.ano).

Com essa premissa de tonelada por habitante a cada ano, é possível calcular a projeção de resíduos de construção civil em todos os 35 (trinta e cinco) anos da concessão representado na Tabela 100.

Tabela 100 - Projeção de resíduos sólidos de construção civil (entulhos)

Ano Contrato	Ano	População	RCC (t/ano)
1	2026	109.359	50.466,64
2	2027	110.914	51.184,24
3	2028	112.469	51.901,84
4	2029	114.025	52.619,90
5	2030	115.580	53.337,49
6	2031	117.135	54.055,09
7	2032	118.690	54.772,68
8	2033	120.246	55.490,74
9	2034	121.801	56.208,34
10	2035	123.356	56.925,94
11	2036	124.912	57.643,99
12	2037	126.467	58.361,59
13	2038	128.022	59.079,19
14	2039	129.578	59.797,24
15	2040	131.133	60.514,84
16	2041	132.688	61.232,44
17	2042	134.243	61.950,03
18	2043	135.799	62.668,09
19	2044	137.354	63.385,69
20	2045	138.909	64.103,28
21	2046	140.465	64.821,34
22	2047	142.020	65.538,94
23	2048	143.575	66.256,54
24	2049	145.131	66.974,59
25	2050	146.686	67.692,19
26	2051	148.241	68.409,79
27	2052	149.796	69.127,38
28	2053	151.352	69.845,44



29	2054	152.907	70.563,04
30	2055	154.462	71.280,63
31	2056	156.018	71.998,69
32	2057	157.573	72.716,29
33	2058	159.128	73.433,88
34	2059	160.684	74.151,94
35	2060	162.239	74.869,54

Fonte: IPGC, 2025.

Estima-se que em 2026, primeiro ano de concessão, serão geradas 50.466,64 (cinquenta mil quatrocentos e sessenta e seis inteiros e sessenta e quatro centésimos) toneladas de resíduos de construção civil no Município Aracruz, já no último ano de concessão em 2060, serão geradas 74.869,54 (setenta e quatro mil oitocentos e sessenta e nove inteiros e cinquenta e quatro centésimos) toneladas de resíduos.

5.9.6.2.1.1. Premissas gerais

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção dos equipamentos, foi considerada um coeficiente de proporcionalidade para manutenção referente ao valor mensal total do equipamento. O valor da taxa está relacionado ao tipo de equipamento, visto que, alguns equipamentos demandam maior custo de manutenção. A Tabela 101 abaixo mostra os coeficientes considerados para o projeto de Usina de Reciclagem de RCC.

Tabela 101 - Coeficientes de proporcionalidade para manutenção

Equipamento/Veículo	Coeficiente de manutenção (%)
Caminhão basculante ou porta contêineres	90
Pá carregadeira	100
Usina de RCC	80

Fonte: IPGC, 2025.

Calcula-se o custo com manutenção conforme equação abaixo.

$$C_M = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad \text{(Equação 165)}$$

Na qual:

$C_{M, veículo}$ = Custo com manutenção do veículo e equipamento (R\$/mês);

$V_{n, veículo}$ = Valor do veículo novo (R\$);



k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u, \text{veículo}}$ = Vida útil do veículo (anos).

Para a realização do serviço, deverão ser considerados veículos leves e caminhões semipesados para transporte de pessoal. O consumo mensal de combustível deve levar em consideração o tamanho do percurso, o rendimento do veículo e o preço atual do combustível. O cálculo do custo com o combustível se dá pela equação a seguir.

$$Comb_{\text{veículo}} = Q_{km, \text{veículo}} * R_{\text{veículo}} * p_{\text{comb}} * n_{\text{veículo}} \quad (Equação \quad 166)$$

Na qual:

$Comb_{\text{veículo}}$ = custo do consumo de combustível por mês do veículo (R\$/mês);

$Q_{km, \text{veículo}}$ = quantidade de quilômetros rodados pelo veículo por dia (km/dia);

$R_{\text{veículo}}$ = rendimento do veículo ou consumo de combustível por quilômetro rodado (L/km);

p_{comb} = preço do combustível (R\$/L);

$n_{\text{veículo}}$ = número de dias em que se usou a veículo em um mês (dia).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos.

$$C_{S.I, \text{veículo}} = \frac{[(V_{u, \text{veículo}} + 1) * V_{n, \text{veículo}}] * (S + I)}{2 * V_{u, \text{veículo}} * 12} \quad (Equação \quad 167)$$

Na qual:

$C_{S.I, \text{veículo}}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u, \text{veículo}}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n, \text{veículo}}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);



I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

5.9.6.2.1.2. Premissas específicas

O dimensionamento da estrutura da Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil foi realizado com base em premissas apresentadas pelo Ministério do Meio Ambiente e por benchmarking com empresas do setor. O projeto conceitual foi elaborado em função destas premissas e das informações de projeção de demandas (final de plano) de resíduos de construção civil a serem recebidos pela unidade. Para o dimensionamento da área da usina de RCC foi utilizado a Tabela 102 a seguir.

Tabela 102 – Premissas para dimensionamento da usina de reciclagem de RCC

Densidade dos RCC (kg/m ³)	1.300
Capacidade de processamento da Usina (ton/h)	40
Fator de segurança (%)	1,40
Área de transbordo e triagem	195,48
Área de manobra	900
Área ocupada pela Usina (m ²)	4.200
Altura padrão de baía de recebimento (m)	1
Área de armazenamento após o processamento	4.105,09

Fonte: IPGC, 2025.

Para o projeto foi dimensionada uma área total de 9.838,76 (nove mil oitocentos e trinta e oito inteiros e setenta e seis centésimos) m², sendo está o resultado do somatório da área de transbordo e triagem, área de manobra, área ocupada pela usina de RCC e uma área de armazenamento após o processamento dos resíduos.

5.9.6.2.2. Processo de trabalho

Os serviços de tratamento e destinação final de resíduos de construção civil deverão ser realizados no local em que ocorre a destinação final dos resíduos, sendo disponibilizada uma área de 9.838,76 (nove mil oitocentos e trinta e oito inteiros e setenta e seis centésimos) m². A operação do local ficará a cargo da equipe da CONCESSIONÁRIA.

A usina de reciclagem está dividida em 3 (três) painéis de comando, painel dos equipamentos da área de peneiramento, painel dos equipamentos da britagem e equipamentos da área de carregamento e primeira separação.



Os equipamentos da área de carregamento e de britagem estará em funcionamento em todos os processos da usina e o britador só entra em operação quando o objetivo for processar material cinza, colocando o transportador móvel sobre a peneira classificatória para permitir a ligação dos equipamentos na área de peneiramento, equipamentos estes que normalmente só são utilizados para os materiais cinzas.

A CONCESSIONÁRIA deverá iniciar o processo de tratamento do resíduo volumoso e de construção civil (entulhos) com uma pré-triagem, sendo separados os resíduos de acordo com suas classes A, B, C ou D. Os rejeitos que são passíveis de serem usináveis são todos de classe A, sendo que os demais deverão ser armazenados, transportados e destinados de acordo com as normas específicas de cada classe.

É importante que seja informado na entrada a origem do material que está sendo transportado, de forma que seja possível classificar os resíduos e indicar o melhor local para que ocorra o descarregamento dos rejeitos, de forma que facilite a logística da triagem.

Deverá existir um local com divisa para os diferentes tipos de resíduos, tais como: entulho, madeiras, reforma e demolição, entre outros, de forma que facilite os processos seguintes.

Após o processo de pré-triagem, deverá ser ligado todos os equipamentos e material suficiente para a operação, ideal 3 (três) a 4 (quatro) horas antes do início das atividades da usina de reciclagem de material. Aproximadamente 200 (duzentos) toneladas inicia o carregamento com a Pá Carregadeira alimentando constantemente o Alimentador Vibratório.

O Alimentador Vibratório deve ser carregado de forma constante, preferencialmente mantendo sempre uma pequena camada de material no equipamento antes do próximo carregamento, só esvaziando por completo no final da jornada. O Alimentador Vibratório tem a função de alimentar o Transportador da Correia de alimentação do Trommel de forma constante e uniforme, dando uma boa qualidade de peneiramento ao primeiro sistema de separação e triagem dos materiais beneficiados.

O equipamento Trommel conta com um sistema de variação de velocidade para que na operação possa ser obtido o melhor resultado possível do material passando pelo mesmo, isto significa eliminar o máximo de material particulados menores que 50 (cinquenta) mm, além de areia e outros itens indesejados como sujeiras, pregos e pequenos metálicos.



Após passar o material pelo Trommel, o resíduo entra em um Transportador de Correia de Separação de Biomassa. Neste Transportador de Correia, que também conta com um variador de velocidade, onde ajusta a velocidade ideal do processo de forma a manter o mesmo constante, contamos com 8 (oito) bocas de descarte onde trabalha a equipe de separação de biomassa. Inicialmente o material passa ainda por um Separador Magnético contínuo para retirar todos os metálicos soltos no processo, descartando-os automaticamente para a bica e caçamba de descarte.

Deverá ser realizada também uma triagem secundária, objetivando uma maior qualidade dos resíduos de construção civil, esse processo será realizado de forma manual, onde os operadores farão a retirada de todos os materiais inservíveis para o processo de britagem como madeira, plásticos, papel, papelão, lata de alumínio, etc. Essa triagem irá contribuir para extrair os resíduos que não são pertencentes a classe A. No final deste Transportador há um outro ventilador de alta velocidade para soprar materiais pequenos de biomassa que possam não ter sido retirados no processo de separação.

Os rejeitos classe A de maior dimensão deverão se quebrados, de forma que atendam as condições necessárias para o processo de triagem secundária para obtenção dos agregados. O Britador de Impacto é equipamento da linha de Reciclagem de Materiais para realizar a quebra dos resíduos. O britador deve receber materiais até 500 (quinhentos) mm de dimensão pois a boca de recebimento do Britador tem 600 (seiscentos) mm, por precaução enviar somente até 500 (quinhentos) mm, mas preferencialmente estes materiais devem ser separados na triagem de forma a serem quebrados em pedaços menores, de forma a não parar constantemente o processo da usina.

Após passar pelo Britador, que é regulado para que se obtenha o Agregado Reciclado Misto ou os Materiais Cinzas como brita 1 (um), brita 2 (dois), pedrisco e pó de brita, será definida a posição de operação do Transportador Móvel, pois dependendo do tipo de material sendo carregado no Alimentador Vibratório, irá trabalhar produzindo a Bica Corrida Reciclada/Agregado Reciclado Misto ou os Agregados Cinza para peneiramento e a devida classificação.

Esses materiais obtidos no processamento têm potencial de serem comercializados em diferentes segmentos do mercado. A venda desses materiais pode gerar uma receita mensurável para a CONCESSIONÁRIA e para o PODER CONCEDENTE, contribuindo para a viabilidade



financeira do empreendimento e incentivando ainda mais a prática da reciclagem na indústria da construção civil.

O PODER CONCEDENTE reserva-se o direito de solicitar à CONCESSIONÁRIA um quantitativo dos produtos resultantes da reciclagem de resíduos da construção para utilização em projetos municipais, sem incorrer em custos adicionais para o PODER CONCEDENTE.

Os gessos que forem recolhidos na triagem primária deverão ser separados e armazenados em um local que seja coberto, sem umidade e com piso concretado, já que esse resíduo em contato com o solo e umidade poderá alterar a alcalinidade do solo e contaminar o lençol freático.

Na mesa de triagem, que deverá estar localizada em local plano, deverá ter operadores dos dois lados de forma a realizarem a triagem final dos resíduos, com contentores próximos para destinação dos resíduos como papéis, papelão, plásticos, madeira, materiais não recicláveis. No final da mesa apenas estará aqueles resíduos que irão virar agregados.

O serviço de tratamento e destinação de resíduos volumosos e de construção civil será **medido por tonelada tratada**, devendo a CONCESSIONÁRIA emitir Laudo Técnico dos serviços realizados no período. Para a aferição dos serviços, a FISCALIZAÇÃO da CONCESSIONÁRIA irá realizar o acompanhamento *in loco* das equipes, dos horários e do PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

O PODER CONCEDENTE, no término de cada mês e através da equipe da FISCALIZAÇÃO, irá emitir ATESTADO OPERACIONAL DE MEDIÇÃO DOS SERVIÇOS no primeiro dia do mês subsequente para que a CONCESSIONÁRIA realize a conferência.

5.9.6.2.3. Tecnologias propostas

Para a execução da operação da Unidade de Tratamento e Destinação dos Resíduos de Construção Civil, deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 103 – Equipamentos

Veículo / Equipamento	Quantidade
Caminhão Basculante	1
Pá Carregadeira	1
Usina de RCC	1

Fonte: IPGC, 2025.



O Caminhão Basculante ou porta-contêineres a ser utilizado na execução dos serviços tem a função de transporte dos resíduos de construção civil e deverá possuir idade máxima de 7 (sete) anos.

A pá carregadeira possui a função de organização e transporte dos resíduos sejam esse já processados pela usina ou não. Esta máquina deverá possuir idade máxima de 5 (cinco) anos.

A Usina de RCC será a responsável pela trituração dos resíduos oriundos da construção civil e transformação deles em agregados para posterior reciclagem. Este equipamento deverá possuir idade máxima 15 (quinze) anos.

5.9.6.2.4. Implantação

Para a implantação da usina de reciclagem de resíduos de construção civil deverá ser realizado um piso em concreto, para alocação da usina. Esse piso de concreto deverá possuir área de 9.838,76 (nove mil oitocentos e trinta e oito inteiros e setenta e seis centésimos) m².

5.9.6.2.5. Insumos utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais, por unidade foi utilizada a Tabela 104 a seguir:

Tabela 104 - Vida útil dos utensílios

Descrição	Vida útil mensal
Luvas	2
Capacete	12
Calçados	2
Colete refletor	4
Uniforme	2

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução da unidade de tratamento e destinação de Resíduos Volumosos, deverão ser dispostos os insumos, utensílios e EPIs trazidos a seguir:

Tabela 105 – Insumos, EPIs e suas quantidades

Uniformes	Quantidades
Uniforme	9
Calçados	9
EPIs	
Luvas	7



Capacete	9
Colete refletor	9

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento levou em consideração a Tabela 104 de vida útil dos insumos e utensílios e considerou o tempo e concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

5.9.6.2.6. Projeção mão de obra

A definição das equipes de mão de obra e seu quantitativo é realizado em função do porte e da concepção da Usina Resíduos de Construção Civil.

Para realização da operação da Unidade de Tratamento de Resíduos de Construção Civil no município de Aracruz, a mão de obra disponibilizada deverá ser:

- Período diurno: composto por 1 (um) equipe com 1 (um) supervisor, 1 (um) operador de máquina, 1 (um) motorista com CNH compatível e 6 (seis) manipuladores de resíduos

Na realização da operação da Unidade de Tratamento de Resíduos Volumosos e de Construção Civil, são utilizados equipamentos de proteção individual, tais como:

- Luvas;
- Coletes refletivos;
- Calçados de segurança;
- Óculos;
- Boné, entre outros.

Descreve-se o resumo de fornecimento de mão de obra conforme trazido a seguir.

Tabela 106 - Resumo de fornecimento de mão de obra

Mão de Obra	Quantidade	Descritivo Técnico
Supervisor	1	Diurno
Operador de Máquina	1	Diurno
Motorista	1	Diurno
Manipulador de Resíduos	6	Diurno
Composição da Equipe	9	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.



6. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ECOPONTOS

6.1. CONCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A Educação Ambiental envolve os métodos pelos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências direcionadas à conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, crucial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. Dentre os objetivos fundamentais da Educação Ambiental podemos destacar o desenvolvimento de uma compreensão do meio ambiente em suas relações, abrangendo questões políticas, sociais, culturais e ecológicas.

6.2. CONCEPÇÃO DE ECOPONTOS

Os ecopontos são instalações especialmente projetadas para o recebimento de resíduos que não são contemplados pela coleta convencional. Esses locais oferecem uma solução prática e ambientalmente responsável para o descarte de materiais como resíduos volumosos, entulhos de pequenas reformas, resíduos eletrônicos, óleo de cozinha usado, entre outros. Ao disponibilizar pontos de coleta acessíveis e bem distribuídos pela cidade, os ecopontos ajudam a evitar o descarte inadequado desses materiais em vias públicas, terrenos baldios e áreas naturais, contribuindo para a preservação do meio ambiente e a saúde pública. Além disso, os ecopontos facilitam a reciclagem e o reaproveitamento de diversos tipos de resíduos, promovendo uma gestão de resíduos mais sustentável e eficiente.

6.3. CONCEPÇÃO DOS SERVIÇOS

São atribuições principais dos Educadores Ambientais a elaboração de uma série de roteiros em audiovisual com material educacional socioambiental, execução de campanhas educacionais de ação ambiental para a melhoria dos aspectos sanitários e de bem-estar e o auxílio nas ações realizadas pelo PODER CONCEDENTE quanto à prevenção, eliminação e diminuição dos riscos à saúde pública, para posterior intervenção dos problemas sanitários decorrentes no meio ambiente, auxiliando a municipalidade nas ações de vigilância sanitária.

Os ecopontos desempenham a função crucial de fornecer locais acessíveis e apropriados para o descarte de resíduos que não são contemplados pela coleta convencional, como móveis, eletrodomésticos, entulhos de pequenas reformas, restos de poda e resíduos eletrônicos. Esses pontos estratégicos de coleta garantem que esses materiais sejam descartados de maneira correta e ambientalmente responsável, evitando o acúmulo indevido em locais públicos.



6.4. PROGNÓSTICO

6.4.1. Premissas

Para a estruturação do projeto foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de Educação Ambiental obtidas a partir de análise de dados referente ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de benchmarking de projetos relacionados ao objeto de estudo.

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção do veículo, foi considerada um coeficiente de proporcionalidade para manutenção de 60% para o veículo leve, do valor mensal do total do veículo. O valor da taxa está relacionado ao tipo de veículo, visto que, alguns equipamentos demandam maior custo de manutenção. Calcula-se o custo com manutenção conforme equação abaixo.

$$C_{M,veículo} = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Eq. 168})$$

Na qual:

$C_{M, veículo}$ = Custo com manutenção do veículo (R\$/mês);

$V_{n, veículo}$ = Valor do veículo novo (R\$);

k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u, veículo}$ = Vida útil do veículo (anos).

Para a realização do serviço, deverão ser considerados veículos leves. O consumo mensal de combustível deve levar em consideração o tamanho do percurso, o rendimento do veículo e o preço atual do combustível. O cálculo do custo com o combustível se dá pela equação abaixo.

$$Comb_{veículo} = Q_{km,veículo} * R_{veículo} * p_{comb} * n_{veículo} \quad (\text{Eq. 169})$$

Na qual:

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível por mês do veículo (R\$/mês);



$Q_{\text{km, veículo}}$ = quantidade de quilômetros rodados pelo veículo por dia (km/dia);

$R_{\text{veículo}}$ = rendimento do veículo ou consumo de combustível por quilômetro rodado (L/km);

p_{comb} = preço do combustível (R\$/L);

$n_{\text{veículo}}$ = número de dias em que se usou a veículo em um mês (dia).

O gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser considerado como sendo 10% do valor dispendido com combustível conforme equação abaixo.

$$Cons_{F.O.L,veículo} = 0,1 * Comb_{veículo} \quad (\text{Eq. 170})$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L,veículo}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para o veículo (R\$/mês);

$Comb_{veículo}$ = custo do consumo de combustível pelo veículo por mês (R\$/mês).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:

$$C_{S.I,veículo} = \frac{[(V_{u,veículo} + 1) * V_{n,veículo}] * (S + I)}{2 * V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Eq. 171})$$

Na qual:

$C_{S.I,veículo}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u,veículo}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n,veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).



O cálculo da quantidade mensal de folders/panfletos necessárias foi baseado na quantidade de residências do município de Aracruz de acordo com o Censo do IBGE de 2022, sendo o valor de 42.008 (quarenta e dois mil e oito) domicílios recenseados.

6.4.2. Processo de Trabalho

Os serviços referentes a educação ambiental deverão ser realizados em todo o município com a elaboração de palestras em escolas, feiras públicas e demais eventos públicos visando conscientizar os munícipes acerca da questão ambiental, do descarte correto dos resíduos, coleta seletiva, reciclagem e divulgar o serviço gratuito dos Ecopontos espalhados pela cidade, levando em consideração também datas comemorativas.

As palestras possuem um gasto previsto e deverão ser realizadas semanalmente (15 vezes por mês) pelo Engenheiro Ambientalista ou pelo biólogo com o auxílio de um assistente ou dos educadores. Tais palestras devem possuir metodologia apropriada ao público-alvo, de forma a facilitar o entendimento da mensagem transmitida.

Estão previstos também a produção de materiais para auxiliar na divulgação de Ecopontos e na conscientização da população. Esses materiais deverão conter informações importantes sobre materiais recicláveis, o descarte correto de resíduos domiciliares, os endereços dos Ecopontos com uma lista dos resíduos que estes locais podem receber e a forma correta de utilizar o espaço.

Os folders/panfletos deverão ser entregues para os munícipes em suas residências. Além disso, deverão ser realizados 30 (trinta) anúncios por mês em rádios locais para divulgar a ação que está sendo realizada e a implementação dos Ecopontos.

Com o intuito de aumentar o alcance da informação, levou-se em consideração a criação de vídeos educativos que tratam de forma didática sobre a Educação Ambiental, os Ecopontos e sobre os problemas atuais.

O material digital deverá ser produzido com auxílio de software e deverá conter as mesmas informações dos folders/panfletos físicos e possibilitam a divulgação em redes sociais dos mais diversos tipos.

Será realizado ações em praças, feiras e praias, locais estratégicos onde há grande circulação de pessoas e geração significativa de resíduos. Deverá ser realizado um planejamento e definição das atividades educativas, que poderão incluir palestras interativas, distribuição de materiais informativos, dinâmicas lúdicas e oficinas sobre reciclagem e compostagem. Também deverão



ser promovidas demonstrações práticas sobre a segregação correta dos resíduos, incentivando a adoção de boas práticas no descarte.

No dia da ação, a equipe responsável realizará a montagem do espaço educativo, garantindo visibilidade e acessibilidade para os participantes. Durante a atividade, deverão ser abordados temas como a responsabilidade compartilhada na gestão de resíduos, os impactos do descarte irregular, a importância da reciclagem e a valorização dos trabalhadores da limpeza urbana e do manejo de resíduos. Em feiras e praias, deverão ser reforçadas informações sobre a redução de plásticos descartáveis e o descarte adequado de resíduos orgânicos e recicláveis.

A equipe de educação ambiental também deverá realizar interações diretas com os frequentadores dos locais, esclarecendo dúvidas e incentivando práticas mais sustentáveis no dia a dia. Como forma de ampliar o impacto da ação, poderão ser distribuídos brindes sustentáveis, como sacolas reutilizáveis e panfletos com dicas de separação de resíduos.

Por fim, será feito um registro das atividades realizadas, incluindo o número de participantes e a avaliação da receptividade do público. Essas informações serão utilizadas para aprimorar futuras edições do projeto, garantindo maior engajamento e eficácia na promoção da educação ambiental voltada para a limpeza urbana e o manejo correto dos resíduos.

6.4.3. Tecnologias Propostas

Para a execução do serviço de Educação Ambiental deverão ser dispostos os seguintes equipamentos:

Tabela 107 - Equipamentos Educação Ambiental

Veículo / Equipamento	Quantidade
Veículo Leve	1
Notebook	4

Fonte: IPGC, 2025.

O veículo leve será utilizado para deslocamento da equipe nas palestras e para eventuais serviços, sendo que deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

Os notebooks serão utilizados pela equipe para desenvolvimento das atividades e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.



6.4.4. Insumos Utilizados

Para dimensionamento dos insumos, do desenvolvimento de conteúdo e outros serviços, por unidade foi utilizada a tabela a seguir:

Tabela 108 - Vida útil dos utensílios e serviços auxiliares

Descrição	Vida útil mensal
Uniforme completo (calça e blusa)	2
Sapato de segurança	2
Software para produção de material digital	1
Panfletos/Folders Informativos	1
Palestra	1
Divulgação em Rádio	1
Ações Praia/Praças/Feiras	1

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de educação ambiental deverão ser dispostos os insumos e utensílios e EPIs a seguir.

Tabela 109 - Uniformes e EPIs

Uniformes	Quantidades
Uniforme completo (calça e blusa)	5
EPIs	
Sapato de segurança	5

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do desenvolvimento de conteúdo necessário para o serviço de educação ambiental deverão ser executados as atividades a seguir.

Tabela 110 - Desenvolvimento de conteúdo

Descrição	Quantidade Mensal
Software para produção de material digital	1
Panfletos/Folders Informativos	42.008
Palestra	15
Divulgação em Rádio	30
Ações Praia/Praças/Feiras	10

Fonte: IPGC, 2025.

6.4.5. Projeção de Mão de Obra

Para a execução dos serviços relacionados ao Programa de Educação Ambiental deverá ser



disposta a seguinte mão de obra:

- Período Diurno: 1 (um) engenheiro responsável/palestrante compartilhado com outros serviços, 1 (um) designer gráfico, 1 (um) assistente, 1 (um) biólogo e 1 (um) educador.

Os horários dos serviços de Educação Ambiental serão:

- Período diurno: das 08h:00min as 17h:00min, com intervalo de 01h:00min.

Descreve-se o resumo de fornecimento a seguir:

Tabela 111 - Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Engenheiro responsável/Palestrante*	1	Diurno
Designer gráfico	1	Diurno
Assistente	1	Diurno
Biólogo	1	Diurno
Educadores	1	Diurno
Composição da Equipe	5	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

*Engenheiro será compartilhado com outros serviços.

6.4.6. Instalação de Ecopontos

Para auxiliar na ampliação do serviço de Educação Ambiental em Aracruz foi estabelecida a criação e implementação de 12 (doze) Ecopontos no município. Estes espaços irão receber materiais recicláveis, resíduos volumosos, resíduos de construção civil, lâmpadas usadas, pilhas e baterias usadas, óleo de cozinha, restos de poda, telhas e pneus.

A ideia principal é oferecer locais acessíveis para o descarte de resíduos que normalmente são dispostos de forma incorreta. Para isso serão implementados 12 (doze) ecopontos, que irão conter cada um deles com 3 (três) caçambas, 1 (um) contêiner, 1 (um) coletor de pilhas e baterias, 1 (um) coletor de óleo de cozinha e 1 (um) coletor de lâmpadas.

Na implementação de tais serviços, estão previstos a limpeza do terreno e a construção da rampa de acesso, que facilita o despejo dos resíduos nas caçambas por parte dos munícipes. Tais premissas foram devidamente calculadas e estipuladas através do cálculo da área total para a limpeza e volume solto considerando a taxa de empolamento do solo como mostra a equação a seguir.



$$VS = VC * (1 + TE) \quad \text{(Equação 3)}$$

Para a regularização do solo do local, está prevista a utilização de pedras de brita em parte do terreno, levando em consideração o plantio de grama em cerca de 1/5 (um quinto) da área em cada Ecoponto. Além disso, o terreno contará com um cercamento em tela e um portão para garantir a segurança do local.

Cada ecoponto contará com 1 (um) vigia/fiscal e 1 (um) ajudante, em 1 (um) turno, sendo este diurno, com frequência de 6 (seis) dias por semana. A CONCESSIONÁRIA será fiscalizada de acordo com o **PLANO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS** que deverá ser entregue pela CONCESSIONÁRIA e aprovado pelo PODER CONCEDENTE.

Para a execução do serviço de instalação de Ecopontos deverão ser dispostos os seguintes equipamentos e serviços:

Tabela 112 - Equipamentos Ecopontos

Equipamento	Quantidade
Ecopontos	
Caçamba	38
Coletor de pilhas e baterias	12
Coletor de óleo de cozinha	12
Coletor de lâmpadas	12
Contêineres	12
Caminhão poliguindaste	3

Fonte: IPGC, 2025.

Tabela 113 - Serviços de engenharia

Serviço	Quantidade
Quantidade de brita (m ³)	1.440
Grama (m ²)	19.500
Portão	12
Cerca (m)	480

Fonte: IPGC, 2025.

Tabela 114 - Serviços preliminares

Serviço	Quantidade
Limpeza do terreno (m ²)	90.000
Escavação, carga e transporte de material 1ª categoria (m ³)	204,15

Fonte: IPGC, 2025.



A tabela a seguir mostra os insumos a serem utilizados no serviço de implementação dos Ecopontos.

Tabela 115 - Vida útil dos utensílios e serviços auxiliares

Descrição	Vida útil mensal
Uniforme completo (calça e blusa)	2
Boné	4
Sapato de segurança	2
Luva de raspa	2
Óculos de segurança	2
Capacete	12

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço de instalação dos Ecopontos deverão ser dispostos os insumos e utensílios e EPIs a seguir.

Tabela 116 - Uniformes e EPIs

Uniformes	Quantidades
Uniforme completo (calça e blusa)	29
Boné	29
EPIs	
Sapato de segurança	29
Luva de raspa	29
Óculos de segurança	29
Capacete	29

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução dos serviços relacionados à instalação de Ecopontos deverá ser disposta a seguinte mão de obra:

- Período Diurno: 3 (três) motoristas com CNH compatível, 13 (treze) vigias/fiscais de ecoponto e 13 (treze) ajudantes;
- A reserva técnica já está no descritivo acima.

Os horários dos serviços no ecoponto serão:

- Período diurno: das 08h:00min as 17h:00min, com intervalo de 01h:00min.



Tabela 117 - Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade	Descritivo Técnico
Vigia/Fiscal de ecoponto	13	Diurno
Ajudante	13	Diurno
Motorista	3	Diurno
Composição da Equipe	29	Diurno

Fonte: IPGC, 2025.

7. ADMINISTRAÇÃO LOCAL, ATENDIMENTO AO USUÁRIO E OUVIDORIA

7.1. CONCEPÇÃO DO SERVIÇO

Segundo o Tribunal de Contas da União (TCU), o serviço discriminado como administração local é um componente do custo direto da obra e compreende a estrutura administrativa de condução e apoio à execução da construção, composta de pessoal de direção técnica, pessoal de escritório e de segurança (vigias, porteiros, seguranças etc.) bem como, materiais de consumo, equipamentos de escritório e de fiscalização.

O suporte ao cliente é tão importante quanto a efetividade do serviço prestado. Portanto, a atuação de diversas formas pode resultar em uma maior eficiência e uma consequente satisfação do consumidor. Pode-se destacar as formas de atendimento por telefone, através de canais de suporte; pontos presenciais; e-mail; redes sociais e até mesmo autoatendimento. Em última instância, quando o problema do usuário não é resolvido, o caso é enviado para a Ouvidoria para ser elucidado, de maneira estratégica, para ser o mais eficiente possível.

A Ouvidoria é o órgão responsável pelo tratamento das manifestações relativas às políticas e aos serviços públicos prestados sob qualquer situação e deve receber, analisar e responder as manifestações em linguagem simples, clara, concisa e objetiva de forma a ser uma ponte entre o cidadão e o município. O usuário do serviço público pode se manifestar através de elogios, reivindicações, requerimentos, denúncias, e, ainda, dar sugestões ou pedir informações sobre os serviços prestados pelos diversos âmbitos da administração municipal através da Ouvidoria.

Uma vez que se amplia a participação do cidadão na construção de uma cidade melhor, o diálogo entre município e Ouvidoria promove o aperfeiçoamento da prestação dos serviços públicos. É importante salientar que a Ouvidoria não substitui os canais de atendimento e deve ser mobilizada quando o cidadão não tiver sua solicitação atendida.

De acordo com o Marco Legal de Saneamento Básico (Lei Nº14.026, de 15 de Julho de 2020), cabe à Agência Nacional de Águas (ANA) a regulação tarifária dos serviços públicos de



saneamento básico, com o objetivo de promover a prestação adequada, o uso racional de recursos naturais, o equilíbrio econômico-financeiro e a universalização do acesso ao saneamento básico, que contempla o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza e drenagem urbana, e manejo de resíduos sólidos e águas pluviais. Essa cobrança é feita na forma de impostos, incluso na conta de água ou luz, ou separadamente por meio de boleto de pagamento.

O setor de Relação com o Usuário será responsável dar suporte sobre a cobrança da tarifa, registrar reclamações, solicitações, elogios, reivindicações, denúncias, sugestões dos usuários e informações gerais referentes aos serviços prestados. Esse setor deverá atuar diretamente no atendimento ao munícipe usuário dos serviços, receber solicitações, prestar esclarecimentos, atender reclamações e solucionar assuntos pertinentes a tarifa e realização dos serviços.

7.2. PROGNÓSTICO

7.2.1. Premissas

Para a estruturação do projeto, foram utilizadas premissas definidas pela equipe de engenheiros e técnicos responsáveis pela elaboração deste Estudo de Viabilidade. A seguir, são apresentadas as premissas utilizadas para o desenvolvimento do serviço de administração local, atendimento ao usuário e ouvidoria obtidos a partir de análise de dados referente ao município e adquiridas por meio de pesquisas e estudo de benchmarking de projetos relacionados ao objeto de estudo.

Para cálculo da estimativa do custo de manutenção do veículo, foi considerada um coeficiente de proporcionalidade para manutenção de 60% para o veículo leve, do valor mensal do total do veículo. O valor da taxa está relacionado ao tipo de veículo, visto que, alguns equipamentos demandam maior custo de manutenção. Calcula-se o custo com manutenção conforme equação abaixo.

$$C_{M,veículo} = \frac{V_{n,veículo} * k}{V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Eq. 172})$$

Na qual:

$C_{M, veículo}$ = Custo com manutenção do veículo (R\$/mês);

$V_{n, veículo}$ = Valor do veículo novo (R\$);



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (ES)

k = Coeficiente de proporcionalidade para manutenção (adimensional);

$V_{u, \text{veículo}}$ = Vida útil do veículo (anos).

Para a realização do serviço, deverão ser considerados veículos leves. O consumo mensal de combustível deve levar em consideração o tamanho do percurso, o rendimento do veículo e o preço atual do combustível. O cálculo do custo com o combustível se dá pela equação abaixo.

$$Comb_{\text{veículo}} = Q_{km, \text{veículo}} * R_{\text{veículo}} * p_{\text{comb}} * n_{\text{veículo}} \quad (Eq. 173)$$

Na qual:

$Comb_{\text{veículo}}$ = custo do consumo de combustível por mês do veículo (R\$/mês);

$Q_{km, \text{veículo}}$ = quantidade de quilômetros rodados pelo veículo por dia (km/dia);

$R_{\text{veículo}}$ = rendimento do veículo ou consumo de combustível por quilômetro rodado (L/km);

p_{comb} = preço do combustível (R\$/L);

$n_{\text{veículo}}$ = número de dias em que se usou a veículo em um mês (dia).

O gasto com filtros e óleos lubrificantes pode ser considerado como sendo 10% do valor dispendido com combustível conforme equação abaixo.

$$Cons_{F.O.L, \text{veículo}} = 0,1 * Comb_{\text{veículo}} \quad (Eq. 174)$$

Na qual:

$Cons_{F.O.L, \text{veículo}}$ = custo do consumo com filtros e óleos lubrificantes para o veículo (R\$/mês);

$Comb_{\text{veículo}}$ = custo do consumo de combustível pelo veículo por mês (R\$/mês).

No cálculo de impostos foi utilizado o valor médio de 2,5 % do valor total do veículo para cálculo do IPVA, visto que a definição do valor depende da localidade e do tipo de veículo. Para os seguros, o valor médio utilizado foi definido em 2,5% do valor total do veículo. A equação a seguir expressa o custo com seguros e impostos:



$$C_{S.I,veículo} = \frac{[(V_{u,veículo} + 1) * V_{n,veículo}] * (S + I)}{2 * V_{u,veículo} * 12} \quad (\text{Eq. 175})$$

Na qual:

$C_{S.I, veículo}$ = custo com seguros e impostos do veículo (R\$/mês);

$V_{u, veículo}$ = vida útil do veículo (anos)

$V_{n, veículo}$ = valor do veículo novo (R\$);

S = valor do seguro percentual ao valor total do veículo ao ano (%);

I = valor do imposto percentual ao valor total do veículo ao ano (%).

Para o dimensionamento do Veículo Leve, foi adotado a premissa de um veículo para cada engenheiro.

$$N_{veículo} = N_{eng} \quad (\text{Equação 176})$$

Na qual:

N_{eng} = número de engenheiro.

Para o dimensionamento da impressora foi adotado a seguinte equação a seguir para dimensionamento:

$$N_{impressora} = \frac{N_{eng} + N_{auxiliar} + N_{atendente}}{10}$$

Na qual:

N_{eng} = número de engenheiro;

$N_{auxiliar}$ = número de auxiliar de escritório;

$N_{atendente}$ = número de atendente.

Para o dimensionamento de notebook, móveis, utensílios e equipamentos foi adotado 1 (um) equipamento para cada funcionário com a função de escritório para gerenciamento das



atividades. Na composição de móveis, utensílios e equipamentos está sendo englobado estante para livros, mesa e gaveteiro.

7.2.2. **Processo de Trabalho**

O serviço de Relação com o Usuário deverá ser implantado no início da CONTRATO e deverá ser disponibilizado aos munícipes um setor específico para tratar as questões relativas ao atendimento, de forma presencial e remota (e-mail, WhatsApp, redes sociais). Esse setor deverá atuar diretamente no atendimento ao munícipe usuário dos serviços, receber solicitações, prestar esclarecimentos, atender reclamações e solucionar assuntos pertinentes.

O escritório de Relação com o Usuário deverá ser instalado no município de Aracruz em área acessível e centralizada, e deve contar com funcionários para atendimento presencial, telefônico e acesso ao sistema de dados. O atendimento deverá ser realizado, em horário comercial, de segunda a sexta-feira.

O processo de atendimento ao cliente pode ser descrito como é realizada a organização das etapas de atendimento, que ocorrem desde a solicitação de suporte, passando por tentativas de resolução com diferentes níveis de detalhe e, preferencialmente, finaliza com a solução do problema e com a satisfação do cliente.

Em geral, é recomendado que o processo de atendimento ao cliente compreenda estágios iniciais, que envolvem o primeiro contato feito pelo usuário. Em seguida, o estágio médio, onde se busca entender a reclamação do cliente e deve-se propor soluções cada vez mais aprofundadas e específicas.

Por fim, a estágio final do atendimento é apresentado ao cliente a pesquisa de satisfação, onde procura-se saber se o cliente teve sua dúvida atendida e se está satisfeito com a experiência que teve.

Os veículos e equipamentos deverão ser colocados em serviço abastecidos, equipados e mantidos em perfeitas condições de segurança, funcionamento, conservação e limpeza, com perfeito funcionamento do velocímetro, e mantidas as condições de pintura do equipamento, sendo que é de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a disponibilização de local para guarda de seus veículos e demais equipamentos quando estes não estiverem em serviço.



7.2.3. Tecnologias Propostas

Para a execução dos serviços, deverão ser dispostos os seguintes equipamentos descritos na Tabela 118 a seguir:

Tabela 118 - Equipamentos

Veículo / Equipamentos	Quantidade
Veículo Leve de 5 lugares	1
Impressora	3
Notebook	5
Móveis, utensílios e equipamentos	5
Ar- Condicionado	2
Celulares	4
Telefone Fixo	2

Fonte: IPGC, 2025.

O veículo leve será utilizado para auxílio nas atividades relacionadas a administração local e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

O notebook será utilizado para execução dos serviços da administração local e deverá possuir idade máxima de uso de 6 (seis) anos.

A impressora será utilizada para impressão dos arquivos que foram necessários para execução da administração local e deverá possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

Os móveis, utensílios e equipamentos serão utilizados pela equipe da administração local e deverão possuir idade máxima de uso de 10 (dez) anos.

O ar-condicionado será utilizado no local onde será administração local e deverá possuir idade máxima de uso de 12 (doze) anos.

Os celulares serão utilizados pela equipe da administração local e deverá possuir idade máxima de uso de 4 (quatro) anos.

Os telefones fixos serão utilizados pela equipe da administração local e deverá possuir idade máxima de uso de 5 (cinco) anos.

7.2.4. Insumos Utilizados

Para dimensionamento dos utensílios, insumos, uniformes e EPIs mensais, por unidade foi utilizada a Tabela 119 a seguir:



Tabela 119 - Vida útil dos utensílios e despesas do escritório

Descrição	Vida útil mensal
Material e suprimentos para escritório - kit tintas (04 cores) para impressora multifuncional	3
Material e suprimentos para escritório - papel A4	12
Material e suprimentos para escritório - canetas esferográficas	12
Kit de Limpeza	12
Material de Expediente e Limpeza	1
Aluguel de Escritório	1
Consumo de Água	1
Consumo de Energia	1
Link de Internet	1
Calça grossa	2
Camisa de brim	2
Pares de sapatos de segurança	2
Pares de luvas de raspa	2
Coletes refletivos	4
Capacete	12

Fonte: IPGC, 2025.

Para a execução do serviço deverão ser dispostos anualmente os kits de insumos, utensílios e EPI's descritos na Tabela 120 a seguir.

Tabela 120 – Quantidade de Insumos, uniformes, EPIs e despesas do escritório

Insumos	Quantidades
Material e suprimentos para escritório - kit tintas (04 cores) para impressora multifuncional	3
Material e suprimentos para escritório - papel A4	1
Material e suprimentos para escritório - canetas esferográficas	10
Kit de Limpeza	1
Material de Expediente e Limpeza	2
Uniformes	
Calça grossa	6
Camisa de brim	6
Pares de sapatos de segurança	3
EPIs	
Pares de luvas de raspa	1
Coletes refletivos	2
Capacete	2

**Despesa Escritório**

Aluguel de Escritório	1
Consumo de Água	1
Consumo de Energia	1
Link de Internet	1

Fonte: IPGC, 2025.

O dimensionamento deverá levar em consideração a Tabela 119 de vida útil dos insumos e utensílios e considerar o tempo de concessão de 35 (trinta e cinco) anos.

7.2.5. Projeção de Mão de Obra

Para a execução do serviço deverá ser disposto a seguinte mão de obra:

- Mão de Obra Técnica: 1 (um) Engenheiro/Gerente de Área compartilhado com outros serviços e 1 (um) Técnico de Segurança;
- Mão de Obra Operacional: 1(um) auxiliar de serviços gerais;
- Mão de Obra Administrativa: 1 (um) auxiliar de escritório; 1 (um) atendente de ouvidoria e 1 (um) atendente ao usuário.
- Não se considerou reserva técnica para mão de obra, pois os próprios encargos sociais já contemplam férias, faltas e licenças.

Os horários dos serviços de funcionamento da Administração Local serão:

- Período Diurno: de segunda feira a sexta feira, das 07h:00min às 16h:00min, com intervalo de 01h:00min para almoço.

Descreve-se o resumo do fornecimento a seguir:

Tabela 121 - Resumo de fornecimento

Fornecimento	Quantidade
Engenheiro*	1
Técnico de Segurança	1
Auxiliar De Serviços Gerais	1
Auxiliar De Escritório	1
Atendente de Ouvidoria	1
Atendente ao Usuário	1

Fonte: IPGC, 2025.

*Engenheiro será compartilhado com outros serviços.



8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16.246-1:2022. Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas – Parte 1: Poda.

ALVES, Rodrigo Couto; SILVA, Neliton Marques da; ANDRADE, Marcos Vinícius Barros de; MARQUES, Evely Laranjeira. Gerenciamento municipal de resíduos sólidos no Amazonas, Brasil. **Research, Society and Development**, [Manaus], v. 9, n. 12, p. 1 – 22, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11139/9931>. Acesso em: 07 out. 2022.

ANDRADE, Victor; LINKE, Clarisse Cunha. **Cidades de pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo**. Rio de Janeiro: Babilônia Cultura Editorial, 2017. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60729702/Cidades-de-pedestres_FINAL_CCS20190928-80585-kbn844-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667239912&Signature=dvjiap3WjCK3SLW2Qu7QAhvEUEvSLADcqDLi mvKwJ~yCKBXwtLL9JNYiZtzNMyezzJu5OxbNurCWQ-jOam0h2Od2XmDILKLvw~TmOT6YddeBzJCTCKnL3RXZwGrAThevYkaK9Z6VXBmcgDitvMp90Ez5vI0NJFcuDQM65AvDHP13KQ6BVPm5E~MFrDuLQqPo4HXHGxs7aiS7FFRArgJb4CTUVI~aC5q5NM4GK0OphddRnZu2b5Y51FbuoSLQAxjlp6fahW8ZuSTtyimWLhN1nYKHHSyOnazCvJBK-ai7GwlfNa0LZz13jNdSOK2nadOjhZfmFR6ityx6xEXTYHXOQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 31 out. 2022.

ARAÚJO, A. J., 1997, apud SCHALLENBERGER, Leonardo Serpa; ARAÚJO, Antonio José de; ARAÚJO, Michiko Nakai de; DEINER, L. Jay; MACHADO, Gilmar de Oliveira. Avaliação da condição de árvores urbanas nos principais parques e praças do município de Irati-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 5, n. 2, p. 105-123, 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66273/38146>. Acesso em: 03 nov. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.592: Geossintéticos - Identificação na obra. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.592: Geossintéticos - Identificação na obra. Rio de Janeiro, 2021.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.895: Construção de poços de monitoramento e amostragem – Procedimento. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.895: Construção de poços de monitoramento e amostragem – Procedimento. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.896: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.896: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

AUDAXCO – AUDAX COMPANY. Max Detergente – 1 litro – AudaxCo. [2022?]. Disponível em: <https://audaxco.com/portfolio/max-detergente-1-litro/>. Acesso em: 25 out. 2022.

BINDER, José Eugenio. Resultados do inventário florestal executado em propriedade no município de Paranaguá com objetivo de quantificar o volume de supressão florestal para instalação de empreendimento para pátio de contêiner e análise do enquadramento legal fitossociológico dos remanescentes florestais. Paranaguá, 2015. Disponível em: <https://www.paranagua.pr.gov.br/urbanismo/SERVI%20OS/EIV/EIV-arq%20EIV%20em%20an%20alise/DAGOSTRAN%20TERRAPLENAGEM%20LTDA/ANEXOS/Anexo%2009%20-%20Invent%20rio%20Florestal.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

CABRAL, Rafaela de Almeida. Análise comparativa dos indicadores de referência dos serviços de limpeza urbana no Município de São João Del Rei, nos anos de 2007 e 2008. **Seminário Sobre a Economia Mineira**, v. 14, 2010. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/6237124.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2022.

CENTRO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS. **Metrym Glossarivm Quantitativm Silvarvm**. 2015. Disponível em: [http://cmq.esalq.usp.br/wiki/doku.php?id=publico:metrym:glossarivm:a#:~:text=Altura%20\(d e%20%20%81rvores\),- Tipo%20de%20Verbete&text=Defini%20A7%20A3o%3A%20Grandezas%20definidas %20pela%20dist%20ncia,podem%20ser%20atribuidas%20diferentes%20alturas..](http://cmq.esalq.usp.br/wiki/doku.php?id=publico:metrym:glossarivm:a#:~:text=Altura%20(d e%20%20%81rvores),- Tipo%20de%20Verbete&text=Defini%20A7%20A3o%3A%20Grandezas%20definidas %20pela%20dist%20ncia,podem%20ser%20atribuidas%20diferentes%20alturas..) Acesso em: 01 nov. 2022.



CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Águas Subterrâneas: Proteção da Qualidade. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/informacoes-basicas/protecao-da-qualidade/>. Acesso em: 14 de junho de 2023.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA N° 003, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos de irrigação. Diário Oficial da União, Brasília, 02 de julho de 1990. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0003-280690.PDF>. Acesso em: 14 de Junho de 2023.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA n° 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos de infraestrutura rodoviária, ferroviária, aeroviária, aquaviária e de terminais e instalações relacionados. Diário Oficial da União, Brasília, 04 de abril de 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res08/res39608.pdf>
<http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20396.pdf>. Acesso em: 14 de junho de 2023.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA N° 003, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos de irrigação. Diário Oficial da União, Brasília, 02 de julho de 1990. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0003-280690.PDF>. Acesso em: 14 de Junho de 2023.

GASPAR, Gabriel Vidal. Diretrizes para o serviço de limpeza urbana de pequenos municípios. Monografia (Bacharelado) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Fortaleza, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/35389/1/2016_tcc_gvgaspar.pdf. Acesso em 21 set. 2022.

GOVERNO DE GOIÁS. Tribunal de Conta dos Municípios. Manual para análise de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Goiânia: TCMGO, 2017.

GOVERNO DO ACRE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Rio Branco: SEMA, 2012. 188 p.



GOVERNO DO AMAZONAS. Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Amazonas. Manaus: SEMA, 2017. 733 p.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Plano Distrital de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Brasília: SEMA, 2017, 154 p.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Brasília: SEMA, 2018. 797 p.

GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO. Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo. Orientações técnicas para elaboração do Projeto Básico de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos. 2019. Disponível em: https://www.tcees.tc.br/wp-content/uploads/2019/08/20190805-MANUAL_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf. Acesso em: 14 out. 2022.

GOVERNO DO MARANHÃO. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Maranhão. Plano Estadual de Gestão dos Resíduos Sólidos do Maranhão – PEGRS MA. São Luís: SEMA, 2012. 576 p.

GOVERNO DO MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar. Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Mato Grosso do Sul. Campo Grande: MS, v. 2, 2020. 424 p.

GOVERNO DO MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento Green, D. C., & Jamnejad, G. (1997). Settlement characteristics of domestic waste. In R. N. Yong, & H. R. Thomas (Eds.), *Proceedings of Geoenvironmental Engineering: Contaminated ground: fate of pollutants and remediation* (pp. 319-324). ICE Publishing.

IRIB – INSTITUTO DE REGISTRO IMOBILIÁRIO DO BRASIL. **Normas estaduais sobre destinação de áreas verdes em municípios paulistas é inconstitucional**. 21 jun. 2021. Disponível em: <https://www.irib.org.br/noticias/detalhes/normas-estaduais-sobre-destinacao-de-areas-verdes-em-municipios-paulistas-e-inconstitucional>. Acesso em: 31 out. 2021.

JUCÁ, J. F. T., MONTEIRO; V. E. D., OLIVEIRA, F. J.S. de, MACIEL; F. J. Monitoramento Ambiental do Aterro de Resíduos Sólidos da Muribeca. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNICA AMBIENTAL – REGEO'99 Anais... São José dos Campos –SP, p. 1-32, 1999.



LIMA, José Dantas de; FLORES NETO, Josué Peixoto; PEREIRA, Edilberto Fernandes; PEREIRA, Cláudio Martins; NÓBREGA, Claudia Coutinho. Serviços de varrição manual: método e planejamento – Estudo de caso: turma de Jaguaribe. **20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, [Belo Horizonte], 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Lima-60/publication/260320849_SERVICOS_DE_VARRICAO_MANUAL_METODO_E_PLANEJAMENTO_ESTUDO_DE_CASO_TURMA_DE_JAGUARIBE/links/56f8612308ae7c1fda30753e/SERVICOS-DE-VARRICAO-MANUAL-METODO-E-PLANEJAMENTO-ESTUDO-DE-CASO-TURMA-DE-JAGUARIBE.pdf. Acesso em: 14 out. 2022.

MARIANO, M. O. H. Recalques no aterro de resíduos sólidos da Muribeca-PE. 1999. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco

MILLANO, M. S., 1988, apud SCHALLENBERGER, Leonardo Serpa; ARAÚJO, Antonio José de; ARAÚJO, Michiko Nakai de; DEINER, L. Jay; MACHADO, Gilmara de Oliveira. Avaliação da condição de árvores urbanas nos principais parques e praças do município de Irati-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 5, n. 2, p. 105-123, 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66273/38146>. Acesso em: 03 nov. 2022.

Ministério da Saúde (MS). Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 4 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 14 de junho de 2023.

NEW YORK. **New York Plan. Seating**. 2018. Disponível em: <https://www1.nyc.gov/site/planning/plans/pops/pops-plaza-standards.page>. Acesso em: 19 out. 2022.

Palma, J. H. (1995) – Comportamento geotécnico de vertederos controlados de resíduos sólidos urbanos. 300 p. Tesis (Doctoral) Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Universidad de Cantabria.



PASSAMANI, Amanda Jeveaux; RAMOS, Larissa Leticia Andara; JESUS, Luciana Aparecida Netto de; CONDE, Karla Moreira. Qualidade socioambiental de praças: indicadores de conforto e imagem. **Revista Sítio Novo**, Instituto Federal do Tocantins, Palmas, v. 6, n. Edição Especial, p. 99-112, 2022. Disponível em: <https://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/1193/362>. Acesso em: 18 out. 2022.

PEREIRA, Máriam Trierweiler; GIMENES, Marcelino Luiz; SILVA, Frederico Fonseca da; ZANATTA, Odacir Antonio. Desenvolvimento de indicador de qualidade de áreas verdes urbanas (IQAVU) e aplicação em cidades paranaenses. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 5, n. 1, p. 132-159, 2012. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/2087/1703>. Acesso em: 31 out. 2022.

PREFEITURA DE BEBEDOURO. **Guia de arborização urbana**. 2018. Disponível em: https://www.bebedouro.sp.gov.br/portal/index.php/setor-de-arborizacao-e-paisagismo/item/download/7686_ebcd8852605bb2a8b66a867cceb0a492. Acesso em: 01 nov. 2022.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Anexo III – Projeto executivo. Superintendência de Limpeza Urbana, 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/slu/transparencia/Anexo%20III%20-%20Projeto%20Executivo.pdf>. Acesso em: 07 out. 2022.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Garis trabalham durante e após a chuva para amenizar efeitos das inundações**. 27 jan. 2020. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/garis-trabalham-durante-e-apos-chuva-para-amenizar-efeitos-das-inundacoes>. Acesso em: 24 out. 2022.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte – Relatório Diagnóstico. Superintendência de Limpeza Urbana, 2016. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/slu/2018/documentos/relat%C3%B3rio%20parcial%20Aspectos%20T%C3%A9cnicos%20Operacionais%20e%20de%20Infraestrutura.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.



PREFEITURA DE FORTALEZA. **Manual de arborização urbana de Fortaleza.** Secretaria Municipal do Urbanismo e Meio Ambiente. 2020. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/manuais/manual_arborizacao.pdf. Acesso em: 01 nov. 2022.

PREFEITURA DE PINDAMONHANGABA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Manual de Arborização e Paisagismo – Versão 1.** 2019. Disponível em: <https://www.pindamonhangaba.sp.gov.br/site/wp-content/uploads/2019/11/Manual-de-Arboriza%C3%A7%C3%A3o-Urbana-e-Paisagismo.pdf>. Acesso: 18 nov. 2022.

PREFEITURA DE REGISTRO. **Guia de Arborização Urbana.** 2017. Disponível em: <https://www.registro.unesp.br/Home/graduacao5111/2017-guia-de-arborizacao-urbana-do-municipio-de-registro.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2022.

PREFEITURA DE VACARIA. **Guia de arborização urbana.** Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente. Caxias do Sul: Lorigraf, 2021. Disponível em: <https://www.vacaria.rs.gov.br/guia-de-arborizacao-urbana.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2022.

PREFEITURA DE VINHEDO. **Guia de arborização urbana de Vinhedo.** Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo. 2018. Disponível em: https://www.vinhedo.sp.gov.br/arquivos/guia_de_ar_425353483149.pdf. Acesso em: 01 nov. 2022.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5560381/4146113/PDAUtotal5.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE KENNEDY. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Projeto básico de limpeza urbana.** 2013. 46 p. Disponível em: [http://www.presidentekennedy.es.gov.br/uploads/transparencia/_20140526095919_arq_PRJETBSIC\(LIMPEZAURBANA\).pdf](http://www.presidentekennedy.es.gov.br/uploads/transparencia/_20140526095919_arq_PRJETBSIC(LIMPEZAURBANA).pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

RAMOS, Helci Ferreira; NUNES, Fabrizia Gioppo; SANTOS, Alex Mota dos. Índice de áreas verdes como estratégia ao desenvolvimento urbano sustentável das Regiões Norte, Noroeste e Meia Ponte de Goiânia-GO, Brasil. **Cuaderno de Geografia: Revista Colombiana de Geografia**, Bogotá, v. 29, n. 1, 2020. Disponível em:



<https://www.redalyc.org/journal/2818/281863455007/281863455007.pdf>. Acesso em: 31 out. 2022.

REDE NACIONAL DE CAPACITAÇÃO E EXTENSÃO TECNOLÓGICA EM SANEAMENTO AMBIENTAL. Resíduos sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: guia do profissional em treinamento: nível 2 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte, 2008.120 p.

SCHALLENBERGER, Leonardo Serpa; ARAÚJO, Antonio José de; ARAÚJO, Michiko Nakai de; DEINER, L. Jay; MACHADO, Gilmara de Oliveira. Avaliação da condição de árvores urbanas nos principais parques e praças do município de Irati-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 5, n. 2, p. 105-123, 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66273/38146>. Acesso em: 03 nov. 2022.

SIMÕES, G. F. Modelo para Avaliação de Recalques em Aterros de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2000, 106 p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – R.J.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Glossário de Indicadores – Resíduos Sólidos: Indicadores sobre despesas e trabalhadores. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario_Indicadores_RS2020.pdf. Acesso em: 30 nov. 2022.

SOARES, Carlos Pedro Boechat; NETO, Francisco de Paula; SOUZA, Agostinho Lopes. **Livro Dendrometria e Inventário Florestal – Capítulo 2: Diâmetro, Circunferência e Área Basal**. 2017. Disponível em: <http://www.mensuracaoflorestal.com.br/capitulo-2-diametro-circunferencia-e-area-basal>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA – SBAU (1996) apud SILVA, Raphael Fonseca de Sá; MENEZES, Sady Junior Martins da Costa de; SOUZA, Maria Odete Alves de; AMORIM, Marcelo Cid. Cálculo do Índice de Arborização Urbana (Índice de Área Verde) como indicador de qualidade socioambiental para a cidade de Três Rio, RJ. **Anais 5º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade**, Rio de Janeiro, p. 686-694, 2016. Disponível em: https://itr.ufrj.br/sigabi/wp-content/uploads/5_sigabi/Sumarizado/104.pdf. Acesso em: 11 nov. 2022.



SOWERS, G. F.; Settlement of Waste disposal Fills. In: EIGHT INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERINGS. 1973. Moscow, URSS, v. 2, Part 2, p. 207-210, 1973.

WALL, D. K., ZEISS, C. Municipal landfill biodegradation and settlement. Journal of environmental engineering. Asce, 1995.

WOLMER, Fernando Antonio. Limpeza Pública. [2002?]. Disponível em: http://www.vivastri.com.br/versao_ingles/apostila_limpeza_urbana.pdf. Acesso em: 12 out. 2022.