PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB DO MUNICÍPIO DE BRODOWSKI – SP

LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

PREFEITURA MUNICIPAL DE
BRODOWSKI

2023

Sumário

1. APRESENTAÇÃO 6
2. EQUIPE TÉCNICA 7
3. INTRODUÇÃO 8
4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO DE BRODOWSKI E SUA INSERÇÃO REGIONAL 10
4.1 Aspectos Físicos Territoriais 10
4.1.1 Aspectos Gerais 10
4.1.2 Geologia e pedologia 11
4.1.3 Geomorfologia 12
4.1.4 Clima 12
4.1.5 Pluviosidade 14
4.1.6 Recursos Hídricos 15
4.1.7 Vegetação 16
4.1.8 Uso e Ocupação do Solo 17
4.1.8.1 Uso do solo 17
4.1.8.2 Densidades da Ocupação 17
4.2 Aspectos Sociais e Econômicos 17
4.2.1 Dinâmica Populacional 17
4.2.2 Características Econômicas 19
4.2.2.1 Emprego e renda 20
4.2.2.2 Finanças públicas municipais 22
4.2.3 Infraestrutura Urbana e Social 23
4.2.4 Qualidade de Vida e Desenvolvimento Social 29
4.3 Aspectos Ambientais 29
5 EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA E DEFINIÇÃO DE DEMANDAS 31
5.1 Evolução Demográfica 31
5.1.1 Modelo Aritmético 34
5.1.2 Modelo Geométrico 37
5.1.3 Modelo Decrescente 39
5.1.4 Modelo Logística 42
5.1.5 Comparação das metodologias utilizadas 45
6 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS RELATIVOS AOS SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESIDUOS SOLIDO 50
6.1 INTRODUÇÃO 50
6.2 OBJETIVO 52
6.3 METODOLOGIA 52
7 CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL E DEFINIÇÕES SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS 54
7.1 Resíduos Sólidos 54
7.2 Gerenciamento de Resíduos Sólidos 56
7.3 Resíduos sólidos urbanos 56
7.4 Resíduos de Serviços de Saúde 57
7.5 Resíduos com Logística Reversa 58
7.6 Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico 59
7.7 Resíduos Sólidos Cemiteriais 59
7.8 Resíduos de Óleos Comestíveis 59
7.9 Resíduos Industriais 60
7.10 Resíduos de Serviços de Transporte 60

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

7.11 Resíduos Agrossilvapostoris 60
7.12 Estratégias de Gestão em Função de Etapas do Diagnostico 61
7.13 Acondicionamento 62
7.14 Coleta 63
7.15 Transporte 66
7.16 Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos 67
7.17 Disposição Final 72
7.18 Lixão 72
7.19 Aterro Controlado 73
7.20 Aterro Sanitário 73
7.21 Aterro de Inertes 74
7.22 Pátio de Compostagem 75
7.23 Resíduos da Construção Civil 75
7.24 Normas e Legislação Pertinente 76
8 DIAGNOSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE BRODOWSKI 78
8.1 Resíduos Domiciliares 78
8.2 Coleta e Transporte dos Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais (RSD) ... 81
8.3 Disposição final – Estação de Transbordo 85
8.4 Resíduos Sólidos da Limpeza Urbana 88
8.5 Coleta Seletiva 91
8.6 Resíduos Cemiteriais 92
8.7 Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) 93
8.8 Resíduos da Construção Civil (RCC) 95
8.9 Resíduos Industriais 96
8.10 Resíduos das Atividades Agrossilvopastoris 97
8.11 Resíduos de Serviço de Transporte 98
8.12 Produtos e embalagens comercializados no Estado de São Paulo sujeitos à logística reversa 99
8.12.1Óleos comestível, óleos lubrificantes e filtro de óleo lubrificante automotivo 100
8.12.2Resíduos com logística reversa obrigatória 101
8.12.3Resíduos Sólidos Pneumáticos 102
8.13 Identificação das Áreas com Risco de Poluição e/ou Contaminação por Resíduos Sólidos 103
8.14 Resíduos de Serviço Público de Saneamento 107
8.15 Educação Ambiental 108
8.16 Análise Financeira da Gestão dos Resíduos Sólidos 108
9 PROGNOSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE BRODOWSKI 110
9.1 Estimativa da Produção de Resíduos Sólidos no Município de Brodowski 114
9.2 Destinação Final 115
9.3 Coleta Seletiva 115
9.4 Programa de Compostagem 117
9.5 Coleta resíduos sólidos domésticos 118
9.6 Coleta resíduos industriais 118
9.7 Resíduos limpeza urbana 119

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

9.8 Resíduos cemiteriais 119
9.9 Resíduos de serviço de saúde (RSS) 120
9.10 Resíduos da Construção Civil 121
9.11 Resíduos sólidos da região rural 122
9.12 Resíduos sólidos de atividade Agrosilvipastoril 123
9.13 Resíduos sólidos pneumáticos 124
9.14 Resíduos sólidos de serviços de transporte 124
9.15 Resíduos sólidos eletrônicos 125
9.16 Resíduos sólidos de serviços de saneamento 126
9.17 Educação ambiental 126
10 PLANO DE EXECUÇÃO 127
10.1 Implantação sistema de coleta seletiva 127
10.2 Implantação de Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil 133
10.3 Implantar Ecopontos na área Urbana do Município 139
10.4 Campanhas de Educação para melhorias nas condições e redução da geração de lixo 142
10.5 Criação de um parque Eco Industrial 143
11 OBJETIVO E METAS 146
12 Indicadores Técnicos Para o Sistema de Resíduos Sólidos 156
13 PLANO DE CONTINGÊNCIA 159
14 ACOMPANHAMENTO DO PLANO 163
15 FONTES DE RECURSOS 165
16 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE MACRODRENAGEM E MICRODRENAGEM URBANA DO MUNICÍPIO DE BRODOWSKI 167
16.1 Expansão Urbana 169
16.2 Impermeabilização Da Área Urbana 171
16.3 Drenagem Urbana 172
16.4 Estudos Hidráulicos, Hidrológicos e Modelagem Hidrológica das Bacias 173
16.4.1 VAZÃO DE PROJETO 181
16.4.1.1 Método Racional 181
16.5 Cálculo da capacidade e eficiência das Galerias de Água Pluvial – GAP de Brodowski 189
16.5.1 Ponto crítico 01: Viaduto Arlindo Violin 191
16.5.2 Ponto crítico 02: Parque Ambiental Pedro Zanon 194
16.5.4. Ponto crítico 04: Esquina das ruas General Carneiro com Antônio Zinato 200
16.6 Análise da situação atual 205
16.7 Descrição dos Sistemas de Manutenção da Rede de Drenagem 206
16.8 Defesa Civil existente no Município de Brodowski 207
16.8 Mecanismos e Procedimentos para a Avaliação Sistemática da Eficiência, Eficácia e Efetividade das Ações de Drenagem 207
16.9. Atuação da Fiscalização em Drenagem Urbana 210
16.10. Verificação de Ligações Clandestinas de Esgoto no Sistema de Drenagem Pluvial 210
17. PROGNÓSTICO PARA O SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS 212
17.2. Atualização continua do cadastro do sistema de drenagem do município 220
17.3 Atualização continua do cadastro topográfico georeferênciado da área urbana município 220

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

17.4 Levantamento cadastral do uso e ocupação do solo da área rural do município de Brodowski 220
17.5 Realização da Desinfecção dos Poços de Visitas 228
17.6 Readequação dos Poços de Visitas 228
17.7 Readequação das Ligações de Esgoto que estão conectadas nas Águas Pluviais 228
17.8 Hierarquização das prioridades das obras de macrodrenagem a serem implantadas 229
17.9 Eventos de emergência e contingência, suas possíveis origens e medidas a serem tomadas quando da sua ocorrência 230
17.10. Propostas de Implantação de medidas não estruturais para o Município de Brodowski 231
17.11 Princípios do Plano Diretor de Drenagem Urbana a Ser Implantado em Brodowski 235
17.12 Medidas não estruturais 237
17.13 Resumo dos princípios 239
17.14 Trabalho Técnico para propor Melhorias no Sistema de Drenagem no Município de Brodowski 240
17.15 Reservatórios de Detenção 240
17.16 Trincheira de Infiltração 243
17.17 Estudo de Algumas Medidas Compensatórias na Microdrenagem 243
17.18 Diretrizes Gerais para o Serviço de Drenagem Urbana 250
17.19 Plano de Contingência para Drenagem Urbana do Município de Brodowski 251
18 PROPOSTAS 256
18.1 Propostas Não-Estruturais 256
18.2 Programa de monitoramento hidráulico-hidrológico, previsão, alerta e resposta 256
18.3 Programa de educação Ambiental 257
18.4 Programa de medidas de fiscalização e controle 257
18.5 Programa de estruturação do setor de drenagem urbana 258
18.6 Definição do arranjo institucional 259
18.7 Programa de elaboração de Planos de Drenagem Municipal 260
18.8. Levantamento de Custos para Ações 262
18.9. Resumo das intervenções no sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas 263
19. AGÊNCIA REGULADORA 267
20. AUDIÊNCIA PÚBLICA 268
21. PROJETO DE LEI 274

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento, denominado Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB do Município de Brodowski-SP: LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS, apresenta os trabalhos desenvolvidos pelo Grupo Novaes referentes ao referente ao Pedido de Licitação 000447/22, dispensa nº 405, Pedido de Empenho nº 03028/22, data da emissão: 20/07/2022, de objeto: CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAM ENTO BÁSICO, NO QUE TANGE AO MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS E DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS, para o Munícipio de Brodowski-SP. O presente documento é apresentado em volume único, contendo os seguintes Capítulos:

I. Diagnóstico Geral;

II. Diagnóstico da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

III. Diretrizes, estratégias, programas, ações e metas para a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

IV. Diagnóstico da drenagem e manejo das águas pluviais;

V. Diretrizes, estratégias, programas, ações e metas para drenagem e manejo das águas pluviais.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

2. EQUIPE TÉCNICA

Para a elaboração do presente trabalho, a Empresa NOVAES Engenharia e Construções Ltda., conta com a seguinte equipe técnica apresentada no Quadro 2.1.

Quadro 2.1. Equipe técnica principal da Novaes Engenharia

Profissional	Função
Eng. Civil Dr. Luciano Farias de Novaes	Responsável Técnico
Eng. Químico Dr. Gustavo Almeida Frata	Engenheiro Químico
Eng. Civil Willian de Souza Faria	Engenheiro Civil
Dra. Micheli Manoel	Jurídico e Administrativo
Eng. Civil Bruno Henrique Marques	Engenheiro Civil
Lucas Dias	Engenharia Civil

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

3. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos observa-se que a finalidade dos projetos de saneamento saiu da concepção sanitária clássica e recaiu em uma abordagem ambiental, que visa não só promover a saúde do ser humano, mas, também, a conservação do meio físico e biótipo. Nesse cenário, a avaliação de alternativas ambientalmente favoráveis consolidou-se como uma etapa importante no processo de planejamento, no que se refere à formulação e seleção de propostas e à elaboração e detalhamento dos projetos selecionados.

A avaliação da viabilidade ambiental assume caráter de forte condicionante das alternativas a serem analisadas, ocorrendo, muitas vezes, a predominância dos critérios ambientais em relação, por exemplo, aos critérios econômicos. Por outro lado, verifica-se a baixa eficiência de instrumentos de planejamento relacionados à saúde pública, constituindo no Brasil uma importante lacuna em programas governamentais no setor de saneamento.

O modo de vida urbano, com a ausência, ou a ineficiência, de uma política urbana sustentável, modificou e trouxe danos sem precedentes aos seus recursos hídricos. As novas gerações não tiveram a oportunidade de conhecer os corpos d'água de seus antepassados e, de certa forma, são incapazes de compreender a dimensão das perdas. Os apelos de consumo de produtos e serviços de lazer sufocam as oportunidades de outrora, tanto quanto as condições atuais em que os ecossistemas aquáticos se encontram.

Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, de modo recorrente, os corpos de água são receptores de resíduos, que em condições de abundância e uso pouco intensivo não necessitam maiores cuidados com o controle de quantidade e qualidade. Mas em situações de escassez relativa, como as atuais, necessitam da adoção de medidas que considerem o controle do regime e uso, da poluição, entre outros.

Da compreensão dessas relações revela-se um pressuposto fundamental para o planejamento dos sistemas de saneamento em centros urbanos, de modo

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

a privilegiar os impactos positivos sobre a saúde pública e sobre o meio ambiente. No entanto, saliente-se que apesar do conceito de saneamento compreender os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a coleta e manejo de resíduos sólidos, a drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e o controle de vetores, considerar-se-ão, na elaboração deste Plano, as seguintes áreas: coleta e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, uma vez que o plano relativo ao abastecimento de água e esgotamento sanitário foi recentemente revisado para o município. Todavia, essa abordagem não descarta a importância das demais ações de saneamento, que também devem ser incorporadas oportunamente, na formulação de um modelo de planejamento integrado.

Com relação à regulação do setor de saneamento, apesar de previsto na Constituição de 1988, a União somente em 2007 aprovou a Lei 11.445, para o saneamento básico e somente em 21 de junho de 2010 foi regulamentada. Assim a Lei nº. 11.445/07 instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico (PNS), entendendo a promoção da salubridade ambiental como um objetivo permanente da Administração Pública Federal, a ser executada inclusive mediante a cooperação federativa dos Estados, Distrito Federal e Municípios, bem como com suas empresas, concessionárias e autarquias.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO DE BRODOWSKI E SUA INSERÇÃO REGIONAL

Brodowski é uma cidade de pequeno porte localizada a margem da rodovia Candido Portinari. A referida rodovia se inicia no trevo da rodovia Anhanguera na cidade de Ribeirão Preto e passa pelas cidades de Brodowski, Batatais, Franca, dentre outras cidades e termina na divisa do estado de São Paulo com Minas Gerais.

A seguir são descritos os aspectos geográficos, político-administrativos e fisiográficos que caracterizam o território que compreende o município de Brodowski.

4.1 Aspectos Físicos Territoriais

4.1.1 Aspectos Gerais

A cidade de Brodowski situa-se na região nordeste do estado de São Paulo e está localizada na latitude 20º 59’ 27” S, na longitude 47º 39’ 32” O, e altitude de 860 metros. Possui área de 278,46 km², topografia constituída de terrenos altos e planos, clima tropical de altitudes com inverno seco e verão quente e uma população estimada em 25.605 habitantes em 2022. Distante a 28,40 de Ribeirão Preto, a cidade é também conhecida coma Terra de Portinari por ser o local de nascimento do pintor mundialmente conhecido, Cândido Portinari.

A Figura 4.1 mostra a situação da cidade frente as demais da região.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

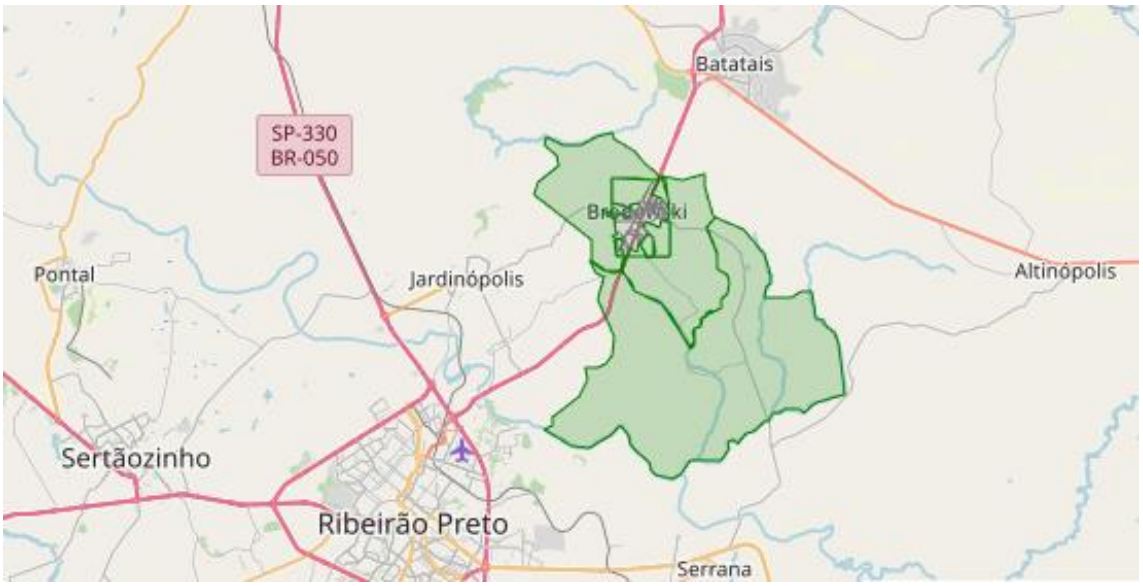


Figura 4.1 Mapa de Situação da Cidade de Brodowski

4.1.2 Geologia e pedologia

O município de Brodowski localiza-se no Planalto Ocidental Paulista, onde predominam as formas de relevo denudacionais originadas do intemperismo e erosão com colinas amplas e baixas com topos convexos, aplanados ou tabulares.

A cidade está situada sobre a Formação Serra Geral, constituída por uma sequência de derrames basálticos, com espessura de cada derrame variando de alguns metros até dezenas de metros. São rochas de coloração cinza a negra, toleíticas de textura afanítica. A espessura da Formação Serra Geral na cota da cidade (800m) situa-se em torno de 260 metros.

Subjacente ocorrem os sedimentos das formações Botucatu e Pirambóia, compostos para arenitos finos a médios, bem selecionados, arredondados, pouca matriz argilosa e friáveis, com espessura de ordem de 190 metros.

Na sequência tem-se os siltítos, argilitos e folhelhos da Formação Corumbataí, com ocorrências esporádicas de sill's de diabásio.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

4.1.3 Geomorfologia

Com relação à geomorfologia, que permite compreensão acerca da dinâmica das bacias de drenagem, incluindo aspectos importantes como a susceptibilidade a processos erosivos, o município de Brodowski situa-se, regionalmente, na unidade geomorfológica denominada de Planaltos Residenciais de Franca/Batatais.

Essa unidade corresponde ao reverso da cuesta no interflúvio Mogi/Grande. As formas de relevo denudacionais são constituídas basicamente por colinas de topo aplainados ao tubulares. As altitudes variam entre 800 e 1100 m e as vertentes apresentam declividades que variam entre 2 e 10%. Litologicamente esta unidade é constituída por constituída por arenitos e lentes de siltitos; os solos são do tipo Latossolo Vermelho Amarelo.

4.1.4 Clima

Em Brodowski, a estação com precipitação é abafada e de céu quase encoberto. A estação seca é de céu quase sem nuvens. Durante o ano todo, o clima é morno. Ao longo do ano, em geral, a temperatura varia de 12ºC a 30ºC e raramente é inferior a 8ºC ou superior a 35ºC.

A Figura 4.1 mostra as condições climáticas da cidade de Brodowski/SP durante o espaço de tempo de 01 ano.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

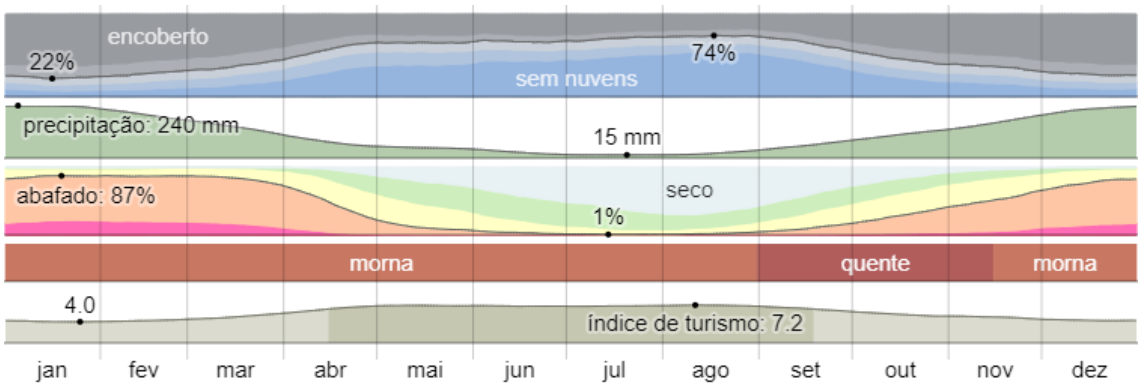


Figura 4.1 Condições Climáticas do Município de Brodowski no Período de 01 ano

A estação quente permanece por 2,9 meses, indo de 28 de agosto até o dia 26 de novembro, com temperatura máxima média diária acima de 29ºC. O mês mais quente em Brodowski é outubro, com máxima de 30ºC e mínima de 18ºC, em média.

A estação fresca possui duração de 2,4 meses, indo de 10 de maio até 21 de julho, com temperatura máxima diária em média abaixo de 26ºC. O mês mais frio do ano em Brodowski é junho, com a temperatura máxima de 26ºC e a mínima de 13ºC, em média.

A Figura 4.2 mostra as variações de temperaturas máximas e mínimas médias em Brodowski/SP.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

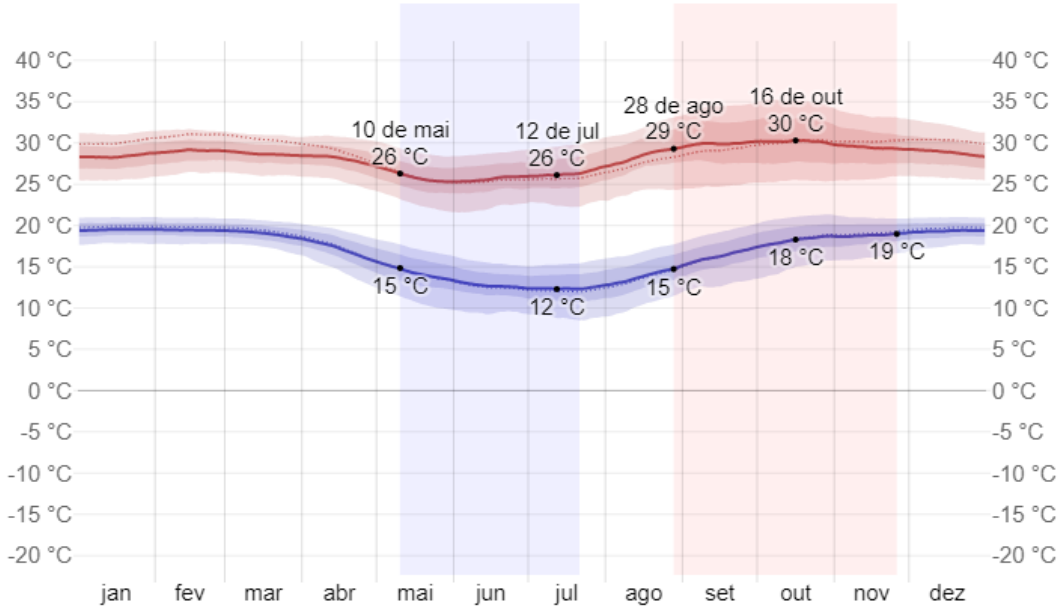


Figura 4.2 Variações de Temperaturas Máximas e Mínimas em Brodowski

4.1.5 Pluviosidade

Em Brodowski, a porcentagem média de céu encoberto por nuvens sofre extrema variação sazonal ao longo do ano. A época menos encoberta do ano começa próximo ao dia 4 de abril e perdura por aproximadamente 6,2 meses, terminando próximo ao dia 12 de outubro.

O mês menos encoberto por nuvens na cidade é agosto. Neste mês, em média, o céu está sem nuvens, quase sem nuvens ou parcialmente encoberto.

A época mais encoberta do ano é janeiro. Neste período, que começa próximo ao dia 12 de outubro e segue por aproximadamente 5,8 meses, o céu fica encoberto ou quase encoberto.

É considerado dia com precipitação aquele com precipitação mínima líquida ou equivalente a liquida de 1 milímetro. A probabilidade de dias com precipitação em Brodowski varia acentuadamente ao longo do ano. A estação com maior precipitação dura aproximadamente 5,7 meses, começando próximo ao dia 16 de outubro e seguindo até a data de 6 de abril, com probabilidade acima de 39% de que um determinado dia tenho precipitação.

Dentre os dias com precipitações, distinguimos entre os que apresentam somente chuva. O mês com mais chuva na cidade é o mês de janeiro, com média de 21,6 dias com probabilidade máxima de 72%.

O mês menos chuvoso é julho, com média de 15 milímetros de precipitação de chuva.

A Figura 4.3 ilustra graficamente a precipitação media da cidade no período de 01 ano.

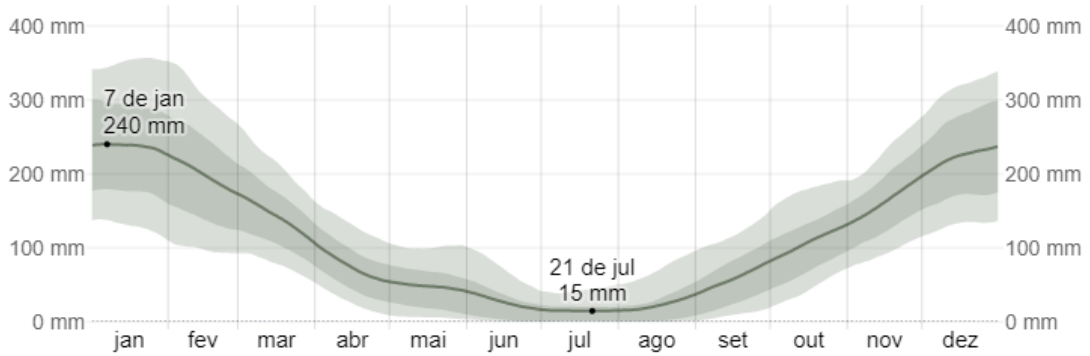


Figura 4.3 Precipitações no Município no Período de 01 ano.

4.1.6 Recursos Hídricos

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Pardo foi instalado no dia 12 de junho de 1996. Ao todo, o Comitê integra 27 municípios, dentre eles Ribeirão Preto, cidade que sedia a Secretaria Executiva e o município de Brodowski. Sua abrangência possui área de drenagem de 8.993 km² e população de 1.215.134 habitantes. A economia da Bacia é baseada no setor agrícola (agroindústria sucroalcooleira, citricultura e pastagens), industrias, comercio e serviços consolidados na região de Ribeirão Preto. Quanto a demanda de água, a Bacia se enquadra como “em industrialização”, apresentando uma disponibilidade hídrica razoável quando comparada a outras bacias do estado, e sua qualidade de água varia de média a boa. Uma das preocupações do Comitê é o Aquífero Guarani, pois 50% das cidades são abastecidas por esta fonte.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 4.4 Bacia Hidrográfica do Pardo

4.1.7 Vegetação

A cidade de Brodowski possui uma área de 27,85 hectares, deste total, segundo dados coletado da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente Instituto Florestal, apenas 13% possui cobertura vegetal nativa, computando uma área de 3.621 hectares.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

4.1.8 Uso e Ocupação do Solo

4.1.8.1 Uso do solo

O uso e a ocupação do solo são o reflexo de atividades econômicas. O cultivo de cana de açúcar corresponde a aproximadamente 51% do solo do municio. O restante é ocupado por mosaico de agricultura e pastagem, formação florestal, café, soja, entre outras atividades agrícola. O uso do solo é responsável por alterações na qualidade da água, do ar, do solo e de outros recursos naturais, que interferem diretamente na qualidade de vida da população.

4.1.8.2 Densidades da Ocupação

O município de Brodowski tem uma superfície territorial de 278,46 km², sendo que a maior parte desta área é destinada ao cultivo de cana de açúcar.

A população total estimada da cidade é de 25.605 munícipes, fazendo com que a Densidade Demográfica (Habitantes/km²) seja de 86,07. Com o grau de urbanização em 98,08%, Brodowski conta com a média de 3,0 habitantes por domicilio.

4.2 Aspectos Sociais e Econômicos

4.2.1 Dinâmica Populacional

Estima-se que o município de Brodowski possui população de 25.605 pessoas no ano de 2021. Contudo, o ultimo censo realizado pelo IBGE, no ano de 2010, informa que a população do município era de 21.107 habitantes.

Isto posto, a Figura 4.5 mostra a pirâmide etária do ano de 2010.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

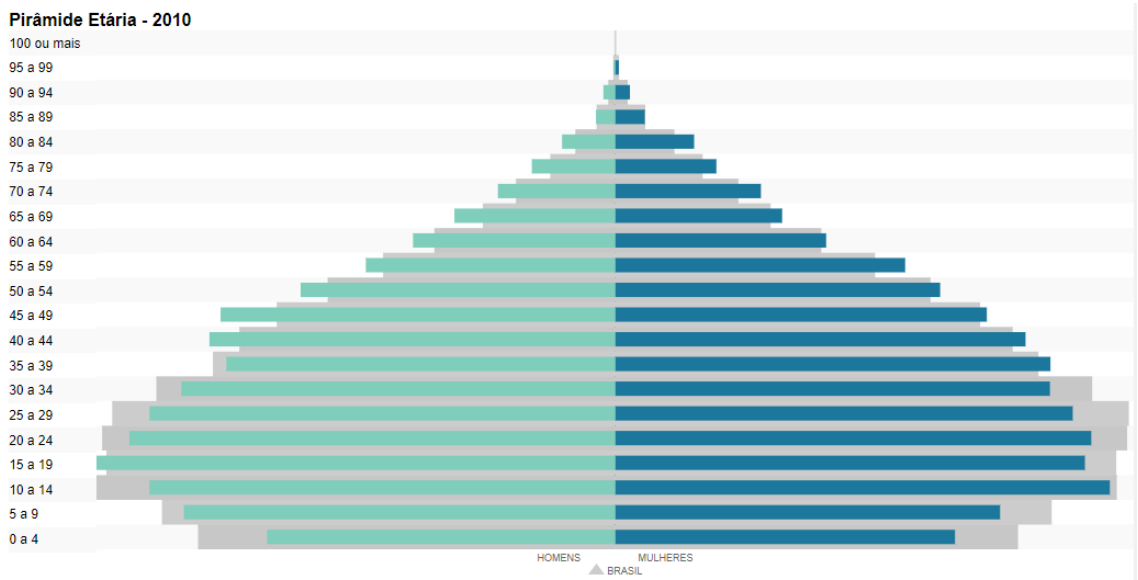


Figura 4.5 Pirâmide Etária do Ano de 2010

Os munícipes da cidade em questão, pertencem a três religiões distintas, católica apostólica romana, evangélica e espirita. Com 14.350 fiéis, a igreja católica é a que possui mais membros. Os evangélicos com 4.522 fiéis e 344 membros de centros espiritas.

A Figura 4.6 mostra em forma de gráfico, a quantidade de pessoas que pertencem a uma das 3 religiões anteriormente mencionadas.

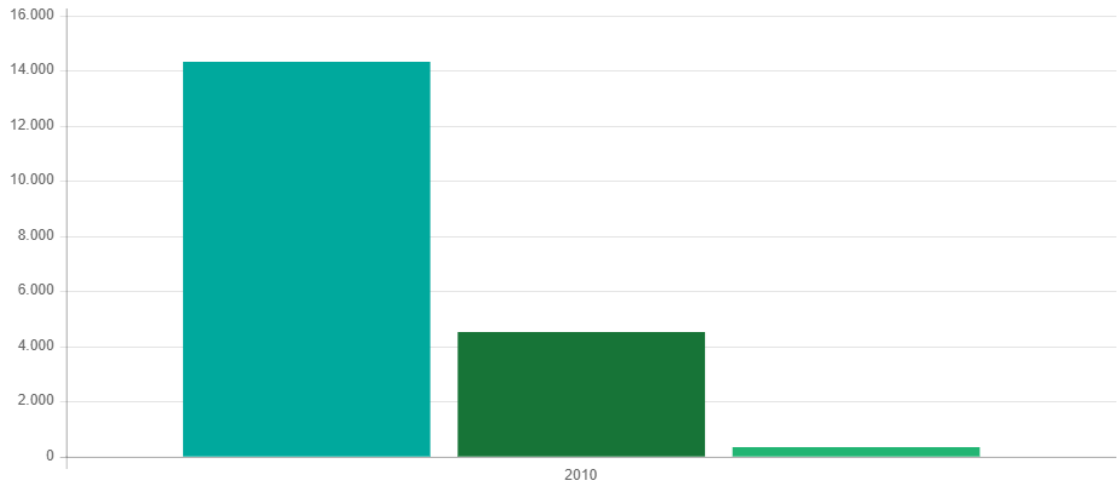


Figura 4.6 Quantitativo de Pessoas Pertencentes à 01 das 03 Religiões

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Este item visa analisar o comportamento populacional, tendo como base os seguintes indicadores demográficos:

- Porte e densidade populacional;
- Taxa geométrica de crescimento anual da população;
- Grau de urbanização do município.

Em termos populacionais, Brodowski pode ser considerado um município de pequeno porte. Com uma população de 25.605 habitantes, representa 0,06% da população do estado.

Sua extensão territorial de 278,458 km² traz um grau de urbanização de 98,9%.

Na dinâmica da evolução populacional, Brodowski apresenta uma taxa geométrica de crescimento nos últimos 12 anos (2010-2022) de 17,56%, o que corresponde a 1,46% de crescimento anual em média.

4.2.2 Características Econômicas

A cidade de Brodowski possui um Produto Interno Bruto (PIB) de R$ 667.524.660,00, de acordo com dados coletados do SEADE do ano de 2019. Este total representa 0,028% do PIB do Estado de São Paulo, que segundo o SEADE, no ano de 2019 teve o PIB de R$ 2.348.338.000.289.

O Produto Interno Bruto da cidade de Brodowski vem basicamente de 4 fontes, agropecuário – responsável por 9,2% do total, industrias – somando mais 18,8%, serviços de administração pública – mais 18,8% e por fim, com uma expressão maior nos rendimentos, o setor de serviços – representando 53,6% do PIB total do município.

A Tabela 4.1 mostra a distribuição do valor do PIB adicionado por setor.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 4.1 Distribuição do PIB Adicionado por Setor

	Agropecuária	Indústria	Serviços	Serviços Adm Pública
Valor	55.460.049	113.421.111	323.358.337	110.604.703
%	9,2	18,81	53,64	18,35

4.2.2.1 Emprego e renda

Segundo o IBGE, no ano de 2020, o salário médio mensal dos munícipes era de 2,0 salários mínimos mensal. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 23,6%. Na comparação com os outros municípios do estado, ocupava as posições 434 de 645 e 243 de 645, respectivamente. Já na comparação com cidades do pais todo, ficava na posição 2040 de 5570 e 988 de 5570, respectivamente.

A Figura 4.7 mostra os dados coletados do site do IBGE.

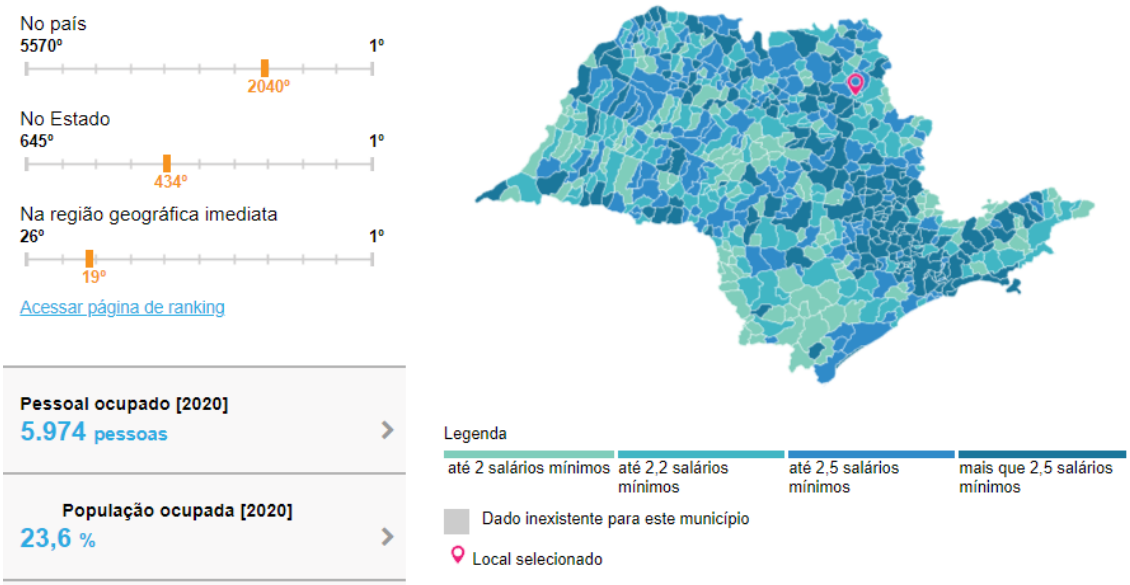


Figura 4.7 Dados de Emprego e Renda (IBGE)

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

De acordo com dados coletados do site do SEADE, o estado de São Paulo possuí 13.250.355 de pessoas com empregos formais, com salário médio de R$ 3.612,00. Dados coletados na mesma fonte relatam que a cidade de Brodowski possui 5.290 pessoas com empregos formais e com salário médio de R$ 2.243,00.

A Figura 4.8 mostra em forma de gráfico a evolução do emprego formal no município.

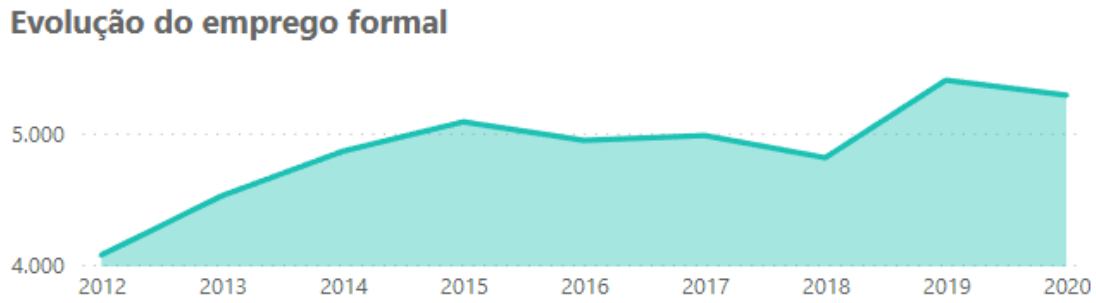
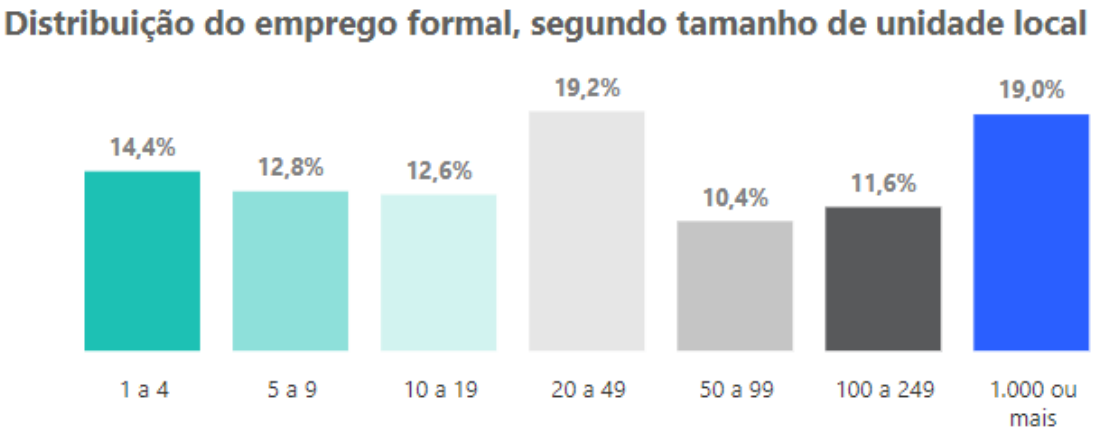


Figura 4.8 Evolução do Emprego Formal no Município

Já a Figura 4.9 mostra a distribuição de emprego formal, segundo tamanho da unidade local.



Fonte: Fundação Seade. Ministério do Trabalho e Previdência. *Em valores correntes de 2020.

Figura 4.9 Distribuição do Emprego Formal

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

A Figura 4.10 mostra o salário médio, segundo o grau de escolaridade.

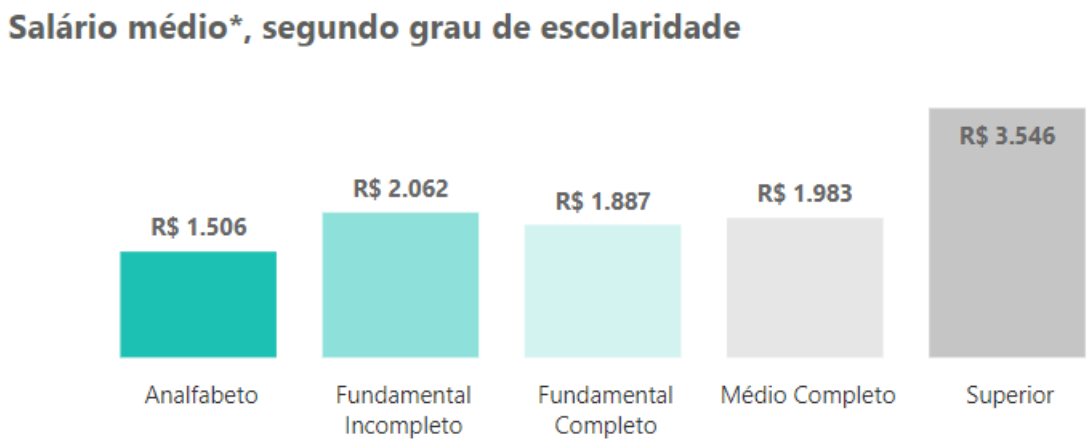


Figura 4.10 Salário Médio de Acordo com Grau de Escolaridade

4.2.2.2 Finanças públicas municipais

A análise das finanças públicas está fortemente vinculada à base econômica dos municípios, ou seja, o patamar da receita orçamentária e de seus dois componentes básicos, a receita corrente e a receita tributária, bem como o Imposto Sobre Serviços (ISS), são funções diretas do porte econômico e populacional dos municípios.

Para tanto, convencionou-se analisar a participação da receita tributária e Imposto Sobre Serviços na receita total do município, em comparação ao que ocorre no estado.

A Tabela 2 mostra o comparativo das receitas correntes, receitas tributárias e arrecadação de ISS entre a cidade de Brodowski e o Estado.

Tabela 4.2 Receitas Correntes, Tributárias e Arrecadações do ISS

Unidade Territorial	Receitas Correntes (total)	Receita Tributária (total)	Participação da Receita Tributária na Receita Total	Arrecadação de ISS	Participação do ISS na Receita Total
Brodowski	111.700.500,00	25.860.300,00	23,15%	7.774.200,00	6,96%

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

São Paulo (estado)	278.608.954.736,91	228.842.079.815,40	82,14%	5.120.376.570,74	1,84%

4.2.3 Infraestrutura Urbana e Social

A seguir são relacionadas as estruturas disponíveis, à circulação e dinâmica das atividades sociais e produtivas, além da indicação do atendimento às necessidades básicas da população pelo setor público em Brodowski.

- Sistema Viário

O sistema viário de Brodowski é formado basicamente pela Rodovia Candido Portinari (SP-334), Estrada Municipal Brodósqui Jardinópolis e a Rodovia Miguel Toloi.

A Figura 4.11 mostra a localização das rodovias e estrada municipal citada no parágrafo anterior.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

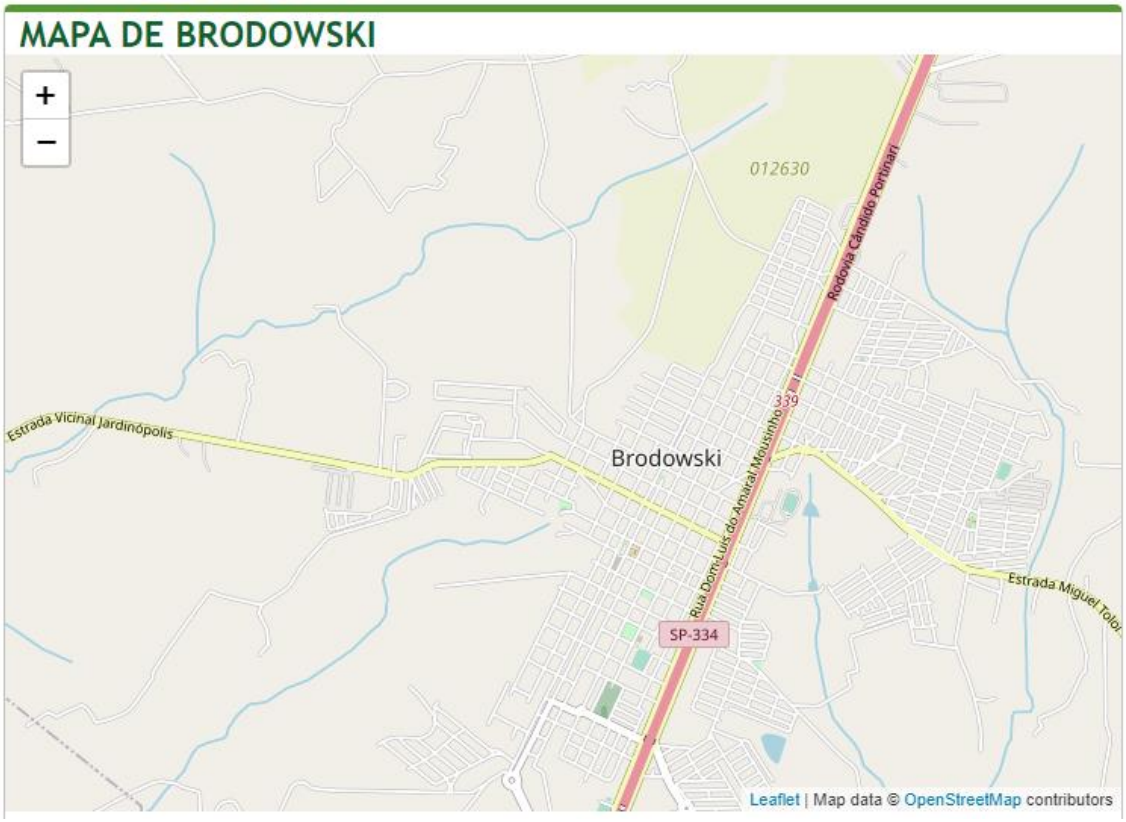


Figura 4.11 Localização das Rodovias e Estrada Municipal

- Energia

De acordo com o anuário de energéticos por municípios do estado de São Paulo, ano de 2021 – ano base 2020 – a cidade de Brodowski, com 10.573 consumidores residenciais, consumiu 24.992.591 kWh. Com consumo energético de 5.834.420 kWh, foram contabilizados 411 consumidores comerciais. Já os 284 consumidores rurais consumiram apenas 3.447.431 kWh. Das 83 industrias registradas na cidade foram contabilizados 3.594.394 kWh de consumo e somados aos consumidos pela iluminação pública, poder público, serviço público, totalizam 47.953.345 kWh consumidos pela cidade no ano de 2020.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

A Tabela 4.2 mostram os valores de energia consumida pela cidade de Brodowski no ano de 2020.

Tabela 4.2 Consumo de Energia na Cidade de Brodowski

Unid.	Resid.	Comer.	Rural	Industrial	Ilum. Pública	Poder Público	Serv. Público	Consumo Próprio	Total
N.C.	10.573	411	284	83	20	74	11	1	11.457
kWh	24.992.591	5.834.420	3.447.431	3.594.394	2.288.724	790.708	6.985.202	19.875	47.953.345

- Saúde

Segundo dados coletados do site do SEADE, o estado de São Paulo possui 2,78 médicos a cada mil habitantes. Já enfermeiros são 1,48 para cada mil habitante.

Já o município de Brodowski conta com 1,56 médicos e 0,98 enfermeiros a cada mil habitantes, sendo que deste total, 95% dos médicos e 96% dos enfermeiros pertencem ao Sistema Únicos de Saúde (SUS).

A Figura 4.12 mostra o quantitativo de médicos por especialidades da cidade.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Médicos por especialidade

Especialidade	SUS	Não SUS	Total
Clínico	26	2	28
Pediatria	3	0	3
Saúde da Família	2	0	2
Cardiologia	1	0	1
Dermatologia	1	0	1
Ginecologia Obstetra	1	0	1
Neurologia	1	0	1
Oftalmologia	1	0	1
Ortopedia e traumatologia	1	0	1
Psiquiatria	1	0	1
Total	**38**	**2**	**40**

Figura 4.12 Quantitativo de Médicos por Especialidades

- Ensino

O estado de São Paulo, segundo o site SEADE, possui taxa de aprovação de 98,6%, 0,8% para taxa de reprovação e 0,6% para pessoas que abandonaram os estudos ainda no ensino fundamental. Já na cidade de Brodowski a taxa de aprovação é de 96,7%, um pouco abaixo da média do estado, 1,0% para reprovados e 2,3% para pessoas que abandonaram os estudos ainda no ensino fundamental.

A

Tabela 4.3 mostra o comparativo das taxas de aprovação, reprovação e abandono entre o estado de São Paulo e o município de Brodowski.

Tabela 4.3 Comparativo de Qualidade de Ensino do Estado de São Paulo e Município de Brodowski

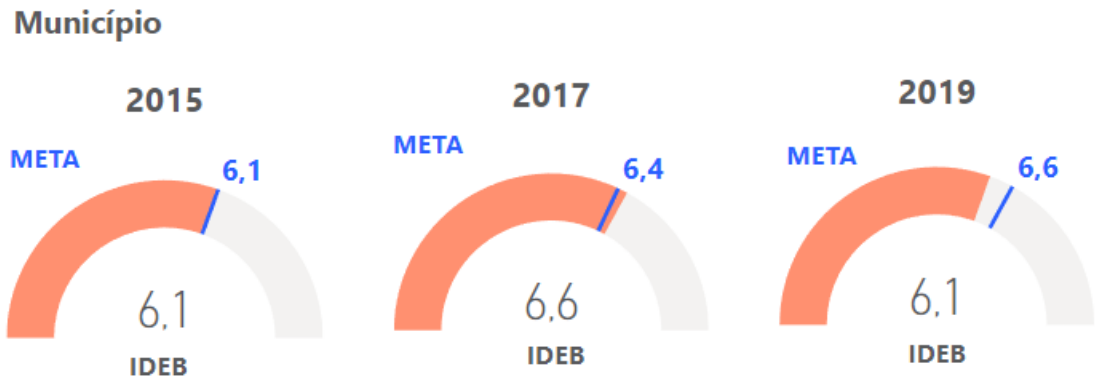
Local	Taxas de Aprovação	Taxas de Reprovação	Taxas de Abandono
São Paulo (estado)	98,6	0,8	0,6

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Brodowski	96,7	1,0	2,3

Consultando os dados fornecido no site da SEADE, é notável que quanto mais perto da conclusão do ensino médio, mais abandono dos estudos existem.

A Figura 4.13 mostra em forma de gráfico e tabela o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nos anos 2015, 2017 e 2019 do município de Brodowski, do 1º ao 5º ano.

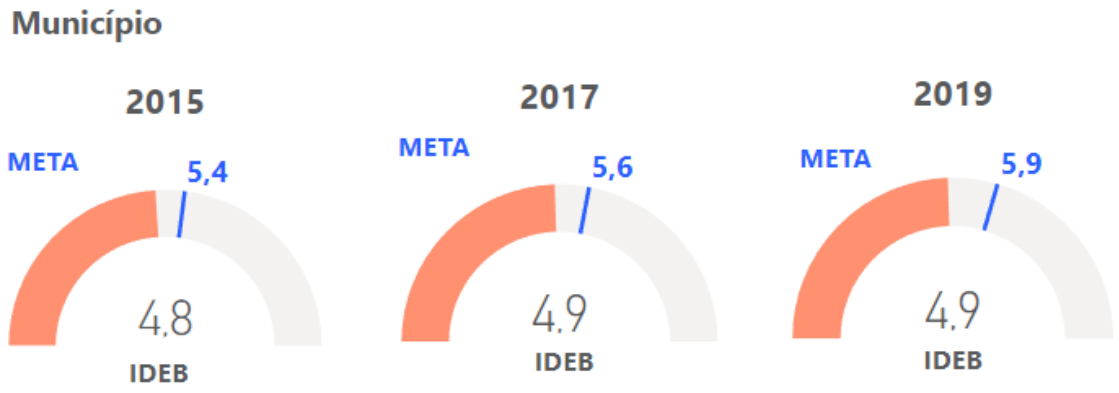


Rede	Ideb 2015	Ideb 2017	Ideb 2019	Meta 2015	Meta 2017	Meta 2019
Municipal	6,1	6,6	6,1	6,1	6,4	6,6
Pública	6,1	6,6	6,1	6,1	6,4	6,6

Figura 4.13 Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - 1º ao 5º ano

A Figura 4.14 mostra em forma de gráfico e tabela o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nos anos 2015, 2017 e 2019 do município de Brodowski, do 6º ao 9º ano.

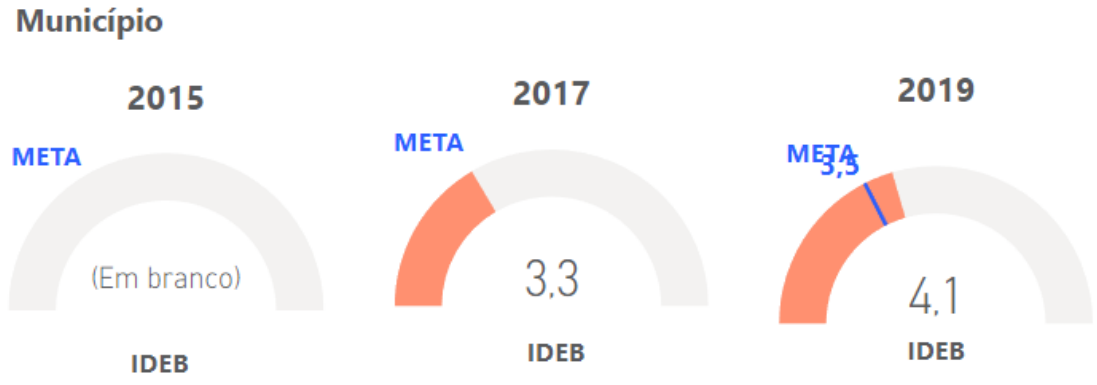
novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br



Rede	Ideb 2015	Ideb 2017	Ideb 2019	Meta 2015	Meta 2017	Meta 2019
Estadual	4,9	3,8		4,9	5,1	5,4
Municipal	4,8	5,2	5,0	5,8	6,0	6,2
Pública	4,8	4,9	4,9	5,4	5,6	5,9

Figura 4.14 Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - 6º ao 9º ano

E por fim, a Figura 4.15 mostra em forma de gráfico e tabela o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nos anos 2015, 2017 e 2019 do município de Brodowski, alunos do ensino médio.



Rede	Ideb 2015	Ideb 2017	Ideb 2019	Meta 2015	Meta 2017	Meta 2019
Estadual		3,3	4,1			3,5
Pública		3,3	4,1			3,5

Figura 4.15 Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - Ensino Médio

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

4.2.4 Qualidade de Vida e Desenvolvimento Social

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

A Figura 4.16 mostra em forma de gráfico, os índices de riquezas, longevidade e escolaridade da cidade de Brodowski, nos anos 2014, 2016 e 2018.

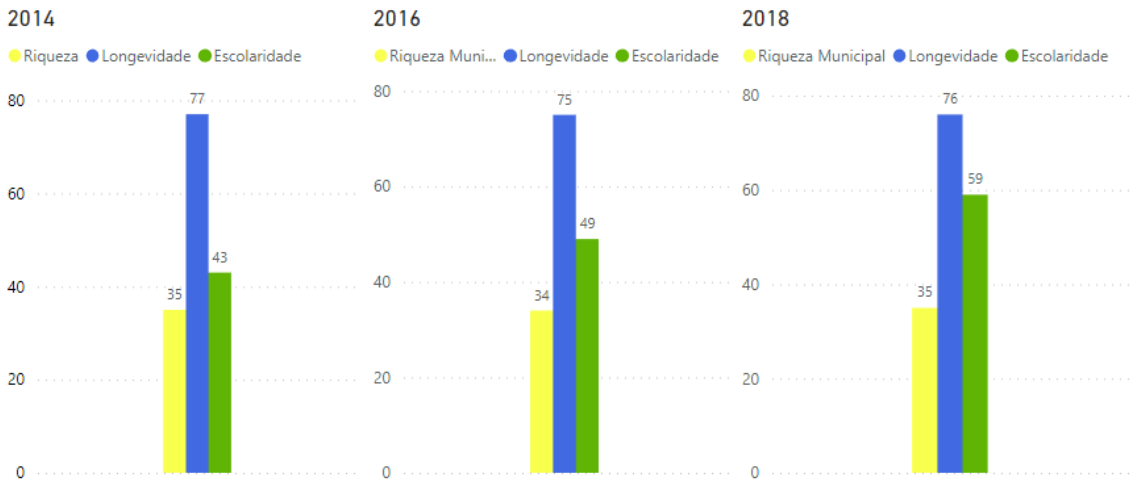


Figura 4.16 Índices de Riquezas, Longevidade e Escolaridade

4.3 Aspectos Ambientais

Este item reúne elementos que permitem avaliar preliminarmente as condições do meio ambiente do município no que diz respeito ao comprimento de normas, legislação e instrumentos que visem ao bem-estar da população e ao equilíbrio entre processos naturais e os socioeconômicos.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

No que diz respeito ao indicador Meio Ambiente, as características de Brodowski estão apresentadas na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 Indicador Meio Ambiente

Tema	Conceitos	Existência
Organização do Município para Questões Ambientais	Unidade de Conservação Ambiental	Não
	Legislação Ambiental (Lei de Zoneamento Especial de Interesse Ambiental ou Lei Específica para Proteção ou Controle Ambiental)	Sim
	Unidade Administrativa Direta (Secretaria, Diretoria, Coordenadoria, Departamento, Setor, Divisão, etc.)	Sim

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

5 EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA E DEFINIÇÃO DE DEMANDAS

Antes de seguir com os critérios adotados para este estudo e a elaboração da perspectiva futura demográfica, nota-se que é imperativa a definição do horizonte de estudo a ser adotada neste caso.

Para o presente estudo foi a adotado o período de 30 anos, visando a garantia do atendimento da população de forma segura para uma futura geração de comunidade, bem como adota-se como o ano 1 de projeto o ano de 2022.

Apesar deste trabalho estar sendo realizado no ano de 2022, é necessário um período de tempo para a eventuais correções e/ou melhorias e a implantação das intervenções propostas neste trabalho, sendo que este período é avaliado neste estudo em espaço de tempo de dois anos contados a partir do ano inicios dos trabalhos. Sendo assim, o ano de 2022 é considerado o início do horizonte de estudo, mas para efeito de previsão da efetiva implantação das intervenções a serem propostas, é considerado o ano de 2024 como o efetivo início das obras e o final de plano no ano de 2052, não alterando o período de estudos de 30 anos.

5.1 Evolução Demográfica

A evolução demográfica de uma população é influenciada por diversos fatores como social, econômica, política, geográfica, além de outras particularidades locais e regionais. Ao compreender a dinâmica desse processo é possível prever, de forma segurança, a população futura de um determinado lugar, e com esses dados, prever as demandas futuras para o sistema de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos.

Os estudos da cidade de Brodowski, apresentados neste trabalho, foi embasado dos censos obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE – referentes aos anos de 1970, 1980, 1996, 2000, 2007 e 2010, apresentados em resumo na Tabela 5.1

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 5.1 Dados demográficos oficiais do município de Brodowski

Ano	População
1.970	8.328
1.980	11.201
1.996	15.487
2.000	17.139
2.007	19.018
2.010	21.107

A partir dos dados oficiais do IBGE é possível avaliar as taxas de crescimento populacional ao longo das últimas décadas, conforme apresentado na Tabela

Tabela 5.2 Taxas de crescimento populacional do município de Brodowski

Período	Taxa de Crescimento (% a.a)
1670 – 1980	3,45%
1980 – 1996	2,39%
1996 – 2000	2,67%
2000 – 2007	1,57%
2007 - 2010	3,66%

Brodowski, mesmo sendo um município de porte pequeno, apresenta um crescimento populacional acima da média do estado de São Paulo. De 2000 a 2010, última década com censo do IBGE, o município cresceu aproximadamente 2,32% ao ano. Média superior ao estado que nos últimos 20 anos cresceu apenas aproximadamente 1,00% ao ano.

Segundo o último censo, realizado no ano de 2010, e a estimativa populacional de Ribeirão Preto, feitos pelo IBGE, o município teve crescimento populacional de aproximadamente 1,74% ao ano. Isso evidencia que mesmo as grandes cidades não parando de crescer, a tendência é a aparição de cidades dormitórios, como é o caso de Brodowski e Ribeirão Preto.

A Figura 5.1 mostra o mapa apresentado no referido Plano Diretor Estratégico do município.

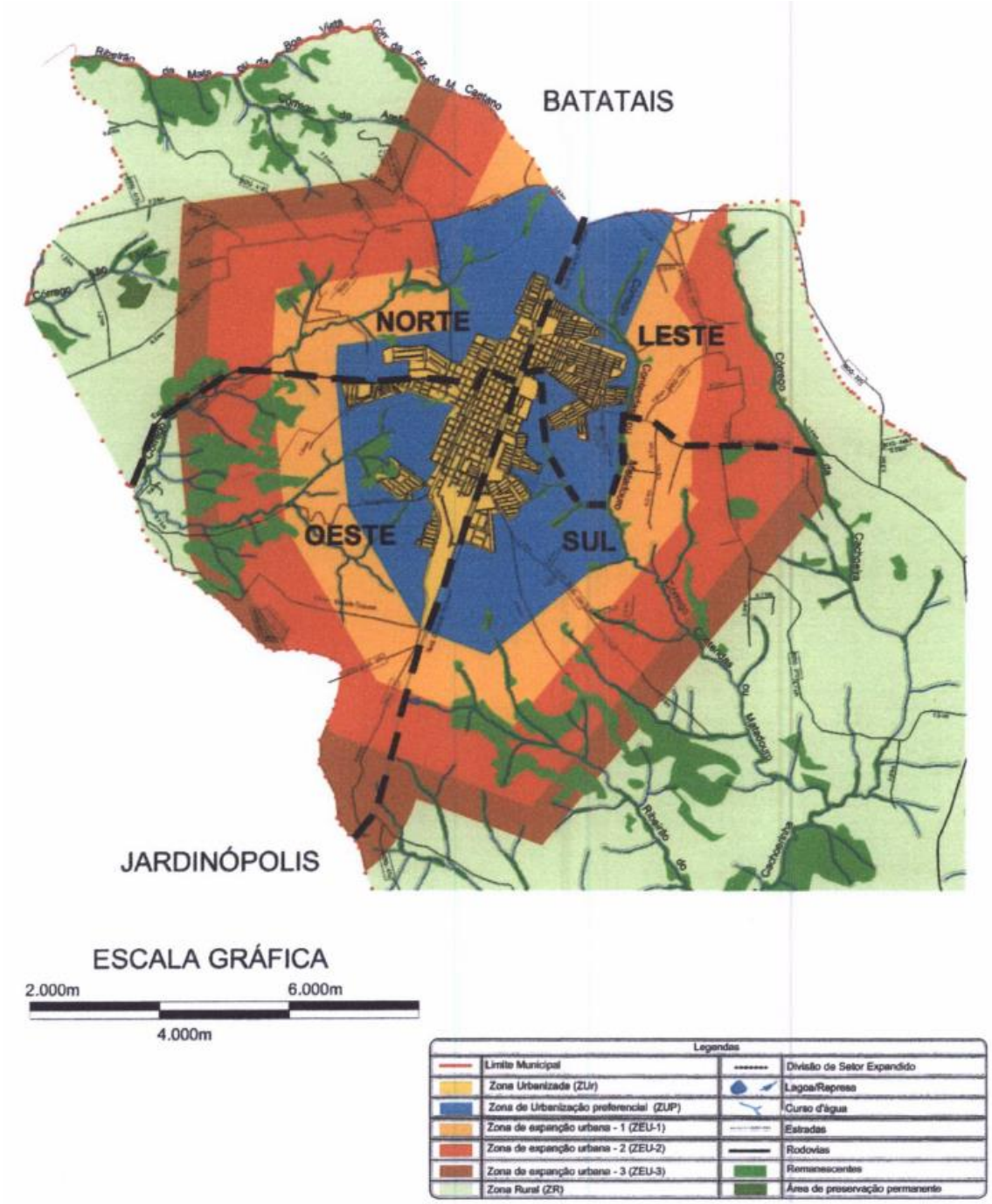


Figura 5.1 Mapa de Macrozoneamento em Setores

De posse dos dados obtidos do IBGE, apresentados anteriormente na Tabela 5.2, foi possível ajustar modelos matemáticos de cálculos de crescimento populacional, para estimar as populações futuras de projetos. Desta forma foram realizados os seguintes modelos de crescimento populacional:

- Aritmético;
- Geométrico;
- Decrescente;
- Logística.

5.1.1 Modelo Aritmético

O modelo matemático Aritmético para cálculo de crescimento populacional é dado pela seguinte formula:

$$P_f = P_2 + Ka \cdot (t - t_2)$$

Sendo P_f = População futura, P_2 = População do último censo, Ka = Coeficiente calculado, t = ano da população futura e t_2 = ano do último censo.

O coeficiente Ka é encontrado pela equação:

$$Ka = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

Sendo Ka = Coeficiente, P_2 = população do último censo, P_1 = população do primeiro censo utilizado, t_2 = ano de último censo e t_1 = ano do primeiro censo do IBGE utilizado nos cálculos.

Realizando os cálculos encontra-se os resultados apresentados na Tabela

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 5.3 Cálculo Aritmético de população futura

Ano	ARITMÉTICO	Ano	ARITMÉTICO
1.980	11.201	2.030	27.711
1.996	16.484	2.031	28.041
2.000	17.805	2.032	28.371
2.007	20.116	2.033	28.702
2.010	21.107	2.034	29.032
2.011	21.437	2.035	29.362
2.012	21.767	2.036	29.692
2.013	22.098	2.037	30.022
2.014	22.428	2.038	30.353
2.015	22.758	2.039	30.683
2.016	23.088	2.040	31.013
2.017	23.418	2.041	31.343
2.018	23.749	2.042	31.673
2.019	24.079	2.043	32.004
2.020	24.409	2.044	32.334
2.021	24.739	2.045	32.664
2.022	25.069	2.046	32.994
2.023	25.400	2.047	33.324
2.024	25.730	2.048	33.655
2.025	26.060	2.049	33.985
2.026	26.390	2.050	34.315
2.027	26.720	2.051	34.645
2.028	27.051	2.052	34.975
2.029	27.381		

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

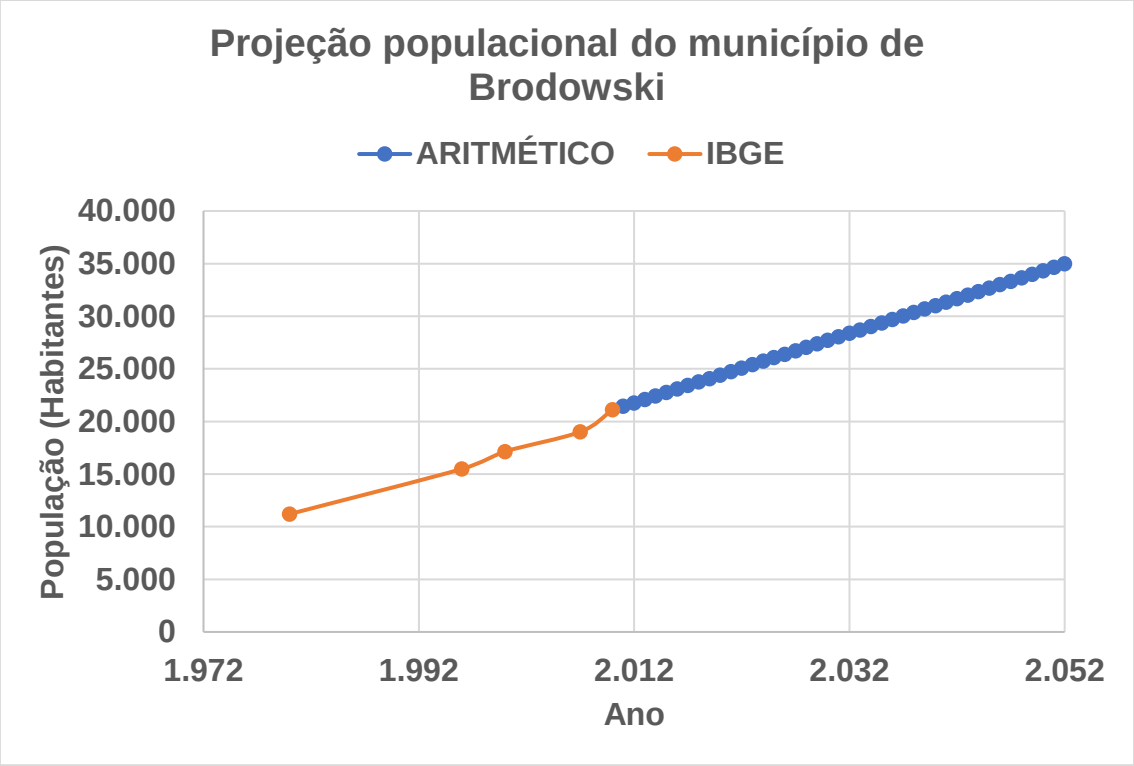


Figura 5.5.2 mostra em forma de gráfico o comportamento do crescimento da população brodosquiana mediante cálculo utilizando modelo aritmético.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

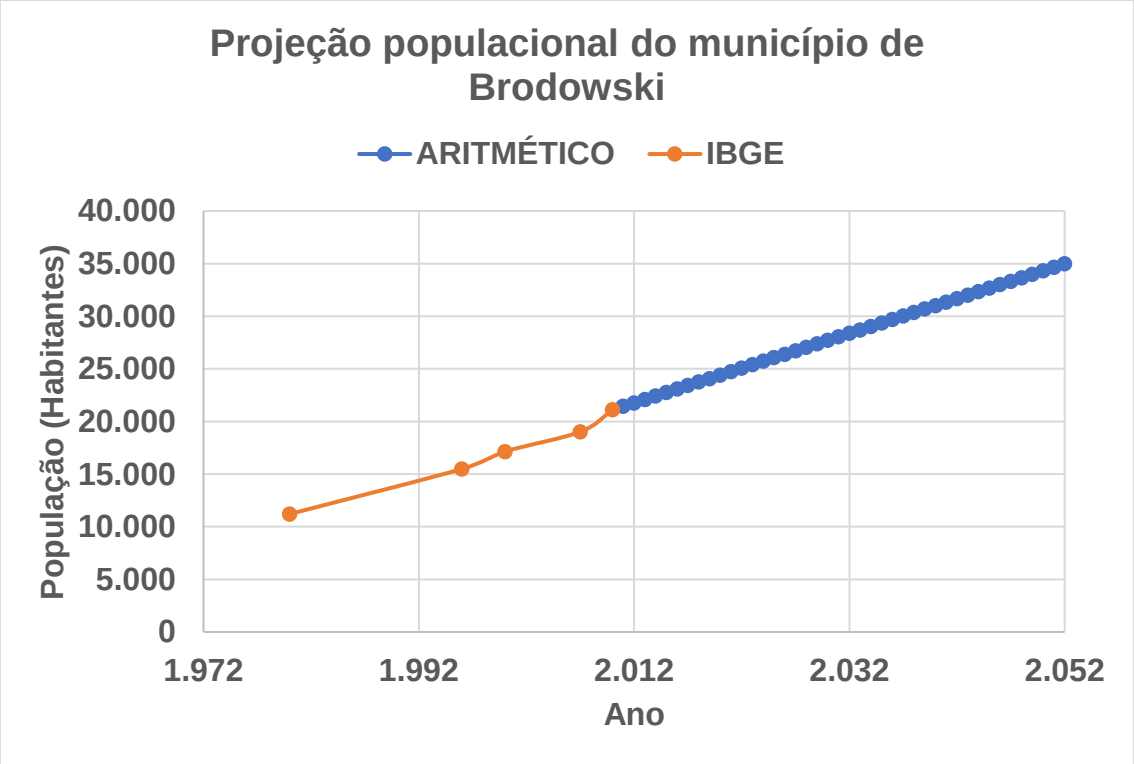


Figura 5.3 Gráfico do crescimento populacional mediante modelo aritmético

5.1.2 Modelo Geométrico

O modelo matemático geométrico para cálculo de população futura é dado pela equação matemática:

$$P_f = P_2 \cdot e^{kg \cdot (t \cdot t_2)}$$

Dada a equação, P_f = população futura, P_2 = população do último censo do IBGE, kg = coeficiente calculado, t = ano da população a ser encontrada e t_2 = ano do último censo do IBGE utilizado nos cálculos.

Para calcular o coeficiente kg, tem-se a seguinte equação:

$$kg = \frac{lnP_2 - lnP_1}{t_2 - t_1}$$

Sendo kg = coeficiente a ser encontrado, P_2 = população do último censo do IBGE, P_1 = população do primeiro censo do IBGE utilizado nos cálculos, t_2 = ano do último censo e t_1 = ano do primeiro censo do IBGE utilizado nos cálculos.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Ao realizar os cálculos encontra-se os resultados apresentados na Tabela

Tabela 5.4 Cálculo Geométrico de população futura

Ano	GEOMÉTRICO	Ano	GEOMÉTRICO
1.980	11.201	2.030	32.201
1.996	15.704	2.031	32.889
2.000	17.088	2.032	33.591
2.007	19.811	2.033	34.308
2.010	21.107	2.034	35.040
2.011	21.558	2.035	35.788
2.012	22.018	2.036	36.552
2.013	22.488	2.037	37.332
2.014	22.968	2.038	38.129
2.015	23.458	2.039	38.943
2.016	23.959	2.040	39.774
2.017	24.470	2.041	40.623
2.018	24.992	2.042	41.490
2.019	25.526	2.043	42.375
2.020	26.071	2.044	43.280
2.021	26.627	2.045	44.204
2.022	27.195	2.046	45.147
2.023	27.776	2.047	46.111
2.024	28.369	2.048	47.095
2.025	28.974	2.049	48.100
2.026	29.593	2.050	49.127
2.027	30.224	2.051	50.176
2.028	30.869	2.052	51.246
2.029	31.528		

A Figura 5.4 mostra em forma de gráfico o comportamento do crescimento da população brodosquiana mediante cálculo utilizando modelo geométrico.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

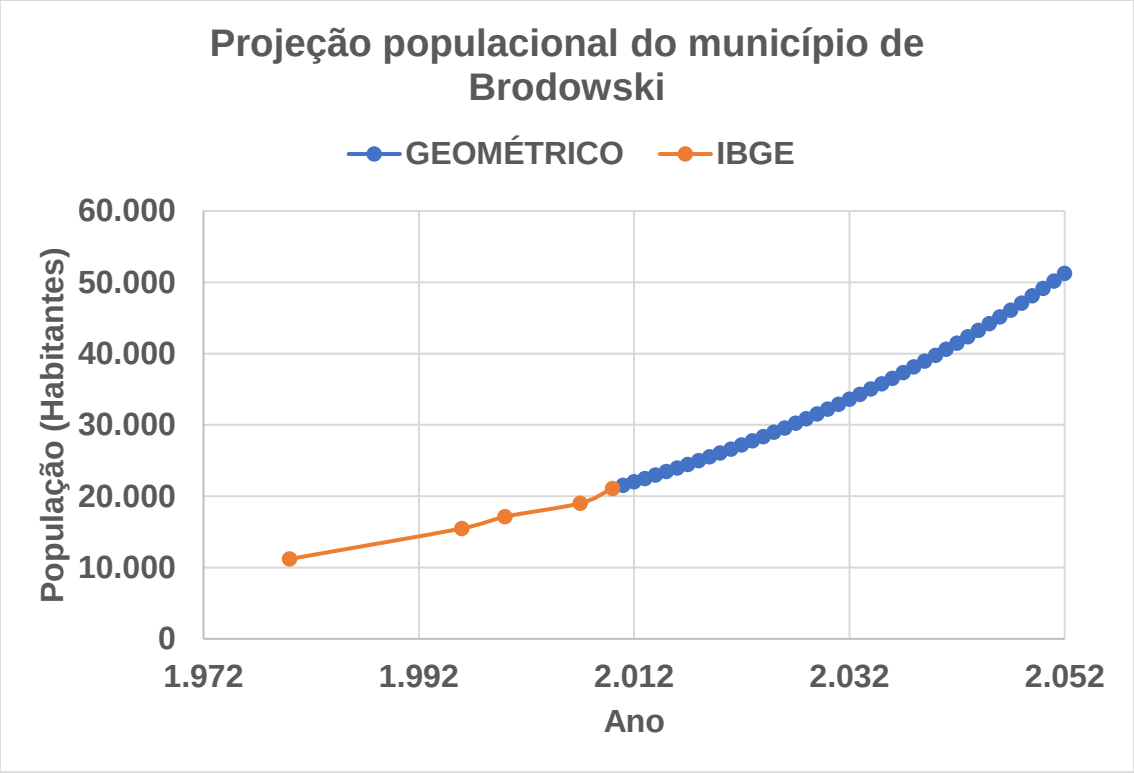


Figura 5.4 Gráfico do crescimento populacional mediante modelo geométrico

5.1.3 Modelo Decrescente

O modelo matemático decrescente para cálculo de população futura é dado pela equação matemática:

$$P_f = P_0 + (P_{saturada} - P_0) \cdot e^{k \cdot (t - t_0)}$$

Dada a equação, sabe-se que P_f = população futura (a ser calculada), P_0 = população do primeiro censo do IBGE utilizado nos cálculos, $P_{saturada}$ = população saturada, k = coeficiente, t = ano da população futura e t_0 = ano do primeiro censo do IBGE utilizado nos cálculos.

A população saturada pode ser calculada pela equação:

$$P_{saturada} = \frac{(2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2) - (P_1^2 \cdot (P_0 + P_2))}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$$

Dada a equação, tem-se que P_1 = população do censo mediano do IBGE usado nos cálculos da população futura pelo modelo matemático decrescente.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

O coeficiente k pode ser encontrado pela a equação:

$$k = \frac{\ln \frac{P_{saturada} - P_2}{P_{saturada} - P_1}}{t_2 - t_0}$$

Dada a equação, sabe-se que t_2 = ano do último censo do IBGE utilizado nos cálculos e t_0 = ano do primeiro censo do IBGE utilizado nos cálculos.

Ao realizar os cálculos, encontra-se os resultados apresentados na Tabela

Tabela 5.5 Cálculo Decrescente de população futura (continua...)

Ano	DECRESCENTE	Ano	DECRESCENTE
1.980	11.201	2.030	23.005
1.996	18.160	2.031	23.061
2.000	19.212	2.032	23.113
2.007	20.631	2.033	23.163
2.010	21.107	2.034	23.211
2.011	21.251	2.035	23.257
2.012	21.389	2.036	23.300
2.013	21.520	2.037	23.342
2.014	21.644	2.038	23.381
2.015	21.763	2.039	23.419
2.016	21.877	2.040	23.454
2.017	21.985	2.041	23.489
2.018	22.088	2.042	23.521
2.019	22.186	2.043	23.552
2.020	22.280	2.044	23.582
2.021	22.369	2.045	23.610
2.022	22.454	2.046	23.637
2.023	22.535	2.047	23.662
2.024	22.612	2.048	23.687

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 5.5 Cálculo Decrescente de população futura (continuação.)

ano	DECRESCENTE	Ano	DECRESCENTE
2.025	22.686	2.049	23.710
2.026	22.756	2.050	23.732
2.027	22.823	2.051	23.753
2.028	22.887	2.052	23.774
2.029	22.947		

A Figura mostra em forma de gráfico o comportamento do crescimento da população brodosquiana mediante cálculo utilizando modelo decrescente.

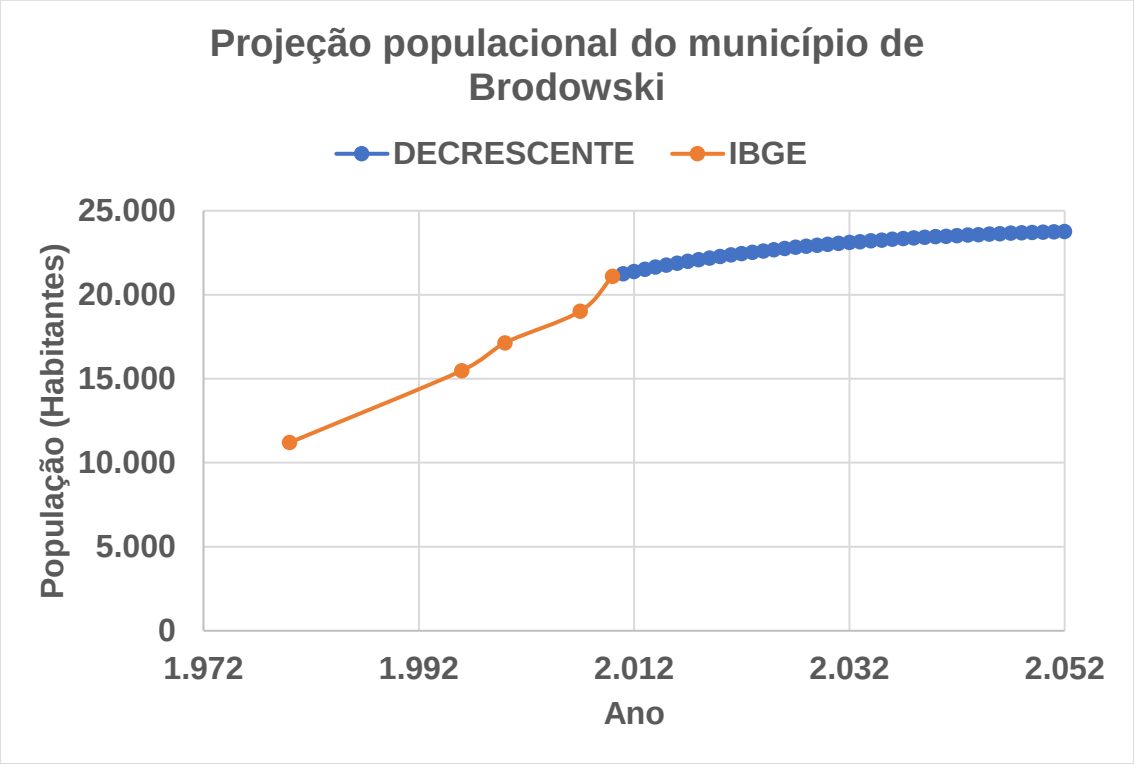


Figura 5.5 Gráfico do crescimento populacional mediante modelo decrescente

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

5.1.4 Modelo Logística

O modelo matemático logística para cálculo de população futura é dado pela equação matemática:

$$P_f = \frac{P_{saturada}}{1 + C \cdot e^{k \cdot (t \cdot t_0)}}$$

Dada a equação, sabe-se que P_f = população futura, $P_{saturada}$ = população saturada, C = constante calculada, k = coeficiente calculado, t = ano da população a ser encontrada e t_0 = ano do primeiro censo utilizado nos cálculos.

Para encontrar a população saturada utiliza-se a equação:

$$P_{saturada} = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$$

Dada a equação, sabe-se que P_0 = população do primeiro censo do IBGE utilizado nos cálculos, P_1 = população do censo mediano do IBGE utilizado nos cálculos e P_2 = população do último censo do IBGE utilizado para os cálculos.

O coeficiente k é encontrado através da equação matemática:

$$k = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot ln \frac{P_0 \cdot (P_{saturada} - P_1)}{P_1 \cdot (P_{saturada} - P_0)}$$

Dada a equação, sabe-se que t_1 = ano do censo mediano do IBGE utilizado nos cálculos e t_2 = ano do último censo do IBGE utilizado nos cálculos.

E por fim, para encontrar a constante C, utiliza-se a equação:

$$C = \frac{(P_{saturada} - P_0)}{P_0}$$

Ao realizar os cálculos encontra-se os resultados apresentados na Tabela 5.6

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 5.6 Cálculo Logística de população futura

Ano	Logística	Ano	Logística
1.980	11.201	2.030	24.027
1.996	19.812	2.031	24.043
2.000	21.107	2.032	24.056
2.007	22.590	2.033	24.069
2.010	22.995	2.034	24.080
2.011	23.107	2.035	24.090
2.012	23.208	2.036	24.099
2.013	23.301	2.037	24.108
2.014	23.385	2.038	24.115
2.015	23.461	2.039	24.122
2.016	23.531	2.040	24.128
2.017	23.593	2.041	24.133
2.018	23.650	2.042	24.138
2.019	23.702	2.043	24.143
2.020	23.748	2.044	24.147
2.021	23.790	2.045	24.150
2.022	23.828	2.046	24.154
2.023	23.863	2.047	24.157
2.024	23.894	2.048	24.159
2.025	23.922	2.049	24.162
2.026	23.948	2.050	24.164
2.027	23.971	2.051	24.166
2.028	23.992	2.052	24.167
2.029	24.010		

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

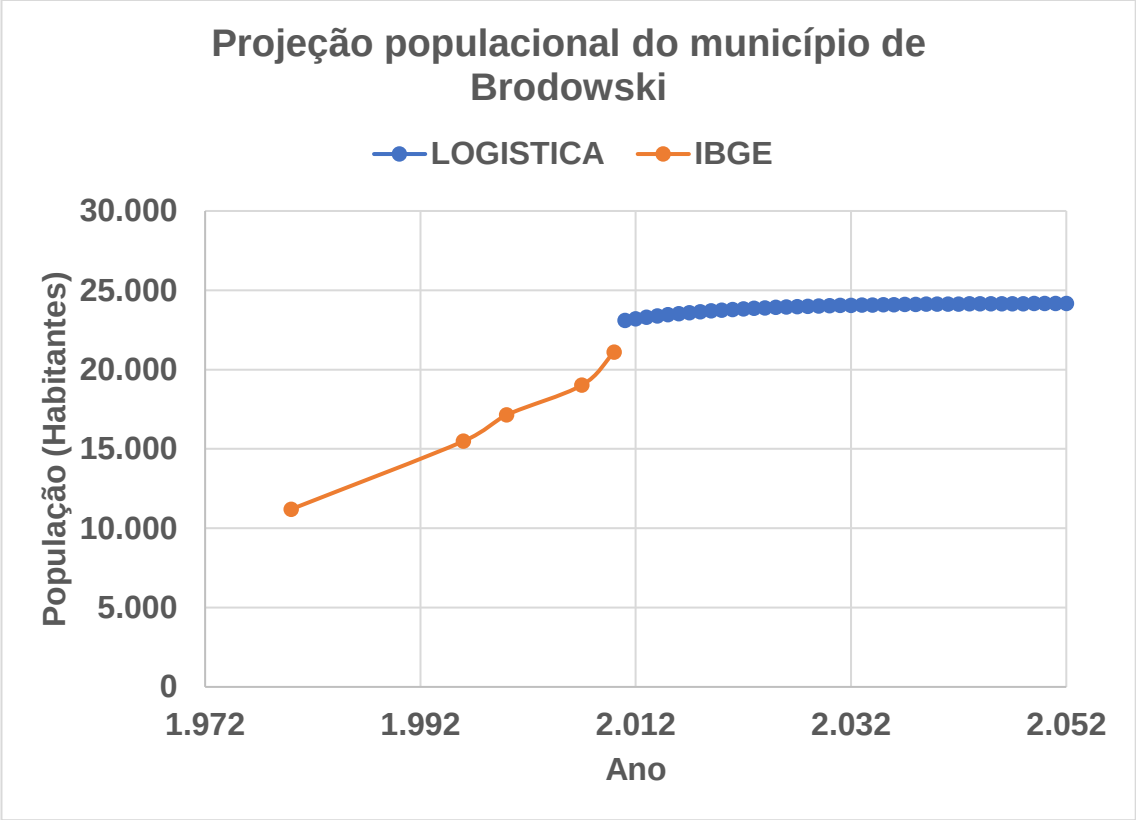


Figura 5.7 mostra em forma de gráfico o comportamento do crescimento da população brodosquiana mediante cálculo utilizando modelo logística.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

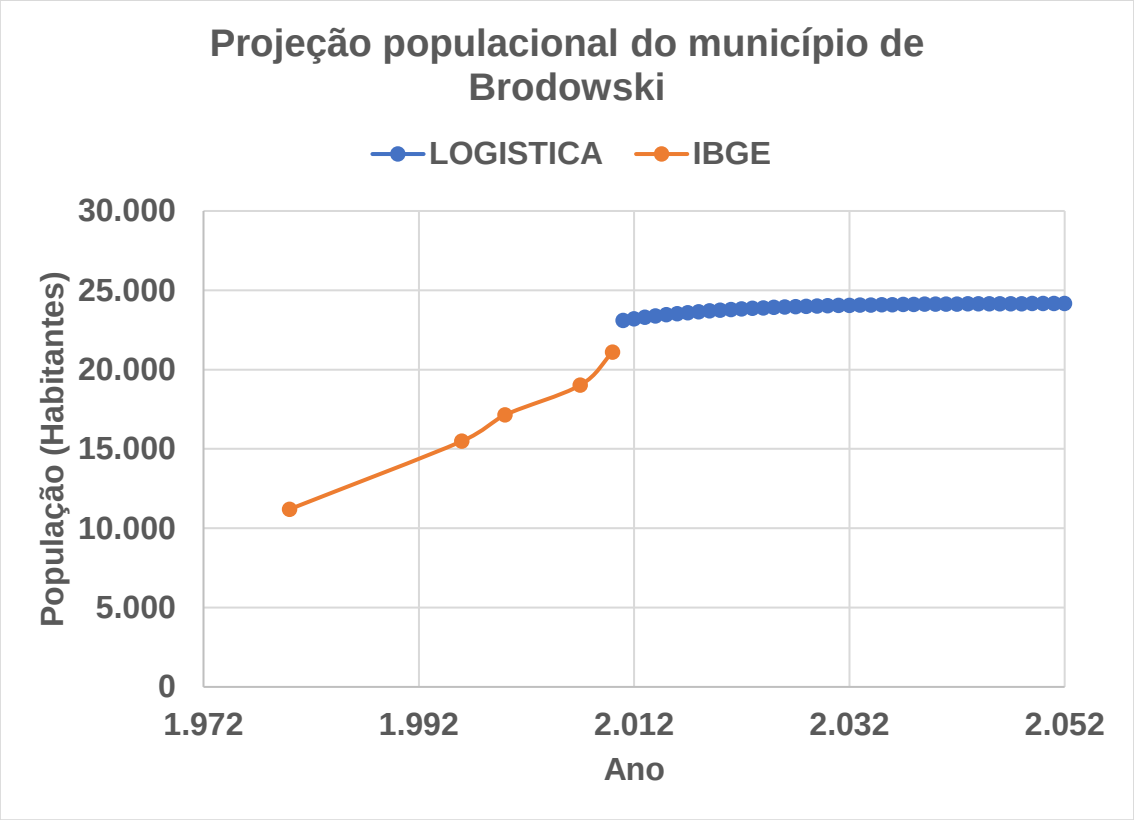


Figura 5.7 Gráfico do crescimento populacional mediante modelo logística

5.1.5 Comparação das metodologias utilizadas

A projeção do crescimento populacional depende de fatores locais e externos de ordem social, econômica, política, além de condições ambientais e do meio físico da região. Esses fatores tornam bastante complexo uma projeção que venha a se confirmar ao longo do tempo, mas, mesmo com essas dificuldades é fundamental efetua-la de forma consistente, embasada em hipóteses verificadas a partir de visitas e inspeções de campo, consultas em órgãos e entidades ligadas ao desenvolvimento urbano e econômico.

Na Tabela são apresentados os dados referentes as alternativas populacionais do município de Brodowski de acordo com as metodologias analisadas no presente estudo.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 5.7 Resumo das estimativas populacionais do município de Brodowski

Ano	População Estimada			
	ARITMÉTICA	GEOMÉTRICA	DECRESCENTE	LOGÍSTICA
1.980	11.201	11.201	11.201	11.201
1.996	16.484	15.704	18.160	19.812
2.000	17.805	17.088	19.212	21.107
2.007	20.116	19.811	20.631	22.590
2.010	21.107	21.107	21.107	22.995
2.011	21.437	21.558	21.251	23.107
2.012	21.767	22.018	21.389	23.208
2.013	22.098	22.488	21.520	23.301
2.014	22.428	22.968	21.644	23.385
2.015	22.758	23.458	21.763	23.461
2.016	23.088	23.959	21.877	23.531
2.017	23.418	24.470	21.985	23.593
2.018	23.749	24.992	22.088	23.650
2.019	24.079	25.526	22.186	23.702
2.020	24.409	26.071	22.280	23.748
2.021	24.739	26.627	22.369	23.790
2.022	25.069	27.195	22.454	23.828
2.023	25.400	27.776	22.535	23.863
2.024	25.730	28.369	22.612	23.894
2.025	26.060	28.974	22.686	23.922
2.026	26.390	29.593	22.756	23.948
2.027	26.720	30.224	22.823	23.971
2.028	27.051	30.869	22.887	23.992
2.029	27.381	31.528	22.947	24.010
2.030	27.711	32.201	23.005	24.027
2.031	28.041	32.889	23.061	24.043
2.032	28.371	33.591	23.113	24.056
2.033	28.702	34.308	23.163	24.069
2.034	29.032	35.040	23.211	24.080
2.035	29.362	35.788	23.257	24.090
2.036	29.692	36.552	23.300	24.099
2.037	30.022	37.332	23.342	24.108
2.038	30.353	30.353	23.381	24.115
2.039	30.683	38.943	23.419	24.122
2.040	31.013	31.013	23.454	24.128
2.041	31.343	31.343	23.489	24.133
2.042	31.673	31.673	23.521	24.138
2.043	32.004	32.004	23.552	24.143
2.044	32.334	43.280	23.582	24.147
2.045	32.664	44.204	23.610	24.150
2.046	32.994	45.147	23.637	24.154
2.047	33.324	46.111	23.662	24.157
2.048	33.655	47.095	23.687	24.159
2.049	33.985	48.100	23.710	24.162
2.050	34.315	49.127	23.732	24.164
2.051	34.645	50.176	23.753	24.166
2.052	34.975	51.246	23.774	24.167

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

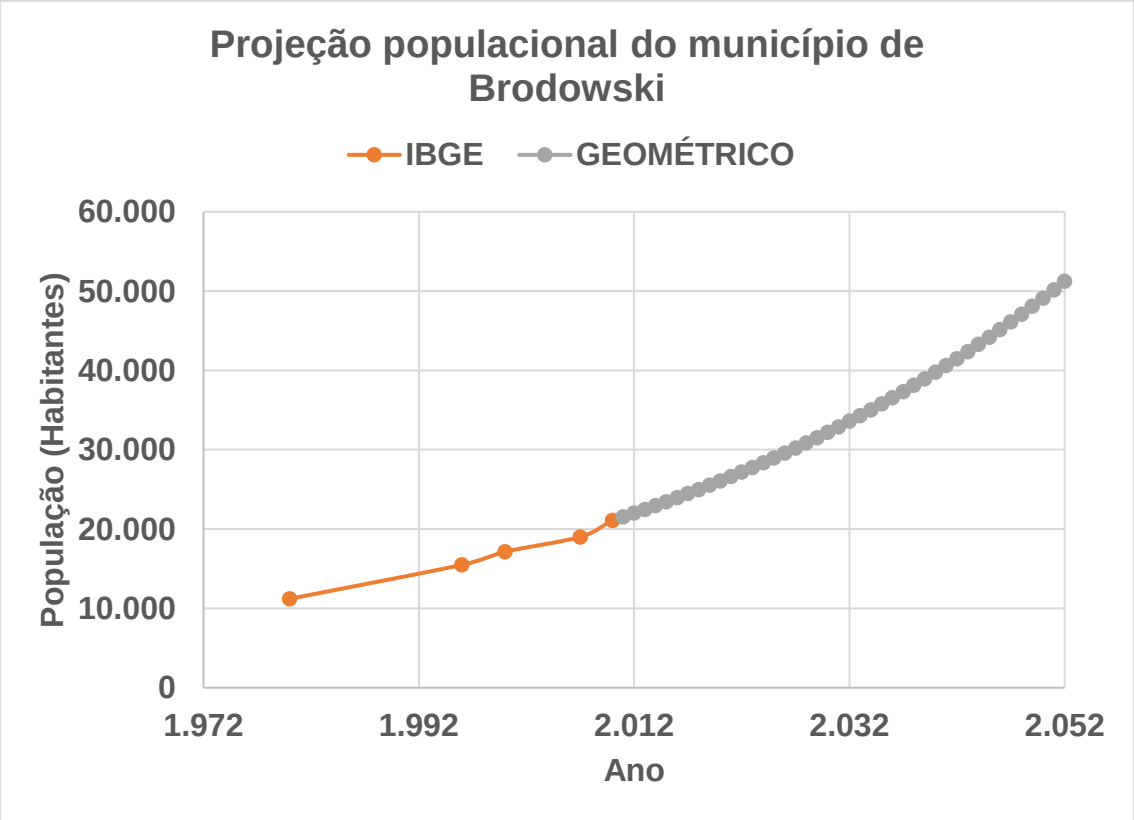


Figura 5.8 Gráfico das estimativas populacionais

Para o município de Brodowski foi considerado o método geométrico para cálculo de projeção de população futura, visto que nos cálculos, as populações estimadas através do método tiveram seus valores bem próximos.

Embora o ano de 2021 não tenha tido censo do IBGE, a estima do total da população feita pelo órgão para o referido no município é de 25.605 habitantes e o SEAD, 24.132 habitantes.

A Tabela mostra o comparativo entre as populações oficiais encontradas pelos censos do IBGE e as estimativas de populações encontradas pelo método geométrico.

Tabela 5.8 Comparativo de populações de censos e encontradas pelo método geométrico

Ano	Populações Oficiais (censo IBGE)	Método Geométrico
1.980	11.201	11.201
1.996	15.487	15.704
2.000	17.139	17.088
2.007	19.018	19.811
2.010	21.107	21.107

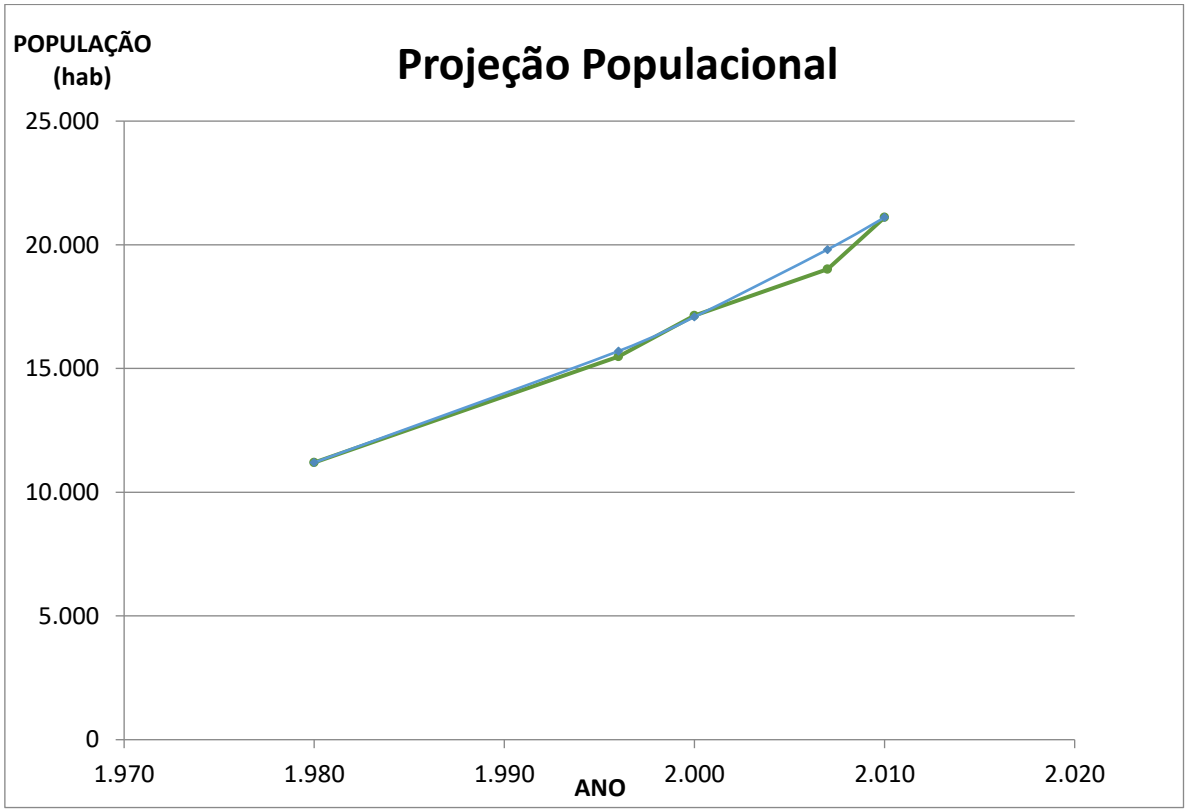


Figura 5.9 Gráfico de comparativo de populações de censos e encontradas pelo método geométrico

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

6 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS RELATIVOS AOS SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESIDUOS SOLIDO

6.1 INTRODUÇÃO

A elaboração do Plano de Resíduos Sólidos - PRS, foi realizada de acordo com as diretrizes nacionais para o saneamento básico, instituída pela lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 e regulamentada pela Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. O diagnóstico da situação da prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos e seus impactos nas condições de vida e no ambiente natural, caracterização institucional da prestação dos serviços e capacidade econômica financeira e de endividamento do município é um passo fundamental na elaboração do Plano de Resíduos Sólidos e em suas respectivas revisões. Nesse canário, a avaliação de alternativas ambientalmente favoráveis consolidou-se como uma etapa importante no processo de planejamento, no que se refere à formulação e seleção de propostas e a elaboração e detalhamento dos projetos selecionados.

Nos últimos anos observa-se que a finalidade dos projetos de saneamento saiu da concepção sanitária clássica e recaiu em uma abordagem ambiental, que visa não só promover a saúde do ser humano, mas, também, a conservação do meio físico e biótipo. A avaliação da viabilidade ambiental assume caráter de forte condicionante das alternativas a serem analisadas, ocorrendo, muitas vezes, a predominância dos critérios ambientais em relação, por exemplo, aos critérios econômicos. No Brasil os dados mostram que existe um colapso do saneamento ambiental em muitos municípios que chegou a níveis insuportáveis.

Associado a estes fatores, tem-se a disposição inadequada de resíduos sólidos no meio ambiente. Desta forma, os municípios carentes, na sua grande maioria, depositam seus resíduos sólidos em lixões. Desta forma, torna-se fundamental o desenvolvimento de técnicas simplificadas de tratamento de

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

resíduos sólidos que poderiam solucionar este problema, ou seja, que reduzem os impactos ambientais e econômicos do lançamento inadequado destes resíduos.

Um dos procedimentos mais adequados para pequenas comunidades, é o processo de coleta seletiva, seguida de reciclagem e compostagem.

A coleta Seletiva é um termo utilizado para recolhimento dos materiais que são passiveis de serem reciclados, previamente separados na fonte geradora. Para iniciar um processo de coleta seletiva é preciso avaliar, quantitativamente e qualitativamente, o perfil dos resíduos sólidos gerados em determinado município ou localidade, a fim de estruturar melhor o processo de coleta. Após a coleta seletiva, o resíduo sólido que não possui potencial de reciclagem, como por exemplo a matéria orgânica, é sugerido para pequenas comunidades a aplicação da compostagem.

Um composto pode ser produzido com pouco esforço e custos mínimos, trazendo grandes benefícios para o solo e as plantas. Mesmo em um pequeno quintal ou varanda, é possível preparar o composto e, desta forma, reduzir a produção de resíduos inclusive nas cidades. Por exemplo, com restos das podas de parques e jardins se produz um excelente composto para ser utilizado em hortas, na produção de mudas, ou para ser comercializado como adubo para plantas ornamentais.

Cabe ressaltar que os dados e informações contidos neste documento tem por base as fontes de dados, tais como o Sistema Nacional de Informações sobre saneamento (SNIS), Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os relatórios e documentos técnicos fornecidos e coletados no município, tais como estudos, planos e projetos existentes, bem como os dados coletados e observados pela equipe de consultoria nas visitas de campo, e seus devidos tratamentos e concussões.

Contudo, ressalta-se que é de extrema importância, a validação deste documento pela Comitê de Coordenação e o Comitê Executivo, de forma a

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

garantir que as compreensões das descrições aqui contidas estejam alinhadas com os problemas vivenciados pela população residente no município.

6.2 OBJETIVO

O objetivo do PRS é apresentar o diagnóstico técnico do sistema de manejo dos resíduos sólidos, bem como identificar as suas deficiências e propor as melhores alternativas com as possíveis soluções e ações de ampliação, melhoria ou recuperação do sistema.

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- Realizar diagnóstico da situação atual do manejo de resíduos sólidos do município de Brodowski;
- Elaborar propostas de intervenções com base na análise de diferentes cenários alternativos e estabelecimento de prioridades;
- Definir os objetivos e metas de curto, médio e longo prazo a serem realizados no município de Brodowski, bem como definir os programas, ações e projetos necessários para atingir os objetivos e metas estabelecidos;
- Realizar uma programação física, financeira e institucional da implantação das intervenções necessárias para atingir os objetivos e metas, associada a um planejamento para revisão e atualização.

6.3 METODOLOGIA

O presente Plano de Resíduos apresenta o diagnóstico do município em relação a todos os resíduos, separados por tipo. Em cada um, exibem-se a quantidade gerada, a forma de acondicionamento, a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Para a elaboração do diagnóstico dos resíduos sólidos do município foram utilizados diversos instrumentos, como reuniões entre os diversos agentes públicos, no caso, entre os diversos setores da Prefeitura, visitas técnicas a todas as estruturas relacionadas aos resíduos sólidos, como aterro sanitário, ecopontos, consulta a acervos de documentos da Prefeitura.

Para isso, foram utilizadas como base as legislações vigentes na área, a Política Nacional de Saneamento Básico, regulamentada pela Lei n° 11.445 de 05 de janeiro de 2007, Lei nº 14.026/2020 e pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, regulamentada pela Lei n° 12.305 de 02 de agosto de 2010. Além disso, foram utilizadas diversas legislações estaduais, municipais e resoluções CONAMA e ANVISA, que estarão contempladas no referencial bibliográfico.

A partir do diagnóstico apresentado, foi possível identificar os problemas e, assim, definir as metas e ações para a sua solução (de curto, médio e longo prazo).

7 CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL E DEFINIÇÕES SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos são um grande desafio para as cidades, que necessitam dar uma finalidade a eles com a melhor disposição ambiental e visando grande qualidade na limpeza urbana, garantindo uma cidade limpa para os cidadãos. Segundo o “Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos”, pode-se dizer que, em primeira ordem, o sistema de limpeza urbana tem como principais funções a preservação do meio ambiente e da qualidade de vida da população.

Dessa forma, cada tipo de resíduo deve ter sua disposição final gerida separadamente, com coletas seletivas e diferentes tecnologias de tratamento, que possibilitem máxima eficiência no tratamento. Espera-se ainda que esse sistema seja capaz de contribuir para a solução dos aspectos sociais envolvidos com a questão da limpeza urbana e ainda promover suas atividades com determinada sustentabilidade econômica.

7.1 Resíduos Sólidos

Resíduos sólidos, segundo a política Nacional de Resíduos Sólidos Brasileira, são definidos como sendo todo material, substancia, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade. Estes podem se encontrar nos estados sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidade tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água. Os resíduos resultantes das mais diversas atividades podem não ter utilidade para quem os gera, porem podem ser reincorporados em outros processos produtivos como matéria-prima secundaria, o que os difere de rejeitos ou lixo. A cada inovação, surgia algum tipo de resíduo solido que nunca tinha sido gerado antes, e isso foi se tornando cada vez mais intenso, se distanciando cada vez mais de todas as outras

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

espécies animais, que, normalmente, apenas geram resíduos orgânicos putrescíveis.

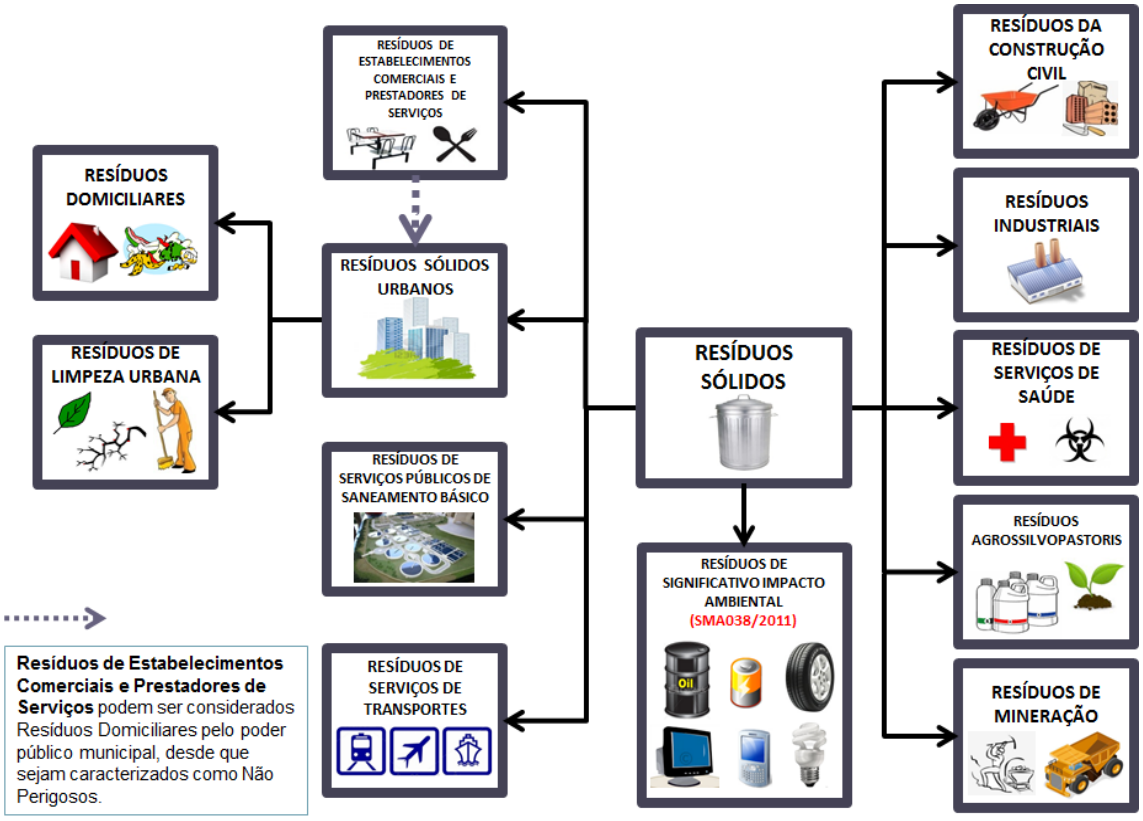


Figura 7.1 Apresenta a divisão dos resíduos, de acordo com a classificação estabelecida pelo Art. 13 da Lei 12.305/10. Fonte: Prof. Valdir Schalch, 2014

O ponto crítico veio com a revolução industrial, que, iniciada no Século XVIII na Inglaterra e espalhada para o mundo todo, deu partida para que a curva de crescimento populacional tomasse a forma exponencial, assim como a geração de resíduos, no Século XX, com o desenvolvimento da capacidade de uso não energético do petróleo, surgiram os polímeros sintéticos, que inauguraram uma nova classe de resíduos sólidos e, mais do que isso, inauguraram uma mudança cultural profunda, que aceita a descartabilidade e não reparabilidade dos objetos, aumentando ainda mais a geração de resíduos sólidos per capita. Como citados anteriormente, na linguagem popular, o conceito de resíduos sólidos está vinculado ao tempo popular de “lixo”, algo que não serve mais e que tem de ser

descartado. As substancias produzidas pelos seres vivos e que são inúteis ou prejudiciais para o organismo, tais como as fezes e urina dos animais, assim como os restos de organismo mortos, são, sem condições naturais, reciclados pela decompositores, que, por sua vez, excretem substancias minerais que são o substrato dos vegetais.

7.2 Gerenciamento de Resíduos Sólidos

É um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos (RS) e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de saneamento básico ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos (Lei Federal 12.305/2010).

7.3 Resíduos sólidos urbanos

De acordo com o estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos, os resíduos sólidos urbanos englobam os resíduos domiciliares, originários de atividades domésticas em residências urbanas, e os resíduos de limpeza urbana, originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana. Os Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços podem ser incluídos ao grupo dos resíduos domiciliares pelo poder público municipal, desde que sejam caracterizados como não perigosos. Segundo levantamento realizado pelo CEMPRE – Compromisso Empresarial pela Reciclagem, há predomínio de produtos fabricados com papéis e plásticos. Os resíduos sólidos úmidos são constituídos principalmente por alimentos in natura, folhas, cascas, sementes, restos de alimentos industrializados e outros. E os rejeitos correspondem à parcela contaminada como embalagens que não se preservaram secas, resíduos úmidos que não

podem ser processados em conjuntos com os demais, resíduos de atividades de higiene e outros. Os Resíduos da Construção Civil na maioria cerca de 80% corresponde a materiais trituráveis como restos de alvenaria, argamassas, concreto e asfalto, além de solo. Quase 20% do total correspondem a materiais recicláveis como embalagens em geral, tubos, fiação, metais, madeira e gesso. A parcela restante dos RCCs são materiais sem viabilidade de reciclagem devido a sua complexidade, ou natureza, como os resíduos perigosos.

7.4 Resíduos de Serviços de Saúde

São definidos como geradores de resíduos de serviços de saúde todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para a saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizam atividades de embalsamamento, serviços de medicina legal, drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área da saúde, centro de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro, unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura, serviços de tatuagem, dentre outros similares.

Os RSS são divididos em cinco grupos, sendo eles:

• Grupo A: Resíduos Potencialmente Infectantes – Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção.

• Grupo B: Resíduos Químicos – Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

• Grupo C: Rejeitos Radioativos - Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados nas normas do CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

• Grupo D: Resíduos equiparados aos resíduos domiciliares (Resíduos comuns) - Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

• Grupo E: Resíduos Perfuro cortantes - Materiais perfuro cortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todo utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

O encaminhamento de resíduos de serviços de saúde para disposição final e aterros, sem submete-los previamente a tratamento específico (incineração, micro-ondas e autoclave), que neutralize sua periculosidade, é proibido no Estado de São Paulo.

7.5 Resíduos com Logística Reversa

A Política Nacional de Resíduos Sólidos prevê que os produtos eletroeletrônicos, as pilhas e baterias, os pneus, as lâmpadas fluorescentes, os óleos lubrificantes e os agrotóxicos e seus resíduos e embalagens devem ter logística reversa.

Os equipamentos eletrônicos podem ser tanto de pequeno como de grande porte, incluindotodos os dispositivos de informática, som, vídeo, telefonia, brinquedos e outros, os equipamentos da linha branca, como geladeiras,

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

lavadoras e fogões bem como ferro de passar,secadores, ventiladores e outros equipamentos, de controle eletrônico ou acionamento elétrico.

Vários desses resíduos com logística reversa já possuem a gestão disciplinada por resoluçõesespecíficas do CONAMA.

7.6 Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico

Correspondem aos resíduos gerados pelas atividades de saneamento tais como tratamento deágua e esgoto, manutenção dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais. Tanto nos sistemas de tratamento de água quanto esgoto, refere-se a resíduos com cargas de matéria orgânica, enquanto que do sistema de drenagem, há predominância de material inerte proveniente de desassoreamento de cursos d´água.

7.7 Resíduos Sólidos Cemiteriais

Os resíduos cemiteriais são compostos por resíduos da construção e manutenção de jazigos, de resíduos secos e verdes provenientes dos arranjos florais, dos resíduos de madeira provenientes dos caixões e dos resíduos de decom posição.

7.8 Resíduos de Óleos Comestíveis

Esses resíduos são oriundos de instalações de fábricas de produtos alimentícios, do comércio especializado (restaurante e bares) e de domicílios. Esses resíduos são preocupantes devido aos impactos que causam nas redes de saneamento e em cursos d´água.

7.9 Resíduos Industriais

Segundo a Resolução CONAMA n° 313/02 as seguintes atividades deveriam enviar registros para a composição do Inventário Nacional de Resíduos Industriais: indústrias de preparação de couros e fabricação de artefatos de couro; fabricação de coque, refino de petróleo,elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool; fabricação de produtos químicos; metalurgia básica; fabricação de produtos de metal; fabricação de máquinas e equipamentos, máquinas para escritório e equipamentos de informática; fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias; e fabricação de outros equipamentos de transporte.

7.10 Resíduos de Serviços de Transporte

Os resíduos dos serviços de transporte são aqueles gerados em atividades de transporterodoviário, ferroviário, aéreo e aquaviário, incluindo as instalações de trânsito de usuário. Como exemplo, podem-se citar resíduos orgânicos provenientes de cozinhas, refeitórios e serviços debordo; sucatas e embalagens em geral; material de escritório; resíduos infectantes; lâmpadas; pilhas e baterias; e resíduos de atividades de manutenção dos meios de transporte. Esses resíduos são capazes de veicular doenças entre cidades, estados e países.

7.11 Resíduos Agrossilvapostoris

Os resíduos gerados por essa atividade são de dois tipos: orgânicos e inorgânicos. Entreos resíduos orgânicos estão os resíduos de culturas perenes e temporárias, resíduos de criação de animais e de abatedouros e outras atividades agroindustriais e florestais.

novaes EL ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Os resíduos inorgânicos englobam os agrotóxicos, os fertilizantes e os produtos farmacêuticos e suas embalagens.

7.12 Estratégias de Gestão em Função de Etapas do Diagnostico

As etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) que incluem desde suageração até a disposição final, bem como as ações voltadas à limpeza urbana, evidentemente exigem o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil. Essa união tem o propósito de encontrar maneiras adequadas para a melhora da condição de vida da população, promovendo a higiene da cidade, levando em conta as características das fontes degeração, o volume e os tipos de resíduos gerados. Dentre estas características se encaixam as sociais, culturais, econômicas, demográficas, climáticas e urbanísticas (BRINGHETI, 2004; MONTEIRO et al., 2001).

Por envolver muitas tecnologias, conceitos e atividades que devem respeitar diretrizes legais e sociais de determinado país, Tchobanoglous e Keith (2002) retratam a gestão de resíduos sólidos como um processo complexo que busca a proteção da saúde pública e do meio ambiente de forma economicamente aceitável e atrativa. Os mesmos autores incluem nesse processo o controle da geração, manuseio, acondicionamento, coleta, transporte, reaproveitamento, tratamento e disposição final de resíduos sólidos. Em síntese, a etapa geraçãode resíduos está intimamente ligada aos hábitos da população quanto aos padrões de consumo e produção, afetando diretamente no volume de resíduos descartados, na qual a atuação da administração pública junto à população no intuito de minimizar tal volume é fundamental (TADA et al., 2009).

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

7.13 Acondicionamento

Conforme estabelece a NBR 12.980/93, acondicionar os resíduos sólidos urbanos se refere ao ato ou efeito de embalá-los para posterior transporte. Isso significa que a população deve preparar os resíduos para a coleta de forma compatível com seu tipo e quantidade, atuando principalmente no acondicionamento daqueles domiciliares (MONTEIRO et al, 2001).

Dentre os diversos tipos de recipientes comumente utilizados no Brasil para acondicionamento de resíduos, estão os vasilhames metálicos, os caixotes de madeira e as sacolas plásticas de supermercados ou específicas para lixo (MONTEIRO et al, 2001). Devido ao baixo custo e à distribuição gratuita em supermercados, as sacolas plásticas são os materiaismais utilizados para fins de acondicionamento de resíduos domiciliares. No intuito de evitar osproblemas ambientais causados pelo excessivo uso e descarte dessas sacolas, a administração do Município de São Paulo começou a colocar em prática este ano o que dispõe a Lei Municipalnº 15.374/11. Apesar de ter sido sancionada em 2011, a lei paulistana que proíbe a distribuição gratuita ou venda de sacolas plásticas a consumidores em todos os estabelecimentos comerciais estava suspensa até 2014, sendo, apenas em 2015, considerada constitucional (SÃO PAULO, 2011; ESTARQUE, 2015). A NBR 9.190/93 que classifica os sacos plásticos para acondicionamento de lixo foi cancelada.

Dessa forma, da maneira adequada de acondicionar, armazenar e dispor recipientes no local, dia e horários estabelecidos pelo órgão de limpeza urbana, depende a qualidade da operação da coleta e o transporte de resíduos sólidos (MONTEIRO et al, 2001).

Além de facilitar a etapa de coleta, o acondicionamento intenciona evitar acidentes e a proliferação de vetores, e minimizar o impacto visual e olfativo que a exposição e a decomposição dos resíduos podem proporcionar. Em caso de coleta seletiva, o acondicionamento segregado dos resíduos ajuda a reduzir sua

heterogeneidade, auxilia na caracterização, triagem e reciclagem. Contudo, ainda é possível ver o surgimento de pontos de acumulação de lixo domiciliar a céu aberto em vias públicas, expostos indevidamente ou espalhados nos logradouros por pessoas e animais, prejudicando o ambiente e arriscando a saúde pública (MONTEIRO et al, 2001).

7.14 Coleta

A etapa seguinte ao acondicionamento dos resíduos sólidos trata-se de sua coleta, que é basicamente o ato de recolher e transportar resíduos de qualquer natureza, para encaminhá-los, utilizando veículos e equipamentos apropriados, a uma estação de transferência, tratamento ou disposição final (ABNT, 1993). Esta etapa tem como finalidade evitar possíveis problemas de saúde e incômodos que os resíduos podem proporcionar caso sejam deixados nas vias públicas, próximos à população por tempo indesejado. Nesse sentido, é importante considerar o clima de cada região para que não se exceda o tempo entre a geração e a coleta de resíduo. Isso porque calor e chuva extremos interferem negativamente no espalhamento dos resíduos nos logradouros públicos, carreando-os por extensas áreas, aumentando o seu mau cheiro devido à decomposição e atraindo roedores, insetos e outros animais que podem ser transmissores de doenças (MONTEIRO et al., 2001).

O órgão municipal encarregado da manutenção urbana geralmente realiza os serviços de coleta dos resíduos de residências, estabelecimentos públicos e pequenos comércios, em que o cidadão atua indiretamente. Para tanto, podem ser utilizados recursos da própria prefeitura, de empresas sob contrato de terceirização ou sistemas mistos, como as Parcerias Público- Privadas (PPP) (MASSUKADO, 2004; MONTEIRO et al., 2001).

A NBR 13.463/95 que regulamenta sobre a coleta de resíduos sólidos, divide as formas de coleta em regular, especial, seletiva e particular, definidas pela NBR 12.980/93. Naquela regular, dada como a coleta de resíduos sólidos

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

executada em intervalos determinados, há o recolhimento dos resíduos domiciliares, de feiras, praias, calçadões e de varredura, ao passo que a coleta especial é voltada a remoção de resíduos com características próprias, tais como móveis velhos, entulhos e animais mortos de pequeno, médio e grande porte, e similares. A coleta seletiva remove os resíduos previamente separados pelo gerador, tais como: papéis, latas,vidros e outros, que possuem possível potencial de reaproveitamento. Já a coleta particular nomeia a coleta de qualquer tipo de resíduo sólido urbano executada ou paga a terceiros por pessoas físicas ou empresas (ANBT, 1993).

O emprego da coleta seletiva em municípios ainda é incipiente, e vem permitindo a agregação de valor a resíduos que antes eram diretamente destinados a aterros, gerando emprego e renda, permitindo o aumento da vida útil de aterros, dentre outras vantagens

O modelo mais empregado em programas de coleta seletiva é a coleta de porta-a-porta,em que a população separada os materiais recicláveis existentes nos resíduos domésticos para que sejam, em seguida, recolhidos por um veículo específico e enviados as unidades de triagem. Essas unidades são construídas com mesas de catação, para que seja realizada pelos catadores uma separação mais criteriosa dos materiais com vista a sua comercialização (MONTEIRO et al., 2001). O sistema de PEV (Pontos de Entrega Voluntária) consiste em outra forma de coleta dos resíduos recicláveis, mas que, neste caso, a população encaminha espontaneamente os resíduos recicláveis separados a coletores, como contêineres, instalados em locais públicos (D'ALOIA, 2011; MONTEIRO et al., 2001).

Para Tchobanoglous e Keith (2002) a gestão da coleta é a mais difícil e complexa etapa da cadeia do gerenciamento de resíduos sólidos no ambiente urbano, haja vista que a geração dos resíduos é constante e ocorre de forma esparsa nos municípios, em cada residência, estabelecimento comercial e industrial, ruas, parques e áreas vazias. Desta forma, é importante que haja não

só o comprometimento do órgão responsável pela prestação do serviço de coleta,mas também de quem gera os resíduos, para o adequado andamento desse processo. Segundo estes mesmos autores, enquanto o órgão prestador do serviço deve garantir que a população seja atendida de forma igualitária e universal, cumprindo com os dias, locais e horários pré estabelecidos, a população deve acondicionar o seu resíduo em recipientes adequados e seguir corretamente a frequência com que a coleta acontece. Os responsáveis pelo sistema de coleta devem reconhecer e lidar com as preocupações da população, ao mesmo tempo em que esta deve respeitar os prestadores do serviço.

Seguindo a ideia de Jardim et al. (1995), a organização dos serviços de coleta domiciliar pode ser dividida em etapas. Basicamente, essas etapas consistem em (1) estimativa do volumede resíduo a ser coletado; (2) fixação da frequência e dos horários de coleta; (3) dimensionamento da frota prestadora do serviço; e, por fim, (4) definição dos trajetos de coleta - fator ligado diretamente aos maiores custos da coleta.

À medida que a população cresce e novas áreas são ocupadas, torna-se mais difusa a quantidade total de resíduos e a logística de sua coleta. Do total gasto na gestão dos resíduos sólidos urbanos (coleta, transporte, reciclagem, tratamento e disposição), aproximadamente de 50 a 70% são direcionados à coleta. Com isso, uma pequena alteração no caminhamento da coleta pode afetar de forma significativa no custo global do manejo (TCHOBANOGLOUS; KEITH, 2002).

Jardim et al. (1995) recomendam dois métodos para o cálculo estimado do volume de resíduo coletado. O primeiro trata-se do monitoramento do total de resíduos coletados por meio da pesagem de todos os veículos carregados no local de disposição final. Para tanto, éimportante que cada veículo seja pesado vazio antes da coleta para ser obtido apenas o valor do peso dos resíduos coletados no dia de interesse. Dessa forma, o computo do peso dos resíduos é simples, tendo que é resultado da subtração do peso do caminhão carregado por

aquele do caminhão vazio. Já o segundo método recomendado pelo autor, refere-se ao monitoramento parcial da coleta, realizado em pontos representativos do município, incluindo principalmente áreas onde a população possui baixa, média e alta renda. Os dados das amostras adquiridos nestas localidades são extrapolados para todo o município, sendo uma estimativa da quantidadede resíduos sólidos gerados.

7.15 Transporte

Junto à coleta, os resíduos sólidos são transportados mecanicamente do ponto de geraçãoaté os locais de tratamento, reaproveitamento e/ou destino final, que no geral se encontram distantes da área densamente urbanizada. Assim como na coleta, este serviço envolve indiretamente a população, pois o resíduo deve ser acondicionado adequadamente e estar disponível para recolha nos dias, locais e horários corretos (JARDIM et al., 1995).

Dependendo da necessidade e da distância do local de disposição final dos resíduos, o transporte pode funcionar em duas etapas, em que na primeira os resíduos são coletados no município por veículos de menor porte e disposto em uma área de transbordo. A segunda etapaconsiste na coleta desses resíduos transferidos, por um veículo de maior porte. Quando coletados e enviados diretamente aos locais de tratamento ou destinação final, o transporte o mais comum é realizado por caminhões compactadores, que durante a coleta já minimizam o volume total dos resíduos (TCHOBANOGLOUS; KEITH, 2002).

Logo, segundo Monteiro et al. (2001), um veículo adequado para a coleta de resíduos,em especial domiciliares, deve ter características, como:

- ✓ impedir o derramamento do resíduo nas vias públicas;
- ✓ realizar compactação dos resíduos em taxa de 3:1 – cada 3 m³ de resíduos ficarãoreduzidos a 1 m³;
- ✓ possuir altura de carregamento máxima de 1,20 m em

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

relação ao solo;

- ✓ permitir carregamento simultâneo de pelo menos dois recipientes e distribuir acarga adequadamente no chassi do caminhão;
- ✓ possuir carregamento traseiro de preferência, e local adequado para transportedos trabalhadores (garis);
- ✓ descarregar rapidamente o lixo no destino (máximo: 3 minutos);
- ✓ possuir compartimento de carregamento (vestíbulo) com capacidade mínima de1,5 m3;
- ✓ possibilitar adequada manobra e força em aclives para rodagem nas ruas;
- ✓ permitir basculamento de contêineres de diversos tipos;
- ✓ apresentar capacidade para o menor número de viagens ao destino.

A NBR 13.221/03 que regulamenta o transporte terrestre de resíduos sólidos, descreve recomendações semelhantes a apresentadas por Monteiro et al. (2001), ressaltando que o equipamento de transporte deve estar em bom estado de conservação para evitar vazamentos eque os resíduos não podem ser transportados junto a alimentos, medicamentos ou produtos destinados ao uso e/ou consumo humano ou animal.

7.16 Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos

Tratar os resíduos sólidos significa aplicar uma sequência de procedimentos para a redução da sua quantidade e potencial poluidor, de modo a evitar o seu descarte no meio ambiente ou outro local inadequado, transformando-o em material biologicamente estável ou inerte. Pela PNRS (Lei

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

nº 12305/10) o tratamento pode ser entendido como uma destinação final ambientalmente adequada, incluindo a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético dos resíduos. Esses procedimentos são basicamente constituídos de processos físicos, químicos e biológicos (MONTEIRO et al., 2001) como mostra a

Tabela , cada qual com seu sistema básico e características técnicas (Tabela 2).

Tabela 7.1 Principais processos de tratamento de RSU.

Sistemas Básicos	Processos	Evolução	Produto
Triagem	Físico	Coleta Seletiva Tratam. Mecânico Biológico (MBT)	Matéria Prima para reciclagem e energia
Tratamento Biológico	Biológico	Biodigestores Anaeróbios Compostagem	Composto orgânico e energia
Incineração	Físico-químico	Tratamento Térmico	Vapor e energia elétrica
Aterros Sanitários	Físico, químico e biológico	Reator Anaeróbio Tratamento da M. Orgânica	Biogás (energia) e lixiviado

Fonte: JUCÁ, 2014

Tabela 7.2 Característica dos processos de tratamento de RSU.

Características	Triagem	Tratamento Biológico	Incineradores Termelétricas	Aterros Sanitários
Área disponível	menor	médio	baixo	alta
Investimento instalação	médio	médio	alto	menor
Custo Insumo	baixo	alto	médio	médio
Linha de transmissão	não se aplica	médio	alto	alto
Custo de produção	baixo	alto	alto	médio
Tecnologia	baixo a médio	médio a alto	alto	médio
Impacto ambiental	baixo	médio	alto	alto
Capacitação de RH	baixo	médio	alto	baixo

Fonte: Adaptado JUCÁ, 2014

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

A principal forma de tratamento dos resíduos oriundos da coleta seletiva é a reciclagem,em que há a triagem e transformação dos resíduos para fabricação de novos produtos, iguais ou não aos de origem (ReCESA, 2014). É uma alternativa de tratamento atrativa para a populaçãopor seu apelo ambiental na busca de minimização dos resíduos enviados ao aterro que possuem longo período de resistência a decomposição. Dessa forma, os materiais retornam ao ciclo produtivo, minimizando a retirada de nova matéria-prima natural (MONTEIRO et al., 2001).

A triagem dos materiais que chega as usinas é realizada manualmente em uma esteira de catação, em que há a retirada daqueles resíduos cujo aproveitamento é inviável ou não recomendado, sendo acondicionados para envio a um aterro sanitário (BARROS, 2012).

Dentre as vantagens da reciclagem, as principais são relacionadas à preservação de recursos naturais pelo reaproveitamento de resíduos como matéria-prima; à economia de transporte, já que se tem uma redução do volume de material encaminhado ao aterro; ao aproveitamento de materiais não renováveis e ao alerta para a população quanto às questões ambientais. Além do mais, é importante frisar que a unidades de triagem podem gerar empregoe renda, e lançar no mercado materiais de menor custo (ReCESA, 2014).

A participação da população é fundamental nesse processo, pois quando esta segrega corretamente os resíduos recicláveis, limpando-os, as etapas da reciclagem são otimizadas, minimizando tempo e desperdícios.

A compostagem é outro elemento da estratégia de gestão integrada de resíduos sólidos quanto ao seu tratamento, tendo como base o processo biológico para transformação de resíduos orgânicos em compostos aproveitáveis. Trata-se de um processo natural que ocorre pela ação de microrganismos que realizam a decomposição biológica de materiais orgânicos de origem animal e vegetal, como folhas, resíduos de jardim e restos de alimento. Não é um processo efetivo na degradação de compostos orgânicos complexos como madeira, couro e

polímeros, nem de materiais inorgânicos como vidro, cerâmica e metais (ReCESA, 2014; TCHOBANOGLOUS; KEITH, 2002).

O processo de compostagem pode ser aeróbio ou anaeróbio, dependendo da presença ou não de oxigênio, respectivamente. Os passos principais da compostagem aeróbia envolvema montagem de leiras (pilhas de resíduos) e o seu revolvimento para introdução forçada de oxigênio, sem a necessidade de adição de compostos químicos à massa do resíduo. Nesse caso atuam microrganismos que vivem em ambientes com oxigênio. A temperatura do processo podechegar até 70°C. Com isso, antes do processo é preciso verificar a ausência de contaminantes emateriais recicláveis, as condições climáticas locais, e serem realizados ajustes em algumas condições da pilha, como na relação C/N, temperatura e pH. O produto final é um composto rico em húmus e nutrientes minerais que pode ser aplicado como biofertilizante em solos (TCHOBANOGLOUS; KEITH, 2002; MONTEIRO et al., 2001).

O processo anaeróbio é realizado em ambiente fechado, de modo que se tenha ausênciade oxigênio e a decomposição do resíduo orgânico seja realizada por microrganismos que metabolizam em ambientes sem oxigênio. A digestão ocorre em baixa temperatura, com liberação de odores fortes, desagradáveis, levando um período maior para que a matéria orgânica se estabilize em relação à compostagem aeróbia (MONTEIRO et al., 2001).

A incineração também é um tratamento aplicado para reduzir o volume de resíduos pormeio de sua queima a altas temperaturas (1000 °C a 1450 °C), que se realizada de forma correta,torna o resíduo absolutamente inerte em pouco tempo (ReCESA, 2014). O processo decompõevários tipos de materiais como papel, plásticos, fibras e embalagens de resíduos urbanos, mas tem como passivo ambiental a liberação de possíveis metais contidos nos produtos. Alguns desses metais podem ser tóxicos e são volatilizados, como chumbo, cádmio, mercúrio, selênio e berílio, entre outros. A incineração também pode emitir poluentes para a atmosfera, como dioxinas e furanos, sendo um grande ponto

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

negativo dessa tecnologia – o que a torna onerosa em razão da necessidade de instalação de filtros que minimizem a poluição do ar. No geral, a incineração é aplicável em grandes áreas metropolitanas, onde aterros se encontram muito distantes e o volume de resíduos é consideravelmente grande (TCHOBANOGLOUS; KEITH,2002).

Assim como a incineração, a pirólise (também conhecida por gaseificação) é um processo de destruição térmica, diferindo ao absorver calor (reação exotérmica) e se processarna ausência de oxigênio. Nesse processo, ocorre a destilação destrutiva de um sólido à base decarbono em combustíveis gasosos ou líquidos, e até mesmo em carvão. Idealmente uma reaçãode pirólise ocorre com o uso de celulose ($C_6H_{10}O_5$), tendo como produto gasoso metano (CH_4)e gás carbônico (CO_2). A pirólise aplicada a resíduos pode ser autossustentável, pois a decomposição química causada pelas altas temperaturas na ausência de oxigênio pode produzirenergia que supera a consumida. Industrialmente, essa tecnologia tem sido usada há anos, mas não é comumente aplicada em tratamento de resíduos sólidos urbanos (ALEXANDRE et al., 2013; TCHOBANOGLOUS; KEITH, 2002).

Embora aterros sanitários sejam definidos como formas de disposição final dos resíduos,dentro de suas dependências podem ser realizados processos de tratamentos dos resíduos e aproveitamento do potencial energético do gás produzido pela decomposição anaeróbia dos orgânicos.

Em suma, as tecnologias apresentadas tem a finalidade de reduzir a quantidade de resíduos que deverão ser dispostos em aterros sanitários, representando vantagens ambientais e econômicas importantes.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

7.17 Disposição Final

Conforme estabelece a PNRS (Lei n. 12.305/2010), a disposição final ambientalmente adequada consiste na distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e a minimizar os impactos ambientais adversos. As principais formas de disposição final de resíduos sólidos empregadas no Brasil são: (1) lixão; (2) aterro controlado e (3) aterro sanitário.

7.18 Lixão

Forma inadequada de dispor os resíduos sólidos diretamente no solo, a céu aberto sem aplicação de nenhuma tecnologia de tratamento. Por isso, prejudica a saúde pública e o meio ambiente ao poluir ar, solos, águas subterrâneas e superficiais, atrair animais, vetores de doenças e pessoas que podem estar submetidas a muitos riscos (BARROS, 2012). Apesar disso,o lixão foi e ainda é muito utilizado como local de disposição final de resíduos em vários municípios brasileiros.

O prazo para encerramento definitivo de lixões, conforme a Lei n. 12.305/10, foi estipulado para 2 de agosto de 2014 e, a partir desta data, os rejeitos municipais deveriam ter uma disposição final ambientalmente adequada. Porém, diante do não cumprimento integral doprazo pelos municípios brasileiros, no dia 29 de outubro de 2014, mediante uma medida provisória houve a sua prorrogação até o ano de 2018 (MASSALLI, 2014).

Após o fechamento de lixões, a maneira correta de se recuperar a área afetada deve serlevantada com estudos para verificação da tecnologia aplicável, removendo-se por completo todo o resíduo depositado, transportando-o a aterros sanitários (MONTEIRO et al., 2002).

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

7.19 Aterro Controlado

É um método que apresenta uma melhora em relação aos lixões visto que os resíduos sólidos recebem diariamente a cobertura de uma camada de material inerte, isto é, são aterrados.Contudo, essa cobertura não possui critério técnico, realizada aleatoriamente, sem o cuidado de evitar os impactos de poluição gerados pelos resíduos sólidos, já que não são levados em contaos mecanismos de formação de gases e lixiviados (MONTEIRO et al., 2001).

7.20 Aterro Sanitário

A NBR 8.419/96 define aterro sanitário como:

"Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário. (ABNT, 1996). "

Com isso, o aterro sanitário é considerado a forma de disposição final mais ambientalmente adequada dentre as demais descritas, evitando danos à saúde pública e ao meioambiente. No aterro há a impermeabilização do fundo e das laterais, de modo a impedir a percolação do chorume evitando a contaminação de solos e do lençol freático (BARROS, 2012). O aterro também é constituído por drenos de coleta de gases, líquidos (chorume) e águas superficiais, unidades de tratamento do chorume e gases, e centrais de monitoramento ambiental (ReCESA, 2014).

A Resolução Conama nº 404/08 define critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterros sanitários de pequeno porte, ao passo que a NBR 15.849/10 regulamenta sobre as diretrizes para sua localização, projeto, implantação, operação e encerramento.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Os aterros podem ser do tipo trincheira, rampa (escavação progressiva) e área. No primeiro tem-se a escavação de trincheiras com largura entre 6 e 40 m, profundidade entre 2 e4 metros, espaçadas em 1 m; o tipo rampa é escavado direto no solo, onde o lixo espalhado é compactado por trator em camadas inclinadas; e no de área o trator espalha e compacta os resíduos na superfície natural do terreno, já preparada (BARROS, 2012).

A infraestrutura básica de aterros sanitários, além da área de disposição de resíduos, comporta uma guarita que controla e entrada dos caminhões de coleta; balança para pesagem dos veículos; placas de advertência e indicativas das unidades; vias de acesso para os locais; instalações para apoio operacional e sistema de tratamento de chorume. É importante que o aterro seja isolado com portão e cerca que deve circundar toda a área de operação para impedira entrada de pessoas e animais sem devida autorização. Uma cerca viva com espécies arbóreas também deve ser mantida no entorno do aterro formando o cinturão verde para servir de barreirapara ventos fortes e evitar a dispersão de eventual mau cheiro (LANZA; CARVALHO, 2006).

7.21 Aterro de Inertes

Define-se como área onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A, conforme classificação da Resolução CONAMA n° 307, e resíduos inertes no solo, visando a preservação de materiais segregados, de forma a possibilitar o uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, conforme princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

7.22 Pátio de Compostagem

Local onde são empregadas técnicas para estimular a decomposição de materiaisorgânicos por organismos heterótrofos aeróbios, com a finalidade de obter, no menor tempo possível, um material estável, rico em substâncias húmicas e nutrientes minerais formando assim um solo humífero. O adubo gerado por essa compostagem é usado apenas para adubar jardins e praças públicas, além de hortas orgânicas.

7.23 Resíduos da Construção Civil

São aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. Constituem-se de demolições e restos de obras, solos de escavações diversas, etc.

Trata-se, geralmente, de materiais inertes, passíveis de reaproveitamento, são definidos pela Resolução CONAMA 307/2002 como sendo os resíduos gerados em atividades de construção, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, além dos resíduos resultantes da preparação e da escavação de terrenos.

- Exemplos de resíduos que encontram-se nessas categorias são: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, azulejos, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

7.24 Normas e Legislação Pertinente

No domínio do Ministério, cabe à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) formular e coordenar as políticas urbanas ligadas à ampliação do acesso aos serviços de saneamento no País, procurando sempre criar condições de melhoria da qualidade da prestação desses serviços (Mcid, 2015).

A partir da união de informações de cada entidade, como amparo ao desenvolvimento do manejo de resíduos sólidos, foi criado um conjunto de normas jurídicas no contexto do saneamento básico, da educação ambiental e principalmente do desenvolvimento sustentável, nas diferentes esferas: Federal, Estadual e Municipal.

Nas **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, encontra-se a legislação pertinente, incluindo leis e decretos, indo da mais recente a mais antiga, na esfera federal e do Estado de São Paulo, respectivamente.

Tabela 7.3 Leis e decretos da esfera Federal relativos ao saneamento básico e resíduos sólidos

Identificação	Data	Ementa
Decreto n. 7.404	23/12/2010	Regulamenta a Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências.
Decreto n. 7.217	21/06/2010	Regulamenta a Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.
Lei n. 12.305	02/06/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Lei n. 12.055	09/10/2009	Institui a data de 5 de junho como o Dia Nacional da Reciclagem.
Lei n. 11.445	05/01/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei n. 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 7.4 Leis e decretos de esfera Estadual relativos ao saneamento básico e resíduos sólidos

Identificação	Data	Ementa
Decreto n. 60.520	05/06/2014	Institui o Sistema Estadual de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos – SIGOR e dá providências correlatas
Decreto n. 57.817	28/02/2012	Institui, sob coordenação da Secretaria do Meio Ambiente, o Programa Estadual de Implementação de Projetos de Resíduos Sólidos e dá providências correlatas
Lei n. 14.470	22/06/2011	Dispõe sobre a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública estadual, na forma que especifica
Decreto n. 57.071	20/06/2011	Altera a redação do "caput" do artigo 27 do Decreto n. 54.645, de 5 de agosto de 2009, que regulamenta dispositivos da Lei n. 12.300, de 16 de março de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos
Decreto n. 55.565	15/03/2010	Dispõe sobre a prestação de serviços públicos de saneamento básico relativos à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos urbanos no Estado de São Paulo e dá providências correlatas
Decreto n. 54.645	05/08/2009	Regulamenta dispositivos da Lei n. 12.300 de 16 de março de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e altera o inciso I do artigo 74 do Regulamento da Lei n. 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976
Lei n. 13.576	06/07/2009	Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico.
Lei n. 12.528	02/01/2007	Obriga a implantação do processo de coleta seletiva de lixo em “shopping centers” e outros estabelecimentos que especifica, do Estado de São Paulo.
Lei n. 12.300	16/03/2006	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes
Lei n. 11.387	27/03/2003	Dispõe sobre a apresentação, pelo Poder Executivo, de um Plano Diretor de Resíduos Sólidos para o Estado de São Paulo e dá providências correlatas.
Lei n. 10.888	20/09/2001	Dispõe sobre o descarte final de produtos potencialmente perigosos do resíduo urbano que contenham metais pesados e dá outras providências.
Lei n. 10.856	31/08/2001	Cria o Programa de Coleta Seletiva de Lixo nas escolas públicas do Estado de São Paulo e dá outras providências
Decreto n. 45.001	27/06/2000	Autoriza o Secretário do Meio Ambiente a celebrar convênios com Municípios Paulistas, relacionados no Anexo I deste decreto, visando à implantação de aterros sanitários em valas para resíduos sólidos
Lei n. 7.750	31/03/1992	Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e dá outras providências

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

8 DIAGNOSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE BRODOWSKI

Na sequência é apresentado a caracterização geral da gestão e gerenciamento atribuídos aos Resíduos Sólidos do município de Brodowski.

8.1 Resíduos Domiciliares

No município de Brodowski é feito o acondicionamento, dos modos tradicionais de recipiente, o acondicionamento dos resíduos gerados é predominantemente através de saquinhos e “sacos de lixo”, colocados sobre as calçadas, pendurados nas árvores e muros, bem como em suportes existentes, como pode ser observado nas Figura 8.3 a Figura 8.3.

Uma particularidade do município, devido a regularidade da coleta dos resíduos domiciliares, muitas residências e pontos comerciais, não possui cestos para acondicionamento dos resíduos (lixeiras), sendo os resíduos acondicionados e colocados nas calçadas para a coleta regular.

As faltas de acondicionamento adequado de objetos cortantes lançados no lixo podem acarretar em acidentes aos trabalhadores da coletada no município. Apesar do uso de todos os equipamentos obrigatórios para o serviço, objetos cortantes e perfurantes (como lâmpadas, copos e louças) podem machucar os coletores. As ilustrações apresentam fotos do acondicionamento em Brodowski dos resíduos domiciliares.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.1 Detalhe do acondicionamento em suportes

Figura 8.2 Detalhe do acondicionamento em suportes

Figura 8.3 Detalhe do acondicionamento em suportes

Devido as características dos resíduos gerados nos pontos comerciais, rodoviária, praças e os resíduos de características domiciliares das indústrias, estes são coletados juntamente com a coleta regular. As Figuras apresentadas na sequencia ilustram o acondicionamento destes resíduos.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

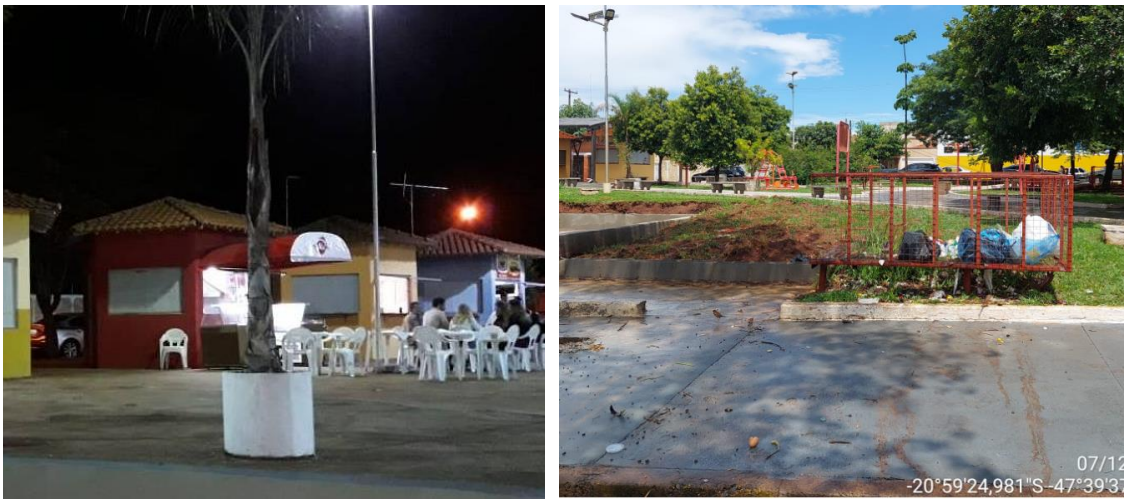


Figura 8.4 Praça de alimentação "Santo Betetti" de Brodowski-SP

(a) (b)

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

(c)

Figura 8.5 Acondicionamento de resíduos do tipo domiciliares. (a) Feira municipal; (b) descarte de ponto comercial – lanchonete; (c) indústria/distribuidora.

8.2 Coleta e Transporte dos Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais (RSD)

De acordo com informações da Prefeitura, a taxa de geração de resíduos sólidos domiciliares no município de Brodowski é de 4,95 toneladas/dia. Porém, os setores de coleta são estipulados apenas para a zona urbana do município, e desta forma, os valores correspondem apenas aos resíduos domiciliares da zona urbana.

A coleta de resíduos sólidos domiciliares é realizada três vezes por semana em todos os bairros da zona urbana do município de Brodowski. Esta coleta é realizada as segundas, quartas e sextas-feiras. Nestes dias, a coleta inicia-se por volta das 07:00 horas e finaliza-se em torno de 16:30 horas, e ao final da jornada, os veículos retornam para o pátio da Prefeitura.

Todo o gerenciamento da coleta de resíduos sólidos domiciliares é de responsabilidade do Departamento de Obras e Serviços Municipais da Prefeitura

de Brodowski. As principais atribuições deste Departamento para o gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares são: promoção de serviços de limpeza pública e gestão dos resíduos; conservação e manutenção de vias urbanas e estradas, além de parques, praças e jardins públicos; administração de oficinas mecânica, funilaria, serralheria e carpintaria; e gerenciamento e manejo do Aterro Sanitário e da Área de Triagem e Transbordo de Resíduos Sólidos.

A Figura 8.6 apresenta os setores da coleta de resíduos sólidos domésticos.

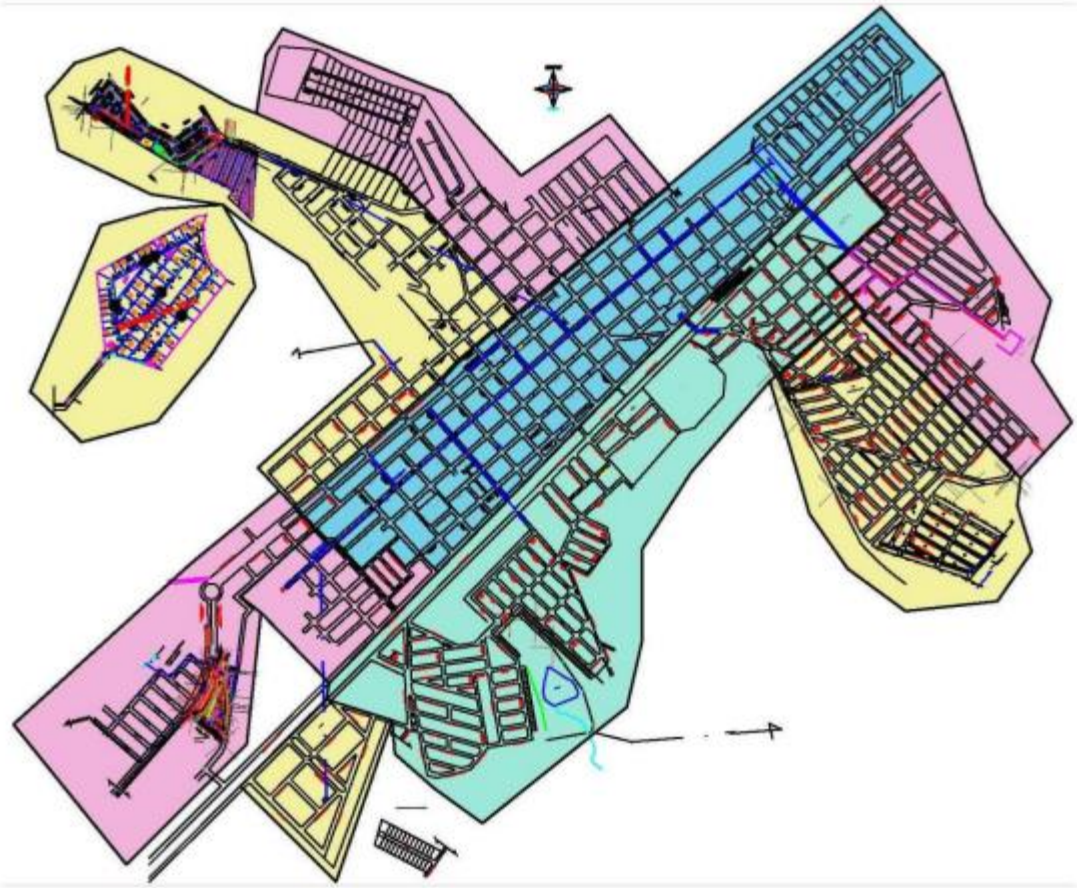


Figura 8.6 setores da coleta de resíduos sólidos domésticos

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

O serviço de coleta e transporte dos resíduos domésticos e comerciais é feita pela prefeitura, As Figuras apresentam um dos caminhões da frota no detalhe no pátio da Prefeitura, e o novo caminhão recém entregue a prefeitura.

Figura 8.7 Caminhão Ford, ano 1992, capacidade 12m³

Figura 8.8 Caminhão recém entregue a prefeitura

Pelo estado dos caminhões, eventualmente são usados tratores com carretinha, para auxiliar na coleta, não sendo recomendado, por não conseguir compactar o resíduo, fazendo com que seu volumo seja muito maior para

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

transporte e para armazenamento no trasbordo. Entre as figuras 8.9 e 8.12, são apresentados os tratos que são utilizados no apoio da coleta.

Figura 8.9 Transporte irregular de resíduos

Figura 8.10 Transporte irregular de resíduos

Figura 8.11 Transporte irregular de resíduos

Figura 8.12 Transporte irregular de resíduos

Os resíduos oriundos de estabelecimentos comerciais são retirados juntamente com os resíduos sólidos residenciais, obedecendo aos mesmos horários pois fazem parte dos mesmos setores de coleta.

Ao todo são 16 funcionários envolvidos na coleta regular de resíduos sólidos domiciliares, sendo 4 motoristas e mais 12 coletores. Porém, o que foi constatado durante a coleta, é que os equipamentos de proteção individual não são utilizados corretamente, causando assim maiores riscos para os mesmos durante o exercício de suas funções. As **Erro! Fonte de referência não e**

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

ncontrada. e Figura 8.14 apresentam o detalhe da falta de equipamentos de proteção individual durante a coleta.

Figura 8.13 Falta de EPIs durante a coleta

Figura 8.14 Falta de IPIs durante a coleta

Após a coleta desse material, ele é transferido para a área de transbordo, onde será feito o devido descarte.

8.3 Disposição final – Estação de Transbordo

Após serem coletados, os resíduos sólidos domiciliares são transportados até a Estação de Transbordo do município, localizada na Rodovia Brodowski – Jurucê km 1,9 área que funcionava o antigo lixão, onde neste local os resíduos são alocados em caçambas de 37 m³, e depois de cheias são transportadas até o aterro sanitário licenciado na cidade vizinha de Jardinópolis/SP através de uma empresa especializada. A Figura 8.15 ilustra a localização da estação de transbordo.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.15 Estação de Transbordo para os resíduos sólidos da coleta regular do município de Brodowski

Porém, constata-se que a área de transbordo não funciona adequadamente uma vez que há apenas um funcionário, sendo este responsável pela guarita, controlando a entrada e saída de pessoas autorizadas. O funcionário não utiliza EPIs e como trabalha exclusivamente na guarita, não há nenhum funcionário no transbordo. Além disso, a guarita não apresenta balança e os caminhões não são pesados, dificultando a estimativa de geração de resíduos sólidos domiciliares.

Outro fato que chama a atenção se dá pela quantidade de resíduos recicláveis que são destinados à área de transbordo, fazendo com que haja maior custo com a disposição final dos resíduos em aterro terceirizado. A existência da coleta seletiva informal se mostra insuficiente e assim sendo, aumenta a quantidade de resíduos levados para a disposição final.

As figuras 8.16 a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** 8.19 a presentam a Estação de Transbordo.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.16 Detalhe da Caçamba

Figura 8.17 Vista superior da caçamba

Figura 8.18 Detalhe da Caçamba

Figura 8.19 Guarita do transbordo

Por fim, os resíduos são encaminhados para a destinação final no Aterro Sanitário de Jardinópolis (CGR Jardinópolis). O Centro de Gerenciamento de Resíduos de Jardinópolis, localizado na fazenda São João, zona rural de Jardinópolis, é um empreendimento da iniciativa privada, projetado para a disposição final de resíduos Classes II A e II B (não perigosos).

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

O aterro, que tem capacidade para receber 104 toneladas de material por dia atende diversas cidades do interior paulista.

O custo operacional de todo o sistema de coleta, transporte e disposição final dos resíduos sólidos domiciliares é apresentado na Tabela .

Tabela 8.1 Custo mensal de operação do sistema de coleta e transporte dos Resíduos Sólidos Domiciliares no município de Brodowski

Descrição	Valor Médio Mensal
04 Motoristas	R$ 13.200,00
12 Coletores	R$ 39.600,00
Despesas combustível	R$ 40.000,00
Despesas Manutenção de Veículos	R$ 10.000,00
Despesas c/ disposição final	R$ 85.000,00
TOTAL	**R$ 187.800,00**

Conforme observado, atualmente o município tem uma despesa mensal média de R$ 187.800,00 com o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Domiciliares - RSD, o que gera um custo anual de R$2.253.600,00.

8.4 Resíduos Sólidos da Limpeza Urbana

A Lei 12.305/2010, em seu Art. 13, define no parágrafo I, alínea ‘b’ sobre os resíduos de limpeza urbana: “os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana; ”

Todo o sistema de gerenciamento de resíduos de limpeza pública, com exceção da remoção de resíduos verdes volumosos (serviço de poda), também é de responsabilidade do Departamento de Obras e Serviços Municipais da Prefeitura de Brodowski. As principais atribuições deste Departamento para o gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares são: promoção de serviços de limpeza pública e gestão dos resíduos; conservação e manutenção de vias urbanas e estradas, além de parques, praças e jardins públicos; administração

de oficinas mecânica, funilaria, serralheria e carpintaria; e gerenciamento e manejo do Aterro Sanitário e da Área de Triagem e Transbordo de Resíduos Sólidos.

A limpeza é feita diariamente, de segunda-feira à sexta-feira, com 02 tratores com carreta que faz a retirada de sofás velhos descartados; Limpeza proveniente poda grama e varrição dos logradouros públicos e vias públicas, com 4 funcionários (auxiliar de serviços), que executa os serviços de varrição somente nas ruas do centro da cidade. A seguir na Figura .

Figura 8.20 Trator para coleta de resíduos de limpeza publica

A frota, já comentada é composta por 02 tratores com carreta, já a equipe envolvida neste serviço é composta por 02 tratoristas, 02 ajudantes (serviços braçais) e 04 auxiliares de serviços gerais.

Por fim, o serviço de remoção de resíduos verdes (serviço de poda e trituração) funciona à parte, através de um contrato anual com empresa terceirizada, a “Jair Valeriano de Brito Transporte – ME”, por um valor mensal de R$ 25.000,00, cujos serviços prestados são corte, destoca e coleta de raízes, troncos e galhos no município de Brodowski.

Dessa forma, os munícipes solicitam à Prefeitura a necessidade de poda, ou até mesmo por verificação dos funcionários da Prefeitura que há necessidade de poda, é realizada a comunicação com a empresa contratada, que realiza o

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

serviço e encaminha os resíduos à área que funcionava o antigo lixão, ou é triturado para posteriormente ser vendido.

Os custos operacionais de todo o sistema de coleta e transporte dos resíduos de limpeza pública é apresentado na Tabela .

Tabela 8.2 Custo operacional de todo o sistema de coleta e transporte dos resíduos de limpeza pública

Descrição	Valor Médio Mensal
02 Tratoristas	R$ 6.800,00
02 Trabalhadores Braçais	R$ 6.600,00
04 Auxiliar de Serviços Gerais	R$ 13.200,00
Despesas combustível	R$ 2.000,00
Despesas Manutenção de Veículos	R$ 3.000,00
Serviço terceirizado de Poda e trituração c/ disposição final	R$ 25.000,00
TOTAL	**R$ 56.600,00**

Conforme observado, atualmente o município tem uma despesa mensal média de R$ 56.600,00 com o gerenciamento dos Resíduos de Limpeza Urbana - RLU, o que gera um custo anual de R$679.200,00.

Pelas imagens a seguir podemos ver a equipe realizando o serviço de Poda e Capina, com o auxílio da Retroescavadeira, mas sem os devidos equipamentos necessários de segurança (EPIs), e com a utilização do maquinário de formar irregular.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.21 Trabalhadores realizando o serviço do Poda e Capina

Figura 8.22 Limpeza Urbana - Remoção de Folhas e galhos secos - Retroescavadeira sendo utilizada de forma irregular

Figura 8.23 Limpeza Urbana - Maquinário Utilizado para Limpeza Urbana – Trituração de galhos

8.5 Coleta Seletiva

No município de Brodowski não há nenhum tipo de coleta seletiva oficial da Prefeitura. Ocorre no município, muito comum em diversas localidades também, a presença de catadores informais no município, que se organizaram realizando

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

a coleta e vendem estes materiais para a empresa que comercializa os materiais recicláveis, como pode ser visto na Figura 4.

Figura 8.24 Catadores informais

Após o serviço de coleta os resíduos são levados para um local próprio para a triagem, onde são armazenados os bags de materiais posteriormente comercializados. Desta forma, há informalmente duas cooperativas de reciclagem no município, sendo elas o Joel Sucatas e o Alex Vasconcelos Recicláveis.

8.6 Resíduos Cemiteriais

No cemitério municipal, sua padronização facilita a limpeza e manutenção. No local há caçambas onde são depositados os resíduos e quando estas estão cheias, a equipe de operação do cemitério entra em contato com a empresa de caçambas, que realiza a substituição da mesma. Todos os resíduos gerados no local caracterizados como “comuns” ou de características de “domiciliares”, são destinados ao aterro sanitário do município de Brodowski. Portanto, restos de caixão, restos de roupas, EPI utilizados pelos coveiros (roupa descartável, máscaras, luvas) e demais resíduos que sejam gerados nessa situação, devem ser separados, o que não acontece no cemitério. Os resíduos sólidos gerados

no cemitério são basicamente os de varrição, poda e capina restos de coroas de flores, vasos de plantas, garrafas de água descartável, copos e caixas de velas (Figura)

Figura 8.25 Caçambas alocadas no cemitério municipal

8.7 Resíduos de Serviço de Saúde (RSS)

São definidos como geradores de resíduos de serviços de saúde todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para a saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizam atividades de embalsamamento, serviços de medicina legal, drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área da saúde, centro de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro, unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura, serviços de tatuagem, dentre outros similares.

A gestão dos resíduos de serviço de saúde é de responsabilidade de cada gerador, que deve possuir seu Plano de Gerenciamento de Resíduos de

Serviços de Saúde – PGRSS. Nas unidades municipais, foi constatado que os geradores de RSS possuem o plano específico, porém, alguns problemas operacionais, ainda que pequenos, foram constatados. Porém, a gestão dos resíduos nestas localidades se encontra organizada.

Os resíduos sólidos de serviços de saúde gerados no município de Brodowski são recolhidos pela empresa MM Ambiental – Martins e Montes Transportes e Serviços de Limpeza Ltda., através de um contrato anual, total do contrato é de R$ 54.000,00.

A coleta deve ser executada em cada ponto gerador conforme a determinação da administração pública e secretaria da saúde e vigilância sanitária do município, obedecendo às normas técnicas NBR 10.004, NBR 12.810 e NBR 14.652 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, por equipe de funcionários totalmente treinados e equipados com Equipamentos de Proteção Individual – EPI'S, satisfazendo as exigências da Vigilância Sanitária.

As "coletas" dos resíduos serão executadas no Município de Brodowski 01 (uma) vez por semana no período diurno sempre em horário comercial sendo executadas as segundas feiras de cada semana de acordo com a ordem determinada nas planilhas de coletas fornecida pela empresa contratada "MM Ambiental – Martins e Montes Transportes e Serviços de Limpeza Ltda " em conformidade com os locais de coleta com as descrições dos locais e o endereço de cada gerador no município.

O transporte deve ser executado em veículo novo totalmente licenciado e assegurado de acordo com as normas de transito vigentes, de cor Branca, constando em local visível o nome da empresa coletora (endereço e telefone), e a especificação dos resíduos transportáveis, com o número e código estabelecido na NBR 10.004, ostentando a simbologia para transporte rodoviário de acordo com a NBR 7.500 e NBR 8.286.

O compartimento de cargas provido de ventilação adequada, apresentando as seguintes características em seu interior; superfícies lisas, de

cantos arredondados permitindo melhores condições para higienização, com vedação total para não permitir vazamentos de líquidos contaminados. Todo veículo em conformidade com as legislações portam em seu interior equipamentos auxiliares (pá, rodo, saco plástico de reserva e solução desinfetante) para auxilio emergencial em sua necessidade.

8.8 Resíduos da Construção Civil (RCC)

Segundo a definição da Resolução 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que dispõe sobre a gestão destes resíduos, são denominados Resíduos da Construção Civil aqueles que são resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

A coleta de resíduos da construção civil é privada e realizada por empresas privadas, que coletam com caminhões poliguindastes com caçambas, sendo elas responsáveis pela coleta e pelo descarte. As duas empresas descartam o entulho em áreas ainda não licenciadas na CETESB, como o caso da área de passivo ambiental em que se localizava o antigo lixão do município. As empresas são a “Ambiental Vitória” e a “Disk Entulho Vado e Auriluci” (*Figura 8.26* Detalhe de caçamba alocada no município de Brodowski).

As empresas responsáveis por este serviço no município atendem 100%

Figura 8.26 Detalhe de caçamba alocada no município de Brodowski

da população, porém não são coletados 100% de resíduos, já que nem toda população descarta devidamente em caçambas e alguns lugares acabam sendo depositados esses resíduos, fazendo com que a prefeitura tenha que retirar os resíduos do local.

A destinação final ocorre apenas em duas áreas que não são licenciadas pela CETESB, assim como na área que funcionava o antigo lixão, sendo uma área de passivo ambiental, fato que é contrário às orientações do órgão ambiental e representa um impacto ambiental para o município, dificultando a gestão destes resíduos.

8.9 Resíduos Industriais

De acordo com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente de São Paulo, são considerados resíduos industriais os provenientes de atividades de pesquisa e de transformação de matérias-primas e substâncias orgânicas ou inorgânicas em novos produtos, por processos específicos, bem como os provenientes das atividades de mineração e extração, de montagem e manipulação de produtos acabados e aqueles gerados em áreas de utilidade, apoio, depósito e de administração das indústrias e similares, inclusive resíduos provenientes de Estações de Tratamento de Água - ETAs e Estações de Tratamento de Esgoto

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

– ETEs. As indústrias são responsáveis por seus resíduos gerados, independentemente de porte e ramo de atividade.

Apesar da responsabilidade por toda a gestão de seus resíduos por parte das indústrias, a Prefeitura de Brodowski realiza a coleta de alguns destes resíduos, utilizando a mão-de-obra e equipamentos do poder púbico, porém, se torna uma opção de modo a evitar o descarte irregular e outros problemas na gestão.

O serviço de coleta de resíduo industrial é feito na área em que se localiza a maioria das indústrias do município e o departamento responsável pela coleta é o Departamento de Obras e Serviços Municipais. Apesar de ser caracterizado como resíduos industriais, em virtude do setor de coleta abranger a Distrito Industrial.

Com relação à coleta é utilizado 01 caminhão compactador, mesmo que realiza a coleta de resíduos sólidos domiciliares, para a coleta dos resíduos das fabricas de costura, e fabrica de aquecedor solar.

A frequência do serviço é realizado as terças e quintas-feiras, com horário saída 07:00 horas e retorno 16:30 horas, e são utilizados três funcionários do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares.

Não existe aterro de inertes no município, e após a coleta estes resíduos são enviados à Estação de Transbordo de Brodowski e possui o mesmo destino que os resíduos sólidos domiciliares, sendo o Aterro Sanitário de Jardinópolis, operado por empresa terceirizada, que inclusive, realiza a coleta destes resíduos na estação de transbordo.

8.10 Resíduos das Atividades Agrossilvopastoris

Podem ser definidos de acordo com a PNRS (BRASIL, 2010) como: os gerados nas atividades agropecuárias e silvicultoras, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

As agroindústrias são geradoras de resíduos sólidos, por exemplo, usinas de açúcar e álcool, as quais geram o bagaço e a torta de filtro, como também agroindústrias das culturas supracitadas, abatedouros, laticínios e graxarias.

No município de Brodowski, não há nenhuma política de coleta ou descarte desse material, ficando a cargo dos próprios produtores realizar o descarte corretamente.

8.11 Resíduos de Serviço de Transporte

Os resíduos de serviços de transportes são definidos de acordo com a PNRS (BRASIL, 2010) como: “Os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira”. A composição desses resíduos pode ser bastante heterogênica dependendo da localização do município (p. ex.: cidade litorânea), e atividades envolvidas por esses serviços.

De acordo com a Resolução CONAMA, número 05, de 05 de agosto de 1993, cabe aos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários institucionalizarem um plano de gerenciamento de resíduos específico.

Na cidade à um terminal rodoviário ‘’Primo Baggio’’, a coleta de resíduos é realizada juntamente com a coleta dos resíduos sólidos domiciliares, assim como os outros estabelecimentos comerciais. Que após sua coleta, é destinado ao aterro municipal. A seguir na Figura está representado a coleta do material.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.27 Lixeira onde é despejado os resíduos gerados na rodoviária

8.12 Produtos e embalagens comercializados no Estado de São Paulo sujeitos à logística reversa

A Resolução SMA Nº 45, de 23 de junho de 2015 define as diretrizes para implementação e operacionalização da responsabilidade pós-consumo no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas, em substituição do Artigo 1º da Resolução SMA-038 de 02 de agosto de 2011, que estabelecia a relação de produtos geradores de resíduos de significativo impacto ambiental:

> Parágrafo único - Fica inicialmente estabelecida a seguinte relação de produtos e embalagens comercializados no Estado de São Paulo sujeitos à logística reversa:
> I - Produtos que, após o consumo, resultam em resíduos considerados de significativo impacto ambiental:
> a) Óleo lubrificante usado e contaminado;
> b) Óleo Comestível;
> c) Filtro de óleo lubrificante automotivo;
> d) Baterias automotivas;
> e) Pilhas e Baterias portáteis;
> f) Produtos eletroeletrônicos e seus componentes;

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

g) Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
h) Pneus inservíveis; e
i) Medicamentos domiciliares, vencidos ou em desuso.
II - Embalagens de produtos que componham a fração seca dos resíduos sólidos urbanos ou equiparáveis, exceto aquelas classificadas como perigosas pela legislação brasileira, tais como as de:
a) Alimentos;
b) Bebidas;
c) Produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos;
d) Produtos de limpeza e afins; e
e) Outros utensílios e bens de consumo, a critério da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, ou da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB.
III - As embalagens que, após o consumo do produto, são consideradas resíduos de significativo impacto ambiental, tais como as de:
a) Agrotóxicos; e
b) Óleo lubrificante automotivo.

8.12.1 Óleos comestível, óleos lubrificantes e filtro de óleo lubrificante automotivo

Os resíduos de óleos comestíveis e de derivados de petróleo, são altamente perigosos para a natureza se descartado irregularmente, sendo necessária uma política de coleta desse material.

No município de Brodowski, a prefeitura não realiza a coleta, sendo feito de forma voluntária nos postos cadastrados, e recolhido pela empresa Brejeiro, através do projeto “Re Viva o Óleo”. O convenio foi feito em parceria com a SAAEB.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.28 Panfleto do programa Reviva o óleo firmado na prefeitura de Brodowski desde o ano de 2012.

Os resíduos de derivados de petróleo, atualmente não são coletados pela prefeitura, sendo de responsabilidade dos fornecedores sua coleta e destinação adequada.

8.12.2 Resíduos com logística reversa obrigatória

A logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. É através desse sistema, por exemplo, que materiais recicláveis de um produto eletrônico em fim de vida útil descartado pelo consumidor poderão retornar ao setor produtivo na forma de matéria-prima.

Assim sendo, após a consideração feita, o prognóstico de alguns tipos de resíduos deste relatório que necessitam da logística reversa incluem e orientam para o cumprimento desta lei. Não há nenhum programa oficial do município com

acordos setoriais para gestão destes resíduos, apesar de ser previsto por lei. Desta forma, o ônus da poluição ambiental recai apenas sobre o município, que deve procurar formas para solucionar este impasse junto com os empresários responsáveis por estes produtos.

Existem algumas iniciativas que se mostram incipientes por não abranger todos os setores da sociedade e não conseguir êxito ambiental em retornar estes materiais para a cadeia produtiva.

Com relação aos resíduos eletroeletrônicos perigosos, no caso das pilhas e baterias, as únicas iniciativas que existem são particulares, e prefeitura não realiza a coleta destes resíduos.

Para os outros resíduos sujeitos à Logística Reversa não há nenhuma outra inciativa ou acordo setorial que garanta ao munícipe a possibilidade de retornar seus resíduos à cadeia produtiva.

8.12.3 Resíduos Sólidos Pneumáticos

Para os resíduos pneumáticos, até setembro de 2012, os pneus eram recolhidos dos estabelecimentos geradores, em caminhão da Prefeitura Municipal, em dia pré-determinado, sob supervisão da Vigilância Sanitária e encaminhados para empresa recicladora no município de Cravinhos. Atualmente a coleta está sendo feita por uma com empresa privada, sendo responsável pela coleta do material do ecoponto, sendo feito pela empresa terceirizada, a “Reciclanip” (empresa que atua no setor de pós-consumo criada em março de 2007 pelos fabricantes de pneus novos Bridgestone, Goodyear, Michelin e Pirelli e Continental) é responsável pelo transporte de pneus a partir do local indicado. A empresa disponibiliza o caminhão. O local de armazenamento fica na fazenda Vila Luiza.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.29 Ecoponto de descarte de pneus

Figura 8.30 Armazenamento dos Pneus

8.13 Identificação das Áreas com Risco de Poluição e/ou Contaminação por Resíduos Sólidos

Uma área de risco de contaminação por resíduos sólidos que existe no município de Brodowski é a área que atualmente funciona a estação de transbordo de resíduos sólidos domiciliares, na mesma área em que já há um passivo ambiental (danos causados ao meio ambiente, representando, assim, a obrigação, a responsabilidade social da empresa ou município com aspectos ambientais), pois havia no local a disposição final de todos os tipos de resíduos sólidos gerados no município de Brodowski. Dessa forma, não havia sistemas de proteção ambiental e o risco de contaminação por resíduos sólidos é alto.

A área de localiza na Rodovia Vicinal Brodowski – Jurucê, na altura do km 1,9, possui acesso em via de terra, é totalmente cercado e possui guarita, mas não é possível o controle da quantidade de resíduos que entra no local. O terreno foi dividido em duas áreas e a área de passivo ambiental, constituída apenas pela área que recebia resíduos sólidos foi fechada com cerca, enquanto que a outra área foi licenciada para funcionar como área de transbordo de resíduos sólidos domiciliares.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.31 Locais de descarte irregular

As Figura 8.32 a Figura 9 apresentam a área de descarte irregular, a qual ainda é jogado resíduos, sem o devido descarte correto, a fim de evitar danos ambientais.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.32 Área de descarte irregular

Figura 8.33 Área de descarte irregular (ponto 01 e 02)

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.34 Área de descarte irregular

Figura 8.35 Área de descarte irregula

Figura 8.36 Área de descarte irregular

Figura 8.37 Área de descarte irregular

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.38 Área de descarte irregular

Figura 8.39 Área de descarte irregular

8.14 Resíduos de Serviço Público de Saneamento

Os resíduos gerados no tratamento preliminar de esgotos são geralmente acondicionados em caçambas estacionárias para posterior disposição final em aterro sanitário. Foi identificado que houve uma descontinuidade deste tipo de trabalho nas ETE's de Brodowski e que são atualmente estes resíduos são descartados no local em que estão situadas as ETEs. As Figura 8.40 Ilustram como é feito o descarte dos resíduos removidos do gradeamento e desarenador.

O descarte irregular desse material, pode contaminar o solo e prejudicar o sistema de tratamento de esgotos.

Os lodos gerados nas lagoas de tratamento ainda não foram removidos do sistema, sendo que, os sistemas providos de lagoas, geralmente são projetados para que acumulem lodos por períodos entre 10 a 20 anos. Assim, são necessários estudos específicos para medição e quantificação atual de lodo dentro das lagoas, para então proceder-se com projeto e implantação de sistemas remoção e desaguamento de lodos para posterior disposição final ambientalmente adequada.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 8.40 Tratamento preliminar da ETE Prata e ETE Divisa – limpeza de gradeamento e desarenador

8.15 Educação Ambiental

De acordo com a secretária do meio ambiente, hoje não há nenhum programa de conscientização ou educação para o descarte adequado dos resíduos sólidos, ficando apenas como alerta, placas e sinalização de proibição de descarga irregular.

8.16 Análise Financeira da Gestão dos Resíduos Sólidos

8.16.1 Despesas per capita e participação nas despesas correntes da Prefeitura

Com relação à despesa per capita em 2018, o indicador médio da despesa total do município com o manejo dos resíduos sólidos urbanos, quando rateada pela população urbana, resulta em uma despesa per capita anual de R$ 35,30/habitante, já as despesas com RSU, representou 1,27% da despesa da prefeitura, com um orçamento total de R$ 847.010,84 anual. Não havendo taxa de cobrança pelo serviço, sendo a prefeitura encarregada de realizar os investimentos e manter o sistema em funcionamento.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

8.16.2 Despesas com resíduos da logística reversa no município de Brodowski

- Custo zero para coletar pneus
- Custo zero da coleta de lâmpadas
- Custo zero da coleta de pilhas
- Custo zero na coleta de óleos
- Custo zero para coleta embalagens de agrotóxico

8.16.3 Despesas com resíduos de serviços de saúde no município de Brodowski

Os resíduos sólidos de serviços de saúde gerados no município de Brodowski são recolhidos pela empresa MM Ambiental – Martins e Montes Transportes e Serviços de Limpeza Ltda., através de um contrato anual, total do contrato é de R$ 54.000,00.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

9 PROGNOSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE BRODOWSKI

O prognostico dos resíduos sólidos do município de Brodowski tem como objetivo estabelecer estimativas para a situação dos resíduos em diferentes horizontes de tempo, procurando criar um cenário prospectivo a ser implantada na gestão dos resíduos sólidos.

O presente Plano de Saneamento Básico é uma ferramenta que aponta não somente o diagnóstico ambiental, mas dá diretrizes para a adequação do atual sistema de resíduos sólidos por meio do presente item.

Dentro do tema gestão, as ações apontam para a necessidade de desenvolver um plano integrado de resíduos sólidos, com as Secretarias de saúde, municipal e estadual, de forma a contemplá-lo com a visão de saneamento do meio ambiente urbano e combate a vetores, em especial aqueles ligados à dengue.

Para os resíduos sólidos domiciliares, nota-se que a coleta e o transporte até a estação de transbordo ocorrem de maneira adequada, não há maiores problemas nos setores de coleta, e a população tem seus serviços atendidos. Com relação a este serviço, o que deve ser realizado é a formação de equipes fixas de trabalho de coleta e a obrigatoriedade do uso de equipamentos de proteção individual (EPIs). A estação de transbordo funciona adequadamente, porém, uma economia de recursos poderia ser gerada ao se diminuir a quantidade de resíduos sólidos domiciliares a serem enviados para a disposição final, já que o valor é pago por tonelada. Assim, a instituição de um programa de coleta seletiva, e um programa de compostagem faria com que os resíduos tivessem outro tipo de tratamento e não fossem enviados diretamente para a disposição final.

A disposição final de resíduos ocorre em aterro particular, no município vizinho de Jardinópolis, sendo um aterro bem conceituado pela CETESB, e esta solução a curto prazo parece ser ideal, em virtude da quantidade de resíduos

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

sólidos domiciliares geradas no município de Brodowski, que necessitaria de aterro em vala, e geraria grandes riscos ambientais na operação.

Porém, como dito, não há no município um programa de coleta seletiva. A coleta seletiva representa um papel importante dentro do sistema de resíduos sólidos e aponta para a necessidade de ampliar a conscientização da população sobre a sua importância ambiental, econômica e social. Há no município a existência da coleta seletiva informal, mas esta se mostra insuficiente e assim sendo, aumenta a quantidade de resíduos levados para a disposição final. Dessa forma, recomenda-se que seja criado um barracão de coleta seletiva regular, localizado na mesma área da Estação de Transbordo, fazendo parte da instalação denominada Parque Eco Industrial.

A existência de um barracão de coleta seletiva além de diminuir as despesas pois diminuirá a quantidade de resíduos sólidos a serem levados para a disposição final poderá ainda gerar lucros para o próprio município e para os cooperados, além do benefício social que poderá ser gerado. No Parque Eco Industrial deverá funcionar a além de outros programas, a Central de Triagem de Recicláveis, de forma que esta trabalhe com o máximo possível de resíduos recolhidos e busque a absorção do maior número possível de catadores informais, visando a sua reinserção no mercado de trabalho.

Não é realizado nenhum trabalho com a fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares no município, e assim sendo, é sugerida a criação de um programa de compostagem. Com relação à compostagem, a implantação de um programa como este se faz importante pois de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (lei n° 12.305/2010), somente poderão ser dispostos em aterro sanitário os rejeitos (resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada), e assim sendo, a fração orgânica dos resíduos não pode ser enquadrada como rejeito. Desta forma, a implantação de um programa de compostagem pode ser um instrumento que

possibilita a economia de recursos pois diminuirá a quantidade de resíduos enviados para a disposição final (que são cobrados por peso), pode ser um bom elemento de Educação Ambiental pois mostra na prática o conceito de reaproveitamento dos resíduos e fará com que o município se adeque às questões legais de Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Quanto à gestão dos resíduos de limpeza pública, há necessidade de contratação de mais funcionário. Além disso, se faz necessária a instituição de serviço municipal de poda, uma vez que este serviço e terceirizado. Para isso, deve haver a contratação de mais funcionários, com os devidos maquinários e caminhões. Com relação à gestão dos resíduos da construção civil nota-se que não há grande fiscalização e existem alguns pontos em que há descarte irregular. Acredita-se que a diminuição do descarte irregular de resíduos da construção civil esteja diretamente associada a existência de locais apropriados para a população, especialmente os pequenos geradores levarem seus resíduos como a criação de um Ecoponto, associado a um projeto de educação ambiental e conscientização. O Ecoponto visa recolher até 1 m3 por morador de resíduos de construção civil, galhos de árvores, resíduos volumosos, além de pilhas, lâmpadas, pneus e baterias. Além disso, recomenda-se que a prefeitura crie o disque denúncia, de forma a atenuar os depósitos irregulares de resíduos sólidos, seja de resíduos da construção civil ou de quaisquer outros tipos de resíduos, nos terrenos e áreas públicas por parte da população. Assim, será possível que a população denuncie as placas dos carros que estejam lançando resíduos sólidos em lugares irregulares.

Ainda a respeito dos resíduos da construção civil tem-se que não há o reaproveitamento destes, fato que é indicado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (lei n° 12.305/2010). A instalação de um Parque Eco Industrial irá resolver a questão do reaproveitamento dos resíduos da construção civil, e o Ecoponto auxiliará aos munícipes levarem resíduos, desde que pequenos geradores, para o local adequado.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Com relação à infraestrutura existente para a coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos do serviço de saúde, nota-se que o serviço é realizado de maneira satisfatória, e não haveriam condições imediatas nem tampouco viabilidade econômica para a criação de um sistema público sob responsabilidade da Prefeitura. Dessa forma, acredita-se que o serviço deva ser mantido.

A Prefeitura deve realizar parcerias com Empresas Privadas que tem como objetivo realizar reciclagem de resíduos específicos, tais como pilhas, pneus, lâmpadas e eletroeletrônicos. Assim, a prefeitura coletaria e armazenaria estes resíduos nos Ecopontos e sempre que acumular um volume seriam acionadas as empresas para retirarem estes resíduos.

Com base nessas propostas apresentadas, as diretrizes gerais definidas para o serviço de resíduos sólidos do município de Brodowski compreendendo os setores de coleta de resíduos sólidos domiciliares, coleta seletiva, manejo e limpeza pública, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil, resíduos especiais sujeitos à logística reversa são as seguintes:

- Implantar o sistema de coleta seletiva e os pontos de coleta incluindo campanhas de conscientização da população para aumentar a quantidade de resíduos recicláveis a serem coletados;
- Construir um barracão contendo a Central de Triagem de Recicláveis na coleta de materiais recicláveis;
- Tentar absorver os catadores informais para a Cooperativa de Coleta Seletiva;
- Encontrar formas que integre os catadores autônomos de resíduos recicláveis ao serviço público, de forma a garantir maior salubridade nas suas residências e maior eficácia na venda dos produtos;
- Encontrar formas que possam subsidiar os custos do serviço, através de parcerias ou comercialização de reciclados;
- Implantar o programa de compostagem de resíduos sólidos no município de forma a garantir uma menor demanda de resíduos para a disposição final e

contribuir para educação ambiental, reaproveitamento de resíduos e utilização de composto na agricultura;

- Criar Ecoponto e implantar programas de conscientização da população para evitar o descarte irregular de resíduos da construção civil;
- Viabilizar a implantação de unidade de tratamento de resíduos de construção civil de forma a garantir o seu reaproveitamento;
- Criar condições para o recolhimento e disposição final dos resíduos especiais sujeitos à logística reversa, como baterias, pilhas, lâmpadas, pneus, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens envolvendo os produtores, consumidores e gestores públicos, por meio de acordos setoriais;
- Elaboração de estudos técnicos, envolvendo todos os elementos e instituições que participam do sistema desde a produção, coleta, transporte e disposição dos resíduos de serviço de saúde de maneira a minimizar os riscos á saúde através de contaminação.
- Realizar campanha de coleta de óleo de cozinha usado.
- Criação de pontos de entrega voluntaria em áreas rurais.

9.1 Estimativa da Produção de Resíduos Sólidos no Município de Brodowski

Considerando que a coleta ocorre em 100% da zona urbana (25.605 habitantes), tem se um índice médio de geração de resíduos sólidos domésticos no município de Brodowski igual a 0,738 kg/hab.dia.

De acordo com levantamento realizado pelo Departamento de Meio Ambiente e Agricultura de Brodowski, a estimativa é de que há cerca de 30% do total de resíduos com potencial de reciclagem.

No presente trabalho, será considerado a implantação da coleta seletiva em 100% do município. Assim, será considerado que os 30% dos resíduos sólidos domésticos com potencial de reciclagem serão coletados em projeção de

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

final de plano, em 2043, e que esta projeção da coleta seletiva será gradual, conforme a evolução no gerenciamento e gestão destes resíduos.

Para todas as projeções será considerada a população urbana futura baseada no crescimento linear adotado.

Tabela 9.1 Geração de resíduos sólidos do município de Brodowski

Mês analisado	Resíduos gerados mês (toneladas)	Resíduos gerados dia (toneladas)	Resíduos gerado por habitante (Kg)
Outubro	565,41	18,85	0,736
Novembro	568,70	18,96	0,740
Média	**567,05**	**18,90**	**0,738**

9.2 Destinação Final

A prefeitura hoje dispõe de um local para o descarte desse material, mas o mesmo apenas serve de deposito de caçambas temporárias, sendo necessário uma empresa terceirizada retirar o material.

O ideal para a cidade, seria a instalação de uma PEI (Parque Eco Industrial) para devida separação e descarte adequado, da forma que está hoje, todo lixo é descartado no mesmo local. Com a instalação do PEI, todo o resíduo gerado pelo município, teria o descarte correto, seja ele reciclagem, ou aterro sanitário.

9.3 Coleta Seletiva

Conforme apresentado no diagnóstico, não há no município uma coleta de materiais reciclados realizada. Sendo assim, todo material que seria possível de reciclagem, acaba tendo o mesmo fim que materiais orgânicos, sendo acondicionado no Transbordo de Resíduos Sólidos, sem nenhum tipo de

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

separação, não sendo recomendado conforme a Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) Nº 275/2001. Sendo necessário a implementação de um programa de coleta, de cooperativa e implantação de programas educacionais e conscientização à população.

A importância deste tipo de programa se dá uma vez que possibilita reduzir a quantidade de material a ser disposto em aterros sanitários, uma vez que aproximadamente 30% do resíduo sólido doméstico possui potencial de ser reciclado. Além disso, a instituição da coleta seletiva traz como impacto positivo a geração de emprego e renda. Pode-se ainda instituir o Programa de modo a atrair os catadores para um emprego com registro, e evitando demais problemas ambientais e sociais.

Para a aplicação de um Programa de Coleta Seletiva é importante o conhecimento da viabilidade econômica, da existência de infraestrutura adequada e da Educação Ambiental da população para contribuir na separação dos resíduos.

Conforme já descrito no diagnóstico, tem-se a geração de 16.500,00 kg/dia (16,50 ton/dia) de resíduos sólidos domésticos no município de Brodowski. A partir destes 30% estima-se que sejam materiais com potencial de reciclagem, ou seja, 4,95 toneladas por dia de material reciclável.

Para implantar o processo de coleta seletiva, deve-se realizar um amplo trabalho de divulgação junto a população, visando conscientizar da importância do tema. Também, faz-se necessário construir um barracão coberto cujo objetivo é realizar a triagem do material com potencial de reciclagem, de aproximadamente 450m² para que tenha todos os processos, bem como enfardar estes materiais para serem vendidos. Assim, no presente trabalho está sendo proposto a implantação de um local a ser denominado Parque Eco Industrial (PEI), onde existirá:

- Área de Triagem e Trituração (ATT) dos Resíduos da Construção Civil (RCC) e inertes;
- Área para trituração e compostagem de resíduos verdes;

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- Área para realização do processo de compostagem;
- Centro de valorização de resíduos recicláveis da coleta seletiva, incluindo um barracão com equipamentos (esteiras e prensas);
- Área comercial para armazenamento e expedição de materiais recicláveis;
- Centro de educação ambiental com a existência de uma sala de aula climatizada e com capacidade para 40 alunos.

A infraestrutura do PEI contará com água e esgoto sanitário. A drenagem pluvial deverá ser implantada para que não ocorra acumulo de água de chuva no local.

9.4 Programa de Compostagem

A criação de um pátio de compostagem em área anexa ao Parque Eco Industrial, de preferência próximo ao aterro sanitário, pode ser um bom elemento de Educação Ambiental, pois mostra na prática o conceito de reaproveitamento dos resíduos. Este reaproveitamento da fração orgânica gera um composto que pode ser utilizado na agricultura, principalmente em locais públicos do município, além da possibilidade de doar o excedente para os pequenos agricultores da região, fato que geraria uma conscientização na separação dos resíduos da zona rural, além de aumentar a produção.

O local do Parque Eco Industrial é indicado para ser próximo ao aterro municipal, pois além de ser um núcleo ambiental no município, a proximidade com o aterro faz com não se gaste com o transporte das mudas a serem implantados na recuperação ambiental da área do aterro.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

9.5 Coleta resíduos sólidos domésticos

Em Brodowski, a coleta regular é realizada pela prefeitura, 3 vezes na semana, sendo na segunda feira, quarta feira e sexta feira, não teve registro de atrasados ou problemas na coleta, apenas constatado a falta de material de segurança, como roupas, calcados e luvas para maior segurança dos trabalhadores, sendo necessários o fornecimento de material adequado para os trabalhadores da coleta.

9.6 Coleta resíduos industriais

De acordo com a Resolução CONAMA n° 313/2002, o modelo de inventário sobre Resíduos Industriais, entende-se por Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais o conjunto de informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias do país. As atualizações devem ser feitas a cada 2 anos.

Nesse sentido, tendo em vista a obrigatoriedade da realização deste Inventário, o município deve criar uma base para ter acesso à estes Inventários, e solicitar algumas outras informações quando necessário ou ainda incluir outras tipologias que julgar necessário para a melhor gestão desses resíduos. Para isso, deve ser criada uma Lei de modo a obrigar todas as indústrias formularem estes Inventários, e manterem o cadastro atualizado destas informações junto à Prefeitura, de modo semelhante ao que deve ser feito junto ao órgão ambiental estadual competente, no caso a CETESB.

Os postos de combustíveis são obrigados segundo a Lei n° 12.305/2010 de instituir a logística reversa, que versa sobre a responsabilidade compartilhada pelos resíduos entre geradores, poder público, fabricantes e importadores de um grupo de resíduos como pilhas e baterias; pneus; lâmpadas fluorescentes de

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens e produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

9.7 Resíduos limpeza urbana

O quadro de limpeza urbana conta hoje atende em sua totalidade a cidade, sendo eles a varrição e coleta de lixos de maiores volumes como resto de mobília, entulho e podas deixadas na rua ou calçadas, não havendo qualquer atrasado ou reclamação do serviço prestado. Mas para melhor atender a população, se faz necessário a criação de Ecopontos para que a população tenha uma solução mais rápida de descarte de materiais. Campanhas de conscientização da população para o descarte correto, para evitar esse descarte irregular.

9.8 Resíduos cemiteriais

Os resíduos sólidos cemiteriais são formados por resíduos da construção civil oriundos de reformas de túmulos e infraestrutura, resíduos gerados em exumações (roupas, restos de urnas), os restos florais, velas, faixas, madeiras e vasos conduzidos nos féretros e resíduos dos serviços de jardinagem, podas, varrição e limpeza.

Porém, todos os resíduos são acondicionados no mesmo local, uma caçamba estacionária que é coletada conforme a necessidade. Assim, recomenda-se uma triagem dos materiais principalmente para segregar os resíduos orgânicos e os resíduos da construção civil. Ambos podem passar por tratamento e não serem dispostos em locais próprios, aumentando a vida útil do aterro e diminuindo o custo de disposição final. A reutilização e reciclagem da fração de resíduos da construção civil, e a compostagem da fração orgânica é possível ao serem realizadas as ações propostas nestes documentos, e os

resíduos cemiteriais podem ser incluídos nestes programas, reduzindo a quantidade de rejeitos.

Para poder separar devidamente esse material, seria necessárias duas caçambas, onde deverá ser retirada de acordo com a necessidade. Todas as podas de arvores no interior no cemitério, deverá ser feito pela empresa terceirizada da prefeitura, que irá retirar esse material de realizar seu descarte adequado, não podendo ser descartado na mesma caçamba dos demais resíduos.

9.9 Resíduos de serviço de saúde (RSS)

A legislação brasileira sobre os resíduos de serviço de saúde está pautada pela Resolução RDC n° 306 de 07 de dezembro de 2004, da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, porém os estados e municípios podem estabelecer normas de caráter supletivo ou complementar, a fim de adequá-la às especificidades locais. Assim, a criação de legislação específica pode contribuir complementando a resolução definida, de modo a melhorar a gestão dos resíduos de serviço de saúde, adaptado as necessidades de Brodowski. Por exemplo, a criação de taxas para estimular a segregação na fonte, e obrigatoriedade de controle da devolução dos resíduos de serviço de saúde para munícipes que fazem tratamentos em domicílio, são itens que funcionariam na realidade local.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, cerca de 75% dos resíduos de serviços de saúde correspondem a resíduos do grupo D, resíduos comuns e passíveis de reciclagem e os resíduos dos grupos A, B, C e E (alto grau de periculosidade, que requerem tratamento especial) correspondem, em média, a cerca de 25% do conjunto dos RSS gerados pelos estabelecimentos de serviços de saúde, daí a importância da segregação na fonte, fato que já ocorre, mas que

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

pode ser aprimorado com algumas práticas de manejo de RSS, seja para grandes ou pequenos geradores.

Atualmente a responsabilidade da coleta, transporte e destinação final dos resíduos de serviços de saúde é da empresa “MM Ambiental – Martins e Montes Transportes ” que realiza o semanalmente, coletando e dando o devido descarte desse material. Recomenda-se que a Prefeitura mantenha contrato dos serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final com empresas especializadas no segmento.

9.10 Resíduos da Construção Civil

Seguindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), se faz importante a definição de grande e pequeno gerador pois o tratamento para estes dois tipos de geradores é diferente. Os planos de gerenciamento dos RCC devem ser elaborados pelos grandes geradores e os pequenos geradores devem ter diretrizes técnicas e procedimentos específicos para suas responsabilidades previstos nos planos municipais.

Como exemplo para esta diferenciação, pode-se ter como obrigações dos grandes geradores a adoção de programas de gestão ambiental que incluam quantidades geradas e disposição final e apresentação à prefeitura no processo de licenciamento de obras de construção civil. Quanto aos pequenos geradores, pode-se instituir a proibição de deposição de entulho em vias e logradouros públicos e a obrigatoriedade de seguir as normas estabelecidas. A criação de pontos de entrega voluntária, e a obrigatoriedade de separação de materiais entre recicláveis ou não seriam indicadas para melhoria da gestão.

Além disso, pode ser estabelecido pela legislação municipal itens como a apresentação de Plano de gerenciamento de RCC em obras de grandes geradores; a cobrança no habite-se da correta gestão dos RCC; o licenciamento do transporte e destino final dos RCC de modo a regularizar todas as empresas

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

atuantes neste ramo, ou ainda a criação dos PEV´s – pontos de entrega voluntária para pequenos geradores, facilitando a logística de coleta.

Existem diversas maneiras de definir os grandes e pequenos geradores. Um exemplo de definição seria para grandes geradores, qualquer gerador de resíduos da construção civil cuja produção seja contínua, habitual e decorrente de atividade e para pequenos geradores, os que geram os resíduos definidos nesta Lei e que não se enquadrem como grandes geradores.

Além disso, acredita-se que a diminuição do descarte irregular de resíduos da construção civil esteja diretamente associada a existência de locais apropriados para a população, especialmente os pequenos geradores levarem seus resíduos, associado a um projeto de educação ambiental e conscientização.

Particularmente no município de Brodowski o descarte irregular de resíduos da construção civil acontece por falta de conscientização da população e uma educação ambiental eficiente.

9.11 Resíduos sólidos da região rural

A coleta de resíduos sólidos na zona rural ocorre apenas em algumas localidades que se localizam no caminho de alguns roteiros, não havendo coleta total de resíduos, dificultando por consequência, a quantidade de geração destes resíduos. A recomendação é de criação de mais pontos de entrega voluntária, de modo a reduzir a quantidade de disposição irregular na zona rural, em caso de viabilidade, ou unificar um setor de coleta da zona rural e algum dos dois distritos. A Figura 9.1 ilustra a localização de pontos como proposição de implantação de PEV's, devido a incidência de descarte inadequado nestes locais.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 9.1 Locais propostos para implantação de Pontos de Entrega Voluntária – PEV's, principalmente para resíduos da zona rural

Estas ações facilitariam a entrega destes resíduos, diminuiria alguns impactos ambientais gerados pelo descarte irregular de resíduos sólidos, e facilitaria a estimativa de geração na zona rural, facilitando ações voltadas para estes munícipes.

Além disso, visando a redução da geração de resíduos, recomenda-se a elaboração de Programa de Educação Ambiental de modo a conscientizar a população rural na separação de resíduos recicláveis, orientações e suporte para compostagem caseira para os resíduos. A compostagem caseira é indicada para a zona rural uma vez que a maior fração dos resíduos é majoritariamente orgânica.

9.12 Resíduos sólidos de atividade Agrosilvipastoril

Nos dias de hoje, não à gestão dos resíduos da atividade agrosilvipastoril no município de Brodowski, para isso, o município deve buscar o cadastro de todas as revendas de defensivos agrícolas em Brodowski, de modo a obrigar e

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

fiscalizar todos os geradores destes resíduos a realizarem as atividades desta gestão.

9.13 Resíduos sólidos pneumáticos

Os resíduos sólidos pneumáticos possuem gestão eficaz no município, porém, devem-se realizar campanhas de Educação Ambiental e programas de incentivo aos borracheiros do município que contribuírem com a logística reversa. Além disso, a conscientização da população evitaria o descarte de pneus em locais irregulares e a política de incentivo faria com que os próprios comerciantes buscassem atrair estes resíduos para correta destinação.

A manutenção do contrato com a empresa responsável pela coleta e descarte seria, se faz necessário, para poder manter a qualidade na coleta e descarte desse material.

9.14 Resíduos sólidos de serviços de transporte

De acordo com o artigo 20 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (lei 12.305/2012), estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos, entre outros, os responsáveis pelos terminais e outras instalações que geram resíduos de serviços de transportes originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

Desta forma, é necessária a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para o terminal rodoviário, que contemple:

- Descrição do empreendimento ou atividade;

- Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- Observação das normas estabelecidas pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do município em que o empreendimento estiver inserido;

- Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

- Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

- Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos, à reutilização e reciclagem;

- Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

- Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos

9.15 Resíduos sólidos eletrônicos

Não há nenhum programa de logística reversa para os resíduos eletroeletrônicos volumosos (eletrodomésticos, TVs, DVDs, entre outros), que é capitalizado por comércios denominados “ferro-velho”. Assim, ainda há um processo de reciclagem e reutilização de alguns componentes que ainda possuem valor agregado, porém, os outros componentes, que não possuem este valor de comercialização não recebem a destinação adequada, fato que prejudica o meio ambiente podendo gerar contaminação de solo e recursos hídricos por metais e outros materiais.

Dessa forma, a perspectiva de agregar estes comerciantes de ferro-velho ao sistema de logística reversa se torna uma boa alternativa tendo em vista que pode estimular a reutilização e reciclagem dos materiais, e orientar para melhor destinação final da parte não reutilizável. Além disso, devem-se buscar parcerias com empresas e lojas que realizam este tipo de política, de modo a destinar os rejeitos por meio destas empresas para o local adequado.

Ou ainda, a criação de Pontos de Entrega Voluntária facilitaria o descarte dos munícipes e ainda evitaria a disposição irregular no aterro sanitário.

No município há 02 pontos de “ferros-velhos", conforme mencionado no diagnóstico, entretanto recomenta-se a adequação destes ferros-velhos de modo a não permitir o descarte irregular e estimular a reciclagem e reutilização, e a busca de parceiros para a logística reversa destes materiais, como já ocorre com outros materiais, como os resíduos eletroeletrônicos perigosos (pilhas e baterias).

9.16 Resíduos sólidos de serviços de saneamento

A estação de tratamento de esgoto – ETE, anteriormente descartava seu lodo e resíduos recolhidos das grades, em caçambas colocas na ETE, hoje esse descarte é feito ao lado da ETE diretamente no solo.

Portanto, deve-se voltar com as caçambas, para o devido recolhimento desse material e correta disposição final, que poderá ser junto à estação de transbordo do município. Esse procedimento é responsabilidade do setor de gerenciamento dos sistemas de tratamento de esgoto sanitário, que atualmente é de responsabilidade do SAAEB.

Para os lodos gerados nas lagoas de tratamento, são necessários estudos específicos para medição e quantificação atual de lodo dentro das lagoas, para então proceder-se com projeto e implantação de sistemas remoção e desaguamento de lodos para posterior disposição final ambientalmente adequada.

9.17 Educação ambiental

Hoje o município de Brodowski não conta com nenhum programa educacional para resíduos sólidos, então se faz necessário instituir o Programa e criar atividades em escolas, associações e grupos no município.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Além disso, visando a redução da geração de resíduos, recomenda-se a elaboração de Programa de Educação Ambiental de modo a conscientizar a população na separação de resíduos recicláveis, a importância e os impactos que geraria a separação adequada.

10 PLANO DE EXECUÇÃO

10.1 Implantação sistema de coleta seletiva

Devem-se implantar o sistema de coleta seletiva em 100% do município de Brodowski. Para tanto, faz-se necessário readequar o caminhão basculante existente em um caminhão para coleta seletiva, bem como implantar o Parque Eco Industrial, onde existirá a infraestrutura física para realizar a triagem dos materiais, bem como o seu armazenamento para futura venda. Também deve ser dado incentivo à Cooperativa de reciclagem, onde a Prefeitura fornecerá treinamento aos cooperados visando alcançar a eficiência do sistema. Também deve ser realizado um trabalho de conscientização da população do benefício de separar os resíduos recicláveis, para que os níveis de coleta seletiva atinjam índices cada vez mais eficientes.

- Investimentos para realização de treinamentos dos cooperados da Cooperativa, visando melhorar a eficiência do processo existente. Este investimento deve ser realizado pela prefeitura somente nos primeiros três anos, sendo que após este período a cooperativa tem que ser sustentável e assumir o treinamento dos seus funcionários;

- Construção de um barracão da coleta seletiva, bem como os equipamentos necessários, tais como prensa e esteira. Este item está incluso junto com a implantação do Parque Eco Industrial (PEI), que é apresentado no próximo item.

- Realizar a coleta em datas diferentes da coleta comum, para fim de não haver erros na separação e coleta desse material.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Com o volume calculado de 1,65 toneladas dia, é necessário um barracão de aproximadamente 450m², contendo prensa, balança, carrinho e empilhadeira, segundo o PAC de 2008 para concessão de recursos para os municípios.

Para a execução de um barracão com essas dimensões, segue tabela com valores a serem investidos:

Tabela 10.1 Custos estimados para a implantação de uma central de triagem para o município de Brodowski

Itens	Galpão
Obras Civis	R$ 727.574,75
Equipamentos	R$ 96.004,88
Total	**R$823.579,63**

A tabela a seguir mostra os custos estimados (em %) de cada elemento da obra:

Tabela 10.2 Custos estimados por elemento para a implantação de uma central de triagem para o município de Brodowski

Descrição dos Itens	% em relação ao custo global
Locação	0,35
Limpeza do terreno e movimento de terra	1,97
Cercamento	4,24
Portão	0,92
Guarita	1,06
Edificação de apoio	20,01
Galpão de triagem (estrutura, piso, alvenaria)	44,34
Distribuição de energia e de telefone	0,67
Distribuição de água	0,50
Esgoto sanitário	0,72
Drenagem de águas pluviais	1,31
Proteção a descargas atmosféricas	0,60
Prevenção a combate a incêndio	1,76

Instalações de uso de água de chuva	8,86
Instalação de aquecimento solar	7,80
Tratamento paisagístico	3,82
Totem	0,35
Outros	0,71
Total	**100,00**

Na concepção do projeto arquitetônico dessa instalação, no dimensionamento dos espaços que a irão compor e na definição de suas inter-relações, deverão ser fundamentalmente consideradas as etapas básicas do processamento desses materiais, a saber:

- Recebimento e estocagem dos materiais a triar;
- Triagem primária dos recicláveis e descarte de rejeitos inaproveitáveis;
- Transporte interno dos materiais triados para a área de acondicionamento;
- Retriagem (triagem secundária) de alguns materiais;
- Acondicionamento temporário de materiais triados;
- Prensagem e enfardamento dos recicláveis triados;
- Estocagem final dos fardos de recicláveis em pilhas;
- Transporte interno e carregamento dos fardos para expedição.

Para melhor aproveitamento das instalações, um projeto de um galpão de triagem é fundamental definir previamente o processo de trabalho que será adotado e, portanto, o fluxo dos materiais que serão processados.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

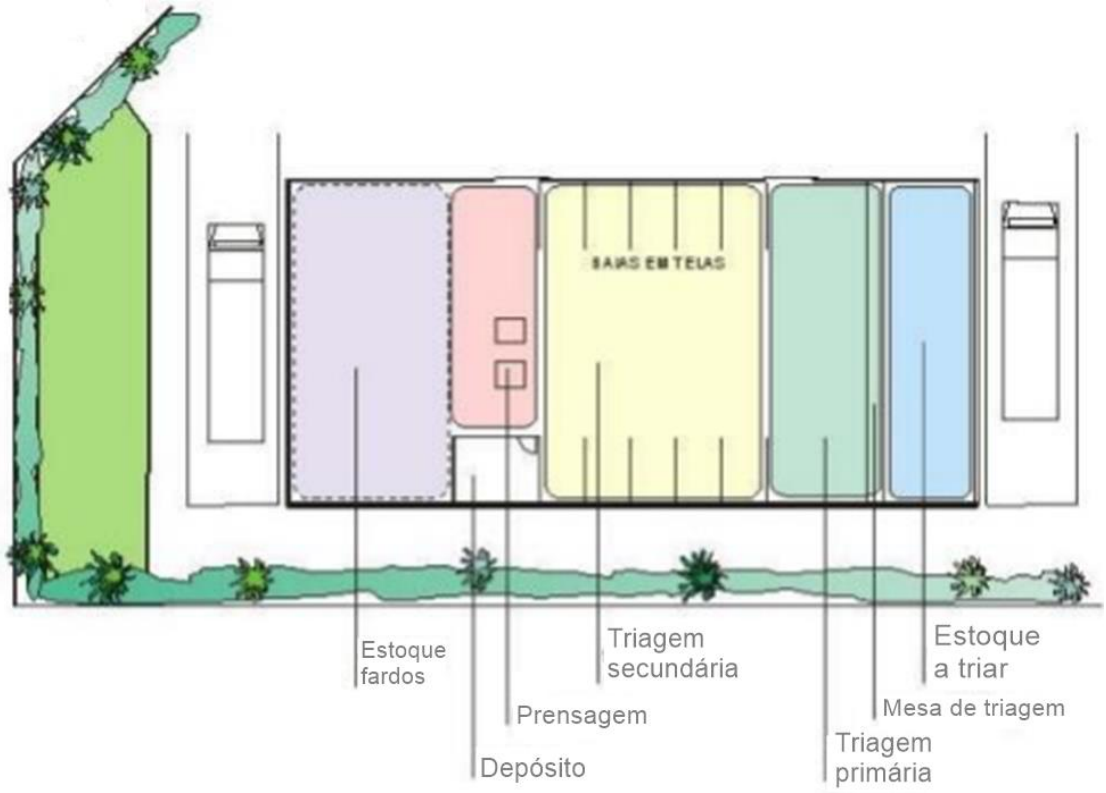


Figura 10.1 Planejamento das etapas de trabalho

Para as mesas de triagem do trabalho e produção nas centrais, são utilizados duas maneiras organizacional de trabalho, sendo uma linear e outra transversal, como está representado na Figura 10.2 e Figura 10.3.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

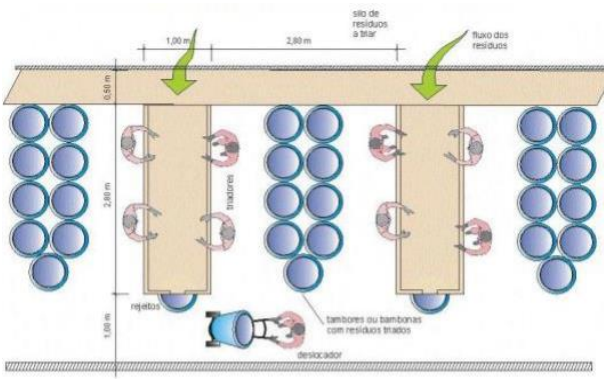


Figura 10.2 Bancada Transversal

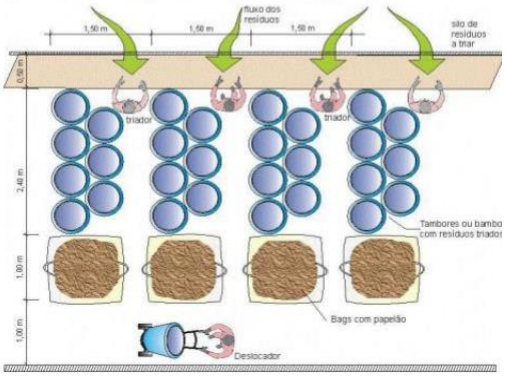


Figura 10.3 Bancada Corrida

Para projeto de galpão, além das mesas de triagem, devem considerar:

- Escritório de no mínimo 12m².
- Sanitários/vestiários, contendo 1 vaso sanitário para cada 20 usuários, 1 lavatório para cada 20 usuários, 1 chuveiro para cada 10 usuários.
- Refeitório com 1m² por usuário, contendo pia, bebedouro, aquecedor de marmitas e fogão.
- Acessibilidade para sala de reuniões e treinamentos, usando acessos, mesas e moveis conforme a NBR 9050/20.
- Prever ventilação superior cruzada.
- Utilizar exaustores eólicos.

Os equipamentos a serem utilizados nos galpões de triagem, tem uma variação de acordo com a característica de cada central de triagem, podendo ser de maior porte, ou menor, para atender a demanda. Os mais comuns utilizados são:

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 10.3 Equipamentos Para Galpão de Triagem

Descrição equipamento/ modelo		Imagem
Prensa enfardadeira	Vertical, capacidade 20t	
Balança	Mecânica, capacidade 1.000kg	
Carrinho plataforma	2 eixos	
Empilhadeira simples	Capacidade 1.000kg deslocamento manual energia de elevação - elétrica	

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

10.2 Implantação de Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil

A Prefeitura deve priorizar investimentos na disponibilização de uma área e adquirir o Equipamento de Trituração de Resíduos da Construção Civil. Ressalta-se que esta área será junto com o Parque Eco Industrial (PEI). Assim, tem-se o potencial de reaproveitamento destes resíduos, onde estes podem ser utilizados na recuperação de estradas rurais e na produção de artefatos de cimento. Assim, em uma segunda etapa pode ser criado uma Fábrica de Artefatos de Resíduos da Construção Civil para produção de blocos, bloquetes, bancos e mesas de cimento para praças com matéria prima que iria ser enterrada nos aterros. A mão de obra pode ainda ser utilizada através de convênios com penitenciarias onde os detentos receberiam salários e remissão de penas, contribuindo assim com a ressocialização destas pessoas.

Para implementação de usina de reciclagem de resíduos da construção civil, é necessária uma máquina de trituração e peneiras para sua classificação de acordo com a granometria, sendo separado em montes diferentes. Para fazer o despejo na máquina de trituração e para coleta pós peneiras para manejo até os montes, é necessário um retroescavadeira 4x4.

Para separação de materiais que não são passivos de passar na trituração, como tecidos, PVC, borracha e resto de aço, esses devem ser separados antes da colocação do material na trituração, para seu descarte ou reciclagem devida, para isso, se faz necessário um trabalhador realizando a separação manual na esteira, e para limpeza da grade primaria.

Os produtos beneficiados em uma usina vão do mais simples, tipo bica corrida, material esse ideal para compactação de estrada, para fazer bases e sub-bases e concertos de erosões, até os mais nobres, como pedra 1, pedra 2 e Pó/Areia, ideal para serem usados em argamassa, para serem utilizados em confecção de guias, sarjetas, blocos e entro outros artefatos.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Na Tabela 10.5 temos dois exemplos conjunto de britagem para usina de reciclagem de concreto:

Tabela 10.4 Conjunto de britagem

Conjunto de Britagem, Fixa, Modelo TELSMITH	
Conjunto de Britagem, Móvel, Marca CHIEFTAIN 2100X	

Na Tabela segue valores dos respectivos equipamentos para trituração de concreto.

Tabela 10.5 Valores dos conjuntos de britagem (data base: dez/2022)

Maquinas	Valores
TELSMITH	R$ 2.780.000,00
CHIEFTAIN 2100X	R$ 1.800.000,00

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Para realizar o despejo dos materiais no conjunto de britagem, é necessária uma máquina retroescavadeira, com tração 4x4, com capacidade mínima de 1m³, na Tabela , estão apresentados dois modelos diferentes que atende a especificação para a operação da usina de reciclagem de resíduos da construção civil:

Tabela 10.6 Modelos de Retroescavadeiras 4x4

Retroescavadeira JCB 3CX – 4x4

Retroescavadeira Case 580n – 4x4

Na tabela segue valores das respectivas maquinas retroescavadeiras.

Tabela 10.7 Valores de maquinas retroescavadeiras (data base: dez/2022)

Maquinas	Valores
Case 580n – 4x4	R$ 430.000,00
JCB 3CX – 4x4	R$ 470.000,00

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Segundo John & Agopyan (2000) as estimativas internacionais variam de 130 a 3.000 Kg/hab.ano. Para o Brasil as estimativas variam de 230 Kg./hab.ano até 760 Kg/hab.ano, se levarmos em consideração uma média de 495 Kg/hab.ano, temos que Brodowski produz 12.674.475 Kg/ano ou 34.724,58 Kg/dia. As maquinas citadas, tem capacidade de operação máxima de 20 toneladas/hora, sendo necessários seu funcionamento diário máximo de 2 horas.

Após o processo de trituração e peneira, a matéria deve ser separada em 3 montes com granulometria diferentes, para futura venda, sendo necessário o uso da máquina retroescavadeira para seu transporte.

Figura 10.4 Montes de material britado

Na concepção do projeto arquitetônico dessa instalação, no dimensionamento dos espaços que a irão compor e na definição de suas inter-relações, deverão ser fundamentalmente consideradas as etapas básicas do processamento desses materiais, a saber:

- Guarita para entrada de pessoal autorizado;
- Balança para pesagem dos caminhões;
- Transporte interno dos materiais;
- Separação do material recebido;
- Britagem do material;

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- Peneiração para separação por granulometria;
- Estocagem para venda do material.

Para projeto da usina, deve ser realizada as acomodações para os funcionários, devem considerar:

- Escritório de no mínimo 8m².
- Sanitários/vestiários, contendo 1 vaso sanitário, 1 lavatório, 1 chuveiro.
- Refeitório com 1m² por usuário, contendo pia, bebedouro, aquecedor de marmitas e fogão.
- Acessibilidade para sala de reuniões e treinamentos, usando acessos, mesas e moveis conforme a NBR9050/20.
- Armários para objetos pessoais.
- Almoxarifado de EPI.

Para a execução de uma usina com as características apresentadas, segue tabela com valores aproximados a serem investidos:

Tabela 10.8 Custos estimados para a implantação de usina de reciclagem de RCC no município

Etapas	**Total**
Projeto	R$ 72.668,98
Licenciamento ambiental e consultoria	R$ 90.836,23
Terraplanagem	R$272.508,69
Infraestrutura: escritório, guarita	R$327.010,43
Instalação energia trifásica	R$36.334,49
Maquinas e equipamentos	R$2.230.000,00
Total	**R$3.029.358,82**

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Além de todos os custos com investimento inicial, na análise de viabilidade econômica será adicionado o valor de R$ 100.000,00 para capital de giro. O gasto de operação é composto pelos gastos com insumos tais como materiais de escritório e limpeza, contas de água, luz, internet e telefone, mão de obra, despesas com máquinas e equipamentos e despesas legais.

A Tabela apresenta um somatório dos gastos operacionais do empreendimento.

Tabela 10.9 Gastos operacionais para a usina de reciclagem de RCC no município

Parâmetro operacional	**Gasto mensal**	**Gasto anual**
Mão de obra	R$41.010,12	R$492.121,40
Energia	R$4.541,81	R$54.501,72
Custo Operativo maquinas	R$8.175,26	R$98.103,12
EPI	R$306,06	R$3.672,72
Despesas administrativas	R$18.167,00	R$218.007,00
Total	**R$72.200,50**	**R$866.406,00**

A reciclagem de RCC através da Usina de beneficiamento é uma alternativa que traz ganhos ambientais, sociais e pode também apresentar atratividade do ponto de vista econômico. Entretanto, somente o intuito de se ter no município uma empresa que recebe os materiais recolhidos nos tele entulho não garante a viabilidade do negócio. Além disso, para futuros estudos deverão ser considerada a receita oriunda da comercialização dos agregados produzidos na Usina, o que certamente tornará o empreendimento ainda mais viável economicamente.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

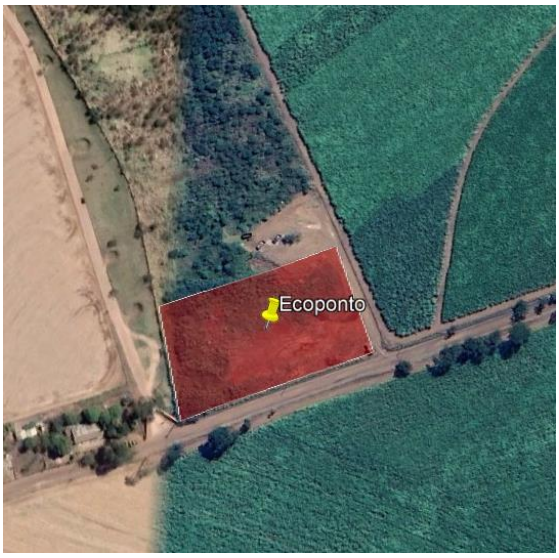


Figura 10.5 Localização da área para implantação do parque eco industrial

10.3 Implantar Ecopontos na área Urbana do Município

É necessário a criação de um Ecoponto na área urbana do município com o intuito de disponibilizar a população um local para receber até 1 m^3 de resíduos. No ecoponto o resíduo pode ser descartado sem custos para o gerador, desde que atenda alguns requisitos (tipo de resíduo, quantidade, segregação, etc.)

Com ele, uma de suas vantagens é a diminuição do descarte irregular de resíduos em áreas de preservação, margens de rios, terrenos baldios, calçadas, beiras de estradas ou vias, etc. Desta forma, este local torna-se um espaço organizado para que a população possa fazer o descarte correto dos resíduos. Podas de arvores, moveis velhos e recicláveis secos, podendo ser descartado.

Neste local também deverá receber resíduos especiais, tais como pilhas, eletroeletrônicos, lâmpadas e pneus (quanto maior a variedade de resíduos recebidos, maior será o número de baias ou caçambas necessárias para acondiciona-los de forma segregada).

A Lei Federal n° 12.305/10 visa incluir as cooperativas e os catadores de materiais recicláveis (de forma autônoma ou associados a cooperativas), como

integrantes do sistema de gestão de resíduos, podendo assumir inclusive o papel de prestadores de serviço de coleta e assim obter uma fonte de renda.

As instalações necessárias podem variar de acordo com a disposição do local, porem sendo necessário sempre manter uma guarita com sanitário, cercamento em toda a região do ecoponto, portão e controle de acesso, energia elétrica, área para circulação de veículos, baias ou caçambas para acondicionamento e separação dos resíduos recebidos.

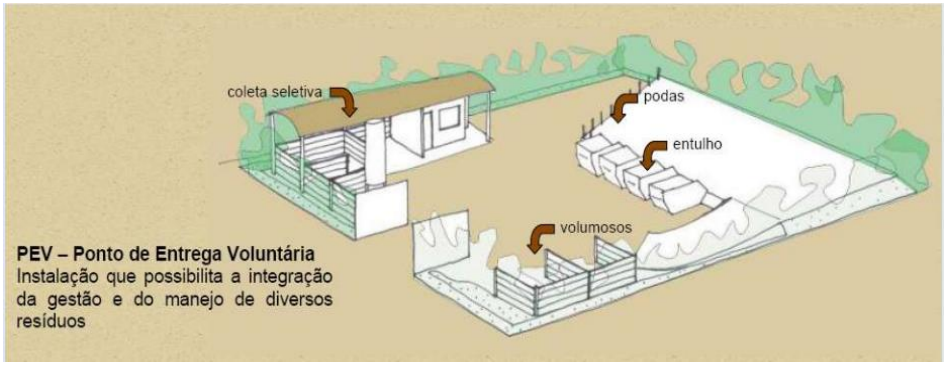


Figura 10.6 Exemplo de disposição do Ecoponto

Figura 10.7 Guarita Ecoponto de Rio Claro - SP

Figura 10.8 Disposição dos Resíduos

Os resíduos e materiais aceitos nos Ecopontos são:

- Podas e galharias oriundas da jardinagem;
- Resíduos da construção civil (entulho, madeiras, latas de tinta);
- Pilhas, baterias e resíduos tecnológicos;

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

● Óleo vegetal;

● Resíduos volumosos (objetos inservíveis, como sofás, armários, móveis, entre outros);

● Pneus.

Após o descarte pela população, o material deve ser separado e classificado pela prefeitura, e dado o descarte correto, sendo levado posteriormente para o PEI.

O valor deferido neste projeto tem como finalidade detalhar o investimento total necessário para a implantação de um Ecoponto. Nestes valores estão incluídos mão de obra, equipamentos e materiais. Como referência para elaboração deste trabalho nos baseamos na construção do Ecoponto do Distrito de Barão Geraldo, que com 5000 m² atende população de aproximadamente 60.000 habitantes. Na sequência, apresenta-se a tabela 10.10 com os investimentos necessários para instalação de um ecoponto.

Tabela 10.10 Resumo dos investimentos necessários para instalação de um ecoponto

Equipamento / Atividade	Preço Estimado
Limpeza de terreno e terraplanagem	R$ 18.270,00
Topografia	R$ 6.300,00
Obras de alvenaria	R$ 100.800,00
Alambrado instalado	R$ 7.560,00
9 Contêineres de PEAD	R$ 2.016,00
Caixas Brooks + Container Roll on/ Roll off	R$ 28.350,00
2 Bombonas	R$ 280,63
Total	**R$163.576,63**

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

10.4 Campanhas de Educação para melhorias nas condições e redução da geração de lixo

Faz-se necessário existir campanhas continuas de conscientização da população da importância de acondicionar adequadamente os resíduos sólidos, bem como não despejar qualquer tipo de resíduo em locais inapropriados. Torna-se interessante realizar treinamentos de professores do ensino fundamental para que os mesmos possam divulgar estes conhecimentos para os seus alunos.

Foi sancionada no ano de 2022, a Lei 14.393, de 2022, que institui a Campanha Junho Verde na Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795, de 1999). Com isso, os poderes públicos ficam encarregados de trazer o debate da conscientização ambiental junto a escolas, empresas, igrejas e comunidades indígenas. Sendo de responsabilidade da prefeitura, realizar as campanhas de conscientização.

Figura 10.9 Campanha incentiva educação ambiental para estudantes

No âmbito empresarial, para que atingir possamos atingir uma eficiência maior, faz-se necessário, a concordância entre empresa e funcionário, para que ambos possam contribuir com o meio ambiente, sendo a empresa responsável

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

por criar/estimular campanhas de conscientização e os funcionários acatarem as ideias, e as colocarem em pratica.

É possível, por exemplo, estimular:

- O uso de copos ou canecas, eliminando os descartáveis;
- O envio de e-mails entre os setores, para reduzir impressões;
- O reuso de materiais do expediente, sempre que possível;
- O descarte correto dos resíduos;
- A disposição de lixeiras diferente, uma para orgânicos e outra para a destinação correta à reciclagem.

Promover palestras sobre o assunto, também é uma forma de incentivo as boas práticas de reciclagem, assim como cursos são ferramentas fundamentais, para ampliar o conhecimento e despertar a responsabilidade social e ambiental.

Portanto, investimentos deste tipo são necessários para uma melhora na questão ambiental e social, visto que, essas boas práticas serão repassadas de pessoa a pessoa fazendo com que cada vez mais a população se conscientize.

Com isso, investimentos devem ser realizado de forma contínua, sendo estimado um valor de R$ 200.000,00 por ano para realizar este trabalho de divulgação.

10.5 Criação de um parque Eco Industrial

Está sendo proposto a criação do Parque Eco Industrial (PEI), como um centro de valorização e reciclagem de resíduos sólidos e de inclusão social. O PEI poderá abrigar:

- Área de Triagem e Trituração (ATT) de Resíduos da Construção Civil (RCC) e inertes, sendo necessário adquirir um triturador de resíduos da construção civil;

- Área para trituração de resíduos verdes, sendo necessário adquirir um triturador de resíduos verdes;

- Área para compostagem dos resíduos domésticos;
- Centro de valorização de resíduos recicláveis da coleta seletiva;
- Área comercial para armazenamento e expedição de materiais recicláveis;
- Centro de educação ambiental;
- Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil;
- Usina de Trituração de galhos.

Na Tabela é apresentado os custos para implantação do Parque Eco Industrial (PEI) que está sendo proposto para o município de Brodowski.

Tabela 10.11 Investimento necessário para implantação do Parque Eco Industrial (PEI) proposto para o município de Brodowski (continua...)

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Nivelamento do Terreno	m²	10.000	R$ 14,00	R$ 140.000,00
Alambrado para cercar a área	m	900	R$ 130,00	R$ 117.000,00
Portão de acesso (2,5x4,00m)	unid.	2	R$ 12.500,00	R$ 25.000,00
Galpão para Triagem de Recicláveis	m²	450	R$ 1511,11	R$ 680.000,00
Pátio para armazenamento de materiais de construção civil	m²	300	R$ 290,00	R$ 87.000,00
Pátio para compostagem	m²	1000	R$ 290,00	R$ 290.000,00
Triturador de Materiais de Construção Civil	unid.	1	R$ 1.800.000,00	R$ 1.800.000,00
Triturador de Podas de Árvores	unid.	1	R$ 21.500,00	R$ 21.500,00
Ar condicionado instalado	unid.	2	R$ 2.100,00	R$ 4.200,00
Carteiras para assentos de sala de aula	unid.	40	R$164,80	R$ 6.592,00
Lousa para apresentação das aulas	unid.	1	R$ 1498,00	R$ 1498,00
Datashow para apresentações	unid.	1	R$ 4.200,00	R$ 4.200,00
Esteira para triagem de recicláveis	unid.	1	R$ 17.000,00	R$ 17.000,00
Prensa Hidráulica	unid.	1	R$ 38.000,00	R$ 38.000,00
Grama esmeralda	m²	300	R$ 13,30	R$ 3.990,00

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 10.11 Investimento necessário para implantação do Parque Eco Industrial (PEI) proposto para o município de Brodowski (continuação)

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Árvores Ipês	unid.	50	R$ 27,90	R$ 1.395,00
Computador para o escritório	unid.	1	R$ 4.500,00	R$ 4.500,00
Reservatório metálico de água (50m3)	unid.	1	R$ 66.000,00	R$ 66.000,00
Total				**R$ 3.307.875,00**

Os investimentos considerados para a reciclagem os RCC, relativamente ao Triturador de Materiais de Construção Civil integrado ao Parque Eco Industrial, são conforme especificados na tabela anterior. Caso a reciclagem de RCC for implantada em local a parte, devem ser considerados os custos estimados para a implantação de usina de reciclagem de RCC no município, apresentados no tópico sobre RCC.

Destaca-se que junto ao PEI, a instalação de ecoponto na cidade de Brodowski, onde a Prefeitura permita que população encaminhe até 1 m^3 de resíduos da construção civil e podas de arvores. Desta forma, este local torna-se um espaço organizado para que a população possa fazer o descarte correto dos resíduos de material de construção e podas de árvores.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

11 OBJETIVO E METAS

O sistema de manejo de resíduos sólidos no município de Brodowski atualmente funciona corretamente para alguns tipos de resíduos, porém, para outros, ainda se mostra incipiente e necessita de investimentos.

Para os resíduos sólidos domiciliares, nota-se que a coleta e o transporte até a estação de transbordo ocorrem de maneira adequada, não há maiores problemas nos setores de coleta, e a população tem seus serviços atendidos. Com relação a este serviço, o que deve ser realizado é a formação de equipes fixas de trabalho de coleta e a obrigatoriedade do uso de equipamentos de proteção individual (EPIs). A estação de transbordo funciona adequadamente, porém, uma economia de recursos poderia ser gerada ao se diminuir a quantidade de resíduos sólidos domiciliares a serem enviados para a disposição final, já que o valor é pago por tonelada. Assim, a instituição de um programa de coleta seletiva, e um programa de compostagem faria com que os resíduos tivessem outro tipo de tratamento e não fossem enviados diretamente para a disposição final.

A disposição final de resíduos ocorre em aterro particular, no município vizinho de Jardinópolis, sendo um aterro bem conceituado pela CETESB, e esta solução a curto prazo parece ser ideal, em virtude da quantidade de resíduos sólidos domiciliares geradas no município de Brodowski, que necessitaria de aterro em vala, e geraria grandes riscos ambientais na operação.

Porém, como dito, não há no município um programa de coleta seletiva. A coleta seletiva representa um papel importante dentro do sistema de resíduos sólidos e aponta para a necessidade de ampliar a conscientização da população sobre a sua importância ambiental, econômica e social. Há no município a existência da coleta seletiva informal, mas está se mostra insuficiente e assim sendo, aumenta a quantidade de resíduos levados para a disposição final. Dessa forma, recomenda-se que seja criado um barracão de coleta seletiva regular,

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

localizado na mesma área da Estação de Transbordo, fazendo parte da instalação denominada Parque Eco Industrial

A existência de um barracão de coleta seletiva além de diminuir as despesas pois diminuirá a quantidade de resíduos sólidos a serem levados para a disposição final, poderá ainda gerar lucros para o próprio município e para os cooperados, além do benefício social que poderá ser gerado. No Parque Eco Industrial deverá funcionar a além de outros programas, a Central de Triagem de Recicláveis, de forma que esta trabalhe com o máximo possível de resíduos recolhidos e busque a absorção do maior número possível de catadores informais, visando a sua reinserção no mercado de trabalho.

Não é realizado nenhum trabalho com a fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares no município, e assim sendo, é sugerida a criação de um programa de compostagem. Com relação à compostagem, a implantação de um programa como este se faz importante pois de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (lei n° 12.305/2010), somente poderão ser dispostos em aterro sanitário os rejeitos (resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada), e assim sendo, a fração orgânica dos resíduos não pode ser enquadrada como rejeito. Desta forma, a implantação de um programa de compostagem pode ser um instrumento que possibilita a economia de recursos pois diminuirá a quantidade de resíduos enviados para a disposição final (que são cobrados por peso), pode ser um bom elemento de Educação Ambiental pois mostra na prática o conceito de reaproveitamento dos resíduos e fará com que o município se adeque às questões legais de Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Quanto à gestão dos resíduos de limpeza pública, há necessidade de contratação de mais funcionários uma vez que o serviço é insuficiente, deixando as regiões mais periféricas sem a devida limpeza em alguns casos. Além disso, se faz necessária a instituição de serviço municipal de poda, uma vez que este

serviço e terceirizado. Para isso, deve haver a contratação de mais funcionários, com os devidos maquinários e caminhões.

Com relação à gestão dos resíduos da construção civil nota-se que não há grande fiscalização e existem alguns pontos em que há descarte irregular. Acredita-se que a diminuição do descarte irregular de resíduos da construção civil esteja diretamente associada a existência de locais apropriados para a população, especialmente os pequenos geradores levarem seus resíduos como a criação de um Ecoponto, associado a um projeto de educação ambiental e conscientização. O Ecoponto visa recolher até 1 m3 por morador de resíduos de construção civil, galhos de árvores, resíduos volumosos, além de pilhas, lâmpadas, pneus e baterias. Além disso, recomenda-se que a prefeitura crie o disque denúncia, de forma a atenuar os depósitos irregulares de resíduos sólidos, seja de resíduos da construção civil ou de quaisquer outros tipos de resíduos, nos terrenos e áreas públicas por parte da população.

Assim, será possível que a população denuncie as placas dos carros que estejam lançando resíduos sólidos em lugares irregulares.

Ainda a respeito dos resíduos da construção civil tem-se que não há o reaproveitamento destes, fato que é indicado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (lei n° 12.305/2010). A instalação de um Parque Eco Industrial irá resolver a questão do reaproveitamento dos resíduos da construção civil, e o Ecoponto auxiliará aos munícipes levarem resíduos, desde que pequenos geradores, para o local adequado.

A Prefeitura deve realizar parcerias com Empresas Privadas que tem como objetivo realizar reciclagem de resíduos específicos, tais como pilhas, pneus, lâmpadas e eletroeletrônicos. Assim, a prefeitura coletaria e armazenaria estes resíduos nos Ecopontos e sempre que acumular um volume seriam acionadas as empresas para retirarem estes resíduos.

Com base no diagnóstico realizado, na identificação das deficiências em resíduos sólidos no município de Brodowski, foram definidos os objetivos e metas para melhorias nesta área, assim como os recursos físicos para se atingir

essas metas e as fontes potenciais dos recursos financeiros necessários. Desta forma está sendo apresentado cronograma físico das ações necessárias para os próximos 20 anos, até o ano de 2.043.

No Tabela a seguir, está apresentada a Síntese do Plano de Resíduos Sólidos.

Quanto aos investimentos, estes serão separados em dois tipos, sendo estes:

- Investimentos visando a implantação de obras e aquisição de equipamentos, bem como treinamentos de funcionários;
- Investimentos visando a operação e manutenção do sistema.

Na Tabela são apresentadas as estimativas dos investimentos necessários para implantação de obras e aquisição de equipamentos, bem como treinamentos de funcionários para visando a melhoria do sistema atual.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 11.1 Síntese Parcial das Atividades de Melhorias no Setor de Resíduos Sólidos do Município de Brodowski - SP

Setor	Carências / Deficiências	Objetivos e Metas	Recursos Físicos Necessários	Origem dos Recursos	Ano				
					2023	2028	2033	2038	2043
Resíduos Sólidos	Inexistência de compostagem, usina de resíduos da construção civil e área de educação ambiental; reciclagem incipiente.	Criar o Parque Eco Industrial (PEI) em parceria com a iniciativa privada como um centro de valorização e reciclagem de resíduos sólidos e de inclusão social.	Aquisição de área e equipamentos, bem como construção de barracão para implantar o sistema de triagem de materiais recicláveis, usina de reciclagem de construção civil bem como uma usina de trituração de galhos e madeiras	PREFEITURA/ Governo Federal e Estadual					
	Coleta Seletiva incipiente.	Implantar para toda a área do município o Programa de Coleta Seletiva bem como conscientizar a população da importância do assunto	Adequação da cooperativa existente, readequação de dois caminhões basculantes e divulgação através de meios de comunicação para conscientizar a população	PREFEITURA					
	Treinamento dos funcionários	Após a implantação do PEI, deve ser realizado cursos e treinamentos para os cooperados da Central de Triagem visando melhorar a eficiência, bem como o lucro das vendas dos recicláveis	Contratação de Especialistas para ministrar cursos bem como realizar visitas a outros municípios que possuem uma Central de Triagem em boas condições de operação	PREFEITURA					

Tabela 11.2 Síntese Parcial das Atividades de Melhorias no Setor de Resíduos Sólidos do Município de Brodowski– SP. (Continuação...)

Setor	Carências / Deficiências	Objetivos e Metas	Recursos Físicos Necessários	Origem dos Recursos	Ano				
					2023	2028	2033	2038	2043
Resíduos Sólidos	Inexistência de pontos onde a população poça despejar resíduos volumosos	Implantar um Ecoponto no município	Deve-se elaborar um projeto de Ecoponto em área da própria prefeitura	PREFEITURA					
	Campanhas de Educação Ambiental	Melhorias nas condições e redução da geração do lixo	Material de divulgação, campanhas educacionais	PREFEITURA					
	Recuperação da área onde está situado o antigo aterro de valas	Cercar a área para controlar entradas e proceder com projeto de adequação, se for o caso.	Pleitear recursos junto a Governo Estadual e Federal.	PREFEITURA/ Governo Federal e Estadual					
	Remoção de Lodo das lagoas de tratamento de esgoto (gerenciamento a cargo do setor de água e esgoto, portanto, não considerado nos investimentos)	Realização de estudo de quantificação e projeto de remoção e desaguamento de lodos	Contratação de empresas especializas para realização de estudo de quantificação dos lodos; projeto de remoção e desaguamento de lodos; disposição final	PREFEITURA/ Governo Federal e Estadual					

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 11.3 Cronograma de investimentos necessários para implantação de obras e aquisição de equipamentos, bem como treinamentos de funcionários visando a melhoria do sistema atual do município de Brodowski

Item	Atividades	Ano				
		2023	2028	2033	2038	2043
1	Criar o Parque Eco Industrial (PEI) em parceria com a iniciativa privada como um centro de valorização e reciclagem de resíduos sólidos e de inclusão social.		R$ 3.307.875,00			
2	Trabalho de divulgação junto à população para conscientizar da importância da coleta seletiva	R$ 200.000,00				
4	Realizar cursos e treinamentos para os cooperados da coleta seletiva	R$ 200.000,00				
5	Campanhas de educação para melhorias nas condições e redução da geração dos resíduos sólidos	R$ 175.000,00	R$ 350.000,00	R$525.000,00	R$ 700.000,00	R$ 875.000,00
6	Instalação de 900 metros lineares de mourões e alambrado para cercar a área do antigo aterro de valas	R$ 117.000,00				
TOTAL		**R$ 692.000,00**	**R$ 3.657.875,00**	**R$ 525.000,00**	**R$ 700.000,00**	**R$ 875.000,00**
TOTAL GERAL		**R$ 6.449.875,00**				

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Dessa forma, chega-se a um investimento necessário para implantação de obras e aquisição de equipamentos e para treinamento de funcionários total de R$ 6.589.875,00 ao longo de 20 anos de projeto.

O custo mensal envolvido com a coleta seletiva, implantada com auxílio de funcionário da prefeitura já contratado, é de R$ 9.750,00 conforme apresentado na Tabela . Ressalta-se que este programa de coleta seletiva para reciclagem irá diminuir ao longo do tempo a quantidade de resíduos orgânicos coletados que terá como disposição final o aterro sanitário.

Tabela 11.4 Custos da coleta seletiva

Atividade	**Valor (R$)**
Funcionários (01 coletor e 01 motoristas)	R$ 6.500,00
Manutenção e Combustível de 01 caminhão	R$ 3.250,00
TOTAL MENSAL	**R$ 9.750,00**
TOTAL ANUAL	**R$117.000,00**

Por fim, é apresentada a Tabela , síntese de todos os gastos anuais envolvidos com cada serviço atribuído ao gerenciamento dos resíduos sólidos do município de Brodowski, incluindo a mão-de-obra e o gasto com maquinários necessários, a partir dos gastos em que foi possível realizar a mensuração.

Dessa forma, chega-se atualmente a um total mensal de cerca de 198 mil reais para o gerenciamento dos resíduos sólidos no município o que resulta em um gasto total de cerca de 2.376.680,00 reais por ano, com as seguintes características de distribuição de custos:

Tabela 11.5 Estimativa atual de gastos totais anuais envolvidos no gerenciamento dos Resíduos Sólidos de Brodowski (continua...)

Tipo de Resíduos	Elemento	Descrição	Estimativa custo anual (R$)
Resíduos de Limpeza Pública– RLP	Limpeza e Destinação Final	Formado por 2 tratoristas, 2 trabalhadores braçais, 4 auxiliares gerias, despesas combustível, manutenção veículos, serviço terceirizado de poda e trituração de galhos.	679.200,00
Resíduos Domiciliares	Coleta e Destinação Final	Formado por 4 motoristas, 12 catadores, despesas de combustível, manutenção dos veículos, despesa com disposição final.	2.253.600,00
Coleta Seletiva	Coleta e Destinação Final	A prefeitura não executa a coleta e disposição final de coleta seletiva, sendo assim, não havendo custo de operação.	0,00
Resíduos Cemiteriais	Coleta e Destinação Final	8 caçambas mensalmente com valor unitário de R$130,00 por caçamba.	12.480,00
Resíduos de Serviço de Saúde – RSS	Coleta e Destinação Final	A prefeitura mantém contrato com empresa terceiriza para realizar a coleta e disposição final, contrato de R$4.500,00 mensal.	54.00,000
Resíduos da Construção Civil	Coleta e Destinação Final	A prefeitura não realiza coleta desse material, sendo de responsabilidade do gerador dos resíduos, sendo assim, não havendo custo de operação.	0,00
Resíduos Industriais	Coleta e Destinação Final	A prefeitura recolhe esse material juntamente com os resíduos domésticos, sendo feito a destinação final de resíduos de potencial contaminante, de responsabilidade do gerador, sendo assim, não havendo um custo extra, sendo esse já contabilizado no domiciliar.	0,00
Resíduos Agrossilvopastoris	Coleta e Destinação Final	A prefeitura não realiza coleta desse material, sendo de responsabilidade do gerador dos resíduos, sendo assim, não havendo custo de operação.	0,00

Tabela 11.5 Estimativa atual de gastos totais anuais envolvidos no gerenciamento dos Resíduos Sólidos de Brodowski (continuação.)

Tipo de Resíduos	Elemento	Descrição	Estimativa custo anual (R$)
Resíduos de Serviço de Transporte	Coleta e Destinação Final	A prefeitura recolhe esse material juntamente com os resíduos domésticos, sendo assim, não havendo um custo extra, sendo esse já contabilizado no domiciliar.	0,00
Resíduos com Logística Reversa Obrigatória	Coleta e Destinação Final	A prefeitura não realiza coleta desse material, sendo realizada parcerias para recolhimento de materiais como pneus e óleos de cozinhas, matérias como óleos de origem fóssil e pilhas, de responsabilidade do gerador a coleta e destinação final, sendo assim, não havendo custo de operação.	0,00
Resíduos de Serviço Público de Saneamento	Coleta e Destinação Final	A coleta e destinação desse material, fica a cargo da SAAEB, sendo assim, não havendo custo de operação.	0,00
Educação Ambiental	Campanhas	Na prefeitura não há campanhas, sendo assim, não havendo custo de operação	0,00
Total			**2.945.280,00**
Média Mensal			**245.440,00**

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

12 Indicadores Técnicos Para o Sistema de Resíduos Sólidos

O serviço de coleta e tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos, deverão ser devidamente avaliados por um conjunto de indicadores adequados.

Os indicadores de performance que avaliarão este serviço serão os seguintes:

- RU1 – Eficiência física do serviço de coleta de resíduos urbanos (%)

Porcentagem do número de residências e outros locais com serviço de recolhimento na área de intervenção da Prefeitura Municipal:

RU1 = RC / TR * 100

RC = Residências e outros locais com serviço de recolhimento de resíduos (n.º)

TR = Residências e outros locais existentes (n.º)

Valores de referência:

Qualidade do serviço BOA: 95% a 100%

Qualidade do serviço MEDIANA: 80% a 95%

Qualidade do serviço INSATISFATÓRIA: 0 a 80%

- IQR – Índice de qualidade de aterros sanitários

A avaliação dos destinos finais avaliado segundo as exigências da CETESB é um procedimento atual com novos critérios de pontuação e classificação. As informações são coletadas a partir de um questionário padronizado que é detalhado na Tabela , que avalia as características locacionais, estruturais e operacionais dos locais de tratamento de disposição dos resíduos sólidos. A partir destes dados é possível se apresentar um Panorama Geral do Estado de São Paulo com relação à destinação final e propor objetivos e metas de melhoria na gestão.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 12.1 Modelo atual do questionário aplicado pela CETESB para avaliação do Índice de qualidade de aterros sanitários – IQR (continua...)

Índice de qualidade de aterros sanitários - IQR			
ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	VALOR
Portaria, Balança e Vigilância	Sim/Suficiente	2	
	Não/Insuficiente	0	
Isolamento Físico	Sim/Suficiente	2	
	Não/Insuficiente	0	
Isolamento Visual	Sim/Suficiente	2	
	Não/Insuficiente	0	
Acesso à Frente de Descargas	Adequados	3	
	Inadequados	0	
Dimensões de frente de trabalho	Adequados	5	
	Inadequados	0	
Compactação dos resíduos	Adequados	5	
	Inadequados	0	
Recobrimento dos resíduos	Adequados	5	
	Inadequados	0	
Dimensões e Inclinações	Adequados	4	
	Inadequados	0	
Cobertura de Terra	Adequados	4	
	Inadequados	0	
Proteção Vegetal	Adequados	3	
	Inadequados	0	
Afloramento de Chorume	Não/Raros	4	
	Sim/Numerosos	0	
Nivelamento da Superfície	Adequados	4	
	Inadequados	0	
Homogeneidade da Cobertura	Sim	5	
	Não	0	
Impermeabilização do Solo	Sim/Adequada	10	
	Não/Inadequada	0	
Profundidade do Lençol Freático x Permeabilidade do Solo	P > 3m; K < 10e-6	2	
	1m > P > 3m; K < 10e-6	1	
	Condição Inadequada	0	
Drenagem de Chorume	Sim/Suficiente	4	
	Não/Insuficiente	0	
Tratamento de Chorume	Sim/Adequada	4	
	Não/Inadequada	0	
Drenagem de Águas Pluviais	Suficiente/Desnec	4	
	Insuficiente/Neces	0	
Drenagem de Gases	Sim/Suficiente	4	
	Não/Insuficiente	0	
Monitoramento de Águas Subterrâneas	Adequado/Sufic	4	
	Inadequado/Insuf	1	
	Inexistente	0	
Monitoramento Geotécnico	Adequado/Sufic	4	
	Inadequado/Insuf	1	
	Inexistente	0	
Presença de Catadores	Não	2	
	Sim	0	

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 12.1 - Modelo atual do questionário aplicado pela CETESB para avaliação do Índice de qualidade de aterros sanitários – IQR. (Continuação...)

Índice de qualidade de aterros sanitários - IQR			
ITEM	AVALIAÇÃO	PESO	VALOR
Ocorrência de Moscas e Odores	Não	2	
	Sim	0	
Presença de Aves e Animais	Não	2	
	Sim	0	
Proximidade de Núcleos Habitacionais	>500m	2	
	<500m	0	
Proximidade de Corpos d'Água	>200m	2	
	<200m	0	
Licença de Operação	Sim		
	Não/Vencida		
Restrições Legais ao Uso do Solo	Sim		
	Não		
TOTAL			

Em seguida da avaliação é realizada uma média ponderada de acordo com critérios da CETESB e atribuída uma nota de 0 a 10. Ao final, obtém-se o IQR, sendo que:

0 < IQR ≤ 7 – aterro em condições inadequadas;

7 < IQR ≤ 10 – aterro em condições adequadas.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

13 PLANO DE CONTINGÊNCIA

Define-se por contingência o ato que não é previsível ou sobre cuja ocorrência não há certeza, que depende de circunstâncias não controláveis, ou ainda qualquer relação de dependência entre eventos ambientais ou entre eventos comportamentais e ambientais que enfatiza a probabilidade de um evento pode ser afetada ou causada por outros eventos. Desse modo, muitas vezes é caraterizada por situações de risco decorrentes de atividades, processos, produtos, serviços, equipamentos ou instalações industriais e que, quando ocorre, se caracteriza em uma emergência, que não está nos parâmetros de controle dos processos e que podem gerar danos às pessoas, meio ambiente ou instituições.

Entendido também como um Plano de Riscos, em se havendo alguma situação de emergência ou contingência, se faz obrigatório o acionamento do setor responsável pelo serviço de limpeza pública ou os órgãos de segurança e fiscalização, além da necessidade de se conhecer os Instrumentos Legais (leis, regulamentações e normas técnicas relacionadas ao assunto) e os responsáveis pela emergência e pelos desdobramentos que podem ocorrer. Quando há essas ocorrências, os serviços de coleta e limpeza pública poderão, em situações críticas, ter suas regras de atendimento e funcionamento operacional modificado pelo poder público visando melhor atender o interesse público, em especial as questões de saúde pública.

O Plano de Contingência e ações emergenciais visa propor diretrizes e estratégias para ações e medidas de prevenção e controle de situações de riscos aos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do Município de Brodowski. A apresentação deste Plano de Contingência é importante pois auxiliará o município na tomada de decisão sobre ações decorrentes de emergências, que são naturalmente, situações não previstas, e que podem comprometer a qualidade dos serviços de coleta de resíduos sólidos e limpeza pública urbana. Assim, a Tabela apresenta as ocorrências, os instrumentos legais aplicáveis e responsáveis pelo plano de contingência, origem e respectiva ação contingente para cada uma delas.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 13.1 Plano de Contingência para cada tipo de serviço

Ocorrência	Origem	Instrumentos Legais e Responsáveis	Plano de Contingência
Paralisação da Varrição e manutenção de vias e logradouros	Greves de pequena duração ou paralizações por tempo indeterminado dos funcionários	Legislação pertinente e aplicável → Departamento Municipal de Desenvolvimento Ambiental e Setor de Fiscalização da Prefeitura	- Identificação dos pontos mais críticos e o escalonamento de funcionários municipais, que possam efetuar o serviço através de mutirões. - Contratação de empresa especializada prestadora de serviço em regime emergência (contrato emergencial).
Paralisação na Coleta Domiciliar de Resíduos Sólidos Domiciliares	Greves de pequena duração ou paralizações por tempo indeterminado dos funcionários	Legislação pertinente e aplicável → Departamento Municipal de Desenvolvimento Ambiental e Setor de Fiscalização da Prefeitura	- Contratação de empresa especializada prestadora de serviço em regime emergência (contrato emergencial). - Comunicar através de panfletos distribuídos a população a situação e solicitar a colaboração da população. .
Disposição Irregular de resíduos Classe II - Não Perigosos, em “área pública” (**sem** identificação de autoria)	Falta de educação ambiental, e ineficiência do sistema de coleta do município	Legislação pertinente e aplicável → Serviço de Fiscalização da Prefeitura Municipal Órgãos de segurança pública	- Recolher e dar destinação adequada aos resíduos
Disposição Irregular de resíduos Classe I - Perigosos	Falta de educação ambiental; ineficiência do sistema de gestão dos resíduos do município; falta de fiscalização ambiental; falta de punições severas ao responsável	Legislação pertinente e aplicável → Serviço de Fiscalização da Prefeitura Municipal; Órgãos de segurança pública (Polícia Ambiental); Departamento de Desenvolvimento Ambiental	- Isolar e sinalizar a área; - Identificar/tipificar o produto perigoso; - Determinar a limpeza/remoção e destinação adequada do produto; - Determinar e acompanhar a recuperação ambiental da área; - Identificar, notificar, multar e/ou imputar as sanções cabíveis ao autor do acidente.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

13.1- Plano de Contingência para cada tipo de serviços (Continuação...)

Ocorrência	Origem	Instrumentos Legais e Responsáveis	Plano de Contingência
Paralisação na Disposição Final de Rejeitos dos Resíduos Sólidos Domiciliares	-A paralisação do serviço de operação de um aterro sanitário pode ocorrer por diversos fatores, desde greves de pequena duração ou paralização por tempo indeterminado até ocorrências que requerem maiores cuidados e até mesmo por demora na obtenção das licenças necessárias - Devido ás características especificas dos resíduos recebidos pelo aterro sanitário, os motivos de paralisação podem exceder a simples greves, tomando dimensões mais preocupantes, como rupturas no maciço, explosões provocadas pelo biogás, vazamentos de chorume e outros.	Legislação pertinente e aplicável; Plano Alternativo de Disposição (caráter emergencial) → Departamento Municipal de Desenvolvimento Ambiental Setor de Fiscalização da Prefeitura Municipal	- Considerando a ocorrência de greves de pequena duração, é possível deslocar equipes de outros setores do município. - Para o caso da paralização persistir por tempo indeterminado, é recomendado trocar a solução doméstica pela contratação de empresa prestadora de serviço em regime emergencial, pois ela poderá também dar conta de serviços mais especializados de manutenção e monitoramento ambiental. - Enquanto isto não acontece, os resíduos poderão ser enviados para disposição final em outra unidade similar existente na região. Esta mesma providencia poderá ser usada no caso de demora na obtenção do licenciamento ambiental para sobre elevação e/ou ampliação do maciço existente. A ruptura dos taludes e bermas engloba medidas de reparos para recomposição da configuração topográfica, recolocação dos dispositivos de drenagem superficial e reposição da cobertura de solo e gramíneas, de modo a assegurar a perfeita estabilidade do maciço, após a devida comunicação da não conformidade à CETESB; - Explosões decorrentes do biogás são eventos mais raros, que também podem ser evitados por um sistema de drenagem bem planejado e um monitoramento direcionado para detectar com antecipação a formação de eventuais bolsões no interior do maciço; - Com relação a explosão ou mesmo indencio, o Plano de Contingências prevê a evacuação imediata da área e adoção dos procedimentos de segurança, simultaneamente ao acionamentoda CETESB e dos - A primeira medida do Plano de Contingência diz respeito à contenção de vazamentos e/ou transbordamento, para estancar a origem do problema e, em seguida, a transferência do chorume estocado para uma ETE mais próxima através de caminhão limpa fossa. - Caso a ocorrência resulte na contaminação do solo e/ou das águas subterrâneas, o passivo ambiental será equacionado através das orientações prescritas no Manual de Gerenciamento de Área Contaminadas, emitido pela CETESB

Continua....

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 13.1 - Plano de Contingência para cada tipo de serviços (continuação...)

Paralisação na Coleta, Transporte e Tratamento dos Resíduos de Serviço de Saúde (RSS)	- Devido à alta periculosidade no manuseio desse tipo de resíduos, sua coleta, transporte e tratamento são sempre realizados por equipes treinadas e devidamente equipadas com os EPIs necessários e dotadas de veículos e equipamentos especialmente adequados para essas funções. Logo, a tarefa da municipalidade limita-se ao gerenciamento administrativo do contrato com essas empresas e o risco de descontinuidade se resume a greves de pequena duração ou paralisações por tempo indeterminado das prestadoras de serviços.	Legislação pertinente e aplicável; Plano Alternativo de Disposição (caráter emergencial) → Departamento Municipal de Desenvolvimento Ambiental Setor de Fiscalização da empresa contratada (executora dos serviços) Setor de Fiscalização da Prefeitura Municipal	- Por tratar-se de atividades altamente especializadas, que requerem recursos materiais e humanos especiais, não é recomendável que se desloquem equipes da própria municipalidade ou, no caso de consórcios, das municipalidades consorciadas para cobrir qualquer deficiência de atendimento. - Portanto, se isso vier a acontecer, o Plano de Contingência recomenda a contratação de empresa prestadora deste tipo de serviço em regime emergência
Acidente com Resíduos Perigosos (Classe I)	Acidente, falta de equipamentos de proteção industrial (EPI's), falta de orientação para realização da atividade.	Legislação pertinente e aplicável; e Procedimentos específicos para acidentes com cargas perigosas → Serviço de Fiscalização da Prefeitura Municipal; Departamento Municipal de Desenvolvimento Ambiental; Órgãos de Segurança pública	- Isolar e sinalizar a área; - Identificar/tipificar o produto perigoso; - Determinar a limpeza/remoção e destinação adequada do produto; - Determinar e acompanhar a recuperação ambiental da área; - Identificar, notificar, multar e/ou imputar as sanções cabíveis ao autor do acidente.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

14 ACOMPANHAMENTO DO PLANO

De acordo com a Lei Federal n.º 12.305, a qual instituiu a implementação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, este deve ser revisto a cada 04 (quatro) anos, sendo ouvida a população, reavaliadas as carências e revistos os objetivos e metas, de forma a transmitir ao Plano a dinâmica das administrações municipais e a evolução positiva ou negativa dos serviços de saneamento básico prestados à população. A recomendação é que este também seja o prazo para revisão dos Planos Municipais de Gestão de Resíduos Sólidos.

Além da revisão quadrienal do Plano, o Poder Executivo Municipal deverá preparar e tornar públicos relatórios gerenciais anuais, de própria lavra ou de concessionários, prestando contas à população do cumprimento das metas do Plano, contendo:

- A evolução dos atendimentos de coleta de lixo domiciliar, varrição de vias públicas, comparando os indicadores com as metas do plano;
- Plantas ou mapas indicando as áreas atendidas pelos serviços;
- Informações de evolução das instalações existentes no município, como por exemplos, situação da coleta de lixo e da coleta seletiva, condições do aterro sanitário, etc;
- Balanço patrimonial dos ativos afetados na prestação dos serviços;
- Informações operacionais indicando as ações realizadas no município, como por exemplos, quantidade de lixo domiciliar coletado reciclável e não reciclável, quantidade de resíduos resultantes da varrição de vias públicas, entulho coletado, galhos etc.
- Dados relativos ao atendimento ao munícipe, identificando o tipo de solicitação e a forma de atendimento (call center, balcão de atendimento e outros);
- Informações contendo Receitas, Despesas e Investimentos realizados por ano por setor.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- A prefeitura deverá prever a responsabilidade pela implementação do plano que, na grande maioria dos casos, estará a cargo do Prefeito Municipal. Deverá, também, monitorar todas as ações que estão sendo propostas no plano. Neste caso, CONDEMA e/ou o Ministério Público são acionados no caso de não estarem sendo cumpridas as metas propostas.
- Como já foi dito, a revisão do plano está prevista para cada 4 anos, levando em consideração que o surgimento de novas questões serão tratadas por ocasião da referida revisão.
- Além disso, deve-se buscar a implementação de programas de capacitação para os agentes públicos tornarem-se aptos a implementar e operacionalizar o plano.
- Com relação à publicidade do plano e da participação popular, o presente Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos obedece ao Princípio do Direito Ambiental de participação popular, desde o momento de planejamento, passando pela consulta pública do atual sistema, realizada através de questionários, até o momento de avaliação do Plano e contribuição popular, realizada em apresentação pública.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

15 FONTES DE RECURSOS

Conforme apresentado no prognóstico do município de Brodowski, verifica-se na lei complementar municipal nº01/97, que há cobrança de “taxa de lixo” realizada em alíquota única, arrecadada juntamente com o IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) do município. Entretanto, a previsão de arrecadação não supri os custos dos serviços de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos e, não há recurso por parte da Prefeitura para realizar novos investimentos para melhorias propostas no presente trabalho. Desta forma, as principais fontes de recursos para o atendimento aos investimentos necessários descritos neste trabalho estão relacionadas a seguir:

i. Recursos próprios (tarifas e tributos a serem criados)
ii. FEHIDRO (cobrança através do uso da água)
iii. Financiamentos Nacionais – BNDES e CEF (FAT e FGTS)
iv. Financiamentos Internacionais (BID, BIRD, JBIC etc)
v. Recursos Privados (PPPs, Concessões e BOTs)
vi. Empreendedores Imobiliários
vii. Orçamento Fiscal (União, Estado e Municípios)
viii. Doações e Fundos de Cooperação (ONGs e Universidades)
ix. Recursos Federais e Estaduais a Fundo Perdido

De posse dos valores apresentados conclui-se que Brodoswki deverá enquadrar-se em programas públicos de financiamento de infraestruturas de saneamento. Contudo, independentemente das alternativas de financiamento público estadual ou Federal, entendem os autores deste estudo que, de acordo com as modernas políticas ambientais e de sustentabilidade dos sistemas públicos de saneamento, devem ser implantadas tarifas a serem pagas pelos usuários visando a implantação de um sistema sustentável.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

PREFEITURA MUNICIPAL DE
BRODOWSKI

novaes
ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

16 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE MACRODRENAGEM E MICRODRENAGEM URBANA DO MUNICÍPIO DE BRODOWSKI

O município de Brodowski faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo e está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 04 – UGRHI 04 do Comitê de Bacia Hidrográfica do Pardo – CBH - PARDO. O Comitê foi instalado em 12 de junho de 1996, e integra, além de Brodowski, outros 26 municípios, abrangendo 8.993 km² de área de drenagem e população de 1.215.134 habitantes. A Bacia tem sua economia baseada no setor agrícola (agroindústria sucroalcooleira, citricultura e pastagens), indústria, comércio e serviços consolidados na região de Ribeirão Preto (https://www.sigrh.sp.gov.br/municipios).

Figura 16.1 Bacia hidrográfica do Pardo

O Rio Pardo é um dos principais afluentes do Rio Grande e faz parte da macrorregião da Bacia Hidrográfica do Rio Grande – BHRG, que abrange a Região Sudeste do Brasil na divisa entre os Estados de Minas Gerais e São Paulo, possui

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

área de drenagem de 143.437,79 km², destes 57.092,36 km² (39,80%) no estado de São Paulo e 86.345,43 km² (60,20) em Minas Gerais. A população da Bacia Hidrográfica do Rio Grande é de aproximadamente 8,6 milhões de habitantes (2010) distribuídos em 393 municípios (https://arpariogrande.org.br/bhrg/).

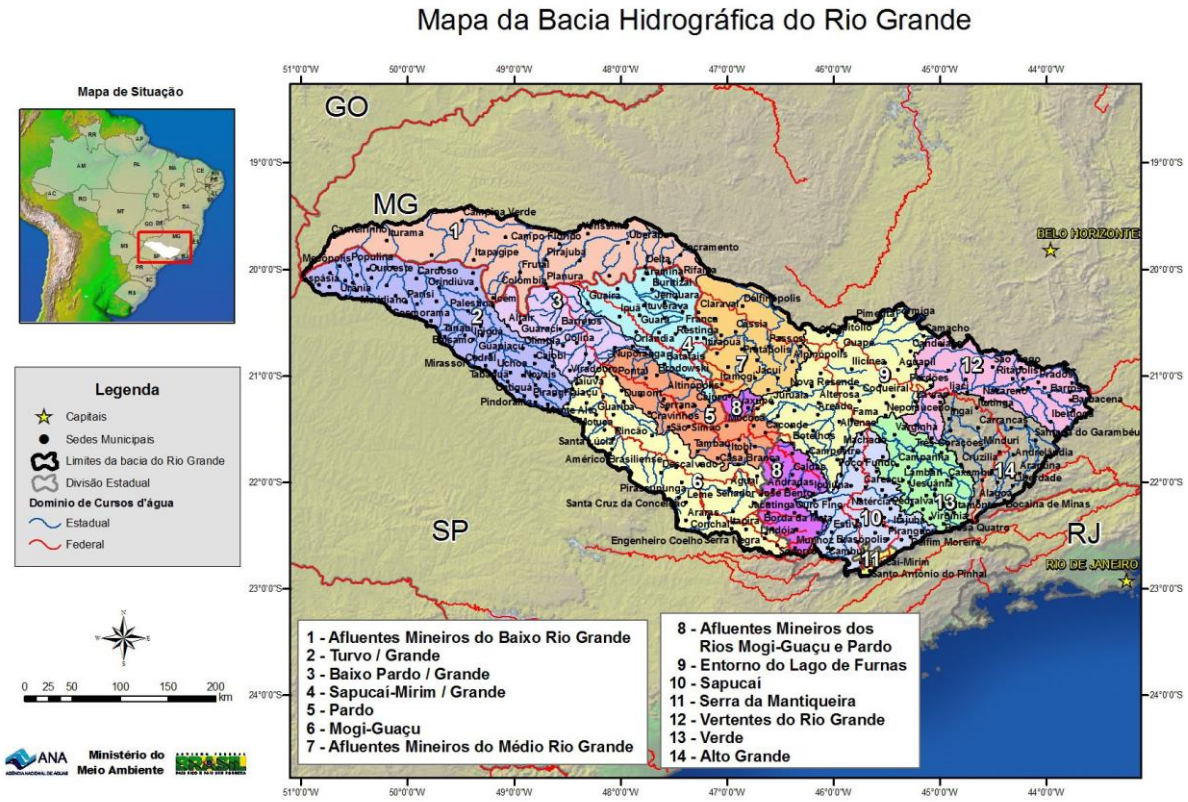


Figura 16.2 Bacia hidrográfica do Rio Grande

(https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/Cobranca/06_Grande.jpg)

Em sua extensão urbanizada, o sistema de macrodrenagem do município de Brodowski é composto por três principais cursos d'água afluentes do Rio Pardo, o Córrego das Contendas ou do Matadouro, o Córrego das Posses e o Córrego Parnaíba ou da Divisa.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

São apresentados na Figura 16.3 os principais cursos d'água que recebem as contribuições de águas pluviais das bacias hidrográficas de Brodowski.

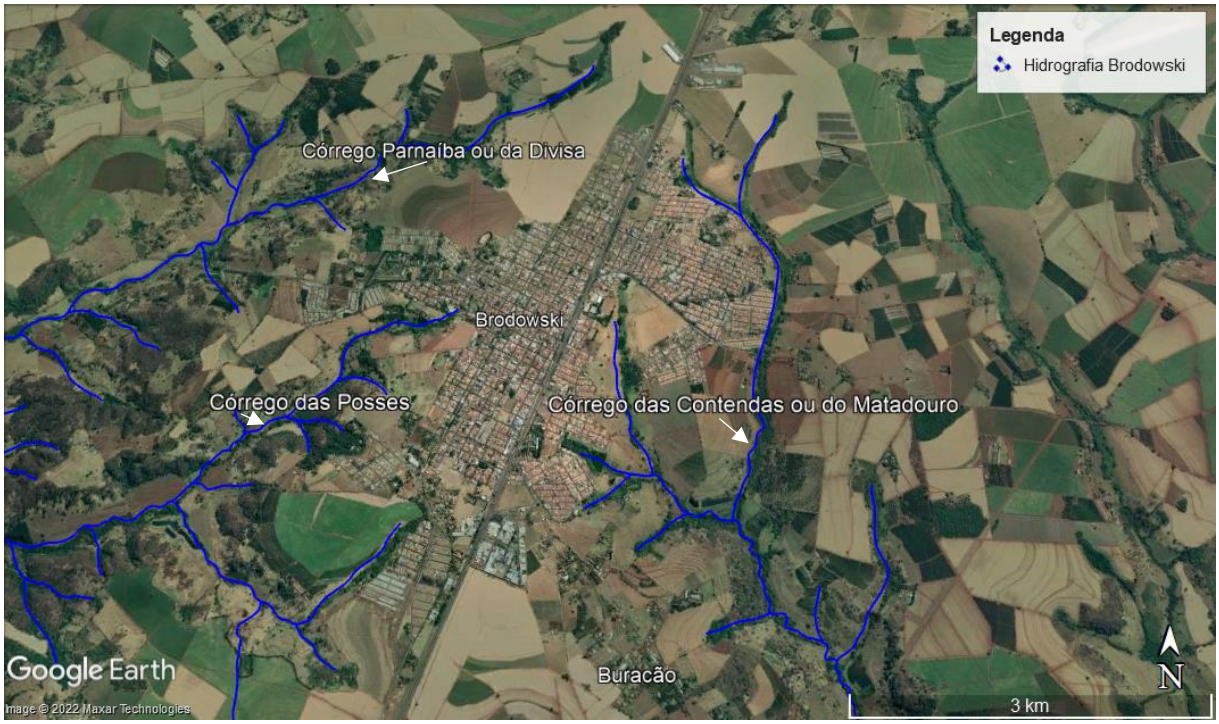


Figura 16.3 Hidrografia do município de Brodowski

16.1 Expansão Urbana

Inevitavelmente, a expansão urbana é um processo pelo qual as cidades passam constantemente desde o momento de sua existência, podendo ser em maior ou menor intensidade. De toda forma implica em crescimento. A desordenada ocupação do solo feita pelo homem, bem como o crescimento urbano sem o devido planejamento, traz consigo sérias consequências para o meio ambiente que afetam diretamente o desenvolvimento saudável das cidades. Dentre estas, está a redução de vegetação, contaminação de aquíferos livres, redução no reservatório de água potável, aumento de área impermeável, principalmente pela grande quantidade de massa asfáltica, além do significativo aumento de enchentes em áreas urbanas (BATISTA et al, 2008).

Na Figura 16.4 são exemplificados os efeitos dos solos impermeabilizados, em porcentagem, e seus impactos no ciclo ecológico.

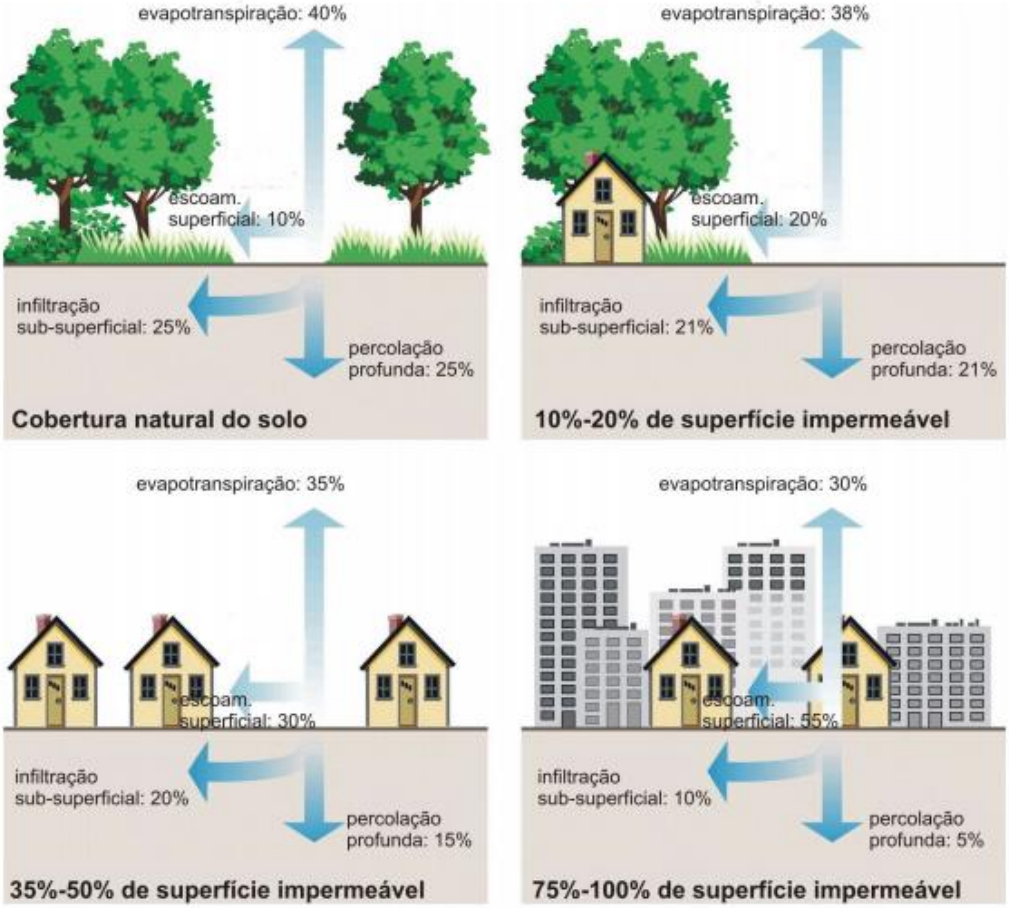


Figura 16.4 Efeito da urbanização no ciclo ecológico.

Existem diversos pontos positivos quando se analisa a expansão urbana, principalmente quando a relacionamos com o conforto do homem e o crescimento econômico. As pessoas precisam de infraestrutura para poder viver e se estabelecerem nos centros urbanos. Entretanto, em alguns aspectos, tais infraestruturas, se não bem conduzidas e planejadas previamente, trazem consigo más consequências, inclusive nas esferas da gestão municipal, que são alvo deste estudo. Algumas das consequências negativas geradas são: acúmulo de resíduos, enchentes, alagamentos e outras (BATISTA et al, 2008).

No intuito de incorporar o rápido crescimento urbano e proporcionar condições adequadas de acomodação de pessoas, as cidades evoluíram de forma que fossem exigidas significativas alterações nos seus ambientes naturais, fazendo com que as superfícies perdessem a capacidade de absorção de águas das chuvas, substituindo os solos permeáveis naturais pelo asfalto e concreto, que são praticamente impermeáveis e favoráveis a enchentes e inundações.

Em grande parte, isso ocorre pelo modelo de drenagem urbana utilizado, que tem por cultura a adoção de métodos que optam por escoar a água o mais rápido possível para os rios e cursos d'água disponíveis.

16.2 Impermeabilização Da Área Urbana

O solo natural (permeável) desempenha um importante papel nos ambientes urbanizados, pois contribui para a filtração e absorção da água da chuva, aumentando a recarga dos aquíferos e diminuindo o escoamento superficial.

Por outro lado, o solo quando impermeabilizado, ou seja, modificado em grandes escalas para atender aos avanços do crescimento populacional e, em sua maioria, concentrado em regiões específicas tornando-se asfalto, calçadas, concreto, casas, entre outras formas que impedem a absorção natural de água pelos terrenos, contribui negativamente para o aumento da probabilidade de inundações nas zonas a jusante, erosão em consequência das inundações, perda de habitats naturais como flora, microfauna, macro invertebrados, dentre outros, bem como no aumento dos custos de infraestrutura relativos à drenagem pluvial. (TEIXEIRA, 2005).

Ao realizar alterações nos ambientes naturais, por se construir casas, prédios, pátios e outros, há uma considerável alteração em todo sistema hídrico, mudando o sistema natural de escoamento da água, elevando-se assim as ocorrências de enchentes.

Conforme apresentado na Figura 16.5 pode-se observar a diferença que há na absorção de água nos solos permeáveis e nos impermeáveis.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.5 Diferença de absorção de água dos solos impermeáveis e permeáveis.

Nota-se claramente que as áreas urbanas apresentam a maioria de seu perímetro coberta por superfícies impermeáveis e assim o total precipitado escoa superficialmente, enquanto em áreas rurais a infiltração no solo acontece naturalmente.

16.3 Drenagem Urbana

Dentro do contexto de saneamento ambiental, o sistema de drenagem urbana é uma rede de infraestrutura de uma cidade que é responsável, primordialmente, pela coleta, manejo e disposição das águas pluviais em corpos d'água aptos para sua recepção. Há uma grande tendência de aumentos nos problemas urbanos por conta do baixo índice de permeabilidade que se encontram nos centros urbanos e pela forma com que são captadas e escoadas as águas pluviais de um município. A função da drenagem se mostra essencial no contexto de uma cidade, pois uma rede de

drenagem que apresenta mal funcionamento é responsável por enchentes severas, com grandes áreas alagadas, causando prejuízos e expondo a população à riscos diversos. Isto não quer dizer que se deve haver um retrocesso no desenvolvimento urbano, mas que é necessário planejar e aplicar métodos de drenagem que prezem pelo adequado manejo das águas pluviais, através de processos que vão desde a captação das águas, amortecimento, sua condução até os cursos d'água, até meios que possibilitem o aumento dos índices de permeabilidade do solo, favorecendo a infiltração e evitando maiores danos.

16.4 Estudos Hidráulicos, Hidrológicos e Modelagem Hidrológica das Bacias

O presente trabalho definiu a macrodrenagem da área urbana do município de Brodowski através da delimitação das bacias de drenagem pluvial existentes. Conhecendo a hidrografia de Brodowski e com base na topografia da região foi possível traçar as principais bacias de drenagem e para quais cursos d'água suas vazões são escoadas.

A definição da macrodrenagem permite que a expansão urbana do município seja planejada e conduzida por ações que sejam voltadas ao combate à erosão urbana, controle das cheias e consequentemente melhoram a qualidade de vida da população.

Apresenta-se na Figura 16.6 a hidrografia do município de Brodowski juntamente com o traçado das curvas de nível, que contribuíram para o detalhamento e determinação das bacias hidrográficas.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

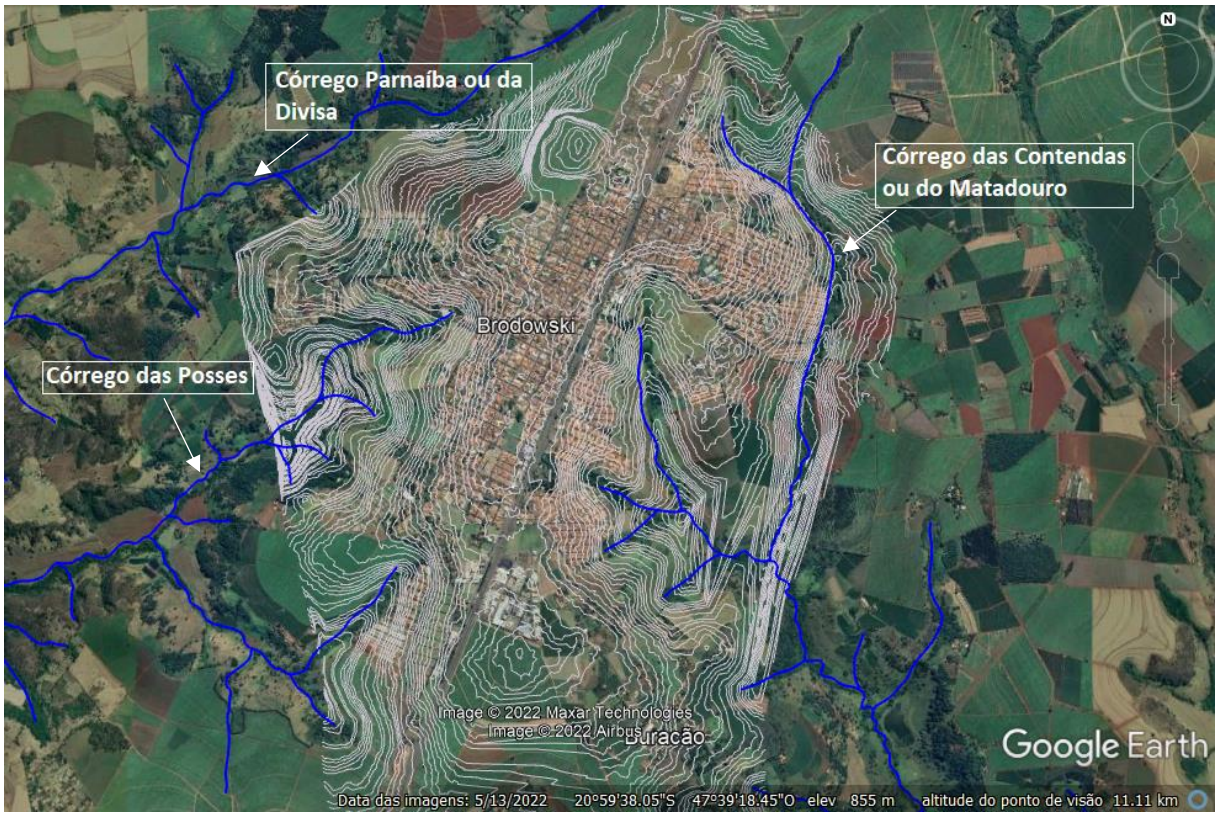


Figura 16.6 Hidrografia e curvas de nível do município de Brodowski

Com base na topografia e hidrografia da região urbanizada do município foi possível definir as áreas de influência de Brodowski, delimitando e evidenciando suas principais bacias hidrográficas e os cursos d'água que recebem suas vazões, conforme é apresentado na Figura 16.7.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.7 Principais bacias hidrográficas da área urbana do município de Brodowski, delimitadas através da topografia da região estudada.

Conhecendo os limites das principais bacias hidrográficas e conciliando os dados do cadastro da drenagem municipal levantados com os técnicos da Prefeitura de Brodowski, foi possível delimitar as sub-bacias hidrográficas do município, conforme apresentado na Figura 16.8. De posse das informações obtidas, prosseguiu-se para a visitação dos sistemas de drenagem do município. As visitas técnicas foram realizadas *in loco* confrontando os dados cadastrais levantados com o sistema de drenagem implantado na cidade.

Figura 16.8 Bacias hidrográficas

Na análise hidrológica aqui apresentada destaca–se a importância do conhecimento das metodologias e equações que permitem caracterizar as bacias hidrográficas estudadas visando a estimativa de vazões de enchente utilizadas no dimensionamento de obras hidráulicas.

As definições e conceitos a seguir representam um conteúdo necessário à compreensão da hidrologia de projetos de obras hidráulicas. A seguir apresenta-se a breve definição dos principais termos hidrológicos.

- **Hidrologia**

  Ciência que trata da água na Terra.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- **Ciclo Hidrológico**

  Fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre, a atmosfera e o solo.

  - Precipitação atmosférica (chuva) (P)
  - Escoamento superficial (ES)
  - Infiltração no solo (I)
  - Evaporação e evapotranspiração (EV)

  O volume precipitado (P), ou a chuva que cai em uma bacia qualquer, resulta em escoamento superficial (ES), em escoamento subterrâneo (I) pela infiltração de parte da chuva, e em evaporação e evapotranspiração (EV).

$$P = ES + I + EV$$

  As enchentes são provocadas pela parcela ES, ou escoamento superficial, e decorrem de precipitações intensas, entendidas como ocorrências naturais extremas. Quanto piores as condições de retenção de água pela vegetação e de infiltração dos solos e maior a impermeabilização de partes da bacia de contribuição, tanto maior será a parcela ES resultante.

- **Área de Drenagem**

  Área da bacia hidrográfica, ou área de contribuição, é a região de captação natural da água de precipitação que faz convergir os escoamentos superficiais e subsuperficiais para um único ponto de saída. Expressa-se, usualmente, em hectares (ha) ou em quilômetros quadrados (km²).

  A linha do divisor de águas que delimita a bacia hidrográfica pode ser definida como a que separa as águas pluviais entre duas vertentes. Numa carta topográfica, é a linha imaginária que passa pelos pontos altos e cotados, que corta perpendicularmente as curvas de nível e não cruza nenhum curso d'água, a não ser na seção que define o limite de jusante da bacia de contribuição (Figura 16.9).

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.9 Representação da bacia hidrográfica de um curso d’água.

- **Talvegue**

  É a linha por onde correm as águas no fundo de um vale, definida pela intersecção dos planos das vertentes. Assim, se denomina, também, o canal mais profundo do leito de um curso d’água, conforme é demonstrado na Figura 16.10.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

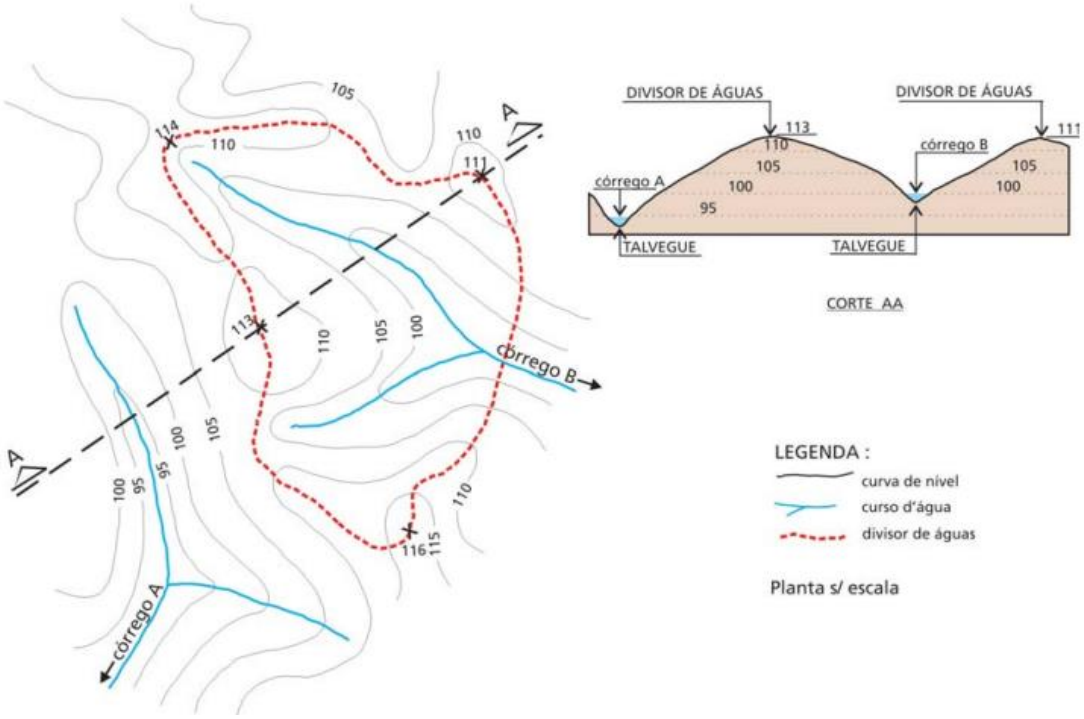


Figura 16.10 Classificação do relevo de uma bacia hidrográfica.

- **Precipitação**

  Toda água que provém do meio atmosférico e atinge a superfície da bacia. Considera-se precipitação como sinônimo de chuva.

- **Altura Pluviométrica**

Quantidade de água precipitada por unidade de área horizontal, medida pela altura que a água atingiria se fosse mantida no local (sem se infiltrar, escoar ou evaporar). A unidade de medição habitual é o milímetro (mm) de chuva, definido como a quantidade de precipitação que corresponde ao volume de 1 litro por metro quadrado de superfície.

As medições de precipitação atmosférica são feitas com o uso de pluviômetro (Figura 16.11), aparelho formado por um recipiente cilíndrico com medidas padronizadas que, exposto às intempéries, armazena a água da chuva precipitada no

período decorrido entre as leituras. Na parte superior, um funil que recebe a água da chuva tem uma entrada com diâmetro (D) padronizado e área conhecida. Uma proveta graduada permite a medição de volume de água acumulada dentro do pluviômetro. Esse volume, dividido pela área de captação do pluviômetro, resulta em uma altura equivalente de chuva, dada em milímetros. As leituras são feitas diariamente, sempre no mesmo horário.

Para a obtenção de dados contínuos, com informações de início, final e quantidade das precipitações, são usados os pluviógrafos, aparelhos registradores que acumulam os volumes captados e os representam em um gráfico num cilindro movido por equipamento de relojoaria.

Atualmente, dissemina-se o uso de estações telemétricas que transmitem informações por rádio, telefone ou satélite, ou que acumulam digitalmente dados de longos períodos para recuperação posterior.

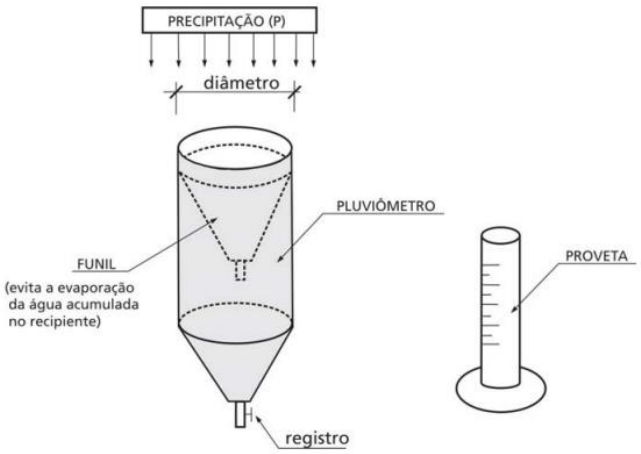


Figura 16.11 Representação esquemática de um pluviômetro

- **Duração da Precipitação**

  É o período de tempo em que ocorre uma determinada precipitação. As unidades normalmente adotadas são minutos ou hora.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- **Intensidade da Precipitação**

  Precipitação por unidade de tempo obtida como a relação entre altura pluviométrica e duração, expressa em mm/hora ou mm/minuto.

16.4.1 VAZÃO DE PROJETO

Vazão de enchente de um curso d'água vinculada à segurança de uma obra hidráulica associada à probabilidade da ocorrência do evento em um ano qualquer. É estimada para a bacia de contribuição delimitada pela seção de projeto.

Para a aplicação da metodologia adequada, em primeiro lugar deve-se verificar a extensão da série histórica de dados fluviométricos existente e também, se necessário, o tamanho da área de drenagem (AD) da bacia em estudo.

16.4.1.1 Método Racional

O método racional é um método indireto e foi apresentado pela primeira vez em 1851 por Mulvaney e usado nos Estados Unidos por Emil Kuichling em 1889 e estabelece uma relação entre a chuva e o escoamento superficial.

O nome método Racional é para contrapor os métodos antigos que eram empíricos e não eram racionais. É usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo.

É utilizado para a estimativa de vazões de enchente em bacias que não apresentam complexidade, e tenham até 2 km² de área de drenagem, por meio da seguinte expressão (DAEE, 1994):

$$Q = 0{,}1667 \, . \, C \, . \, i \, . \, AD$$

Com:

Q = vazão de enchente (m³/s)

C = coeficiente de escoamento superficial (*runoff*)

i = intensidade da precipitação (mm/min)

AD = área de drenagem (ha)

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Os parâmetros AD, C e i, são caracterizados na sequência:

- Área de Drenagem

O valor da área da bacia hidrográfica é determinado mediante o desenho de seus limites, ou da linha do divisor de águas, em uma planta planialtimétrica. A medição da área da figura resultante pode ser feita por qualquer método que permita razoável precisão, com o uso de planímetro, softwares, figuras geométricas, etc.

- Coeficiente de Escoamento Superficial Direto

Um dos princípios de Método Racional é a adoção de um Coeficiente de Deflúvio (C), ou *runoff*, estimado com base em características da bacia, e que representa o seu grau de impermeabilização ou de urbanização. Quanto menor a possibilidade de a água precipitada infiltrar-se no solo, ou de ficar retida pela vegetação, maior será a parcela que se transformará em Escoamento Superficial Direto, resultando um valor mais elevado para o coeficiente C. O Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE recomenda valores para o coeficiente C, conforme apresenta-se a Tabela 16.1.

Tabela 16.1 Valores recomendados para o coeficiente C (DAEE, 1994).

USO DO SOLO OU GRAU DE URBANIZAÇÃO	VALORES DE C	
	MÍNIMOS	MÁXIMOS
Área totalmente urbanizada	0,50	1,00
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,50
Área predominantemente de plantações, pastos etc.	0,20	0,35

Dadas as características das bacias estudadas, adotou-se para o município de Brodowski o valor do coeficiente C igual a 0,70.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- Intensidade da Precipitação

As estimativas de intensidade de precipitação são feitas pela análise estatística de séries de dados pluviométricos relativos à região de estudo. Dados referentes a longos períodos permitem que se considere frequência como probabilidade, levando ao traçado de “Curvas I-D-F”, que representam as três características fundamentais das precipitações: *intensidade, duração e frequência.* Portanto, para estimar a intensidade de chuva crítica a ser adotada na determinação de uma vazão de projeto, é preciso antes de tudo, definir qual período de retorno e duração caracterizam o evento da precipitação. A escolha do período de retorno relaciona-se ao risco que se irá adotar para segurança da obra projetada. Para a duração, adota-se o valor do tempo de concentração da bacia.

- Período de Retorno

Representa o risco a ser assumido no dimensionamento de uma obra hidráulica. Vincula à obra ou empreendimento o grau de segurança que se deseja proporcionar, refletindo a frequência com que a chuva ou vazão utilizada no dimensionamento venha a ser igualada ou ultrapassada num ano qualquer. Essa frequência é igual ao inverso do valor do período de retorno ou tempo de recorrência (TR).

- Duração da Chuva Crítica

Na aplicação do Método Racional, considera-se a duração da precipitação intensa de projeto igual ao tempo de concentração da bacia. Quando se observa tal igualdade, admite-se que a bacia é suficientemente pequena para que essa situação ocorra (a duração é inversamente proporcional à intensidade). Em bacias pequenas, as condições mais críticas se devem a precipitações convectivas, de pequena duração e grande intensidade.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- Tempo de Concentração

É o tempo que a partícula de chuva que cai no ponto mais distante da bacia demora para chegar até a seção de interesse. O desnível e a distância entre esses dois pontos são expressos por (H) e (L). Para determinar o tempo de concentração (tc), o DAEE recomenda a utilização da fórmula do “California Culverts Practice” (TUCCI, 1993):

$$tc = 57 * (L\text{^}3/H)\text{^}0,385$$

Onde:

tc: tempo de concentração (min)

L: extensão do talvegue (km)

H: diferença de nível entre o ponto mais afastado e o exutório (m)

- Intensidade da Chuva Crítica

A existência de séries longas e confiáveis de dados de postos pluviométricos permite a geração de curvas e tabelas representando as relações entre intensidade, duração e frequência (I-D-F) de precipitações para várias localidades.

Para o município de Brodowski, recomenda-se que a determinação da intensidade da precipitação de projeto seja obtida a partir da Equação de Chuvas intensas do município de Serrana, município mais próximo, visto que Brodowski não possui a sua própria, obtida na publicação Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo (Martinez, Jr., 1999).

Relação intensidade – duração – período de retorno para Serrana FONTE: http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula%203/DAEE_Eq_Chuvas_SP.pdf - *Equações de chuvas intensas de Estado de São Paulo – Convênio DAEE – USP junho 1999.*

Nome da estação: Serrana – C4-083

UGRHI: PARDO

Coordenadas geográficas: Lat. 21°13’ S; Long. 47°36’ W

Altitude: 540 m

Período de dados utilizados: 1972-85; 1988-94; 1996 (22 anos)

$$it,T = 39,8213\ (t+25)\text{^}-0,8987 + 9,1245\ (t+15)\text{^}-0,8658.[-0,4786-0,9085\ ln\ ln(T/T-1)]$$

Para 10 ≤ t ≤ 1440

Onde:

- it,T: intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min;
- t: duração da chuva em minutos;
- T: período de retorno em anos.

- Cálculo da Vazão de Projeto (Vazão Máxima)

A partir das equações discriminadas acima foi estabelecido o período de retorno (TR) e calculada a duração da chuva crítica para o município de Brodowski, observando as características topográficas de cada bacia. Posteriormente, o presente estudo conciliou os dados obtidos e, através da equação de chuvas de Serrana, foi possível obter a intensidade de chuvas de projeto (i). De posse do valor da intensidade de chuvas e com os valores da área de drenagem (AD) das bacias e do coeficiente de escoamento superficial (C) pode-se, então, calcular o valor da vazão de cheia através do Método Racional, conforme Tabela 16.2.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.12 Bacias de drenagem urbana definidas para o município de Brodowski

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 16.2. Precipitação calculada para as bacias de drenagem urbana definidas para o município de Brodowski (continua...)

Bacias	Área (ha)	Comprimento L (m)	Comprimento L (km)	Declividade (m/m)	Declividade (%)	Desnível H (m)	Tempo de Concentração tc (min)	Tempo de Recorrência TR (ano)	Intensidade I (mm/min)	intensidade I (mm/h)	Coef. De Deflúvio	Vazão Máxima (m³/s)
Bacia 01	65,70	1321,45	1,32	0,0356	3,56	47	17,86	10	2,05	123,25	0,7	15,75
Bacia 02	107,00	1772,36	1,77	0,0293	2,93	52	24,12	10	1,80	108,02	0,7	22,47
Bacia 03	35,40	850,55	0,85	0,0647	6,47	55	10,11	10	2,50	150,21	0,7	10,34
Bacia 04	22,70	862,43	0,86	0,0348	3,48	30	12,97	10	2,31	138,88	0,7	6,13
Bacia 05	24,70	633,04	0,63	0,0284	2,84	18	11,05	10	2,44	146,28	0,7	7,03
Bacia 06	10,90	415,87	0,42	0,0505	5,05	21	6,41	10	2,80	168,27	0,7	3,57
Bacia 07	19,70	623,68	0,62	0,0241	2,41	15	11,65	10	2,40	143,87	0,7	5,51
Bacia 08	23,70	679,70	0,68	0,0294	2,94	20	11,52	10	2,41	144,39	0,7	6,65
Bacia 09	18,50	657,88	0,66	0,0578	5,78	38	8,66	10	2,61	156,74	0,7	5,64
Bacia 10	8,17	402,33	0,40	0,0298	2,98	12	7,65	10	2,69	161,70	0,7	2,57
Bacia 11	20,90	607,00	0,61	0,0379	3,79	23	9,58	10	2,54	152,54	0,7	6,20
Bacia 12	14,40	506,22	0,51	0,0257	2,57	13	9,67	10	2,54	152,12	0,7	4,26
Bacia 13	11,70	616,82	0,62	0,0681	6,81	42	7,74	10	2,69	161,26	0,7	3,67
Bacia 14	15,50	585,42	0,59	0,0290	2,90	17	10,32	10	2,49	149,31	0,7	4,50
Bacia 15	9,22	507,18	0,51	0,0789	7,89	40	6,29	10	2,82	168,94	0,7	3,03
Bacia 16	24,80	770,89	0,77	0,0259	2,59	20	13,32	10	2,29	137,63	0,7	6,64
Bacia 17	28,70	547,89	0,55	0,0365	3,65	20	8,98	10	2,59	155,26	0,7	8,66
Bacia 18	30,30	1607,29	1,61	0,0342	3,42	55	21,08	10	1,91	114,87	0,7	6,77
Bacia 19	6,72	550,14	0,55	0,0563	5,63	31	7,62	10	2,70	161,85	0,7	2,11
Bacia 20	57,00	1777,10	1,78	0,0315	3,15	56	23,51	10	1,82	109,32	0,7	12,12
Bacia 21	7,36	300,85	0,30	0,0499	4,99	15	5,02	10	2,94	176,36	0,7	2,52
Bacia 22	20,50	663,02	0,66	0,0317	3,17	21	10,98	10	2,44	146,54	0,7	5,84
Bacia 23	53,60	1130,41	1,13	0,0372	3,72	42	15,57	10	2,17	130,06	0,7	13,56
Bacia 24	45,80	1071,17	1,07	0,0411	4,11	44	14,38	10	2,23	133,96	0,7	11,93
Bacia 25	15,70	675,63	0,68	0,0207	2,07	14	13,12	10	2,31	138,34	0,7	4,22

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 16.2. Precipitação calculada para as bacias de drenagem urbana definidas para o município de Brodowski (continuação)

Bacia 26	14,00	479,28	0,48	0,0313	3,13	15	8,59	10	2,62	157,07	0,7	4,28
Bacia 27	4,41	328,56	0,33	0,0183	1,83	6	7,91	10	2,67	160,41	0,7	1,38
Bacia 28	4,71	344,28	0,34	0,0290	2,90	10	6,86	10	2,76	165,84	0,7	1,52
Bacia 29	9,49	358,03	0,36	0,0670	6,70	24	5,12	10	2,93	175,74	0,7	3,24
Bacia 30	6,60	292,79	0,29	0,0820	8,20	24	4,06	10	3,04	182,48	0,7	2,34

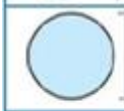
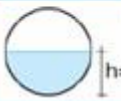
novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

16.5 Cálculo da capacidade e eficiência das Galerias de Água Pluvial – GAP de Brodowski

Brodowski possui pontos críticos que são constantemente afetados por enchentes. Conhecendo as vazões máximas de cada bacia, obtidas através do Método Racional, foi possível aprofundar o estudo e calcular se os diâmetros das galerias de águas pluviais existentes suportam as vazões máximas das precipitações.

Para análise da Capacidade das Redes utilizou-se das expressões para elementos hidráulicos característicos de diferentes seções transversais, além das seguintes equações:

Tabela 16.3. Elementos hidráulicos característicos de diferentes tipos de seções transversais.

Geometria da Seção	Área Molhada (A_m)	Perímetro Molhado (P_m)	Raio Hidráulico (R_H)	Largura Superficial (B)
	$0,7662 \cdot D^2$	$2,6467 \cdot D$	$0,2895 \cdot D$	----
	$\frac{\pi . D^2}{4}$	$\pi . D$	$\frac{D}{4}$	----
	$\frac{\pi . D^2}{8}$	$\frac{\pi . D}{2}$	$\frac{D}{4}$	----

Equação de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R_h{}^{2/3} \sqrt{i}$$

Onde:

V = velocidade média (m/s)

n = coeficiente de rugosidade = 0,015 (concreto)

i = declividade média (m/m)

Rh = raio hidráulico (m)

Equação da Continuidade:

$$Q = V\ A_m$$

Onde:

Q = vazão da rede (m³/s)

V = velocidade média (m/s)

Am = área molhada (m²)

Raio Hidráulico:

$$Rh: Am/Pm$$

Onde:

Rh: Raio hidráulico (m)

Am: Área molhada (m²)

Pm: Perímetro molhado (m)

Figura 16.13 Bacias de drenagem urbana definidas para o município de Brodowski – Identificação dos pontos críticos

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

16.5.1 Ponto crítico 01: Viaduto Arlindo Violin

O viaduto que faz o cruzamento da Rodovia Cândico Portinari com a rua Macedo Soares é um local que sofre com enchentes em dias de maiores volumes de chuvas.

Figura 16.14 Ponto critico Viaduto Arlindo Violin

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.15 Viaduto Arlindo Violin apresentando alagamento em dia chuvoso

Figura 16.16 Ruas próximas ao Viaduto Arlindo Violin em dia chuvoso

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.17 Viaduto Arlindo Violin apresentando alagamento em dia chuvoso.

A região afetada faz parte da bacia de drenagem denominada neste estudo como bacia 16, as enchentes ocorrem no ponto mais baixo desta bacia. As águas precipitadas na bacia 16 são captadas e escoadas através de uma Galeria de Água Pluvial - GAP primária que encaminha as vazões para outra GAP à jusante, galeria esta que também recebe as águas precipitadas da bacia 17, e em seguida são encaminhadas juntas para o curso d'água à jusante.

Os diâmetros das Galerias de Águas Pluviais responsáveis por captar e escoar as precipitações das bacias 16 e 17 estão apresentados na Figura 16.18.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.18 Projeções das GAPs da região das bacias 16 e 17.

16.5.2 Ponto crítico 02: Parque Ambiental Pedro Zanon

A região do Parque Ambiental Pedro Zanon é responsável por receber a vazão da maior bacia hidrográfica de Brodowski, a bacia 02. A vazão de águas pluviais da bacia 02 são captadas em toda sua extensão, reunidas em um único ponto do Parque Ambiental Pedro Zanon, e, finalmente, lançadas no Córrego das Posses.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.19 Parque Ambiental Pedro Zanon – Ponto de Lançamento da Bacia 02

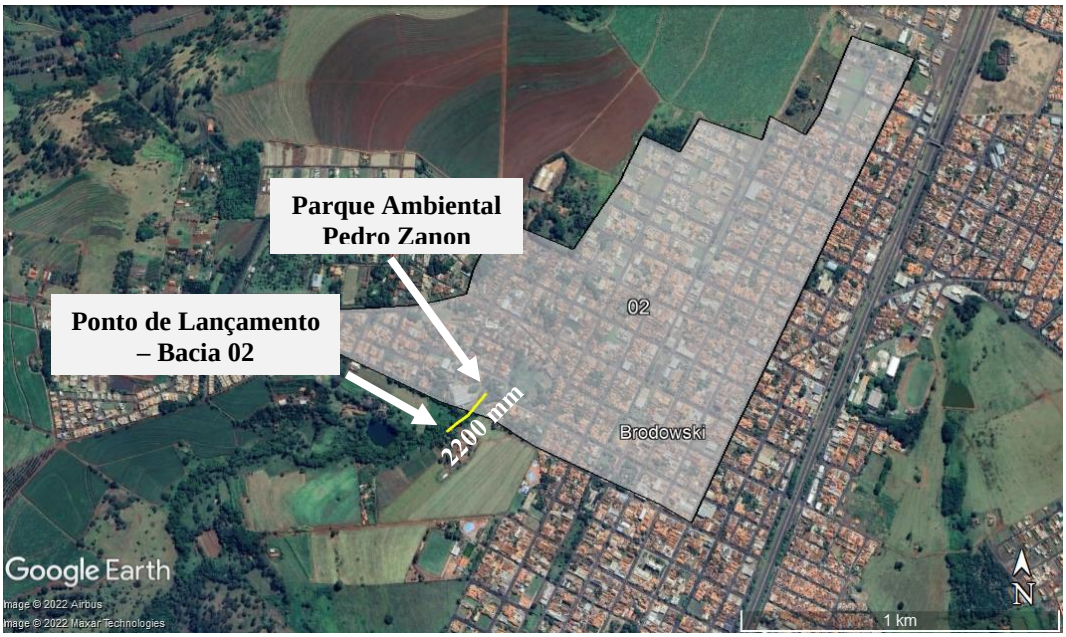


Figura 16.20 Área de influência da Bacia 02 e seu ponto de lançamento

Figura 16.21 GAP do Ponto de lançamento da Bacia 02 no Córrego das Posses.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.22 Dispositivos de dissipação de energia do ponto de lançamento da Bacia 02 no Córrego das Posses.

Por se tratar da maior bacia hidrográfica de Brodowski, o dimensionamento das redes de drenagem deve ser ainda mais criterioso, pois existe grande possibilidade de ocorrer inundações nos pontos baixos da bacia em precipitações intensas. A topografia da bacia 02 é um agravante para a possibilidade de cheias e erosões, pois, a grande declividade da região, favorece para que a vazão precipitada seja rapidamente escoada para os seus pontos mais baixos, o Parque Ambiental Pedro Zanon e, posteriormente, o Córrego das Posses.

O diagnóstico acerca da bacia 02 foi confirmado pelos técnicos da Prefeitura de Brodowski, que afirmaram o histórico problemático do local e que, inclusive, existem manifestações do Ministério Público do Estado de São Paulo para que sejam tomadas providências quanto aos danos causados ao Córrego das Posses.

16.5.3. Ponto crítico 03: Região habitada sem Drenagem Urbana

Existem áreas habitadas no setor leste do município de Brodowski que não possuem nenhum tipo de drenagem urbana. Um sistema de drenagem defasado, além de afetar diretamente a população do local, pode causar impactos na malha viária urbana, acelerando o processo de degradação dessa

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

malha viária trazendo prejuízo e dificultando a locomoção e o desenvolvimento da cidade.

Figura 16.23 Região do setor leste de Brodowski sem drenagem urbana.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.24 Rua Alberto Finoto: água sem captação e escoando para terreno

Figura 16.25 Rua sem asfalto e sem drenagem urbana

Figura 16.26 Rua Cinício Teixeira Roque: asfalto prejudicado devido à falta de drenagem urbana.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

16.5.4. Ponto crítico 04: Esquina das ruas General Carneiro com Antônio Zinato

A esquina das ruas General Carneiro com Antônio Zinato encontra-se dentro da bacia 08 e é um ponto importante desta bacia, pois, passa por ela grande parte da vazão total da bacia 08. Entretanto, existe uma falha no processo de drenagem desta região, a água escoada superficialmente na parte alta da bacia 08 fica impossibilitada de atravessar a esquina das ruas General Carneiro com Antônio Zinato, visto que não existe a continuidade destas ruas para rua à jusante, Floriano Peixoto. Desta forma, a água da cabeceira da bacia 08 é impedida de chegar até a rua à jusante, onde seria captada por boca de lobo existente, e invade área não planejada causando danos.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.27 Esquina sem saída das ruas General Carneiro com Antônio Zinato

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

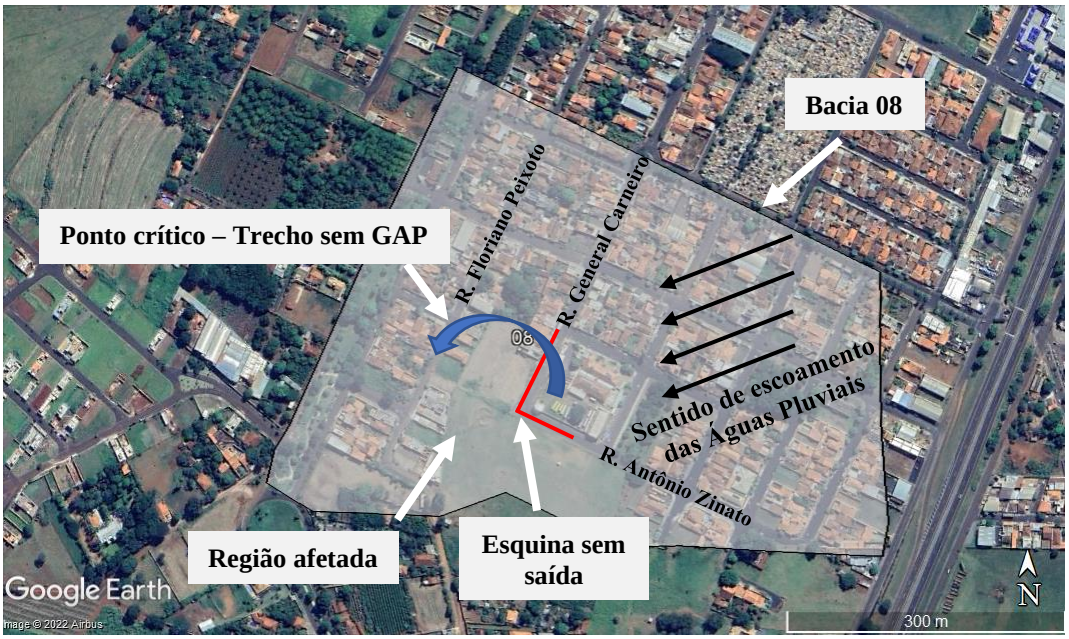


Figura 16.28 Descrição do ponto crítico (trecho sem GAP) da bacia 08

Microdrenagem do Município de Brodowski

A microdrenagem ou drenagem primária de uma área urbana é composta por um conjunto de dispositivos para condução das águas pluviais para os fundos de vale. Esses dispositivos podem ser observados nas Figuras a seguir, que incluem as calhas de ruas, as guias e sarjetas, os sarjetões e as canaletas (dispositivos superficiais), e as bocas de lobo, as bocas de leão, as galerias de águas pluviais e os respectivos poços de visita (dispositivos subterrâneos) quando existentes e os equipamentos para dissipação de energia hidráulica.

Em Brodowski, a micro drenagem existente é composta por:

- dispositivos superficiais - guias e sarjetas e travessias de ruas com sarjetão em boa parte da área urbana do município.

- bocas de lobo e respectivas galerias nas proximidades de pontes e em grande parte das vias públicas do município.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Cabe ressaltar que os sistemas citados nem sempre apresentam poços de visita como meio de acesso para inspeção e manutenção, existem, em grande parte da região central e em áreas mais antigas, somente caixas de passagem ou “caixa cega” sem acesso para manutenção e limpeza.

Figura 16.29 Sistema de captação de águas pluviais (boca de lobo) em Brodowski.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 16.30 Boca de lobo em Brodowski em dia chuvoso.

Figura 16.31 Boca de lobo com terra prejudicando a captação das águas pluviais

Figura 16.32 Boca de lobo com lixo acumulado.

Em análise ao cadastro da microdrenagem urbana realizado por este estudo, foi constatado que o município de Brodowski apresenta algumas áreas onde não foi possível observar a existência de infraestrutura de drenagem urbana.

16.6 Análise da situação atual

Uma análise preliminar da situação da drenagem da região urbana de Brodowski verificou que a somatória das condições existentes, a saber:

- a ausência de sistemas de galerias de águas pluviais em determinados bairros, confirmou as informações obtidas com a população e Prefeitura que indicam a ocorrência de situações, as quais, em função da intensidade e da duração das chuvas, acontecem o alagamento de vias públicas provocados por enxurradas;

- a região central da cidade de Brodowski é muito antiga e não dispõe de cadastro técnico “as-built” sendo necessário reavaliar o cadastro de todo

município apresentado neste plano acrescentando as informações de profundidade de caixas e poços de visita (fundo até a tampa), profundidade de bocas de lobo, diâmetro e material da tubulação existente.

16.7 Descrição dos Sistemas de Manutenção da Rede de Drenagem

A manutenção do sistema de microdrenagem é realizada em grande parte somente nas bocas de lobo, e quando apresentado problemas na tubulação de drenagem causado em grande parte por obstrução da rede é realizada a limpeza e manutenção dos poços de visita e da tubulação.

A manutenção do sistema de microdrenagem deve ser realizada, no mínimo, a cada 6 meses principalmente anterior a meses em que há a possibilidade de maiores índices pluviométricos, já em bacias críticas essa manutenção deve ser realizada no mínimo a cada 3 meses.

Por padrão, o município exige que os interessados em realizar o parcelamento do solo no município instalem em seus empreendimentos bocas de lobo que permitam a limpeza interna da caixa coletora. No centro, por ser uma área antiga, não foi observada tal preocupação com a limpeza das bocas de lobo instaladas, onde foi possível observar que as grelhas coletoras encontram-se fixadas no pavimento.

A realização de manutenção em caixas de passagem ou “caixas cegas” somente é realizada quando a mesma apresenta algum tipo de problema, seja causado por obstrução ou mesmo desmoronamento da caixa.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

16.8 Defesa Civil existente no Município de Brodowski

Para o correto planejamento da Defesa Civil, ressalta que esta deverá proceder as seguintes atribuições no município de Brodowski:

- instruir a população sobre como proceder em casos de diferentes calamidades;
- realizar a desocupação do pessoal e material das áreas atingidas;
- proporcionar assistência aos flagelados;
- adotar procedimentos e praticar os atos necessários à redução dos prejuízos sofridos por particulares e entidades públicas em decorrência de calamidade;
- assegurar o funcionamento dos principais serviços de utilidade pública;
- criar condições para recuperação de moradias;
- estudar e executar medidas preventivas para catástrofes.

16.8 Mecanismos e Procedimentos para a Avaliação Sistemática da Eficiência, Eficácia e Efetividade das Ações de Drenagem

Os indicadores de desempenho representam os aspectos de eficiência técnica, ambiental e social da drenagem urbana. Devem ser consultados junto a segmentos da comunidade envolvidos no processo das ações propostas, ou seja:

- Representantes de órgãos e agências ambientais;
- Representantes dos serviços técnicos municipais;
- Representantes de empresas de consultoria; e
- População afetada.

Os processos de concepção dos sistemas de drenagem, após o desenvolvimento das denominadas técnicas alternativas de drenagem urbana, tornaram-se mais complexos, envolvendo, além dos aspectos técnicos e de

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

custos, outros como ambientais, sociais, sanitários, etc. Devido a esta complexidade da concepção dos sistemas de drenagem, cada vez a análise multicritério parece ser conveniente como ferramenta de auxílio à decisão mais conveniente.

Com relação às inundações deveriam ser avaliados os seguintes aspectos:

- Atendimento ao objetivo;

Deve ser avaliada a diminuição da frequência da ocorrência das enchentes nas áreas afetadas. Nos cursos d´água de maior importância, poderiam ser instalados postos fluviométricos para controle de vazões.

- Impacto hidrológico nas vazões de jusante;

Obras como galerias, canais artificiais, retificações e revestimento de leito dos cursos d´água tendem a afastar com muita rapidez os volumes gerados pela bacia podendo acarretar a jusante, assoreamento, erosões, ruptura de travessias, problemas ambientais, etc. Deve ser feito o acompanhamento desses impactos para a tomada de medidas mitigadoras.

- Impacto na recarga do aquífero; Impacto na qualidade das águas subterrâneas;

Concepções de esgotamento de águas pluviais que não levam em conta a excessiva impermeabilização do solo podem interferir no processo de recarga de aquíferos, e no assoreamento de minas de água. Esse processo de impermeabilização poderá diminuir a capacidade de mananciais de águas superficiais e até subterrâneas do município. Para o controle do potencial hidrogeológico, podem ser feitas análises baseadas na variação do nível dinâmico dos poços de captação de águas subterrâneas existentes e na sua produtividade.

- Impacto na possibilidade de transmissão de doenças;

Apesar de não terem sido observadas no município de Brodowski redes de microdrenagem contaminadas com esgotos, que podem gerar, em contato com as populações ribeirinhas e com hortas na beira dos rios, a transmissão de

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

doenças de veiculação hídrica para a população; a municipalidade deve criar programa para monitorar a qualidade das águas lançadas pelas galerias pluviais, detectar as fontes e estancar os lançamentos de esgotos por essas vias.

- Impacto na possibilidade de proliferação de insetos;

Algumas obras, improvisadas ou mal dimensionadas podem criar áreas permanentes de alagamento, constituindo-se em criadouro de mosquitos que podem ser vetores de doenças; Trata-se de evitar ou suprimir obras improvisadas, tais como bueiros triplos ou quádruplos, canais com declividade invertida, etc.

- Impacto na qualidade das águas superficiais;

A poluição difusa gerada pela impermeabilização das bacias poderá carregar poluentes durante o escoamento, prejudicando a qualidade das águas superficiais do curso d´água. Assim também, o lixo urbano, carregado pelos sistemas de microdrenagem da área urbanizada poderá obstruir galerias pluviais, provocando enchentes ou depositando-se na calha dos cursos d´água.

- Criação e preservação de habitats;

Os impactos na quantidade e qualidade do escoamento dos cursos d´água tem efeito contundente sobre a flora e fauna remanescente, produzindo a desnaturalização dos ecossistemas aquáticos, inclusive a supressão de habitats naturais. Esse efeito poderá ser parcialmente revertido através da recomposição das matas ciliares e educação ambiental.

- Impacto paisagístico;

Os aspectos negativos da ocupação urbana incluem a modificação radical da feição da vegetação natural das APP´s, a supressão ou diminuição da diversidade florística dos fragmentos de mata, podendo afetar profundamente a sensibilidade da comunidade ribeirinha quanto à função dessas regiões. Esse efeito poderá ser parcialmente revertido através da recomposição das matas ciliares e educação ambiental.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- Criação de áreas de preservação e lazer;

As regiões ribeirinhas, com situação de desmatamento consolidada, deverá ser alvo de programas de incentivada à preservação e ao lazer, através da implantação de programas de educação ambiental e obras tais como parques lineares.

- Possibilidade de utilização para outras funções técnicas;

Deverá ser reavaliada a possibilidade da utilização das áreas para múltiplas funções, tais como bacias de retenção para infiltração de águas para o subsolo, bacias de detenção com áreas previstas para lazer, etc.

Com base na utilização destes indicadores indica-se uma metodologia de auxílio à decisão baseada em análise multicritério, integrando tanto os indicadores de desempenho como os de custos.

16.9. Atuação da Fiscalização em Drenagem Urbana

A fiscalização da drenagem urbana no município de Brodowski fica a cargo da Secretaria de Meio Ambiente, sendo esta responsável pela fiscalização, manutenção e limpeza do sistema de drenagem de água pluvial existente no município.

16.10. Verificação de Ligações Clandestinas de Esgoto no Sistema de Drenagem Pluvial

Durante as vistorias em campo, ocorridas fora do período chuvoso, não foi possível constatar o lançamento de esgoto *in natura* nos corpos receptores, neste caso foi possível observar que não havia nenhum tipo de alteração nos meios físicos que caracterizam o lançamento irregular de esgoto sanitário doméstico ou mesmo industrial.

A situação inversa também é observada, no município de Brodowski, hoje, existem ligações de água pluvial residencial na rede coletora de esgoto gerenciada pelo SAAEB. O Serviço Autônomo de Agua e Esgoto de Brodowski está combatendo este tipo de ligação clandestina, realizando visitas técnicas em locais com grande incidência do problema de modo a extinguir tal situação.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

17. PROGNÓSTICO PARA O SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Na sequência é apresentado o prognóstico de águas pluviais, contendo determinações sobre sistema de drenagem e manejo das águas pluviais do município. É apresentado o **prognóstico**, baseado no diagnóstico contemplado em volume anterior, tendo em vista a evolução dos cenários previstos para o horizonte do plano.

Os prognósticos dos pontos críticos avaliados no diagnóstico são apresentados a seguir.

17.1. Pontos Críticos do município de Brodowski

No diagnóstico contemplado anteriormente, foram feitas observações e apontamentos gerais sobre a situação dos equipamentos de drenagem urbana de Brodowski. Dentre os apontamentos, foram identificados 04 Pontos Críticos que demandam ações imediatas, estes são abordados na sequência.

- Ponto Crítico 01: Viaduto Arlindo Violin

Os diâmetros mínimos necessários das Galerias de Águas Pluviais para atender a área de contribuição das bacias 16 e 17, de acordo com os critérios mencionados são iguais a:

- Diâmetro existente: 1000 mm
- Diâmetro calculado necessário: 1257,74 mm
- Diâmetro recomendado: 1500 mm

Ou seja, o sistema de drenagem responsável por captar e escoar as vazões máximas das bacias 16 e 17 está subdimensionado, o que justifica a existência de inundações na região do viaduto Arlindo Violin.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Para sanar o problema de enchentes na região, recomenda-se que sejam realizadas obras de ampliação dos sistemas de drenagem do local. Conforme demonstrado, o diâmetro existente de 1000 mm não é suficiente para as escoar as vazões máximas das bacias 16 e 17, é necessário que o sistema de drenagem deste ponto crítico seja ampliado através da realização de uma nova rede com o diâmetro mínimo de 1500 mm. A extensão desta nova Galeria de Água Pluvial será de aproximadamente de 400 metros, sua execução deverá ser feita paralela à rede existente e seu lançamento será feito em ponto existente à jusante, conforme ilustrado na Figura 17.1.

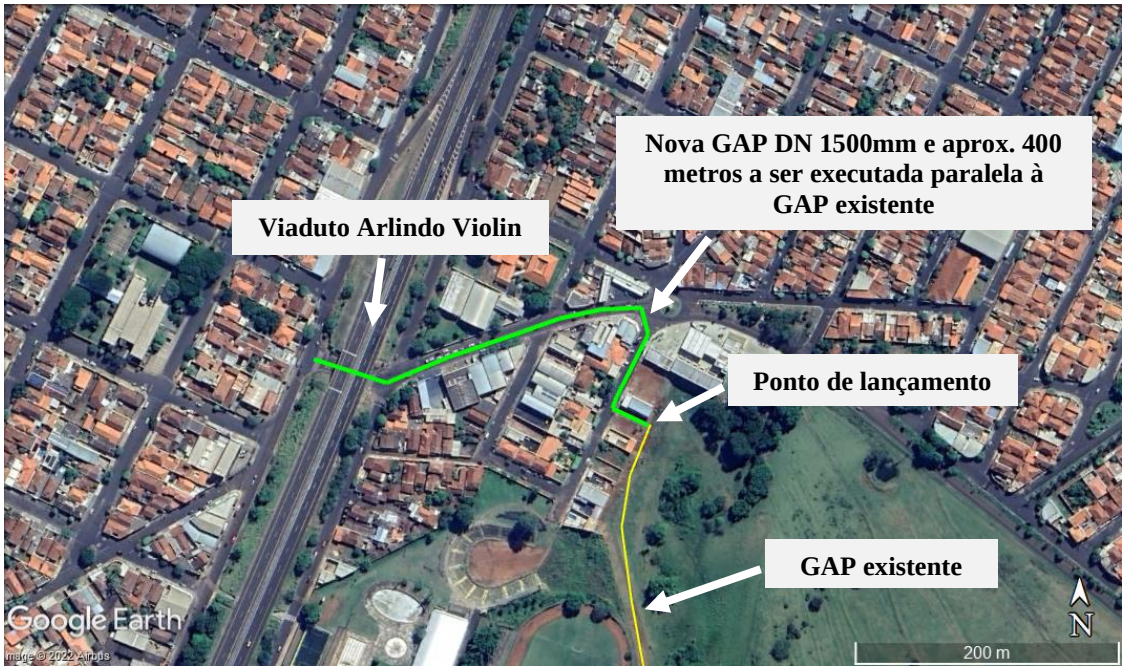


Figura 17.1 Ampliação do sistema de drenagem do viaduto Arlindo Violin

Investimentos necessários para ampliação do sistema de drenagem do viaduto Arlindo Violin:

A seguir, na Figura 17.2 são descritos os valores estimados das obras de ampliação do sistema de drenagem do Ponto Crítico 01:

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	Código Sinapi	PREÇO UNIT. (R$)	PREÇO TOTAL (R$)
1	**Fornecimento de materiais**					
	Tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro 1500 MM	400	m	92831	R$ 1.182,28	R$ 472.912,00
	Assentamento de tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro 1500 MM	400	m	92832	R$ 269,83	R$ 107.932,00
2	**Sinalização, preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição do pavimento**					
	Demolição de Pavimentação Asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15cm, exclusive carga e transporte	880	m²	Estimado	R$ 19,12	R$ 16.825,60
	Reaterro manual apiloado com soquete	488,58	m³	Estimado	R$ 56,12	R$ 27.419,11
	Reaterro manual de valas com compactação mecanizada	1311,42	m³	Estimado	R$ 34,91	R$ 45.781,67
	Sub-base em brita ou macadame hidráulico (B)	120	m³	Estimado	R$ 182,99	R$ 21.958,80
	Pintura de ligação em emulsão RR-2C	880	m²	Estimado	R$ 15,94	R$ 14.027,20
	Capa de concreto asfáltico (B) (e=6cm)	52,8	m³	Estimado	R$ 1.949,18	R$ 102.916,70
	Limpeza Final de Obra	800	m²	Estimado	R$ 2,13	R$ 1.704,00
TOTAL GERAL						**R$ 811.477,09**

Figura 17.2 Estimativa de valores da ampliação do sistema de drenagem do Ponto Crítico 01

A estimativa de valores realizada por este trabalho tem por objetivo fundamentar a gestão pública para que possa ser realizado um planejamento, através de ações que visem sanar as deficiências do sistema de drenagem urbana do município de Brodowski. Os dados aqui apresentados servem como base para que se possa prosseguir para as próximas etapas da execução de obras, inclusive para solicitações de verbas. Cabe ressaltar que só será possível a realização das obras propostas, após a elaboração de projetos específicos que demonstrarão a real demanda dos investimentos a serem feitos e, de posse destes projetos, o município poderá se planejar para a execução das obras.

- Ponto Crítico 02: Parque Ambiental Pedro Zanon

Os diâmetros mínimos necessários das Galerias de Águas Pluviais para atender a área de contribuição da bacia 02, de acordo com os critérios mencionados são iguais a:

- Diâmetro existente: 2200 mm

- Diâmetro calculado necessário: 1941,90 mm

- Diâmetro recomendado: 2200 mm

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Os cálculos realizados demonstram que a GAP DN 2200 mm existente no Parque Ambiental Pedro Zanon atende a vazão escoada pela bacia 02. Porém, o ponto de lançamento da GAP da bacia 02, o Córrego das Posses, está sendo prejudicado pela quantidade e velocidade das águas escoadas. O trecho necessita de novos dispositivos de dissipação de energia e de adequações que regulem as vazões críticas do local. Assim, é necessário que se faça a estabilização das margens do Córrego das Posses e que o sistema de drenagem da região seja modificado com a inclusão de um Reservatório de Detenção de águas pluviais que regulará as vazões críticas.

Figura 17.3 Localização Parque Ambiental Pedro Zanon

Investimentos necessários para o Ponto Crítico 02:

O lançamento das águas pluviais da bacia 02 no Córrego das Posses deverá ser precedido por Reservatório de Detenção para a regulação das vazões críticas. Para sua execução deverá ser prevista verba para a elaboração de projeto do Reservatório de Detenção, que deverá apontar as estimativas de valores, inclusive, o local apropriado para sua execução. De posse do projeto,

estimativa de valores e local a ser implantado, o município deverá prever verba para a implantação do Reservatório de Detenção.

Da mesma forma, o município deverá prever verbas de projeto e implantação para a estabilização das margens e contenção dos processos erosivos do Córrego das Posses.

- Ponto crítico 03: Região habitada sem drenagem urbana

Um sistema de drenagem defasado, além de afetar diretamente a população do local, pode causar impactos na malha viária urbana, acelerando o processo de degradação dessa malha viária trazendo prejuízo e dificultando a locomoção e o desenvolvimento da cidade.

Existem áreas habitadas no setor leste do município de Brodowski que não possuem nenhum tipo de drenagem urbana.

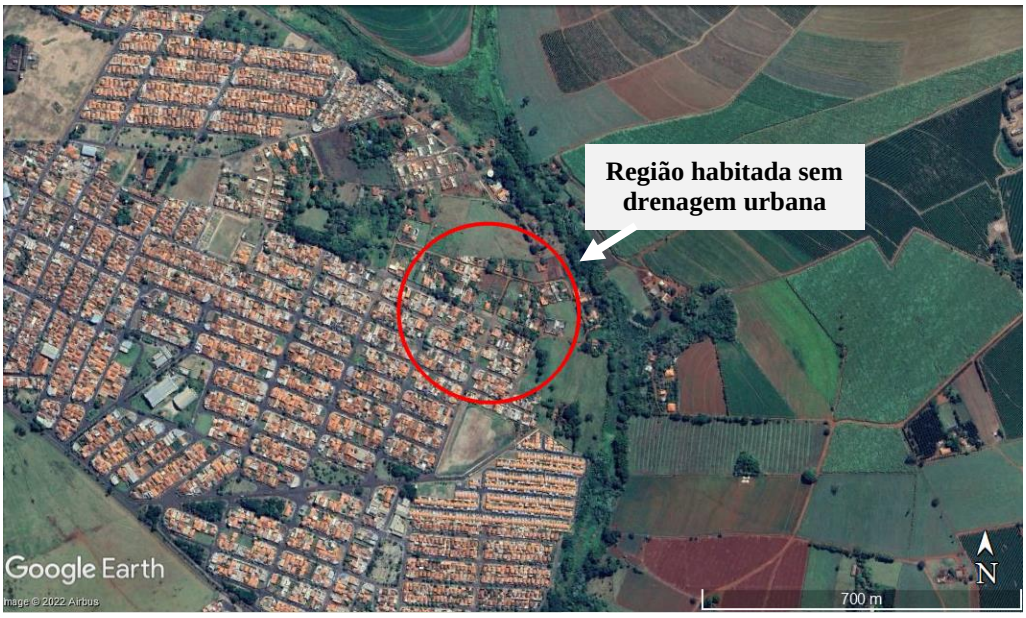


Figura 17.4 Região sem drenagem urbana

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Investimentos necessários para o Ponto Crítico 03:

Devido a inexistência de dados concretos não foi possível estimar com precisão os valores que serão necessários para realizar a infraestrutura de drenagem urbana do Ponto Crítico 03, assim, o município deverá prever verbas de projeto e implantação para o local.

- Ponto crítico 04: Esquina das ruas General Carneiro com Antônio Zinato

Para apresentar uma solução para o problema do Ponto crítico 04, abordado no diagnóstico deste trabalho, a bacia 08 foi subdividida de forma que sua região prejudicada pudesse ser estudada individualmente. Na sequência são apresentadas as divisões e projeções realizadas.

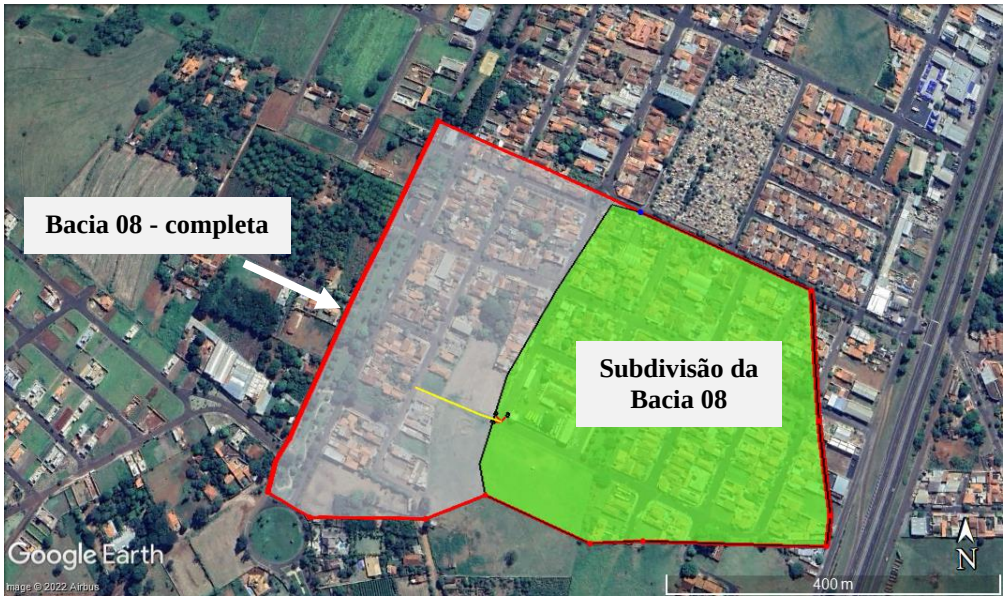


Figura 17.5 Delimitação e Subdivisão da Bacia 08

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

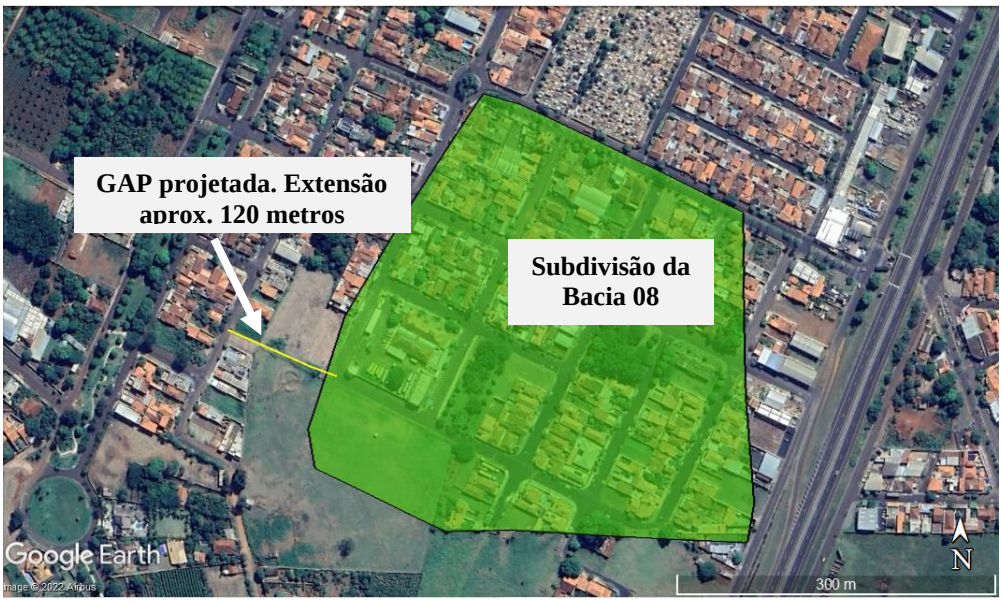


Figura 17.6 Subdivisão da Bacia 08 e GAP projetada

Os diâmetros mínimos necessários das Galerias de Águas Pluviais para atender a área de contribuição da Subdivisão da bacia 08, de acordo com os critérios mencionados são iguais a:

- Diâmetro calculado necessário: 1007,80 mm

- Diâmetro recomendado: 1200 mm

A quantidade de bocas de lobo que serão necessárias para captar a vazão das águas pluviais da Subdivisão da bacia 08 é igual a:

Número de Dispositivos:

$$n_{dispos.} = \frac{Q_{contrib.}}{Q_{dispos.}}$$

ONDE:
$n_{dispos.}$ = nº de dispositivos (unid.)
$Q_{contrib.}$ = Vazão da área de contribuição (m³/s)
$Q_{dispos.}$ = Vazão de capacidade do dispositivo (m³/s)

Qdispo	**0,06**	**m³/s**	ADOTADO (boca de lobo)
n=	61,6		
	62	**dispositivos (bocas de lobo)**	

Verifica-se assim que, para atender a vazão projetada da Subdivisão da Bacia 08 e sanar os danos que vêm sendo causados, o trecho de GAP a ser

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

executado interligando a esquina das ruas General Carneiro e Antônio Zinato à GAP existente na rua Floriano Peixoto deve ter o diâmetro mínimo de 1200 mm. Entretanto, para captar as águas pluviais de maneira que não ocorra estrangulamento da rede projetada ou enchentes pontuais na área estudada, deverão ser executadas, em locais estratégicos, 62 bocas de lobo ao longo da área da Subdivisão da Bacia 08.

Investimentos necessários para o Ponto Crítico 04:

Apresenta-se na Tabela 17.1 a estimativa de valores para a interligação dos pontos deficientes no sistema de drenagem da bacia 08, aproximadamente 120 metros de GAP DN 1200mm. Cabe ressaltar que a estimativa não previu a execução das 62 bocas de lobo que serão necessárias para a captação das águas pluviais em toda extensão da bacia, pois, estas deverão estar previstas em projeto específico para que sejam dispostas estrategicamente e que façam sua função de maneira eficiente.

Tabela 17.1 Estimativa de valores para ampliação da GAP do Ponto Crítico 04

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	Código Sinapi	PREÇO UNIT. (R$)	PREÇO TOTAL (R$)
1	**Fornecimento de materiais**					
	Tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro 1200 MM	120	m	92829	R$ 832,81	R$ 99.937,20
	Assentamento de tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro 1200 MM	120	m	92830	R$ 203,00	R$ 24.360,00
2	**Sinalização, preparação do solo, abertura de valas, compactação e recomposição do pavimento**					
	Reaterro manual apiloado com soquete	152,61	m³	Estimado	R$ 56,12	R$ 8.564,47
	Reaterro manual de valas com compactação mecanizada	387,39	m³	Estimado	R$ 34,91	R$ 13.523,78
	Limpeza Final de Obra	264	m²	Estimado	R$ 2,13	R$ 562,32
TOTAL GERAL						**R$ 146.947,78**

A estimativa de valores realizada por este trabalho tem por objetivo fundamentar a gestão pública para que possa ser realizado um planejamento, através de ações que visem sanar as deficiências do sistema de drenagem urbana do município de Brodowski. Os dados aqui apresentados servem como base para que se possa prosseguir para as próximas etapas da execução de

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

obras, inclusive para solicitações de verbas. Cabe ressaltar que só será possível a realização das obras propostas, após a elaboração de projetos específicos que demonstrarão a real demanda dos investimentos a serem feitos e, de posse destes projetos, o município poderá se planejar para a execução das obras.

17.2. Atualização continua do cadastro do sistema de drenagem do município

A Prefeitura de Brodowski deverá realizar o cadastro dos sistemas de drenagem pluvial do município, em plantas na escala 1:2.000, contendo as unidades do sistema tais como, galerias, poços de visitas, rios, canais, dissipadores de energia e reservatórios de detenção.

Todos os poços de visitas deverão ser cadastrados, sendo necessário também abrir estes para medir as suas respectivas profundidades e estado de conservação.

17.3 Atualização continua do cadastro topográfico georeferênciado da área urbana município

Na área urbana do município de Brodowski é possível constar que existe levantamento planialtimétrico. Assim, a Prefeitura deve sempre atualizar o referido cadastro para as regiões de expansão do município. Quando um novo loteamento for aprovado para ser executado, devem-se utilizar as curvas de níveis deste empreendimento e adicionar no cadastro atual.

17.4 Levantamento cadastral do uso e ocupação do solo da área rural do município de Brodowski

O presente trabalho está sugerindo que a Prefeitura contrate uma Empresa especializada para elaboração do cadastro do uso e ocupação do solo da área rural do município de Brodowski.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

A Empresa a ser contratada deverá realizar o levantamento das bases de dados topográficas impressas e digitais existentes na Prefeitura, bem como nos órgãos competentes, como por exemplo, cartas topográficas do IGC – IBGE, que deverão estar na escala 1:10.000, fato este que representa curvas de nível de 5 em 5 metros. Assim, de posse destas informações deverá ser realizada a digitalização, georreferenciamento e vetorização das curvas de níveis da área rural, visando obter base cadastral topográfica digitalizada em escala apropriada, mostrando as declividades existentes ao longo da área.

Além destes dados, a Empresa a ser contratada deverá adquirir imagens de satélites de boa resolução, a partir da qual será possível aferir o levantamento altimétrico realizado através da digitalização das cartas topográficas. Desta forma, deverão ser realizadas as seguintes etapas:

• Apoio de campo para levantamento de pontos de controle e triangulação através de GPS de alta resolução;

• Restituição da altimetria da área na escala 1:10.000 em formato digital e em papel;

• Edição do material restituído de forma a compor uma base cartográfica contínua para toda a área da bacia;

• A legenda para cada tema deverá seguir o padrão da cartografia do Instituto Geográfico e Cartográfico – IGC para a escala 1:10.000;

• Utilização do sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator – UTM, com base no Datum de referência, conforme o padrão estabelecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para georreferenciamento das cartas/imagem.

O levantamento planialtimétrico deverá ser georreferenciado, sendo para tanto necessário utilizar um marco oficial do IBGE existente próximo da região do trabalho e proceder os transportes de coordenadas.

Os produtos deverão ser gravados em mídia DVD em arquivos de formato shape-file para dados vetoriais e TIFF para imagens, com as respectivas toponímias agregadas às feições vetoriais. Os produtos analógicos serão

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

impressos em papel, contendo legenda, escala, sistema de coordenadas e características cartográficas.

Deverão ser fornecidas informações detalhadas, impressas e em meio digital, de todos os dados: descrição geral dos arquivos produzidos, procedimentos adotados para a digitalização de dados cartográficos, escala, data e fonte desses dados, tipo (mapa em papel, imagens de satélite etc.), fator de erro obtido no processo de georreferenciamento, data da digitalização dos dados cartográficos, problemas existentes nos dados, projeção cartográfica utilizada e todos os parâmetros necessários para sua interpretação (datum, meridiano central e zona);

A Empresa a ser contratada também deverá cadastrar os principais recursos hídricos existentes na área rural através de imagens de satélites de alta resolução. Desta forma, deverá ser realizado o cadastramento da rede hidrográfica da bacia, contendo os cursos d'água perenes e intermitentes, as regiões de cabeceiras e nascentes, bem como as estruturas hidráulicas implantadas.

Desta forma, a partir das imagens de satélite de alta resolução e da base cadastral topográfica, deverá ser realizada a digitalização, georreferenciamento e vetorização dos seguintes itens:

- Cursos d'água;
- Nascentes;
- Estruturas hidráulicas existentes na bacia, tais como barragens.

Ressalta-se que o cadastro de toda a rede hidrográfica da bacia deverá ser editada junto com os mapas do cadastro topográfico de forma a compor uma base cartográfica contínua para toda a área da bacia.

O referido cadastro das principais nascentes dos cursos d'água bem como dos recursos hídricos existentes na bacia deverá ser georreferenciado, sendo para tanto necessário utilizar um marco oficial do IBGE existente próximo da região do trabalho e proceder os transportes de coordenadas.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Os produtos deverão ser gravados em mídia DVD em arquivos de formato shape-file para dados vetoriais e TIFF para imagens, com as respectivas toponímias agregadas às feições vetoriais. Os produtos analógicos serão impressos em papel, contendo legenda, escala, sistema de coordenadas e características cartográficas.

Também deverá ser realizado o levantamento de toda a infraestrutura de saneamento existente dentro das áreas rurais do município. Desta forma, nesta atividade deverá ser cadastrado e vetorizado nos mapas gerados as seguintes infraestruturas existentes na bacia rural:

- Redes de água, esgoto e drenagem;
- Captação de água;
- Pontos de lançamento de esgoto sanitário;
- Lançamento inadequado de resíduos sólidos.
- Usuários de recursos hídricos na bacia.

Os pontos de lançamento de esgoto e drenagem pluvial nos cursos d'água deverão ser cadastrados, bem como visitados em campo. Assim, através de levantamentos fotográficos será mostrado se existe ou não dispositivos de dissipação de energia, visando atenuar os processos de erosão nas margens dos cursos d'água bem como a possibilidade de assoreamento.

Também, a partir das imagens de satélites de alta resolução, deverão ser realizadas visitas em campo para verificar possíveis localizações de áreas de interesse, tais como captação de águas e despejo de resíduos sólidos (doméstico e de construção civil),

Também deverá ser levantada todos os proprietários rurais existentes na bacia, através de informações a serem obtidas na Prefeitura e no INCRA, visando realizar o cadastramento de todos os usuários de recursos hídricos.

Junto com o DAEE também deverá ser levantadas todas as outorgas de captação subterrânea existente na bacia, e através da existência destas realizar as respectivas localização.

De posse das informações cadastrais da infraestrutura de saneamento da bacia, a Empresa contratada também deverá realizar um diagnóstico global dentro do perímetro da área rural de forma a definir de maneira geral os problemas ambientais nos diversos temas que compõem o Meio Ambiente, dentre eles: despejo inadequado de resíduos sólidos, degradação dos recursos hídricos, loteamentos e favelas irregulares desprovidos de saneamento com poluição de córregos e rios com riscos na saúde e baixa qualidade de vida da população ali residente.

Deverá ser realizado um cadastramento do uso e ocupação do solo da área rural. Tal atividade deverá ser realizada através de imagens de satélites que deverão possuir resolução espacial de pelo menos 5 metros (ou seja de alta resolução), igualmente de data não anterior a grandes alterações de uso e ocupação do solo, na bacia hidrográfica em estudo, como, por exemplo, mudança de uso do solo de agrícola para industrial, criação de Unidades de Conservação, implantação de grandes projetos de restauração ecológica ou de grandes empreendimentos que causem alteração na ocupação territorial, entre outros. Assim, a partir da aquisição das imagens de satélites deverão ser realizado o geoprocessamento destas imagens e realizar a delimitação dos usos e ocupações do solo em polígonos distintos.

Os produtos a serem entregues deverão conter os seguintes níveis de informações:

- Classes de uso e ocupação do solo:
  - Área industrial / Complexo industrial
  - Área urbana (densa, expandida ou em expansão)
  - Vias estruturais / vias secundárias
  - Ferrovias
  - Silvicultura
  - Pecuária
  - Cultura agrícola anual

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- Cultura agrícola perene
- Lagos / Lagoas
- Reservatórios / açudes
- Mineração

- Vegetação:
  - Floresta Estacional Semidecidual
  - Floresta Ombrófila Densa
  - Vegetação Secundária da Floresta Ombrófila Densa.
  - Cerrado
  - Regiões de contato (tensão ecológica)
  - Floresta Ombrófila Mista - mata de araucária ou pinheiral
  - Formações Arbóreo-Arbustiva-Herbácea de Terrenos Marinhos Lodosos
  - Formações Arbóreo-Arbustiva-Herbácea sobre Sedimentos Marinhos Recentes
  - Formações Arbóreo-Arbustiva-Herbácea em Regiões de Várzea
  - Floresta Estacional Semidecidual

- Demais níveis de informação:
  - Áreas de potencial de auto recuperação (presença de indivíduos arbustivo-arbóreos regenerantes, proximidade com remanescentes florestais bem conservados);
  - Legislação: mapear as áreas de preservação permanente, de acordo com a legislação ambiental vigente (Resoluções CONAMA nº 302 e 303 de 2002) e outras legislações pertinentes que disciplinem o uso e a ocupação do solo, como planos diretores municipais, zoneamentos ecológico-econômicos, plano diretor de drenagem;
  - Infraestrutura: vias, caminhos, edificações etc.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Para o mapeamento das áreas de preservação permanente deve-se delimitar uma faixa de 30 metros às margens dos rios, gerando-se a distância em relação aos cursos d'água e reclassificando a área até 30 metros. O mesmo procedimento deverá ser aplicado para o mapa das áreas de preservação permanente ao redor de nascentes, com o objetivo de delimitar as áreas em um raio mínimo de 50 m de distância das nascentes. Para as áreas de preservação permanente em topos de morros, montes, montanhas e linhas cumeada deve-se inicialmente estabelecer critérios para determinar a cota da base dos morros e das linhas de cumeada, sendo definidos como base de morros os locais com declives superiores a 20º, o que corresponde à classe de relevo fortemente ondulado. Assim, deve-se gerar um mapa de declividade visando a sua classificação. Também será considerada área de preservação permanente as encostas ou parte destas, com declividade superior a 100% ou 45º, na sua linha de maior declive.

Após as classificações do uso e ocupação do solo, deverão ser realizadas certificações em campo para confirmar a correta classificação.

Os produtos deverão ser gravados em mídia DVD em arquivos de formato shape-file para dados vetoriais e TIFF para imagens, com as respectivas toponímias agregadas às feições vetoriais. Os produtos analógicos serão impressos em papel, contendo legenda, escala, sistema de coordenadas e características cartográficas.

Deverão ser fornecidas informações detalhadas, impressas e em meio digital, de todos os dados: descrição geral dos arquivos produzidos, procedimentos adotados para a digitalização de dados, escala, data e fonte desses dados, tipo (mapa em papel, imagens de satélite etc.), fator de erro obtido no processo de georreferenciamento, data da digitalização dos dados, problemas existentes nos dados.

Desta forma, com a elaboração desta base cartográfica digital georeferênciada para o mapeamento do uso e ocupação, o município pretende gerar material adequado que venha a servir de base para todas as ações

necessárias para o planejamento e gerenciamento do uso de seus recursos naturais e humanos da área rural do município de Brodowski

A Empresa a ser contratada deverá localizar e caracterizar todas as áreas degradadas existentes dentro da área rural do município de Brodowski. Tais informações deverão estar devidamente registradas através de fotografias em relatórios a serem entregues pela contratada.

De posse das áreas degradadas deverão ser elaborados projetos para recuperação destas. Cada Projeto de Restauração deverá apresentar a identificação dos proprietários, o mapeamento das áreas, a definição de técnicas de restauração com respectiva Planilha Orçamentária e Cronograma Físico-Financeiro.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são prioritárias na definição das áreas a serem restauradas, pois protegem os recursos hídricos regionais, abrigam espécies da flora e fauna que só ocorrem nestes ambientes e formam corredores ecológicos conectando os remanescentes florestais existentes na região. As APPs e as Reservas Legais são consideradas áreas legalmente protegidas, por isso devem ser prioritariamente restauradas.

Outros critérios para priorização das áreas são:

• Mananciais de abastecimento público, com processos erosivos predominantes ou com susceptibilidade à erosão;

• Formação de corredores ecológicos, de acordo com o mapa de “Áreas Prioritárias para Incremento para Conectividade” do Projeto Biota Fapesp;

• Áreas de recarga de aquíferos.

• Potencial para desencadear processos erosivos e/ou com processos já desencadeados (ressalta-se que para recuperação de áreas degradas por processos erosivos é necessário primeiramente estabilizar estes processos do meio físico para depois realizar a revegetação da área);

• Vocação para implementação de Reserva Legal;

• Mobilização da população local em prol da restauração ecológica;

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Todos os produtos a serem entregues pela Empresa Contratada deverão seguir as seguintes padronizações:

- Apresentação dos mapas de acordo com as normas do IBGE, inserção de carimbos e padronização dos layouts de apresentação dos mesmos, seguindo às convenções cartográficas básicas estabelecidas pelos órgãos reguladores da cartografia nacional e estadual (IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e IGC – Instituto Geográfico e Cartográfico, respectivamente), apresentando informações básicas como: Sistema de Coordenadas; Datum e Projeção; Grade de Coordenadas; Escala Numérica e Gráfica; data e fonte das informações.

17.5 Realização da Desinfecção dos Poços de Visitas

Conforme descrito, faz-se necessário realizar a desinfecção (aplicação de pesticidas e inseticidas) dos Poços de Visitas (PVs) existentes no sistema de drenagem pluvial do município de Brodowski. Tal desinfecção deve acontecer periodicamente, sendo estimado um custo entre material e mão de obra igual a R$ 130,00 por Poço de Visita.

17.6 Readequação dos Poços de Visitas

Conforme vistoria realizada em campo, foi constatada a existência de poços de visitas que estão com os tampões enterrados no asfalto. Assim, faz-se necessário realizar os serviços de erguer estes poços de visitas, visando facilitar as futuras manutenções que vierem a ser necessárias na rede de drenagem pluvial. O custo estimado para erguer um Poço de Visita, incluindo material e mão de obra, é de R$1.500,00.

17.7 Readequação das Ligações de Esgoto que estão conectadas nas Águas Pluviais

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

De acordo com o diagnóstico realizado no sistema de coleta e afastamento de esgoto sanitário do município de Brodowski foi constatada a existência de ligação de água pluvial de algumas residências no esgoto sanitário. Este fato prejudica significativamente o sistema de esgoto sanitário, pois tanto as tubulações como a Estação de Tratamento de Esgoto não foram dimensionados para receber os volumes de água pluviais. Desta forma, está sendo solicitado para que seja criada uma legislação municipal para que os usuários venham a adequar as suas respectivas residências. Desta forma, a Prefeitura deverá realizar vistorias nas residências visando diagnosticar aquelas que possuem tubulações de drenagem pluvial conectada no esgoto sanitário, e assim autuar o proprietário para que este em um prazo de um (01) ano venha readequar a sua residência, sob pena de multa caso isto não seja evidenciado em uma próxima fiscalização.

17.8 Hierarquização das prioridades das obras de macrodrenagem a serem implantadas

O estudo de hierarquização de prioridades das obras de macrodrenagem do presente plano teve como base os aspectos físicos, sociais e econômicos que sejam a saber:

- Avaliação das áreas críticas de inundações, alagamentos ou enchente;
- Localização das obras propostas para a melhoria de canalizações existentes bem como das novas canalizações, com avaliação das áreas de influência;
- Distribuição da população para cada bacia de macrodrenagem;
- Estimativas de custos das obras de macrodrenagem.

Os aspectos físicos estão principalmente relacionados com a localização dos canais de macrodrenagem e com os efeitos das inundações nas áreas atingidas. Este último, por sua vez, gera prioridade na solução de problemas, o

que capacita a área atingida pela inundação a ser atendida nesse plano, visando assim a melhoria da situação.

Já os aspectos sociais têm relação com a localização das moradias e com a população fixada na área de influência da macrodrenagem. Através dos custos estimados das obras propostas e da população a ser atendido no final do plano, o índice paramétrico de investimento por habitante, em R$/habitante, foi utilizado para uma comparação entre as obras sugeridas, possibilitando a geração de uma hierarquia nas ações propostas para a macrodrenagem e servindo como subsidio às propostas de prioridades de ações.

17.9 Eventos de emergência e contingência, suas possíveis origens e medidas a serem tomadas quando da sua ocorrência

No âmbito da Drenagem Urbana, o município de Brodowski poderá apresentar contingências relacionadas apenas a inundações. Esses eventos críticos podem ocorrer nos sistemas de microdrenagem, com menor gravidade e nos de macrodrenagem, que podem apresentar maior seriedade.

O presente plano oferece todas as informações sobre essas áreas de risco. A ordem de prioridades propostas pelo seu cronograma de obras estruturais representa também a prioridade da preocupação com os flagelos e prejuízos decorrentes das inundações.

É imprescindível que administração municipal coloque toda a sua equipe administrativa a disposição de um “Plano Municipal de Contingência” que estabelecerá os procedimentos a serem adotados pelos órgãos envolvidos na resposta a emergências e desastres quando da atuação direta ou indireta em eventos relacionados a estes desastres naturais, recomendando e padronizando a partir de adesão coordenada os aspectos relacionados ao monitoramento, alerta, alarme e resposta, incluindo as ações de socorro, ajuda humanitária e reabilitação de cenários, a fim de reduzir os danos e prejuízos decorrentes.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

17.10. Propostas de Implantação de medidas não estruturais para o Município de Brodowski

Para viabilizar a gestão eficiente da drenagem pluvial será necessário equacionar as receitas e despesas dos serviços incluindo os próprios custos da infraestrutura, buscando a modicidade, equidade dos custos e criando mecanismos de incentivo às ações positivas, fiscalização de denúncias para identificação e punição dos contumazes autores de inconformidades.

A Lei 11.445/2007 que institui a Política Nacional de Saneamento Básico estabelece as bases legais para garantir a sustentabilidade econômica financeira da prestação dos serviços públicos, conforme segue:

Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços:

III. de manejo de águas pluviais urbanas: na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades.

§ 1o Observado o disposto no inciso III do caput deste artigo, a instituição das tarifas, preços públicos e taxas para os serviços de saneamento básico observará as seguintes diretrizes:

- Prioridade para atendimento das funções essenciais relacionadas à saúde pública;

- Ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços;

- Geração dos recursos necessários para realização dos investimentos, objetivando o cumprimento das metas e objetivos do serviço;

- Inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;

- Recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- Remuneração adequada do capital investido pelos prestadores dos serviços;

- Estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;

- Incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços.

§ 2o Poderão ser adotados subsídios tarifários e não tarifários para os usuários e localidades que não tenham capacidade de pagamento ou escala econômica suficiente para cobrir o custo integral dos serviços.

Art. 30. Observado o disposto no art. 29 desta Lei, a estrutura de remuneração e cobrança dos serviços públicos de saneamento básico poderá levar em consideração os seguintes fatores:

- Categorias de usuários, distribuídas por faixas ou quantidades crescentes de utilização ou de consumo;

- Padrões de uso ou de qualidade requeridos;

- Quantidade mínima de consumo ou de utilização do serviço, visando à garantia de objetivos sociais, como a preservação da saúde pública, o adequado atendimento dos usuários de menor renda e a proteção do meio ambiente;

- Custo mínimo necessário para disponibilidade do serviço em quantidade e qualidade adequadas;

- Ciclos significativos de aumento da demanda dos serviços, em períodos distintos; e

- Capacidade de pagamento dos consumidores.

Art. 36. A cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas deve levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva, bem como poderá considerar:

- O nível de renda da população da área atendida;

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- As características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas.

O decreto 7217/2010, que regulamentou a aplicação da Lei 11.445/2007, estabeleceu adicionalmente que:

Art. 45. Os serviços públicos de saneamento básico terão sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração que permita recuperação dos custos dos serviços prestados em regime de eficiência:

- De manejo de águas pluviais urbanas: na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades.

Art. 46. A instituição de taxas ou tarifas e outros preços públicos observará as seguintes diretrizes:

- Prioridade para atendimento das funções essenciais relacionadas à saúde pública;

- Ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços;

- Geração dos recursos necessários para realização dos investimentos, visando o cumprimento das metas e objetivos do planejamento;

- Inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;

- Recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;

- Remuneração adequada do capital investido pelos prestadores dos serviços contratados;

- Estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços; e

- Incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços.

Parágrafo único. Poderão ser adotados subsídios tarifários e não tarifários para os usuários e localidades que não tenham capacidade de

pagamento ou escala econômica suficiente para cobrir o custo integral dos serviços.

Art. 47. A estrutura de remuneração e de cobrança dos serviços poderá levar em consideração os seguintes fatores:

- Capacidade de pagamento dos consumidores;

- Quantidade mínima de consumo ou de utilização do serviço, visando à garantia de objetivos sociais, como a preservação da saúde pública, o adequado atendimento dos usuários de menor renda e a proteção do meio ambiente;

- Custo mínimo necessário para disponibilidade do serviço em quantidade e qualidade adequadas;

- Categorias de usuários, distribuída por faixas ou quantidades crescentes de utilização ou de consumo;

- Ciclos significativos de aumento da demanda dos serviços, em períodos distintos; e

- Padrões de uso ou de qualidade definidos pela regulação.

A prestação de serviços em condições adequadas de sustentabilidade para drenagem e manejo da água pluvial exigirá uma revisão tributária que deverá se basear numa avaliação consistente dos custos específicos desses serviços de forma a estabelecer valores adequados das respectivas taxas, criando sistemas de compensações e de incentivo para ações da comunidade que promovam a sustentabilidade sócia ambiental.

Tais tarifas devem ser aplicadas para que a manutenção e pequenas obras sejam realizadas. Assim, faz-se necessário pleitear tais recursos junto aos governos federais e estaduais. No entanto, sem projetos executivos de engenharia não é possível conseguir estes investimentos, sendo, portanto, recomendado que a Prefeitura contrate uma empresa de engenharia para elaboração dos projetos apontados no presente documento.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

17.11 Princípios do Plano Diretor de Drenagem Urbana a Ser Implantado em Brodowski

Os princípios a seguir caracterizados são essenciais para o bom desenvolvimento de um programa consistente de drenagem urbana.

1. Plano de Drenagem Urbana faz parte do Plano de Desenvolvimento Urbano e Ambiental da cidade. A drenagem faz parte da infraestrutura urbana, portanto deve ser planejado em conjunto com os outros sistemas, principalmente o plano de controle ambiental, esgotamento sanitário, disposição de material sólido e tráfego.

2. O escoamento durante os eventos chuvosos não pode ser ampliado pela ocupação da bacia, tanto num simples loteamento, como nas obras de macrodrenagem existentes no meio urbano. Isto se aplica a um simples aterro urbano, como à construção de pontes, rodovias, e à impermeabilização dos espaços urbanos. O princípio é de que cada usuário urbano não deve ampliar a cheia natural.

3. Plano de controle da drenagem urbana deve contemplar as bacias hidrográficas sobre as quais a urbanização se desenvolve. As medidas não podem reduzir o impacto de uma área em detrimento de outra, ou seja, os impactos de quaisquer medidas não devem ser transferidos. Caso isso ocorra, devem-se prever medidas mitigadoras.

4. Plano deve prever a minimização do impacto ambiental devido ao escoamento pluvial através da compatibilização com o planejamento do saneamento ambiental, controle do material sólido e a redução da carga poluente nas águas pluviais que escoam para o sistema fluvial externo à cidade.

5. Plano Diretor de Drenagem urbana, na sua regulamentação, deve contemplar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas e a densificação das áreas atualmente loteadas. Depois que a bacia, ou parte dela, estiver ocupada, dificilmente o poder público terá condições de responsabilizar aqueles que estiverem ampliando a cheia, portanto, se a ação pública não for realizada

preventivamente através do gerenciamento, as consequências econômicas e sociais futuras serão muito maiores para todo o município. Desta forma, todo loteamento a ser implantado no município deverá ser previsto o sistema de escoamento pluvial, não devendo este ser lançado sem cálculos hidráulicos no sistema de escoamento existente na bacia hidrográfica.

6. O controle de enchentes é realizado através de medidas estruturais e não-estruturais, que, dificilmente, estão dissociadas. As medidas estruturais envolvem grande quantidade de recursos e resolvem somente problemas específicos e localizados. Isso não significa que esse tipo de medida seja totalmente descartável. A política de controle de enchentes, certamente, poderá chegar a soluções estruturais para alguns locais, mas dentro da visão de conjunto de toda a bacia, onde estas estão racionalmente integradas com outras medidas preventivas (não estruturais) e compatibilizadas com o esperado desenvolvimento urbano. O controle deve ser realizado considerando a bacia como um todo e não trechos isolados.

7. Valorização dos mecanismos naturais de escoamento na bacia hidrográfica, preservando, quando possível os canais naturais.

8. Integrar o planejamento setorial de drenagem urbana, esgotamento sanitário e resíduo sólido.

9. Os meios de implantação do controle de enchentes é o Plano Diretor Urbano, as Legislações Municipal / Estadual e o Manual de Drenagem. O primeiro estabelece as linhas principais, as legislações controlam e o Manual orienta.

10. O controle permanente: o controle de enchentes é um processo permanente; não basta que se estabeleçam regulamentos e que se construam obras de proteção; é necessário estar atento às potenciais violações da legislação na expansão da ocupação do solo das áreas de risco. Portanto, recomenda-se que:

- Nenhum espaço de risco seja desapropriado se não houver uma imediata ocupação pública que evite sua invasão;

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- A comunidade tenha uma participação nos anseios, nos planos, na sua execução e na contínua obediência das medidas de controle de enchentes.

11. A educação: a educação dos engenheiros, arquitetos, agrônomos e geólogos, entre outros profissionais, da população e de administradores públicos é essencial para que as decisões púbicas sejam tomadas conscientemente por todos.

12. O custo da implantação das medidas estruturais e da operação e manutenção da drenagem urbana devem ser transferidos aos proprietários dos lotes, proporcionalmente à sua área impermeável, que é a geradora de volume adicional, com relação às condições naturais.

13. O conjunto destes princípios prioriza o controle do escoamento urbano na fonte distribuindo as medidas para aqueles que produzem o aumento do escoamento e a contaminação das águas pluviais.

17.12 Medidas não estruturais

Na sequência são apresentadas as medidas não estruturais a serem adotadas como meta de planejamento da Prefeitura Municipal de Brodowski.

- **- Intervenção Direta do Poder Público Municipal**
  - Serviços de limpeza e manutenção dos canais e galerias de escoamento das águas pluviais;
  - Reflorestamento ciliar;
  - Adoção de padrões de pavimentação dos espaços públicos que garantam elevados índices de permeabilidade do solo;
  - Programas de contingência para eventos críticos de cheias;
  - Programas de educação da comunidade e de divulgação de ações para melhoria e proteção do sistema de drenagem;

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- Capacitação dos quadros técnicos da Prefeitura para o aprimoramento direta e indireta nas questões relacionadas com a drenagem urbana e rural.

- **Intervenção Indireta do Poder Público Municipal**
  - Expedição de alinhamento e nivelamento dos logradouros públicos para a execução de projetos de edificações e de parcelamentos do solo;
  - Controle do uso e ocupação do solo resguardando várzeas e garantindo a manutenção dos índices de impermeabilização do território nos níveis planejados;
  - Controle da erosão e do assoreamento, resguardando a capacidade de escoamento dos canais de drenagem.

- **Ações de intervenções**
  - Aquisição de terrenos para preservação ambiental;
  - Regulamentos;
  - Elaboração e/ou utilização de manual de práticas;
  - Seguro contra inundações;
  - Reassentamentos;
  - Alertas à população durante os eventos críticos;
  - Programas de prevenção e controle de erosão nos locais em construção;
  - Varrição de ruas e disposição adequada do lixo;
  - programas de inspeção e manutenção;
  - Programas de contingências e de educação pública capazes de melhorar de forma significativa o funcionamento e o desempenho do sistema de macrodrenagem;
  - conscientização e o envolvimento da população.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

17.13 Resumo dos princípios

Deverão ser princípios do sistema de drenagem urbana do município de Brodowski.

I - disciplinar a ocupação das cabeceiras e várzeas das bacias hidrográficas do Município, preservando a vegetação existente e visando à sua recuperação;

II - implementar a fiscalização do uso do solo nas faixas sanitárias, várzeas e fundos de vales e nas áreas destinadas à futura construção de reservatórios naturais;

III - definir mecanismos de fomento para usos do solo compatíveis com áreas de interesse para drenagem, tais como parques lineares, área de recreação e lazer, hortas comunitárias e manutenção da vegetação nativa;

IV - desenvolver projetos de drenagem que considerem, entre outros aspectos, a mobilidade de pedestres e portadores de deficiência física, a paisagem urbana e o uso para atividades de lazer;

V - implantar medidas não-estruturais de prevenção de inundações, tais como controle de erosão, especialmente em movimentos de terra, controle de transporte e deposição de entulho e lixo, combate ao desmatamento, assentamentos clandestinos e a outros tipos de invasões nas áreas com interesse para drenagem;

VI - estabelecer programa articulando os diversos níveis de governo para a implementação de cadastro das redes e instalações;

VII - garantir e respeitar a necessária permeabilidade do solo, inclusive buscando alternativas de pavimentação com maior índice de permeabilidade.

VIII. Incentivar e priorizar o uso e ocupação do solo nas bacias onde já existam macrodrenagem implantadas;

IX. Impedir a implantação de pavimentação asfáltica em avenidas, sem a execução prévia da macrodrenagem;

X. Incorporar no planejamento e gestão da drenagem urbana as técnicas agronômicas e ambientais de conservação de solos e águas;

XI. Incentivar a implementação de programas e normas para captação e aproveitamento das águas pluviais, inclusive nos imóveis rurais, seja para uso doméstico, comercial, industrial ou para simples controle e aumento da recarga;

17.14 Trabalho Técnico para propor Melhorias no Sistema de Drenagem no Município de Brodowski

O serviço de drenagem urbana tem tido suas ações sob responsabilidade do Departamento Municipal de Obras da Prefeitura. As ações são executadas de forma pontual, com único objetivo de afastar as águas pluviais de certos pontos de maior acúmulo, de forma a evitar alagamentos ou mesmo propiciar maior conforto aos habitantes.

A pouca existência de dados fez com que fosse elaborado um trabalho técnico de diagnóstico do sistema de drenagem urbana para o município, que servirá de ponto de partida para a organização das ações do setor, de forma que esteja integrada na política de saneamento ambiental.

17.15 Reservatórios de Detenção

Os reservatórios de detenção são fundamentais para reduzir os volumes de água escoados em direção ao deságue da bacia hidrográfica. Assim, faz-se fundamental implantar alguns reservatórios de detenção para que estes possam ser utilizados como medida de controle de cheias. Assim, os reservatórios de detenção necessitam que seus volumes sejam tais que as vazões de descarga dos mesmos não superem o valor máximo admissível.

No município de Brodowski, não é mencionado no Plano Diretor Municipal, a obrigatoriedade da instalação de reservatórios de detenção. Na Tabela 17.2 é possível visualizar as informações de possíveis reservatórios de acordo com a vazão.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 17.2. Recomendação para Reservatórios de detenção

ZONA PREDOMINANTEMENTE RESIDENCIAL		
ZONA	ÁREA/LOTE (m²)	VOLUME DE DETENÇÃO (m³)
ZPR-1	360	2,2
ZPR-2	300	1,8
ZPR-3	250	1,5
ZPR-4	200	1,2
ZPR	SEGUE ZPR	SEGUE ZPR
ZPR	SEGUE ZPR	SEGUE ZPR
ZONA DE PRESERVAÇÃO HISTÓRICA		
ZONA	ÁREA/LOTE (m²)	VOLUME DE DETENÇÃO (m³)
ZPH	300	1,8
ZPH	300	1,8
ZPH	300	1,8
ZONA ESPECIAL DE INTERESSE SOCIAL		
ZONA	ÁREA/LOTE (m²)	VOLUME DE DETENÇÃO (m³)
ZPH	200	1,2
ZPH	250	1,5
ZPH	250	1,8
ZONA DE BAIXA DENSIDADE		
ZONA	ÁREA/LOTE (m²)	VOLUME DE DETENÇÃO (m³)
ZBD-1	1.000	2,2
ZBD-2	360	2,2
ZBD	SEGUE ZBD	2,2
ZBD	SEGUE ZBD	2,2
ZBD	SEGUE ZBD	2,2
ZONA DE USO DIVERSIFICADO		
ZONA	ÁREA/LOTE (m²)	VOLUME DE DETENÇÃO (m³)
ZUD	360	2,2

Na Figura 17.7 é apresentado um esboço de um modelo de reservatório de detenção utilizados em sistemas de combate a cheias.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

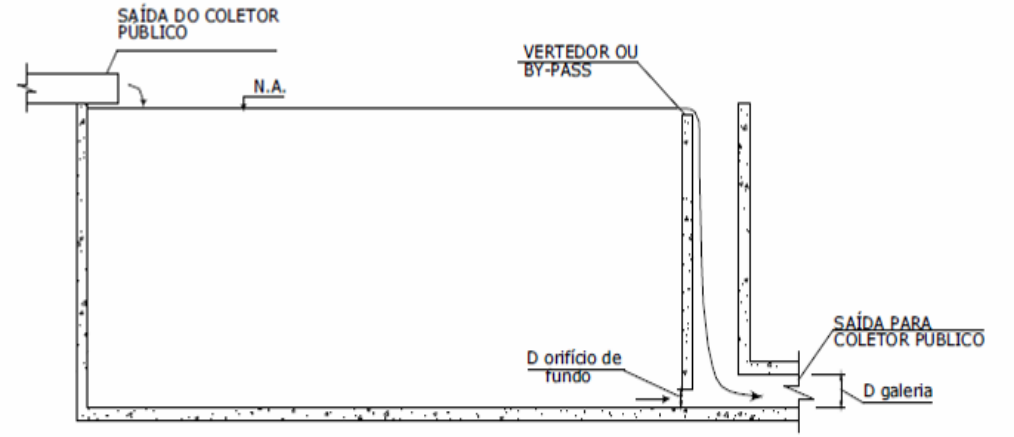


Figura 17.7 Esboço de um reservatório de detenção

Os reservatórios de detenção alagados para o controle de enchentes são largamente utilizados a nível mundial. Para exemplificar, a Figura 17.8 apresenta um caso de utilização dessa estrutura, integradas de forma harmoniosa na paisagem urbana, e que possibilitam também, sua destinação para atividades de recreação e lazer.

Figura 17.8 Reservatório de detenção

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

17.16 Trincheira de Infiltração

Outro dispositivo utilizado para conter o escoamento superficial são as Trincheiras de Infiltração, que possuem a finalidade de infiltrar parte do escoamento superficial evitando o acumulo destes volumes no deságue da bacia hidrográfica.

Considera-se, também, que as escavações das trincheiras de infiltração (Figura 17.9) serão recobertas por geotêxtil de poliéster não tecido, com porosidade de pelo menos 90%, e preenchidas com brita (porosidade mínima de 40%) A finalidade do uso do geotêxtil está vinculada à preservação da capacidade de armazenamento e infiltração da água nas trincheiras, assim como dificultar a formação de caminhos preferenciais da água no solo.

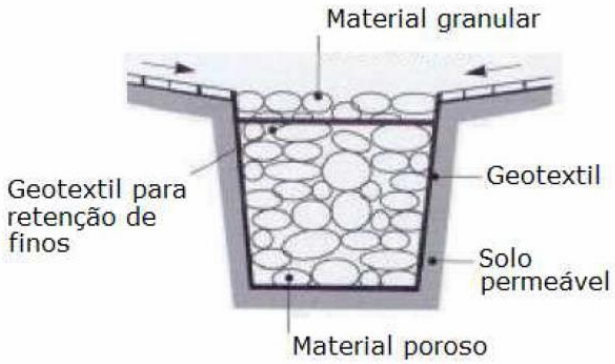


Figura 17.9 Representação esquemática da trincheira de infiltração

17.17 Estudo de Algumas Medidas Compensatórias na Microdrenagem

Muitas vezes verifica-se que a rede de macrodrenagem da cidade funciona corretamente, sem a presença de pontos críticos com transbordamentos dos canais, mas podem ocorrer alagamentos localizados na microdrenagem. A tendência atual na concepção de sistemas de microdrenagem incentiva a incorporação das denominadas medidas compensatória, que

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

consistem em estruturas que favorecem a infiltração, a percolação e o armazenamento temporário do escoamento superficial.

Recomenda-se o controle do escoamento tanto em nível de lote como de um bairro ou micro área utilizando reservatórios de detenção e trincheiras de infiltração. Os hidrogramas mostram que além da redução na vazão de pico as duas estruturas testadas provocam um retardo do tempo ao pico, isto é, o tempo desde o início da chuva até a ocorrência da vazão máxima é aumentado o que favorece a adoção de medidas preventivas e/ou deslocamento da população das áreas afetadas.

No caso particular das trincheiras de infiltração apresentam uma vantagem adicional ao amortecimento da vazão de pico e redução da velocidade do escoamento que é a diminuição no volume do escoamento superficial em decorrência da infiltração da água no solo. Entretanto, o uso de trincheiras de infiltração em vias de trânsito intenso, pode vir a contribuir para a piora da qualidade da água subterrânea, uma vez que os óleos, graxas e outros tipos de produtos despejados pelos veículos serão carregados pelo escoamento para o interior do solo.

Na sequência são apresentadas algumas alternativas potenciais para implantação no município de Brodowski.

Alternativa I – Situação "atual" com trincheira de infiltração: considera a situação atual de ocupação da bacia e adota o uso de uma única trincheira de infiltração para controlar o escoamento superficial de toda a área de modo que a vazão máxima não seja superior à vazão de referência.

Alternativa II – Situação "atual" com reservatório de detenção: considera a situação atual de ocupação da bacia e adota o uso de um único reservatório de detenção para controlar o escoamento superficial de toda a área de modo que a vazão máxima não seja superior à vazão de referência.

Alternativa III – Situação "atual" com poço de infiltração no lote: considera a situação atual de ocupação da bacia e adota controle distribuído, isto é, o uso de uma trincheira ou poço de infiltração em cada lote para controlar

o escoamento superficial de forma individualizada, de modo que a vazão máxima não seja superior à vazão de referência.

Alternativa IV – Situação "atual" com micro reservatório no lote: considera a situação atual de ocupação da bacia e adota controle distribuído, isto é, o uso de um micro reservatório em cada lote para controlar o escoamento superficial de forma individualizada, de modo que a vazão máxima não seja superior à vazão de referência.

Para ilustrar as alternativas para redução dos picos de cheia, a seguir são apresentadas algumas fotografias do uso dessas medidas compensatórias em várias localidades. As Figuras 17.10 e 17.11 mostram uma área residencial onde foi implementada uma trincheira de infiltração ao longo da rua, como a proposta da Alternativa I do presente estudo.

As Figuras 17.12 e 17.13 mostram duas opções de reservatórios de detenção instaladas em área pública para controlar o escoamento numa pequena área ou bairro, como a proposta da Alternativa II do presente estudo. No caso do reservatório ou bacia de detenção da Figura 17.14, este tem uma única finalidade.

Figura 17.10 Plano de infiltração constituído por uma faixa de grama na Calçada

Figura 17.11 Pavimentação com blocos vazados para favorecer a infiltração

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 17.12. Reservatório de detenção para atendimento de uma pequena área

Figura 17.13. Reservatório de detenção gramado numa pequena área, durante a seca

Figura 17.14 Reservatório de detenção gramado numa pequena área, durante a cheia

As Figuras 17.15 e 17.16 ilustram o uso de trincheiras de infiltração em lotes residenciais (como a proposta da Alternativa III do presente estudo).

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Figura 17.15 Trincheira de infiltração num lote residencial

Figura 17.16. Micro reservatório num lote residencial

Para orientar o processo de decisão sobre a escolha de uma ou outra alternativa, na Tabela 17.2 há um resumo com as principais técnicas compensatórias, com destaque para as características, função e efeito das mesmas sobre o escoamento superficial. Já na Tabela 17.3 existem valores de referência quanto ao custo de construção e manutenção.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 17.2. Características das principais medidas compensatórias

Tipo	Característica	Variantes	Função	Efeito
Pavimento permeável	Pavimento permeável com base porosa e reservatório	Concreto ou asfalto poroso, blocos vazados.	Armazenamento temporário no solo e infiltração	Redução do escoamento superficial, amortecimento, melhoria da qualidade.
Trincheira de Infiltração	Reservatório linear escavado no solo, preenchido com material poroso.	Com ou sem drenagem e infiltração no solo	Armazenamento no solo e infiltração, drenagem eventual.	Redução de escoamento superficial, amortecimento e melhoria de qualidade.
Vala de infiltração	Depressões lineares em terreno permeável	Gramadas e proteção à erosão, com pedras ou seixos.	Redução da velocidade e infiltração	Retardo do escoamento superficial, infiltração e melhoria da qualidade da água.
CPlanos de infiltração	Faixas de terrenos com grama ou cascalho com capacidade de infiltrar	Com ou sem drenagem, gramadas com seixos, etc.	Infiltração e armazenamento temporário	Infiltração, melhoria da qualidade da água e eventual amortecimento.
Detenção	Reservatório que ocupa o espaço disponível no lote	Reservatório tradicional, volume disponível com limitação de drenagem.	Retenção do volume temporário	Amortecimento do escoamento superficial

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 17.3. Custos de implantação e manutenção das principais medidas compensatórias

Estrutura	Custo da Implantação (R$)		Custo de Operação e Manutenção (R$/ano)	
	Unidade	Ano: 2022	Unidade	Ano: 2022
Valas e valetas	Metro	134,61	Metro	28,50
Trincheiras	Metro	135,65	Metro	43,95
Micro reservatórios	m^3	296,64	metro	33,79
Poços	m^3	323,49	metro	13,89
Pavimentos de concreto permeável	m^2	67,32	m^2	3,95
Pavimento de asfalto permeável	m^2	49,36	m^2	2,02
Pavimentos de blocos vazados	m^2	89,37	m^2	5,38
Pavimentos intertravados	m^2	29,93	m^2	11,50
Pavimentos de alvenaria poliédrica	m^2	29,57	m^2	7,36
Bacias de detenção gramadas	m^3	73,69	ha + m^3	447,41 + 29,58
Bacias de detenção em concreto	m^3	90,96	ha + m^3	447,41 + 28,57
Bacias de detenção enterradas	m^3	304,93	ha + m^3	422,21 + 49,27
Bacias de infiltração	m^3	58,63	m^3	29,27

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

17.18 Diretrizes Gerais para o Serviço de Drenagem Urbana

As diretrizes gerais apontadas para o serviço de drenagem urbana são:

- Elaborar uma legislação municipal, visando desocupar as residências que estão construídas as margens dos córregos;

- Implantar legislação municipal exigindo das novas construções uma área permeável igual a 15% da área total do terreno;

- Incentivar os moradores a implantarem sistema de reuso de água pluvial, sendo o incentivo através de descontos no Imposto Territorial Urbano (IPTU);

- Para os novos loteamentos, exigir que as novas construções sejam implantadas com um reservatório de detenção individual igual a $2m^3$ situado na frente do lote, visando o retardo do volume escoado de água pluvial;

- A região central da cidade de Brodowski é muito antiga e não dispõe de cadastro técnico sendo necessário realizar todo o cadastro desse sistema de drenagem. Assim, deve-se realizar o cadastro do sistema de drenagem pluvial existente bem como elaborar projetos de galerias e bocas de lobos nesta região para eliminar as ocorrências de enxurradas;

- A drenagem urbana, englobada como serviço de saneamento ambiental pela nova legislação regulatória, o município deverá observar o seguinte:

- Ações educacionais e de sensibilização junto à comunidade sobre a importância da drenagem urbana para o saneamento ambiental;

- Elaboração de plano técnico de drenagem urbana, observando:

- Participação comunitária na sua construção e controle;

-Criação de critérios de fiscalização, sustentabilidade financeira, instrumentos compensatórios e de incentivos para situações de ocupação do lote que beneficie a drenagem;

- Apresentar soluções técnicas de dispositivos de retenção e absorção de águas pluviais, tanto em áreas públicas como nas privadas.

- Ampla divulgação do plano junto à população, inclusive com realização de fóruns e audiências públicas;

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- Apresentação de possibilidades de financiamento para o serviço.

17.19 Plano de Contingência para Drenagem Urbana do Município de Brodowski

A Prefeitura de Brodowski deverá dispor de plano de ação para enfrentamento de contingências e para propiciar a operação permanente dos sistemas de drenagem do município de Brodowski.

Em sua maior parte, atua preventivamente e busca conferir grau adequado de segurança aos processos de escoamento de água pluvial, evitando descontinuidades.

Em qualquer atividade sempre existe a possibilidade de ocorrência de situações imprevistas. As obras e os serviços de engenharia em geral, e os de saneamento em particular, são planejados respeitando-se determinados níveis de segurança, resultados de experiências anteriores e expressos na legislação ou em normas técnicas. Quanto maior o potencial de causar danos aos seres humanos e ao meio ambiente maiores são os níveis de segurança estipulados. Casos limites são, por exemplo, os de usinas atômicas, grandes usinas hidrelétricas, entre outros. O estabelecimento de níveis de segurança e, consequentemente, de riscos aceitáveis é essencial para a viabilidade econômica dos serviços, pois quanto maiores os níveis de segurança maiores são os custos de implantação e operação.

A adoção sistemática de altíssimos níveis de segurança para todo e qualquer tipo de obra ou serviço acarretaria um enorme esforço da sociedade para a implantação e operação da infraestrutura necessária à sua sobrevivência e conforto, atrasando seus benefícios. O atraso desses benefícios, por outro lado, também significa prejuízos à sociedade. Trata-se, portanto, de encontrar um ponto de equilíbrio entre níveis de segurança e custos aceitáveis.

No caso dos serviços de drenagem pluvial, foram identificados no Quadro 17.1 os principais tipos de ocorrências, as possíveis origens e as ações a serem desencadeadas. Para novos tipos de ocorrências que porventura venham a

surgir, a Prefeitura se compromete a promover a elaboração de novos planos de atuação.

O Plano de Contingência deve estar afinado com a Defesa Civil do município. A estrutura de Defesa Civil deverá contar com Equipes de Vistoria responsáveis pelas seguintes atividades:

1. Atualização de dados;
2. Identificação e análise de riscos;
3. Divulgação de informações e conscientização da população.

A intervenção em emergência deverá seguir uma sequência de procedimentos previamente estruturados:

1. Acionamento: sistema de comunicação, sistema de atendimento, órgãos e entidades públicas, subsistemas operacionais;
2. Avaliação: dimensão da emergência e suas consequências, táticas e técnicas disponíveis para o controle e extensão da emergência, articulação de meios mediante as necessidades apresentadas;
3. Alerta: instalações vizinhas, sistema de saúde da região, abastecimento de água;
4. Monitoramento: áreas de risco, meio ambiente;
5. Interdição: circulação de pessoas e veículos, áreas internas, áreas externas;
6. Paralisação: sistemas de transmissão, sistemas de produção e geração, sistema de transferência e recebimento;
7. Desocupação: retirada de pessoas da comunidade interna e circunvizinha, retirada de materiais que possam contribuir para agravar as consequências;
8. Logística: suprimento de alimentação, abrigo, recursos materiais e humanos para o atendimento das equipes que atuam na emergência e possíveis desabrigados.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 17.4. Plano de Contingências para o sistema de drenagem pluvial

OCORRÊNCIA	ORIGEM	PLANO DE CONTINGÊNCIAS
1. Entupimento de Boca de Lobo	- Sub-dimenssionamento da boca de lobo; - Lançamento de resíduos sólidos na rua por parte da população - Ações de vandalismo	- Redimensionamento das bocas de lobos, adotando grelhas com espaçamento adequado; - Treinamento do serviço de limpeza pública para que seja realizada a correta varrição e limpeza; - cadastramento das bocas de lobos que apresentam entupimento, para que sejam tomadas as decisões cabíveis; - Programa de educação ambiental junto a população, para que não sejam mais lançados resíduos sólidos nas ruas
2. Alagamento em alguns pontos do município	- Deficiências de dispositivos que facilitam o escoamento pluvial; - Não existência de reservatórios de acumulação de água pluvial;	- Cadastramento dos locais onde apresentam alagamento, para que sejam tomadas as decisões cabíveis; - Comunicar a população residente próximas destas áreas das possíveis ocorrências que poderão ser evidenciadas no momento de intensas precipitações; - Aproximação da defesa civil junto a população, para que esta comunique todas as informações necessárias para que sejam cadastrados e tomadas decisões. - Reparo das galerias de escoamento de água pluvial que estejam danificadas; - Implantação galerias de águas pluviais visando o escoamento adequado; - Implantação de reservatórios de acumulação de águas pluviais a montante dos pontos de alagamento; - Implantação de canal de concreto visando aumentar o fluxo de água nos principais córregos que possuem alagamento; - realização de dragagem nos córregos, visando aumentar a seção de escoamento de água.

Continua...

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Quadro 17.5. Plano de Contingências para o sistema de drenagem pluvial. Continuação...

OCORRÊNCIA	ORIGEM	PLANO DE CONTINGÊNCIAS
3. Entupimento de Galerias	- Sub-dimenssionamento das galerias; - Lançamento de resíduos sólidos na rua por parte da população	- Limpeza preventiva das galerias; - Treinamento do serviço de limpeza pública para que seja realizada a correta varrição e limpeza, não ocorrendo o despejo destes resíduos na boca de lobo e consequentemente nas galerias; - cadastramento das galerias que apresentam entupimento, para que sejam tomadas as decisões cabíveis; - localização de topos os Poços de Vistas (PVs) uma vez que muitos foram cobertos pelo recapeamento asfáltico; - Programa de educação ambiental junto a população, para que não sejam mais lançados resíduos sólidos nas ruas
4. Pontos de erosão e deslizamento de terra	- Deficiências de dissipadores de energia; - Não existência de cobertura vegetal em áreas não pavimentadas.	- Cadastramento dos locais onde apresentam erosões e deslizamentos para que sejam tomadas as decisões cabíveis; - Comunicar a população residente próximas destas áreas das possíveis ocorrências que poderão ser evidenciadas no momento de intensas precipitações; - Aproximação da defesa civil junto a população, para que esta comunique todas as informações necessárias para que sejam cadastrados e tomadas decisões. - Implantação de dissipadores de energia para reduzir as erosões nos pontos de deságue de águas pluviais;
5. Aumento de áreas impermeáveis	- implantação de novos loteamentos; - construção de residências em terrenos vazios.	- elaboração de diretrizes para aprovação de novos loteamentos, sendo que o empreendedor deverá implantar todo o sistema de drenagem pluvial e que este não comprometa o sistema existente; - criação de legislação municipal que exija cobertura mínima vegetal nos lotes em 15¨% do tamanho da área.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

O envolvimento das equipes da Prefeitura em apoio às ações de Defesa Civil englobam, mas não se limitam a:

1. Disponibilizar recursos humanos (braçais, operadores de equipamentos e transportes);

2. Oferecer capacitação e atualização para equipe de voluntários da Brigada Anti-Incêndio;

3. Disponibilizar recursos materiais (veículos, máquinas e equipamentos);

4. Medicar e acompanhar a evolução do quadro clínico das vítimas (interna e externamente);

5. Disponibilizar instalações (escolas, ginásio de esportes, centros comunitários, igrejas, etc);

6. Prover recursos (alimentação, colchonete, medicamentos, etc.);

7. Cadastrar e assistir (remoção, acomodação, encaminhamentos, etc.) os flagelados;

8. Estabelecer a forma de acionamento (telefone, e-mail, "pager", etc.), os recursos humanos e materiais envolvidos para o controle dos riscos, bem como a definição das competências, responsabilidades e obrigações das equipes de trabalho, e as providências a serem adotadas em caso de acidente ou emergência.

O Plano de Contingência deve ser visto como um documento dinâmico. Os problemas surgem, as situações se alteram, falhas são identificadas, a legislação sofre mudanças e novos conhecimentos são agregados. Por isso, o Plano de Contingência deve sofrer uma manutenção sistemática, que garanta a sua aplicabilidade ao longo do tempo.

18 PROPOSTAS

18.1 Propostas Não-Estruturais

No presente trabalho serão apresentadas todas as soluções propostas pertinentes ao Município de Brodowski. A lista de ações não-estruturais propostas são as seguintes:

- Programa de monitoramento hidráulico-hidrológico, previsão, alerta e resposta;
- Programa de educação ambiental;
- Programa de medidas de fiscalização e controle;
- Programa de estruturação do setor de drenagem urbana;
- Programa de elaboração de Planos de Drenagem Municipal;

18.2 Programa de monitoramento hidráulico-hidrológico, previsão, alerta e resposta

O monitoramento hidrológico é utilizado não apenas para fins de planejamento, mas também para operacionalização de sistemas de alerta contra cheias. O Monitoramento hidráulico-hidrológico (MHH) é uma ferramenta de base para o planejamento dos recursos hídricos e gestão de águas urbanas, provendo a informação primária sobre o status do sistema hídrico e as séries históricas de variáveis hidrológicas.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

18.3 Programa de educação Ambiental

O Programa de educação ambiental trata de temáticas estratégicas para a gestão de risco de inundações urbanas com vistas à redução de impactos ambientais e considera, além dos aspectos técnicos e de capacitação e informação à população, os aspectos sociais e econômicos envolvidos.

- Informação sobre horários de coleta de resíduos nos municípios;
- Informação sobre coleta de resíduos recicláveis nos municípios;
- Informação sobre bacias hidrográficas e cursos d'água, mesmo aqueles que se encontram fechados em galerias sob as vias de circulação;
- Capacitação de técnicos municipais do setor de saneamento;
- Capacitação de profissionais de engenharia, arquitetura e urbanismo.
- Cadastramento dos sistemas de drenagem em banco de dados georreferenciados;
- Gestão integrada dos sistemas de drenagem com base em sistema de informações geográficas (SIG);
- Utilização de ferramentas de gestão de desastres como o S2ID, que permite a inserção e atualização do Plano de Contingência (PLACON) do município;
- Compatibilização dos planos de informação dos diferentes estudos e projetos em bancos de dados georreferenciados (levantamentos planialtimétricos, topo batimétricos, Plano Diretor Municipal, entre outros).

18.4 Programa de medidas de fiscalização e controle

As medidas de controle dizem respeito aos procedimentos de licenciamento e autorização de obras de drenagem pluvial e de ocupação do solo. As medidas de fiscalização se referem à verificação, por parte do poder público, tais atividades estão sendo desenvolvidas no município de forma legal,

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

de posse e respeitando as devidas licenças e autorizações. As ações de fiscalização e controle a serem desenvolvidas na gestão de águas pluviais e inundações urbanas são:

- Regulação do escoamento superficial de novos empreendimentos;
- Proposição de Zoneamento da Planície de Inundação;
- Indicação de reservação de áreas ribeirinhas para detenção de cheias;
- Criação de áreas de conservação e restrição de uso;

Os sistemas de preservação das áreas podem ser divididos nas seguintes modalidades:

- Áreas de Proteção Ambiental (APA);
- Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE);
- Floresta Municipal;
- Reserva Extrativista (RESEX);
- Reserva de Fauna (REFAU);
- Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS);
- Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). O Programa de medidas de fiscalização para o município de Brodowski no horizonte de 5 a 8 anos as seguintes ações:
- Revisão do Plano Diretor de Brodowski para incorporação do Zoneamento da Planície de Inundação (ZPI);

18.5 Programa de estruturação do setor de drenagem urbana

Um plano de estruturação do setor de drenagem urbana é recomendado em todos os municípios, mesmo os municípios que já possuem um PDDU (Plano Diretor de Drenagem Urbana) necessitam de uma estruturação institucional e de sustentabilidade econômica para a prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais. O programa tem as seguintes componentes:

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

- Definição de arranjo institucional;
- Garantia de sustentabilidade financeira;
- Proposição de obras;
- Execução de manutenção de estruturas;
- Definição de parâmetros e critérios.

Os estudos relativos à definição do arranjo institucional e proposição dos mecanismos de sustentabilidade financeira do sistema de drenagem, considerando a contratação de consultoria especializada para este fim, foram orçados em aproximadamente R$ 340.000,00 por município.

18.6 Definição do arranjo institucional

O arranjo institucional contempla a estrutura administrativa do órgão prestador do serviço de drenagem urbana e sua relação com os demais órgãos do sistema, nas diferentes esferas de gestão. Os municípios devem realizar um diagnóstico de sua estrutura de gestão de drenagem urbana e saneamento básico, e mapear as possibilidades de gestão associada com municípios vizinhos, conforme disposto no parágrafo 1º do Art. 8º da Lei Federal 11.445/2007. A gestão associada pode ser realizada através de consórcio público intermunicipal e, objeto de estudo específico, pode trazer ganhos de escala na gestão do sistema de drenagem pluvial.

Um estudo a ser conduzido nos municípios deve ajudar a definir o melhor arranjo, avaliando as possibilidades de gestão associada, gestão independente por meio de Departamento de Águas Pluviais, centrado em uma secretaria municipal ou mais de uma (planejamento e operação separados), possibilidade de terceirização de serviços de operação e manutenção e forma de regulação e fiscalização.

O arranjo deve prever ainda a interface e possibilidades de integração do sistema de gestão de drenagem e manejo de águas pluviais com o sistema de

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

defesa civil na proteção de inundações ribeirinhas, seja na implantação, operação de manutenção de medidas estruturais, na aplicação de medidas de gestão ou implantação de sistemas de monitoramento, alerta e resposta. O estudo deverá concluir com uma proposta de organização da estrutura administrativa abordando todos os aspectos administrativos, técnicos e legais necessários para implantação imediata.

Recomenda-se a criação de um Comitê de Drenagem Urbana formada por técnicos da área concursados, com uma porcentagem menor de cargos comissionadas, para que se dê andamento aos trabalhos e planejamento proposto, independentemente da política atual do município, ou seja, que trabalhe de forma continua e progressiva.

18.7 Programa de elaboração de Planos de Drenagem Municipal

A atual revisão do Plano de Saneamento contempla Manejo e Drenagem de Águas Pluviais, assim, já está sendo feito o diagnóstico e todo o planejamento com as ações necessárias para a operação do sistema.

Como o município não tem cadastro e levantamento topo batimétrico das sessões de drenagem, algumas analises são prejudicadas.

Assim, já foi estabelecida uma ação com a meta de execução do cadastro e levantamento topográfico.

Será complementado uma etapa posterior ao cadastro, visando elaborar o modelo de simulação hidrodinâmica com a simulação do sistema e identificação de áreas de risco de inundação e locais de extravasamento nos cenários de projeto para elaboração dos anteprojetos.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 18.1 Etapas e atividades mínimas a serem desenvolvidas na elaboração dos PDDr

Etapa	Atividade
Estudos Prévios	Apresentação de um Plano de Trabalho.
	Caracterização básica das bacias hidrográficas contempladas do Plano.
	Levantamento, análise e cadastro de informações básicas do sistema de drenagem existente.
Cadastro topográfico	Levantamento de campo para elaboração/complementação dos cadastros.
	Elaboração da cartografia das bacias a serem estudadas.
Definição de cenário e de verificação do sistema	Elaboração de cenários hidrológicos e de impermeabilização do solo.
	Estudos de chuvas intensas e cálculo de vazões de projeto.
	Montagem e ajuste de modelo de simulação hidrodinâmico.
	Simulação do sistema e identificação de áreas de risco de inundação e locais de extravasamento nos cenários de projeto.
Proposição e avaliação de alternativas de projeto	Concepção e proposição de medidas estruturais de melhoramento do sistema
	Análise multicritério das alternativas estruturais propostas.
	Consolidação de medidas de gestão e estruturação do setor de drenagem urbana.
	Participação pública.
Anteprojetos de engenharia	Elaboração dos anteprojetos de engenharia das alternativas escolhidas.
	Proposição de metodologias de análise ambiental do0s anteprojetos.
Plano de ações	Ficha técnica das medidas, contemplando a descrição, responsáveis (arranjo institucional), orçamento de implantação e origem do recurso e previsão financeira para operação e manutenção.
	Cronograma físico-financeiro de implantação do sistema.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

18.8. Levantamento de Custos para Ações

Foi elaborado um resumo da perspectiva de investimentos levantados de acordo com as medidas previstas pelo estudo de referência.

Tabela 18.2 Cronograma de investimentos necessários para implantação de obras e aquisição de equipamentos, bem como treinamentos de funcionários visando a melhoria do sistema de drenagem atual do município de Brodowski

Item	Atividades	Ano				
		até 2024	até 2028	até 2033	até 2038	até 2043
1	Sanar as insuficiências de microdrenagem	R$ 250.000,00				
2	Ter informações técnicas das infraestruturas instaladas para verificação hidráulica/hidrológica e tomada de decisão	R$ 500.000,00				
3	Ampliar o sistema de drenagem do Ponto Crítico 01	R$ 100.000,00				
4	Ampliar o sistema de drenagem do Ponto Crítico 01		R$ 811.477,09			
5	Regular as vazões críticas nos pontos à jusante da bacia 02	R$ 150.000,00				
6	Regular as vazões críticas nos pontos à jusante da bacia 02		R$ 1.500.000,00			
7	Interromper os processos erosivos do Córrego das Posses	R$ 150.000,00				
8	Interromper os processos erosivos do Córrego das Posses	R$2.000.000,00				
9	Implantar sistema de drenagem em área urbanizada		R$ 200.000,00			
10	Implantar sistema de drenagem em área urbanizada			R$ 2.000.000,00		
11	Interligar o sistema de drenagem da Bacia 08	R$ 60.000,00				
12	Interligar o sistema de drenagem da Bacia 08		R$ 146.947,78			
13	Realizar a captação das águas pluviais da subdivisão da Bacia 08	R$ 80.000,00				
14	Realizar a captação das águas pluviais da subdivisão da Bacia 08		R$ 400.000,00			
15	Avaliação do sistema de drenagem com simulação hidrodinâmica e elaboração de anteprojetos			R$ 500.000,00		
16	Definição do arranjo institucional e proposição dos mecanismos de sustentabilidade financeira do sistema de drenagem		R$ 339.673,65			
17	Programa de monitoramento hidráulico-hidrológico, previsão, alerta e resposta		R$ 1.500.000,00			
18	Programa de educação ambiental com campanhas para conscientização de melhorias nas condições da drenagem urbana	R$ 175.000,00	R$ 350.000,00	R$ 525.000,00	R$700.000,00	R$875.000,00
19	Programa de medidas de fiscalização e controle			R$ 400.000,00		
TOTAL		R$3.465.000,00	R$ 5.248.098,52	R$ 3.425.000,00	R$700.000,00	R$875.000,00
TOTAL GERAL		**R$**			**13.713.098,52**	

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

18.9. Resumo das intervenções no sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas

Foram compilados todos os pontos críticos e ações necessárias para adequação e intervenção no sistema de drenagem de águas pluviais de Brodowski, considerando o diagnóstico e pontos observados, bem como estudos e planos existentes.

Na tabela é apresentado o plano de ação para o setor de drenagem e manejo das água pluviais do município de Brodowski, com as metas, custos estimados e período de execução.

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 18.3. Plano de ação com investimentos necessários, metas, custos estimados e período de execução para o sistema de drenagem do município de Brodowski (continua...)

PLANO DE AÇÃO											
Tipo	**Meta**	**Ação**	**Diretrizes**	**Estratégias**	**Custo Estimado**	**Responsáveis/ Verba**	**Imediato (0 a 2 anos)**	**03 a 05 anos**	**06 a 10 anos**	**11 a 15 anos**	**16 a 20 anos**
Microdrenagem	Sanar as insuficiências de microdrenagem	Elaboração de estudo com levantamento topográfico das infraestruturas instaladas nas bacias de contribuição de cada ponto de alagamento para verificação da capacidade instalada versus as chuvas de projeto	Contratação de empresa especializada para estudo das insuficiências do sistema de microdrenagem nos pontos de alagamento	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação do estudo	R$ 250.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
Microdrenagem	Ter informações técnicas das infraestruturas instaladas para verificação hidráulica/hidrológica e tomada de decisão	Elaboração do cadastro técnico das redes de microdrenagem com levantamento topográfico e capacitar técnicos municipais e profissionais atuantes em drenagem para estudos e análises	Contratação de empresa especializada para cadastro técnico das infraestruturas de drenagem com treinamento da equipe da Prefeitura	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação do Projeto	R$ 500.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
Macrodrenagem Ponto crítico 01	Ampliar o sistema de drenagem do Ponto Crítico 01	Elaboração de Projeto para ampliação do sistema de drenagem nos pontos em que foram observados alagamentos	Contratação de empresa especializada para elaboração do projeto executivo	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação do Projeto	R$ 100.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
	Ampliar o sistema de drenagem do Ponto Crítico 01	Contratação de obra para ampliação do sistema de drenagem nos pontos em que foram observados alagamentos, conforme projeto executivo	Contratação de empresa especializada para execução das obras	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação das obras	R$ 811.477,09	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
Macrodrenagem Ponto crítico 02	Regular as vazões críticas nos pontos à jusante da bacia 02	Elaboração de Projeto para regular as vazões críticas nos pontos em que foram observados alagamentos	Contratação de empresa especializada para elaboração do projeto executivo	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação do Projeto	R$ 150.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
	Regular as vazões críticas nos pontos à jusante da bacia 02	Contratação de obra para regular as vazões críticas nos pontos em que foram observados alagamentos, conforme projeto executivo	Contratação de empresa especializada para execução das obras	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação das obras	R$ 1.500.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
	Interromper os processos erosivos do Córrego das Posses	Elaboração de Projeto para interromper os processos erosivos do Córrego das Posses	Contratação de empresa especializada para elaboração do projeto executivo	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação do Projeto	R$ 150.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
	Interromper os processos erosivos do Córrego das Posses	Contratação de obra para interromper os processos erosivos do Córrego das Posses, conforme projeto executivo	Contratação de empresa especializada para execução das obras	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação das obras	R$ 2.000.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					

Tabela 18.3. Plano de ação com investimentos necessários, metas, custos estimados e período de execução para o sistema de drenagem do município de Brodowski (continua...)

PLANO DE AÇÃO											
Tipo	**Meta**	**Ação**	**Diretrizes**	**Estratégias**	**Custo Estimado**	**Responsáveis/ Verba**	**Imediato (0 a 2 anos)**	**03 a 05 anos**	**06 a 10 anos**	**11 a 15 anos**	**16 a 20 anos**
Microdrenagem e Macrodrenagem Ponto crítico 03	Implantar sistema de drenagem em área urbanizada	Elaboração de Projeto de drenagem para atender área urbanizada	Contratação de empresa especializada para elaboração do projeto executivo	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação do Projeto	R$ 200.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
	Implantar sistema de drenagem em área urbanizada	Contratação de obra para implantar a drenagem em área urbanizada, conforme projeto executivo	Contratação de empresa especializada para execução das obras	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação das obras	R$ 2.000.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
Macrodrenagem Ponto crítico 04	Interligar o sistema de drenagem da Bacia 08	Elaboração de Projeto para interligar os sistemas de drenagem da Bacia 08	Contratação de empresa especializada para elaboração do projeto executivo	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação do Projeto	R$ 60.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
	Interligar o sistema de drenagem da Bacia 08	Contratação de obra para interligar os sistemas de drenagem da Bacia 08, conforme projeto executivo	Contratação de empresa especializada para execução das obras	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação das obras	R$ 146.947,78	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
	Realizar a captação das águas pluviais da subdivisão da Bacia 08	Elaboração de Projeto para captação e escoamento pluvial de toda extensão da subdivisão da Bacia 08	Contratação de empresa especializada para elaboração do projeto executivo	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação do Projeto	R$ 80.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
	Realizar a captação das águas pluviais da subdivisão da Bacia 08	Contratação de obra para captação e escoamento pluvial de toda extensão da subdivisão da Bacia 08, conforme projeto executivo	Contratação de empresa especializada para execução das obras	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação das obras	R$ 400.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
Microdrenagem e Macrodrenagem	Avaliação do sistema de drenagem com simulação hidrodinâmica e elaboração de anteprojetos	Elaboração do modelo de simulação hidrodinâmica para simulação de todo o sistema (microdrenagem e macrodrenagem) com identificação de áreas de risco de inundação e locais de extravasamento nos cenários de projeto para elaboração dos anteprojetos de engenharia das alternativas escolhidas e plano de ação	Contratação de empresa especializada para simulação das infraestruturas de drenagem, elaboração de anteprojeto e plano de ação	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação do Projeto	R$ 500.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

Tabela 18.3. Plano de ação com investimentos necessários, metas, custos estimados e período de execução para o sistema de drenagem do município de Brodowski (continuação)

PLANO DE AÇÃO											
Tipo	**Meta**	**Ação**	**Diretrizes**	**Estratégias**	**Custo Estimado**	**Responsáveis/ Verba**	**Imediato (0 a 2 anos)**	**03 a 05 anos**	**06 a 10 anos**	**11 a 15 anos**	**16 a 20 anos**
Microdrenagem e Macrodrenagem	Programa de estruturação do setor de drenagem urbana	Criação de um Comitê de Drenagem Urbana	Formação de um Comitê de Drenagem Urbana formado por técnicos com cargos de carreira e uma porcentagem de cargos comissionados para discussão das ações e planejamento contínuo e progressivo da área de drenagem urbana	Determinação em ata e portaria de nomeação um Comitê de Drenagem Urbana para encontros mensais de discussão de ações e planejamento do setor	Sem custo	Prefeitura de Brodowski					
Macrodrenagem		Definição do arranjo institucional e proposição dos mecanismos de sustentabilidade financeira do sistema de drenagem	Contratação de empresa especializada para estudos	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação do estudo	R$ 339.673,65	Prefeitura de Brodowski					
Macrodrenagem	Programa de monitoramento hidráulico-hidrológico, previsão, alerta e resposta	Implantação de programa de monitoramento hidráulico-hidrológico, previsão, alerta e resposta	Aquisição e instalação de estações de monitoramento fluviométrico com telemetria	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação dos serviços	R$ 1.500.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					
Microdrenagem e Macrodrenagem	Programa de educação ambiental	Informar à população sobre coleta de resíduos, reciclagem e drenagem	Realização de materiais educativos, campanhas, divulgações e treinamentos	A Prefeitura irá fazer com equipe técnica própria	Sem custo	Prefeitura de Brodowski					
Microdrenagem e Macrodrenagem	Programa de medidas de fiscalização e controle	Propor zoneamento de planície de inundação para fins de conservação e detenção hidráulica em áreas de risco	Contratação de estudo de viabilidade técnica e ambiental de cada uma das áreas para fins de conservação e detenção hidráulica	A Prefeitura irá realizar processo licitatório para contratação do estudo	R$ 400.000,00	Prefeitura de Brodowski/ Governo Estadual - Federal					

novaes ENGENHARIA SUSTENTÁVEL
16 98134.0993 | 16 3419.0906
adm@novaes.eng.br | comercial@novaes.eng.br
engenharia@novaes.eng.br | Rua São Joaquim, 550
São Carlos/SP | www.novaes.eng.br

19. AGÊNCIA REGULADORA

De acordo com a Lei nº 11.445/2007, o plano deverá se submeter à função reguladora, para observar o cumprimento das metas nele estabelecidas.

A regulação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser delegada pelos titulares a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do Estado, explicitando, no ato de delegação da regulação, a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas. A função reguladora deve ser exercida por entidade embasada nos princípios da independência, autonomia (financeira e administrativa), transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões.

A entidade reguladora deve cumprir os objetivos de estabelecer padrões e normas para prestação dos serviços, garantir o cumprimento das metas estabelecidas, prevenir e reprimir o abuso do poder econômico e definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade. As atribuições da entidade reguladora estão perfeitamente definidas na Lei citada.