

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

PRODUTO VIII – VERSÃO PRELIMINAR



Município de Nilópolis – RJ



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

www.liderengenharia.eng.br
contato@liderengenharia.eng.br



PREFEITURA MUNICIPAL DE NILÓPOLIS - RJ

**ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO
MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS**

VERSÃO PRELIMINAR

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

ABRAÃO DAVID NETO
PREFEITO MUNICIPAL



EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA



EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES – LTDA ME

CNPJ: 23.146.943/0001-22

Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 303.

CEP 14.020-250 – Ribeirão Preto/SP

www.liderengenharia.eng.br



EQUIPE TÉCNICA

Robson Ricardo Resende

Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA – SC 99639-2

Osmani Vicente Jr.

Arquiteto e Urbanista
CAU A23196-7
Especialista em Gestão Ambiental para Municípios

Juliano Mauricio da Silva

Engenheiro Civil
CREA/PR 117165-D

Carmen Cecília Marques Minardi

Economista
CORECON SP 36677

Daniel Ferreira de Castro Furtado

Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 118987-6

Paulo Guilherme Fuchs

Administrador
CRA/SC 21705

Paula Evaristo dos Reis de Barros

Advogada
OAB/MG 107.935

Carolina Bavia Ferrucio Bandolin

Assistente Social
CRESS/PR 10.952

Juliano Yamada Rovigati

Geólogo
CREA/PR 109.137/D

Guilherme Ribeiro Nogueira

Engenheiro Ambiental
CREA/SP 5070630877

Lays de Oliveira Fonseca

Engenheira Agrimensora e Cartógrafa

Rafael Remoto Menezes

Engenheiro Ambiental



EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

Eduardo Luiz Rocha

Subsecretário de Serviços Públicos



SUMÁRIO

SUMÁRIO	6
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE GRÁFICOS	17
APRESENTAÇÃO	18
INTRODUÇÃO	19
1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	20
1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso	20
1.2. Histórico.....	25
1.3. Aspectos Ambientais	26
1.3.1. Clima	26
1.3.2. Temperatura.....	28
1.3.2.1. Precipitação	29
1.3.2.2. Umidade relativa	30
1.3.3. Levantamento da Rede Hidrográfica do Município.....	31
1.3.4. Geologia.....	33
1.3.5. Geomorfologia.....	35
1.3.6. Declividade.....	37
1.3.7. Solo	40
1.3.8. Vegetação	42
1.4. Aspectos Socioeconômicos.....	45
1.4.1. Densidade Demográfica.....	45
1.4.2. Distribuição Etária por gênero	45
1.4.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM.....	46
1.4.4. Educação	48
1.4.5. Saúde.....	49
1.4.6. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida ..	50
1.5. Economia.....	52
1.5.1. Produto Interno Bruto (PIB).....	53
1.5.2. Renda.....	54



1.5.3. Vulnerabilidade Social.....	55
2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO.....	57
2.1. Sistema de Abastecimento de Água.....	58
2.1.1. Identificação de Mananciais para Abastecimento Futuro	58
2.1.1.1. Mananciais Superficiais	58
2.1.1.2. Mananciais Subterrâneos	59
2.1.2. Regulação de Uso dos Recursos Hídricos.....	61
2.1.2.1. Segurança Hídrica	63
2.1.3. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Água Atuais	64
2.1.4. Indicadores Operacionais.....	65
2.1.5. Panorama da Situação Atual dos Sistemas Existentes.....	67
2.1.5.1. Captação	67
2.1.5.2. Tratamento.....	70
2.1.5.3. Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica	78
2.1.5.4. Reservação e Distribuição	81
2.1.6. Balanço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de Água na Área de Planejamento	85
2.1.7. Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais	86
2.1.8. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Nilópolis	90
2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário	91
2.2.1. Características gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário	96
2.2.1.1. Estações de Tratamento de Esgoto – ETE.....	96
2.2.2. Corpo Hídrico Receptor.....	97
2.2.3. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Nilópolis	101
2.3. Sistema De Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.....	102
2.3.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	102
2.3.2. Caracterização das Sub-Bacias Hidrográficas	106
2.3.3. Caracterização das Microbacias Urbanas.....	108
2.3.3.1. Análise Morfométrica	110
2.3.3.2. Análise Linear	112
2.3.3.3. Análise Areal.....	113
2.3.3.4. Análise Hipsométrica	115



2.3.4. Estudos Hidrológicos.....	117
2.3.4.1. Índices Físicos	117
2.3.4.2. Permeabilidade dos Solos	118
2.3.4.3. Uso e Ocupação do Solo Urbano	118
2.3.4.4. Chuvas Intensas	122
2.3.4.5. Métodos para Vazão de Pico	124
2.3.5. Erosão.....	131
2.3.6. Indicadores de Drenagem	132
2.3.7. Sistemas de Macrodrenagem	132
2.3.8. Sistemas de Microdrenagem.....	134
2.3.9. Taxa de Drenagem.....	135
2.3.10. Dissipadores de Energia.....	144
2.3.11. Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	146
3. OFICINA DO DIAGNÓSTICO TÉCNICO	147
4. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO	159
4.1. Estudo Populacional.....	159
4.2. Sistema de Abastecimento de Água - SAA	167
4.2.1. Projeção de Demanda.....	167
4.2.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada	171
4.2.3. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Abastecimento de Água.....	173
4.2.4. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o Sistema de Abastecimento de Água - SAA.....	179
4.2.4.1. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Urbana	180
4.2.5. Análise Econômica.....	183
4.3. Sistema de Esgotamento Sanitário - SES	184
4.3.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto.....	184
4.3.2. Cargas de Concentração	186
4.3.2.1. Matéria Orgânica- Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ...	188
4.3.2.2. Coliformes Termotolerantes.....	190



4.3.3. Comparação das Alternativas de Tratamento dos Esgotos	191
4.3.3.1. Localização da Estação de Tratamento de Esgoto.....	193
4.3.4. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Esgotamento Sanitário.....	196
4.3.5. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SES.....	201
4.3.5.1. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário.....	202
4.3.6. Análise Econômica.....	205
4.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	206
4.4.1. Medidas Estruturais.....	206
4.4.1.1. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento	206
4.4.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção.....	208
4.4.1.3. Alargamento, Desassoreamento e Manutenção da Declividade dos Canais.....	210
4.4.1.4. Recuperação de Matas Ciliares e Área de Proteção Permanente – APP.....	212
4.4.1.5. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico	214
4.4.1.6. Caixas de Expansão	217
4.4.1.7. Diques.....	218
4.4.1.8. Pôlderes.....	219
4.4.1.9. Canais de Desvios	220
4.4.1.10. Diretrizes para o controle de Escoamento na Fonte.....	221
4.4.2. Medidas Não Estruturais	225
4.4.2.1. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de resíduos nos Corpos D'água.	225
4.4.2.2. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto	226
4.4.2.3. Regulamento do Uso da Terra.....	226
4.4.2.4. Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais.....	227
4.4.2.5. Educação Ambiental	229
4.4.2.6. Seguro Enchente	230
4.4.2.7. Sistemas de alerta e Previsão de inundações	232



4.4.2.8. Programa de Manutenção e Limpeza das estruturas de Microdrenagem	234
4.4.3. Objetivos, Programas, Projetos e Ações.....	236
4.4.3.1. Objetivo 1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município	237
4.4.3.2. Objetivo 2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana	239
4.4.3.3. Objetivo 3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana.....	242
4.4.3.4. Objetivo 4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte.....	245
4.4.3.5. Objetivo 5 - Implantação da Taxa de Drenagem.....	248
4.4.4. Análise Econômica.....	251
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	253

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização de Nilópolis.	22
Figura 2 - Mapa de Localização de Nilópolis em relação a Baixada Fluminense.	23
Figura 3 - Mapa de Acesso a Nilópolis - RJ.	24
Figura 4 - Nível de umidade do Município de Nilópolis.	30
Figura 5 – Região Hidrográfica V – Baía de Guanabara.	32
Figura 6 – Mapa geológico do Município de Nilópolis - RJ.....	34
Figura 7 – Mapa geomorfológico do Município de Nilópolis.	36
Figura 8 – Mapa de declividade do Município de Nilópolis.....	38
Figura 9 – Mapa de hipsometria do Município de Nilópolis.	39
Figura 10 – Mapa pedológico de Nilópolis.....	41
Figura 11 – Mapa de cobertura do solo do Município de Nilópolis.	44
Figura 12 – Posição do IDHM do município no Estado.	47
Figura 13 – Educação no município.	49
Figura 14 – Distribuição das pessoas por ocupação e categoria do emprego. 52	
Figura 15 – Setores que compõem a economia do Município de Nilópolis.	53
Figura 16 – Mapa de localização dos aquíferos no Estado do Rio de Janeiro. 61	
Figura 17 – Vista aérea da região de captação superficial da Estação de Tratamento de Águas do Guandu em Nova Iguaçu.	68
Figura 18 – Vista da Estação de Tratamento de Águas do Guandu em Nova Iguaçu.	71
Figura 19 – Classificação do acesso ao serviço de esgotamento sanitário.	91
Figura 20 – Disposição de esgotos domésticos diretamente no rio Pavuna na Rua Beira Rio esquina com a Rua Pracinha Wallace Paes Leme.	92
Figura 21 – ETE desativada no Município de Nilópolis.	93
Figura 22 – Vista aérea da ETE desativada em Nilópolis.	93
Figura 23 – Troncos Coletores e Redes de Esgotos do Sistema Sarapuí.	94
Figura 24 – Mapa de abrangência das bacias em relação as unidades de conservação.....	99
Figura 25 – Ilustração da área urbana de Nilópolis entre os Rios Sarapuí e Pavuna.....	100
Figura 26 – Mapa de hidrografia de Nilópolis.....	103

Figura 27 – Macrodrenagem recebendo esgoto na altura da ponte da Rua Marechal Deodoro, Bairro Nova Cidade.....	104
Figura 28 – Regiões Hidrográficas Brasileiras.	106
Figura 29 – Bacias Hidrográficas Federais do Rio de Janeiro.	107
Figura 30 – Mapa das Microbacias Urbanas.....	109
Figura 31 – Mapa de hierarquia fluvial.	109
Figura 32 – Mapa de direção do fluxo de drenagem.	111
Figura 33 - Mapa de Uso e Ocupação dos Solos.....	120
Figura 34 - Tabelas de Grupos de Solos e Uso e Ocupação.	127
Figura 35 - Solos e Uso e Ocupação CN.	127
Figura 36 - Mapa de Grupo de solo no método SCS.	128
Figura 37 - Macrodrenagem em Nilópolis.....	133
Figura 38 - Representação aérea do canal que deságua no Rio Sarapuí.....	134
Figura 39 - Dispositivo de drenagem.....	135
Figura 40 - Distribuição percentual de municípios com ou sem cobrança ou ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU.	137
Figura 41 - Distribuição percentual dos tipos de mecanismos de cobrança ou ônus indireto.....	138
Figura 42 - Oficina do Diagnóstico Técnico.....	152
Figura 43 - Lista de presença da Oficina de Diagnóstico.	153
Figura 44 - Apresentação utilizada no evento de mobilização.	154
Figura 45 - Exemplo de sistema e convencional.	192
Figura 46 - Exemplo de sistema descentralizado.....	192
Figura 47 - Exemplo de sistema de saneamento centralizado.	193
Figura 48 – Exemplo de assoreamento.....	208
Figura 49 - Exemplo de Reservatório Subterrâneo com Recreação.	210
Figura 50 - Exemplo de alargamento e desassoreamento.....	211
Figura 51 - Demonstração de faixas das APP de acordo com Código Florestal.	212
Figura 52 - Mapa com faixas de proteção da mata ciliar dos rios Sarapuí e Pavuna no Município de Nilópolis.	213
Figura 53 - Exemplo de corredores verdes.	215
Figura 54 - Seção típica de valas biorretenção.	216
Figura 55 - Exemplos de biovaletas.	216



Figura 56 - Exemplo de Biótopos.	217
Figura 57 - Exemplo de caixa de expansão.	218
Figura 58 - Diques.	219
Figura 59 - Exemplos de Pôlder.	220
Figura 60 - Exemplos de controles na fonte.	224
Figura 61 - Exemplos de reservatórios.	224
Figura 62 - Exemplo de Estação Fluviométrica Automática.	234



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.	37
Tabela 2 – Série histórica do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH.	46
Tabela 3 – IDHM nos componentes nos censos de 2000 e 2010 para o Município de Nilópolis – RJ.	48
Tabela 4 – Serviços de saúde oferecidos no município.	50
Tabela 5 – Estrutura etária da população do Município de Nilópolis.	51
Tabela 6 – Taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer no Município de Nilópolis.	51
Tabela 7 – Vulnerabilidade social do Município de Nilópolis.	56
Tabela 8 – Características físicas dos poços existentes em Nilópolis.	61
Tabela 9 – Sistema de indicadores do SNIS utilizados na avaliação dos serviços do SAA.	65
Tabela 11 – Parâmetros exigidos para análise de potabilidade da água de acordo com a Portaria nº05/2017 do Ministério da Saúde.	72
Tabela 11 – Padrão microbiológico de potabilidade da água.	73
Tabela 12 – Parâmetros básicos de qualidade de água para consumo humano.	75
Tabela 13 – Doenças de veiculação hídrica.	79
Tabela 14 – Internações hospitalares por doenças hídricas no Município de Nilópolis.	80
Tabela 15 – Comparação dos índices de perdas municipal, estadual e nacional.	84
Tabela 16 – Volume, faturado e produzido em Nilópolis.	85
Tabela 17 – Indicadores do sistema de abastecimento de água – SAA.	87
Tabela 18 – Comparativo de valores praticados.	88
Tabela 19 – Indicadores do sistema de esgotamento sanitário de Nilópolis. ...	94
Tabela 20 – Panorama da coleta e tratamento de esgotos.	95
Tabela 21 – Hierarquia do fluxo de drenagem computado.	110
Tabela 22 – Dados Morfométricos.	115
Tabela 23 – Tempo de Concentração para as diferentes bacias.	118
Tabela 24 – Classes de uso do solo utilizadas.	119



Tabela 25 - Sugestão dos Valores de Coeficiente de Run Off.	121
Tabela 26 - Variação Coeficiente de Run off.....	122
Tabela 27 - Coeficientes da equação da chuva.	123
Tabela 28 - Valores da Equação de intensidade da chuva.	124
Tabela 29 - Vazão de Pico Método SCS.....	130
Tabela 30 - População total do Município de Nilópolis.....	160
Tabela 31 - Projeção da população do município até o ano 2042.....	165
Tabela 32 - Demandas para o SAA.....	170
Tabela 33 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.....	174
Tabela 34 - Ações para emergências e contingências referentes abastecimento emergencial/temporário de água.....	176
Tabela 35 - Ações para emergências e contingências referentes abastecimento emergencial/temporário de água.....	178
Tabela 36 - Síntese do objetivo 1.....	181
Tabela 37 - Síntese dos totais dos valores estimados.	183
Tabela 38 - Valores atuais de água e esgoto em Nilópolis.	185
Tabela 39 - Projeção da geração de esgoto doméstico.	186
Tabela 40 - Valores de cargas orgânicas de DBO.	190
Tabela 41 - Valores de Coliformes Termotolerantes.	191
Tabela 42 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias.	197
Tabela 43 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.	198
Tabela 44 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis.	199
Tabela 45 - Ações de emergência e contingencia para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.....	200
Tabela 46 - Tabela Síntese do Objetivo 1.	203
Tabela 48 - Análise de Investimento de Esgotamento Sanitário.	205
Tabela 48 - Tabela Síntese do Objetivo 1.	238
Tabela 49 - Tabela Síntese do Objetivo 2.	240
Tabela 50 - Tabela Síntese do Objetivo 3.	243
Tabela 51 - Tabela Síntese do Objetivo 4.	246



Tabela 52 - Tabela Síntese do Objetivo 5.	249
Tabela 54 - Tabela Síntese dos Investimentos Necessários para o Setor 4. .	251



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Média de temperaturas em Nilópolis.	29
Gráfico 2 - Precipitação em Nilópolis.	30
Gráfico 3 – Produto Interno Bruto – PIB.	54
Gráfico 4 – Internações hospitalares por doenças hídricas no Município de Nilópolis.	80
Gráfico 5 - Evolução da população do Município de Nilópolis.	160
Gráfico 6 - Gráfico com Taxa de crescimento urbano.	161
Gráfico 7 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.	162
Gráfico 8 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Potencial.	162
Gráfico 9 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial.	163
Gráfico 10 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica.	163
Gráfico 11 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial.	164
Gráfico 12 - Despesas por prazo de execução.	183
Gráfico 13 - investimento no sistema de esgotamento sanitário.	205
Gráfico 14 - Despesas por Prazo de Execução.	252



APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde à elaboração da etapa da Versão Preliminar do Plano Municipal de Saneamento Básico de Nilópolis – RJ, referente ao contrato nº 011/2022. A elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, abrange o conjunto de serviços de infraestruturas e instalações dos setores de saneamento básico, que, por definição, engloba o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas.

O Plano de Saneamento Básico visa manter ou estabelecer um planejamento das ações de saneamento no município, atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico - Lei nº 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020, assim como as diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos - Lei Federal nº 12.305/2010, com vistas à melhoria da salubridade ambiental, à proteção dos recursos hídricos e à promoção da saúde pública.

Desta forma, o presente trabalho contém informações sobre as questões do abastecimento público de água, esgotamento sanitário e drenagem das águas pluviais urbanas do município.

INTRODUÇÃO

A necessidade da melhoria da qualidade de vida aliada às condições, nem sempre satisfatórias, de saúde ambiental e a importância de diversos recursos naturais para a manutenção da vida, resultam na necessidade de adotar uma política de saneamento básico adequada, considerando os princípios da universalidade, equidade, desenvolvimento sustentável, entre outros.

Para os municípios que não possuem um planejamento, ou uma análise integrada dos aspectos sociais, econômicos e ambientais, o resultado das ações se torna fragmentadas e ineficientes, conduzindo assim, para um desenvolvimento desequilibrado e com desperdício de recursos.

Somado a isto, a falta de saneamento ou adoção de soluções ineficientes trazem danos ao ambiente, como a poluição hídrica e a poluição do solo que, por consequência, influencia diretamente na saúde pública. Em contraposição, ações adequadas na área de saneamento reduzem significativamente os gastos com serviços de saúde.

Acompanhando a preocupação das diferentes escalas de governo com questões relacionadas ao saneamento, a Lei nº 11.445 de 2007 estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento, Lei nº 14.026 de 2020, que, através de suas metas, busca até o ano de 2033 a universalização dos serviços de saneamento básico, garantindo que 99% da população brasileira tenha acesso a água potável, enquanto que, 90% desta mesma população tenha acesso ao tratamento de esgotos.

Entendendo saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, a Lei condiciona a prestação dos serviços públicos destas áreas à existência do Plano de Saneamento Básico, o qual deve ser revisto em um prazo máximo de dez anos.

Diante das preocupações atuais apresentadas e das exigências legais referentes ao setor, este documento refere-se à elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB de Nilópolis, atendendo aos requisitos do município para sua elaboração.

1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A caracterização geral compreende um conjunto de informações pertinentes sobre a área de estudo, com um breve histórico do Município de Nilópolis, como sua localização, suas principais vias de acesso, os aspectos ambientais regionais e a situação socioeconômica onde são apresentados os aspectos demográficos juntamente com o índice de desenvolvimento humano municipal, os aspectos econômicos e a projeção populacional.

1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso

O Município de Nilópolis é uma cidade do Estado do Rio de Janeiro situado a trinta e três metros de altitude acima do nível do mar, nas coordenadas geográficas de latitude 22°48'31" a Sul e longitude 43°24'52" a Oeste de Greenwich. A cidade de Nilópolis está situada a trinta e quatro quilômetros de distância da capital do Estado Rio de Janeiro e a 915 km de distância da capital do país Brasília (IBGE, 2022).

A área territorial de Nilópolis corresponde a aproximadamente 19,39 km² e de acordo com o IBGE a população estimada no ano de 2021 é de 162.893 habitantes. Nesse sentido, a densidade demográfica é de 8.117,62 habitantes/km². Os habitantes nascidos no município possuem o gentílico de nilopolitano.

As cidades vizinhas que compõem a região são Mesquita, São João do Meriti, Belford Roxo, Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Queimados, Japeri, Seropédica, Niterói, São Gonçalo e Paracambi (IBGE, 2022).

A principal via de acesso a cidade de Nilópolis é a rodovia RJ-081, oficialmente nomeada de Rodovia Carlinhos do Tinguá, conhecida popularmente como Via Light, possuindo 10,6 km no total e 3,2 km de extensão no município. Essa rodovia é responsável por interligar as cidades da região metropolitana do Rio de Janeiro (DRE, 2022).

A Rodovia BR-016, popularmente conhecida como Rodovia Presidente Dutra ou Via Dutra, está localizada próximo aos limites do Município de Nilópolis, sendo uma rodovia de alta relevância, considerando que a mesma conecta as cidades de Rio de Janeiro e São Paulo. A Rodovia Presidente Dutra possui aproximadamente 400 km de extensão total, com seu início no Trevo das



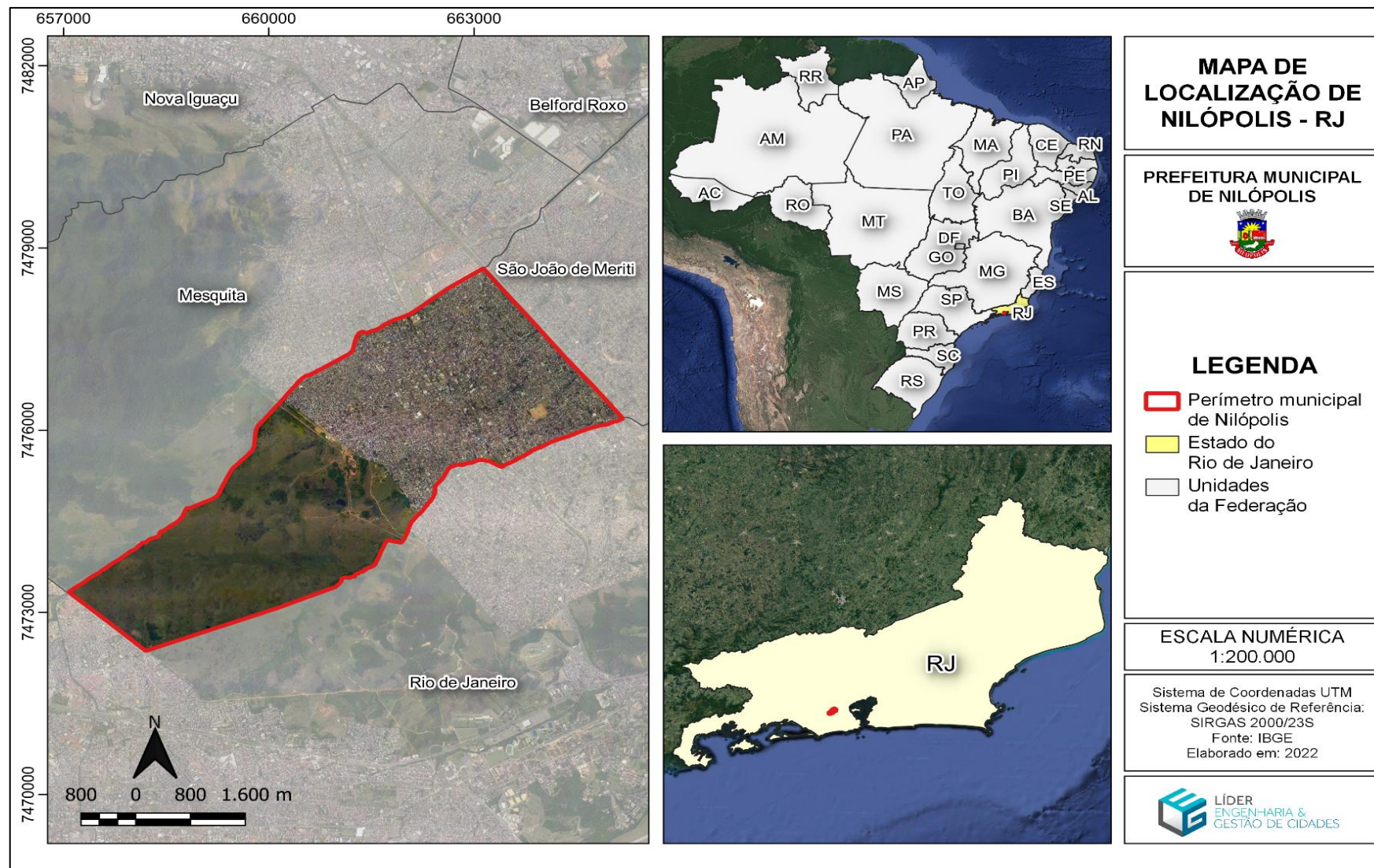
Margaridas na Capital Rio de Janeiro e com seu término na Ponte Presidente Dutra na Capital São Paulo.

A Avenida Brasil destaca-se por ser um importante acesso próximo ao Município de Nilópolis. Possui aproximadamente 58 km de extensão, onde parte dessa extensão compreende a BR - 101 e atravessa cerca de 26 bairros do Município do Rio de Janeiro, possuindo o título de avenida expressa mais relevante da Capital.

A Rodovia RJ – 071, tem o nome oficial de Via Expressa Presidente João Goulart e nome popular de Linha Vermelha, destaca-se entre as principais vias expressas da Capital Rio de Janeiro. Localiza-se próxima ao Município de Nilópolis e realiza a ligação entre os Municípios de São João do Meriti e Rio de Janeiro, além de abranger parte do Município de Duque de Caxias.

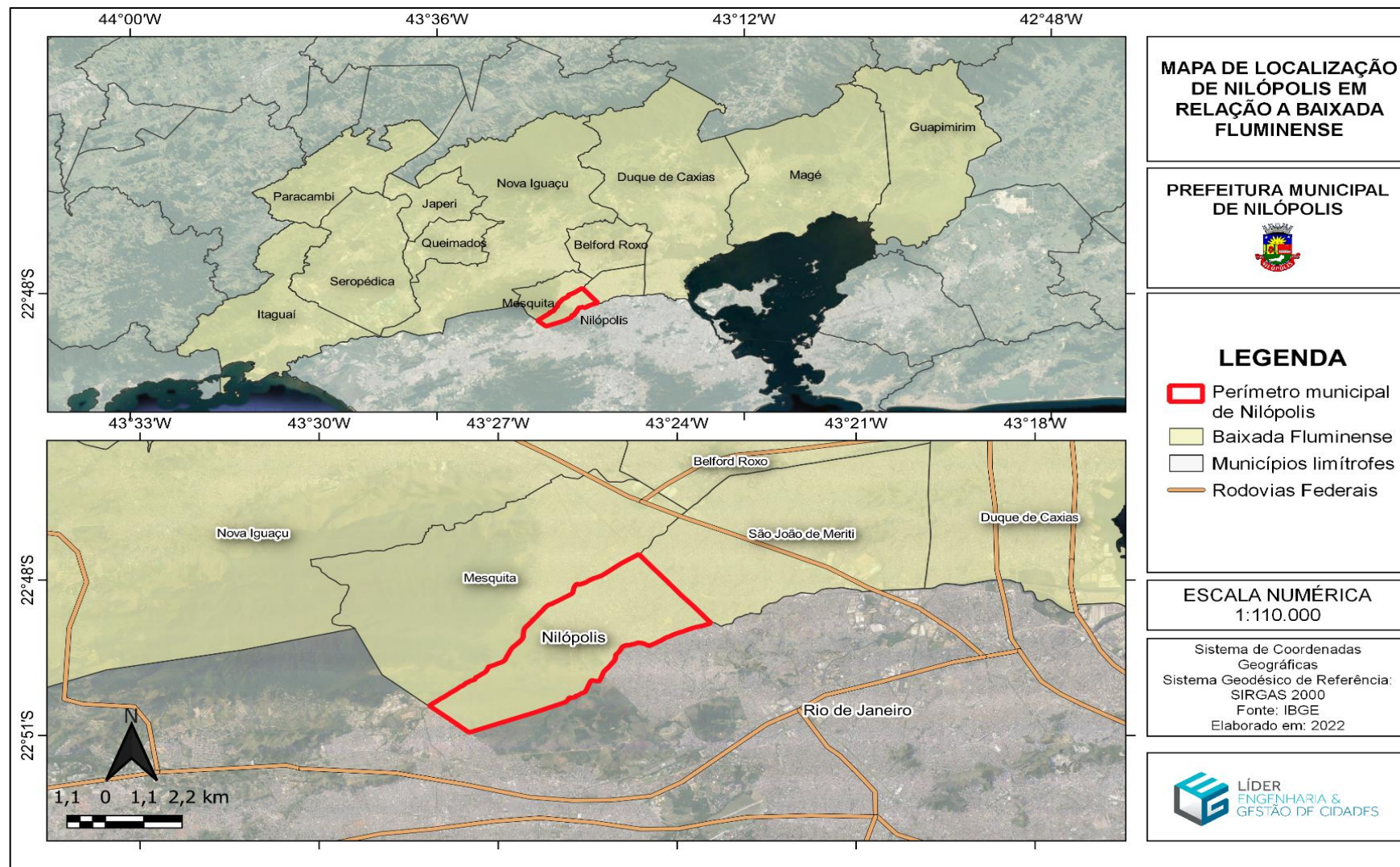
Quando a origem é a Capital São Paulo, o principal acesso é pela Rodovia Presidente Dutra (BR-116), que interliga as Capitais São Paulo e Rio de Janeiro, sendo esta segunda, limítrofe a Nilópolis. O acesso da Capital Rio de Janeiro ao Município de Nilópolis, ocorre pela Av. Pastor Martin Luther King JR. (RJ-083). A figura abaixo representa o mapa de localização e os principais acessos do Município de Nilópolis.

Figura 1 – Mapa de Localização de Nilópolis.



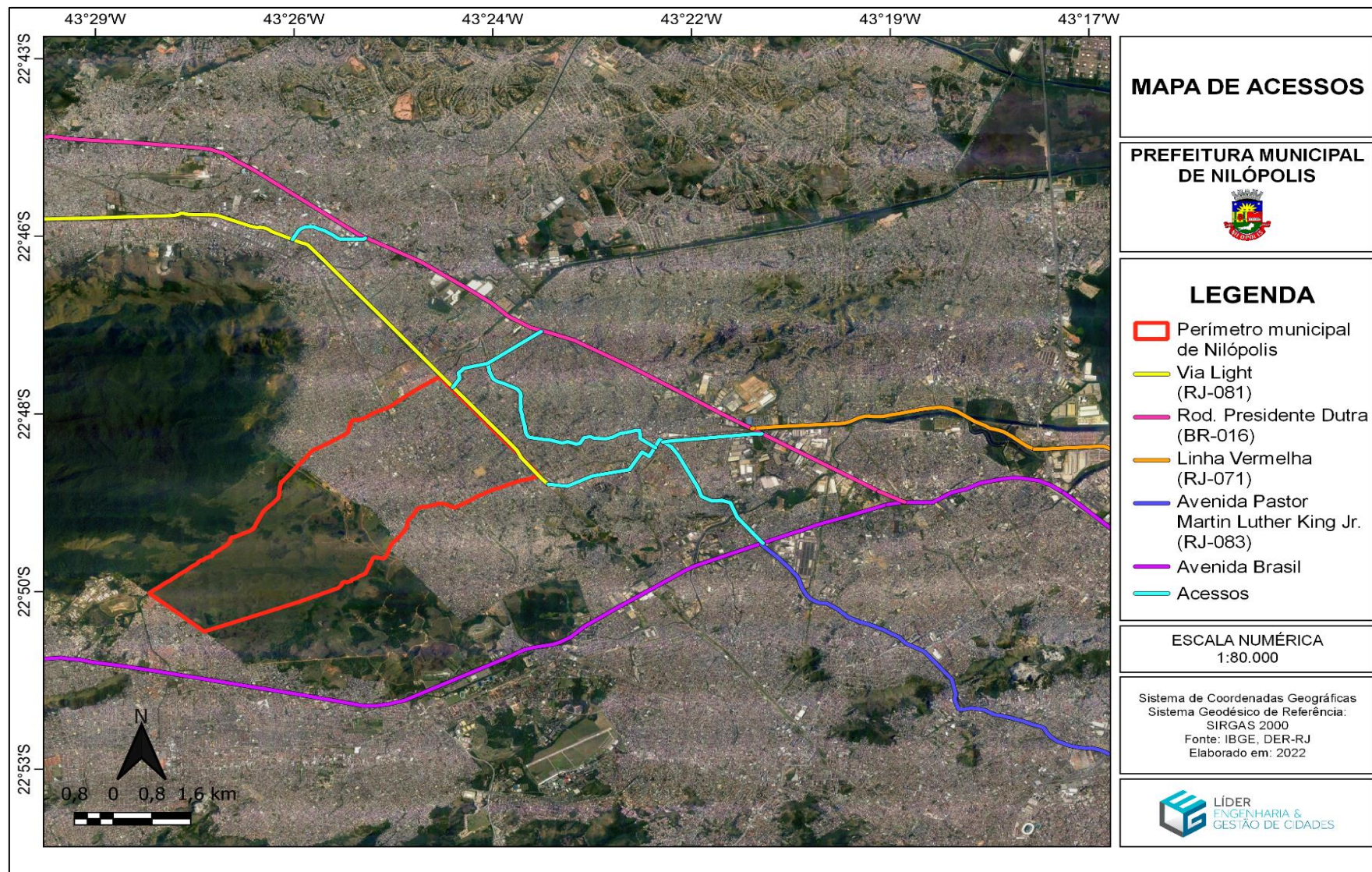
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 2 - Mapa de Localização de Nilópolis em relação a Baixada Fluminense.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 3 - Mapa de Acesso a Nilópolis - RJ.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.2. Histórico

A ocupação da região origina-se da época da divisão das antigas capitanias hereditárias, a qual carregava o nome de Capitania Hereditária de São Vicente, quando em 1568 uma parte do território foi doada pela Coroa Portuguesa a Braz Cubas. Essa antiga divisão territorial deu origem a atual região metropolitana do Rio de Janeiro, composta pelas cidades de Nilópolis, São João do Meriti, Belford Roxo, Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Queimados, Japeri, Seropédica, Niterói, São Gonçalo e Paracambi.

Nesta época, a região era território de aldeias indígenas, a qual registros históricos associam a aldeia de jacutinga, sendo esta aldeia em maior número de população na época, recebendo esse nome devido a presença de uma espécie de ave registrada na região.

Ao passar dos anos e com diversas divisões das sesmarias em posse de Braz Cubas que passou a receber o nome de São Matheus. João Álvares Pereira no ano de 1634 realizou a construção da Fazenda São Matheus, sendo esta fazenda a origem principal das seguintes delimitações territoriais que iriam dar origem aos limites da cidade de Nilópolis. Em 1637, ocorreu a construção da Capela São Matheus, sendo construída em razão do esforço dos índios da região que já se encontravam em escravidão.

Nesse sentido, ressalta-se sobre a importância econômica da Fazenda São Matheus e da Capela São Matheus, sendo estas duas construções responsáveis pelas primeiras diretrizes da formação da identidade cultural de Nilópolis.

Em 1858, ocorreu a construção da Estrada de Ferro Dom Pedro II, atual Central do Brasil, responsável por promover mudanças na estrutura agrária da região. A Fazenda São Matheus detentora de alta capacidade produtiva para a época, encerrou suas atividades no ano de 1888, após a abolição da escravatura no Brasil. Passados alguns anos, em 1914 foi inaugurada a parada de trem Engenheiro Neiva, que recebeu o nome de seu projetista. São Matheus ficou como distrito pertencente de Nova Iguaçu. A região manteve a toponímia de São Matheus entre 1637 até 1921, onde o nome foi alterado para a atual Nilópolis.

Desde então a região passou por diversas divisões territoriais e socioespaciais, com mudanças significativas de estrutura agrária-rural para

urbana-comercial. Partindo do ano de 1940 a cidade estava em intenso desenvolvimento e êxodo rural, com grandes loteamentos que rapidamente se esgotavam. Nesse sentido, ocorreu a emancipação da cidade de Nova Iguaçu no dia 20 de junho de 1947, sendo este ano que ocorreu a eleição para prefeitura da cidade, sendo eleito o primeiro prefeito João de Moraes Cardoso Junior, eleito com 2.269 votos.

Nesse sentido ocorreram diversas mudanças históricas nas questões políticas, ambientais, culturas e econômicas, sendo algumas destas mudanças a melhoria do acesso de Nilópolis as demais cidades da Baixada Fluminense (ALBUQUERQUE, 2017).

1.3. Aspectos Ambientais

1.3.1. Clima

A classificação climática é uma investida que visa reunir o maior número possível de fatores que possam caracterizar climas distintos em grupos separados, sendo alguns exemplos destas variáveis climatológicas a temperatura, precipitação, radiação e vento. É constituído por zonas como polar, temperada, tropical, subtropical e equatorial.

O sistema de classificação climática largamente utilizado em climatologia, ecologia e geografia é o sistema de classificação Köppen-Geiger, uma classificação geral introduzida pela primeira vez em 1900, onde Köppen se refere à classificação dos tipos de clima.

A classificação Köppen-Geiger relaciona o clima à vegetação com base em critérios numéricos que definem. Em alguns casos, essa taxonomia de classificação não inclui parâmetros que abrangesse diferentes regiões e biomas. Segundo Ayoade (1996), este primeiro modelo foi baseado nas zonas de vegetação do mapa de Alphonse de Candolle.

No entanto, o modelo foi revisto em 1918, visando considerar ainda mais a temperatura, a precipitação e suas particularidades sazonais. Portanto, cinco tipos principais de clima, indicados por letras maiúsculas, foram estabelecidos.

- A** - Climas tropicais chuvosos;
- B** - Climas secos;
- C** - Climas temperados chuvosos e moderadamente quentes;
- D** - Climas frios com neve-floresta;
- E** - Climas polares.

Sendo:

- A** - o mês mais frio tem temperatura média superior a 18°C. A precipitação pluvial é maior que a evapotranspiração anual, prejudicando a sobrevivência de algumas plantas tropicais;
- B** - a evapotranspiração média anual é maior do que a precipitação anual;
- C** - a temperatura média varia entre -3°C e 18°C no mês mais frio;
- D** - com temperatura média abaixo de -3°C o mês mais frio e temperatura média maior do que 10°C para o mês mais quente;
- E** - temperatura média menor do que 10°C para o mês mais moderadamente quente.

Seguido desta classificação, adicionou-se um grupo de climas de terras-altas, que ficou representado pela letra H. Esta classificação ainda passou a ter duas subdivisões. A primeira realizada pela distribuição sazonal de precipitação, como podemos visualizar abaixo:

- f** – úmido o ano todo (A, C, D);
- m** - de monção, breve estação seca com chuvas intensas durante o resto do ano (A);
- w** – chuva de verão (A, C, D);
- S** - estação seca de verão (B);
- W** - estação seca de inverno (B);

Após este entendimento sobre a classificação climática de Köppen-Geiger, é possível classificar o clima predominante de um município, pois, sabe-se que o clima de uma região é determinante para as atividades econômicas nela desenvolvidas.

No caso do Estado do Rio de Janeiro, este, é caracterizado por possuir clima bem diversificado em função da sua topografia acidentada, como morros, serras, vales e região de baixada. Especificamente para o Município de Nilópolis, localizado a uma altitude de trinta e três metros e pluviosidade média anual de 1290 mm, dentro da classificação de Köppen-Geiger, a região se encontra na divisão Aw – clima tropical com estação seca no inverno.

O mês de janeiro é o mês com maior precipitação anual e comumente totaliza-se com quatorze dias de chuva, com aproximadamente 234 mm. A estação seca se mantém entre os meses de maio e setembro, sendo o mês de maio com a precipitação em queda, enquanto que, no mês de setembro há um aumento significativo no regime de chuvas.

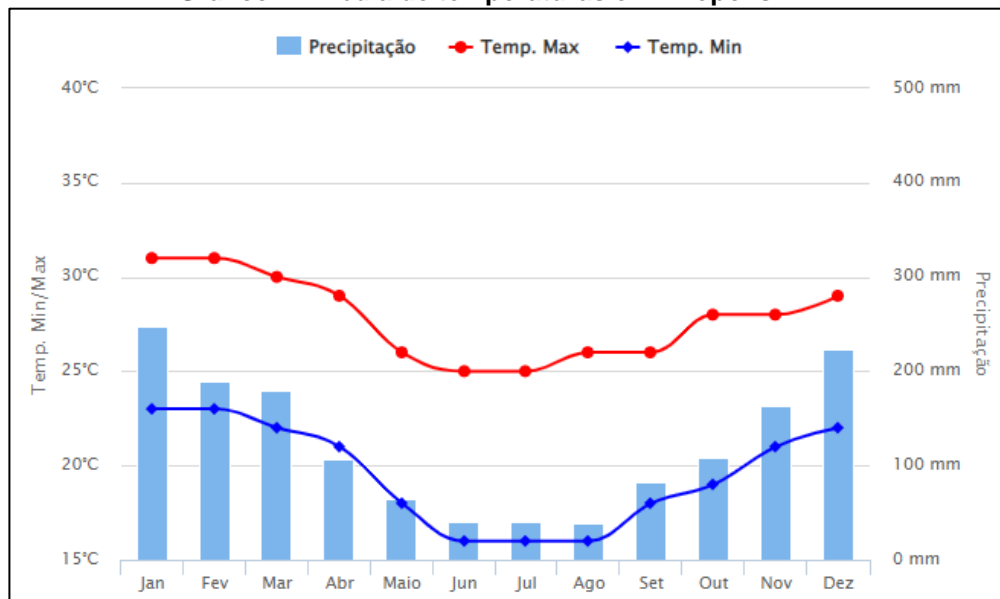
A porcentagem de umidade relativa do ar com maior valor, ocorre no mês de abril, sendo geralmente em 80%, enquanto que, a menor umidade ocorre geralmente no mês de setembro, com 73%. O mês com maior quantidade de horas de sol geralmente é o mês de fevereiro, com um aproximado de 9,5 horas de sol ao dia.

1.3.2. Temperatura

No Estado do Rio de Janeiro, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima recebe várias caracterizações, como já demonstrado anteriormente, com áreas quentes, áreas úmidas, semi-úmidas e secas, dependendo da região do estado. O verão é longo, com temperaturas elevadas e precipitações constantes, enquanto que, durante o inverno a temperatura é amena com o céu predominantemente sem nuvens.

A temperatura, umidade e a distribuição de chuvas apresentam variações de acordo com o relevo da região e com a proximidade do mar. No Município de Nilópolis a variação média das temperaturas são entorno de 16°C à 34°C durante todo o ano, sendo o mês que apresentou valores com as maiores temperaturas foi o mês de janeiro, enquanto que o mês com a menor temperatura registrada foi no mês de julho. Sendo assim, através do gráfico abaixo é possível observar estas variações de temperatura no município.

Gráfico 1 - Média de temperaturas em Nilópolis.



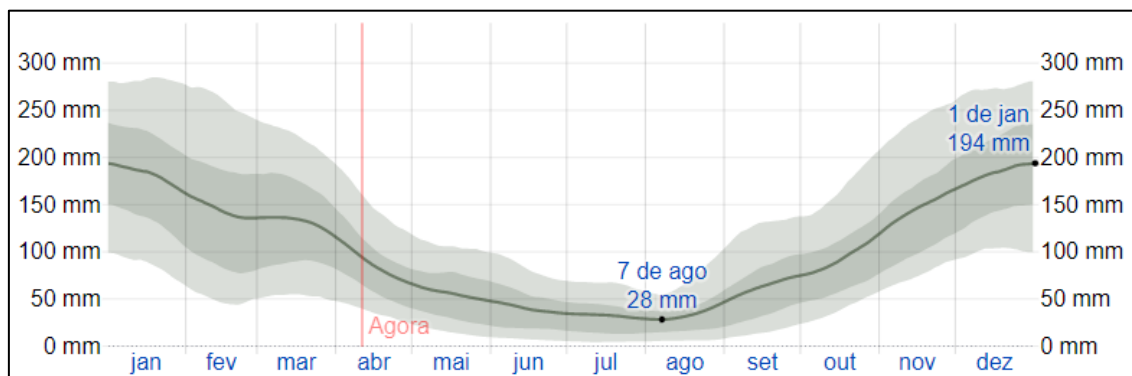
Fonte: CLIMATEMPO, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.2.1. Precipitação

A precipitação é um fenômeno que inclui a chuva, a neve, a neblina, o granizo, o orvalho ou outros fenômenos relacionados à queda de água no céu. A unidade de medida utilizada para calcular a quantidade ocorrida de precipitação em um determinado local é o mm/m². A cidade de Petrópolis localizada em região de serra no estado, possui a maior precipitação anual das cidades da região, com 2.263 mm. Enquanto que a precipitação média anual na divisa dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro ultrapassam os 1850 mm de chuva.

No Município de Nilópolis, a precipitação média anual é de 1.500 mm. A estação de maior precipitação dura 5,2 meses, variando de outubro a abril, com probabilidade acima de 40% de que um determinado dia tenha precipitação. O mês com maior número de dias com precipitação em Nilópolis são os meses de dezembro e janeiro, com média de 19,2 dias de chuvas, com pelo menos um milímetro de precipitação. A estação seca dura entre os meses de abril a setembro durando em média 5,8 meses. O mês com menor número de dias com precipitação em Nilópolis é o mês de julho apresentando média de 5,1 dias com pelo menos um milímetro de precipitação. Desta forma, a tabela abaixo mostra o índice de chuva média anual para o Município de Nilópolis.

Gráfico 2 - Precipitação em Nilópolis.



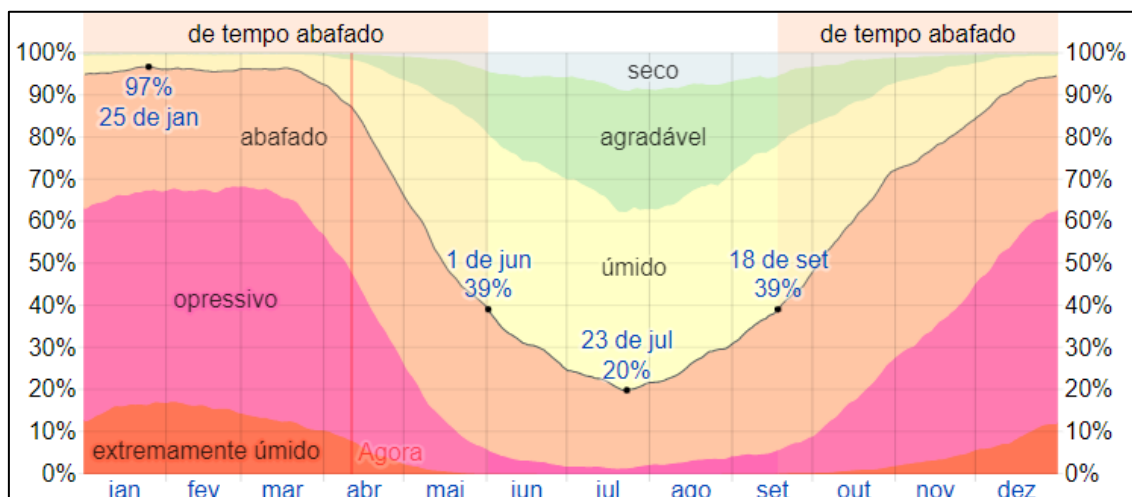
Fonte: Weatherspark. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.2.2. Umidade relativa

A umidade relativa é uma das formas de expressar o conteúdo de vapor existente na atmosfera. A presença de vapor d'água na atmosfera contribui para a diminuição da amplitude térmica, sendo a amplitude térmica a diferença entre a temperatura mínima e máxima registrada.

O Município de Nilópolis apresenta alta variação sazonal na sensação de umidade. Os meses considerados os mais abafados do ano são de setembro a junho, com duração de 8,5 meses com níveis de conforto variando entre abafado, opressivo ou extremamente úmido em pelo menos 39% do tempo. O mês que apresenta maior número de dias abafados é o mês de janeiro com 29,7 dias abafados ou considerados pior. Enquanto o mês com menor número de dias abafados ou pior é o mês de julho com 6,8 dias.

Figura 4 - Nível de umidade do Município de Nilópolis.



Fonte: Weatherspark. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.3. Levantamento da Rede Hidrográfica do Município

A rede hidrográfica do município é definida como bacia hidrográfica, sendo a bacia hidrográfica o conjunto de terras banhadas por um rio e seus afluentes, de forma que toda vazão seja descarregada através de um curso principal, limitada perifericamente por uma unidade topográfica mais elevada, denominada divisor de águas.

Neste sentido o Município de Nilópolis de acordo com Resolução nº 107/2013, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERHI-RJ, que divide as regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro, pertence a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, mais precisamente na RH-V, situada na Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara, juntamente com as demais cidades da região, totalizando em dezessete municípios pertencentes a mesma bacia, sendo estes, os municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti, Nilópolis, Maricá, Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Petrópolis, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro

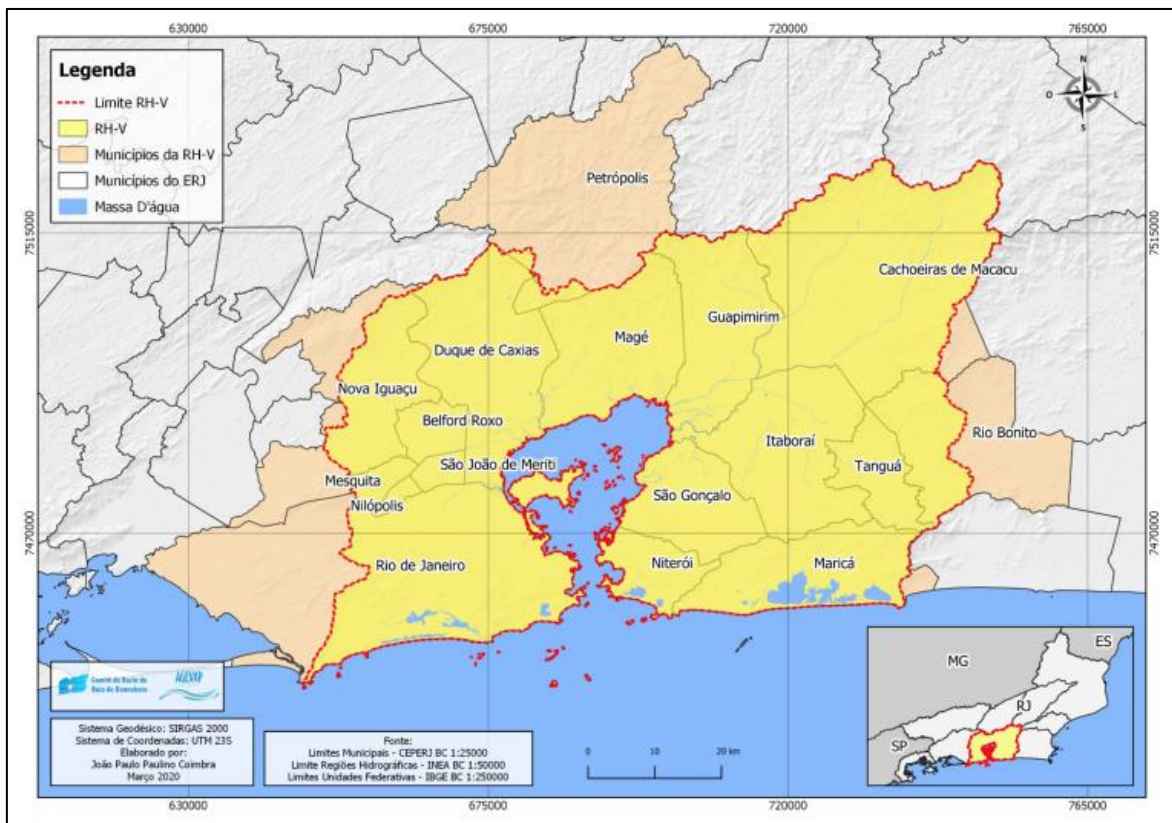
Sendo assim, a bacia hidrográfica da Baía de Guanabara teve seu comitê instituído pelo Decreto Estadual nº 38.260/2005, sendo iniciativa da sociedade civil regional e de usuários das águas fornecidas pelo rios que compõem a bacia, em posse da área total de 4.800 km². Devido à grande extensão territorial, o comitê é dividido em subcomitês para facilitar a gestão da área, ao todo são seis comitês, sendo: o subcomitê do Sistema Lagunar da Lagoa Rodrigo de Freitas, o subcomitê do Sistema Lagunar da Barra e Jacarepaguá, o subcomitê do Sistema Lagunar de Maricá-Guarapina, o subcomitê do Sistema Lagunar Itaipu-Piratininga, o subcomitê trecho leste e subcomitê trecho oeste, sendo este último o subcomitê de qual a cidade de Nilópolis faz parte.

Desta forma, o principal rio que compõe a região possui o nome de Rio Guandu, sendo este manancial o responsável por abastecimento em totalidade para a cidade de Nilópolis. Há o Rio Sarapuí e o Rio Pavuna, que delimitam o perímetro da área urbana. Segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara, foram estabelecidos os seguintes objetivos:

- Promover o gerenciamento descentralizado, participativo e integrado sem a perda de características qualitativas e quantitativas dos recursos hídricos;
- Apoiar a integração de ações de defesa contra eventos capazes de afetar o bem-estar humano e segurança pública;
- Identificar causas e efeitos de poluição, bem como o combate ao mesmo;
- Reconhecer a água como um bem de domínio público, limitado e de valor econômico, social e ambiental;
- Promover a maximização dos benefícios ambientais, econômicos e sociais.

Para uma melhor compreensão física da bacia hidrográfica em que está inserido o Município de Nilópolis, a figura abaixo mostra a região desta bacia, sendo está a Bacia Hidrográfica V - Baía de Guanabara, como já mencionado.

Figura 5 – Região Hidrográfica V – Baía de Guanabara.



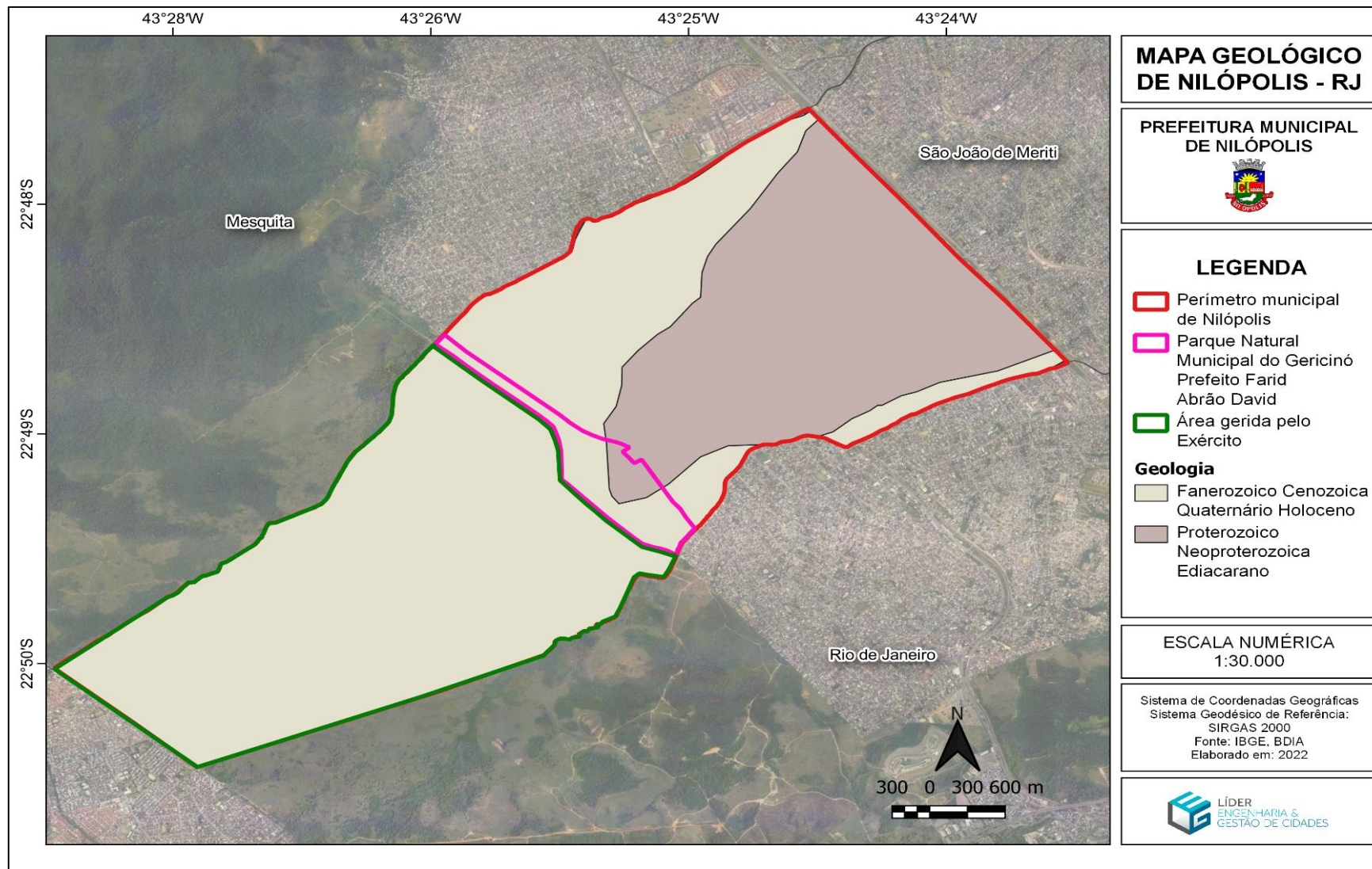
Fonte: Comitê Baía de Guanabara, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.4. Geologia

Para o Município de Nilópolis foi realizado o levantamento geológico na base de dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e do Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA, e analisadas as unidades geológicas que estão presentes no território do município. A geologia do Estado do Rio de Janeiro é composta na sua maioria por rochas metamórficas de alto grau com associação de corpos graníticos intrusivos, sendo parte de um sistema orogênico.

Dessa forma, identificou-se que a maior parte do local, cerca de 69,24%, pertence ao Depósito Fanerozoico Cenozoica Quaternário Holoceno, seguido de 30,76% do Depósito Proterozoico Neoproterozoica Ediacarano. Sendo assim, na figura a seguir tem-se tais posicionamentos geográficos.

Figura 6 – Mapa geológico do Município de Nilópolis - RJ.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.5. Geomorfologia

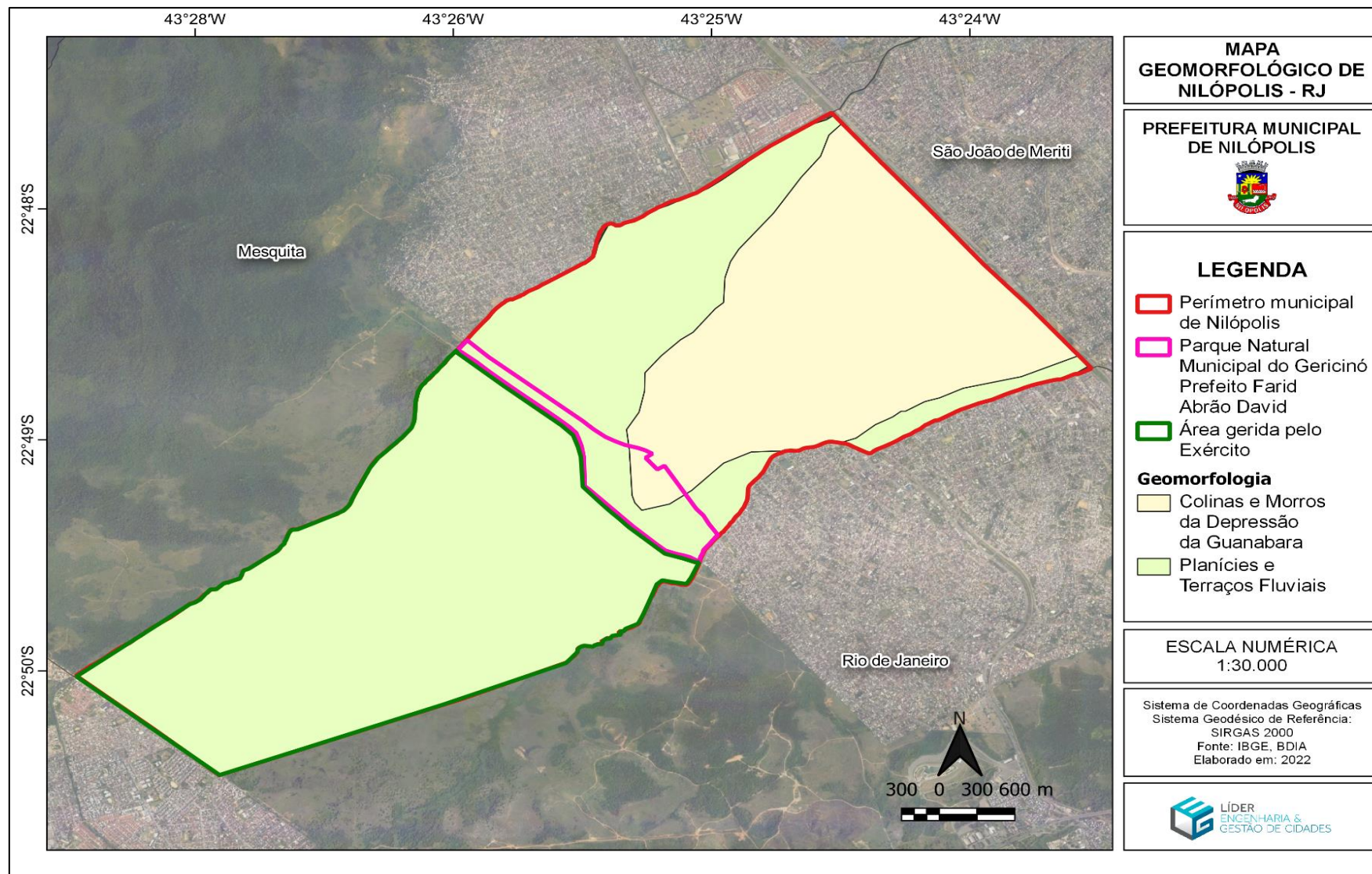
O relevo é o conjunto de saliências e reentrâncias que compõem a superfície terrestre. É um componente da litosfera relacionado com o conjunto rochoso subjacente e com os solos que o recobre.

No Brasil existem três unidades geomorfológicas principais, que são os Planaltos, as Planícies e as Depressões. O Estado do Rio de Janeiro é caracterizado pela presença de grandes extensões de planícies marinhas, que recebem o nome de baixadas, sendo estas, as responsáveis pela formação das bordas da costa marinha e estão localizadas em altitude próxima ao nível do mar, geralmente incorporadas as lagoas.

As baixadas geralmente possuem feições de formato arredondado e convexas, sendo estas correspondentes a morros e colinas isoladas, podendo atingir até 200 m de altitude. Ao longo da região costeira, há também os maciços costeiros que são elevações isoladas e paralelas capazes de atingir altitudes entre quinhentos e mil metros.

Contudo, a partir dos dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e do Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA, foi possível analisar as unidades geomorfológicas que pertencem ao Município de Nilópolis, sendo que, a grande maioria se caracteriza como Planícies e Terraços Pluviais e Colinas e Morros da Depressão de Guanabara. Sendo assim, na figura abaixo pode-se ver a geomorfologia completa do município.

Figura 7 – Mapa geomorfológico do Município de Nilópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.6. Declividade

Quanto ao declive do Município de Nilópolis, a tabela a seguir relaciona as classes de declividades com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

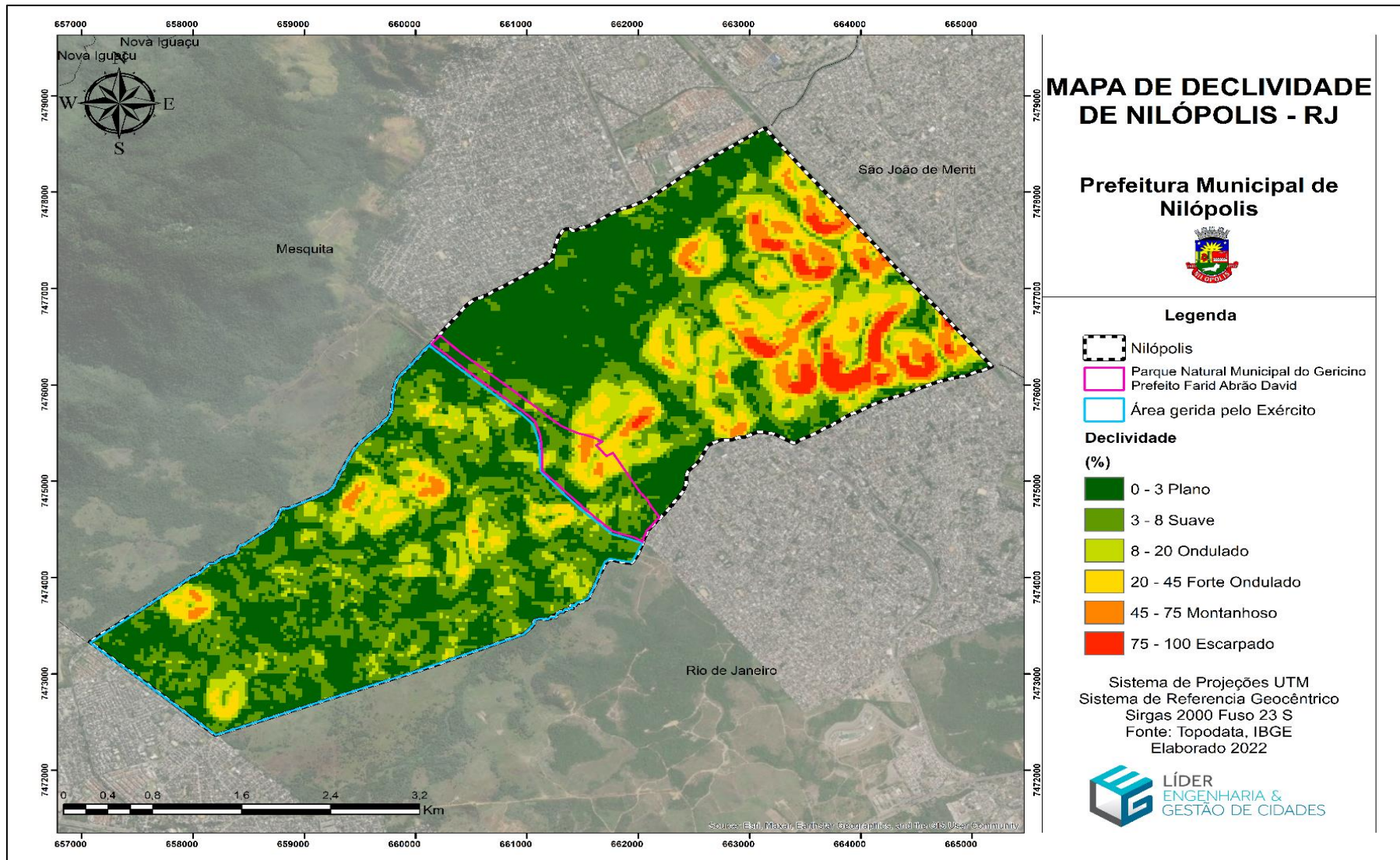
Tabela 1 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

Intervalos	Inclinações	Indicações para o planejamento
0 – 5%	2°51'	Áreas com muito baixa declividade. Restrições à ocupação por dificuldades no escoamento de águas superficiais e subterrâneas.
5 – 10%	2°51' – 5°42'	Áreas com baixa declividade. Dificuldades na instalação de infraestrutura subterrânea como redes de esgoto e canalizações pluviais.
10 – 20%	5°42' – 11°18'	Áreas com média declividade. Aptas à ocupação considerando-se as demais restrições como: espessura dos solos, profundidade do lençol freático, susceptibilidade a processos erosivos, adequabilidade a construções, etc.
20 – 30%	11°18' – 18°26'	Áreas com alta declividade. Restrições à ocupação sem critérios técnicos para arruamentos e implantação de infraestrutura em loteamentos
> 30%	> 18°26'	Áreas com muito alta declividade. Inaptas à ocupação face aos inúmeros problemas apresentados.

Fonte: Embrapa. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

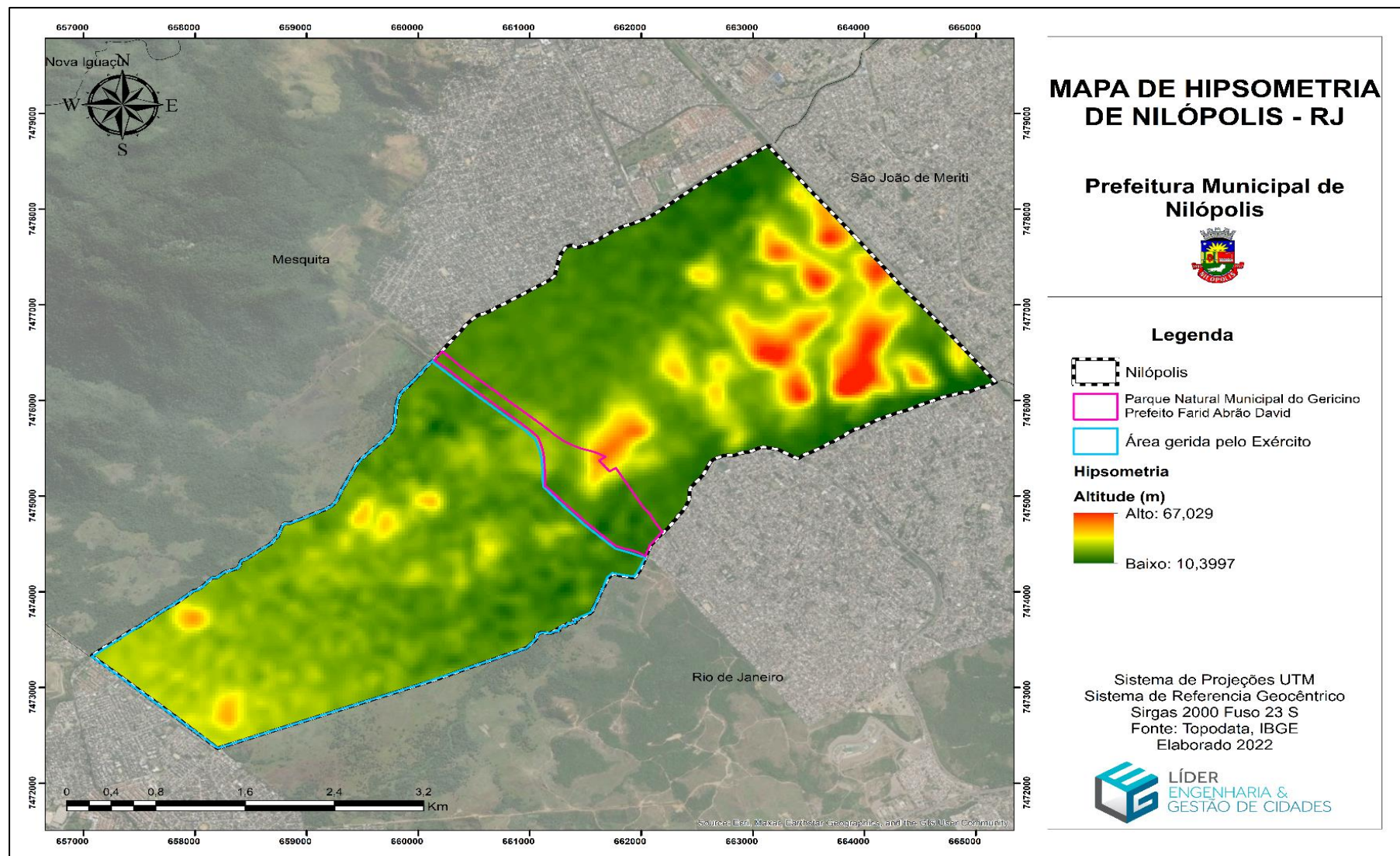
Analisando o quadro acima e as figuras abaixo contendo os mapas de declividade e hipsometria, verifica-se que Nilópolis possui áreas de poucas declividades e ondulações, com a maior parte da sua área municipal classificada como plana e suave, com características morfológicas regulares com pouca profundidade e textura grosseira. Sendo assim, as figuras abaixo mostram os níveis de declividade e altitude encontradas no município.

Figura 8 – Mapa de declividade do Município de Nilópolis.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2022.

Figura 9 – Mapa de hipsometria do Município de Nilópolis.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2022.

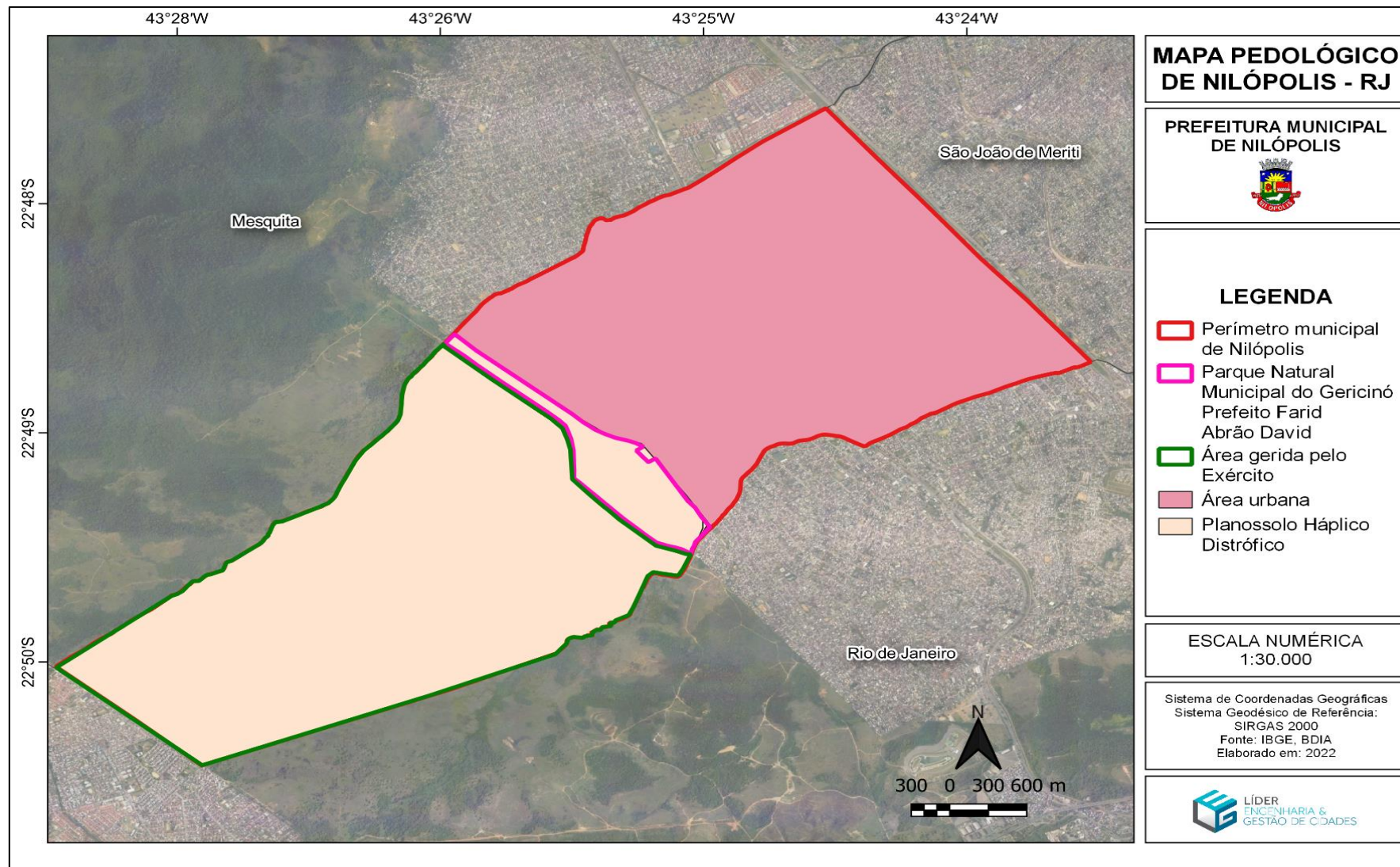
1.3.7. Solo

No Município de Nilópolis, de acordo com os dados obtidos com o Serviço Geológico do Brasil – CPRM e do Banco de Dados e Informações Ambientais – BdiA, há apenas a predominância do solo do tipo SXd – Planossolo Háplico Distrófico.

Os planossolos correspondem a solos com horizonte B textural, apresentando argila com atividade alta, saturação com sódio dentre 6% e 15% nos horizontes B/t ou C. Geralmente os horizontes superficiais apresentam alta umidade, sendo resultado da drenagem insuficiente. Devido a isso, em épocas chuvosas ocorre o encharcamento do solo e na época de seca apresentam ressecamento e formação de fendas.

Os solos caracterizados como planossolos são formados por material mineral e possuem horizontes A e E, seguidos de horizonte B plânico e apresentam limitações quanto a sua utilização, principalmente por serem solos adensados e suscetíveis a atividade erosiva. O conjunto de classificação planossolos háplicos distróficos apresentam solos com saturação por bases baixas na maior porção do horizonte B.

Figura 10 – Mapa pedológico de Nilópolis.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2022.

1.3.8. Vegetação

O Estado do Rio de Janeiro está inserido no Bioma Mata Atlântica, sendo este um dos biomas que apresentam alto grau de biodiversidade em nível mundial, integrando parte do grupo que reúne os 34 'hotspots' mundiais prioritários para conservação (MITTERMEIER et al., 2004). É o terceiro maior bioma brasileiro em extensão territorial com 1.360.000 km², quando comparado com o Bioma Amazônico (4.197.000 km²) e o Bioma Cerrado (2.000.000 km²) (LINHARES e GEWANDSZNAJDER, 1998; KLINK e MACHADO, 2005).

A Mata Atlântica é o Bioma detentor de grande número de espécies endêmicas de fauna e flora. Apresenta aproximadamente 20 mil espécies de flora, onde destas, 8 mil são espécies endêmicas. Em questão de flora, possui cerca de 990 espécies de avifauna, 270 espécies de mastofauna, 570 espécies de herpetofauna e 350 espécies de ictiofauna (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2002).

O Município de Nilópolis apresenta área urbana densa em termos de território. Nesse sentido, a cobertura vegetal fica restrita a área onde não ocorreu urbanização de fato, sendo as áreas correspondentes ao Parque Natural Municipal do Gericinó Prefeito Farid Abrão David e a área que é gerida pelo Exército.

O Parque Natural Municipal do Gericinó Prefeito Farid Abrão David situa-se no grupo de unidades de conservação de proteção integral, sendo este um grupo mais restrito em relação as atividades que podem ser desenvolvidas nos limites da unidade. O mesmo tem sua data de criação no ano de 2009, sendo um grande passo no Município de Nilópolis para garantir a preservação de suas áreas naturais.

A partir do mapa, é possível inferir sobre a situação da cobertura vegetal da área em questão. A maior parte da área é caracterizada pela abrangência das classes de Mosaico de Agricultura e Pastagem e as Pastagens. Outra classe que se encontra em evidencia é o Campo Alagado, sendo este formado pelos brejos e caxetais.

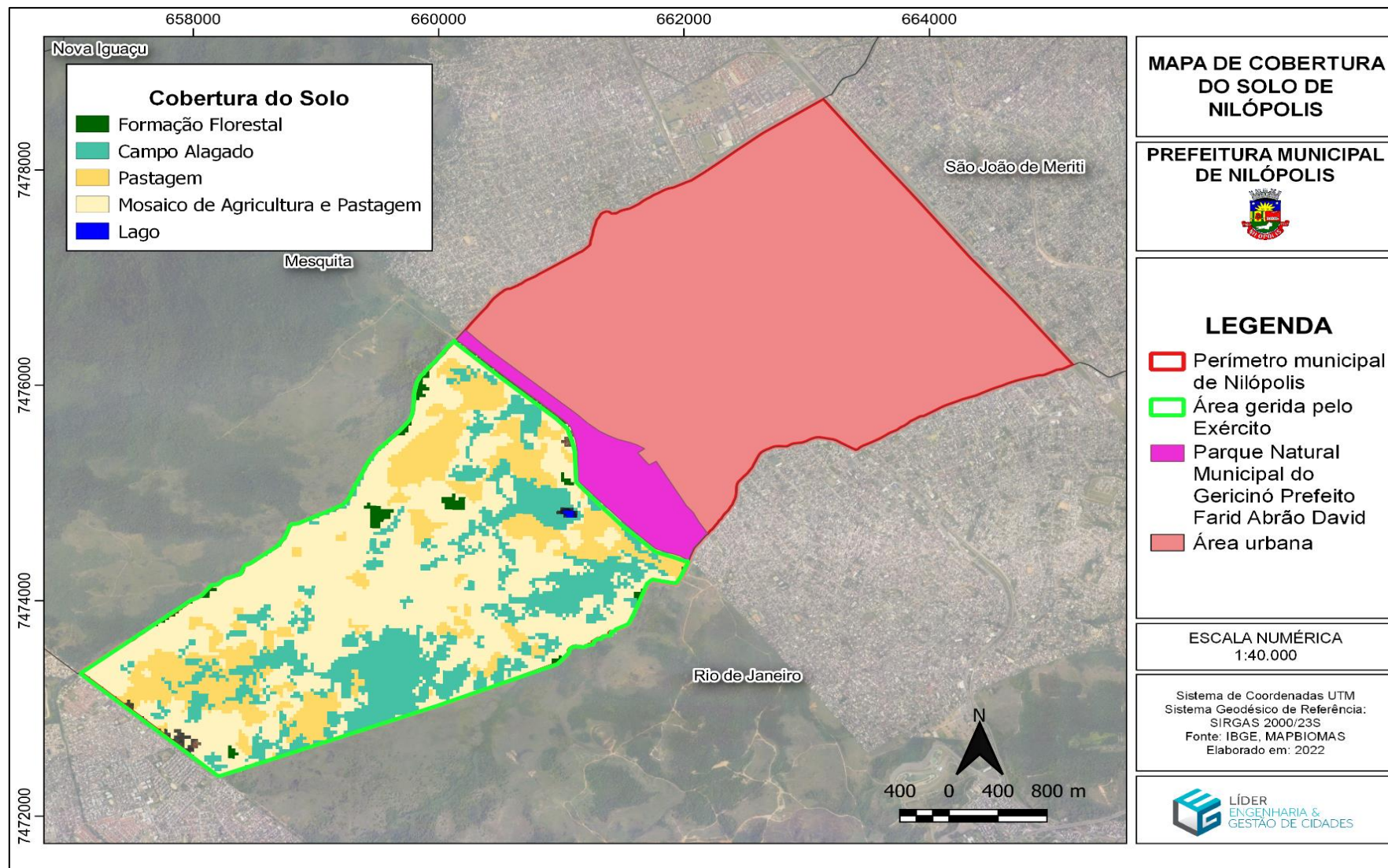
Os brejos correspondem as áreas com solos encharcados que possui maior ocorrência em áreas de baixadas que possuem acúmulo de água. Já os caxetais recebem esse nome em função da presença da espécie *Tabebuia*



cassinoides (Lam.) DC., popularmente conhecida como caxeta. Os caxetais ocorrem especificamente em áreas de solos encharcados (PRETTI, 2012). A classe de Formação Florestal encontra-se reduzida, disposta em poucos fragmentos florestais, de tamanhos, formatos e grau de isolamento distintos.

No mapa também foi identificado um lago situado na área gerida pelo Exército e próximo aos limites do Parque Natural Municipal do Gericinó Prefeito Farid Abrão David. Abaixo segue o mapa da representação da cobertura do solo.

Figura 11 – Mapa de cobertura do solo do Município de Nilópolis.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2022.

1.4. Aspectos Socioeconômicos

Neste capítulo serão analisados os principais indicadores socioeconômicos do Município de Nilópolis, com vista a compreender o processo de produção do espaço e a sua relação com a população e a economia do local, sendo:

- A caracterização demográfica;
- Os dados econômicos;
- Os indicadores de qualidade de vida.

1.4.1. Densidade Demográfica

Densidade demográfica, densidade populacional ou população relativa é a medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território, geralmente aplicada a seres humanos e expressa em habitantes por quilômetro quadrado.

Sendo assim, no Município de Nilópolis, de acordo com os dados referentes ao censo de 2010 disponibilizados pelo IBGE, a densidade demográfica é de 8.117,62 hab/Km², posicionando o município com a maior densidade demográfica do Brasil (IBGE CIDADES E ESTADOS, 2022). Ressalta-se, que o resultado da densidade demográfica permite que o município desenvolva políticas públicas para atender as necessidades sociais e econômicas de uma determinada população.

Este dado permite avaliar também os impactos causados ao ambiente pelo excesso de pessoas em um determinado local, monitorando desta forma, o desmatamento, a poluição de rios e córregos e a geração de resíduos.

1.4.2. Distribuição Etária por gênero

A composição por sexo da população de Nilópolis, focalizada segundo grupos etários, evidencia maior número de mulheres em relação aos homens, ainda que há pouca diferença entre eles. Sendo assim, na década de 2010, dos

158.288 habitantes de Nilópolis, 74.078 eram homens e 84.210 eram mulheres, representando 46,80% e 53,20% respectivamente.

Vale pontuar que a conformação etária constitui resultados dos efeitos combinados entre fecundidade, mortalidade e migração, gerando pressões de demanda diferenciadas sobre os serviços públicos de atendimento às necessidades básicas da população.

1.4.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM

O cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, possui a finalidade de caracterizar a qualidade do desenvolvimento do cidadão através do estudo de três indicadores, sendo eles: a longevidade, a renda e a educação.

Para efeito de comparação, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNDU, indica que o valor desse índice deve variar de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo a 1, melhor é a qualidade do desenvolvimento do indivíduo e, quanto mais próximo a 0, pior é o seu desenvolvimento.

Sendo assim, a tabela abaixo mostra a série histórica do IDHM do Estado do Rio de Janeiro e dos Municípios de Niterói e Nilópolis. O Município de Niterói consta na tabela abaixo por ser o melhor IDHM do estado, servindo assim, como modelo de comparação para Nilópolis.

Tabela 2 – Série histórica do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH.

ANO	IDH RIO DE JANEIRO	IDH NITERÓI	IDH NILÓPOLIS
1991	0,573	0,681	0,565
2000	0,664	0,771	0,656
2010	0,761	0,837	0,753

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Através da tabela acima percebe-se um aumento de 14,79% no IDHM do Município de Nilópolis em dez anos. De 0,656 no ano de 2000 para 0,753 no ano de 2010. Enquanto que o IDHM do Estado do Rio de Janeiro passou de 0,664 para 0,761 em dez anos, sendo neste período a evolução do índice em 14,61%.

Ao considerar as dimensões que compõem o IDHM, também entre 2000 e 2010, verifica-se que o IDHM Longevidade apresentou alteração de 12,85%, o IDHM Educação apresentou alteração 27,18% e IDHM Renda apresentou alteração 5,33%.

Em 2010, o IDHM do município ocupava a 488ª posição entre os 5.565 municípios brasileiros e a 9ª posição, juntamente com o Município de Mangaratiba, entre os municípios do Estado do Rio de Janeiro. Sendo assim, a figura abaixo ilustra o IDHM de Nilópolis.

Figura 12 – Posição do IDHM do município no Estado.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Na tabela abaixo é apresentado a evolução do IDHM de Nilópolis durante os censos realizados pelo IBGE nos anos de 2000 e 2010, nota-se o grande avanço de qualidade registrado pelo município com o IDHM aumentando de 0,656 para 0,753. Mostra-se também significância em cada setor individual com maior destaque para o IDHM referente a longevidade no município.

Tabela 3 – IDHM nos componentes nos censos de 2000 e 2010 para o Município de Nilópolis – RJ.

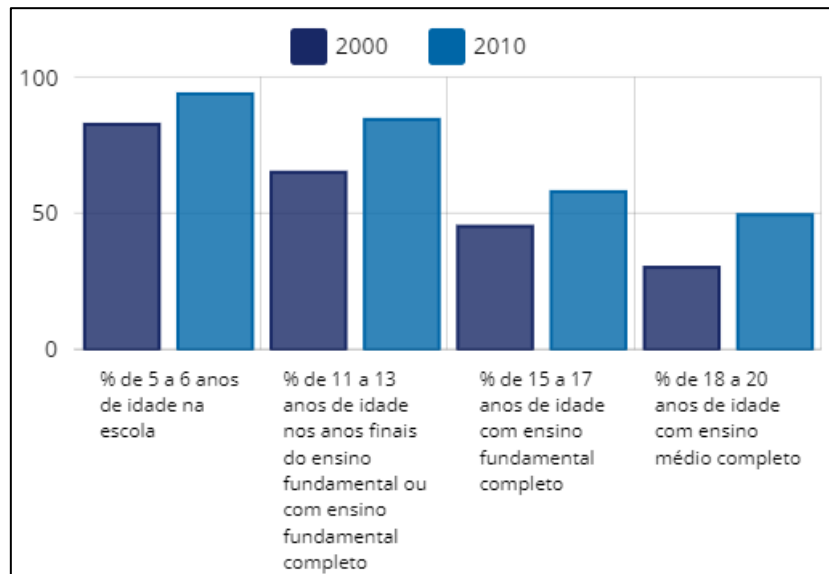
Indicadores	Ano	
	2000	2010
IDHM	0,656	0,753
IDHM Educação	0,563	0,716
% de 18 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo	56,76	71,47
% de 4 a 5 anos na escola	74,19	86,81
% de 11 a 13 anos de idade nos anos finais de ensino fundamental ou em ensino fundamental completo	65,32	84,72
% de 15 a 17 anos de idade com ensino fundamental completo	45,46	58,20
% de 18 a 20 anos de idade com ensino médio completo	30,41	49,76
IDHM Longevidade	0,724	0,817
Esperança de vida ao nascer	68,43	73,99
IDHM Renda	0,694	0,731
Renda per capita	599,00	755,26

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.4.4. Educação

O Município conta com escolas em todas as regiões, em virtude da intensa urbanização regional. Sendo assim, o município em 2021, contava com aproximadamente 26.034 matrículas entre o ensino médio e o ensino fundamental, 1.818 docentes, também entre os ensinos médio e fundamental e 100 escolas nas redes públicas e particulares. Sendo assim, a figura mostra o desenvolvimento das faixas etárias no município para 2000 e 2010.

Figura 13 – Educação no município.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.4.5. Saúde

O Município de Nilópolis possui dez Unidades Básicas de Saúde atualmente, além de dois hospitais públicos e três particulares, sendo estes, o Hospital Municipal Juscelino Kubitschek e o Hospital Estadual Vereador Melchiades Calazans, ambos da rede pública de saúde.

Enquanto que, os hospitais particulares são os hospitais, Domingos Lourenço, Hiberbarica Hospitalar e o Antônio Paulino. Em relação as Unidades Básicas de Saúde, abaixo segue a lista de postos de saúde em Nilópolis:

- Posto Médico Sanitário Nova Olinda;
- CIEP Professora Stella de Queiroz Pinheiro;
- Clínica da Família Dr. Jorge David;
- Unidade de Saúde da Família Cabuis;
- Posto da Chatuba;
- Unidade de Saúde da Família Manoel Reis;
- Posto Médico Sanitário Cabral;
- Sub Posto Paiol;
- Posto Médico Sanitário Nova Cidade;
- Posto de Saúde Novo Horizonte.
- Posto Médico Sanitário Cabral

- UPA Nilópolis
- Policlínica Central Do SUS
- Unidade De Saúde Da Família Cabuis
- CAPS II Espaço Vivo Nilópolis
- CIEP Silvestre David Da Silva

A tabela abaixo mostra o somatório de todos os serviços de saúde oferecidos pelo município, de acordo com informações do SUS.

Tabela 4 – Serviços de saúde oferecidos no município.

Tipo de estabelecimento	Públicos	Privados	Tipo de estabelecimento	Públicos	Privados
Unidades Básicas de Saúde	11	1	Unidades de serviço de apoio de diagnose e terapia	-	5
Clínicas especializadas	3	12	Unidades de pronto atendimento	1	-
Hospitais gerais	3	-	Unidades Móveis de Nível Pré-Hosp-Urgência/ Emergência	1	-
Hospitais especializados	-	-	Centros de Atenção Psicossocial	2	-

Fonte: Sistema Único de Saúde – SUS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.4.6. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida

A razão de dependência é o percentual da população com menos de quinze anos de idade e da população com sessenta e cinco anos de idade ou mais, classificados como população dependente em relação à população de quinze anos a sessenta e quatro anos, ou seja, a população potencialmente ativa.

Enquanto que a taxa de envelhecimento é a razão entre a população com sessenta e cinco anos de idade ou mais em relação a população total. Segundo as informações do IBGE, a razão de dependência total no município passou de 46,16%, em 2000, para 42,01% em 2010, e a proporção de idosos, de 7,28% para 8,97%. A tabela abaixo mostra a estrutura etária do município entre os anos de 2000 e 2010, segundo o IBGE.

Tabela 5 – Estrutura etária da população do Município de Nilópolis.

Estrutura etária	2000		2010	
	População	% do Total	População	% do Total
Menor de 15 anos	37.353	24,30	32.447	20,61
15 a 64 anos	105.170	68,42	110.854	70,42
65 anos ou mais	11.189	7,28	14.124	8,97
Razão de dependência	46,16	-	42,01	-
Taxa de envelhecimento	7,28	-	8,97	-

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em se tratando de taxa de mortalidade infantil, esta taxa é definida como o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos. No Município de Nilópolis, de acordo com o IBGE, o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos, passou de 21,70 por mil nascidos vivos em 2000 para 15,75 por mil nascidos vivos em 2010 no município.

No Estado do Rio de Janeiro esta taxa saiu de 21,21 para 14,15 óbitos por mil nascidos vivos no mesmo período. Já a esperança de vida ao nascer é o indicador utilizado para compor a dimensão Longevidade do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM. Esta variável no município era de 68,43 anos em 2000, e de 73,99 anos em 2010. No Estado do Rio de Janeiro a esperança de vida ao nascer era 69,42 anos em 2000, e de 75,10 anos em 2010. A tabela abaixo mostra a taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer no município.

Tabela 6 – Taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer no Município de Nilópolis.

Indicadores	2000	2010
Mortalidade infantil	21,70	15,75
Esperança de vida ao nascer	68,43	73,99

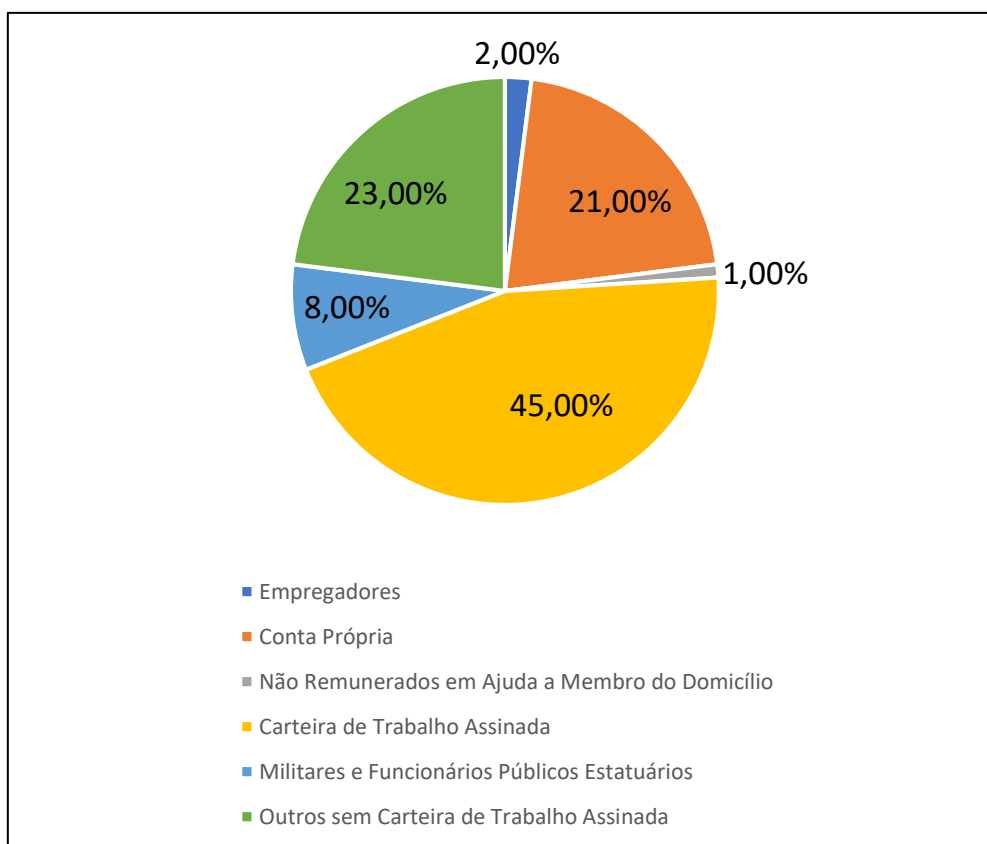
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.5. Economia

A economia do Município de Nilópolis está baseada nos setores da construção civil, do comércio e de aluguéis de imóveis. Entretanto, a sustentabilidade econômica do município pode ser colocada em risco devido ao fato, de que o mesmo não possui áreas disponíveis para a implantação de grandes empreendimentos imobiliários, industriais ou comerciais.

O crescimento econômico futuro de Nilópolis, invariavelmente estará atrelado a criação de condições favoráveis para a implantação de indústrias de transformação e pela expansão do comércio. Em um município que possui quase cem por cento de sua área urbana e estrutura fundiária, definida por pequenos lotes, se torna vital a busca por novas fronteiras capazes de redefinir o espaço urbano prevendo a área necessária a expansão de uma atividade produtiva. Sendo assim, a figura abaixo mostra a distribuição das pessoas por categoria de emprego em Nilópolis.

Figura 14 – Distribuição das pessoas por ocupação e categoria do emprego.

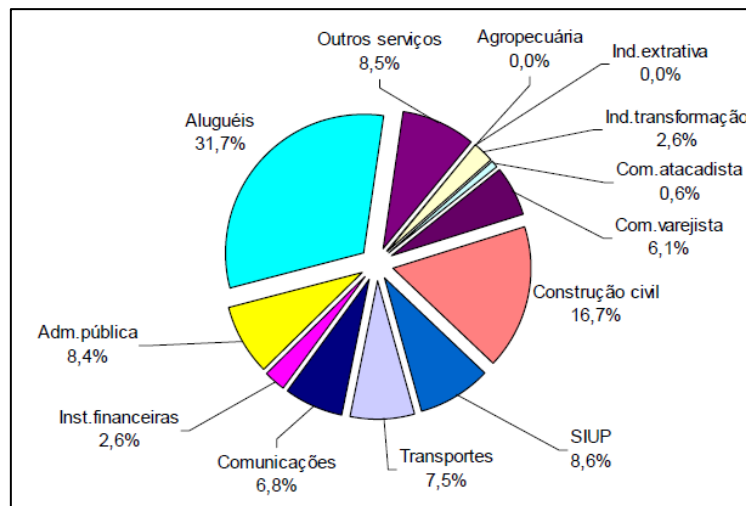


Fonte: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro – FIRJAN, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Observa-se através da figura acima, que 23% das pessoas estão na informalidade, 21% trabalham por conta própria e 1% não são remunerados. Esta distribuição é refletida na ocupação de calçadas por camelôs principalmente nas calçadas da estação ferroviária, junto a supermercados e calçadão.

Também se diversificam os trabalhos realizados por empreitadas informais, que envolvem pequenas obras, reformas e serviços diversos por não oferecer condições favoráveis para a exceção, aliado a baixa qualidade da sua mão-de-obra. No entanto, como já mencionado, constata-se que a economia do Município de Nilópolis está voltada para os aluguéis de imóveis, comercio e construção civil, conforme mostra a figura abaixo.

Figura 15 – Setores que compõem a economia do Município de Nilópolis.



Fonte: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro – FIRJAN, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.5.1. Produto Interno Bruto (PIB)

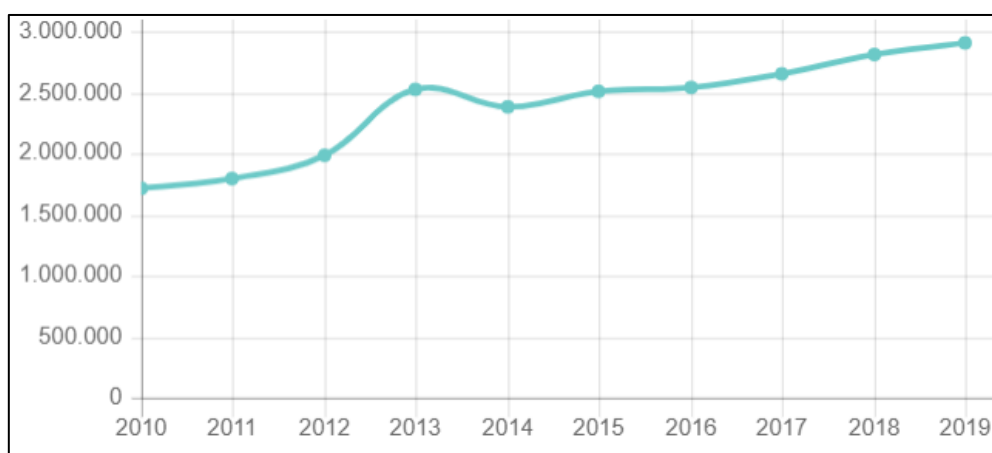
O Produto Interno Bruto – PIB, representa a soma em valores monetários de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, sendo países, estados ou cidades, durante um período determinado de tempo. O PIB é um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia com o objetivo de quantificar a atividade econômica de uma região.

Entretanto o PIB é apenas um indicador síntese de uma economia. Ele ajuda a compreender um país, mas não expressa importantes fatores, como

distribuição de renda, qualidade de vida, educação e saúde. Um país tanto pode ter um PIB pequeno e ostentar um altíssimo padrão de vida, como registrar um PIB alto e apresentar um padrão de vida relativamente baixo.

De acordo com o IBGE, em 2019, o PIB per capita do Município de Nilópolis era de R\$17.875,04, enquanto que, na Capital Rio de Janeiro era de R\$52.832,00. Sendo assim, o gráfico abaixo mostra de forma ilustrada a evolução do PIB de Nilópolis entre os anos de 2010 e 2019.

Gráfico 3 – Produto Interno Bruto – PIB.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.5.2. Renda

Os valores da renda per capita mensal registrados nos anos de 2000 e 2010, evidenciam que houve crescimento da mesma no Município de Nilópolis entre os anos mencionados. A renda per capita mensal no município era de R\$ 599,00, em 2000, e de R\$ 755,26, em 2010, a preços de agosto de 2010.

No Atlas do Desenvolvimento Humano (2022) são consideradas extremamente pobres, pobres e vulneráveis à pobreza as pessoas com renda domiciliar per capita mensal inferior a R\$70,00, R\$140,00 e R\$255,00 (valores a preços de 01 de agosto de 2010), respectivamente. Dessa forma, no ano de 2000 2,73% da população do município eram extremamente pobres, 11,12% eram pobres e 28,42% eram vulneráveis à pobreza. Em 2010 essas proporções eram respectivamente de 1,09%, 5,15% e 19,04%.



Analisando as informações do Cadastro Único – CadÚnico do Governo Federal, a proporção de pessoas extremamente pobres com renda familiar per capita mensal inferior a R\$ 70,00 inscritas no CadÚnico, após o recebimento do Bolsa Família passou de 36,24% em 2014, para 23,44% em 2017.

Enquanto que a proporção de pessoas pobres com renda familiar per capita mensal inferior a R\$ 140,00, inscritas no cadastro após o recebimento do Bolsa Família, era de 72,35%, em 2014, e 71,19% em 2017. Contudo, a proporção de pessoas vulneráveis à pobreza com renda familiar per capita mensal inferior a R\$ 255,00, também inscritas no cadastro, após o recebimento do Bolsa Família era de 79,19% em 2014 e, 89,67% em 2017.

1.5.3. Vulnerabilidade Social

O Índice de Vulnerabilidade Social – IVS, é um indicador que permite aos governos um detalhamento sobre as condições de vida de todas as camadas socioeconômicas do país, identificando àquelas que se encontram em vulnerabilidade e risco social.

A Vulnerabilidade Social diz respeito à suscetibilidade à pobreza, e é expressa por variáveis relacionadas à renda, à educação, ao trabalho e à moradia das pessoas e famílias em situação vulnerável. Para estas quatro dimensões de indicadores mencionadas, destacam-se para o Município de Nilópolis os resultados apresentados na tabela abaixo.



Tabela 7 – Vulnerabilidade social do Município de Nilópolis.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
Crianças e Jovens		
% de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam a escola	66,35	53,00
% de 15 a 24 anos de idade que não estudam nem trabalham em domicílios vulneráveis à pobreza	9,51	6,65
% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres	4,73	2,20
Adultos		
% de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal	34,87	22,68
% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	12,12	9,63
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos	2,38	1,60
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho	-	2,25
Condição de Moradia		
% da população que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	95,04	96,98

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO

A Lei Federal nº 11.445 de 2007, atualizada pela Lei Federal nº 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento, define como serviços de saneamento básico os relativos a sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Os serviços de água e esgoto, essenciais em todos os centros urbanos, usam a água, sobretudo, de duas formas: para o abastecimento da população e para o tratamento de efluentes. O fator captação da água encontra-se diretamente ligado à ideia do lançamento das águas servidas. Parte da água captada é devolvida ao corpo hídrico após o uso, o que implica submetê-la a tratamento antes da devolução para não prejudicar a qualidade do corpo receptor.

Os esgotos domiciliares se caracterizam pela grande quantidade de matéria orgânica biodegradável, responsável pela depleção de oxigênio nos cursos de água, como resultado da estabilização que as bactérias realizam. Estes efluentes líquidos apresentam, ainda, nutrientes e organismos patogênicos que podem dificultar, ou mesmo inviabilizar, o seu uso para outros fins.

Núcleos urbanos sem atendimento, coleta parcial e sem tratamento eficiente de águas residuárias, podem constituir uma fonte de poluição difusa, vinculada às alternativas inidôneas à demanda, como lançamentos diretos no solo, fossas negras, secas e sépticas. O mesmo problema pode ocorrer em zonas rurais, mesmo que em dimensões menores, dada a dispersão das moradias em relação às áreas de ocorrência.

A regulamentação das áreas de interesse de proteção de manancial municipal será regida pelas disposições da Lei supracitada e dos regulamentos dela decorrentes, tendo em vista ambas legislações Estadual e Federal, com o intuito de zelar pela manutenção da capacidade de infiltração da água no solo, em consonância com as normas federais e estaduais de preservação dos seus depósitos hídricos naturais.

Sendo assim, no Estado do Rio de Janeiro a regulação e a fiscalização dos serviços são de responsabilidade da Companhia Estadual de Águas e Esgotos – CEDAE. A CEDAE foi criada através do Decreto Estadual nº 39/1975,

que também estabelece as normas relativas aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Estado.

A CEDAE, também está em consonância com a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, atualizada pela Lei Federal nº 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento.

Ressalta-se, que a ação de fiscalização visa determinar o grau de conformidade do sistema auditado em consonância com as legislações e normas técnicas pertinentes, especialmente as Resoluções Normativas expedidas pelo CEDAE, bem como, a adequação da prestação dos serviços, no que tange à regularidade, continuidade, eficiência, segurança, generalidade e atualidade.

Desta forma, no presente diagnóstico serão abordados dados e informações referentes ao Sistema de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana do Município de Nilópolis, para que posteriormente possam ser propostas ações que visam a boa funcionalidade dos serviços de saneamento básico, garantindo a excelência da qualidade de vida da população.

2.1. Sistema de Abastecimento de Água

Os serviços de saneamento, em todos os seus eixos, dependem diretamente da disponibilidade de recursos hídricos. Além deste fato, a inexistência de tais serviços impacta significativamente a qualidade do recurso natural, que é essencial para a manutenção da vida e demais atividades cotidianas. Assim, a análise da disponibilidade hídrica torna-se um importante instrumento de planejamento, utilizado para previsão das ações futuras que visam a universalização dos serviços de saneamento.

2.1.1. Identificação de Mananciais para Abastecimento Futuro

2.1.1.1. Mananciais Superficiais

O conhecimento adequado do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é essencial para sua gestão. Desta forma, faz-se necessário estudos que apontem a variabilidade temporal e espacial dos indicadores ambientais. Sendo assim, os principais rios que cortam Nilópolis são os rios Sarapuí e



Pavuna, entretanto, não há dados de vazão ou outras informações que contem suas características físico-químicas.

2.1.1.2. Mananciais Subterrâneos

Em casos de carência de mananciais superficiais com qualidade para abastecimento da população, a água subterrânea passa a ser a principal fonte de abastecimento local. Entretanto, a locação de poços profundos para a obtenção de água subterrânea é dificultada pela natureza fissurada encontrada em aquíferos de determinadas regiões do país.

O cenário de escassez de recursos superficiais, tanto em grandes cidades como em pequenas comunidades rurais, desencadeou a necessidade de melhoria do arcabouço legal para o controle da exploração do recurso. Em função da demanda por água subterrânea, pode acontecer a superexploração, ou seja, a extração de água em volume maior do que a recarga natural, alterando a dinâmica do ciclo hidrológico.

A quantidade, a qualidade e o fluxo das águas subterrâneas são determinados pelas características geotécnicas das rochas e dos sedimentos. Estas determinam a possibilidade de aproveitamento da água pelo homem em quantidade economicamente viável.

Especificamente para o Estado do Rio de Janeiro, há uma área de aproximadamente quarenta e quatro mil quilômetros quadrados, com uma geologia complexa. Em cerca de oitenta por cento do seu território ocorrem rochas metamórficas e magmáticas (gnaisses, migmatitos, granitos, rochas alcalinas e entre outras). Isto implica em que o principal sistema aquífero do Estado do Rio de Janeiro é do tipo fissural, com a água circulando e armazenando-se em fissuras e falhas nas rochas.

No restante do Estado, cerca de vinte por cento de sua área, ocorrem rochas sedimentares e sedimentos variados relacionados à porção continental da Bacia Sedimentar de Campos. Ocorrendo nos Municípios de Campos, São João da Barra, São Francisco de Itabapoana, Quissamã e Carapebus. Há também as Bacias Sedimentares menores, como a de Resende, englobando os Municípios de Resende, Quatis, Porto Real e Itatiaia e a Bacia Sedimentar de Volta Redonda e a de Itaboraí, nos municípios de mesmo nome, além das

Formações Macacu e Caceribu, nos Municípios de Itaboraí, São Gonçalo, Magé, Guapimirim, Duque de Caxias e Rio de Janeiro.

Destaca-se os sedimentos aluvionares de grandes rios, como o Guandú, Guapiaçu, o Macaé, o Iguaçu e o Macacu, importantes por sua extensão e espessura. Nestas rochas e sedimentos os aquíferos são do tipo poroso, com diferentes potencialidades, dependendo normalmente da permeabilidade e espessura dos pacotes sedimentares. Em condições favoráveis, os aquíferos porosos tendem a ser mais produtivos que os fissurais. Desta forma, abaixo seguem os aquíferos presentes no Estado do Rio de Janeiro:

- Bacia Sedimentar de Campos;
- Aquífero Flúvio – Deltáico;
- Aquífero Emborê;
- Aquífero São Tomé I;
- Aquífero Fraturado Centro-Sul;
- Aquífero São Tomé II;
- Aquífero Barreiras;
- Bacia Sedimentar de Resende;
- Aquífero Terciário Volta Redonda;
- Aquífero Macacu;
- Aquífero Litorâneo Nordeste-Sudeste
- Aquíferos Alúvio-Lacustres;
- Aquíferos Cordões, Restingas e Terraços Marinhos;
- Argilas Orgânicas Costeiras.

Estes sistemas de aquíferos apresentam distribuição espacial e comportamentos distintos, diferenciados pela estrutura física da rocha, modo de circulação da água e condições de armazenamento que permitem agrupá-los em dois grandes grupos: os sistemas porosos, que têm como principal característica a percolação das águas subterrâneas por meio de porosidade e da permeabilidade primária e os sistemas fissurados, em que a circulação da água se faz em porosidade e permeabilidade de naturezas secundárias, desenvolvidas nas rochas pelos eventos tectônicos e sedimentares deposicionais.

Sendo assim na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, salvo algumas áreas, a qualidade das águas subterrâneas é um problema maior do que a quantidade, principalmente devido às variadas formas de contaminação. Na tabela abaixo pode-se observar o número de poços existentes no Município de

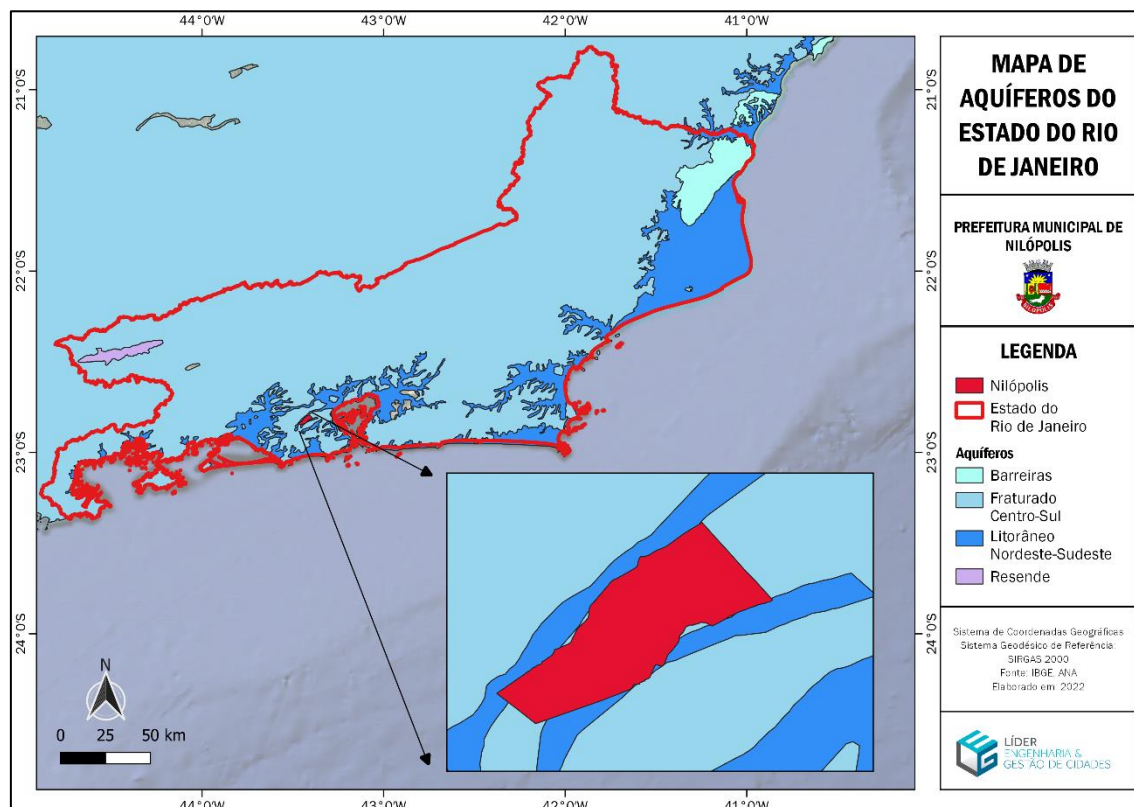
Nilópolis, o aquífero em que a água é captada e outras características físicas dos mesmos.

Tabela 8 – Características físicas dos poços existentes em Nilópolis.

Nº Poços	Aquífero Captado	Profundidade Média dos Poços (m)	Vazão Média dos Poços (m ³ /h)	Capacidade Específica Média (m ³ /h/m)
2	Faturado	90,00	1,71	0,05
13	Misto	52,63	6,99	0,84

Fonte: Departamento de Recursos Minerais – DRM, RJ 2001. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 16 – Mapa de localização dos aquíferos no Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.1.2. Regulação de Uso dos Recursos Hídricos

A outorga é o instrumento de gestão das águas que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos, no entanto, esta autorização não dá ao usuário a propriedade da água. A outorga de direito de uso de recursos hídricos deve assegurar o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, bem como, garantir que existam múltiplos usos nas bacias hidrográficas. A correta aplicação do instrumento da outorga, mais do que um ato de regularização ambiental, se

destina a disciplinar a demanda crescente das águas superficiais e subterrâneas. Sendo assim, há dois tipos de outorga:

- Autorização – Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa física ou jurídica de direito privado, quando não se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até cinco anos.
- Concessão – Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa jurídica ou direito público ou quando se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até trinta e cinco anos.

No caso do Estado do Rio de Janeiro recentemente o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERHI, por meio da Resolução CERHI – RJ n° 221/2020, estabeleceu critérios para outorga de direito de uso dos recursos hídricos e seguindo a recomendação do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERHI, a vazão de referência passa a ser aquela garantida em 95% do período de tempo em um ponto do corpo hídrico, ou a Q95%.

Desta forma, o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Baía de Guanabara recomenda que o aumento da demanda de água na região Hidrográfica II – Guandu seja suprido por medidas de controle de perdas no sistema de abastecimento entre outras medidas de controle, de modo a não comprometer o abastecimento da região hidrográfica da Baía da Guanabara, visto a dependência hídrica desta região. O PDRH ainda consolida algumas recomendações, sendo:

- tratamento conjunto da questão qualidade e quantidade;
- exame das disponibilidades de água de forma integrada, por bacia;
- consideração dos efeitos da regulação hidráulica na disponibilidade de água.

Sendo assim, de acordo com a base de dados do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos, no ano de 2021 a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara possuía 1.193 usuários outorgados. Destes, os principais usos em termos de quantidade de pontos de captação de água são as indústrias, o

consumo humano e condominiais, sendo o uso industrial o que possui a maior soma de vazões médias.

2.1.2.1. Segurança Hídrica

O conceito de segurança hídrica é dado como a capacidade de a população ter acesso sustentável à água em quantidade e qualidade adequadas para a manutenção da vida e do bem estar humano, garantindo o desenvolvimento das atividades econômicas, a proteção contra doenças de veiculação hídrica e desastres associados à água, bem como a preservação dos ecossistemas.

A concepção de segurança hídrica é o objetivo central da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/1997 com metas que visam erradicar a pobreza, proteger o planeta, garantir a paz e a prosperidade. Dentro dessa perspectiva, foram elaborados os dezessete objetivos do desenvolvimento sustentável – ODS, e dentre estes, pode-se destacar as ações para ampliar a segurança hídrica brasileira em vista do objetivo seis. O objetivo seis do Desenvolvimento Sustentável estabelece que é preciso:

- Melhorar a qualidade da água;
- Reduzir a poluição;
- Eliminar despejos;
- Minimizar a liberação de produtos químicos e materiais perigosos;
- Reduzir à metade a proporção de águas residuais não tratadas;
- Aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores;
- Assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água;
- Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento;
- Reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;
- Aumentar substancialmente a reciclagem e reutilização de água, entre outras.

No Estado do Rio de Janeiro a questão da segurança hídrica se faz através do Programa Estadual de Segurança Hídrica – PROSEGH, sendo este, um instrumento de organização de ações, projetos e programas para promover o aumento da segurança hídrica no Estado. O PROSEGH estabelece estratégias e ações públicas integradas que visam diminuir a vulnerabilidade hídrica, assegurando assim, a disponibilidade de água em quantidade e qualidade para as necessidades humanas, ambientais e econômicas.

Especificamente para Nilópolis não há legislações específicas sobre a questão hídrica, o município segue as determinações estadual e federal e os serviços de água e esgotamento sanitário são geridos pela CEDAE.

2.1.3. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Água Atuais

No Município de Nilópolis atualmente o sistema de abastecimento de água é administrado pela Companhia Águas do Rio, substituindo o serviço prestado pela Estadual de Água e Esgoto do Rio de Janeiro – CEDAE. Todo o abastecimento por captação superficial, ocorre no Rio Paraíba do Sul e a distribuição é feita pelo Sistema Guandu. De acordo com Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS 2021, a população total abastecida no município é de 162.693 habitantes.

No município não há problemas relacionados a falta de água, o desabastecimento ocorre apenas quando há manutenção do sistema e encerrando-se os reparos necessários, o sistema retorna a sua operação normalmente. A água tratada que é distribuída em Nilópolis vem da ETA Guandu, localizada no Município de Nova Iguaçu – RJ.

Entre as deficiências encontradas no sistema de abastecimento de água do Município de Nilópolis está o elevado consumo de água que há no local. Contudo, há ainda questões as quais devem ser exploradas ao longo do presente Diagnóstico, para que as medidas cabíveis sejam tomadas em função de suprir as necessidades locais do município quanto ao sistema de abastecimento de água.

2.1.4. Indicadores Operacionais

Os indicadores representam uma ferramenta fundamental para construção de panoramas e cenários, de modo a transmitir informações de forma precisa e de fácil entendimento para a população. Além dessa função, indicadores são utilizados para registrar o acompanhamento e avaliação dos serviços, facilitando as tomadas de decisões.

O uso de indicadores e o acompanhamento periódico de sua variação são necessários, pois, permitem o monitoramento do sistema de abastecimento de água. O incremento e disponibilização de um banco de dados para calcular o maior número de indicadores para acompanhamento do sistema é desejável.

Sendo assim, abaixo segue a tabela especificando os principais indicadores utilizados para analisar a eficiência do SAA do Município de Nilópolis, ressaltando, que estes indicadores são elaborados pelo Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento – SNIS, e preenchidos pelos responsáveis técnicos da CEDAE.

Tabela 9 – Sistema de indicadores do SNIS utilizados na avaliação dos serviços do SAA.

ITEM	INDICADOR	QUANTIDADE	UNIDADE	DISPONIVEL EM:
-	População total atendida com abastecimento de água.	162.693	Habitante	CEDAE
-	Quantidade de ligações ativas de água.	38.117	Ligação	CEDAE
-	Quantidade de economias ativas de água.	56.636	Economia	CEDAE
-	Extensão da rede de água	248,26	Km	CEDAE
AG006	Volume de água produzido	-	1.000m ³ /ano	SNIS
AG007	Volume de água tratado em ETA	-	l/s	CEDAE
AG008	Volume de água micromedido	2.864,61	1.000m ³ /ano	SNIS
AG010	Volume de água consumido	9.402,25	1.000m ³ /ano	SNIS
AG011	Volume de água faturado	8.929,34	1.000m ³ /ano	SNIS
AG021	Quantidade de ligações totais de água	39.655	Ligação	SNIS
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água	6.485,61	1.000kWh/ano	SNIS
IN003	Despesa total com os serviços por m ³ faturado	4,07	R\$/m ³	SNIS
IN004	Tarifa média praticada	5,07	R\$/m ³	SNIS
IN005	Tarifa média de água	5,07	R\$/m ³	SNIS
IN006	Tarifa média de esgoto	-	R\$/m ³	-



IN009	Índice de hidrometração	79,64	Percentual	SNIS
IN012	Indicador de desempenho financeiro	124,67	Percentual	SNIS
IN013	Índice de Perdas Faturamento	59,53	Percentual	CEDAE
IN015	Índice de coleta de esgoto	42,81	Percentual	SNIS
IN016	Índice de tratamento de esgoto	35,4	Percentual	SNIS
IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	7,85	m/lig	SNIS
IN022	Consumo médio per capita de água	160,36	l/hab./dia	CEDAE
IN023	Índice de atendimento urbano de água	100	Percentual	CEDAE
IN024	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água	50,17	Percentual	SNIS
IN044	Índice de micromedição relativo ao consumo	30,47	Percentual	SNIS
IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	15,16	Percentual	SNIS
IN049	Índice de perdas na distribuição	57,39	Percentual	SNIS
IN050	Índice bruto de perdas lineares	139,75	m ³ /dia/Km	SNIS
IN051	Índice de perdas por ligação	1.007,25	l/dia/lig.	SNIS
IN053	Consumo médio de água por economia	14,67	m ³ /mês/econ.	SNIS
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água.	0,29	kWh/m ³	SNIS

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2022. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

De acordo com os parâmetros citados na tabela acima, percebe-se que na questão da hidrometração o Município de Nilópolis apresenta 79,64% de índice medido. O índice de hidrometração está diretamente ligado ao índice de perdas no sistema de abastecimento de água, seja por problemas na própria medição, falta de hidrômetros, ligações clandestinas ou até mesmo a falta ou a cobranças pelo uso da água ineficientes.

De acordo também com o Art. 29 da Lei nº 11.445/2007, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei nº 14.026/2020, a hidrometração interfere nas diretrizes para fixação de tarifas dos serviços de saneamento básico, entre quais, pode-se citar:

- Inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;
- Recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;

- Estímulo ao uso de tecnologia modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;
- Incentivo à eficiência dos prestadores de serviço.

Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, prevista por exigência legal, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do processo forem considerados relevantes para o acompanhamento da evolução do serviço de abastecimento de água no município.

Desta forma, a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento, determina que os municípios brasileiros estabeleçam um sistema de informações sobre os serviços articulados com SNIS. O SNIS representa o principal sistema de coleta, armazenamento, geração e divulgação dos dados de saneamento no Brasil.

Sendo assim, nos capítulos específicos para cada tópico relacionado ao SAA do município, contidos neste Diagnóstico, será apresentado o indicador responsável e seus respectivos valores. Pois, desta maneira, há uma melhor compreensão da atual situação e através desta compreensão, apontamentos podem ser realizados visando melhorias no sistema de abastecimento de água.

2.1.5. Panorama da Situação Atual dos Sistemas Existentes

2.1.5.1. Captação

Como dito anteriormente, a captação de água para o abastecimento público no Município de Nilópolis ocorre através de captação superficial no rio Paraíba do Sul e distribuído pelo Sistema Guandu, que pode ser considerado uma das maiores obras de engenharia do Brasil. Este sistema é capaz de atender a nove milhões de pessoas, com uma vazão de quarenta e três mil litros por segundo e suprimindo a necessidade de oitenta por cento da região metropolitana do Rio de Janeiro, mais precisamente, os Municípios de Nova Iguaçu, Duque de Caxias, São João de Meriti, Belford Roxo, Nilópolis, Itaguaí e a própria capital Rio de Janeiro.

Do ponto de captação até a distribuição na região metropolitana do Rio de Janeiro, a água é transportada por quarenta e três quilômetros e a adutora que abastece o município é de forma direta, através de dutos de mil metros, com redução para oitocentos metros e finalmente, na entrada do município de Nilópolis dutos de seiscentos metros.

A origem do sistema é a estação de tratamento de água do Rio Guandu onde através da elevatória de Marapicu atende a Caixa de Jackes e daí o município de Nilópolis através da elevatória de Olinda, na Estrada Roberto da Silveira a rede de distribuição interna do município de Nilópolis atinge diversos bairros do município. Desta forma, a figura abaixo mostra o ponto de captação de água do município para o abastecimento público de Nilópolis.

Figura 17 – Vista aérea da região de captação superficial da Estação de Tratamento de Águas do Guandu em Nova Iguaçu.



Fonte: Companhia Estadual de Água e Esgoto do Rio de Janeiro – CEDAE, 2009. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A Resolução CONAMA n° 357/2005 traz ainda em Art. 4°, a classificação dos corpos hídricos da seguinte forma:

I – Classe Especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;

- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II – Classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III – Classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV – Classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário;
- e) à dessedentação de animais.

V – Classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística.

2.1.5.2. Tratamento

No Município de Nilópolis, a ETA responsável pelo tratamento da água para o abastecimento público também é de responsabilidade do CEDAE, com o tratamento ocorrendo no Município de Nova Iguaçu, na antiga estrada Rio – São Paulo. A Estação de Tratamento de Água do Guandu é responsável pelo atendimento de setenta por cento dos municípios da Baixada Fluminense, sendo ao todo oito municípios atendidos.

A ETA do Guandu é considerada a maior estação de tratamento de água do mundo, com uma vazão média de tratamento de 45.000 l/s e uma vazão média aduzida para o abastecimento de 42.000 l/s. Desta forma, abaixo seguem as principais informações da ETA do Guandu:

- 13 floculadores;
- 15 decantadores;
- 132 filtros de areia;
- Consumo de energia elétrica de 26.000MWh;
- Consumo de sulfato de alumínio de 150ton./dia;
- Consumo de cloreto férrico de 30 ton./dia;
- Consumo de cloro gás de 15 ton./dia;
- Consumo de cal virgem de 25 ton./dia;
- Consumo de ácido fluossilícico de 10 ton./dia;
- Área da ETA de duzentos e setenta mil metros quadrados.

Figura 18 – Vista da Estação de Tratamento de Águas do Guandu em Nova Iguaçu.



Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Ressalta-se, que a Portaria da Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde, em seu Anexo XX, estabelece padrões de qualidade de água para consumo humano. Segundo a referida norma é dever e obrigação das Secretarias Municipais de Saúde a avaliação sistemática e permanente de risco à saúde humana do sistema de abastecimento de água ou solução alternativa, considerando diversas informações especificadas na portaria.

Para isso, considera-se como solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontais e verticais, dentre outras.

A Portaria da Consolidação nº 05/2017, também especifica atribuições aos responsáveis pela operação do sistema de abastecimento de água. A Portaria determina um número mínimo de amostras para controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas, microbiológicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida por cada sistema e do tipo de manancial.

Sendo assim, a tabela abaixo indica, de acordo com a Portaria da Consolidação nº 05/2017, as análises quantitativas que devem ser feitas a fim de assegurar a qualidade da água.

Tabela 10 – Parâmetros exigidos para análise de potabilidade da água de acordo com a Portaria nº05/2017 do Ministério da Saúde.

Parâmetro	Tipo de Manancial	Saída do Tratamento		Sistema de Distribuição					
		Nº de Amostras	Frequência	nº de Amostras			Frequência		
				< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.	< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.
Cor	Superficial	1	A cada 2h	10	1 por 5.000 hab.	40 + 1 por 25.000 hab.	Mensal		
	Subterrâneo	1	Semanal	5	2 por 10.000 hab.	40 + 1 por 50.000 hab.	Mensal		
Turbidez, CRL¹, Cloraminas, Dióxido de Cloro	Superficial	1	A cada 2h	Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas			Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
pH e fluoreto	Superficial	1	A cada 2h	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
Gosto e Odor	Superficial	1	Trimestral	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	Semestral						
Cianotoxinas	Superficial	1	Semanal se >20.000 células/mL	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
Produtos Secundários da Desinfecção	Superficial	1	Trimestral	1	4	4	Trimestral		
	Subterrâneo	Dispensa análise	Dispensa análise	1	1	1	Anual	Semestral	Semestral
Demais Parâmetros²	Superficial ou subterrâneo	1	Semestral	1	1	1	Semestral		
Coliformes Totais	Superficial ou subterrâneo	2	Semanal	30 + 1 por 2.000 hab.		105 + 1 por 5.000 hab	Semanal		

(1) Cloro Residual Livre, (2) Agrotóxico ou Toxinas específicas.

Fonte: Ministério da Saúde, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano está detalhado na Portaria, além de orientações quanto ao procedimento de análise no caso de detectadas amostras com resultado positivo, assim como para amostragens individuais, por exemplo, de fontes e nascentes.

Tabela 11 – Padrão microbiológico de potabilidade da água.

Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.	
Parâmetro	Valor máximo permitido (vmp)
Água para consumo humano:	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Água na saída do tratamento:	
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede):	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Coliformes Totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 mL

Fonte: Portaria nº 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Dentre as recomendações, condições, e orientações dadas na norma, os seguintes itens também podem ser destacados:

- Nos sistemas de distribuição, em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais deve ser feita a contagem de bactérias heterotróficas e, quando excedidas 500 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por ml, deve-se providenciar imediata coleta e inspeção local, sendo tomadas providências cabíveis no caso de constatação de irregularidade;
- Para turbidez, após filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) ou simples desinfecção (tratamento da água subterrânea), a norma estabelece o limite de 1,0 uT (Unidade de Turbidez) em 95% das amostras. Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores ao valor máximo permitido citado, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT. Para isso, o atendimento ao percentual de aceitação do limite de

turbidez, deve ser verificado mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente no efluente individual de cada unidade de filtração;

- A água deve ter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L após a desinfecção, mantendo no mínimo 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, sendo recomendado que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e o tempo de contato mínimo seja de 30 minutos;
- Em qualquer ponto do sistema de abastecimento, o teor máximo de cloro residual livre recomendado é de 2,0 mg/L;
- O pH da água deve ser mantido no sistema de distribuição na faixa de 6,0 a 9,5;
- A água potável também deve atender o padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde, conforme relação apresentada na Portaria da Consolidação nº 05/2017 – Anexo XX;
- Parâmetros radioativos devem estar dentro do padrão estabelecido, porém a investigação destes apenas é obrigatória quando existir evidência de causas de radiação natural ou artificial;
- Monitoramento de cianotoxinas e cianobactérias deve ser realizado, seguindo as orientações de amostragem para manancial de água superficial e padrões e recomendações estabelecidos na norma;
- A água potável também deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo humano, o qual está determinado na

norma, sendo destacados na tabela abaixo os valores para os parâmetros mais comumente analisados.

Sendo assim, a tabela abaixo mostra os parâmetros básicos e o seu valor máximo permitido de aceitação, da qualidade da água para o consumo humano.

Tabela 12 – Parâmetros básicos de qualidade de água para consumo humano.

Parâmetro	Valor Máximo Permitido (VMP)
Amônia (como NH ₃)	1,5 mg/L
Cloreto	250 mg/L
Cor Aparente	15 uH (Unidade Hazen – padrão de platina-cobalto)
Dureza	500 mg/L
pH	6,0 a 9,5
Fluor	1,5 mg/L
Cloro Residual Livre (CRL)	2,0 mg/L
Odor	Não objetável
Gosto	Não objetável
Sólidos dissolvidos totais	1000 mg/L
Turbidez	5 uT (Unidade de Turbidez)

Fonte: Portaria nº 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Dentro do contexto apresentado, as seguintes definições são consideradas:

- **Cianobactérias:** microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados cianofíceas ou algas azuis, que podem ocorrer em qualquer manancial superficial, especialmente nos com elevados níveis de nutrientes, podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde;
- **Cianotoxinas:** toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo microcistinas, cilindrospermopsina e saxitoxinas;
- **Cloreto:** presente nas águas naturais em maior ou menor escala, contém íons da dissolução de minerais. Em determinadas concentrações confere sabor salgado à água. Ele pode ser de

origem natural (dissolução de sais e presença de águas salinas) ou de origem antrópica (despejos domésticos, industriais e águas utilizadas em irrigação);

- **Cloro Residual Livre:** deve permanecer na água tratada até a sua utilização final. No tratamento o cloro é utilizado como oxidante de matéria orgânica e para destruir microrganismos. Quando aplicado, parte dele é consumido nas reações de oxidação e quando as reações se completam, o excesso que permanece é denominado cloro residual. Teores positivos são desejáveis, pois é garantia de um processo de desinfecção eficiente;
- **Coliformes totais:** bactérias do grupo coliforme, bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β - galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo, podendo existir bactérias que fermentam a lactose e podem ser encontradas tanto nas fezes como no meio ambiente (águas ricas em nutrientes, solos, materiais vegetais em decomposição). Nas águas tratadas não devem ser detectadas bactérias coliformes, pois se isso ocorre o tratamento pode ter sido insuficiente, ocorreu contaminação posterior ou a quantidade de nutrientes é excessiva. Espécies dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* podem persistir por longos períodos e se multiplicarem em ambientes não fecais;
- **Coliformes termotolerantes:** a definição é a mesma de coliformes, porém restringem-se as bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, tendo como

principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

- **Contagem de bactérias heterotróficas:** determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação: 35,0, \pm 0,5°C por 48 horas;
- **Cor:** resulta da existência de substâncias dissolvidas, provenientes de matéria orgânica (principalmente da decomposição de vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos), metais como ferro e manganês, resíduos industriais coloridos e esgotos domésticos. No valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devido à turbidez da água, sendo está removida obtém-se a cor verdadeira;
- **Dureza:** resultante da presença de sais presentes com exceção de sódio e potássio. Nas águas naturais a dureza é predominantemente devido à presença de sais de cálcio e magnésio, no entanto sais de ferro, manganês e outros também contribuem para a dureza das águas. A dureza elevada causa extinção de espuma do sabão, sabor desagradável e produzem incrustações nas tubulações e caldeiras;
- **Escherichia coli (E. Coli):** é a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (CONAMA nº 357/2005);
- **pH:** abreviação de potencial hidrogeniônico, que é usado para medir acidez ou alcalinidade de soluções através da medida de concentração do íon hidrogênio (logaritmo negativo da concentração na solução). O pH 7 é considerado neutro sendo abaixo de 7 ácido e acima alcalino. É um parâmetro importante por

influenciar diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água ou em unidades de tratamento de água;

- **Turbidez:** medida da capacidade de uma amostra de água em impedir a passagem de luz. Grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias etc.

Desta forma, atendendo a todas as legislações pertinentes, a água distribuída para o consumo da população de Nilópolis, é monitorada pelos técnicos do CEDAE nos laboratórios existentes dentro da ETA do Guandu, com uma média de trinta mil análises por mês.

2.1.5.3. Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica

Há uma série de doenças epidemiológicas relacionadas a diversos fatores vinculados a condições ambientais e sanitárias inadequadas. Dentre as possíveis enfermidades estão as doenças infectocontagiosas como é o caso da esquistossomose e da hepatite A, relacionadas à carência de boas condições habitacionais.

Estas doenças podem estar associadas em maior ou menor grau, difusa ou heterogeneamente, a deficiências do sistema de abastecimento de água, inidoneidades no sistema de esgotamento sanitário, contaminação por resíduos sólidos ou condições precárias de habitação. As doenças potencialmente determinadas por estas condições são denominadas de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado – DRSAI, que seriam evitáveis ou passíveis de controle por ações adequadas de saneamento ambiental.

A precariedade nos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação final dos resíduos sólidos, drenagem urbana, bem como a higiene inadequada, são aspectos que colocam em risco a saúde da população, sobretudo para populações em situação de precariedade sanitária como em países em desenvolvimento, afetando diretamente na qualidade e expectativa de vida dessas pessoas.

Neste sentido, torna-se de extrema importância a análise minuciosa de cada doença derivada da falta de saneamento básico, desde os modos de transmissão até as formas de proliferação e técnicas de controle. Para gerar um diagnóstico da saúde é importante especificar as principais doenças relacionadas ao saneamento que assolam países em desenvolvimento, como o Brasil. Dentre as principais doenças relacionadas com veiculação hídrica a tabela abaixo explicitam as principais formas de transmissão.

Tabela 13 – Doenças de veiculação hídrica.

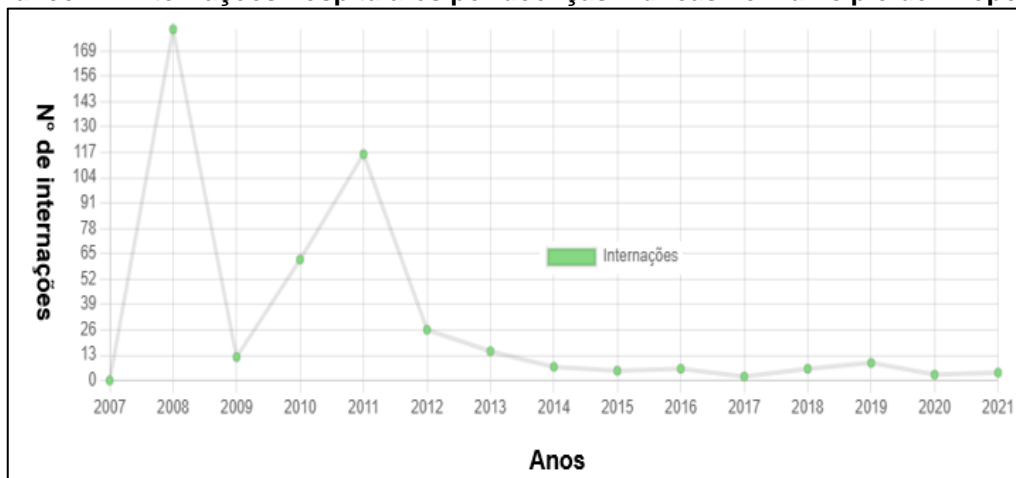
Doenças relacionadas com a água.			
Grupo de Doenças	Formas de Transmissão	Principais Doenças	Formas de Prevenção
Transmitidas por vias feco-oral (alimentos contaminados por fezes)	O organismo patogênico, agente causador da doença é ingerido	Diarreias e desintérias, como a cólera e a giardíase; Febre tifoide e paratifoide; Leptospirose; Amebíase; Hepatite infecciosa; Ascariíase (lombriga).	Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar o uso de fontes contaminadas; fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal, doméstica e dos alimentos.
Controladas pela higienização (associadas ao abastecimento de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para a sua disseminação.	Infecção na pele e olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos e a escabiose.	Fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal e doméstica;
Associadas a água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	Evitar o contato de pessoas com águas infectadas; Proteger mananciais; Adotar medidas adequadas para a deposição de esgotos; Combater o hospedeiro intermediário.
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	Malária; Febre amarela; Dengue; Filariose (elefantíase).	Combater os insetos transmissores; Eliminar condições que possam favorecer criadouros; Evitar contato com criadouro; Utilizar meios de produção individual.

Fonte: BARROS, R.T. de V. et. Al., 1995. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em relação a ocorrência de doenças de veiculação hídrica no Município de Nilópolis, de acordo com o Departamento de Informática do Sistema Único de

Saúde – DATASUS, o número de internações hospitalares de 2007 a 2021, é demonstrado no gráfico e na tabela abaixo.

Gráfico 4 – Internações hospitalares por doenças hídras no Município de Nilópolis.



Fonte: Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 14 – Internações hospitalares por doenças hídras no Município de Nilópolis.

Ano	Internações
2007	0
2008	180
2009	12
2010	62
2011	116
2012	26
2013	15
2014	7
2015	5
2016	6
2017	2
2018	6
2019	9
2020	3
2021	4

Fonte: Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.1.5.4. Reservação e Distribuição

Após a etapa de tratamento na ETA do Sistema Guandu metade da água tratada é bombeada para o reservatório do Marapicu, com capacidade de vinte mil metros cúbicos e partindo deste reservatório, seis adutoras são direcionadas para a Zona Oeste e Norte da cidade do Rio de Janeiro e para a Baixada Fluminense, com o percurso da água tratada se iniciando em Santíssimo e finalizando no Reservatório dos Macacos, localizado no Bairro Jardim Botânico

De acordo com informações do CEDAE, na questão da reservação do Município de Nilópolis, este, é provido deste sistema em parte pela caixa d'água do CEDAE, localizada no Parque Natural Municipal de Gericinó e o restante, a água é submetida a dispositivos de transição que permitem a saída de adutoras para o abastecimento de diversos locais da Região Metropolitana, incluindo o Município de Nilópolis, com a água passando pelo sistema de distribuição, o qual é composto por uma malha de partilha da água tratada.

No município, de acordo com a Companhia Águas do Rio, há um alto índice de atendimento, servindo 162.693 habitantes, abrangendo desta forma 97% da população urbana.

O sistema é operado por bombas de distribuição localizados na elevatória do Lameirão no Município de Nova Iguaçu. A respectiva elevatória foi posicionada em uma profundidade de sessenta e quatro metros, com a água sendo bombeada por sete conjuntos de motobombas, destinando-a por dois tuneis verticais escavados na rocha.

Cada túnel possui dezessete metros de altura, por dois metros e setenta e cinco centímetros de diâmetro. Após a água percorrer estes dois tuneis, a mesma é distribuída por gravidade em um percurso de trinta e dois quilômetros até o Reservatório dos Macacos, localizado no bairro do Jardim Botânico, na Capital fluminense. Durante este percurso de trinta e dois quilômetros, há dispositivos de transição que permitem a saída de adutoras para o abastecimento de diversos locais da Região Metropolitana, inclusive o Município de Nilópolis.

De acordo ainda com informações da Companhia Águas do Rio, Nilópolis possui 248,26 quilômetros de rede, com 38.117 ligações, sendo que 79,64% destas ligações possuem micromedição. Ainda sobre a rede de distribuição de

Nilópolis, a Companhia informa que os materiais são alternados entre ferro fundido, tubo de ferro e PVC e seus diâmetros possuem variações entre 25mm e 200mm.

Ressalta-se, que a importância do diagnóstico e da avaliação dos índices de perdas nos sistemas de abastecimento e distribuição de água, se deve ao poder de aferir a eficiência dos prestadores em atividades como distribuição, planejamento, investimentos e manutenção. Ressalta-se também, que no município o índice de perdas está muito alto em relação à média estadual e nacional.

A International Water Association – IWA, classifica as perdas levando em conta a sua natureza como reais ou aparentes. As perdas reais equivalem ao volume de água perdido durante as diferentes etapas de produção, como: a captação, o tratamento, o armazenamento e a distribuição antes de chegar ao consumidor final.

Estas possuem efeito direto sobre os custos de produção e a demanda hídrica. Neste sentido, um elevado nível de perdas reais equivale a uma captação e a uma produção superior ao volume efetivamente demandado, gerando ineficiências nos seguintes âmbitos:

Produção:

- maior custo dos insumos químicos, energia para bombeamento, entre outros fatores de produção;
- maior custo de manutenção da rede e de equipamentos;
- desnecessário uso da capacidade de produção e distribuição existente;
- maior custo pela possível utilização de fontes de abastecimento alternativas de menor qualidade ou difícil acesso.

Ambiental:

- desnecessária pressão sobre as fontes de abastecimento do recurso hídrico;

- maior custo de mitigação dos impactos negativos desta atividade (externalidades).

Sendo assim, as fórmulas e a tabela abaixo avaliam os indicadores de perdas do Município de Nilópolis, apresentando um comparativo também com valores do Estado do Rio de Janeiro e do Brasil. Ressaltando, que os indicadores para avaliar as perdas de água são os indicadores do SNIS, sendo eles:

- índice de perdas no faturamento – IN013;
- índice de perdas na distribuição – IN049;
- índice de perdas por ligação – IN051.

$$IN013 = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - de Serviço - Faturado)}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - de Serviço)}}$$

$$IN049 = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço) - Volume de Água Consumido}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)}}$$

$$IN051 = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - Consumido - de Serviço)}}{\text{Quantidade de Ligações Ativas de Água}}$$

Tabela 15 – Comparação dos índices de perdas municipal, estadual e nacional.

Índice	Objetivo	Nilópolis	Rio de Janeiro	Brasil
IN013 Índice de Perdas de Faturamento	Avaliar em termos percentuais o nível da água não faturada sem o volume de serviço (%)	59,53	54,51	37,39
IN049 Índice de Perdas na Distribuição	Avaliar em termos percentuais o nível de perdas da água efetivamente consumida em um sistema de abastecimento de água potável (%).	57,39	37,82	39,24
IN051 Índice de Perdas por Ligação	Avaliar o nível de perdas da água efetivamente consumida em termos unitários (l/lig./dia).	1.007,25	630	339,48

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Observando os dados expostos na tabela acima, nota-se que o índice IN013 no Município de Nilópolis é maior inclusive que a média estadual e do Brasil, ressaltando, que o consumo faturado medido corresponde ao volume de água registrado nos hidrômetros e o volume não faturado, corresponde a água extraída direto no ponto de captação.

Com os dados do índice IN013 a Companhia Águas do Rio encontra possibilitada de aferir as perdas reais e de assim promover ações eficientes de combate as questões relacionadas as perdas. No índice IN049, verifica-se também que o município se encontra em posição desprivilegiada, com o respectivo índice estando bem maior do que o índice brasileiro e da média estadual.

Contudo, ressalta-se que esses valores podem não refletir a realidade, já que a macro e micromedição podem ser deficitárias. Por fim, o Índice de Perdas por Ligação – IN051, está extremamente elevado em comparação com o valor médio apresentado pelo Estado do Rio de Janeiro e pelo Brasil, isto indica que o município se encontra em uma péssima posição em nível estadual e nacional.

Desta forma, salienta-se a importância do monitoramento constante em todo o processo produtivo, incluindo a elaboração ou até mesmo, a manutenção de um cadastro técnico que relate a realidade da infraestrutura na rede de distribuição local, com avaliações periódicas no controle dos possíveis vazamentos e implantando uma gestão de perdas através de macromedidores e

do gerenciamento das pressões na rede. Ressalta-se, que o procedimento citado neste parágrafo é realizado pela Companhia Águas do Rio.

A incorporação deste conjunto de boas práticas, colabora para a continuação dos altos índices de qualidade, que foram constatados no município em relação a gestão do sistema de abastecimento de água como um todo.

2.1.6. Balanço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de Água na Área de Planejamento

Com base nos dados disponibilizados pelo SNIS 2021, foram calculadas as médias mensais dos volumes consumido, faturado e produzido. O volume faturado de água pode apresentar valor maior que o volume efetivamente consumido, pois, o seu cálculo adota parâmetros de consumo mínimo ou médio.

Desse modo, caso o usuário consuma qualquer volume abaixo do definido como valor faturado, este terá que pagar pelo volume determinado como consumo mínimo. O volume consumido de água é o volume anual de água que de fato foi servido nas ligações ativas.

Enquanto que o volume faturado de água é referente ao volume anual de água debitado ao total de economias, medidas e não medidas, para fins de faturamento, incluindo também o volume de água tratada exportado. O volume de água produzido se refere a quantidade anual de água captada disponível para o consumo. Sendo assim, a tabela abaixo mostra os valores do volume consumido, do volume faturado e do volume produzido do Município de Nilópolis.

Tabela 16 – Volume, faturado e produzido em Nilópolis.

Ano	Volume Consumido – m³/ano	Volume Faturado – m³/ano	Volume de água produzido – m³/ano
2021	9.402.450	8.929.340	-

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os dados acima mostram que o volume consumido é maior que o volume faturado e não há volume produzido, de acordo com o SNIS 2021. Desta forma, percebe-se através destes valores que há um alto índice de perdas no sistema de captação e distribuição do município, totalizando em 59,53% de perdas, de acordo com informações da Companhia Águas do Rio.

2.1.7. Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais

Taxa é o pagamento de imposto obrigatório ao Governo por serviços prestados e, a tarifa corresponde à forma de pagamentos por serviço ou benefício prestado, portanto, não sendo compulsória.

O regime tarifário do custo de serviço tem por objetivo evitar que os preços fiquem abaixo dos custos de manutenção e operação, além de garantir que o preço final seja estabelecido entre a receita bruta e a receita requerida para a remuneração de todos os custos de produção. Dentre os principais objetivos da tarifação, pode-se constatar os seguintes critérios:

- Evitar que o preço fique abaixo do custo;
- Evitar o excesso de lucro;
- Viabilizar a agilidade administrativa no processo de definição e revisão de tarifas;
- Impedir a má-alocação de recursos e a produção ineficiente;
- Estabelecer preços não discriminatórios entre os consumidores.

Quanto à aplicação dos recursos adquiridos em função da cobrança do uso da água, está previsto pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/1997, o artigo 22, que trata sobre as aplicações prioritárias destes recursos na bacia hidrográfica em que foram gerados.

Em atendimento às diretrizes nacionais para o saneamento básico tem-se a Lei Federal nº 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020 – Novo Marco Legal do Saneamento, os serviços desta área devem ser prestados em condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro. Assim, as tarifas e taxas devem ser adequadas de forma justa considerando o balanço entre receitas, despesas e investimentos necessários para manter a qualidade e a universalização dos serviços, com subsídios tarifários à população de baixa renda, tendo em vista a equidade social no atendimento.

O Plano de Saneamento Básico deve discutir estes critérios a fim de respaldar o município quanto aos interesses internos de investimentos. Especificamente em Nilópolis de acordo com informações do SNIS a cobrança

pelo uso da água é realizada mensalmente, com cobrança da tarifa média de água é no valor de cinco reais e nove centavos aproximadamente.

Desta forma, com o intuito de apresentar mais informações sobre os custos operacionais realizados para o Município de Nilópolis, abaixo segue a tabela com as informações do SNIS – 2021 e, a metodologia de cálculo para os principais indicadores.

Tabela 17 – Indicadores do sistema de abastecimento de água – SAA.

ITEM	INDICADOR	R\$/ano	R\$/m ³
FN002	Receita operacional direta de água	45.314.450,27	-
FN005	Receita operacional total (direta + indireta)	45.324.847,88	-
FN006	Arrecadação total	34.981.733,70	-
FN013	Despesa com energia elétrica	2.923.330,26	-
FN014	Despesa com serviços de terceiros	8.003.620,72	-
FN015	Despesas de exploração	20.915.604,34	-
IN003	Despesa total com os serviços por m ³ faturado	-	4,07
IN004	Tarifa média praticada	-	5,07
IN005	Tarifa média de água	-	5,07

Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O IN003 – Despesa Total com os serviços por m³ faturado de água e esgoto, é calculado através do valor das despesas totais com os serviços dividido pelo volume total faturado (Água e Esgoto). Sendo assim, para se calcular o IN003 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN003 = \frac{\text{Despesas Totais com os Serviços (DTS)}}{\text{Volume Total Faturado (Água + Esgoto)}}$$

O IN004 – Tarifa Média Praticada, corresponde ao cálculo da divisão da receita operacional direta total, pela soma do volume de água faturado com o volume de esgotos faturado. Este indicador apresenta o valor gasto por metro cúbico de água ou de esgoto faturado. Sendo assim, para se calcular o IN004 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN004 = \frac{\text{Receita Operacional Direta Total}}{\text{Volume de Água Faturado} + \text{Volume de Esgotos Faturado}} \times \frac{1}{1.000}$$

O IN005 – Tarifa Média de Água, corresponde ao valor da receita operacional direta de água, dividido pelo valor obtido entre a subtração do volume de água faturado e o volume de água exportado. Sendo assim, para se calcular o IN005 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN005 = \frac{\text{Receita Operacional Direta de Água}}{\text{Volume de Água Faturado} - \text{Volumes de Água Exportados}}$$

Contudo, a tabela abaixo mostra os valores dos índices IN003, do IN004 e do IN005 do Município de Nilópolis, do Estado do Rio de Janeiro e do Brasil. Lembrando que a unidade dos valores apresentados é em R\$/m³.

Tabela 18 – Comparativo de valores praticados.

Índice	Nilópolis	Rio de Janeiro	Brasil
IN003	4,07	4,20	3,89
IN004	5,07	5,54	4,31
IN005	5,07	6,37	4,53

Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Analisando-se os dados contidos na tabela acima, observa-se que o Município de Nilópolis, no índice de despesa total – IN003, apresentou um valor de 4,07 R\$/m³, sendo este valor, pouco inferior ao Estado do Rio de Janeiro e pouco superior à média brasileira. No índice da tarifa média praticada – IN004, o valor foi de 5,07 R\$/m³, também inferior aos valores praticados no Estado do Rio de Janeiro e superior à média nacional.

Enquanto que no índice da tarifa média de água – IN005, o valor no Município de Nilópolis também é de 5,07 R\$/m³ e novamente, inferior ao Estado do Rio de Janeiro e superior à média brasileira. Um outro índice muito importante é o IN058 – Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de

Água, correspondendo à quantidade de quilowatts por hora para a produção de um metro cúbico de água.

Este indicador é importante para a avaliação dos custos com energia elétrica, sendo possível avaliar se o sistema demanda de muita energia para manter o abastecimento da população, além de possibilitar um comparativo com outros sistemas. Sendo assim, para se calcular o IN058 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN058 = \frac{\textit{Consumo Total d Energia Elétrica em Sistemas de Água}}{\textit{Volume de Água (Produzido – Tratada Importado)}}$$

Contudo, através de todos os dados expostos e analisados nos parágrafos anteriores, observa-se que não há receita gerada no SAA do Município de Nilópolis. De acordo com SNIS 2021, é possível visualizar o déficit gerado no sistema através dos indicadores FN006 – arrecadação total e FN017 – Despesas Totais com os Serviços. O FN006 apresentou um valor de R\$34.981.733,70 e o FN017 apresentou um valor de R\$36.346.135,84 gerando um valor negativo de **R\$ -1.364.402,14** ao SAA do município.

2.1.8. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Nilópolis

As principais deficiências que podem ser citadas no Sistema de Abastecimento de Água de Nilópolis são:

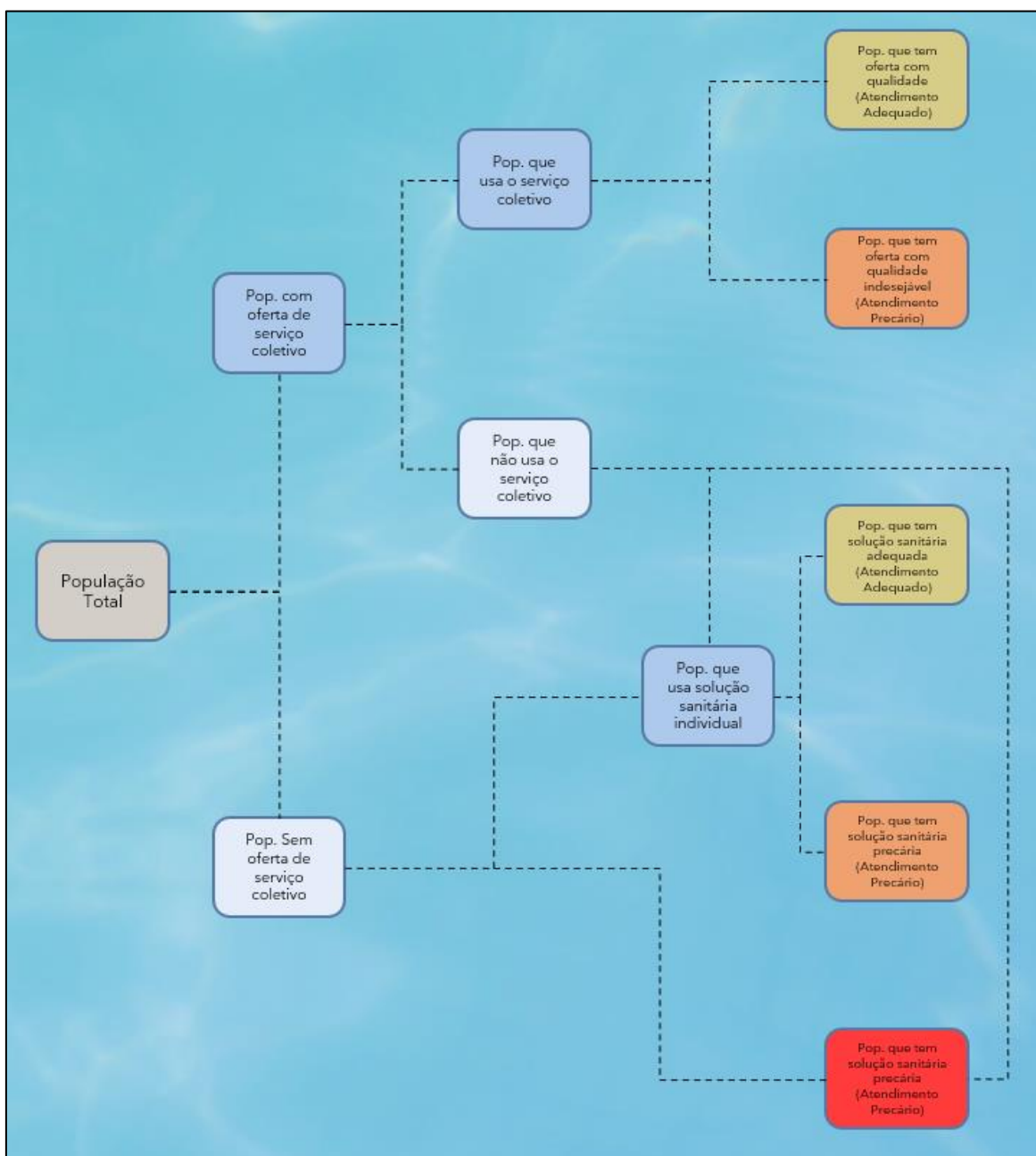
- Alto índice de perdas no sistema;
- Índice de hidrometração abaixo de 100%;
- Alto índice de inadimplência;
- Desperdício de água potável por parte da população;
- Ocorrência de furtos de água;
- Inexistência de sistema de reservação própria do município.

A partir das deficiências levantadas serão apresentadas propostas mitigatórias na etapa de Prognóstico. Assim, deve-se apresentar soluções para os problemas apontados no presente produto.

2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

Tendo em vista a situação atual do Esgotamento Sanitário de Nilópolis, observa-se que o déficit deste serviço pode ser definido em virtude da falta de investimentos e da oferta de soluções sanitárias individuais ou coletivas. A carência na oferta deste serviço também pode ser relacionada ao crescimento aliado a falta de planejamento e investimento neste eixo. Dentro desta perspectiva, o fluxograma abaixo ilustra esta classificação.

Figura 19 – Classificação do acesso ao serviço de esgotamento sanitário.



Fonte: Panorama do Saneamento Básico no Brasil, 2011. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Sendo assim, em Nilópolis a gestão dos serviços de esgotamento sanitário é de responsabilidade da Companhia Águas do Rio e a mesma, é a responsável por trazer também ao município novos investimentos nesta área. Em relação a coleta e o tratamento do esgoto sanitário, o município apresenta números que estão fora dos padrões mínimos exigidos por Normas e Legislações, principalmente por estar localizado em uma das regiões mais desenvolvidas do país.

Uma parte do esgoto sanitário coletado no Município de Nilópolis é direcionado para a ETE do Sarapuí (CEDAE, 2022.), localizada no Município de Belford Roxo, com um total de 1.425.150m³ tratado no ano de 2020, de acordo com o SNIS 2022. Ressalta-se, que de acordo ainda com o SNIS 2022, a extensão da rede coletora de esgotamento sanitário é de 190 km, com 42,81% do esgoto gerado sendo coletado e destes, de acordo ainda com o SNIS 2022, apenas 35,4% é tratado. O restante do esgoto gerado é direcionado para os rios Pavuna e Sarapuí sem nenhum tipo de controle, como ilustrado pela figura abaixo.

Figura 20 – Disposição de esgotos domésticos diretamente no rio Pavuna na Rua Beira Rio esquina com a Rua Pracinha Wallace Paes Leme.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

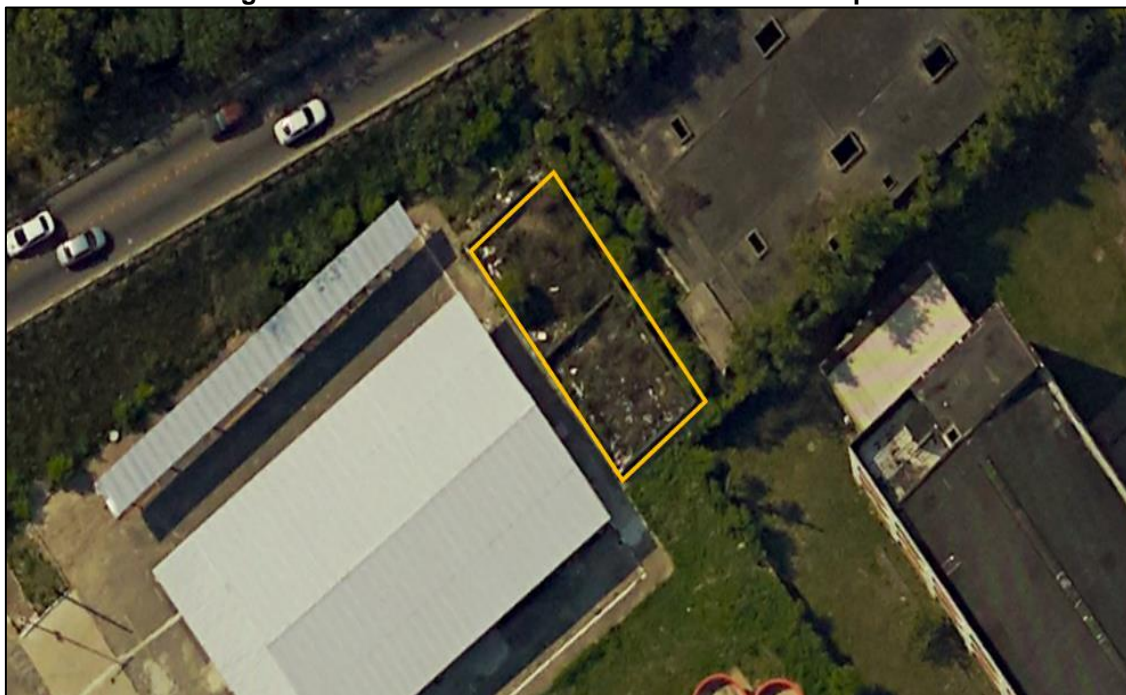
Ressalta-se, que há no município uma ETE desativada como mostra a figura abaixo, localizada próximo ao Viaduto Marcel Luís Sette Fortes de Almeida, com a Estrada Dr. Rufino Gonçalves Ferreira.

Figura 21 – ETE desativada no Município de Nilópolis.



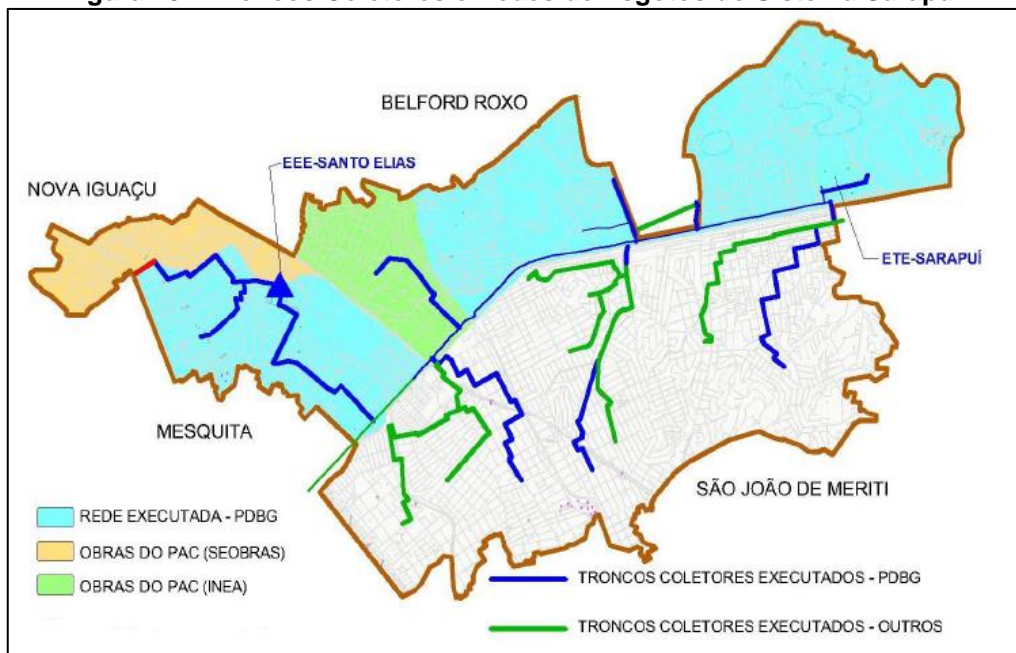
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 22 – Vista aérea da ETE desativada em Nilópolis.



Fonte: Imagens 2022 CNES / Airbus, Maxar Technologies, Dados do mapa, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 23 – Troncos Coletores e Redes de Esgotos do Sistema Sarapuí.



Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – CEDAE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O quadro abaixo mostra os indicadores do sistema de esgotamento sanitário do Município de Nilópolis presentes no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Tabela 19 – Indicadores do sistema de esgotamento sanitário de Nilópolis.

ITEM	INDICADOR	QUANTIDADE	UNIDADE
ES001	População total atendida com esgotamento sanitário	81.618	Habitante
ES002	Quantidade de ligações ativas de esgoto	19.000	Ligação
ES003	Quantidade de economias ativas de esgoto	28.527	Economia
ES004	Extensão da rede de esgoto	190	Km
ES005	Volume de esgoto coletado	4.025,53	1.000m³/ano
ES006	Volume de esgoto tratado	-	1.000m³/ano
ES007	Volume de esgoto faturado	-	1.000m³/ano
ES008	Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto	26.244	Economia
ES009	Quantidade de ligações totais de esgoto	24.209	Ligação
ES012	Volume de esgoto bruto exportado	1.425,15	1.000m³/ano
ES026	População urbana atendida com esgotamento sanitário	81.618	Habitante
ES028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos	-	1000 kWh/ano
IN015	Índice de coleta de esgoto	42,81	Percentual

IN016	Índice de tratamento de esgoto	35,4	Percentual
IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	7,85	m/lig
IN024	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água	50,17	Percentual
IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	15,16	Percentual

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2022. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Entretanto, de acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, deve-se estabelecer um sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, que deve ser revisto por exigência legal em prazo não superior a dez anos, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do processo forem considerados relevantes para acompanhamento do serviço de esgotamento sanitário no município.

Comparando o percentual de atendimento do serviço de esgotamento sanitário na área urbana de Nilópolis com as outras regiões do país, constata-se que o município se encontra em posição desprivilegiada, apresentando índices de atendimento muito menores que dos demais. Nota-se a necessidade de grandes investimentos neste setor, para priorizar a saúde ambiental do município e, conseqüentemente, dos cidadãos residentes no mesmo. Abaixo, é possível visualizar os dados de cobertura de coleta e tratamento dos esgotos, em âmbito Nacional, Regional e Municipal.

Tabela 20 – Panorama da coleta e tratamento de esgotos.

Macrorregião	Coleta de Esgotos		Tratamento de Esgotos	
	Total (%)	Urbano (%)	Gerados (%)	Coletados (%)
	IN056	IN024	IN046	IN016
Norte	12,3	15,8	22	82,8
Nordeste	28,3	36,7	33,7	82,7
Sudeste	79,5	83,7	55,5	73,4
Sul	46,3	53,1	47	94,6
Centro-Oeste	57,7	63,6	56,8	93,2
Brasil	54,1	61,9	49,1	78,5
Nilópolis	50,17	50,17	15,16	35,4

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

De acordo com os dados disponibilizados pelo SNIS 2022, observa-se que o Brasil atende 54,1% da população brasileira com rede de esgotamento sanitário e que 49% do esgoto gerado é tratado. O índice de coleta de esgotos urbanos para a Região Sudeste é de 83,7%, enquanto que o de Nilópolis é de 50,17%.

Analisando os indicadores apresentados, observa-se que o município deve estabelecer uma política de investimento massiva para minimizar o quadro atual precário em que se encontra. Portanto, devido a isso, a degradação do meio ambiente, somada aos recursos financeiros disponibilizados para saúde para sanar as doenças causadas pelos baixos índices de saneamento adequado, bem como incapacidade de valorização imobiliária, atrasarão o desenvolvimento econômico do município e diminuirão a qualidade de vida da população.

Considerando a inexistência de tratamento de esgotos sanitários, áreas que possuem risco de contaminação são aquelas não atendidas por este serviço e notoriamente, com maior potencial, àquelas onde apresentam maior densidade populacional. No caso de Nilópolis, esta situação é agravada em parte do município, além da falta de investimento em um sistema público de tratamento dos esgotos domésticos, este despejo irregular se torna prejudicial ao ambiente.

O conceito de acesso e cobertura devem considerar as diversidades tecnológicas e buscar a cobertura dos serviços através das adaptações e utilização da melhor tecnologia para cada ambiente. Com essa diretriz, busca-se a universalização do esgotamento sanitário através da viabilidade técnica, econômica e social.

2.2.1. Características gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário

2.2.1.1. Estações de Tratamento de Esgoto – ETE

Segundo Von Sperling (1996), o tratamento preliminar objetiva apenas a remoção dos sólidos grosseiros (materiais de maiores dimensões e areia), enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Nestes dois tipos de tratamento, predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes. Por outro lado, no tratamento secundário, predominam mecanismos biológicos (sistemas anaeróbios, filtros

biológicos, lagoas de estabilização, lodos ativados, dentre outros), tendo como objetivo principal a remoção de matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes (nitrogênio e fósforo).

O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário, nutrientes e patógenos. A remoção de nutrientes e patógenos também pode ser considerada integrante do tratamento secundário dependendo do sistema, visto que o tratamento terciário é bastante raro no Brasil.

2.2.2. Corpo Hídrico Receptor

A Resolução CONAMA nº 430 de 2011 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. Segundo o artigo 10 desta resolução, os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento, deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

Esta resolução também estabelece que, os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

A resolução citada estabelece metas obrigatórias através de parâmetros para o lançamento de efluentes, de forma a preservar as características do corpo de água. Para os parâmetros não inclusos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado. Na ausência de metas intermediárias progressivas



obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

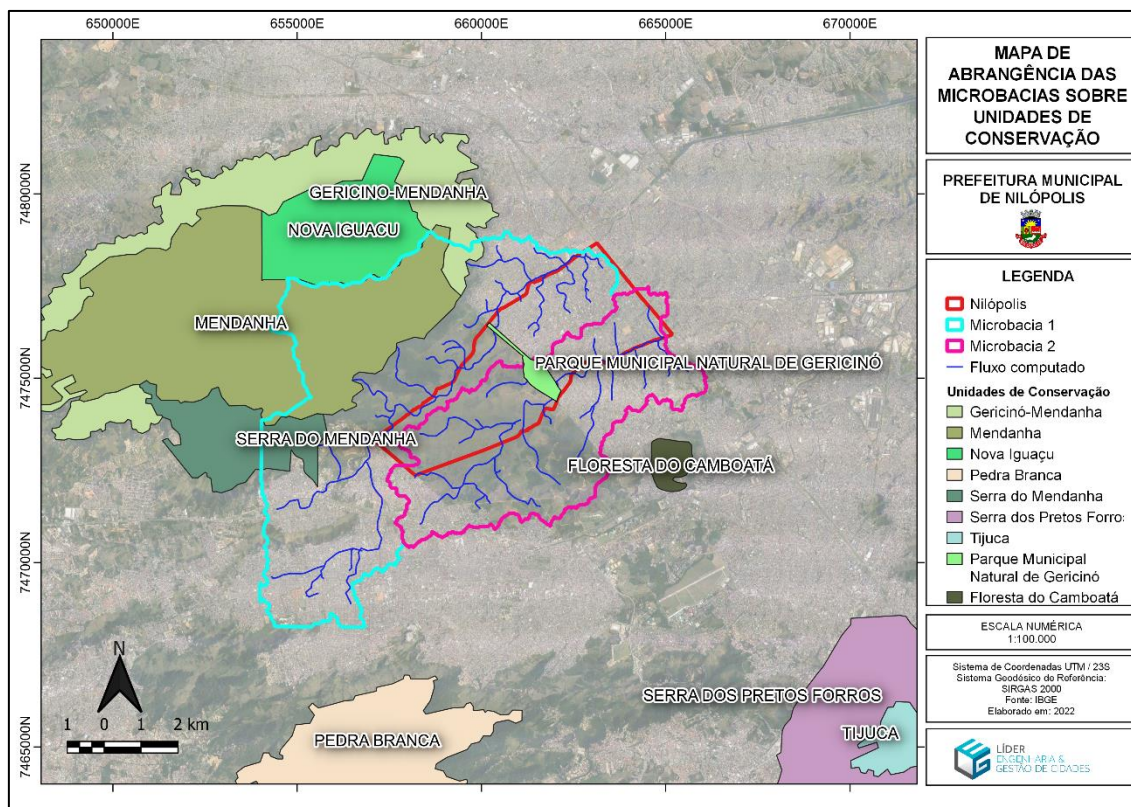
A Resolução CONAMA nº 430 de 2011, através do Artigo 21 define os padrões de lançamento, modificando os limites estabelecidos para alguns parâmetros definidos anteriormente pela Resolução nº 357 de 2005, e acrescenta um parágrafo onde especifica que o parâmetro nitrogênio amoniacal total não é mais aplicável em sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

Na prática, quanto aos valores estabelecidos pela Legislação Federal referente aos lançamentos de esgotamento sanitário, é fixado a taxa máxima de 120 mg/l para $DBO_{5,20}$ sendo permitida concentração superior a essa apenas quando o sistema tiver eficiência de 60%.

Desta forma, os corpos hídricos que recebem os efluentes domésticos não tratados em Nilópolis são os rios Pavuna e Sarapuí e as suas sub-bacias, detêm sedes urbanas em suas áreas de drenagem, as quais descarregam parte de seus esgotos sem tratamento nestes corpos hídricos.

A área urbana da Capital Rio de Janeiro, situada próxima aos limites de Nilópolis, mais precisamente em parte da Microbacia 1, também é responsável pela poluição no Rio Sarapuí, considerando a localização do corpo hídrico. Abaixo segue o mapa das bacias analisadas com influência no perímetro municipal de Nilópolis e a abrangência das mesmas em relação a unidades de conservação.

Figura 24 – Mapa de abrangência das bacias em relação as unidades de conservação.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Como potenciais fontes de poluição:

➤ Difusas urbanas:

- Lançamentos de esgotos in natura em vários pontos dos rios Pavuna e Sarapuí pelo Município de Nilópolis.

Ressalta-se, que não foram encontradas informações sobre análises químicas de montante e jusante nos pontos de lançamento de esgoto *in natura*, nos rios Pavuna e Sarapuí e também, são desconhecidas as localizações exatas dos pontos de poluição difusa oriundos do lançamento indiscriminado de efluentes domésticos nos respectivos rios.

Figura 25 – Ilustração da área urbana de Nilópolis entre os Rios Sarapuí e Pavuna.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.



2.2.3. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Nilópolis

A seguir, serão listados os principais problemas relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário de Nilópolis, os quais embasarão as soluções propostas no Prognóstico.

- Baixa fiscalização sobre as ligações pluviais irregulares à rede de esgoto;
- Falta de ação para a implantação do projeto para a instalação de Dispositivos de Tratamento de Esgoto;
- Discrepância entre os dados contidos no SNIS e a realidade do município em relação a coleta e tratamento do esgoto sanitário;
- Baixo investimento para o eixo de esgotamento sanitário.



2.3. Sistema De Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

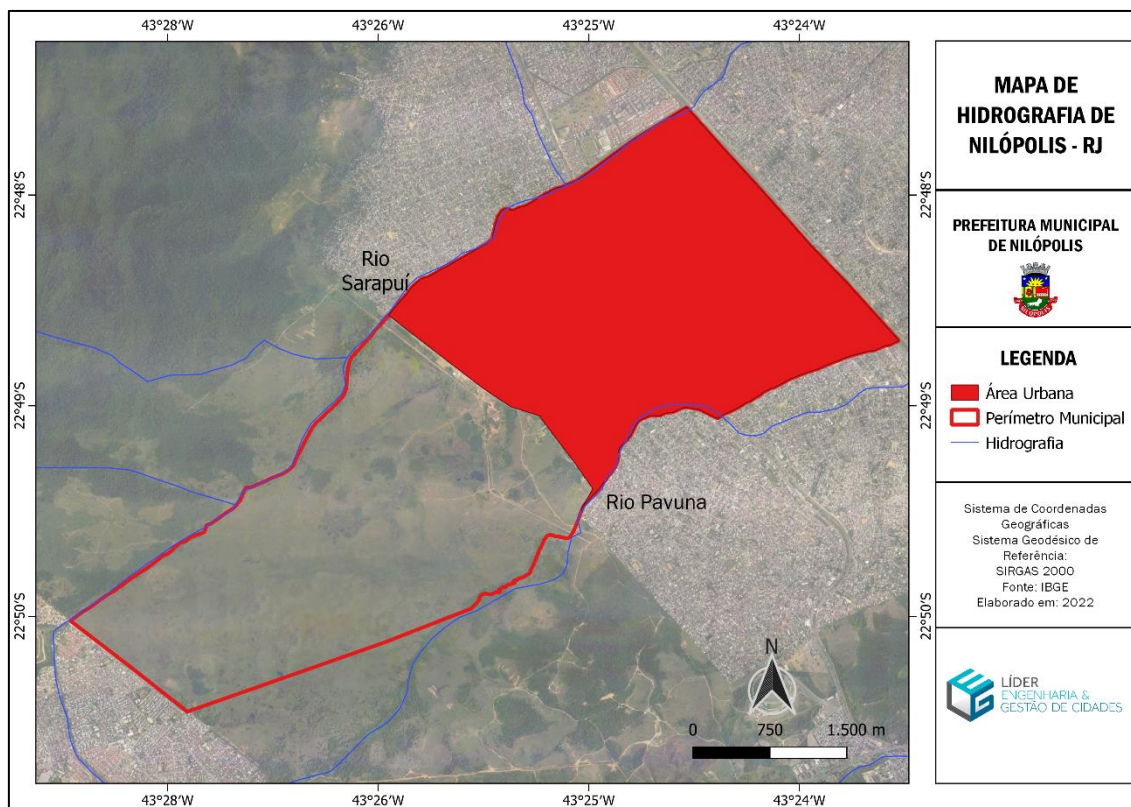
2.3.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas

O estudo da drenagem possui foco principal na predição dos resultados dos hidrogramas de picos de vazões, que elevam diretamente com a intensa ocupação urbana nas bacias hidrográficas e conseqüente aumento da impermeabilização da superfície.

Desse modo, o crescimento urbano das cidades brasileiras provoca impactos na população e no meio ambiente, aumentando a frequência e gravidade das inundações, prejudicando a qualidade da água e gerando um aumento da presença de materiais sólidos no escoamento pluvial. Assim, existem fatores a serem atribuídos: a falta de planejamento, uso impróprio do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem ineficientes.

O Município de Nilópolis possui déficit em seu sistema de microdrenagem, pois, mesmo sendo composto por galerias e bocas de lobo a rede está subdimensionada, acarretando em diversos problemas quando há ocorrência de fortes chuvas. Em relação a sua macrodrenagem, o Município de Nilópolis possui dois rios, sendo os rios Pavuna e Sarapuí, que são utilizados para receber as águas do seu sistema de microdrenagem. (Fonte: Relatório da Visita Técnica da Contratada, 2022).

Figura 26 – Mapa de hidrografia de Nilópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O município não conta com a rede de cadastro de drenagem. O Cadastro Técnico das Redes de Drenagem forma um sistema de informações definido por dois aspectos básicos, sendo o primeiro a criação de um banco de dados com um histórico de informações de muitos anos, visando a organização, cadastramento e aprimoramento das redes instaladas, enquanto o segundo aspecto visa o destaque e a disponibilização dessas informações para setores e equipes de trabalho.

O Município de Nilópolis possui em seu território a Barragem de Laminação de Cheias do Rio Sarapuí, sendo esta uma obra importante para a contenção dos picos de cheias do Rio Sarapuí. A mesma teve construção após a grande cheia de 1988, sendo esta responsável por causar enormes transtornos para a Capital Rio de Janeiro e os municípios adjacentes. A Barragem está localizada no Campo de Instrução do Gericinó, sendo esta uma área utilizada pelo Exército.

O sistema tradicional de drenagem é geralmente dividido em dois componentes, o da microdrenagem e o da macrodrenagem. Ambos os sistemas devem ser planejados e projetados sob critérios diferenciados. O sistema de

microdrenagem, composto por pavimentos das ruas, guias, sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e de canais de pequenas proporções, deve ser dimensionado para o escoamento de vazões de dois a dez anos de período de retorno. Já o sistema de macrodrenagem, composto por canalização de corpos hídricos, limpeza e desassoreamento de córregos, diques de contenção e readaptação de obras de galeria e de travessias, deve ser dimensionado para inundações de cinquenta a cem anos de período de retorno. (PMSP, 1999).

De acordo com a análise das microbacias urbanas, o Município de Nilópolis, apresenta sistemas de microdrenagem em parte da área urbana, e um sistema de bueiros e galerias próximos ao rio.

Contudo, observa-se ainda a necessidade de implantação de novos dispositivos que contemplem toda a área urbana, principalmente visando o amortecimento das águas pluviais com uma rede de drenagem mais completa, em visita ao município, identificou que ocorre despejo da rede de esgoto na rede de drenagem como visto abaixo.

Figura 27 – Macro drenagem recebendo esgoto na altura da ponte da Rua Marechal Deodoro, Bairro Nova Cidade.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Outro fator expressivo que é observado como agravante do sistema de drenagem urbana em Nilópolis é a concepção equivocada de projetos, os quais, em sua maioria, não previram a expansão da área urbana e conseqüentemente, o aumento da impermeabilidade do solo, bem como, optou-se por investir em ações estruturais ao invés de investir em ações estruturantes.

Diante do exposto, com relação à drenagem urbana, pode-se dizer que existem duas condutas que tendem a agravar ainda mais a situação, não apenas em Nilópolis, como em muitos municípios do país:

- Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante. Este critério aumenta em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante;
- As áreas ribeirinhas, que o rio utiliza durante os períodos chuvosos como zona de passagem da inundação, têm sido ocupadas pela população com construções, reduzindo a capacidade de escoamento. A ocupação destas áreas de risco resulta em prejuízos evidentes quando o rio inunda seu leito maior.

Além desses dois sistemas tradicionais, cada vez mais, difunde-se o uso de medidas sustentáveis, que buscam o controle do escoamento na fonte através da infiltração ou retenção no próprio lote ou loteamento das águas pluviais, de modo a manter as condições naturais pré-existentes de vazão para um risco definido.

Neste plano, a componente drenagem e manejo de águas pluviais, em sua fase de diagnóstico, pretende analisar os sistemas de microdrenagem, macrodrenagem e de drenagem natural, apontar problemas existentes e potenciais e além disto, elaborar cartas temáticas com base nos dados secundários e cartografia disponível da região, destacando temas de hidrografia, uso e ocupação dos solos, cobertura vegetal, estações pluviométricas e pluviométricas, características dos solos e topografia.

Além disto, através do estudo das microbacias urbanas, será apresentada a identificação das melhores e piores condições de escoamento das microbacias, assim como será estimado o volume de escoamento para cada exutória, de acordo com os períodos de retorno determinados.

2.3.2. Caracterização das Sub-Bacias Hidrográficas

Neste item serão realizados estudos das principais características das bacias hidrográficas nas quais o Município de Nilópolis fica inserido. Atualmente existem doze subdivisões das regiões hidrográficas brasileiras. A área de Nilópolis está inserida na região hidrográfica do Atlântico Sudeste que é caracterizada pelas atividades de agricultura irrigada em larga escala, turismo e indústria (ANA, 2005).

Figura 28 – Regiões Hidrográficas Brasileiras.



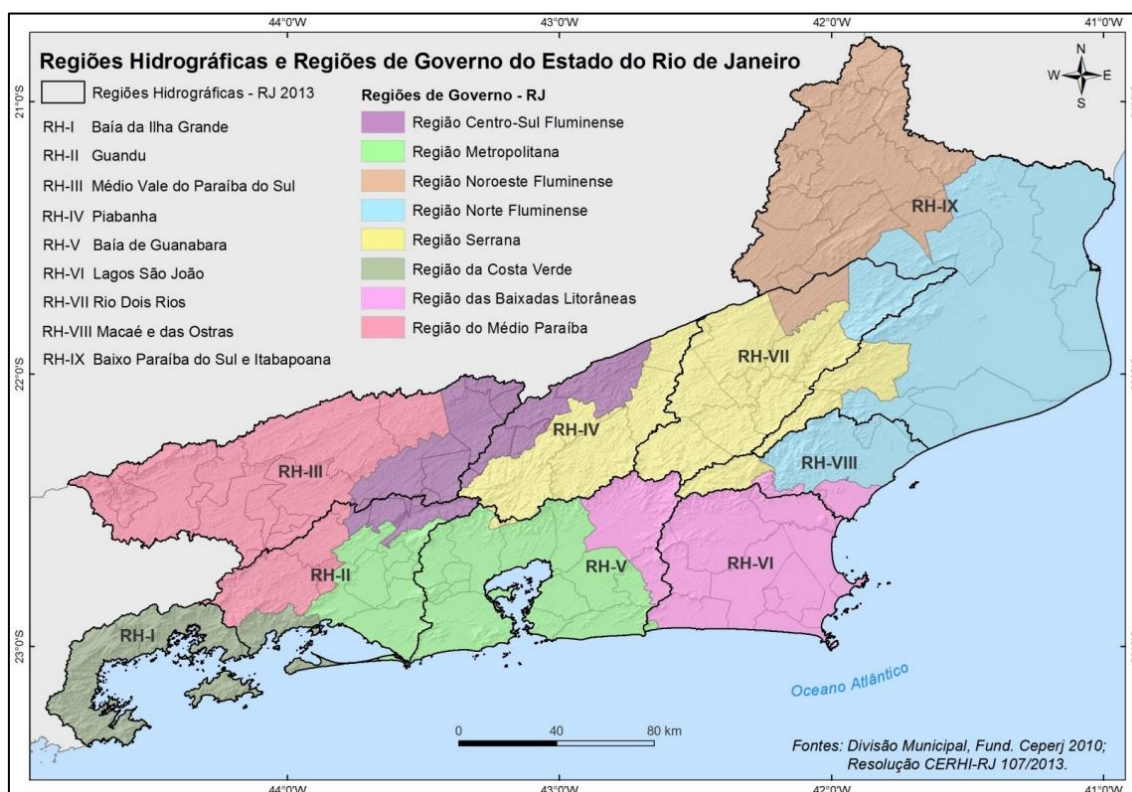
Fonte: Agência Nacional das Águas – ANA, 2005. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A caracterização do Estado, sob o foco dos recursos hídricos, inicia-se com a introdução do conceito de Região Hidrográfica Nacional. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, por meio da Resolução nº 32 de 15 de outubro de 2003, institui a Divisão Hidrográfica Nacional, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Segundo a Resolução, considera-se como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

As bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro apresentam pequenas dimensões e relativa homogeneidade em seus aspectos físicos e socioeconômicos, o governo do Estado do Rio de Janeiro, através do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos e em conformidade com a Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 3.239/99) caracterizou o Estado em dez regiões hidrográficas, visualizadas na figura abaixo.

Figura 29 – Bacias Hidrográficas Federais do Rio de Janeiro.



Fonte: Instituto Estadual do Ambiente – INEA-RJ, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O Município de Nilópolis faz parte da Região Hidrográfica V, denominada Baía de Guanabara, estando também inserido na Bacia do rio Iguçu-Sapucaí, situada na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, abrangendo totalmente o Município de Belford Roxo, Duque de Caxias, São João do Meriti, Rio de Janeiro e Nova Iguaçu.

O principal rio da Bacia é o Rio Iguaçu, o qual possui suas nascentes localizadas na Serra do Tinguá e apresenta altitude de aproximadamente 1.000 metros. Entre a nascente e a exutória, o rio Iguaçu percorre cerca de 44 km até encontrar o mar. Seus afluentes são o Rio Sarapuí, Rio Tinguá, Rio Capivari e o Rio Pati.

Em função das características topográficas da região, se localizam desníveis acentuados o que força a água proveniente da chuva a escoar em uma velocidade avançada, propiciando erosão. As águas escoam até encontrarem as planícies, onde perdem força e velocidade, onde formam as áreas inundadas.

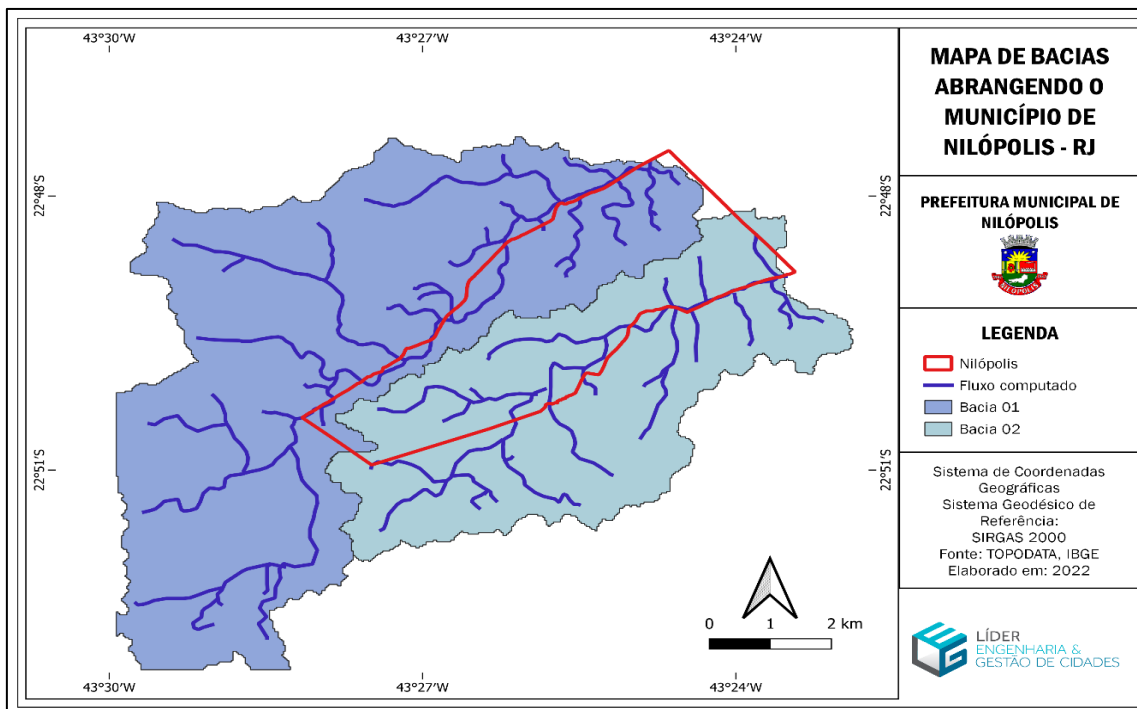
O Município de Nilópolis está inserido na Baía de Guanabara, as bacias contribuintes são às Lagunas de Itaipu e Piratininga, Bacia do Guaxindiba Alcântara, Bacia do Caceribu, Bacia do Guapimirim-Macacu, Bacia do Roncador ou Santo Aleixo, Bacia do Iriri, Bacia do Suruí, Bacia do Estrela, Inhomirim, Saracuruna, Bacias Contribuintes à Praia de Mauá, Bacia do Iguaçu, Bacia do Pavuna-Meriti, Bacias da Ilha do Governador, Bacia do Irajá, Bacia do Faria-Timbó, Bacias Drenantes da Vertente Norte da Serra da Carioca, Bacias Drenantes da Vertente Sul da Serra da Carioca, Bacias Contribuintes à Praia de São Conrado, Bacias Contribuintes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

2.3.3. Caracterização das Microbacias Urbanas

Com o intuito de realizar o estudo de drenagem das águas pluviais da sede urbana de Nilópolis, delimitaram-se as Microbacias Urbanas, que possuem influência direta da Zona Urbana do Município.

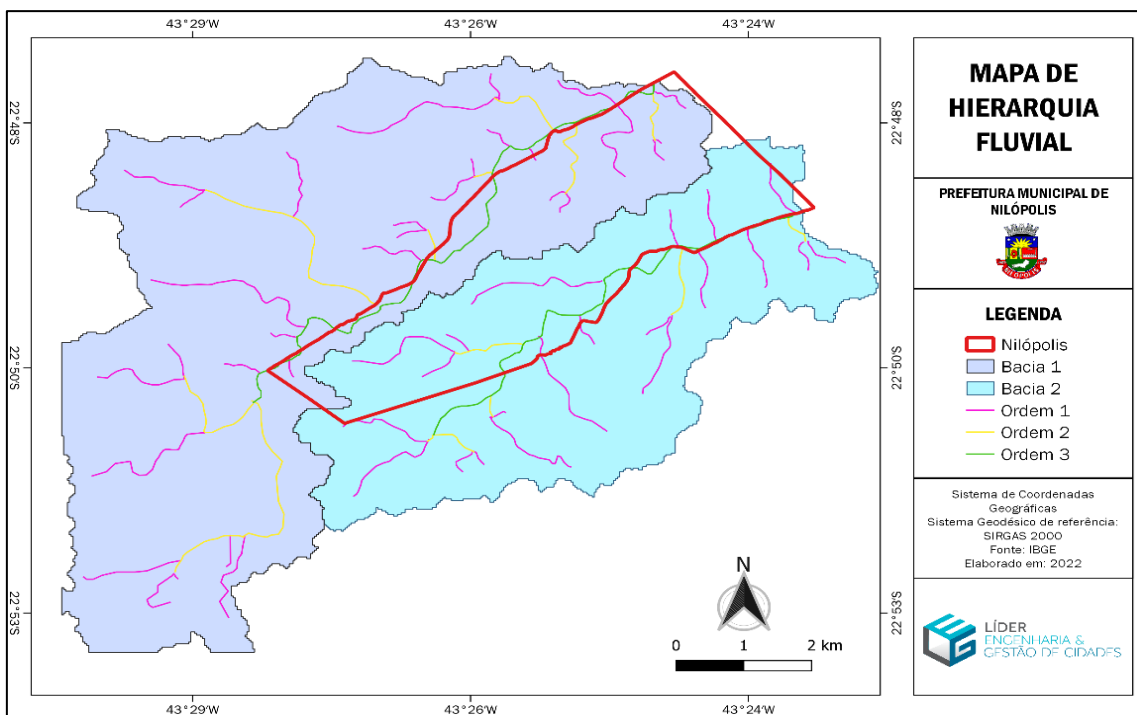
Para delimitação das microbacias hidrográficas utilizou-se o *software Arc Hydro Tools*, uma extensão do software: *ESRI® Arc Map™ 10.4*. Nos próximos tópicos segue a análise detalhada para cada uma das microbacias identificadas. Para ilustrar melhor a caracterização hidrográfica de todo o município, segue abaixo o mapa das microbacias urbanas identificadas para zona urbana municipal e o mapa de hierarquia fluvial.

Figura 30 – Mapa das Microbacias Urbanas.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 31 – Mapa de hierarquia fluvial.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.3.1. Análise Morfométrica

A metodologia utilizada para determinação dos parâmetros foi a proposta por Horton (1945), sendo a mesma aplicada, considerando as condições ambientais brasileiras definidas por Villela & Mattos (1975) e Christofolletti (1980). Os dados secundários utilizados foram armazenados em ambiente SIG, onde foram feitos os cálculos, por meio de ferramentas estatísticas e de geoprocessamento, fazendo uso dos *softwares*: *ESRI*® *Arc Map*™ 10.4.1 e *Microsoft*® *Excel* 2016.

O principal objetivo do estudo morfométrico é demonstrar, mediante os cálculos de parâmetros, quais microbacias apresentam as melhores e piores condições de drenagem, de acordo com suas condições naturais.

Neste estudo de caracterização morfométrica, optou-se pela utilização de microbacias com o objetivo de identificar as condições de drenagem natural, a área urbana do município é delimitada pelo Rio Pavuna e Rio Sarapuí, portanto o programa gerou um possível fluxo de drenagem através do MDE, que de modo deram embasamento para a realização dos cálculos. As microbacias selecionadas foram as que apresentaram influência direta na dinâmica urbana da sede de Nilópolis.

A análise morfométrica iniciou-se pela classificação e ordenação dos principais fluxos de drenagem, obtendo assim a hierarquia fluvial para cada microbacia. Posteriormente deu-se procedência nas análises de aspectos lineares, areais e hipsométricos, conforme aponta nas tabelas abaixo.

Tabela 21 – Hierarquia do fluxo de drenagem computado.

Hierarquia Fluvial			
Bacias	Ordem	Quantidade	Extensão (km)
Bacia 1	1 ^a	31	24,46
	2 ^a	12	10,42
	3 ^a	10	10,18
	4 ^a	-	-
Bacia 2	1 ^a	21	20,93
	2 ^a	6	4,07
	3 ^a	10	7,99
	4 ^a	-	-

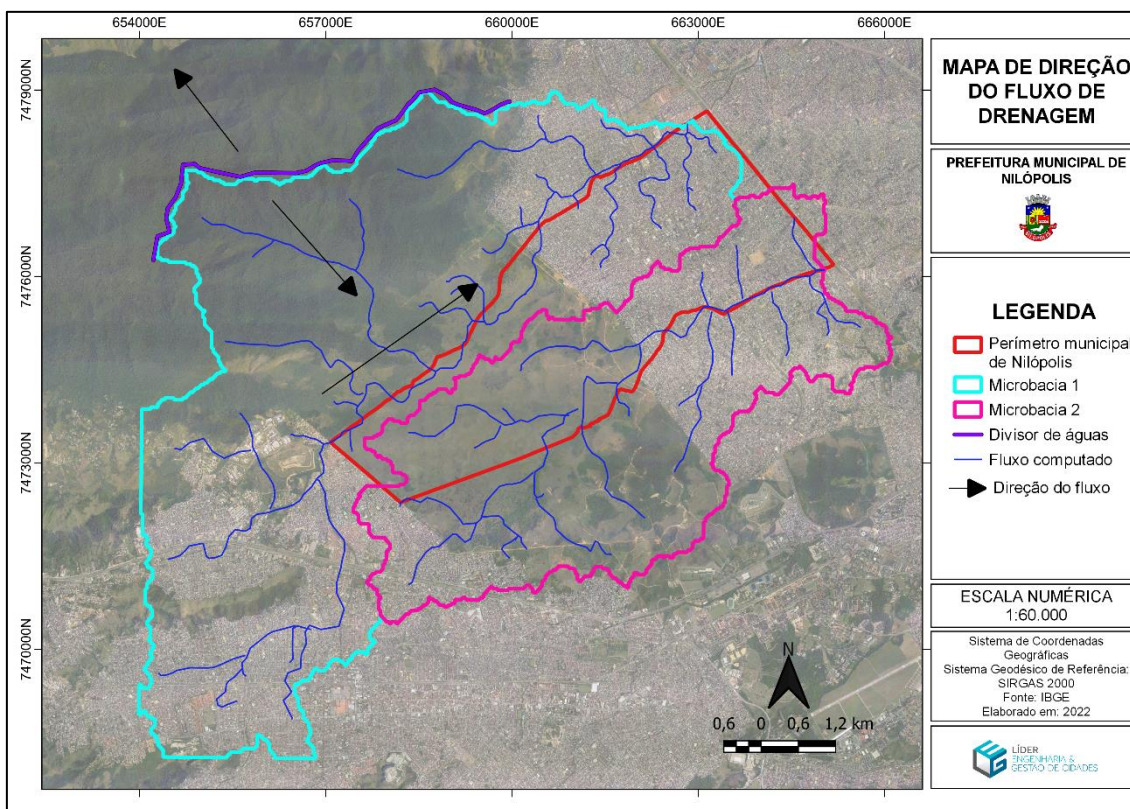
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A partir da análise espacial realizada por uso da ferramenta de geoprocessamento, constatou-se sobre a localização do Município de Nilópolis em relação a Serra do Gericinó-Mendanha. Considerando sobre a direção do fluxo computado a partir da manipulação do MDE (Modelo Digital de Elevação), o qual tem escoamento superficial na direção do Rio Sarapuí, constata-se sobre o conseqüente aumento na contribuição e por ventura aumento da vazão do corpo hídrico receptor.

O CN (Curva Número) feito pra realizar os cálculos de estimativas da vazão, leva em consideração as condições do solo em relação a capacidade de infiltração, o qual será exposto nos próximos tópicos. Para o cálculo do mesmo será considerado as características de solo, relacionando sua estrutura com a capacidade de infiltração.

Devido ao fato de o fluxo de drenagem escoar para áreas em estado de degradação, a infiltração é comprometida, prolongando o escoamento superficial das águas pluviais e elevando o fluxo para as calhas do Rio Sarapuí e Rio Pavuna. O mapa abaixo expõe sobre o a direção do escoamento do fluxo de drenagem proveniente da Serra do Gericinó-Mendanha.

Figura 32 – Mapa de direção do fluxo de drenagem.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.3.2. Análise Linear

- **Comprimento do canal principal (km) – Lcp**

É a distância que se estende ao longo do canal principal, desde sua nascente até a foz.

- **Altura do canal principal (m) – Hcp**

Para encontrar a altura do canal principal, subtrai-se a cota altimétrica encontrada na nascente pela cota encontrada na foz.

- **Gradiente do canal principal (m/km) – Gcp**

É a relação entre a altura do canal e o comprimento do respectivo canal, indicando a declividade do curso d'água. É obtido pela fórmula:

$$G_{cp} = H_{cp} / L_{cp}$$

Sendo:

Gcp = Gradiente do canal principal (m/km);

Hcp = Altura do canal principal (m);

Lcp = Comprimento do canal principal (km).

Este gradiente, também, pode ser expresso em porcentagem:

$$(\%) - G_{cp} = H_{cp} / L_{cp} * 100$$

- **Extensão do percurso superficial (km/km²) – Eps**

Representa a distância média percorrida pelas águas entre o interflúvio e o canal permanente. É obtido pela fórmula:

$$E_{ps} = 1 / 2 Dd$$

Sendo:

Eps = Extensão do percurso superficial (km/km²);

1 = constante;

2 = constante;

D_d = Valor da densidade de drenagem (km/km^2).

2.3.3.3. Análise Areal

Na análise areal das bacias hidrográficas, estão englobados vários índices, nos quais, intervêm medições planimétricas, além de medições lineares. Podemos incluir os seguintes índices:

- **Comprimento da bacia (km) – L_b**

É calculado, através da medição de uma linha reta traçada ao longo do rio principal, desde sua foz até o ponto divisor da bacia.

- **Coefficiente de compacidade da bacia – K_c**

É a relação entre o perímetro da bacia e a raiz quadrada da área da bacia. Este coeficiente determina a distribuição do deflúvio, ao longo dos cursos d'água, e é em parte responsável pelas características das enchentes, ou seja, quanto mais próximo do índice de referência, que designa uma bacia de forma circular, mais sujeita a enchentes, será a bacia. É obtido pela fórmula:

$$K_c = 0,28 * P / \sqrt{A}$$

o K_c = Coeficiente de compacidade;

o P = Perímetro da bacia (km);

o A = Área da bacia (km^2).

Sendo:

Índice de referência – 1,0 = forma circular.

Índice de referência – 1,8 = forma alongada.

Pelos índices de referência, 1,0 indica que a forma da bacia é circular e 1,8 indica que a forma da bacia é alongada. Quanto mais próximo de 1,0 for o valor deste coeficiente, mais acentuada será a tendência para maiores enchentes.

Isto porque, em bacias circulares, o escoamento será mais rápido, pois a bacia descarregará seu deflúvio direto com maior rapidez, produzindo picos de enchente de maiores magnitudes. Já nas bacias alongadas, o escoamento será mais lento e a capacidade de armazenamento maior.

• **Densidade hidrográfica (rios/km²) – Dh o Dh = Densidade hidrográfica;**

o N1 = Número de rios de 1^a ordem;

o A = Área da bacia (km²).

É a relação entre o número de segmentos de 1^a ordem e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

$Dh = N1 / A$, sendo:

Canholi (2014) define três categorias de densidade hidrográfica:

Dh baixa – menos de 5 rios/km²;

Dh média – de 5 a 20 rios/km²;

Dh alta – mais de 20 rios/km².

• **Densidade de drenagem (km/km²) – Dd o Dd = Densidade de drenagem;**

o Lt = Comprimento dos canais (km);

o A = Área da bacia (km²).

É a relação entre o comprimento dos canais e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

$Dd = Lt/A$, sendo:

Segundo Villela & Mattos (1975), o índice varia de 0,5 km/km², para bacias com pouca capacidade de drenagem, até 3,5 km/km² ou mais, para bacias, excepcionalmente, bem drenadas.

2.3.3.4. Análise Hipsométrica

• Altura da bacia (m) – Hb

É a diferença altimétrica entre o ponto mais elevado da bacia e o ponto mais baixo (foz). Foram analisados os parâmetros lineares, areais e hipsométricos das microbacias localizadas dentro do perímetro urbano da sede do Município de Nilópolis, cujos dados estão expostos na tabela abaixo a seguir.

**Tabela 22 – Dados Morfométricos.
Estudo Morfométrico das Bacias**

Parâmetros		Valor
Bacia 1	Área da bacia – A (Km ²)	49,81
	Perímetro da bacia – P (Km)	55,73
	Comprimento do canal principal – Lcp (Km)	10,18
	Altura do canal principal – Hcp (m)	22,00
	Gradiente do canal principal – Gcp (m/Km)	2,16
	Extensão do Percurso Superficial – Eps (Km/Km ²)	0,52
	Comprimento da bacia – Lb (Km)	13,10
	Coefficiente de compacidade (Fator de forma) – Kc	2,21
	Densidade hidrográfica – Dh (rios/Km ²)	0,62
	Densidade de drenagem – Dd (Km/Km ²)	1,05
	Altura da bacia – Hb (m)	105,00
Bacia 2	Área da bacia – A (Km ²)	28,56
	Perímetro da bacia – P (Km)	40,96
	Comprimento do canal principal – Lcp (Km)	7,99
	Altura do canal principal – Hcp (m)	26,00
	Gradiente do canal principal – Gcp (m/Km)	3,25
	Extensão do Percurso Superficial – Eps (Km/Km ²)	0,57
	Comprimento da bacia – Lb (Km)	9,76
	Coefficiente de compacidade (Fator de forma) – Kc	2,14
	Densidade hidrográfica – Dh (rios/Km ²)	0,73
	Densidade de drenagem – Dd (Km/Km ²)	1,15
	Altura da bacia – Hb (m)	33,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Através da análise dos parâmetros morfométricos, pode-se inferir que as microbacias localizadas na área urbana de Nilópolis, possuem influência direta junto ao rio Sarapuí e Pavuna junto com o canal Peri-Peri, e apresentam áreas relativamente grande para a bacia 1 e para a bacia 2, que apresentaram uma área de 49,81 km² e 28,56 km², respectivamente.

Todas as bacias estudadas apresentaram densidades hidrográficas baixas, com menos de cinco rios/km. A densidade hidrográfica é de suma importância, pois representa o comportamento hidrográfico em determinada área, em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos de água.

Para o fator Densidade de Drenagem, todas as bacias apresentaram resultados baixos. A densidade de drenagem é uma das variáveis mais importantes para a análise morfométrica, representando o grau de dissecação topográfica, em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, ou expressando a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pelas estruturas geológicas.

Avaliando os valores referentes ao gradiente do canal principal de cada bacia, observou-se que a bacia que exhibe o maior gradiente, conseqüentemente apresenta a maior velocidade de escoamento e demanda maior necessidade de dispositivos de drenagem, porém as bacias da área urbana de Nilópolis possuem gradientes com valores intermediário e baixo, resultando numa menor velocidade no escoamento.

Mediante os cálculos realizados, é possível verificar que, ao se aplicar a fórmula que define o Coeficiente de Compacidade (K_c), as bacias estudadas apresentaram valores que indicam que se aproximam de uma forma alongada e, dessa forma, maior propensão ao escoamento natural das águas da chuva, com menores riscos de inundações.

Perante os indicadores apresentados, evidencia-se que as microbacias de influência na área urbana de Nilópolis contêm características naturais que se traduzem em condições de drenagem natural que são boas. Não foram apresentados valores alarmantes, porém há indicadores que evidenciam que a capacidade de escoamento é mediana.

O índice de gradiente do canal principal sinaliza sobre a susceptibilidade à erosão e relaciona-se ao índice de sinuosidade para determinar seu potencial de acúmulo de sedimentos, o que pode resultar no assoreamento em casos mais graves.

2.3.4. Estudos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos visam fornecer hidrogramas, que são resultados das análises matemáticas feitas em uma bacia hidrográfica em função das características que alteram a sua capacidade de escoamento. Como exemplo destas características, tem-se as alterações da sua vegetação com determinada ocupação de solo, seu tipo de solo e geologia inserida, a intensidade pluviométrica e seus resultados das análises morfométricas.

2.3.4.1. Índices Físicos

Os índices físicos, em termos hidrológicos, são aqueles que representam algumas características geométricas da bacia em estudo. Os abordados neste estudo são o comprimento do talvegue principal e sua declividade média.

Os valores de desnível geométrico nas microbacias, bem como o comprimento do talvegue principal, foram obtidos através do uso de processamento digital de imagens, usando os sistemas de informações geográficas e o auxílio da base cartográfica (IBGE, SRTM).

A literatura técnica especializada apresenta diversas equações para o cálculo do tempo de concentração de bacias de drenagem. Dentre estas, as mais conhecidas são Kirpich (1940), Bransby Willians (1922), Onda Cinemática (AKAN, A. O.; HOUGHTALEN, R. J., 2003), SCS – Soil Conservation Service (AKAN, A. O.; HOUGHTALEN, R. J., 2003), de Marsalek; J.; Watt, W.E. (1983) e Chow (1973).

O tempo de concentração de uma bacia pode ser definido como o tempo contado a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua para a vazão na seção de saída ou em estudo, isto é, corresponde ao tempo que a partícula de água de chuva que cai no ponto mais remoto da bacia leva para atingir a seção em estudo, escoando superficialmente.

Para a elaboração do presente plano foram comparados os resultados obtidos por meio das equações de Kirpich, Soil Conservation Service e a de Watt e Chow. Mediante a análise dos resultados encontrados, foi observado que os métodos de Watt e Chow e Soil Conservation Service forneceram valores de tempo de concentração extremamente altos, e, por conseguinte, bem fora da

realidade requerida para o estudo. Portanto optou-se por utilizar os resultados da equação de Kirpich. Sendo assim, a equação de Kirpich se apresenta a seguir:

$$tc = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

sendo:

Tc: Tempo de concentração, em minutos;

L: extensão do talvegue em quilômetros e;

H: diferença de cotas entre seção de drenagem e o ponto mais alto do talvegue em metros;

A próxima tabela apresenta os valores referentes ao Tempo de Concentração (Tc) para as microbacias urbanas de Nilópolis.

Tabela 23 – Tempo de Concentração para as diferentes bacias.

Bacias	L (Km)	ΔH (m)	Tc (min)	Tc (h)
1	15,74	105	229,22	3,82
2	9,54	33	200,73	3,34

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.4.2. Permeabilidade dos Solos

A permeabilidade do solo é um atributo físico de grande importância para a engenharia, sendo necessária à sua determinação nos trabalhos em que se tem movimento d'água no solo. Vários são os atributos físicos do solo que influenciam nos valores do seu coeficiente de permeabilidade, sendo considerados de maior importância a densidade e a porosidade.

2.3.4.3. Uso e Ocupação do Solo Urbano

Neste ponto de análise, a imagem foi recortada para que abrangesse apenas as áreas das microbacias relevantes para o estudo hidrológico e que possuem influência direta e indireta na drenagem da área urbana do município. A classificação que se deu foi de forma supervisionada, identificando as

fisionomias mais aparentes e, a partir do valor de seus pixels, realizando uma classificação semiautomática.

Após isso, foram feitas correções manuais visando eliminar interferências atmosféricas da imagem e alterar algumas áreas classificadas que não estavam fiéis à realidade. Escolheram-se cinco classes para a classificação supervisionada, seguindo um critério de que cada classe possui uma maior tendência ao escoamento da água e menor tendência à infiltração. São as seguintes:

- Solo Exposto
- Vegetação Densa
- Vegetação Rasteira
- Solo Edificado
- Vias
- Campo Alagado

Em seguida, foram mapeadas e medidas as classes criadas para a classificação supervisionada, como podemos ver na tabela e figura abaixo.

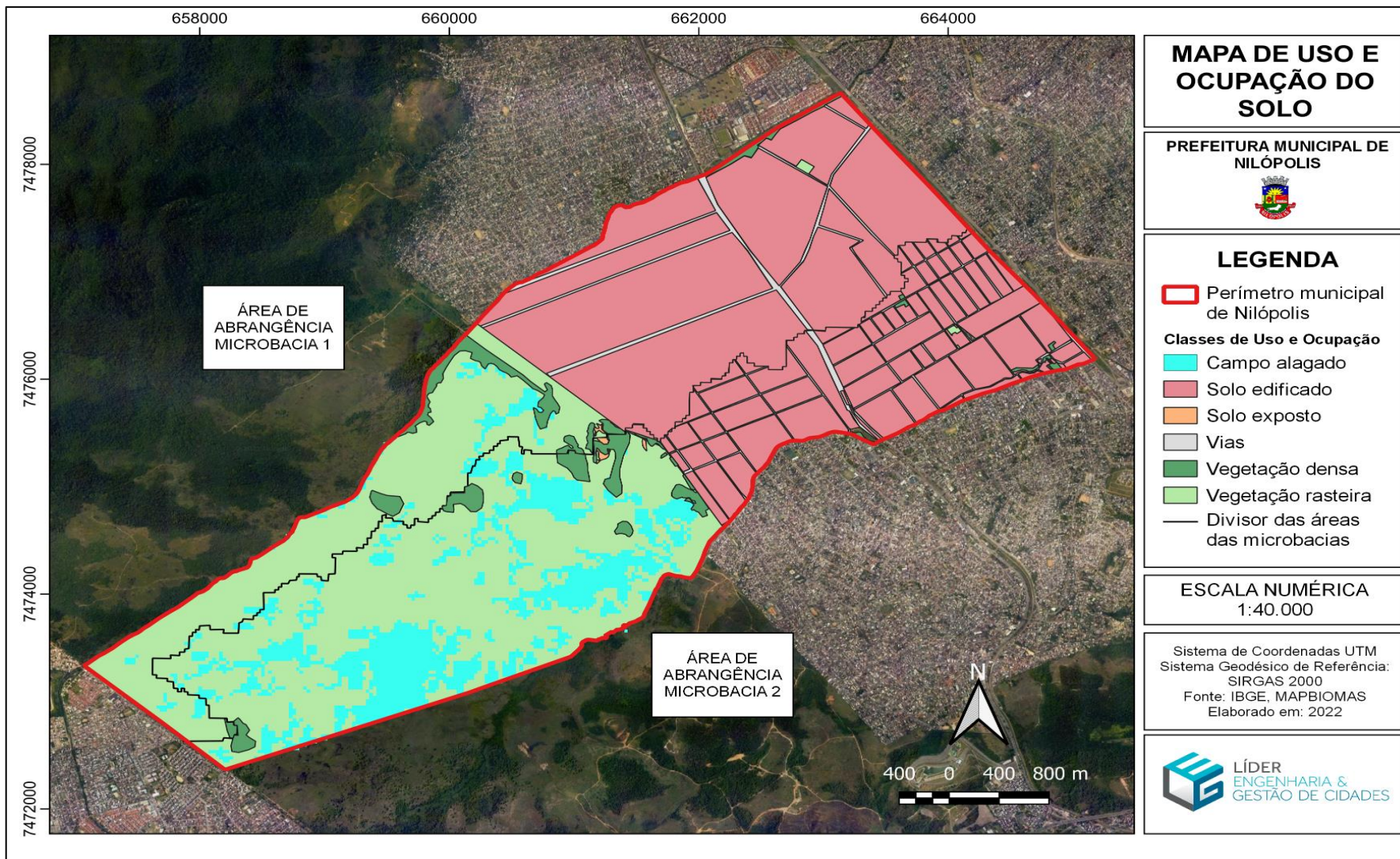
Tabela 24 – Classes de uso do solo utilizadas.

Classificação	Área (km²)
Solo Edificado	8,741
Solo Exposto	0,016
Vias	1,611
Vegetação Rasteira	8,375
Vegetação Densa	0,629
Campo Alagado	0,021

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A seguir a figura mostra o mapa da classificação do uso e ocupação do solo da área urbana de Nilópolis.

Figura 33 - Mapa de Uso e Ocupação dos Solos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Partes integrantes dos métodos de transformação de chuva em vazão são os métodos de separação do escoamento. As águas pluviais, ao atingirem a superfície terrestre, têm dois caminhos principais a seguir: infiltrar no solo ou escoar superficialmente.

Para determinação da parcela das alturas precipitadas que escoam superficialmente, foram desenvolvidos diversos métodos de estimativa. Os mais conhecidos são:

- Coeficiente de *run off*;
- Índice (teta);
- SCS (*Soil Conservation Service*);
- Horton;
- *Green & Ampt*;
- I-Pai-Wu.

Para a microdrenagem urbana, o método mais utilizado é o do coeficiente de *run off*, que consiste na utilização de valores tabelados de relação entre escoamento superficial e volume precipitado. Por exemplo, um coeficiente de *run off* de 0,90 significa que 90% da precipitação são escoadas superficialmente e somente 10% são computados como infiltração ou perdas iniciais. É um método bastante simples e que não considera perdas por evapotranspiração, acumulação em depressões da superfície, etc.

Este método de separação do escoamento é utilizado juntamente com um método de transformação de chuva em vazão denominado de método racional. Wilkens (1978), apresentou uma tabela com proposição de valores de coeficiente de *run off* (C), conforme a tabela abaixo.

Tabela 25 - Sugestão dos Valores de Coeficiente de Run Off.

Sugestão De Valores De Coeficiente De <i>Run Off</i>	
Zonas	C (coeficiente)
Área Edificadas	0,70
Solo Exposto	0,35
Vegetação Rasteira	0,20
Vegetação Densa	0,05

Fonte: Wilkens, 1978. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Assim como o coeficiente de *run off*, os demais métodos de separação do escoamento têm suas potencialidades e limitações. O índice (teta), por exemplo, admite uma infiltração constante. Isto somente acontecerá para chuvas de pequena duração sobre solos com alta condutividade hidráulica (arenosos).

Para o atual estudo, foram utilizados valores de *run off* que possuem variação dentro de uma faixa determinada. É definido um valor de acordo com as características específicas de cada bacia analisada.

Tabela 26 - Variação Coeficiente de Run off.

Natureza da Superfície	Valores de C
Telhados perfeitos, sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas e em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentações de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,75 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentações de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estrada de ferro e terrenos descampados	0,10 a 0,30
Parques, jardins, gramados e capinas, dependendo da declividade do solo e natureza do subsolo	0,01 a 0,20

Fonte: Wilkens, 1978. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Este cálculo é utilizado para determinar os coeficientes de deflúvio para as microbacias urbanas, ponderando os valores estabelecidos de acordo com o método *run off*. Assim, quanto mais próximo de 1,00, maior a tendência em escoar a água da chuva completamente para a área em questão analisada e quanto mais próximo de 0, maior a infiltração que se dá no solo da área classificada. A partir dessa metodologia, ponderou-se os valores para as classes aqui definidas no estudo hidrológico.

2.3.4.4. Chuvas Intensas

As equações de chuvas intensas são fórmulas que dependem de estudos hidrológicos realizados na região de estudo. Esses estudos têm por objetivo a obtenção de uma equação que melhor descreve o regime de chuvas do local. No caso do Município de Nilópolis, é possível calcular pela equação a seguir.

$$i_{(t,TR)} = \frac{K TR^a}{(t + b)^c}$$

em que:

i - intensidade de precipitação média máxima (mm h⁻¹);

TR - período de retorno (5, 10, 25, 50 e 100 anos);

t - tempo de duração da chuva (5 min ≤ *t* ≤ 1440min);

K, *a*, *b* e *c* - coeficientes de ajuste local.

As Curvas IDF (Intensidade, Duração e Frequência) correspondem a relação hidrológica capaz de realizar a medição das chuvas máximas de uma bacia hidrográfica. As curvas IDF expõe a relação entre a intensidade máxima da chuva e o tempo de retorno da mesma. Esses dados são de suma importância para a elaboração de planos de drenagem urbana, estimativas da erosão do solo, determinação da vazão de pequenas bacias e dentre outras finalidades específicas.

As séries históricas de intensidades máximas médias de precipitação, correspondentes às diversas durações, foram submetidas à análise estatística a fim de identificar o modelo probabilístico que apresentasse melhor ajuste aos dados chegando aos valores apresentados na tabela abaixo. De acordo com o Festi (2007), são os mesmos valores de *K*, *a*, *b* e *c* que são os coeficientes de ajuste local do município.

Tabela 27 - Coeficientes da equação da chuva.

Município	Estação	<i>k</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Nilópolis	Rio de Janeiro	1239,4	0,15	20	0,74

Fonte: Festi, 2007. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A tabela abaixo mostra as chuvas intensas para os diferentes tempos de retorno.

Tabela 28 - Valores da Equação de intensidade da chuva.

Bacia	Tc (min)	Intensidade para Diferentes TR (mm/h)			
		5 anos	10 anos	50 anos	100 anos
Bacia 1	229,2226011	26,58167222	29,49421201	37,54761001	41,6616818
Bacia 2	200,7360443	29,07975769	32,26601139	41,07624953	45,5769525

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A intensidade da precipitação indica a quantidade (altura) precipitada em determinado tempo. Já o conceito de período de retorno (TR) pode ser expresso como o “número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica igualada ou ultrapassada apenas uma vez” (NBR 10.844).

O tempo de duração de chuva foi adotado como geralmente ocorre na drenagem urbana, sendo igual ao tempo de concentração da seção analisada das bacias.

2.3.4.5. Métodos para Vazão de Pico

• Método Racional

O método mais comum para a determinação da vazão de projeto de bacias naturais é a partir de procedimentos estatísticos. Já para o cálculo de vazão de projeto para pequenas bacias são aplicados modelos de transformação chuva-vazão (ou indiretos), nos quais a vazão é calculada a partir das chuvas. Para o uso desse modelo, a bacia precisa ter as seguintes características:

- A bacia deve ter características físicas homogêneas;
- Em toda a área de drenagem da bacia, a precipitação deve ser uniforme.
- Bacias com área até 2,0 km²

De acordo com Mays, 2001, *apud* Canholi, 2014 o método racional é um dos mais utilizados em território brasileiro. Sua simplicidade de aplicação e resultados obtidos são geralmente satisfatórios, o que o torna bem aceitável uma vez que as condições básicas são atendidas. Desta forma, o nome do método Racional é para contrapor os métodos antigos que eram empíricos e, portanto, não racionais.

O Método Racional mostrou que a relação entre a vazão de precipitação e a vazão excedente é igual a área impermeabilizada da bacia quando toda a área está contribuindo. E ele chamou esta razão (Q/I) de valor racional, daí a denominação atual de Fórmula Racional. Mas dois parâmetros cruciais para o bom resultado do método ainda são obtidos de forma bastante empírica: o tempo de concentração e o coeficiente de runoff.

O método é usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo. A fórmula, a seguir, apresenta a forma de calcular a vazão de pico pelo Método Racional:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6}$$

sendo:

Q – Vazão de pico (m³/s);

i – intensidade máxima da chuva (mm/h);

C – Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A – área de drenagem da bacia (km²).

Os valores do coeficiente “C”, no Método Racional, referem-se ao coeficiente de escoamento superficial, que é convencionado de acordo com as características fisiográficas das bacias urbanas.

• Método SCS

O método do número da curva (CN) do Serviço de Conservação do Solo (SCS) americano, o qual está sendo utilizado nesse trabalho, é um dos métodos mais populares para calcular o escoamento superficial direto de uma tempestade. É popular porque é simples, estável, fácil de entender e aplicar e é responsável pela maioria das características da bacia hidrográfica que produz escoamento, como tipo de solo, uso da terra, condição hidrológica e condição de umidade anterior.

O método SCS-CN foi originalmente desenvolvido para pequenas bacias hidrográficas agrícolas e, desde então, foi estendido e aplicado a bacias hidrográficas rurais, florestais e urbanas (MISHRA, S. K. et al, 2005).

A estimativa do número CN, necessita observar os valores tabelados disponíveis de acordo com dados do SCS, com o tipo de solo e do uso e ocupação presente na área de interesse (CANHOLI, 2014). O modelo SCS considera três condições de umidade antecedente (AMC) do solo para a estimativa do CN.

AMC I: Condição em que os solos de uma bacia estão secos, mas não é suficiente para o ponto de murchamento das plantas.

AMC II: Condições em que os dados se encontram na umidade ideal, isto é, nas condições que precedem uma enchente máxima anual.

AMC III: Condições em que os solos de uma bacia se encontram quase saturados, quando da ocorrência de chuvas fortes ou fracas durante cinco dias anterior a uma determinada chuva.

A partir disso são considerados tanto o tipo de cobertura superficial do terreno como o grupo hidrológico dos solos, sendo o valor de 'N', determinado conforme o procedimento adotado para o cálculo do valor de CN descrito no método do Soil Conservation Service (SCS) in. TUCCI (1995). São considerados quatro grupos hidrológicos dos solos sendo eles mostrado na figura abaixo.

Figura 34 - Tabelas de Grupos de Solos e Uso e Ocupação.

GRUPO DE SOLO	CARACTERÍSTICAS DO SOLO
A	Solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5 m. Teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1% (Porto, 1979 e 1995). Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila (Tucci et al, 1993).
B	Solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menos teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso das terras roxas, este limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é, quase sempre, presente camada mais densificada que a camada superficial (Porto, 1979 e 1995). Solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundo do que o Grupo A e com permeabilidade superior à média (Tucci et al, 1993).
C	Solos barentos com teor total de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade (Porto, 1979 e 1995). Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo (Tucci et al, 1993).
D	Solos argilosos (30 a 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50cm de profundidade ou solos arenosos como do Grupo B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados (Porto, 1979 e 1995). Solos contendo argilas expansivas e pouco profundas com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial (Tucci et al, 1993).

Fonte: Adaptada de TUCCI (1993).

Figura 35 - Solos e Uso e Ocupação CN.

UTILIZAÇÃO OU COBERTURA DO SOLO		GRUPO DE SOLO			
ZONAS NÃO RESIDENCIAIS		A	B	C	D
Zonas cultivadas sem conservação de solo		72	81	88	91
Zonas cultivadas com conservação de solo		62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições		68	79	86	89
Bosques ou zonas com cobertura ruim		45	66	77	83
Zonas comerciais e de escritório		89	92	94	95
Zonas industriais		81	88	91	93
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.		98	98	98	98
ESPAÇOS ABERTOS, RELVADOS, PARQUES, CAMPOS DE GOLFE, CEMITÉRIOS COM BOAS		A	B	C	D
Relva em mais de 75% da área		39	61	74	80
Relva de 50 a 75% da área		49	69	79	84
Florestas com boa cobertura		25	55	70	77
Baldios em boas condições		39	61	74	80
Prados em boas condições		30	58	71	78
ZONAS RESIDENCIAIS		A	B	C	D
LOTES (m²)	ÁREA IMPERMEÁVEL (%)				
Menor que 500	65	77	85	90	92
1000	38	61	75	83	87
1300	30	57	72	81	86
2000	25	54	70	80	85
4000	20	51	68	79	84
ARRUAMENTOS E ESTRADAS		A	B	C	D
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais		98	98	98	98
Paralelepípedos		76	85	89	91
Terra		72	82	87	89

Fonte: Adaptada de TUCCI (1993).

Uma vez que a área estudada apresenta mais de um tipo de solo ou ocupação, é necessário determinar o parâmetro CN por meio da combinação

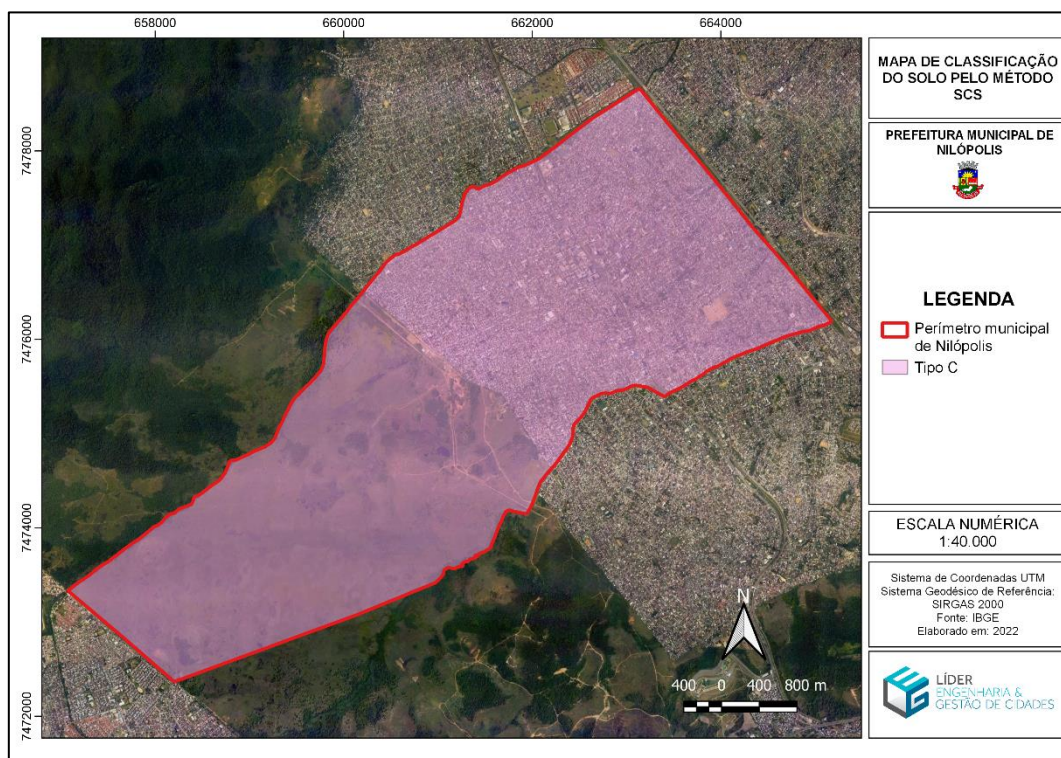
entre os mapas de solo e ocupação do terreno, obtendo, pois, o coeficiente denominado CN resultante ou composto (CN_{res}). A fórmula utilizada para calcular o CN_{RES} leva em consideração o produto das diferentes sub-áreas e seus respectivos índices CN, ponderado pela somatória das sub-áreas, e o escoamento superficial (Pe) como mostra as Equações abaixo.

$$CN_{RES} = \frac{CN_1 \times A_1 + CN_2 \times A_2 + \dots + CN_n \times A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \sum_{i=1}^n \frac{CN_i \times A_i}{A}$$

A fim de se calcular o parâmetro CN_{RES} demonstrado previamente, é necessário classificar os solos das bacias segundo os quatro grupos hidrológicos dos métodos SCS (A, B, C e D). Tal classificação leva em consideração o potencial de escoamento superficial de cada tipo de solo, sendo A o grupo de menor potencial de escoamento e o D o mais impermeável.

Sendo assim, a figura mostra as características dos solos existentes na área de estudo, nesse trabalho, tal parâmetro foi calculado utilizando a metodologia denominada do Soil Conservation Service – SCS (AKAN, A. O.; HOUGHTALEN, R. J., 2003).

Figura 36 - Mapa de Grupo de solo no método SCS.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A fim de se estimar o escoamento superficial em função da altura pluviométrica e de um coeficiente adimensional empírico denominado curva número (CN). Tal coeficiente leva em consideração os diversos tipos e utilização de solos presentes na região do objeto de estudo, variando em um intervalo de 0 a 100.

O valor máximo, por sua vez, indica maior tendência de gerar escoamento superficial, podendo ser decorrência da existência de solos que dificultam a infiltração das águas ou mesmo pela incidência de áreas impermeáveis na bacia estudada (CANHOLI, 2014).

Para a execução dos cálculos, foi desenvolvida uma fórmula empírica que relaciona a capacidade de armazenamento da bacia com um parâmetro denominado Número Curva (CN), como mostrado na Equação a seguir.

$$S = \frac{25.400 - 254 CN}{CN}$$

sendo:

S: capacidade de armazenamento da bacia, em (mm);

CN: parâmetro número curva.

Tendo-se a capacidade de armazenamento da bacia, pode-se determinar a precipitação excedente (P_e) pela Equação abaixo.

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)}$$

Para $P > 0,2S$

sendo:

P_e : precipitação excedente, em mm;

P: precipitação, em mm;

S: capacidade de armazenamento da bacia, em mm.

A tabela abaixo mostra a capacidade de armazenamento de cada bacia e suas precipitações excedentes para os diferentes tempos de retorno. De acordo com Canholi (2014), uma vez calculada a precipitação excedente, deve-se obter o hidrograma unitário e proceder ao cálculo do hidrograma final, resultante

proporcional à chuva excedente em intervalos. Para tanto, calcula-se a vazão de pico a partir da seguinte equação.

$$Q = \frac{2,08 \cdot A}{tp}$$

sendo:

Q: Vazão de pico (m³/s.cm);

A: Área (km²);

Tp: Tempo de retardo (h).

$$tp = \frac{tr}{2} + tL$$

sendo:

Tp: Tempo de Retardo;

Tr: 0,1 h (intervalo de discretização da chuva);

tL: tempo de resposta (h).

$$tL = 0,6 \cdot tc$$

sendo:

tL: Tempo de resposta (h);

tc: Tempo de concentração (h).

A tabela abaixo apresenta os resultados dos cálculos das vazões de pico de acordo com o SCS.

Tabela 29 - Vazão de Pico Método SCS.

Bacias Urbanas	CN	Vazões para os Tempos de Retorno (m ³ /s)			
		5 Anos	10 Anos	50 Anos	100 Anos
Bacia 1	63,41	74,3163	82,4591	104,9746	116,4766
Bacia 2	61,28	61,5385	72,6948	92,8071	107,3895

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.5. Erosão

A erosão é um fenômeno natural em que a superfície terrestre sofre desgaste e se afeiçoa por ação de processos físicos, químicos e biológicos (SUGUIO, 2003). Pode ser definido como o processo de desagregação, transporte, e deposição de partículas de solo pela ação do vento, da água e de outros agentes (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008; MORGAN, 2005; WISHMEIER e SMITH, 1978).

Esses agentes agem na superfície terrestre quebrando as partículas de solo dispersando-as para regiões diferentes dos locais de origem, sendo que esse processo pode ser acelerado pela ação antrópica por meio de práticas de uso e manejo inapropriados.

Existem duas classes distintas de erosão: a erosão acelerada, advinda das atividades antrópicas e a erosão geológica, ou natural. A primeira é caracterizada pelo alto poder destrutivo em curto intervalo de tempo, enquanto a segunda é um processo lento e contínuo da evolução da superfície terrestre. A erosão do solo, quando ocorre de forma acelerada, torna-se um problema ambiental no que se refere a ocupação para práticas agropecuárias e florestais, o que afeta sua capacidade produtiva.

O processo erosivo reduz a porosidade do solo, interferindo em sua capacidade de retenção e infiltração da água, aumentando o escoamento superficial, transporte de sedimentos e assoreamento de corpos de água (DURÃES e MELLO, 2016).

Além dos agentes naturais do intemperismo, as atividades humanas podem acelerar o desenvolvimento dos processos erosivos de forma expressiva através do desmatamento, abertura de estradas, modificações do regime de fluxo de água natural, como em barragens, canalização de rios, redes de drenagem mal dimensionadas. É importante considerar que, nas áreas de erosões intensas e instabilidade, devem ser elaborados estudos e monitoramento para evitar desastres, assim como ampliar as ações que visam a recuperação destas áreas.

2.3.6. Indicadores de Drenagem

Para avaliação da existência e qualidade da prestação de serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, alguns indicadores para uma caracterização geral da situação estão relacionados. Eles permitem a identificação da existência do sistema e percentual de atendimento do mesmo, assim como de problemas advindos com a falta e inadequação da drenagem urbana.

Posteriormente, de acordo com a situação e caracterização deste setor, indicadores referentes à manutenção do sistema, limpeza e desobstrução de galerias, podem ser incorporados. Da mesma forma, com a implantação e ampliação do sistema de drenagem, indicadores podem ser previstos para o monitoramento da qualidade da água resultante do sistema de galerias das águas pluviais.

Através de análises de alguns parâmetros nas saídas dos emissários, como por exemplo, de nitrogênio, fósforo, DBO, sólidos totais, dentre outros, é possível obter uma análise qualitativa e quantitativa sobre as regiões com ligações clandestinas na rede pluvial. Assim, os indicadores contribuirão para a avaliação da poluição difusa e de problemas com a existência de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem urbana.

No entanto, para o Município de Nilópolis, observou-se a inexistência de um banco de dados capaz de formular os indicadores necessários para apresentar aos serviços prestados. A necessidade de coleta e alimentação das informações dos indicadores pode ser obtida pela agregação/associação de indicadores em sistemas que reúnem diversos indicadores em uma ou mais dimensões.

2.3.7. Sistemas de Macrodrenagem

A macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. Quando é mencionado o sistema de macrodrenagem, as áreas envolvidas são de pelo menos 2 km² ou 200 ha. Estes valores não devem ser tomados como absolutos, pois a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações. O sistema de macrodrenagem deve ser projetado com

capacidade superior ao de microdrenagem, com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais (PMSP, 1999).

As localidades ribeirinhas apresentam ocupações irregulares consideráveis, resultando em problemas nos leitos dos rios. Os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoar na maior parte do tempo; e o leito maior, que pode ser inundado de acordo com a intensidade das chuvas. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a enchentes (PMSP, 1999).

Em Nilópolis, pela configuração do sistema atual é possível observar que as margens de seus corpos hídricos, foram ocupadas pela urbanização, através de imóveis, calçadas, ruas e avenidas, influenciando diretamente na dinâmica hídrica das microbacias presentes no município. Inclusive há no município ocupações irregulares no limite do município, próximo ao viaduto novo, já na divisa com o Município de Mesquita.;

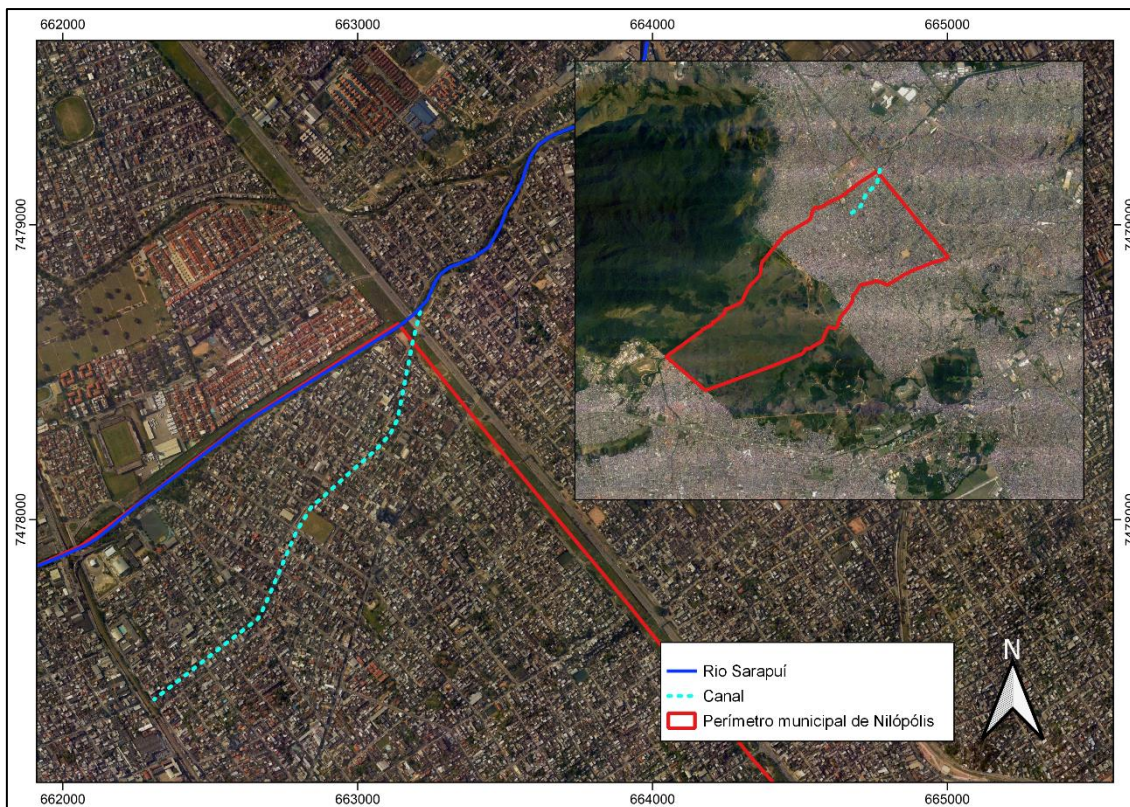
Desta forma, por meio da visita técnica realizada para a elaboração deste trabalho, foi possível constatar a existência de áreas com ocorrência de enchentes e inundações, devido ao fato, de haver ocupação das margens dos córregos urbanos em praticamente toda a sua totalidade, como dito no parágrafo anterior, além da macrodrenagem municipal ser ineficiente. Sendo assim, as figuras abaixo mostram um canal retificado, localizado no Bairro Nova Cidade, utilizado para parte da macrodrenagem municipal, que desagua no rio Sarapuí.

Figura 37 - Macrodrenagem em Nilópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 38 - Representação aérea do canal que deságua no Rio Sarapuí.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.8. Sistemas de Microdrenagem

Levando em consideração os componentes do sistema de microdrenagem urbana, podem-se considerar as vias públicas e, conseqüentemente, as sarjetas, uma das partes mais significativas do escoamento superficial das águas pluviais, uma vez que a maioria das águas, que precipita nos lotes, vai para estas vias e escoam para as captações (bocas de lobo) e, em seguida, para os cursos d'água.

Devem ser estudados diversos traçados de rede de galerias, considerando os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico. A definição da concepção inicial é mais importante para a economia global do sistema do que os estudos posteriores de detalhamento do projeto e de especificação de materiais.

O recobrimento mínimo da rede deve ser de um metro (1 m) sobre a geratriz superior do tubo. Além disso, deve possibilitar a ligação das canalizações de escoamento (recobrimento mínimo de 0,60 m) das bocas de lobo.

Em Nilópolis, nas ruas onde existem os sistemas de microdrenagem, pode-se constatar a inexistência de um programa de fiscalização de despejo

irregular de esgoto. Pela área urbana foi constatado bueiros localizados em ruas com pavimentação, blocos e com calçadas construídas.

Figura 39 - Dispositivo de drenagem.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.9. Taxa de Drenagem

A implantação e gestão dos sistemas de drenagem urbana implicam na mobilização de uma quantidade significativa de recursos financeiros. Para garantir a sustentabilidade financeira destes serviços, é possível estabelecer modalidades de captação de recursos. Dentre estas modalidades estão os impostos, as taxas (fixas ou calculadas com base em parâmetros físicos) e os pagamentos correspondentes a um consumo (Baptista e Nascimento, 2002).

A Lei Federal 14.026/2020, que atualiza o Marco Legal do Saneamento, em seu Art. 29, Incisos I, II e III possibilita a implantação da cobrança das tarifas de drenagem. Sendo assim, abaixo segue o respectivo Art. e os seus Incisos:

Art. 29 - Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:

- I - De abastecimento de água e esgotamento sanitário, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos, conjuntamente;*
- II - De limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, conforme o regime de prestação do serviço ou das suas atividades; e*
- III - de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades.*

A aplicação de uma tarifa de drenagem é uma forma de sinalizar ao usuário a existência de um valor para os serviços de drenagem urbana e que estes custos variam de acordo com a impermeabilização do solo (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008). O custo referente à operação e manutenção da rede de drenagem urbana pode ser cobrado através de:

- Como parte do orçamento geral do município, sem uma cobrança específica dos usuários;
- Através de uma tarifa fixa para cada propriedade, sem distinção de área impermeável;
- Baseada na área impermeável de cada propriedade – é a mais justa sobre vários aspectos, à medida que quem mais utiliza o sistema deve pagar proporcionalmente ao volume que gera de escoamento.
- A principal dificuldade no processo de cobrança está na estimativa real da área impermeável de cada propriedade.

Vários países considerados desenvolvidos possuem uma tarifa de drenagem urbana implantada como forma de gestão da drenagem, tais como os Estados Unidos (EUA), Canadá, Polônia, Dinamarca, Suíça e Suécia.

Uma série de obstáculos podem interferir na implementação de uma tarifa de drenagem, dificultando a instauração deste mecanismo de financiamento. No entanto, o principal obstáculo refere-se à precificação e à atribuição, para cada usuário do sistema, de um valor de escoamento direto produzido em sua propriedade (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008).

Como vantagens da aplicação deste instrumento, Gomes, Baptista e Nascimento (2008) destacam a relevância da aplicação de uma tarifa de drenagem baseada na parcela de solo impermeabilizado, pois esta apresenta

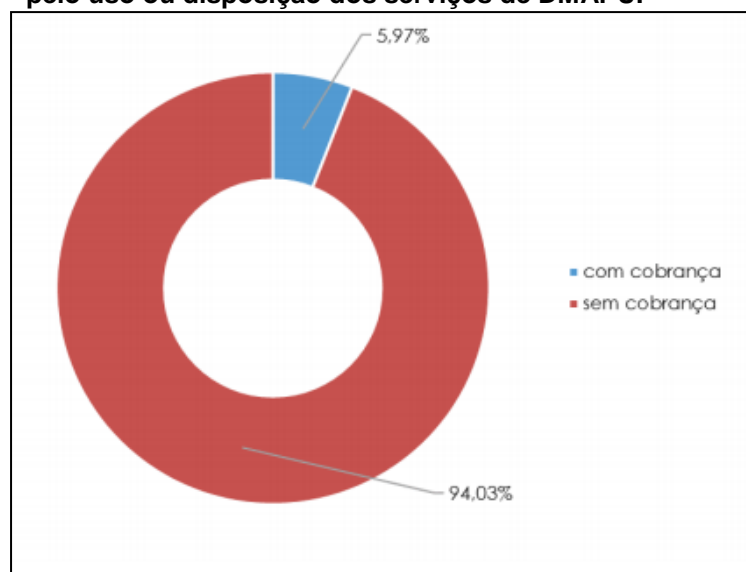
uma base física, que torna a cobrança mais fácil, ou de melhor aceitação por parte da população, além de promover a equidade.

O crescimento populacional de cidades aumenta a impermeabilização, que aumenta o escoamento superficial, que onera a estrutura de drenagem, propiciando a ocorrência de enchentes urbanas. Neste contexto, cabe a inserção, portanto, de uma tarifa de drenagem urbana, que possibilite a sustentabilidade financeira do sistema de drenagem, não considerando as externalidades geradas por este sistema, mas de forma que a manutenção do sistema de drenagem seja feita de forma satisfatória (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008).

O Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS solicita aos prestadores informar a existência de alguma forma de cobrança ou de ônus indireto aos usuários pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU - Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.

Dos 3.603 municípios que participaram do levantamento de 2018, 3.388 (94,03%) não possuem nenhuma forma de cobrança, nem ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU, enquanto 215 (5,97%) têm algum tipo de cobrança ou ônus indireto por estes serviços. A distribuição percentual dos municípios em que existe ou não alguma cobrança ou ônus indireto é apresentada na figura, a seguir.

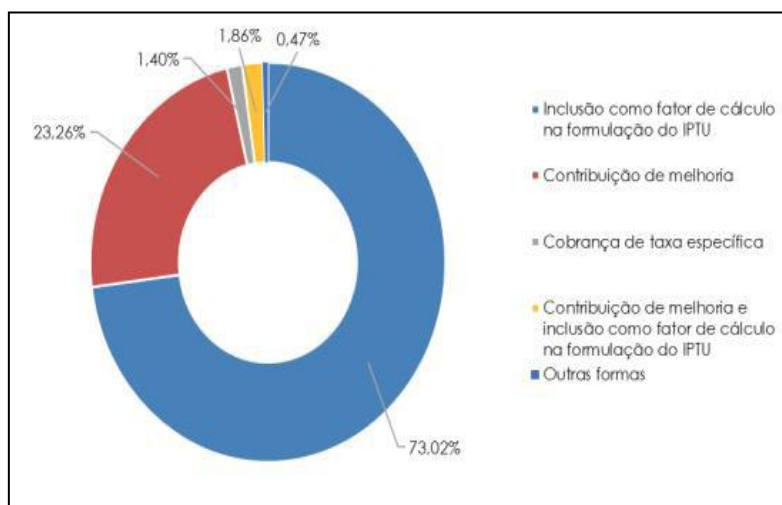
Figura 40 - Distribuição percentual de municípios com ou sem cobrança ou ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em relação aos mecanismos de cobrança, dos 215 (5,97%) municípios que possuem algum mecanismo, 157 (73,02%) a fazem por meio de inclusão como fator de cálculo na formulação do Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana (IPTU), 50 (23,26%) por meio de contribuição de melhoria, 3 (1,40%) por meio de cobrança de taxa específica, 4 (1,86%) por uma combinação de cobrança de contribuição de melhoria e inclusão como fator de cálculo na formulação do IPTU e 1 (0,47%) por meio de outras formas.

Figura 41 - Distribuição percentual dos tipos de mecanismos de cobrança ou ônus indireto.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os dados fornecidos pelos prestadores de serviço ao SNIS 2018, mais uma vez corroboram o conhecimento pré-existente no setor saneamento básico de que a cobrança pelo uso efetivo ou potencial dos serviços de DMAPU é praticamente inexistente no país, mesmo com a previsão legal na Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020).

A inexistência de cobrança na imensa maioria dos prestadores de serviço de DMAPU decorre das dificuldades legais e técnico-operacionais para a sua implantação, conforme aponta Tucci (1995). O Artigo 36 da Lei Nacional de Saneamento Básico determina que se devam considerar os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou retenção de água de chuva, em cada lote urbano. Isto obriga a um esforço de individualização do volume de água das chuvas que cada lote lança no sistema público de drenagem.

Para atender aos requisitos técnico-operacionais e legais para o cálculo de uma taxa de DMAPU é necessário, dentre outros, que os prestadores de serviço tenham documentação técnica de suporte para mensurar a contribuição individual de cada lote urbano e que exista lei municipal específica amparando a cobrança.

Quanto às dificuldades legais, argumenta-se que não haveria adesão dos munícipes a novas taxas ou tributos face à percepção de baixo retorno efetivo na prestação dos serviços municipais. Sendo assim, a instituição de uma taxa para DMAPU é um ônus político com o qual o gestor local – o prefeito – prefere não arcar.

Em relação às dificuldades técnicas, a inexistência de Cadastros Técnico e Territorial, atualizados, Plano Diretor Urbanístico, PPD e Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), dentre outros documentos, impossibilita a mensuração individual da contribuição específica de cada lote para o sistema de drenagem público.

O Município de Santo André, como exemplo, faz cobrança de Tarifa de Drenagem de Águas Pluviais, prevista na lei municipal nº 7.606, de 23 de dezembro de 1997, que institui e regula esta taxa. Ela é cobrada na conta de saneamento ambiental do SEMASA, de todos os imóveis abrangidos pelo serviço de drenagem de águas pluviais, e é devida, conforme Artigo 2 da lei municipal:

*“Em razão da utilização efetiva ou da possibilidade de utilização, pelo usuário, dos serviços públicos de drenagem de águas pluviais, decorrentes da operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem existentes no Município”
(SANTO ANDRÉ, 1997).*

Os custos da operação e manutenção dos sistemas de macro e microdrenagem do município são divididos entre cada usuário (proprietário de imóvel), segundo a contribuição volumétrica das águas provenientes de cada unidade imobiliária lançada no sistema de drenagem pública.

O valor da taxa mensal considera o custo médio mensal do serviço e o volume de águas pluviais produzido por cada imóvel. O cálculo da taxa leva em conta, também, o índice pluviométrico mensal do município, o coeficiente de impermeabilização e a área coberta do imóvel. Em 2018, foi cobrada, em Santo André, uma tarifa de R\$ 2,50/mês, de um conjunto de 217.318 unidades, isto é, 97,85% das unidades edificadas no município. O valor cobrado em 2018 é

expressivamente inferior aos valores cobrados em 2015 e 2017, respectivamente, R\$ 12,00 e R\$ 19,44. De acordo com o prestador de serviços esta diferença decorre da revisão da informação prestada pelo próprio município, nos anos anteriores, quando os valores informados correspondiam ao valor anual da taxa.

A seguir, seguem metodologias propostas para efetuar e implementar o cálculo para cobrança de Tarifa de Cobrança para Drenagem Urbana, com base nas características individuais de cada município, para que desta forma, seja uma cobrança justa.

A tarifa proposta por Tucci (2002) tem como base dois principais aspectos: o rateio dos custos indiretos (custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem) e o custos diretos (ônus de obras para execução de um plano de drenagem). O método de cálculo dos dois aspectos pode ser observado a seguir:

a) Rateio dos custos de operação e manutenção do sistema de drenagem.

Calcula-se o custo unitário das áreas impermeáveis (Cui) através da fórmula a seguir. O autor alega que o princípio da taxa de operação e manutenção é o da proporcionalidade com o volume de escoamento superficial. Desta forma o volume gerado pelas áreas impermeáveis é considerado 6,33 vezes superior ao das áreas permeáveis, tendo em vista que as áreas impermeáveis possuem um coeficiente de escoamento de 0,95, enquanto o das áreas permeáveis é de 0,15.

A metodologia também considera que as áreas ocupadas são distribuídas como sendo 25% áreas públicas (15% impermeáveis e 10% permeáveis) e 75% de áreas privadas, podendo ser alterados esses parâmetros. Tendo o valor fixado de Cui para a bacia ou área total, os encargos para cada lote são individualizados de acordo com o volume de escoamento gerado em cada superfície, conforme a equação Tx.

$$Cui = 100.Ct/[Ab.(15,8 + 0,842.Ai)]$$

$$Tx = A.Cui/100.(28,43 + 0,632.il)$$

sendo:

Cui = Custo unitário das áreas impermeáveis (R\$/m²);

Ct = Custo total para realizar a operação e manutenção do sistema (R\$ milhões);

Ab = área da bacia (km²);

Ai = parcela da bacia impermeável (%);

Tx = taxa anual a ser cobrada pelo imóvel (R\$);

A = área do imóvel (m²);

il = percentual de área impermeabilizada do lote (%).

b) Rateio dos custos para implementação das obras do plano de drenagem

Neste caso, o rateio de custos é distribuído apenas para as áreas impermeabilizadas, que aumentaram a vazão acima das condições naturais. O custo para cada área de lote urbanizado é obtido pela expressão $T_{xp} = A.Ctp.(15 + 0,75i_1)/Ab.Ai$, enquanto para um lote sem área impermeável, a contribuição tarifária do proprietário se refere a parcela comum das ruas e pode ser calculada pela equação $T_{xp}' = 15.A.Ctp/Ab.Ai$.

$$T_{xp} = A.Ctp.(15 + 0,75i_1)/Ab.Ai$$

$$T_{xp}' = 15.A.Ctp/Ab.Ai$$

sendo:

T_{xp} = Custo para cada área de lote urbanizado;

T_{xp}' = Custo para cada área sem impermeabilização;

A = Área do terreno (m);

C_{tp} = Custo total de implementação do Plano (R\$ milhões);

i₁ = Área impermeável do lote (%);

A_i = Área impermeável de toda a bacia (%);

A_b = Área da bacia (km).

Cançado et al. (2005) alegam que tarifa de drenagem possibilita uma distribuição socialmente mais justa dos custos, onerando mais os usuários que

utilizam mais o sistema. Os autores apontam as principais alternativas para a definição de uma tarifa de drenagem, dentre elas:

- Preço igual ao custo marginal social;
- Preço igual ao benefício marginal;
- Regra Ramsey ou regra de preços públicos;
- Preço igual ao custo médio;
- Preço igual ao custo marginal de longo prazo;
- Preço igual ao custo médio de longo prazo.

Dentre as alternativas levantadas, os autores analisam que uma cobrança pelos serviços que defina o preço igual ao custo marginal não é viável financeiramente na drenagem urbana. Na cobrança por meio do benefício marginal há problemas para avaliar os verdadeiros benefícios do usuário, pois este tende a omiti-los. A regra de Ramsey apresenta dificuldade, pois requer informações sobre as demandas individuais, o que praticamente não existe na drenagem.

De acordo com Cançado et al. (2005), a definição dos preços em análises de longo prazo não foi considerada pelos autores. Portanto, define-se uma tarifa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Desta forma, a cobrança ocorre via custo médio de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção (limpeza de bocas de lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais). A soma destes dois componentes do custo representa o custo total de prestação dos serviços. A taxa é calculada da seguinte forma:

$$Cme = CT/aivias + \sum aij$$

$$Tx = Cme.aij$$

sendo:

Cme = Custo médio do sistema por m² de área impermeável;

CT = Soma custos médios de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção dos serviços (limpeza de bocas de lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais);

a_{vias} = Área impermeabilizada das vias;

a_{ij} = Área impermeabilizada do imóvel j ;

$a_{vias} + \sum a_{ij}$ = Parcela do solo impermeabilizada na área coberta pelo sistema de drenagem;

T_x = Taxa de drenagem, com custo rateado segundo as demandas individuais.

O autor alega que a área impermeável foi utilizada como base de cobrança por ser a principal justificativa para a implantação dos sistemas de drenagem urbana (Caçado et al. (2005)). Além disso, esse parâmetro é um conceito simples para que o usuário do sistema possa entender o método de cobrança e procure evitar a impermeabilização de seu lote.

Para o cálculo dessa tarifa, os autores também consideram as técnicas compensatórias utilizadas, que podem acarretar a um desconto na taxa, como caixas de retenção para redução de vazão de saída (Caçado et al. (2005)).

A tarifa de drenagem proposta por Tasca (2016) tem como base parcelas de áreas impermeáveis, intitulada de URAPE (Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalente). A autora utiliza um método análogo à ERU, que utiliza a média da área impermeável das propriedades residenciais como uma unidade padrão para determinar a tarifa de águas pluviais. A URAPE pode ser definida conforme equação a seguir.

$$URAPE = \sum a_{ij}/n$$

sendo:

$\sum a_{ij}$ = Somatório de todas as áreas impermeáveis dos lotes residenciais;

n = Quantidades de lotes na área urbana.

A taxa anual da URAPE constitui um rateio dos custos dos serviços utilizados pelos usuários, de modo proporcional ao escoamento gerado. Assim, os custos de operação e manutenção dos sistemas são rateados pelo total de URAPES, fornecendo uma taxa anual por URAPE.

Taxa anual por URAPE = Custo de operação e manutenção/Total de URAPES.

Para saber o valor a ser pago por cada lote deve-se verificar quantas URAPes o lote possui quando comparado à unidade padrão, ou seja, dividir a área impermeável do lote (Ail) pela média de área impermeável dos lotes da cidade:

$$\text{Número de URAPes} = \text{Ail}/1 \text{ URAPE}$$

Tasca (2016) ressalta que a URAPE unifica as classes da cobrança, considerando apenas a classe residencial, diferindo-a da ERU. A autora aponta que essa simplificação pode ser realizada para pequenos municípios e que é fator essencial, pois a qualificação profissional e capacidade técnica dos servidores, além da existência de cadastros técnicos atualizados de uso e ocupação do solo, são limitadas.

A autora também considerou que a tarifa deva cobrir apenas os custos indiretos (manutenção e operação) da gestão da drenagem, priorizando o financiamento do sistema, alegando que os custos relacionados à implantação de obras de Plano de Drenagem (diretos) não caracterizam uma tarifa de drenagem, mas contribuições de melhoria (Cançado et al. (2005).

Ainda, tendo em vista que as vias urbanas são utilizadas por toda a comunidade, e não somente pelos moradores locais, o custo de manutenção destas não foi inserido junto à tarifa proposta, diferente de outras taxas existentes. A autora defende que cabe ao setor público arcar com o custo da impermeabilização das vias, bem como das áreas públicas.

2.3.10. Dissipadores de Energia

Dissipador de energia é um dispositivo que visa promover a transformação de energia mecânica da água em energia de turbulência e no final, em calor por efeito do atrito interno do escoamento e atrito deste com as fronteiras. A água é escoada de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes.

Sendo assim, de acordo com o Manual de Drenagem de Rodovias, do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – DNIT 2006, os dissipadores de energia são recomendados, nos seguintes casos:

- Desemboque de galerias, canaletas, bueiros, blocos de impacto, escadas hidráulicas ou canais em rios ou córregos naturais;
- Transição entre trechos canalizados e não canalizados;

Em todos os demais casos, onde houver risco de erosão, por alteração no regime antecedente de escoamento. Os tipos usuais de dissipadores são:

- Dissipadores sob a forma de berço de pedra argamassada;
- Dissipadores constituídos por caixas com depósito de pedra argamassada;
- Dissipadores de concreto providos de dentes (blocos de impacto);
- Dissipadores em degraus (escadas hidráulicas).

A falta desses dispositivos favorece a formação de processos erosivos significativos onde o solo é mais frágil e a velocidade da água é maior, este fato evidencia a urgência na instalação de mais destes dispositivos. Entretanto, no Município de Nilópolis, não se evidenciou, dentro da área urbana, nenhuma ocorrência de erosão, tanto nas margens do rio Pavuna, quanto nas margens do rio Sarapuí, mesmo havendo em ambos, inúmeras tubulações oriundas da microdrenagem que terminam nestes rios.

Pois, em ambos, pelo menos dentro da área urbana, estão canalizados, dificultando assim, a erosão de suas margens. Em relação a dissipadores de energia, também não foi evidenciado nenhum destes dispositivos nos rios Pavuna e Sarapuí, dentro da área urbana. Sabe-se, que no rio Sarapuí, mais precisamente, na represa do rio Sarapuí, dentro do Parque Natural Municipal do Gericinó – PNMG, há um dissipador de energia construído para controlar a vazão deste rio, antes de o mesmo adentrar na área urbana.

2.3.11. Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

A seguir, serão descritos os principais problemas relacionados ao Sistema de Drenagem das Águas Pluviais de Nilópolis, os quais embasarão as soluções propostas no Prognóstico.

- Inexistência da rede de cadastro de drenagem;
- Inexistência de programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto na rede de drenagem;
- Baixa frequência de manutenção nos sistemas de drenagem;
- Inexistência de Fiscalização de Áreas de habitação Irregulares;
- As dificuldades variam desde o escoamento das águas pluviais, dada a inexistência de dispositivos para captação das águas da chuva, problemas no dimensionamento da rede de drenagem, acúmulo de sedimentos e resíduos advindos das enxurradas, e vão até a falta de limpeza urbana;
- Crescimento desordenado e o povoamento dos loteamentos que são executados de forma irregulares.

3. OFICINA DO DIAGNÓSTICO TÉCNICO

Foi realizado no dia 21/06/2022, na Prefeitura Municipal a Oficina do Diagnóstico Técnico, do PMSB e do PMGIRS do Município de Nilópolis. Na ocasião, foi discutido com a população presente no evento e com os atores chaves dos quatro eixos do saneamento municipal, as principais deficiências que compõem estes sistemas.

Primeiramente, a Oficina foi iniciada pelo Engenheiro Sanitarista e Ambiental, proprietário da empresa Líder Engenharia e Gestão de Cidades, Robson Ricardo Resende, que agradeceu aos presentes e explanou sobre a importância da população na composição, da construção de novas diretrizes, para aperfeiçoar o saneamento básico do Município de Nilópolis.

Em sequência, o Engenheiro Robson Ricardo Resende, orientou os presentes, a também repassar os assuntos discutidos nesta Oficina com parentes e amigos, para que informações importantes sobre o saneamento básico municipal tenham ampla divulgação. Dos quatro eixos do saneamento, o Engenheiro Robson Ricardo Resende, iniciou a Oficina com as questões relacionadas ao abastecimento público de água potável.

Sendo assim, o Engenheiro falou da importância sobre a qualidade deste bem tão precioso para a humanidade, a importância em conter os vazamentos, desperdícios e maior fiscalização sobre os furtos de água. Após a fala do Engenheiro, o mesmo solicitou que os participantes comentassem de como é o dia a dia no Município de Nilópolis em relação ao abastecimento público de água potável.

Uma das participantes tomou a palavra e comentou sobre o desperdício de água, causado pela própria população e que o Poder Público, deveria agir mais com questões de educação ambiental voltada para o uso racional da água e fiscalização. Esta participante comentou também que reside no Município de Nilópolis há quarenta anos, sendo que, atualmente não há problemas de falta d'água na cidade, problema este, comum em tempos passados e que hoje foi sanado. A participante disse também que as melhorias nas questões do saneamento básico, não ocorrem do dia para a noite, sendo realizadas em etapas.

Após a fala da participante citado no parágrafo acima, tomou a palavra o representante e Supervisor de Operações da Companhia Águas do Rio, que



comentou sobre os seis meses em que a Companhia atua no Município de Nilópolis. O representante da Companhia disse que a mesma ao iniciar os serviços de água e esgoto no município, recebeu um calote da antiga concessionária. Entretanto, o representante disse que mesmo com os problemas citados, a Companhia Águas do Rio já executou inúmeras obras importantes em Nilópolis, nos seis meses em que vem atuando no local.

O representante disse também que o município hoje é servido com 97% de atendimento de água potável, porém, há 70% de inadimplência e o mesmo também comentou sobre os furtos de água em Nilópolis. O representante da Companhia Águas do Rio completou dizendo que ainda há muitos desafios pela frente. Posteriormente, o Engenheiro Robson Ricardo Resende disse que deve haver, junto ao Poder Público local, uma maior fiscalização para impedir que o furto de água continue, além de haver também a possibilidade de obras contemplando a substituição das redes antigas.

Em relação ainda sobre a questão do abastecimento público de água potável, o Engenheiro Robson Ricardo Resende questionou os presentes sobre a qualidade da água servida a população, neste instante, uma das participantes relatou que em alguns pontos do município há esporadicamente um aumento na quantidade de coliforme total. Após este relato, o Supervisor da Companhia Águas do Rio explicou o porquê destas ocorrências. Segundo o Supervisor da Companhia Águas do Rio, quando há alguma obra na rede de distribuição, a água se torna impura devido ao acúmulo de sedimentos, fato este, comum em qualquer obra ou procedimento de manutenção em redes de abastecimento de água potável.

Entretanto, em municípios em que a rede de distribuição de água potável foi melhor projetada isto não ocorre, devido ao fato, de que é necessário que os projetos de rede de distribuição de água potável contemplem os chamados pontos de lavagem. Estes pontos de lavagem, segundo o Supervisor da Companhia Águas do Rio, servem justamente para evitar este tipo de problema, ou seja, após a conclusão da obra ou do procedimento de manutenção, a água suja é retirada nestes pontos de lavagem, sistemas estes, não existindo nas redes de distribuição de água potável no Município de Nilópolis.

O Supervisor da Companhia Águas do Rio informou ainda que quando há qualquer tipo de manutenção ou obra na rede, a Prefeitura é informada sobre o



local que será executado, para que a população residente naquela área específica, ao abrirem as torneiras de suas residências, as mesmas continuem abertas por alguns minutos até que a água imprópria seja descartada. Sendo assim, finalizando o debate sobre a questão do sistema de abastecimento público de água potável, o Engenheiro Robson Ricardo Resende questionou os presentes, se há problemas com a falta d'água no município, respondendo os mesmos que não há mais este tipo de problema.

Na questão do esgotamento sanitário, o Engenheiro Robson Ricardo Resende questionou os presentes sobre qualidade deste serviço, entretanto, poucas pessoas responderam, apenas algumas pessoas citaram o fato de que o esgoto coletado e não tratado, é despejado diretamente nos rios Sarapuí e Pavuna. Um dos participantes solicitou ao Engenheiro Robson Ricardo Resende que o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Nilópolis, contemple a necessidade de o município coletar e tratar 100% dos esgotos gerados.

Dando continuidade a Oficina do Diagnostico Técnico do PMSB do Município de Nilópolis, o Engenheiro Robson Ricardo Resende adentrou no eixo resíduos sólidos, deixando aberto para que os participantes explanassem sobre esta questão no município. Sendo assim, um dos participantes, sendo este, representante da Associação de Catadores, comentou sobre a dificuldade da implantação de um Centro de Triagem. Este representante da Associação de Catadores disse que o galpão do Centro de Triagem já está pronto, entretanto, além da documentação formalizando a Associação não estar pronta, o Município de Nilópolis carece de um programa de coleta seletiva.

Seguindo nesta lógica, vários participantes começaram a questionar sobre o fato de o município não possuir um programa de coleta seletiva, alertando sobre o fato de que grandes quantidades de resíduos recicláveis são destinadas ao aterro sanitário todos os dias. Acarretando em desperdício econômico, pois, tanto o município, quanto os munícipes, principalmente os trabalhadores da Associação de Catadores poderiam estar lucrando com a venda dos materiais para a reciclagem.

Neste momento, o Engenheiro Robson Ricardo Resende ainda completou que o envio do material reciclável para o aterro sanitário gera inúmeros problemas, dentre eles, pode-se citar, o aumento do custo do transporte até o

aterro sanitário, pois, o caminhão coletor terá a sua capacidade de volume completada mais rapidamente, necessitando de mais caminhões nas ruas para fazer a coleta, além de comprometer o volume do próprio aterro sanitário. O Engenheiro Robson Ricardo Resende disse também que a questão dos resíduos sólidos difere das demais eixos do saneamento básico, pois, de acordo com o Engenheiro, a questão do abastecimento público de água potável, esgotamento sanitário e drenagem das águas pluviais, na maioria das vezes, pode-se ser solucionada através de projetos de engenharia.

Porém, especificamente para a questão dos resíduos sólidos, mesmo que haja grandes projetos de coleta, armazenamento, transporte e destinação final adequada, sem a ajuda da população, no que tange a separação dos resíduos em recicláveis e não recicláveis, estes grandes projetos podem não atingir os seus objetivos. Por isso, a importância da implementação de programas de educação ambiental, tanto nas escolas como em outros locais, concomitantemente com um programa de fiscalização por parte do Poder Público local.

Um dos participantes comentou também sobre o grande desperdício de restos de alimentos gerados nas feiras livres do Município de Nilópolis, não havendo nenhum sistema de coleta diferenciada para este resíduo por parte da Prefeitura Municipal e nem, uma ação de conscientização para os feirantes e para os frequentadores das feiras. Este mesmo participante expôs sobre a importância desta separação dos resíduos orgânicos nas residências, propondo também que, aqueles que possuem a oportunidade que façam a compostagem em suas próprias residências.

Em seguida, um participante que é funcionário da Prefeitura Municipal de Nilópolis, comentou sobre a descentralização da gestão e do manejo dos resíduos sólidos no município, apontando falhas no sentido da dispersão das Secretarias responsáveis, dizendo que a gestão dos resíduos da construção civil - RCC é de responsabilidade de uma Secretaria, enquanto que, o resíduo do serviço de saúde – RSS é de responsabilidade de outra Secretaria, resíduos de poda e varrição é de responsabilidade de outra Secretaria e assim por diante.

E que neste cenário não há uma gestão eficiente dos resíduos gerados no município, com pouca ou nenhuma ação técnica para a implementação de programas de educação ambiental e gestão específica para os resíduos



orgânicos. Este participante solicitou também ao Engenheiro Robson Ricardo Resende, que o PMSB do Município de Nilópolis contemple a definição das responsabilidades das Secretarias sobre a gestão e o manejo dos resíduos sólidos.

Para finalizar a questão dos resíduos sólidos no município, o Engenheiro Robson Ricardo Resende perguntou aos participantes se alguém mais gostaria de comentar algo sobre o assunto, no entanto, nenhum participante deu sequência no mesmo.

O último eixo do saneamento básico, sendo este a drenagem urbana das águas pluviais, também foi o último assunto discutido na Oficina do Diagnóstico Técnico do PMSB de Nilópolis. O Engenheiro Robson Ricardo Resende solicitou aos participantes que falassem um pouco sobre esta questão no município, alguns participantes foram enfáticos ao dizerem que em tempos passados Nilópolis sofria com alguns pontos de alagamento no município, entretanto, com a realização de obras ao longo do tempo, este não é mais um problema que corre no local.

Neste momento, um dos participantes perguntou ao Engenheiro sobre as questões hídricas do município, explanando assim o Engenheiro, que as questões hídricas estão intimamente ligadas aos quatro eixos do saneamento, sendo de suma importância a conservação destes locais para servirem de futuros mananciais em caso de necessidade.

Desta forma, o Engenheiro Robson Ricardo Resende questionou os participantes se haveria algo a mais para falar sobre a drenagem urbana das águas pluviais, entretanto, não houve alguém que se manifestasse. Neste sentido, o Engenheiro agradeceu a presença de todos e cobrou que os Conselhos Municipais, principalmente o Conselho Municipal de Meio Ambiente, seja bem atuante dentro do município e que atuem também, para que a Lei do Saneamento Básico seja aprovada em Nilópolis.

Após esta fala do Engenheiro, uma participante que disse que é membra do Conselho Municipal de Meio Ambiente de Nilópolis, disse que o referido Conselho é um dos mais atuantes no município. O Engenheiro Robson Ricardo Resende perguntou aos participantes se mais alguém gostaria de expor algum elogio, crítica ou sugestão, porém, não houve quem se manifestasse.

O Engenheiro Robson Ricardo Resende agradeceu novamente a participação de todos, salientando que todas as propostas de melhorias serão analisadas pela equipe técnica da contratada e que, o conteúdo da Oficina do Diagnóstico Técnico estará contido no Plano. Sendo assim, as figuras abaixo mostram a realização da Oficina do Diagnóstico Técnico do PMSB do Município de Nilópolis.

Figura 42 - Oficina do Diagnóstico Técnico.





Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A figura que segue mostra a lista de presença dos participantes da Oficina do Diagnóstico.



Figura 43 - Lista de presença da Oficina de Diagnóstico.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E
 PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
 Nilópolis - RJ
 LISTA DE PRESENÇA

EVENTO: 1ª Audiência Pública - Leitura Comunitária
 LOCAL: Sec. Meio Ambiente DATA: 21/06/22

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Robson R. Resende	43 996316699	Robson.R.Resende@nilopolis.rj.gov.br	
Nana Amla P. Louzada	21 996079233	MARCO.LOUZADA@nilopolis.rj.gov.br	
Francisco N. Louzada	21 988396330	francisco.n.louzada@gmail.com	
Márcion Barboza	21 98108 6055	marcionbarboza@nilopolis.rj.gov.br	
WELINGTON MORA	21. 9 8636 5561	gtempolo@gmail.com	
ROGERIO FRANI DE SILVA	21 972940461	Dodaciofrani94@gmail.com	
Isis dos Santos Facchini	21 99189-6523	isfacchini@gmail.com	
Luiz Antonio Facchini	21 99189-6523	isfacchini@gmail.com	
JERALDILDO G. BARBOSA	21 97437932	heraldildo@nilopolis.rj.gov.br	
ASHAN MISSI	21 772600493	ASHAN.MISSI@nilopolis.rj.gov.br	
Isidra Khalil Guey melador	21 98875636	isidra.khalil@nilopolis.rj.gov.br	
Conceição D. Silva	21 994492332	Conceicao@nilopolis.rj.gov.br	
Edizoluth Romo	21. 995 062074	Plamparuto	

Digitalizado com CamScanner

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Paula Cristina de Paula	(21) 97404-8342	pcristina20@gmail.com	
Isidra Khalil			
Isidra Khalil			
MARCO ANTONIO	(21) 93034-9971	marcoantonio@gmail.com	
WILZ ANTONIO	(21) 98859-5237	zabim24@gmail.com	
Walter José Gama	(21) 98221-0145	Walterjosegama@gmail.com	
Roberto Eduardo Rocha	(21) 9650 83696	RobertoBoflecha@gmail.com	
Roberto Rocha	(21) 96458-1036	robertorocha25@gmail.com	
Flavio Vinícius	21 97121-0555	flavio.vinicius@gmail.com	
Francisca da Costa Bunka	21 96490-4923	franciscacosta@gmail.com	
Edilson Santos	21 98247-2740	EdilsonSantos@gmail.com	
DAVIDSON ANDREDE	21 98928-4184	D.ANDREDE@nilopolis.rj.gov.br	
MARCO RUI	21 98899361	marco.rui@nilopolis.rj.gov.br	
RAQUEL ROSSI	21 9789 31682		

Digitalizado com CamScanner

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
EDUARDO GREGO TEIXEIRA	(21) 97603-4823	eduardogregoteixeira@gmail.com	
EDSON VINÍCIUS SILVA	(23) 992333942	edsonvinicius@gmail.com	
CEZAR LEONILDO DOS SANTOS	(21) 26410-9871	CEZAR.LEONILDO2013@GMAIL.COM	

Digitalizado com CamScanner

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Já a figura abaixo mostra a apresentação utilizada para o evento.

Figura 44 - Apresentação utilizada no evento de mobilização.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

OFICINA DE LEITURA COMUNITÁRIA

LIDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

www.liderengenharia.eng.br
contato@liderengenharia.eng.br

PMSB E PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

LIDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

Sede
Av. Antônio Diederichsen, 400 Sala 301,
CEP: 14023-250,
Ribeirão Preto - SP

liderengenharia.eng.br

PMSB E PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

Equipe Técnica

Robson Ricardo Resende Engenheiro Sanitarista e Ambiental CREA – SC 99638-2	Lara Ricardo da Silva Pereira Arquiteta e Urbanista CAU: 177264-3
Daniel Viçente Jr. Arquiteto e Urbanista CAU: 425196-7 Especialista em Gestão Ambiental para Municípios	Paula Evartato dos Reis de Barros Arquiteta CADURGO: 107.938
Juliano Maurício da Silva Engenheiro Civil CREA/RN: 117195-D	Carolina Baria Ferraz Bandolim Assistente Social CRESP/RN: 10392
Roney Felipe Morato Geógrafo CREA/RN: 146.0214-D	Juliano Yamada Rovigati Geólogo CREA/PR: 138.1370-D
Carsten Cecilia Marques Minardi Economista CORECON SP 38677	Daniel Mazzi Ferreira Vianna Arquiteto e Urbanista CAU: 95.230-0
Daniel Ferreira de Castro Furtado Engenheiro Sanitarista e Ambiental CREA/RG: 118867-4	Guilherme Ribeiro Nogueira Engenheiro Ambiental CREA-SP: 5070630077
Lays de Oliveira Fonseca Engenheira Cartográfica	Paulo Guilherme Fuchs Administrador CRABO: 21708

liderengenharia.eng.br

PMSB E PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

OBJETIVOS DA OFICINA DE DIAGNÓSTICO

- Apresentação da Empresa Líder Engenharia e sua Equipe Técnica;
- Importância do PMSB e do PMGIRS;
- Equipes de trabalho e atribuições;
- Nivelamento de conceitos;
- Apresentação das Etapas de desenvolvimento dos Planos.
- Abertura para sugestões da comunidade.

liderengenharia.eng.br

PMSB E PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

SERVIÇOS PRESTADOS PELA EMPRESA LÍDER ENGENHARIA

- > Projetos de Engenharia e Saneamento Básico;
- > Plano Municipal de Saneamento Básico;
- > Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;
- > Plano Diretor Municipal Participativo;
- > Plano de Recursos Hídricos;
- > Plano Diretor de Macrodrenagem;
- > Plano Diretor de Controle de Erosões;
- > Plano de Mobilidade Urbana;
- > Plano de Regularização Fundiária;
- > Cadastro Técnico Multifinalitário;
- > Planta Genérica de Valores;
- > Plano Local de Habitação;
- > Execução de Obras;

A Líder Engenharia vem atuando em 18 Estados e mais 96 Municípios: SC, PR, SP, ES, MG, BA, GO, TO, AC, RO, PI, RJ, RS, CE, BA, MS, MT e AL

liderengenharia.eng.br

PMSB E PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

O QUE É O PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E O PLANO MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS?

São Instrumentos do processo de planejamento para a implementação das Políticas Municipais de Saneamento Básico e Gestão dos Resíduos Sólidos, as quais nortearão as ações dos agentes públicos e privados, assim como assegurar a promoção contínua do desenvolvimento sustentável e a universalização do acesso aos serviços de saneamento.

liderengenharia.eng.br

PMSB E PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

OBJETIVOS DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

- Auxiliar os gestores municipais nas tomadas de decisões referente aos investimentos, prioridades e demandas do Saneamento Básico;
- Fomentar a universalização dos serviços de saneamento básico, para que todos tenham acesso ao abastecimento de água de qualidade e em quantidade suficientes às suas necessidades, a coleta e tratamento adequados de esgoto e dos resíduos sólidos; e sanar os problemas da drenagem urbana e o manejo correto das águas das chuvas;
- Estabelecer um planejamento das ações de saneamento, atendendo aos princípios da política nacional de saneamento básico, através de uma gestão participativa que envolva a sociedade em todo processo de elaboração e revisão do PMSB;
- Criar o Plano de Emergência e Contingência para os quatro eixos do Saneamento Básico, assim como estabelecer o sistema de avaliação e controle social do PMSB;
- Recuperação, conservação e preservação dos recursos naturais, e promoção da saúde pública;

idrengerhaia.org.br

PMSB E PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

O QUE FAZ O PMSB?

- Regulamenta a Política Municipal de Saneamento Básico;
- Estabelece um planejamento adequado para normatizar os investimentos e as ações necessárias para garantir a universalização dos serviços;
- Define investimentos e ações prioritárias;
- Dimensiona as metas a serem buscadas;
- Estabelece o sistema de gestão democrática através da avaliação contínua dos serviços e o Controle Social permanente da implementação dos Planos.

idrengerhaia.org.br

PMSB E PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

O QUE É SANEAMENTO BÁSICO?

idrengerhaia.org.br

PMSB E PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

- Um sistema de abastecimento de água pode ser entendido como o conjunto de **infraestruturas, equipamentos e serviços com objetivo de distribuir água potável para o consumo humano**, bem como para o consumo industrial, comercial, dentre outros usos.
- Na captação, a água encontrada na natureza (rios, lagos, reservatórios) é retirada e direcionada à uma Estação de Tratamento de Água (ETA), onde são removidas impurezas para que a água se torne potável. Então vão para as **reservatórios e redes de distribuição**, em que os consumidores são conectados por meio de ligações e recebem a água pronta para o consumo.

idrengerhaia.org.br

PMSB E PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

- Um sistema de esgotamento sanitário pode ser entendido como conjunto de **infraestruturas, equipamentos e serviços, nesse caso, com o objetivo de coletar e tratar os esgotos domésticos** e com isso evitar a proliferação de doenças e a poluição de corpos hídricos após seu lançamento na natureza.
- A coleta é feita por uma rede de tubulações que conecta a fonte geradora dos esgotos domésticos (casas, prédios, edifícios comerciais) à uma **Estação de Tratamento de Esgotos (ETE)**, onde boa parte dos poluentes são removidos da água até que sejam atingidos limites seguros para o lançamento do esgoto tratado em um rio ou lago, também chamados de corpos receptores.

idrengerhaia.org.br

PMSB E PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

- Os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (DMAPU) estão intimamente ligados ao sistema natural de drenagem. Quando ocorre uma precipitação, as águas pluviais espontaneamente escoam das regiões mais altas para as mais baixas de uma bacia hidrográfica.
- Em virtude das alterações dos sistemas naturais, decorrente da ocupação urbana e da impermeabilização do solo, é necessária a introdução de estruturas artificiais – obras de engenharia - para controlar o escoamento espontâneo das águas pluviais. Isto é feito para evitar impactos na população que reside nas cidades.

idrengerhaia.org.br

LÍDER
PÚBLICA E
GESTÃO DE CIDADES

PMSB E PMGIRS–NILÓPOLIS - RJ

OBJETIVOS DO PMGIRS

► O PMGIRS objetiva apresentar ações e propostas voltadas para:

- ✓ a coleta, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos buscando a solução mais adequada para cada tipologia;
- ✓ a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos;
- ✓ a obtenção, ampliação e manutenção dos níveis de salubridade ambiental e de saúde pública;
- ✓ a transformação dos padrões de consumo da sociedade;
- ✓ a transformação da relação da sociedade com os resíduos;
- ✓ oportunizar possibilidades de geração de emprego e renda;
- ✓ oportunizar meios de articulação e planejamento entre o poder público, setor privado, terceiro setor e sociedade;

liderengenharia.org.br

LÍDER
PÚBLICA E
GESTÃO DE CIDADES

PMSB E PMGIRS–NILÓPOLIS - RJ

CONCEITO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

► **Resíduos Sólidos** - são todos os materiais que resultam das atividades humanas e que muitas vezes podem ser aproveitados tanto para reciclagem como para sua reutilização. Ou seja, a parte do lixo que pode ser reaproveitada.

► **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.

liderengenharia.org.br

LÍDER
PÚBLICA E
GESTÃO DE CIDADES

PMSB E PMGIRS–NILÓPOLIS - RJ

RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA

► Conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para **minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados**, bem como para **reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental** decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

► **Ordem de prioridade:** não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

liderengenharia.org.br

LÍDER
PÚBLICA E
GESTÃO DE CIDADES

PMSB E PMGIRS–NILÓPOLIS - RJ

PRINCIPAIS TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

- ✓ RESÍDUOS DOMICILIARES
- ✓ RESÍDUOS DE ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS
- ✓ RESÍDUOS DA LIMPEZA PÚBLICA – VARRIÇÃO, PODA, CAPINA
- ✓ RESÍDUOS DOS SERVIÇO DE SAÚDE - RSS
- ✓ RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC
- ✓ RESÍDUOS ESPECIAIS DA LOGÍSTICA REVERSA
- ✓ RESÍDUOS VOLUMOSOS
- ✓ RESÍDUOS INDUSTRIAIS

liderengenharia.org.br

LÍDER
PÚBLICA E
GESTÃO DE CIDADES

PMSB E PMGIRS–NILÓPOLIS - RJ

RESÍDUOS DOMICILIARES

Os resíduos domiciliares são constituídos, principalmente, de restos de alimentos, papéis, plásticos, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens.



liderengenharia.org.br

LÍDER
PÚBLICA E
GESTÃO DE CIDADES

PMSB E PMGIRS–NILÓPOLIS - RJ

<h3>RESÍDUOS RECICLÁVEIS</h3> <p>Resíduos que devem ser separados na fonte geradora e que podem ser reciclados, como por exemplo: papel, metais, plásticos, papelão, vidros, etc.</p> 	<h3>RESÍDUOS ORGÂNICOS</h3> <p>Este tipo de resíduo é originado dos "restos de alimentos", constituído de cascas de frutas, verduras, legumes, carnes, ovos, dentre outros.</p> 
--	--

liderengenharia.org.br

RESÍDUOS DE ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS

Dependendo do ramo de atividade os resíduos são constituídos, principalmente, de restos de alimentos, papéis, plásticos, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, óleos, e uma grande diversidade de outros itens.



liderengenharia.org.br

RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA

Resíduos provenientes de podas de árvores, varrição, capina, roçagem, limpeza de boca-de-lobo, entre outros.



liderengenharia.org.br

RESÍDUOS DO SERVIÇO DE SAÚDE

Resíduos que contêm ou podem conter germes patogênicos, oriundos de hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, necrotérios, postos de saúde, etc. Composto por agulhas, seringas, gases, algodões, sangue coagulado, remédios com prazo de validade vencido, dentre outros.



liderengenharia.org.br

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Resíduos de demolições, restos de obras, solos de escavações. Materiais compostos por concreto, cerâmicas, cimento, tijolos, areia, gesso, ferros, etc.



liderengenharia.org.br

RESÍDUOS VOLUMOSOS

Resíduos de grandes dimensões e que na grande maioria dos casos são compostos por utensílios domésticos inservíveis, sofás, grandes embalagens e outros resíduos industriais, não caracterizados como resíduos perigosos.



liderengenharia.org.br

RESÍDUOS ESPECIAIS DA LOGÍSTICA REVERSA

Todos os resíduos que demandam tratamento especial, como, por exemplo, as pilhas e baterias, equipamentos eletrônicos, as lâmpadas fluorescentes, pneus, óleos lubrificantes e suas embalagens e, as embalagens de agrotóxico.

O Artigo 33 da Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, determina que após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, competem, aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, estruturar e implementar a logística reversa.



liderengenharia.org.br

PMSB e PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES - EQUIPES DE TRABALHO EMPRESA CONTRATADA

Coordenar, desenvolver e apoiar tecnicamente o processo de elaboração do PMSB e do PMGIRS, definir a metodologia de trabalho e capacitar o Comitê Gestor e Comitê Executivo dos Planos.

COMITÊ GESTOR

- O Comitê Gestor terá as atribuições de discutir, avaliar, fiscalizar e aprovar o PMSB e o PMGIRS, assim como tomar todas as medidas gerenciais administrativas necessárias ao pleno andamento dos trabalhos e auxiliar na mobilização Social.

COMITÊ EXECUTIVO

- Já o Comitê Executivo terá como atribuições e responsabilidade monitorar os trabalhos, apreciando as atividades de cada etapa da elaboração do PMSB e PMGIRS, fornecendo subsídios e informações para as discussões, decisões e análises pertinentes.

l@serengenharia.org.br

PMSB e PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES - EQUIPES DE TRABALHO CONSELHO DE MEIO AMBIENTE (se instituído)

Formado por representantes da Sociedade Civil Organizada e Técnicos da Prefeitura, os Conselhos funcionarão como um **INTERLOCUTOR** entre a **INICIATIVA POPULAR** e o **GOVERNO MUNICIPAL** e **ACOMPANHARÁ A APLICAÇÃO DO PMSB e PMGIRS**, podendo propor alterações no mesmo diante de mudanças na realidade local, assim como **AUXILIAR NO PROCESSO DE MOBILIZAÇÃO SOCIAL**.

VEREADORES

O **MARCO LEGAL DO SANEAMENTO** exige que o **PMSB e PMGIRS** sejam **LEIS**, que devem ser discutidas com toda a sociedade em audiências públicas e aprovada pela Câmara Municipal. Os **VEREADORES** devem **DISCUTIR e APROVAR** o **PLANOS**.

É fundamental que os **VEREADORES** se envolvam em todo o processo de elaboração, para se familiarizar com o assunto, pois serão eles quem **IRÃO DISCUTI-LOS, ALTERA-LOS e APROVA-LOS**.

Os vereadores devem se basear no **PMSB e PMGIRS** para **APROVAR OS ORÇAMENTOS ANUAIS, na GESTÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS** e nas decisões sobre as **OBRAS** que serão **REALIZADAS** no seu Município.

l@serengenharia.org.br

PMSB e PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

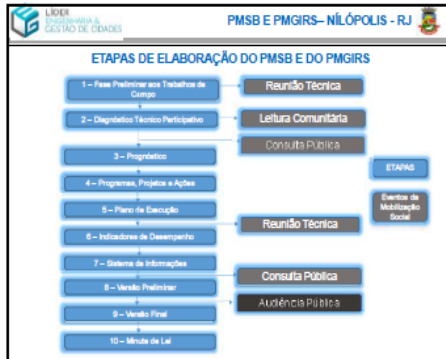
O QUE GARANTE UM BOM PLANEJAMENTO?

O **PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO** e o **PLANO MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**, dois dos mais importantes **INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL**, devem ser resultado de um...

PROCESSO PARTICIPATIVO

Pois, irá orientar a administração de sua cidade!

l@serengenharia.org.br



PMSB e PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Produtos	Meses					
	1	2	3	4	5	6
Produto 1	█					
Produto 2		█				
Produto 3			█			
Produto 4			█	█		
Produto 5				█	█	
Produto 6					█	
Produto 7						█
Produto 8						█
Produto 9						█
Produto 10						█

l@serengenharia.org.br

PMSB e PMGIRS – NILÓPOLIS - RJ

LEITURA COMUNITÁRIA

1. Objetivo de Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico e do Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PMSB e PMGIRS) e a importância de ambos para a cidade de Nilópolis.

2. Como será realizada a leitura comunitária e quem serão os responsáveis por ela.

3. Como será realizada a mobilização social e quem serão os responsáveis por ela.

4. Como será realizada a consulta pública e quem serão os responsáveis por ela.

5. Como será realizada a audiência pública e quem serão os responsáveis por ela.

6. Como será realizada a elaboração do plano e quem serão os responsáveis por ela.

7. Como será realizada a aprovação do plano e quem serão os responsáveis por ela.

8. Como será realizada a implementação do plano e quem serão os responsáveis por ela.

9. Como será realizada a monitoria do plano e quem serão os responsáveis por ela.

10. Como será realizada a avaliação do plano e quem serão os responsáveis por ela.

l@serengenharia.org.br

4. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Nos tópicos que seguem serão expostas as perspectivas estratégicas para cada eixo do saneamento, contemplando as soluções para as problemáticas identificadas no Diagnóstico e o planejamento necessário para atingir a universalização dos serviços, considerando tanto as idiossincrasias da municipalidade como as aspirações sociais identificadas na fase anterior.

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

As tabelas exibem a fundamentação do objetivo, baseada no diagnóstico, os métodos de acompanhamento das metas propostas com a definição dos indicadores para a identificação de seu cumprimento e estado de implementação, além da programação de implantação dos programas, projetos e ações em horizontes temporais de curto, médio e longo prazo, identificando as fontes dos recursos financeiros necessários para sua execução.

4.1. Estudo Populacional

As metas para a universalização do acesso e a promoção da saúde pública que serão previstas na elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, visam o horizonte de planejamento de vinte anos. Para isso, se faz necessário conhecer a população do município no final do período determinado.

Diversos são os métodos aplicáveis para o estudo do crescimento populacional. Neste estudo foram utilizados o método do Crescimento, o Aritmético, Previsão e o Geométrico. Foram utilizados os levantamentos dos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Com base nos dados do IBGE, realizou-se o estudo da evolução da população total do município por meio dos métodos citados. Os valores na tabela a seguir apresentam os dados de população urbana e rural do município, dos anos de 1970 até 2010.

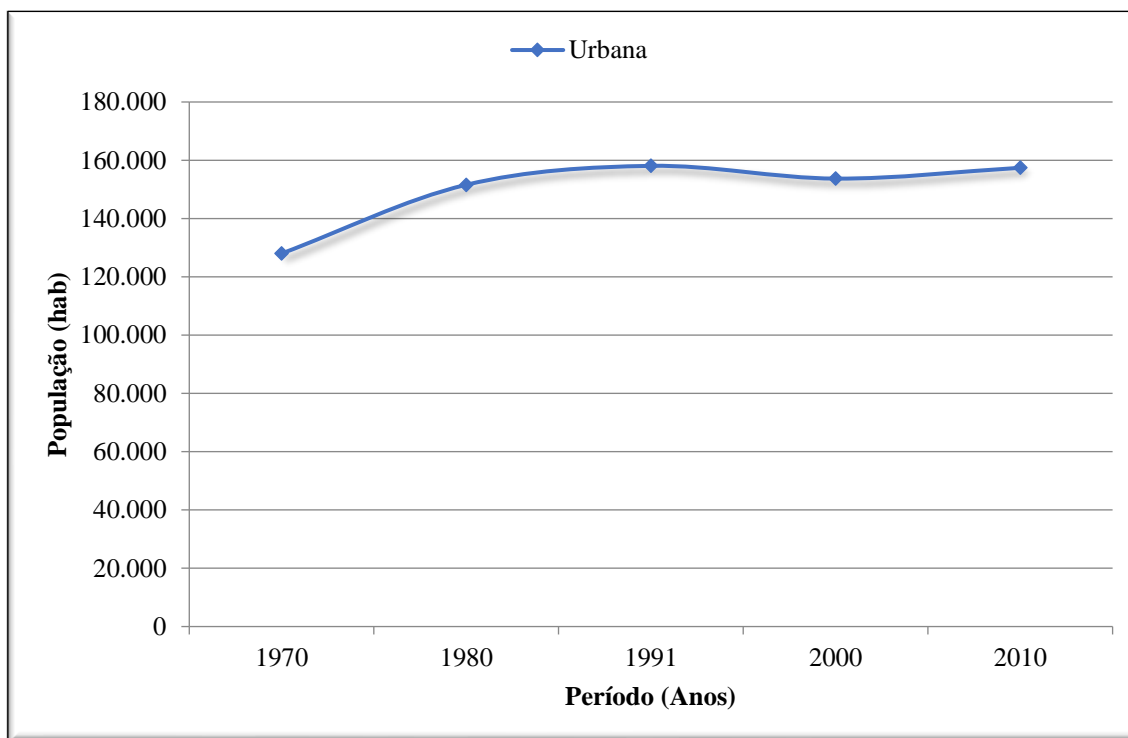
Tabela 30 - População total do Município de Nilópolis.

Situação do domicílio	Ano				
	1970	1980	1991	2000	2010
Total	128.011	151.585	158.092	153.712	157.425
Urbana	128.011	151.585	158.092	153.712	157.425
Rural	0	0	0	0	0

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O gráfico abaixo apresenta a distribuição da população do município entre os anos de 1970 a 2010, conforme dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

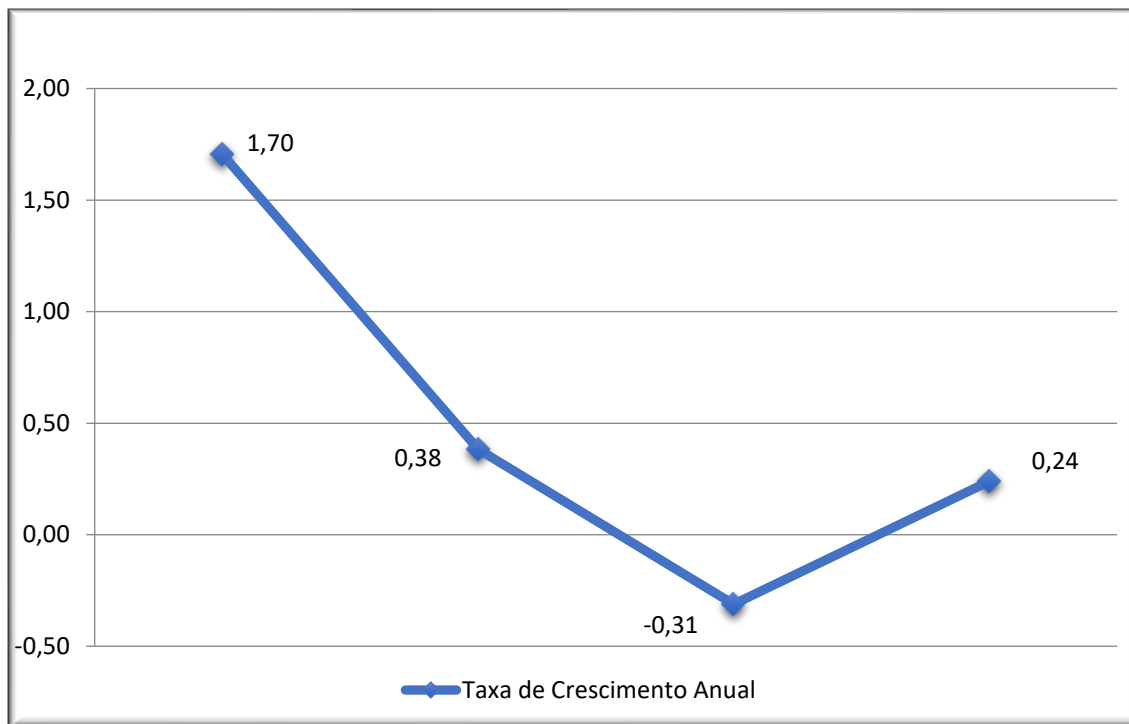
Gráfico 5 - Evolução da população do Município de Nilópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Já no gráfico a seguir é demonstrado a taxa de crescimento urbano anual em cada período intercensitário. Pode-se averiguar que o período com maior crescimento da população urbana foi o de 1970/1980, no qual a taxa de crescimento anual foi de 1,70% ao ano.

Gráfico 6 - Gráfico com Taxa de crescimento urbano.

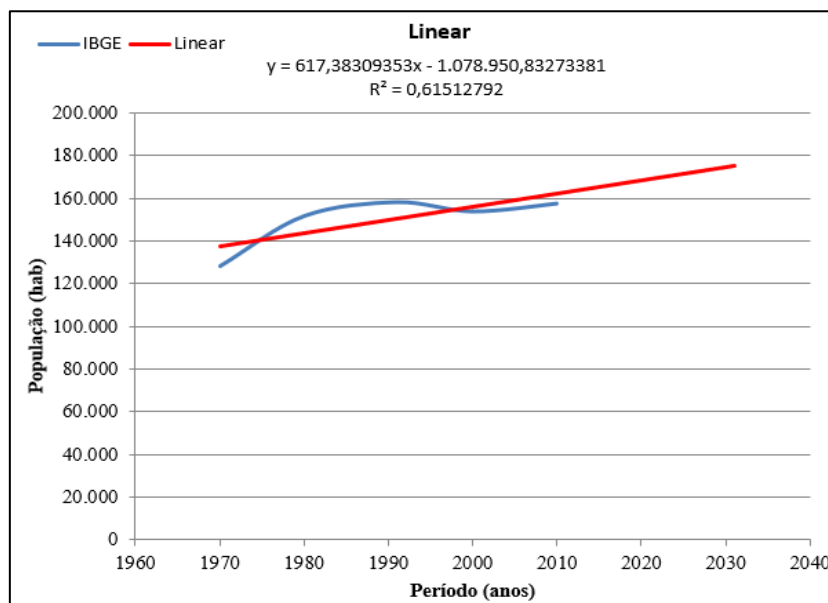


Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A fim de definir qual dos métodos matemáticos mais se adéqua a realidade do município, obteve-se as linhas de tendência para os dados do IBGE, através do Software EXCEL, utilizando-se quatro tipos diferentes de curvas: logarítmica, linear, polinomial e exponencial.

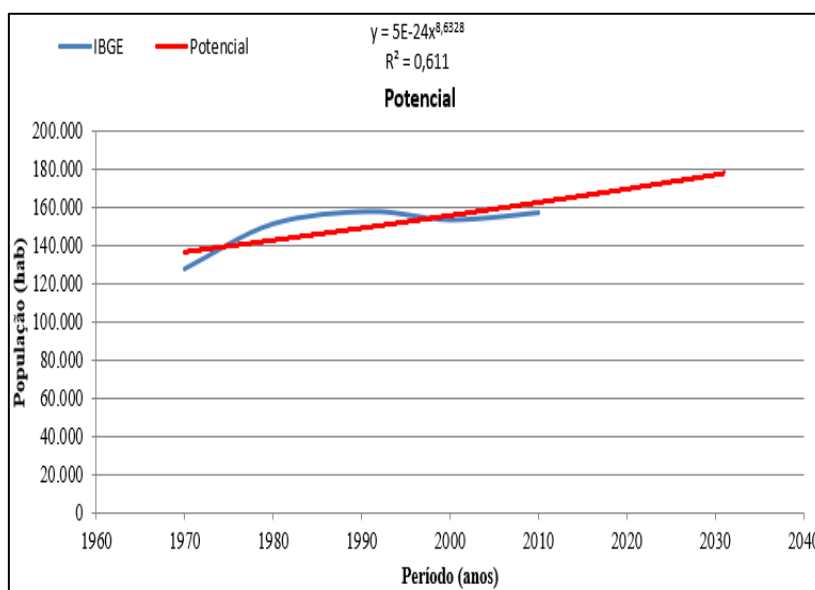
A evolução da população e a taxa de crescimento (%) ano a ano, obtidos através do ajuste dos dados do IBGE, são determinadas a partir da curva que melhor se ajusta aos dados do próprio IBGE. Os gráficos que seguem ilustram o estudo populacional e o desvio padrão (R^2) de cada um dos métodos.

Gráfico 7 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.



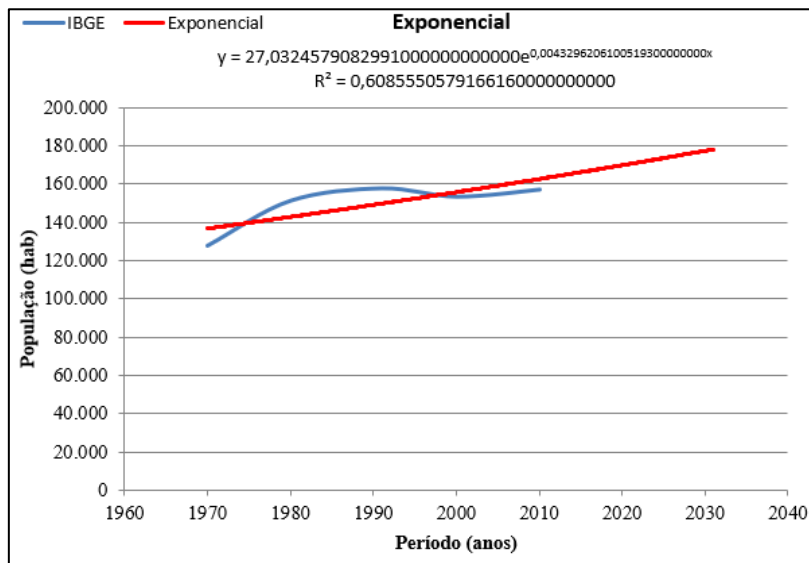
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Gráfico 8 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Potencial.



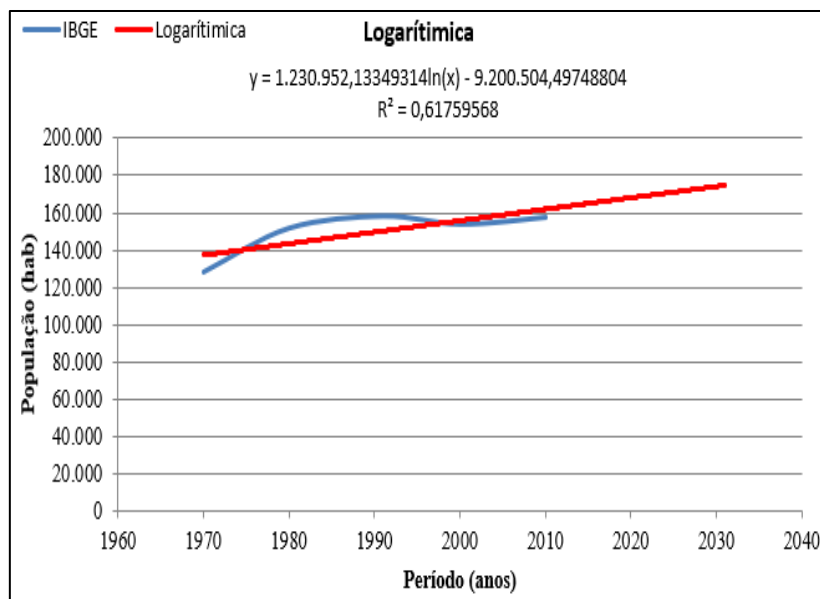
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Gráfico 9 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial.

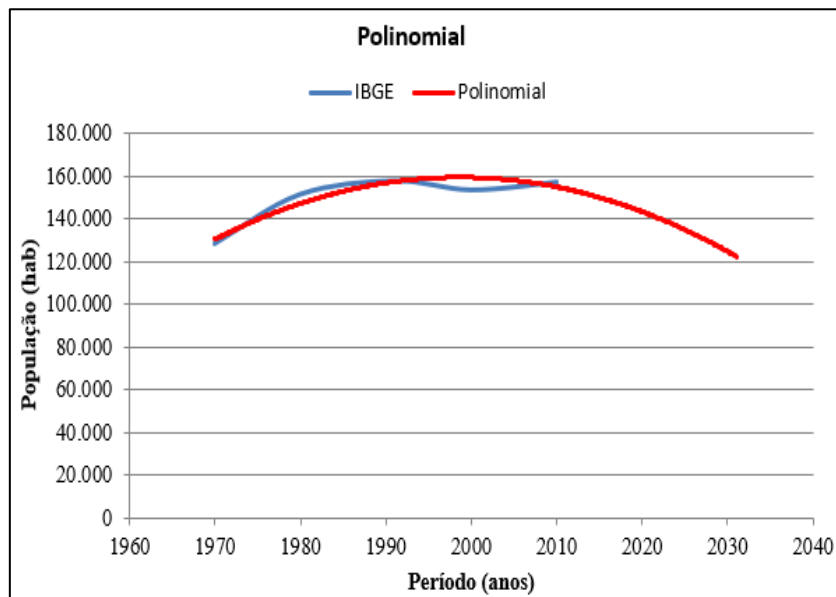


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Gráfico 10 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Gráfico 11 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Sendo assim, a linha de tendência que melhor se ajustou aos dados do IBGE foi a linha logarítmica, que apresentou um R^2 no valor de 0,61759568 resultando na equação:

$$y = 1.230.952,13349314 \ln(x) - 9.200.504,49748804$$
$$R^2 = 0,61759568$$

Onde “y” é a população em um determinado tempo e “x” é o ano no mesmo tempo. Após definidas as taxas de crescimento da linha de tendência comparase os valores com os obtidos por cada método de crescimento. Desta forma, foi indicado como o mais aplicável ao comportamento do município, o método Geométrico, que retratou melhor a evolução da população e permitiu estima-la no futuro.

O método Geométrico deduz que o crescimento da população e o crescimento da taxa, sejam proporcionais em todos os intervalos de tempo e proporcionais também, à população existente em uma determinada época. Sendo assim, a formula do método Geométrico que foi utilizada na projeção populacional elaborada por este trabalho, encontra-se abaixo:

$$k_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

$$\ln P = \ln P_2 + k_g (t_1 - t_2)$$

Sendo:

k_g = Taxa de crescimento geométrico.

Este método apresentou a população para os próximos vinte anos, conforme a tabela a seguir:

Tabela 31 - Projeção da população do município até o ano 2042.

Ano	População
2022	165.779
2023	166.639
2024	167.503
2025	168.371
2026	169.244
2027	170.121
2028	171.003
2029	171.890
2030	172.781
2031	173.677
2032	174.577
2033	175.482
2034	176.392
2035	177.306
2036	178.225
2037	179.149
2038	180.078
2039	181.012
2040	181.950
2041	182.893
2042	183.841

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Ao considerarmos as projeções populacionais realizadas ou mesmo as informações fornecidas pelo IBGE, é possível perceber o baixo crescimento



populacional do município. Entretanto, percebe-se através dos dados expostos na tabela acima que a população tem procurado cada vez mais as áreas urbanas para se residir, buscando postos de trabalho, melhores condições de moradia e de prestação de serviços. Sendo assim, é necessário que o Município de Nilópolis esteja preparado para um contingente futuro garantindo desta forma, uma boa qualidade de vida para seus habitantes.



4.2. Sistema de Abastecimento de Água - SAA

Considerando a necessidade de ampliar os serviços na busca pela universalização do acesso ao sistema de abastecimento de água - SAA, é necessário a melhoria e adequação deste sistema, para inclusive atender o incremento da população previsto para um horizonte de vinte anos.

Para melhorar a eficácia do sistema de abastecimento de água deve-se primeiramente buscar a redução sobre as perdas em toda a rede, iniciando-se na captação, passando pelo tratamento até a distribuição, além de adequar a capacidade de produção e reservação a fim de minimizar riscos de interrupções no abastecimento durante a manutenção do sistema. Estando também preparados para a solução de problemas atípicos e as altas demandas que ocorrem em horários de maior consumo.

Diante da importância de preservação dos mananciais de abastecimento de água superficial e subterrânea, tendo em vista a disponibilidade de água com qualidade para atender as necessidades da população atual e futura, deve ser desenvolvido e mantido programa para monitorar a qualidade dos mananciais utilizados e possíveis pontos de contaminação da água, de forma a proporcionar a adoção de medidas alternativas, preventivas e corretivas quando detectadas alterações que representem risco de contaminação.

Considerando a necessidade de toda a população ter acesso a água em quantidade e qualidade adequada, o município deve proporcionar condições para que toda população tenha acesso a meios apropriados e seguros de abastecimento.

4.2.1. Projeção de Demanda

O estudo de demanda de vazões para os sistemas de abastecimento de água tem como principal objetivo apontar uma perspectiva do crescimento da demanda de consumo de água para o município. Este estudo estabelece a estrutura de análise comparativa entre a capacidade atual e futura de produção de água tratada dos sistemas e o crescimento populacional.

Para tanto, podem ser calculadas as demandas de vazão média, máxima diária e máxima horária, a partir da estimativa populacional já apresentada, do índice de perdas na distribuição e do consumo per capita. Também são

calculadas demandas de reservação, número de ligações de água e extensão de rede. Para a determinação da vazão média é utilizada a seguinte expressão:

$$Q_{méd} = \frac{P \cdot C}{86400}$$

sendo:

$Q_{méd}$ = Vazão Média (L/s);

P = População Inicial e Final;

C = Quota per capita (L/dia.hab).

A vazão máxima diária é obtida com aplicação da seguinte fórmula:

$$Q_{maxd} = Q_{med} * k1$$

sendo:

Q_{maxd} = Vazão máxima diária (L/s);

K1 = Coeficiente de Consumo máximo Diário;

$Q_{méd}$ = Vazão Média.

Para o estudo em questão adotou-se k1 igual a 1,20.

A vazão máxima horária é obtida através da expressão que se apresenta a seguir:

$$Q_{maxh} = Q_{maxd} * k2$$

sendo:

Q_{maxh} = Vazão máxima horária (L/s);

K2 = Coeficiente da hora de maior consumo;

Q_{maxd} = Vazão máxima diária.

Adotou-se para o estudo em questão k2 igual a 1,50.

A quota per capita refere-se ao consumo per capita adicionado às perdas, sendo sua fórmula a que segue:

$$C = CPC / \left(1 - \left(\frac{IPD}{100}\right)\right)$$

sendo:



C = Quota per capita (L/s.hab);

CPC = Consumo per capita;

IPD = Índice de perdas na distribuição.

A tabela abaixo traz a projeção das vazões necessárias para atender a demanda atual e futura da população urbana em um horizonte de projeto de vinte anos, bem como, o volume necessário de reservação para manter a segurança hídrica da população urbana. Da mesma maneira, usando os dados referentes ao ano de 2021 disponibilizados pelo SNIS, foi estimado o crescimento do número de economias, ligações e extensão da rede do SAA.

Tabela 32 - Demandas para o SAA.

Ano	Pop. Urbana	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima Diária (L/s)	Vazão Máxima Horária	Vazão Captação (L/s)	Volume Consumido no dia de maior Consumo (m³)	Volume necessário para Reservação (m³)	Ligações (lig)	Extensão da rede (Km)
2022	165.779	310,89	373,07	559,60	561,10	32.232,94	10.744,31	38.187	249,45
2023	166.639	312,50	375,00	562,50	564,00	32.399,97	10.799,99	38.385	250,74
2024	167.503	314,12	376,94	565,42	566,92	32.567,96	10.855,99	38.583	252,03
2025	168.371	315,75	378,90	568,35	569,85	32.736,72	10.912,24	38.783	253,33
2026	169.244	317,38	380,86	571,29	572,79	32.906,45	10.968,82	38.983	254,64
2027	170.121	319,03	382,84	574,26	575,76	33.077,14	11.025,71	39.185	255,95
2028	171.003	320,68	384,82	577,23	578,73	33.248,59	11.082,86	39.388	257,27
2029	171.890	322,35	386,82	580,23	581,73	33.421,01	11.140,34	39.592	258,60
2030	172.781	324,02	388,82	583,23	584,73	33.594,20	11.198,07	39.797	259,93
2031	173.677	325,70	390,84	586,26	587,76	33.768,35	11.256,12	40.003	261,28
2032	174.577	327,39	392,86	589,30	590,80	33.943,47	11.314,49	40.210	262,62
2033	175.482	329,08	394,90	592,35	593,85	34.119,35	11.373,12	40.418	263,98
2034	176.392	330,79	396,95	595,42	596,92	34.296,19	11.432,06	40.627	265,34
2035	177.306	332,50	399,00	598,51	600,01	34.474,00	11.491,33	40.837	266,71
2036	178.225	334,23	401,07	601,61	603,11	34.652,77	11.550,92	41.049	268,09
2037	179.149	335,96	403,15	604,73	606,23	34.832,50	11.610,83	41.261	269,47
2038	180.078	337,70	405,24	607,86	609,36	35.013,00	11.671,00	41.475	270,86
2039	181.012	339,45	407,34	611,02	612,52	35.194,47	11.731,49	41.689	272,26
2040	181.950	341,21	409,45	614,18	615,68	35.376,89	11.792,30	41.905	273,66
2041	182.893	342,98	411,58	617,37	618,87	35.560,47	11.853,49	42.122	275,08
2042	183.841	344,76	413,71	620,57	622,07	35.744,82	11.914,94	42.340	276,50

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.2.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada

Para a área urbana de Nilópolis há a necessidade de projeto para implementar a setorização da rede de distribuição, com a instalação de macromedidores em cada seção particular da mesma, visando manter o controle de perdas e facilidade de detecção e reparação de anomalias.

Conforme relatado no Produto II – Diagnóstico, há perspectivas sobre o início dos estudos para aperfeiçoar a delimitação adequada dos setores. Portanto uma maneira de implantar a setorização é começar a realizar estudos provenientes das áreas de interesses, elaborando estudos que se atentam para as zonas de pressão, os reservatórios existentes e as suas capacidades de armazenamento e a sua localização geográfica dentro da planta do município.

Propiciando desta maneira, que o sistema de setorização agregue benefícios a toda malha existente na rede de distribuição de água potável da área urbana e que cada setor de abastecimento, possa a ser definido pela área a ser suprida, através de um reservatório de distribuição.

Este reservatório de distribuição, a ser implantado deverá também, ser destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar adequadamente as pressões na rede.

Desta forma, a setorização da rede de distribuição deverá ser na medida do possível, baseado na setorização clássica, ou seja, deve ser utilizado um reservatório elevado, sendo a sua principal função de condicionar as pressões de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (ou reservatório principal), habitualmente instalados próximos aos poços artesianos.

Assim, os setores de abastecimento devem ser divididos em zonas de pressão, estática e dinâmica e as mesmas, devem obedecer aos limites estabelecidos pela ABNT NBR nº 12.218/2017: a pressão estática máxima nas tubulações não deve ultrapassar o valor de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima não deve ser inferior a 100 kPa. Sendo assim, através das diretrizes contida na referida Norma os setores não irão mais funcionar com altas pressões, reduzindo assim a possibilidade de ocorrer um novo vazamento e reduzindo também o volume de água perdida em um vazamento não visível atualmente.

A questão da setorização da rede irá auxiliar também a Companhia Águas do Rio, em momentos em que ocorrer obras na rede de distribuição, pois, como também relatado no Produto II – Diagnóstico, quando há alguma obra na rede de distribuição, a água se torna impura devido ao acúmulo de sedimentos, fato este, comum em qualquer obra ou procedimento de manutenção em redes de abastecimento de água potável.

Através da setorização, serão implantados os chamados pontos de lavagem, que servirão para evitar este tipo de problema, pois, após a conclusão da obra ou do procedimento de manutenção, a água suja é retirada nestes pontos de lavagem, sistemas estes, não existindo nas redes de distribuição de água potável no Município de Nilópolis. Outros investimentos, além dos descritos anteriormente, também se fazem necessários para a manutenção e ampliação do sistema, sendo eles:

- Execução de novas redes e ligações em virtude do crescimento populacional;
- Substituição dos equipamentos eletromecânicos que ao longo do tempo necessitam ser substituídos;
- Substituição de macromedidores com defeitos;
- Substituição de redes visando a manutenção anual;
- Aquisição de *data loggers* de pressão, visando o monitoramento das pressões na rede de distribuição de água;
- Implementação e manutenção de software comercial e recadastramento dos usuários;
- Manutenção da estrutura física, tais como o departamento de recepção e administrativo, bem como do barracão do almoxarifado e depósitos de produtos químicos;
- Atualização contínua do cadastro da rede de distribuição de água do município;
- Aumento da fiscalização e punição para furtos de água;
- Campanhas junto à população para combater o desperdício de água.



4.2.3. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Abastecimento de Água

As interrupções no abastecimento de água podem acontecer por diversos motivos, inclusive por ocorrências inesperadas como rompimento de redes e adutoras de água, quebra de equipamentos, contaminação da água distribuída, dentre outros. Para regularizar o atendimento deste serviço de forma mais ágil ou impedir a interrupção no abastecimento, ações para emergência e contingência devem ser previstas de forma a orientar o procedimento a ser adotado e a possível solução do problema, para que não haja interrupções no abastecimento.

O plano de emergência e contingência complementa as demais ações que deverão ser tomadas para alcance da manutenção dos serviços e auxiliar na tomada de decisão durante estes eventos e situações críticas. Para melhor exposição e facilidade de consulta durante uma emergência, o plano foi estruturado em tabelas sínteses, com a ocorrência, sua causa e as respostas necessárias à sua correção ou mitigação. As tabelas sínteses são as que seguem.

Tabela 33 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA		
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Falta de água generalizada	Inundação das captações de água com danificação de equipamentos eletrônicos e estruturas.	Comunicar à população, instituições, autoridades e Polícia local, Defesa Civil e órgãos de controle ambiental.
		Implementar rodízio de abastecimento.
		Executar reparos das instalações danificadas e troca de
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em
		Comunicar a Companhia Águas do Rio para que acione socorro e ative captação em fonte alternativa.
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões
	Movimentação do solo, solapamento de apoios de estruturas com arrebentamento de adução de água bruta.	Comunicar a Companhia Águas do Rio.
	Interrupção prolongada no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água.	Comunicar à fornecedora de energia elétrica.
		Promover abastecimento temporário de áreas mais distantes com caminhões tanque/pipa.
		Utilização de sistemas autônomos de geração de energia.
Vazamento de produtos químicos nas instalações de água.	Buscar por soluções que contenham o vazamento.	
	Executar reparos das instalações danificadas.	
	Promover o controle e o racionamento da água disponível em	
	Implementar rodízio de abastecimento.	
	Promover abastecimento da área atingida com caminhões	
Qualidade inadequada da água dos mananciais.	Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.	
Inexistência de monitoramento	Comunicar a Companhia Águas do Rio para que acione o socorro e ative a captação em fonte alternativa.	
Ações de vandalismo	Executar reparos das instalações danificadas.	
	Promover o controle e o racionamento da água disponível em	



		Implementar rodízio de abastecimento temporário das áreas atingidas com caminhões tanque/pipa. Promover sistema de segurança para evitar ações de vandalismo.
--	--	--

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 34 - Ações para emergências e contingências referentes abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA		
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Falta de água parcial ou localizada	Deficiências de água nos mananciais em período de estiagem.	Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
		Implementar rodízio de abastecimento temporário das áreas atingidas com caminhões tanque/pipa.
		Transferir água entre setores de abastecimento com objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
	Interrupção temporária no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água.	Comunicar a concessionária dos serviços para que acione e busque alternativa de água.
		Comunicar o fornecedor de energia elétrica.
	Interrupção no fornecimento de energia elétrica em setores de distribuição.	Comunicar a concessionária dos serviços para que acione socorro e busque fonte alternativa de água.
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
		Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
	Danificação de equipamentos nas estações elevatórias de água tratada.	Executar reparos das instalações danificadas e troca de equipamentos.
		Transferir água entre os setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
	Danificação de estruturas de reservatórios e elevatórias de água tratada.	Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
		Comunicar a Companhia Águas do Rio para que acione socorro e fonte alternativa de água.
Executar reparos das instalações danificadas.		
Rompimento de redes e linhas adutoras de água tratada.	Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.	



		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
	Ações de vandalismo.	Executar reparos nas instalações danificadas.
		Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
		Promover sistema de segurança para evitar ações de vandalismo.
	Problemas mecanismo e hidráulicos na captação e de qualidade da água dos mananciais.	Implantar e executar serviço permanente de manutenção e monitoramento do sistema de captação.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.



Tabela 35 - Ações para emergências e contingências referentes abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA		
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Falta de água generalizada	Por motivos diversos emergenciais (quebra de equipamento, danificação na estrutura do sistema e de tubulações, inundações, falta de energia, contaminação da água, etc.)	Elaborar projeto para implantar/manter sistema de captação e tratamento de água para consumo humano como meio alternativo de abastecimento no caso de pane no sistema convencional em situações emergenciais.
Diminuição da pressão	Vazamento e/ou rompimento de tubulação em algum trecho.	Desenvolver campanha junto à comunidade para evitar o desperdício e promover o uso racional e consciente da água.
	Ampliação do consumo em horários de pico.	Desenvolver campanha junto à comunidade para instalação de reservatório elevado nas unidades habitacionais.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.



4.2.4. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o Sistema de Abastecimento de Água - SAA

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água do Município de Nilópolis, foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nessas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas. Sendo assim, a seguir estão definidos os objetivos propostos para o SAA do Município de Nilópolis.



4.2.4.1. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 36 - Síntese do objetivo 1.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - RJ - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA				
OBJETIVO	1	AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA				
FUNDAMENTAÇÃO	Nilópolis atende 100% da população urbana com abastecimento de água potável. Mesmo este índice atingindo à universalização ainda são necessárias melhorias para otimizar o sistema e diminuir sua pressão sobre os recursos naturais regionais, bem como melhorar a qualidade dos serviços para a população.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação das realizações das ações e projetos, quantidade de ligações, extensão da rede e índice de perdas.					
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS			MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS		LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS	
1) Ampliar a rede de distribuição na área urbana para atender 100% da população futura. 2) Elaborar projeto de setorização da rede de distribuição de água. 3) Promover campanha de conscientização de desperdício de água. 4) Aumentar a fiscalização sobre os furtos de água.			5) Manter o abastecimento de água tratada para toda população.		6) Manter o abastecimento de água tratada para toda a população.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES (R\$)						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
1.1	Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 3,88 Km.	R\$147.440,00			RP	16,94m/lig *R\$38,00/m
1.2	Realizar mais 595,75 ligações de água na área urbana.	R\$ 44.681,25			RP	2,48hab/lig *R\$75,00/lig
1.3	Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 3,96 Km.		R\$150.480,00		RP	16,94m/lig *R\$38,00/m
1.4	Realizar mais 608,49 ligações de água na área urbana.		R\$ 45.636,25		RP	2,48hab/lig *R\$75,00/lig
1.5	Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 16,56 Km.			R\$629.280,00	RP	16,94m/lig *R\$38,00/m



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Produto VIII – Versão Preliminar
Nilópolis - RJ



1.6	Realizar mais 2543 ligações de água na área urbana.			R\$190.725,00	RP	2,48hab/lig *R\$75,00/lig
1.7	Elaborar projeto de setorização da rede de distribuição.	R\$280.277,87			RP	Preço de mercado
1.8	Promover campanhas de conscientização para combater o desperdício de água.	-	-		AA	
1.9	Manutenção do SAA.	R\$9.086.533,47	R\$9.086.533,47	R\$11.812.493,51	RP	Custo SNIS * Projeção Pop.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$9.411.492,59	R\$9.282.649,72	R\$12.632.498,51	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 31.326.640,82

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

4.2.5. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

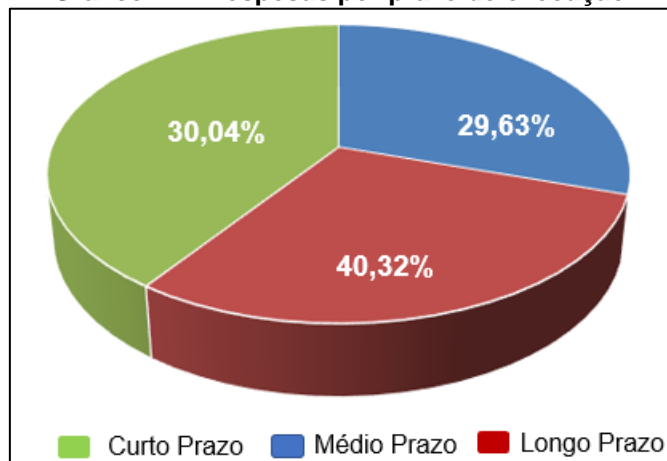
Tabela 37 - Síntese dos totais dos valores estimados.

MUNICÍPIO DE MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - RJ - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO X CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO				
OBJETIVOS	CURTO	MÉDIO	LONGO	TOTAL GERAL
AMPLIAR E APRIMORAR O SAA NA ZONA URBANA	R\$9.411.492,59	R\$9.282.649,72	R\$12.632.498,51	R\$31.326.640,82
TOTAL GERAL	R\$9.411.492,59	R\$9.282.649,72	R\$12.632.498,51	R\$31.326.640,82

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 12 - Despesas por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.3. Sistema de Esgotamento Sanitário - SES

Em Nilópolis, como relatado no Diagnóstico, a gestão dos serviços de esgotamento sanitário é de responsabilidade da Companhia Águas do Rio, com o município dispondo de 190 km de extensão de rede de coleta de esgoto, abrangendo desta forma, 50,17% da população. Entretanto, como também relatado no Diagnóstico, destes 50,17% de esgoto sanitário coletado, apenas 35,4% é tratado na ETE do Sarapuí, localizada no Município de Belford Roxo.

O restante do esgoto gerado é direcionado para os rios Pavuna e Sarapuí sem nenhum tipo de controle. Ressalta-se, que há no município uma ETE desativada e desta forma, serão apresentados nos capítulos que se seguem, o volume atual de esgoto gerado pela população do município, a sua carga orgânica e medidas para melhorar este índice que está muito abaixo, do índice de coleta e tratamento de esgoto da região sudeste.

4.3.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto

A contribuição de esgoto está diretamente correlacionada ao consumo de água, sendo assim, utiliza-se normalmente o consumo per capita usado para projetos de sistemas de abastecimento de água para se projetar o sistema de esgotos. No sistema de esgoto sanitário, porém, considera-se o consumo efetivo *per capita*, não incluindo as perdas de água. O consumo *per capita* de água varia em função do local. Em locais onde não há dados referentes ao consumo *per capita* de água, a literatura recomenda a adoção de valores de comunidades com características semelhantes.

Para que possa ser estabelecida a contribuição *per capita* de esgoto, o consumo de água efetivo *per capita* é multiplicado pelo coeficiente de retorno. O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população de acordo com a ABNT NBR n° 9649/1986, que diz para se adotar o valor de 80% para o coeficiente de retorno.

Desta maneira, faz-se necessário estabelecer coeficientes que traduzam estas variações de contribuição para o dimensionamento das diversas unidades de um sistema de esgotamento. Assim sendo, serão determinados os seguintes coeficientes:

- K1 coeficiente de máxima vazão diária - é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;
- K2 coeficiente de máxima vazão horária - é a relação entre a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia;
- K3 coeficiente de mínima vazão horária - é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Na falta de valores obtidos através de medições, a ABNT NBR n° 9649 recomenda o uso de $K1 = 1,20$, $K2 = 1,50$ e $K3 = 0,50$. Sendo assim, as tabelas abaixo mostram os valores de vazão anual do Município de Nilópolis e a previsão para os próximos vinte anos.

Tabela 38 - Valores atuais de água e esgoto em Nilópolis.

Ano	Pop. Urb. atendida com abast. de água (hab)	Volume de água consumido (m ³ /ano)	Volume de esgoto gerado anual (m ³ /ano)	Volume de esgoto gerado per capita anual (m ³ /hab.ano)	Volume de esgoto gerado per capita diário (L/hab.dia)
2020	162.963	9.538.453	7.630.762	46,83	128,288

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 39 - Projeção da geração de esgoto doméstico.

Ano	População atendida com abastecimento de água	Volume de água consumido (m ³ /dia)	Volume de esgoto gerado (m ³ /dia)
2022	165.779	32.232,94	25.786,35
2023	166.639	32.399,97	25.919,97
2024	167.503	32.567,96	26.054,37
2025	168.371	32.736,72	26.189,38
2026	169.244	32.906,45	26.325,16
2027	170.121	33.077,14	26.461,71
2028	171.003	33.248,59	26.598,87
2029	171.890	33.421,01	26.736,81
2030	172.781	33.594,20	26.875,36
2031	173.677	33.768,35	27.014,68
2032	174.577	33.943,47	27.154,77
2033	175.482	34.119,35	27.295,48
2034	176.392	34.296,19	27.436,95
2035	177.306	34.474,00	27.579,20
2036	178.225	34.652,77	27.722,22
2037	179.149	34.832,50	27.866,00
2038	180.078	35.013,00	28.010,40
2039	181.012	35.194,47	28.155,57
2040	181.950	35.376,89	28.301,51
2041	182.893	35.560,47	28.448,38
2042	183.841	35.744,82	28.595,86

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.3.2. Cargas de Concentração

Para se analisar o impacto da poluição e das eficácias das medidas de controle, é necessária a quantificação das cargas poluidoras afluentes ao corpo hídrico. A carga é retratada em termos de massa por unidade de tempo, podendo ser calculada por um dos seguintes métodos, dependendo do tipo de problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis. Nos cálculos é sempre indicado converter as unidades para se trabalhar sempre com unidades de medida consistentes, como por exemplo, kg/d.

- carga= concentração x vazão;
- carga= contribuição per capita x população;

- carga= contribuição por unidade produzida (kg/unid produzida) x produção (unid produzida/dia);
- carga= contribuição por unidade de área (kg/km².dia) x área (km²).

Para o cálculo da carga para esgoto doméstico é utilizado a seguinte equação.

$$carga = população . carga \text{ per capita}$$

$$carga \left(\frac{kg}{d} \right) = \frac{população(hab) . carga \text{ per capita} \left(\frac{g}{hab.dia} \right)}{1000 \left(\frac{g}{kg} \right)}$$

A porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento ou em uma etapa do mesmo é dada pela formula.

$$E = \frac{Co - Ce}{Co} . 100$$

Sendo:

E: eficiência de remoção (%);

Co: concentração afluenta do poluente (mg/L);

Ce: concentração efluentes do poluente (mg/L);

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica.

Um período de tempo de cinco dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO_{5,20}. Os maiores aumentos



em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água. A carga de DBO expressa em kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico de esgotos. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento, como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores etc.

A carga de DBO é produto da vazão do efluente pela concentração de DBO. No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição per capita de DBO_{5,20} de 54 gramas por habitante por dia.

4.3.2.1. Matéria Orgânica- Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de cinco dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO_{5,20}.

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

A carga de DBO expressa em kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico de esgotos. Dela resultam as



principais características do sistema de tratamento, como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores etc. A carga de DBO é produto da vazão do efluente pela concentração de DBO. No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição *per capita* de DBO_{5,20} de 54 gramas por habitante por dia.

Assim sendo, apresentam-se na tabela abaixo para os próximos vinte anos, as cargas orgânicas – DBO, com e sem tratamento, sendo este último, um exemplo caso o município continue sem tratamento para parte de seu esgoto coletado.

Ressaltando, que será considerado neste trabalho a eficiência de tratamento determinado pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que determina a remoção mínima de 60% da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO_{5,20}. Pois, se desconhece a eficiência de tratamento da ETE do Sarapuí, localizada no Município de Belford Roxo.

Tabela 40 - Valores de cargas orgânicas de DBO.

Ano	População Atendida com Coleta de Esgoto	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) Sem Tratamento	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) Com Tratamento
2022	81.614	4.407,15	1.762,86
2023	81.637	4.407,37	1.762,95
2024	81.652	4.409,20	1.763,68
2025	81.697	4.411,63	1.764,66
2026	81.720	4.412,88	1.765,15
2027	81.799	4.417,14	1.766,86
2028	81.820	4.418,28	1.767,31
2029	81.849	4.419,84	1.767,94
2030	81.921	4.423,73	1.769,49
2031	81.983	4.427,08	1.770,83
2032	82.015	4.428,81	1.771,52
2033	82.070	4.431,78	1.772,71
2034	82.102	4.433,50	1.773,49
2035	82.243	4.441,12	1.776,45
2036	82.275	4.442,85	1.777,14
2037	82.411	4.450,19	1.780,08
2038	82.487	4.454,29	1.781,72
2039	82.658	4.463,53	1.785,41
2040	82.704	4.466,01	1.786,41
2041	82.869	4.474,92	1.789,97
2042	83.009	4.482,48	1.792,99

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.3.2.2. Coliformes Termotolerantes

Para os parâmetros de concentração de coliformes fecais, os mesmos apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas, com cada indivíduo eliminando em média de 10^9 a 10^{12} células por dia. Desta forma, para o critério de definição do cálculo foi adotado o valor de 10^{11} células por dia por pessoa.

Conforme já comentado, é considerado neste trabalho a eficiência de tratamento determinado pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que determina a remoção mínima de 60% da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO_{5,20}. Pois, se desconhece a eficiência de tratamento da ETE do Sarapuí. Apenas como exemplo, em tratamentos compostos por tanques sépticos, seguido por filtro anaeróbio, a remoção média de coliformes é de 1 a 2 unidades log, mesma taxa de remoção do sistema de digestores UASB seguidos por filtros anaeróbios, sendo esta alternativa, indicada para algumas localidades.

Ressalta-se, que o sistema de digestores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) é um reator anaeróbio de fluxo ascendente de alta eficiência para o tratamento de efluentes. Este processo possui como objetivo a conversão da matéria orgânica ao mesmo tempo que promove a separação dos gases, sólidos e líquidos. A tabela abaixo mostra os valores de coliformes termotolerantes para a população atendida com coleta de esgoto em Nilópolis.

Tabela 41 - Valores de Coliformes Termotolerantes.

Ano	População Atendida com Coleta de Esgoto	Termotolerantes (org./dia)
2022	81.614	8,16E+15
2023	81.637	8,16E+15
2024	81.652	8,17E+15
2025	81.697	8,17E+15
2026	81.720	8,17E+15
2027	81.799	8,18E+15
2028	81.820	8,18E+15
2029	81.849	8,18E+15
2030	81.921	8,19E+15
2031	81.983	8,20E+15
2032	82.015	8,20E+15
2033	82.070	8,21E+15
2034	82.102	8,21E+15
2035	82.243	8,22E+15
2036	82.275	8,23E+15
2037	82.411	8,24E+15
2038	82.487	8,25E+15
2039	82.658	8,27E+15
2040	82.704	8,27E+15
2041	82.869	8,29E+15
2042	83.009	8,30E+15

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.3.3. Comparação das Alternativas de Tratamento dos Esgotos

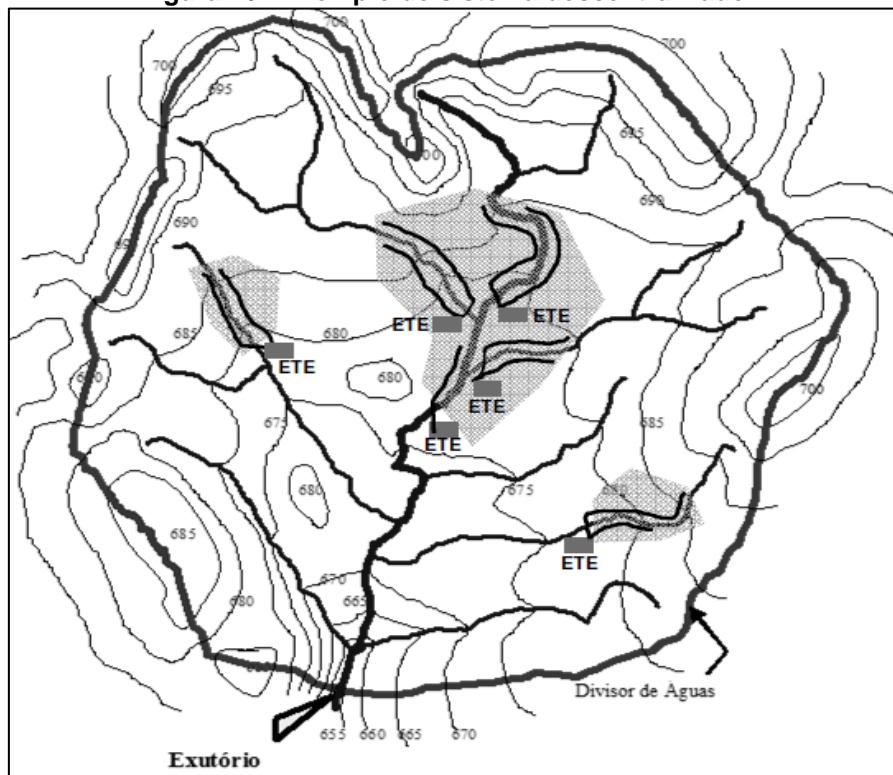
Há dois métodos de se implementar um sistema de esgotamento sanitário, o primeiro é uma medida de sistema descentralizado, onde se implanta diversas estações de tratamento, normalmente uma para cada sub-bacia de esgotamento. Enquanto que, o segundo modelo é o centralizado ou sistema convencional, onde se implanta apenas uma estação de tratamento para receber todo o efluente produzido. Sendo assim, as figuras abaixo mostram estes exemplos.

Figura 45 - Exemplo de sistema e convencional.



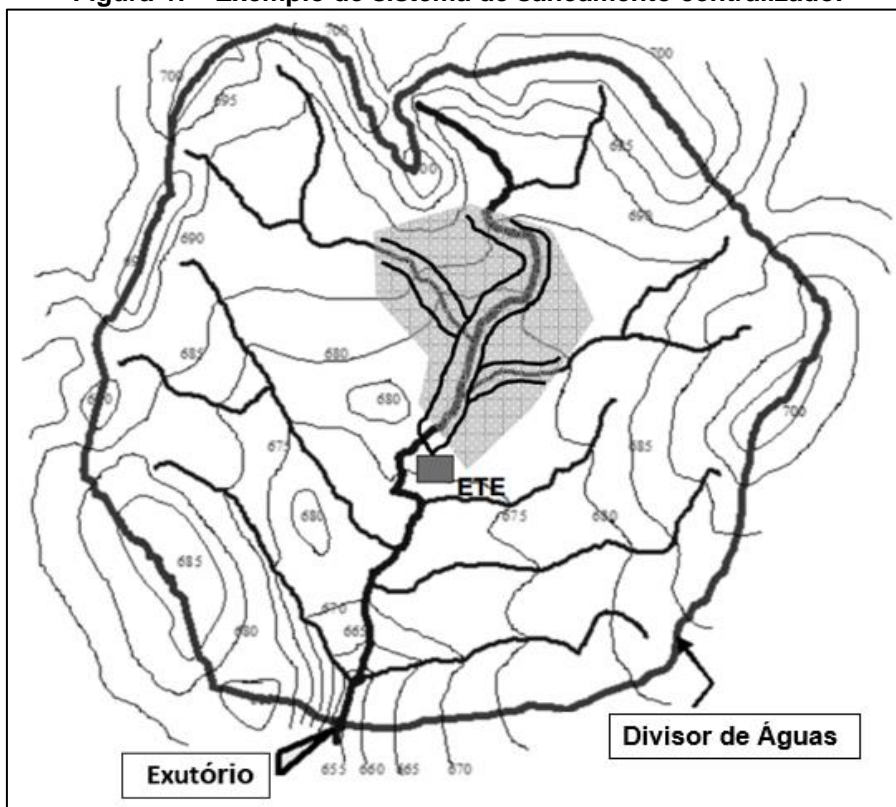
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 46 - Exemplo de sistema descentralizado.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 47 - Exemplo de sistema de saneamento centralizado.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Desta forma, para o Município de Nilópolis é necessário investimentos na manutenção e aprimoramento da ETE já existente, sendo projetada para atender parte do Bairro Nova Cidade e Matadouro, que combinados contam com uma população de aproximadamente 24.000 habitantes. Além disto, para o restante do esgotamento sanitário gerado no município, deve-se alocar investimentos para ampliar a coleta, atingindo a universalização, ou cem por cento da população.

O restante do esgoto coletado deve continuar sendo direcionado para a ETE do Sarapuí localizada no Município de Belford Roxo. Exigindo da Companhia Águas do Rio a eficiência de tratamento da respectiva ETE, garantindo a qualidade de vida para a sua população.

4.3.3.1. Localização da Estação de Tratamento de Esgoto

O início de um projeto coincide com os seus estudos prévios e estes, buscam entender a dinâmica do sistema a ser projetado, incluindo a avaliação quantitativa e qualitativa dos esgotos que serão tratados na futura ETE, bem

como, a análise técnico-econômica dos inúmeros tipos de sistemas de tratamento de efluentes que podem ser aplicados a um determinado município. Ressaltando, que a melhor alternativa proposta deve ser aquela que oferecer as maiores vantagens do ponto de vista técnico e econômico-financeiro.

Especificamente para a localização, antes de iniciar o projeto de implantação de uma ETE, deve-se, atentar-se para algumas vertentes que são essenciais para o bom funcionamento da mesma, além, de não causar incômodos para a população vizinha, como maus odores e ruídos excessivos. Normalmente averigua-se o custo por m² do local onde será implantada a futura ETE, assim como, o sistema de tratamento de lodo, caso este não esteja localizado na própria ETE, além da instalação dos equipamentos.

Sendo assim, mesmo que Nilópolis trate parte de seu esgoto na ETE do Sarapuí localizada no Município de Belford Roxo, e também tenha uma ETE em seu território, necessitando apenas de reparos para o seu pleno funcionamento, atendendo desta forma, a outra parte de sua população com coleta e tratamento de esgoto, abaixo seguem alguns parâmetros técnicos que auxiliam na escolha da melhor área para a construção de uma estação de tratamento de esgoto, caso o município futuramente decida pela ampliação ou implantação de uma nova ETE.

- Topografia → deve-se considerar a topografia do terreno, pois, terreno muito acidentado elevará o custo de implantação da ETE com obras de nivelamento de terreno;
- Nível do lençol freático → através de sondagens é necessário avaliar o nível do lençol freático para que, em caso de vazamentos o efluente ao infiltrar no solo, não entre em contato com a água contida no lençol freático;
- Nível de cheia → deve-se atentar para que, em períodos chuvosos não haja problemas de inundação ou alagamentos dentro da ETE;
- Distância de Interceptação e corpo hídrico receptor → a implantação de uma ETE não deverá ser distante da área urbana, pois, deve-se dar preferência para que o efluente coletado seja direcionado para o tratamento de preferência por gravidade, evitando custos com a instalação de estações elevatórias, da



mesma forma, a Localização da ETE deve estar próxima ao corpo hídrico que receberá o efluente tratado;

- Acessibilidade → da mesma forma da distância de interceptação, o acesso a ETE deve ser facilitado para veículos que necessitem adentrarem no local e em situações de emergência, os operadores terão mais agilidade para conter a ocorrência;
- Proximidade de residências → estações de tratamento de esgoto, principalmente o sistema de lagoas facultativas, possuem como uma de suas características a liberação de gases que ocasionam mau odores, podendo provocar incômodos nas regiões vizinhas.



4.3.4. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Esgotamento Sanitário

Abaixo seguem as ações de emergência e contingência para este sistema. Ressalta-se, que algumas das ações de emergência e contingência contidas abaixo são ações exclusivas para a rede coletora.

Desta forma, quando há um extravasamento de esgoto nas unidades do sistema e anormalidades no funcionamento das estações de tratamento de esgoto, causando prejuízos à eficiência, estes problemas colocam em risco a qualidade ambiental do município, podendo contaminar os recursos hídricos e o solo.

Para estes casos, tanto para interrupção da coleta de esgoto por motivos diversos, quanto por rompimento de coletores, medidas de emergência e contingência devem ser previstas. Sendo assim, as tabelas abaixo constam as principais alternativas para ações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário.

Tabela 42 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	1	ALTERNATIVAS PARA CONTROLAR O EXTRAVASAMENTO DE ESGOTO
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Extravasamento de esgoto em estações elevatórias.	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento.	Comunicar companhia de energia elétrica.
		Acionar gerador alternativo de energia.
		Comunicar a Companhia Águas do Rio.
		Instalar tanques de acumulação do esgoto extravasado com o objetivo de evitar contaminação do solo e água.
	Danificação de equipamentos eletromecânicos ou estruturas.	Comunicar a Prefeitura sobre os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência e paralisação das unidades de tratamento.
		Comunicar a Companhia Águas do Rio.
		Instalar equipamentos reserva.
	Ações de vandalismo.	Comunicar o ato de vandalismo à Polícia local.
		Comunicar a Companhia Águas do Rio.
		Executar reparo das instalações danificadas com urgência.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 43 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	2	ALTERNATIVAS PARA CONTROLAR O ROMPIMENTO EM PONTOS DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTO (após a implantação dos mesmos)
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.	Desmoronamento de taludes ou paredes de canais.	Executar reparo da área danificada com urgência.
		Comunicar a Companhia Águas do Rio.
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes.
	Erosões de fundo de vale.	Comunicar a prestadora.
		Executar reparo da área danificada com urgência.
	Rompimento de pontos para travessia de veículos.	Comunicar aos órgãos de controle ambiental sobre o rompimento em alguma parte do sistema de coleta de esgoto.
		Comunicar as autoridades de trânsito sobre o rompimento da travessia.
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes.
		Comunicar o Companhia Águas do Rio.
		Executar reparo da área danificada com urgência.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.



Tabela 44 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	3	ALTERNATIVAS PARA EVITAR RETORNO DE ESGOTO EM IMÓVEIS
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Ocorrência de retorno de esgoto nos imóveis.	Obstrução em coletores de esgoto.	Comunicar o Companhia Águas do Rio.
		Isolar o trecho danificado do restante da rede com o objetivo de manter o atendimento de áreas não afetadas pelo rompimento.
		Executar reparo das instalações danificadas com urgência.
	Lançamento indevido de águas pluviais na rede coletora de esgoto.	Executar trabalhos de limpeza e desobstrução.
		Executar reparo das instalações danificadas.
		Comunicar à Vigilância Sanitária e Companhia Águas do Rio.
		Comunicar o Companhia Águas do Rio.
		Ampliar a fiscalização e o monitoramento das redes de esgoto e de captação de águas pluviais com o objetivo de identificar ligações clandestinas, regularizar a situação e implantar sistema de cobrança de multa e punição para reincidentes.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 45 - Ações de emergência e contingência para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	4	ALTERNATIVAS PARA REDUZIR RISCOS DE CONTAMINAÇÃO POR FOSSAS NA ÁREA URBANA E ZONA RURAL
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas, se houver.	Rompimento, extravasamento, vazamento e/ou infiltração de esgoto bruto por ineficiência de fossas.	Comunicar Companhia Águas do Rio e a Prefeitura Municipal.
		Promover o isolamento da área e contenção do resíduo com objetivo de reduzir a contaminação.
		Conter vazamento e promover a limpeza da área com caminhão limpa fossa, encaminhando o resíduo para a estação de tratamento de esgoto.
		Exigir a substituição das fossas negras por fossas sépticas e sumidouros ou ligação do esgoto residencial à rede pública nas áreas onde existe esse sistema.
	Construção de fossas inadequadas e ineficientes.	Implantar programa de orientação da comunidade em parceria com a prestadora quanto à necessidade de adoção de fossas sépticas em substituição às fossas negras e fiscalizar se a substituição e/ou desativação está acontecendo nos padrões e prazos exigidos.
	Inexistência ou ineficiência do monitoramento.	Ampliar o monitoramento e fiscalização destes equipamentos na área urbana e na zona rural, em parceria com a prestadora, principalmente das fossas localizadas próximas aos cursos hídricos e pontos de captação subterrânea de água para consumo humano.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.



4.3.5. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SES

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de tratamento de esgoto de Nilópolis foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nestas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas. Sendo assim, abaixo estão definidos os objetivos propostos para o SES do Município de Nilópolis.



4.3.5.1. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, com suas metas de curto, médio e longo prazo, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 46 - Tabela Síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO				
OBJETIVO	1	AMPLIAR E APRIMORAR O SISTEMA URBANO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO				
FUNDAMENTAÇÃO	<p>Analisando os dados relacionados ao sistema de esgotamento sanitário, concluiu-se que Nilópolis, por meio dos serviços prestados pela Companhia Águas do Rio, atende metade da população, sendo aproximadamente um total de 81.075 pessoas, ou 50,17% do município. Deste montante coletado, apenas 35,4% são tratados na ETE do Sarapuí, localizada no Município de Belford Roxo. Ressalta-se, que há no município uma ETE projetada para atender aproximadamente 24.000 habitantes, no entanto, a mesma não está em operação no momento. Sendo assim, se faz necessário ampliar a coleta e o tratamento do esgoto gerado em Nilópolis através da ampliação do sistema já existente, além de iniciar a operação da ETE existente no município.</p>					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	<p>1. Índice de atendimento urbano com coleta e tratamento de esgoto 2. Identificação da implementação da ação</p>					
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS		MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS		LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS		
<p>1) Aumentar o atendimento de coleta de esgoto na área urbana em 100%. 2) Iniciar a operação da ETE.</p>		<p>3) Manter a coleta e o tratamento do esgoto em 100% da área urbana.</p>		<p>4) Manter a coleta e o tratamento do esgoto em 100% da área urbana.</p>		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
2.1	Iniciar a operação da ETE	R\$ 11.725.210,00			RP	Ministério das Cidades – Nota Técnica SNSA nº 492/2010 – Resumo 01/2011. Tabela 2.5 – Referência de Custo para Estação de Tratamento – ETE.
2.3	Ampliar a rede coletora na área urbana em 6,09Km	R\$ 669.900,00			RP - FPU - FPR	17,06m/lig/ *R\$110,00/m
2.4	Realizar mais 609 ligações de esgoto na área urbana	R\$ 59.682,00			RP - FPU - FPR	2,51hab/lig / R\$98,00/lig



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Produto VIII – Versão Preliminar
Nilópolis - RJ



2.5	Ampliar a rede coletora na área urbana em 6,227Km		R\$ 684.200,00		RP - FPU - FPR	17,06m/lig/ *R\$110,00/m
2.6	Realizar mais 622 ligações de esgoto na área urbana		R\$ 60.956,00		RP - FPU - FPR	2,51hab/lig / R\$98,00/lig
2.7	Ampliar a rede coletora na área urbana em 26 Km			R\$2.860.000,00	RP - FPU - FPR	17,06m/lig/ *R\$110,00/m
2.8	Realizar mais 2.660 ligações de esgoto na área urbana			R\$ 260.680,00	RP - FPU - FPR	2,51hab/lig / R\$98,00/lig
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$12.454.792,00	R\$ 745.156,00	R\$3.120.680,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 16.320.628,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

4.3.6. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

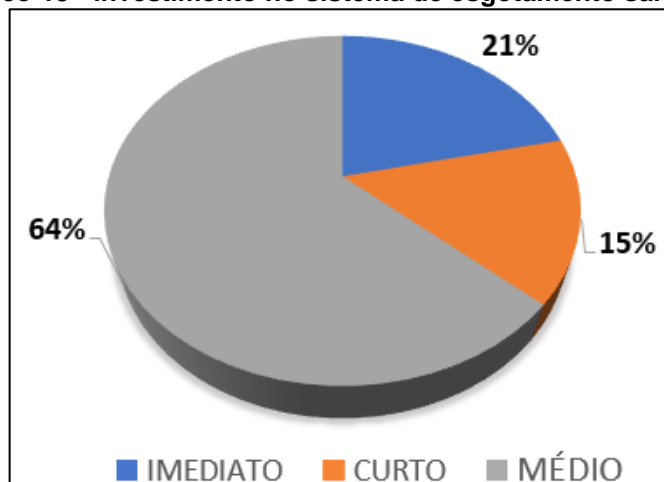
Tabela 47 - Análise de Investimento de Esgotamento Sanitário.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R\$)				
OBJETIVOS				TOTAL GERAL
	CURTO	MÉDIO	LONGO	
AMPLIAR E APRIMORAR O SES DA ÁREA URBANA	R\$12.454.792,00	R\$745.156,00	R\$3.120.680,00	R\$4.919.002,00
TOTAL GERAL	R\$12.454.792,00	R\$745.156,00	R\$3.120.680,00	R\$16.320.628,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Abaixo tem-se o gráfico com a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 13 - investimento no sistema de esgotamento sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

As medidas de correção e/ou prevenção na rede de drenagem são classificadas de acordo com sua natureza como medidas estruturais e medidas não estruturais.

As medidas estruturais correspondem às obras que podem ser implantadas visando a correção ou prevenção dos problemas. Já as medidas não estruturais são aquelas em que se procura reduzir, danos ou consequências, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação de sistemas de alerta e a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos.

4.4.1. Medidas Estruturais

4.4.1.1. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento

Os impactos causados pela urbanização em um ambiente natural podem ser constatados a partir da análise do ciclo hidrológico. Qualquer meio natural tem sua forma determinada principalmente pela ação das águas, entre outros condicionantes físicos. As águas pluviais são dissipadas através da evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial. Com o crescimento dos centros urbanos, todos estes processos são reduzidos drasticamente devido à impermeabilização do solo, com exceção do escoamento superficial, o qual tem seu tempo de concentração diminuído, causando graves reflexos nos cursos de drenagem natural, provocando erosão, assoreamento e enchentes (BARBOSA, 2006).

O assoreamento é o processo de degradação dos rios e cursos d'água em virtude do acúmulo de sedimentos em seu leito. O principal impacto ambiental desse problema é o acúmulo de bancos de areia nas áreas de drenagem das águas pluviais, gerando alterações no curso dos rios ou, em casos extremos, provocando a sua extinção ou redução substancial de sua vazão (PENA, S.B, ABREU, M. M, MAGALHÃES, M. R., 2016).

A principal causa do assoreamento de rios é a intensificação do processo de erosão do solo, ou seja, a remoção dos sedimentos na camada superficial com



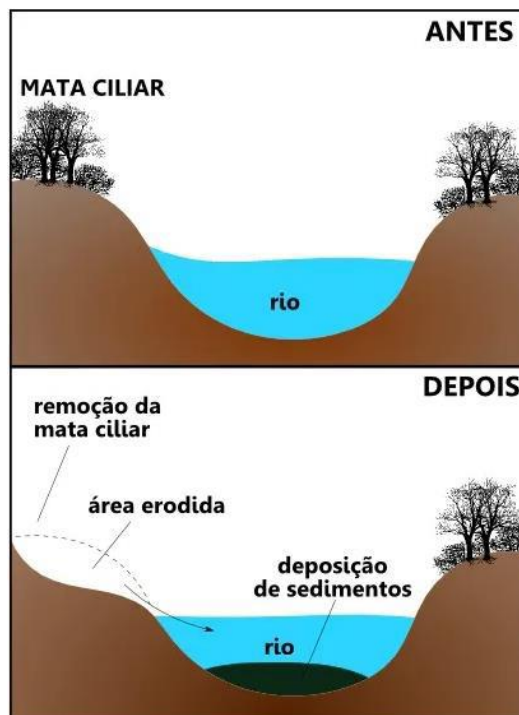
o seu posterior destino aos cursos d'água graças ao transporte realizado pelo escoamento da água das chuvas. Essa situação é originada ou agravada pelas práticas humanas, principalmente pela remoção da vegetação, que teria como função conter a produção de sedimentos por meio da proteção do solo e também dificultar a locomoção desses em direção aos rios.

O combate ao assoreamento é uma das principais medidas extensivas para evitar problemas com drenagem. O poder público em parceria com o governo encarregado precisa entender a necessidade de elaborar e arquitetar obras de controle da erosão do solo que resultem em meio certo para resolver o problema, sendo extensiva a toda área da bacia, sendo assim, conter o assoreamento ao longo do rio.

Uma medida que pode ser utilizada é o reflorestamento ao longo da bacia que, além de combater a erosão, pode reduzir o impacto da chuva diretamente sobre o solo, o que aumentará o tempo de concentração da bacia e reduzirá os picos de cheias.

O combate ao assoreamento só é totalmente efetivo mediante trabalhos preventivos que visem conter o desmatamento tanto na margem dos cursos d'água, onde ocorre a erosão fluvial de acordo com a Figura abaixo, como na bacia hidrográfica como um todo, de modo a atenuar a quantidade de sedimentos produzidos em períodos chuvosos.

Figura 48 – Exemplo de assoreamento.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

No caso do Município de Nilópolis, não possui problemas graves relacionados com a erosão do solo. Porém ressalta-se sobre a ocorrência de áreas próximas ao leito do Rio Sarapuí, onde houve a remoção da vegetação, sendo este um fator responsável pela atribuição de variáveis ambientais que influencia diretamente o favorecimento do processo de erosão, posteriormente associado com o assoreamento do corpo hídrico.

Ao longo dos anos, há a possibilidade de acontecer eventos isolados, onde os maiores potenciais erosivos são registrados em locais de elevada precipitação e declividade, como também problemas com assoreamento em canais superficiais ao longo das rodovias onde não há um sistema de microdrenagem e pavimentação.

4.4.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção.

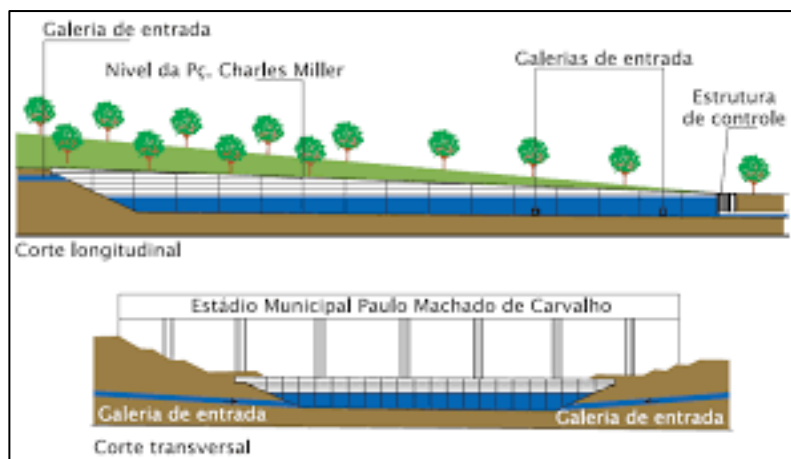
A utilização de reservatórios ou bacias de Detenção e Retenção é uma estratégia que evita picos de vazões de diferentes sub-bacias que se sobreponham gerando picos resultantes superiores à capacidade de drenagem da calha dos talwegues e conseqüentemente acarretando inundações indesejadas.

As bacias de detenção são reservatórios de armazenamento de curtos períodos, que reduzem as vazões de pico dos hidrogramas de cheias, aumentando seu tempo de base, tendo o potencial de produzir os seguintes benefícios: reduzir problemas de inundações localizadas; reduzir custos de sistemas de galerias de drenagem, melhorar a qualidade da água; minorar os problemas de erosão nos pequenos tributários; aumentar o tempo de resposta do escoamento superficial; melhorar as condições de reuso da água e recarga do aquífero; reduzir as vazões máximas de inundações à jusante (TUCCI, 1995).

Um grande diferencial da estratégia para controle de sistemas de Macrodrenagem está justamente na locação dos reservatórios de detenção, onde se busca, na medida do possível, a utilização de barragens já existentes e áreas de planícies de inundação naturais em sub-bacias não urbanizadas, ou seja, áreas predominantemente rurais ou menos urbanizadas. Estas características de projeto facilitam a viabilidade de sua implantação tanto do ponto de vista técnico-financeiro como do ponto de vista ambiental, pois aproveita áreas que já são periodicamente inundadas, evitando desapropriações em áreas urbanas e construções de estruturas hidráulicas complexas.

Canholi (2014), procura diferenciar as obras de reservação entre bacias de detenção e retenção. As bacias de detenção são obras destinadas a armazenar os escoamentos de drenagem, normalmente secas durante as estiagens, mas projetadas para reter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas.

As bacias de retenção são reservatórios de superfície que sempre contém um volume substancial de água permanente para servir as finalidades recreacionais, paisagísticas ou abastecimento. As bacias de sedimentação são reservatórios que possuem a função principal da retenção de sólidos em suspensão, detritos e absorver poluentes que são carregados pelos escoamentos superficiais. Abaixo segue um exemplo de reservatório subterrâneo com recreação.

Figura 49 - Exemplo de Reservatório Subterrâneo com Recreação.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

No Município de Nilópolis, para o controle da macrodrenagem, a qual pretende retardar a vazão resultante do escoamento superficial de determinadas áreas, recomenda-se a implantação de uma bacia de retenção ou detenção, a qual irá atender à necessidade específica do sistema de drenagem e agrega ao aspecto paisagístico da área urbana.

Considerando que o município possui áreas alagáveis em seu perímetro municipal, ressalta-se sobre a preferência dessas áreas em específico para a adoção de bacias de retenção ou detenção, como citado acima. A escolha da área em que de fato ocorrerá a obra deve ser precedida de rigorosos estudos técnicos ambientais, que atestem sobre a viabilidade da adoção dessa medida.

Como citado acima, a bacia de detenção mantém a água provinda da drenagem e libera a mesma aos poucos, obtendo maior controle sobre o escoamento da mesma. No caso da adoção da bacia de detenção, seria interessante que a água liberada possuía sistema de tubulação para disposição no curso d'água mais próximo da área da bacia.

4.4.1.3. Alargamento, Desassoreamento e Manutenção da Declividade dos Canais

Alguns canais de drenagem possuem taludes descobertos o que provoca um maior carreamento de partículas do solo e uma menor estabilidade dos mesmos. Esses canais se encontram em estado de avanço do processo de assoreamento.

Nesse sentido, o plantio de vegetação na mata ciliar se torna de extrema importância. A vegetação como um todo, principalmente as raízes das plantas, fornecem maior agregação das porções de solo presentes nas margens dos corpos hídricos, aumentando a estrutura e sustentação do mesmo. Tal fato, justifica o plantio de indivíduos de preferência por espécies nativas da vegetação da região.

Faz-se necessário o levantamento dos pontos específicos onde há áreas descobertas rentes aos rios que cortam o perímetro do município, e partir deste levantamento, traçar metas que visem o objetivo da recuperação dessas margens, como definir as espécies, o arranjo de plantio, tratamento e aquisição de materiais e mudas.

A aplicação da medida de plantio da vegetação na mata ciliar, reduz as chances da necessidade de outras medidas mais complexas, como o desassoreamento por maquinário dos corpos hídricos, o qual envolve um alto investimento financeiro e um esforço maior de trabalho. Ressalta-se, que no Município de Nilópolis não foram identificados problemas com desassoreamento, tanto no rio Pavuna, quanto no rio Sarapuí.

Figura 50 - Exemplo de alargamento e desassoreamento.



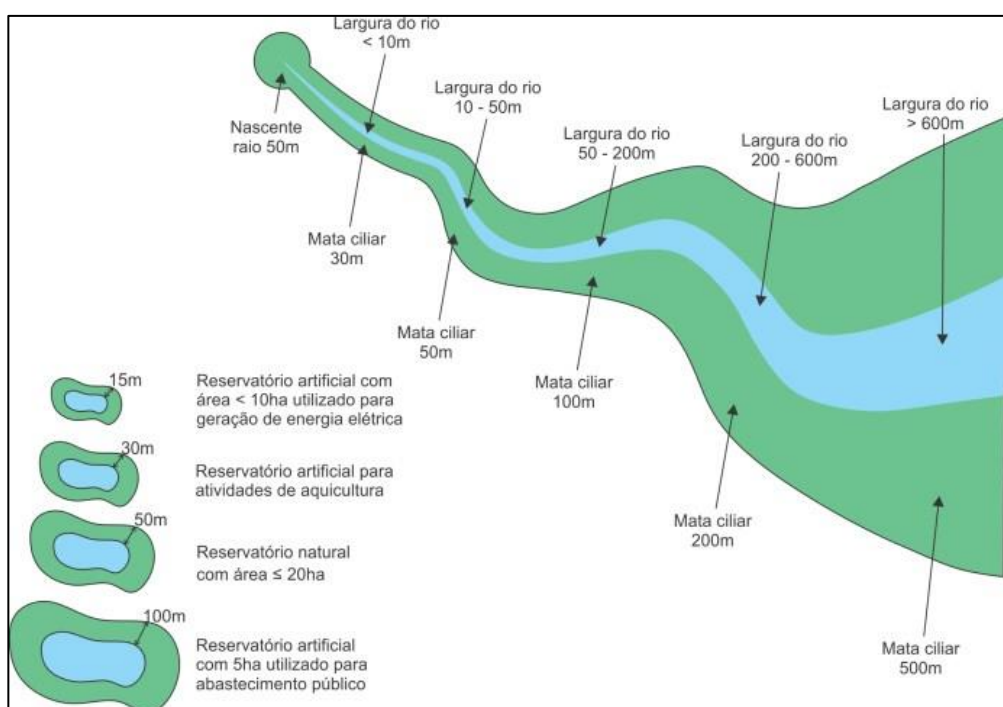
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.4.1.4. Recuperação de Matas Ciliares e Área de Proteção Permanente - APP

Uma das maneiras de mitigar os problemas dos corpos hídricos, como assoreamento, erosão de margens, poluição das águas e dentre outras problemáticas, é a recuperação das matas ciliares de acordo com a legislação pertinente para APP, sendo está, a Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012, que Dispõe Sobre a Proteção da Vegetação Nativa.

A recuperação deve se atentar para o estabelecido na referida lei quanto o tamanho das faixas de proteção, a figura abaixo explicita a relação entre a largura do leito do rio e o tamanho da APP.

Figura 51 - Demonstração de faixas das APP de acordo com Código Florestal.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

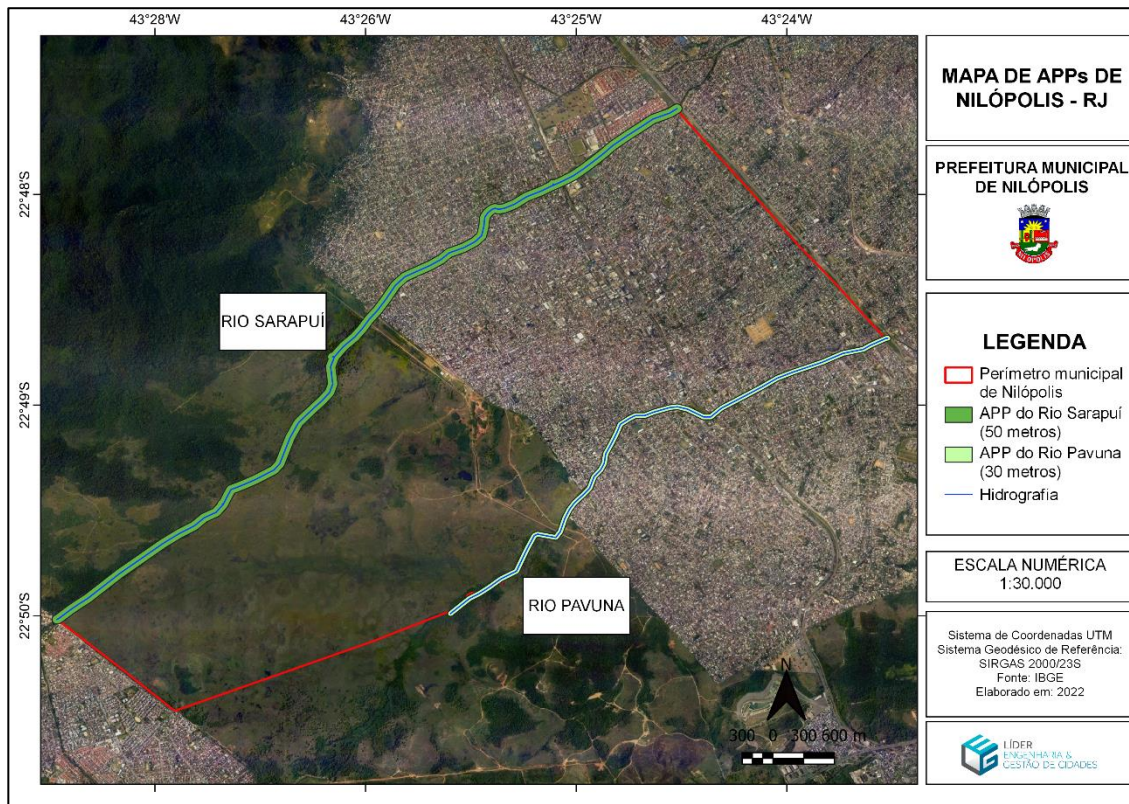
A recuperação deve ser feita com espécies nativas do bioma em que a bacia está inserida. Além disso, pressupor uma futura urbanização e mais adiante, a possibilidade de criação de parques lineares para evitar a ocupação irregular nas planícies aluviais. As Áreas de Proteção Permanente dos demais cursos hídricos que cortam a malha urbana, de muitos municípios do país, também devem ser recuperados, caso estas estejam degradadas de alguma forma,

concomitantemente à implantação dos parques lineares, sempre respeitando a largura estabelecida em lei e a escolha de espécies nativas da região.

No caso de Nilópolis, este, é cortado pelos rios Sarapuí e Pavuna, sendo estes rios, os principais do município, entretanto, além destes dois rios citados, parte da área urbana também é cortada pelo rio Socorro e o canal Periperi. Sendo assim, de acordo com a análise realizada por imagem de satélite, constatou que todos estes corpos hídricos sofrem com ocupações irregulares. Obrigando desta forma, que o Poder Público local realize ações que promovam a regularização das margens destes locais, iniciando-se com a elaboração do Plano Municipal de Macrodrenagem.

Ressalta-se, que para os rios Sarapuí e Pavuna, dentro do Parque Natural do Gericinó, os mesmos, não possuem ocupações irregulares em suas margens. A figura abaixo mostra as faixas de proteção das matas ciliares que deveriam estar sendo protegidas, tanto do rio Sarapuí quanto do rio Pavuna dentro da área urbana de Nilópolis.

Figura 52 - Mapa com faixas de proteção da mata ciliar dos rios Sarapuí e Pavuna no Município de Nilópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.4.1.5. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico

As áreas verdes de controle hidrológico são apresentadas por representarem importância significativa no controle da drenagem urbana, visando o equacionamento de problemas de inundações existentes no município bem como evitar a formação de novas áreas de risco.

Além disto, desempenham de maneira integrada as funções ecológicas na bacia, em especial a preservação de fauna e flora, através da formação de corredores ecológicos, a proteção da qualidade dos recursos hídricos, a formação de áreas verdes urbanas para prática de esportes, cultura e lazer, a melhoria da paisagem e ambiência urbana, contribuindo para o desenvolvimento sustentável municipal.

- Corredores Verdes

A ideia de "corredor verde" surgiu no final do século XX, buscando uma ecologia do campo. A sua função principal é a conexão dos diferentes elementos que compõem a paisagem, florestas, campos agrícolas, rios, estradas, etc., permitindo o fluxo de água, materiais, animais ou seres humanos, e favorecendo a existência de uma trama inter-relacionada. Equivalentemente, tem-se a aplicação deste conceito em cidades.

A relação entre diferentes áreas verdes e o espaço periurbano, envolve a criação de uma estrutura verde formada pelas árvores na estrada, parques lineares e trechos de jardins pequenos para executar a função de corredor entre grandes parques e jardins conectando o ambiente natural envolventes nas cidades.

Corredores verdes oferecem possibilidades de conciliar múltiplos usos para o homem com o convívio cotidiano com áreas naturais, ou recuperadas. Por serem espaços abertos lineares, podem ser projetados ao longo de rios e córregos, lagos, brejos e áreas alagáveis, em linhas de cumeada e encostas, áreas que devem ser protegidas pela sua fragilidade e importância ecológica. Abaixo vemos exemplos de corredores verdes.

Figura 53 - Exemplo de corredores verdes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Sendo assim, torna-se possível afirmar a importância dos corredores verdes no espaço urbano, pois além de valorizarem a paisagem urbana, contribuem para o conforto ambiental (minimizam o ruído e os efeitos da poluição do ar, além de ajudar a regular a umidade e a temperatura) e para a drenagem urbana é um plano que abrange a bacia de drenagem e deve ter um projeto holístico, multifuncional e estético adequado à paisagem local.

São ruas arborizadas, que integram o manejo de águas pluviais (com canteiros pluviais), reduzem o escoamento superficial durante o período das chuvas, diminuem a poluição difusa que é carregada de superfícies impermeabilizadas, possibilitam dar visibilidade aos processos hidrológicos e do funcionamento da infraestrutura verde.

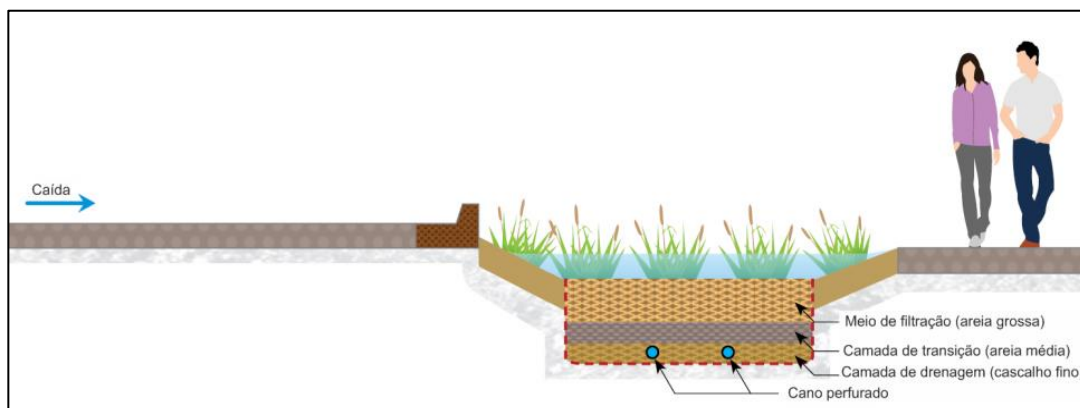
- Biovaleta

As biovaletas, ou valetas de biorretenção vegetadas, “são semelhantes aos jardins de chuva, mas geralmente se referem a depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e demais elementos filtrantes, que processam uma limpeza da água da chuva”, sendo que nesta estrutura, ao mesmo tempo em que aumentam seu tempo de escoamento, dirigindo este para os jardins de chuva ou sistemas convencionais de retenção e detenção das águas.

As Biovaletas são depressões lineares com vegetação, que limpam a água de chuva, podendo ser amplamente aplicadas para tratar o escoamento das

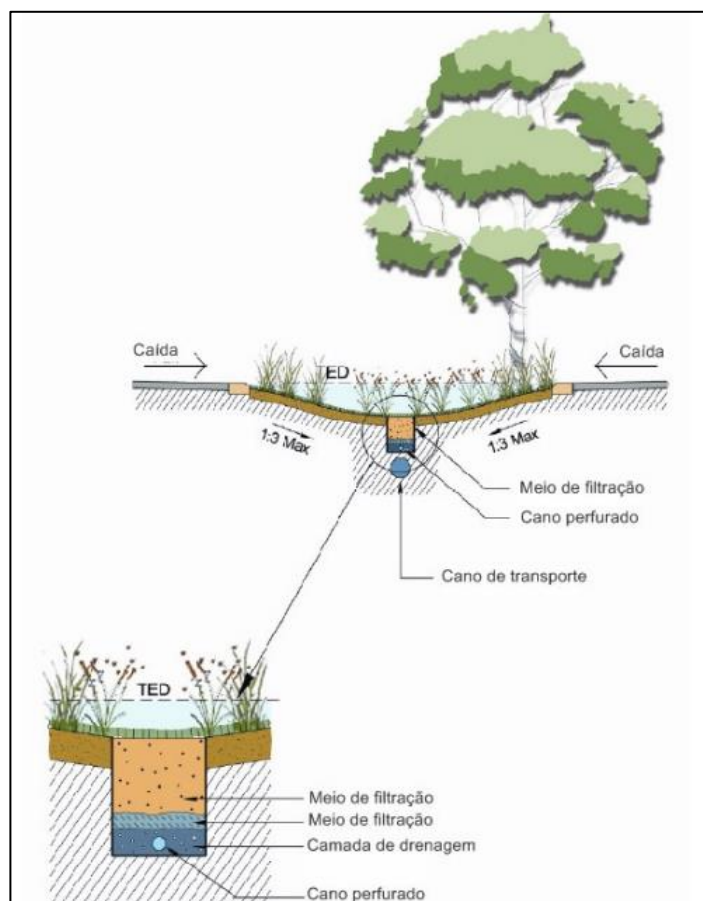
estradas, parques de estacionamento, áreas residenciais, dentre outros, exemplo na figura.

Figura 54 - Seção típica de valas biorretenção.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 55 - Exemplos de biovaletas.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

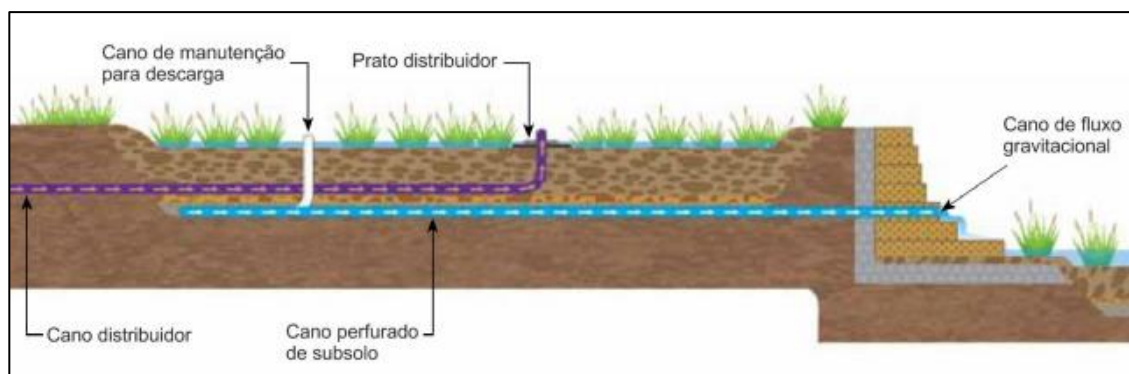
Portanto, as biovaletas são uma alternativa que pode se tornar viável em cenários futuros no Município de Nilópolis, sendo precedido de um estudo que vise

o levantamento da localização das áreas onde seja realmente necessária essa intervenção. A tipologia da infraestrutura verde ajuda a disciplinar as águas pluviais, assim como ajuda no processo de infiltração e limpeza de sedimentos tanto pelo dreno, como pelo processo natural de infiltração.

- Biótopos Purificadores

Os biótopos de limpeza exercem a função de detenção, sedimentação e absorção biológica. Biótopos de limpeza são uma forma de pântanos artificialmente construídos com recirculação. Eles consistem de substratos pobres em nutrientes que são implantados com plantas de pântanos que são conhecidas por sua capacidade de purificação. E pode ser uma maneira de direcionar esse fluxo para a bacia de detenção e enviar essas águas para uma macrodrenagem, canais ou rio mais próximos.

Figura 56 - Exemplo de Biótopos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.4.1.6. Caixas de Expansão

Uma caixa de expansão é corretamente indicada para aquela área alagável destinada a exercitar um efeito de decapitação da onda de cheia que se propaga ao longo de um curso d'água. A função de uma caixa de expansão é similar à de um reservatório de laminação de cheia.

As caixas de expansão geralmente são executadas no pé da montanha ou na zona de planície, em série, em paralelo ou de modo misto a respeito ao curso d'água. Muitas planícies funcionam como caixa de expansão naturais, pois no momento das enchentes elas são inundadas, armazenando grande volume

d'água, que retorna ao rio principal quando as águas começam a baixar. Abaixo segue uma imagem para exemplificar.

Figura 57 - Exemplo de caixa de expansão.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.4.1.7. Diques

Diques são barramentos ou muros laterais de terra ou de concreto, inclinados ou retos, construídos ao longo das margens do rio, de altura tal que contenham as vazões no canal principal a um valor limite estabelecido em projeto. Este tipo de obra assegura o controle completo das cheias que tenham o seu pico inferior ao limite estabelecido, mas nenhuma proteção para as vazões que ultrapassam tal limite, que passarão sobre tais muros.

Este tipo de obra é uma das mais antigas medidas estruturais de controle de cheias. Em geral esses diques ficam ao tempo, ficando sujeitos a água de chuva. Como o dique de contenção tem que ficar fechado para garantir que o vazamento (se houver) fique contido no dique, ele acaba enchendo de água de chuva. Para isso, os diques de contenção em geral possuem válvulas para realizar a drenagem.

Figura 58 - Diques.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.4.1.8. Pôlderes

Um pôlder é uma porção de terreno baixo e plano construído de forma artificial, localizada entre aterros conhecidos como diques e, utilizado para a agricultura ou habitação. Nele, a drenagem das águas pluviais deve ser realizada por meio de canais com comportas e/ou bombas, a fim de impedir a subida excessiva da água no interior da área ensecada pelos diques. Essas estruturas estão entre as mais importantes técnicas clássicas da drenagem para controle de enchentes, utilizadas para proteger regiões baixas próximas a rios ou mares. Assim, regiões urbanas onde o rio antes extravasava, ou eram tomadas pelo mar, passam a estar “secas” para a ocupação humana.

Os pôlders são utilizados para proteger áreas restritas. A distinção entre diques e pôlderes é que estes últimos utilizam uma estação de bombeamento para retirar as águas que chegam na área protegida durante uma enchente. Neste tipo de obra geralmente há necessidade de construir uma galeria com comportas reguláveis para evitar a entrada da água do rio principal na área protegida e propiciar a saída da água do ribeirão quando a situação é normal.

Figura 59 - Exemplos de Pôlder.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.4.1.9. Canais de Desvios

Canais de desvio servem para desviar parte da vazão da cheia do curso d'água principal, diminuindo assim a vazão do rio na zona que se deseja proteger. Neste tipo particular de obra em geral a água desviada não retorna mais ao canal principal, mas sim para um lago, um outro curso d'água ou diretamente ao mar.

O inconveniente deste tipo de obra está no fato que, subdividindo a vazão entre mais de um ramo, a velocidade d'água diminui, então se reduz a força de transporte dos materiais. Como consequência, haverá uma elevação do fundo do leito do rio devido ao assoreamento, que pode provocar o desaparecimento de todas as vantagens obtidas com a construção da obra. Por isto, estas obras devem ser projetadas com muita prudência.

Pode-se utilizar também a metodologia de canal paralelo, onde é utilizado quando, por diversas razões, não se pode incrementar a capacidade do canal principal. Neste tipo de obra a vazão é repartida em dois ou mais ramos, por um certo trecho, após o desvio a água retorna a escoar por um único canal. Assim, o nível da cheia do canal principal no trecho interessado diminui. Os inconvenientes deste tipo de obra são os mesmos descritos para o canal de desvio.

Outro canal muito utilizado é o canal extravasor. Este não é considerado como um canal de desvio ou paralelo. A diferença é que o canal extravasor é alimentado pelo rio somente durante as maiores cheias, quando a vazão na seção

do álveo em correspondência com o vertedor supera um valor pré-fixado e extravasa do canal principal.

Um canal extravasor é normalmente privado de água e permite o crescimento de vegetação, mas está sempre em condições de receber parte da vazão do rio, quando este supera o valor pré-fixado. Os mesmos inconvenientes dos canais de desvios e paralelos ocorrem também nos canais extravasores, mas com grau muito menor porque funcionam de um modo não contínuo. Por permanecer seco durante o período que não há cheias e permitir o crescimento de vegetações o canal extravasor é chamado também canal verde.

4.4.1.10. Diretrizes para o controle de Escoamento na Fonte.

As medidas de controle de escoamento pluvial na fonte vêm para possibilitar meios de otimizar a redução e retenção dos sistemas tradicionais de drenagem pluvial. Os sistemas tradicionais são conhecidos como os condutos e galerias pluviais enterradas, sarjetas, bocas-de-lobo, calhas coletoras de telhados e rios urbanos retificados ou enterrados.

As MCs (Best Management Procedures, BMP, em inglês) têm um objetivo mais amplo do que o controle quantitativo do escoamento pluvial, incorporando-se também o controle da poluição e dos sedimentos e lixo. As medidas são de dois tipos, dispositivos de armazenamento e dispositivos de infiltração.

Os dispositivos de armazenamento normalmente têm por objetivo primordial o retardo do escoamento pluvial para sua liberação defasada, e com pico amortecido, ao seu destino, que pode até ser um ponto de captação de uma rede pluvial existente. Reservatórios residenciais em lotes, bacias de retenção e detenção nos loteamentos ou na macrodrenagem são exemplos típicos destes dispositivos de armazenamento.

Os dispositivos de infiltração, diferentemente dos de armazenamento, retiram água do sistema pluvial, promovendo sua absorção pelo solo para redução do escoamento pluvial. Portanto, uma das medidas de controle que mais se adaptariam a essa situação são, pavimentos porosos, trincheiras de infiltração, faixas e valas gramadas são alguns exemplos típicos de tais dispositivos, mais adequados às escalas do lote e do loteamento.

Dispositivos de infiltração, podem ser divididos em dois grupos, métodos dispersivos e métodos em poços. Os métodos dispersivos englobam os

dispositivos pelos quais a água superficial se infiltra no solo. Já os métodos em poços são aqueles em que ocorre a recarga do nível subterrâneo pelas águas da superfície.

Os métodos dispersivos estão sujeitos a inevitável colmatagem ao longo do tempo de sua vida útil e são recomendados para casos em que há maior disponibilidade de área para implantação. Os principais dispositivos dispersivos são descritos a seguir:

- Superfícies de infiltração: considerado o método mais simples para disposição no local, consiste em deixar que as águas superficiais percorram uma área coberta por vegetação. Em terrenos com subsolo argiloso ou pouco permeável pode-se instalar subdrenos para evitar acúmulo de água parada.
- Trincheiras de percolação: as trincheiras de percolação são construídas por meio do preenchimento de uma pequena vala com meio granular para infiltração e/ou detenção do escoamento superficial. Geralmente é instalada juntamente com manta geotêxtil de porosidade maior a do solo para promover o pré-tratamento da água infiltrada. Para fins de projeto, geralmente são dimensionadas com largura e profundidade de 1 a 2m e comprimento variável. O material granular tem diâmetro aproximado de 40 a 60mm de forma que a porosidade resulte em pelo menos 30%;
- Valetas de infiltração abertas: constituem-se de valetas revestidas com vegetação, geralmente grama, adjacentes a ruas e estradas, ou próximas a áreas de estacionamento para facilitar a infiltração. Podem ou não ser complementadas por trincheiras de percolação ou alagados construídos, formando pequenos bolsões de retenção denominadas valetas úmidas. A vegetação promove a melhoria da qualidade da água e também ajuda a diminuir sua velocidade de escoamento. Para fins de projeto, são dimensionadas com largura de até 2m, margens com inclinação 3:1 e declividade longitudinal de 1%;
- Lagoas de infiltração: constituem-se de pequenas bacias de detenção especialmente projetadas que facilitam a infiltração pelo

aumento do tempo de detenção. Possuem nível de água permanente e um volume de espera.

- **Bacias de percolação:** usadas desde a década de 70 para a disposição de águas de drenagem, as bacias de percolação são constituídas pela escavação de uma valeta preenchida com brita ou cascalho e posteriormente reaterrada. O material granular promove a reservação temporária do escoamento, enquanto a percolação se processa lentamente para o subsolo. Para fins de projeto, são dimensionadas com uma profundidade de até 0,6m e grãos de dimensão de 0,5 a 1mm com uma razão mínima entre comprimento e largura de 2:1;
- **Pavimentos porosos:** também conhecidos como pavimentos permeáveis, constituem-se normalmente de pavimentos de asfalto ou concreto convencionais dos quais foram retiradas as partículas mais finas e construídos sobre camadas permeáveis, geralmente bases de material granular. Uma variação de pavimento poroso pode ser obtida com a implantação de elementos celulares de concreto sobre uma base granular. Para evitar a passagem de partículas mais finas, usualmente coloca-se mantas geotêxteis entre a base e o pavimento.
- **Poços de Infiltração:** medida de detenção na fonte mais indicada quando a disponibilidade de área para implantação é baixa, geralmente quando a urbanização, já consolidada, não permite a utilização das medidas dispersivas para aumento de infiltração. Para serem eficientes, os poços devem ser instalados em locais onde a altura do lençol freático se encontre suficientemente baixa em relação a superfície do terreno e o subsolo possua camadas arenosas.

Figura 60 - Exemplos de controles na fonte.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em função da relevância dos reservatórios de detenção em lotes ou loteamentos urbanos como dispositivos de planejamento e controle de drenagem urbana, no Município de Nilópolis, deve-se criar uma lei para que as residências tenham um reservatório que capta água da chuva, e reutilizem em descargas, para lavar o chão e regar as plantas. Esses reservatórios podem ser subterrâneos ou superficial como os exemplos na figura abaixo.

Figura 61 - Exemplos de reservatórios.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.4.2. Medidas Não Estruturais

As medidas estruturais, geralmente, não são projetadas para fornecer uma proteção completa. Isto requer uma proteção contra a maior enchente possível. As medidas não-estruturais, juntas com as estruturais ou sozinhas, podem minimizar significativamente os danos com um menor custo.

As medidas não estruturais não utilizam instrumentos que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São formadas basicamente por soluções indiretas, como por exemplo, aquelas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e nas bacias) ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco das consequências das inundações.

Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para a implantação, com o investimento de recursos leve, baseado principalmente na conscientização e educação das pessoas. As medidas não-estruturais visam a melhor convivência da população com as enchentes e são de caráter preventivo.

4.4.2.1. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de resíduos nos Corpos D'água.

Com a falta de investimento em saneamento básico, problemas no tratamento das águas, perda da vegetação nas margens de rios, além do descarte de resíduos feitos por empresas e o consumo exagerado de produtos plásticos, a recuperação das águas ao redor do mundo é um desafio muito maior do que imaginamos. Uma pesquisa feita pela Organização das Nações Unidas, em 2010, apontou que para cada mil litros de água utilizada pelo homem, há dez mil litros de água que não estão em condições de uso por conta da poluição.

Como boa parte da poluição hídrica acontece por falta de saneamento básico, um passo importante consiste em os governos municipais e federais criarem programas para fiscalizar serviços e também a água. Mas há pequenas ações que podem ajudar a diminuir a quantidade de resíduos em ambientes naturais como:

- Fiscalização de descarte incorreto de resíduos nos rios e córregos;

- Ter lixeiras e placas de conscientização de descarte correto de lixo em locais como mananciais, lagos e cachoeiras etc;
- Programa de descarte correto de óleos de cozinha;
- Programa de detecção de ligações clandestinas de esgotos;
- Fiscalização de produtos tóxicos em processos químicos e agropecuários sem os filtros adequados.

4.4.2.2. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto

Com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem na área urbana de Nilópolis, deve-se criar um programa de fiscalização para detectar o despejo irregular de esgotos domésticos. Além de comprometer a qualidade das águas drenadas, a presença de esgoto tende a assorear e diminuir a capacidade de escoamento dos canais. A degradação biológica natural dos dejetos também pode ocasionar mau cheiro e proliferação de vetores de pragas urbanas.

4.4.2.3. Regulamento do Uso da Terra

O zoneamento municipal é a definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias. Conclui-se daí, que o zoneamento urbano permitirá um desenvolvimento racional das áreas de inundação.

A regulamentação do uso das zonas de inundação apoia-se em mapas com demarcação de áreas de diferentes riscos e nos critérios de ocupação das mesmas, tanto quanto ao uso quanto aos aspectos construtivos. Para que esta regulamentação seja utilizada, beneficiando as comunidades, a mesma deve ser integrada à legislação municipal sobre loteamentos, construções e habitações, a fim de garantir a sua observância.

Sendo assim, o regulamento do uso da terra tem a finalidade de servir de base para a regulamentação da várzea de inundação, através dos planos diretores urbanos, permitindo às prefeituras a viabilização do seu controle efetivo. O risco de ocorrência de inundação varia com a respectiva cota da várzea. As áreas mais baixas obviamente estão sujeitas a maior frequência de ocorrência de enchentes.

Assim sendo, a delimitação das áreas do zoneamento depende das cotas altimétricas das áreas urbanas.

A regulamentação da ocupação de áreas urbanas é um processo iterativo, que passa por uma proposta técnica que é discutida pela comunidade antes de ser incorporada ao Plano Diretor da cidade. Portanto, não existem critérios rígidos aplicáveis a todas as cidades, mas sim recomendações básicas que podem ser seguidas em cada caso.

4.4.2.4. Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais

Outra medida não estrutural extremamente eficiente é a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários, bem como a exigência de telhados verdes e/ou reservatórios de acordo com o porte da obra. As técnicas de retenção na fonte já foram abordadas e devem ser incorporadas à legislação municipal, principalmente no que se refere ao código de obras e posturas municipal.

Exemplos de outros municípios brasileiros que obrigam a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 400m² (quatrocentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

I - Reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

II - Controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;

III - Contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

No caso de estacionamentos e similares, 30% (trinta por cento) da área total ocupada deve ser revestida com piso drenante ou reservado como área naturalmente permeável.

A água contida nos reservatórios deverá:

- Infiltrar-se no solo, preferencialmente;
- Ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade.

O volume dos reservatórios, quando viável, deverá ser dimensionado de modo a manter as condições de infiltração e vazão do escoamento superficial o mais próximo possível dos naturais antes da implantação dos empreendimentos. Para Nilópolis, faz-se necessário a captação e infiltração dos primeiros 10mm de precipitação para novas construções em lotes acima de 400m², reduzindo assim significativamente os picos de vazão a jusante nas bacias propensas à expansão da malha urbana.

Assim, o critério para a construção de caixas de retenção em cenários futuros, os quais deverão ser integrados nos projetos de drenagem de águas pluviais a serem desenvolvidos para cada empreendimento urbanístico, seria a capacidade de 10 litros por metro quadrado impermeabilizado. No caso do sistema viário, quando da pavimentação das vias do município, sugere-se a implantação de uma caixa de retenção com 10 m³ para cada 1.000 m² de pavimento impermeável.

No caso de uma edificação em lote que impermeabilize 500 m², seria obrigatória, por parte do proprietário do lote, a implantação de uma caixa de retenção com volume de 5,0 m³.

Já no caso onde ocorra uma impermeabilização no lote acima de 65% da área total, a área impermeabilizada adicional a este índice deverá ser compensada com o aumento do volume da caixa de retenção na ordem de 87 litros por metro quadrado de impermeabilização adicional. Tal valor se refere a 85% do volume de água de uma precipitação de 102,44 mm, com duas horas de duração, utilizada para a simulação hidrológica da bacia, quando somente a implantação de bacias de detenção seria suficiente para anular os impactos da urbanização com impermeabilização máxima no lote de 65%.

Dessa forma, em um lote de 500 m² onde o proprietário impermeabilize 450 m², ou seja, 90%, seria necessária a implantação de caixa de retenção com volume calculado abaixo:

$$\text{Vcaixa de retenção (m}^3\text{)} = (0,65 \times \text{Alote} \times 0,010) + (0,25 \times \text{Alote} \times 0,087)$$

$$\text{Vcaixa de retenção (m}^3\text{)} = (0,65 \times 500 \times 0,010) + (0,25 \times 500 \times 0,087)$$

$$\text{Vcaixa de retenção (m}^3\text{)} = (3,25) + (10,875)$$

$$\text{Vcaixa de retenção} = 14,13 \text{ m}^3$$

4.4.2.5. Educação Ambiental

Em geral a educação ambiental engloba todos os tópicos de infraestruturas de águas pluviais (drenagens) e deve ser implementada em todos os níveis educacionais, de forma interdisciplinar e holística, assegurando uma visão crítica dos indivíduos sobre seu papel na sociedade e na proteção do meio ambiente.

No que se refere especificamente à drenagem urbana, são necessárias ações tanto contínuas como pontuais de educação ambiental de forma a conscientizar e sensibilizar a população sobre o impacto de suas ações e escolhas no cenário municipal. A abordagem deve adequar-se ao público e as ações devem extrapolar os ambientes formais de ensino, chegando a toda comunidade. Os principais temas de educação ambiental a serem abordados para os assuntos relacionados a drenagem urbana são:

- O ciclo da água;
- O conceito de bacia hidrográfica;
- escoamento superficial;
- Impactos da urbanização no escoamento superficial;
- Importância dos canais naturais de drenagem;
- Função e importância das matas ciliares para a proteção dos cursos d'água;
- O papel do correto gerenciamento de resíduos sólidos para a drenagem urbana;
- A necessidade de se manter áreas permeáveis nos lotes comerciais e residenciais;
- Medidas de contenção e mitigação de escoamentos superficiais na fonte;
- Captação e utilização de águas pluviais.

4.4.2.6. Seguro Enchente

Os critérios tradicionais de segurabilidade são em geral os seguintes: Possibilidade de algo ser quantificado, aleatoriedade, condições e preços adequados ao risco. Com o decorrer do tempo, apesar de uma nova proporção assumida pelo risco, são as catástrofes provocadas por fenômenos naturais, como por exemplo, tempestades, enchentes e terremotos, que são responsáveis pelas maiores indenizações da indústria do seguro.

O seguro contra enchentes fornece proteção econômica para pessoas físicas ou jurídicas para eventuais perdas. Este seguro é uma medida preventiva viável para empreendimentos com alto valor agregado, no qual os proprietários possuem disponibilidade econômica de pagar o prêmio do seguro. Além disso, nem todas seguradoras estão dispostas a fazer o seguro contra enchentes caso não haja um sistema de resseguros para distribuição do risco.

No entanto, quando a população que ocupa a área de inundação é de baixa renda este tipo de medida torna-se inviável devido a incapacidade da população de pagar o prêmio, além do baixo valor da propriedade. Alguns bancos no Brasil, como a Caixa Econômica Federal, estão oferecendo seguros contra inundações e alagamentos para residências.

Em caso de inundação causada pelo transbordamento de um rio ou canal e a água danificar o imóvel, este estará segurado. A residência também estará protegida de alagamentos causados por agentes externos ao imóvel, por exemplo, chuva ou rupturas de canalizações não pertencentes ao imóvel segurado, nem ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte.

Não são cobertos por este seguro danos ao imóvel que sejam repetitivos, oriundos de vícios de construção, uso e desgaste do imóvel. Os sinistros decorrentes de inundação e/ou de alagamento, quando reincidentes e com características de repetitividade, receberão cobertura e indenização na primeira e na segunda ocorrência.

Na segunda ocorrência, reincidência de eventos, a Seguradora informará a necessidade de providências, que devem ser tomadas pelo proprietário para eliminar os fatores causadores de repetitividade. Caso ocorra outro sinistro, uma terceira ocorrência, no prazo de três anos a contar do primeiro evento, a indenização ficará suspensa até a eliminação do fator causador da repetitividade. No entanto, a ocorrência de chuvas intensas seguidas não é um evento raro.

No verão, a probabilidade de acontecer esta singularidade é maior. Segundo esta rede bancária, nos sinistros de danos físicos ao imóvel, não estão cobertos os danos provenientes de:

- Uso e desgaste – danos verificados exclusivamente em razão da utilização normal do imóvel ou do decurso do tempo, como os que afetam revestimentos, instalações elétricas e hidráulicas, pintura, esquadrias, vidros, ferragens e pisos;
- Má conservação ou falta de manutenção, ou seja, falta de cuidados usuais visando o funcionamento normal do imóvel, como limpeza de calhas, tubulações de esgoto, entre outros;
- Atos dolosos do próprio segurado ou de quem o representar;
- Água de chuva ou neve, quando penetrando diretamente no interior do imóvel, pelas portas, janelas, vitrinas, claraboias, respiradouros ou ventiladores abertos ou defeituosos;
- Água de torneira ou registro, ainda que deixados abertos inadvertidamente;
- Infiltração de água ou outra substância líquida através de pisos, paredes e tetos, salvo quando conseqüente de riscos cobertos;
- Danos já existentes antes da contratação do seguro;
- Água oriunda de ruptura de encanamentos, pertencentes ao próprio imóvel segurado ou ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte (fatores internos);
- Trincas e fissuras no imóvel, sem ameaça de desmoronamento;
- Obras de melhorias no imóvel não comunicadas à seguradora antes da ocorrência de sinistro;
- Recuperação de qualquer dano não decorrente de sinistro;
- Móveis, utensílios e eletrodomésticos;
- Danos oriundos de vícios de construção (erro de cálculo, de projeto ou na execução da obra);
- Danos elétricos, salvo quando conseqüentes de riscos cobertos;
- Furacões, ciclones, erupções vulcânicas e outras convulsões da natureza;
- Riscos aparentes;
- Roubo ou furto;
- Obras de infraestrutura.

São observadas inúmeras inconsistências na listagem de não cobrimento do seguro apresentada pela rede bancária. Em relação ao item no que se refere a água de chuva penetrando pelas portas, não há menção se estas deverão ser vedadas ou devem ser tomados outros procedimentos.

Ainda no mesmo item, o termo “outras convulsões da natureza” não é um termo apropriado, além de não fornecer especificidade do evento. No último item, o termo “Obras de infraestrutura” deixa em aberto uma gama de possibilidades, necessitando de mais especificação em relação a este item.

Diante do exposto, conclui-se que o seguro enchente tem maior aplicabilidade para prédios públicos e comerciais de alto valor agregado, devendo a população e as residências de baixa renda serem assistidas pela defesa civil.

As precauções para evitar as enchentes devem ser mantidas e implementadas outras ações cabíveis para impedir o acontecimento deste evento desastroso, como a educação ambiental em relação aos resíduos dispostos em vias públicas, sendo este um dos principais fatores que levam as enchentes. Nesse sentido, é viável manter a recomendação do seguro enchente para cenários futuros.

4.4.2.7. Sistemas de alerta e Previsão de inundações

O monitoramento em tempo real propicia uma avaliação permanente da condição do sistema ou dos equipamentos do sistema de drenagem urbana. Este monitoramento constitui-se do estabelecimento de uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.

As estações automáticas pluviométricas e fluviométricas podem transmitir dados em tempo real mediante satélite ou via GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral) e possibilitam o desenvolvimento de rotinas de previsão hidrometeorológica e de gerenciamento de contingências em tempo real, com mecanismos de supervisão à distância.

As informações obtidas pelo sistema de monitoramento em tempo real possibilitam a antecipação dos impactos devido à previsibilidade do conjunto de dados, a atuação em situações emergenciais de risco para controle de inundações e acionar os meios humanos e materiais de proteção a eventos extremos. A automatização propiciada pelo monitoramento em tempo real também permite identificar imediatamente qualquer defeito ou falha no funcionamento dos

equipamentos do sistema de drenagem, permitindo ao operador adotar as soluções possíveis.

A previsão e alerta de inundação compõe-se de aquisição de dados em tempo real, da transmissão de informações para um centro de análise, da previsão em tempo atual com modelo matemático e acoplada a um plano de contingências e de defesa civil que envolve ações individuais ou coletivas para reduzir as perdas durante as inundações. Um sistema de alerta de previsão em tempo real envolve os seguintes aspectos:

1) Sistema de coleta e transmissão de informações do tempo e hidrológicas: Sistema de monitoramento por rede telemétrica, satélite ou radar e transmissão destas informações para o centro de previsão;

2) Centro de Previsão: recepção e processamento de informações, modelo de previsão, avaliação e alerta;

3) Defesa Civil: programas preventivos: educação, mapa de alerta, locais críticos; alerta aos sistemas públicos: escolas, hospitais, infraestrutura; alerta a população de risco, remoção e proteção à população atingida durante a emergência ou nas enchentes

Na ocorrência de eventos chuvosos críticos, há 3 níveis referentes ao sistema de alerta:

- Nível de acompanhamento: Nível onde existe um acompanhamento por parte da equipe técnica na evolução da enchente. A partir desse momento a Defesa Civil é alertada sobre a chegada de uma enchente. É iniciada então a previsão de níveis em tempo real;
- Nível de alerta: A partir deste nível é previsto que um nível futuro crítico será atingido dentro de um horizonte de tempo da previsão. Tanto a Defesa Civil como os administradores municipais passam a receber regularmente as previsões para a cidade e então a população recebe o alerta e as instruções da Defesa Civil;
- Nível de emergência: Neste nível ocorrem os prejuízos materiais e humanos. Essas informações são o nível real e previsto com antecedência, e o intervalo provável dos erros, obtidos dos modelos. A fase de mitigação consiste em medidas que devem ser executadas

para diminuir o prejuízo da população quando a enchente ocorre, isolando ruas e áreas de risco, remoção da população, animais e proteção de locais onde haja interesse público.

Considerando as características topográficas, climáticas e populacionais do Município de Nilópolis, não se torna viável a instalação de sistemas de alertas no momento atual. No entanto, tal possibilidade pode ser reavaliada em cenários futuros. Abaixo segue um exemplo de estação fluviométrica:

Figura 62 - Exemplo de Estação Fluviométrica Automática.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4.4.2.8. Programa de Manutenção e Limpeza das estruturas de Microdrenagem

Para garantir a eficiência e a eficácia dos dispositivos de microdrenagem, faz-se necessário manter essas estruturas limpas e desobstruídas, tanto de vegetação – que costuma crescer nos canais abertos – como de resíduos sólidos e partículas do solo carregadas com o escoamento superficial. Para tal, é necessária uma rotina de acompanhamento das condições das estruturas e dispositivos e uma equipe constituída de colaboradores para efetuarem a limpeza de bueiros e trabalho de capina, além dos demais profissionais para realizar essa manutenção.

Sempre que uma não conformidade na malha de microdrenagem for identificada deve-se realizar um estudo de seu impacto na rede total e classificar a manutenção como urgente ou não-urgente. Essa classificação indicará se a



manutenção deve ser feita a curto, médio ou longo prazo, dependendo da época do ano de sua ocorrência. Nos períodos chuvosos recomenda-se que os reparos sejam feitos sempre a curto prazo. O contrário acontece para os períodos de estiagem, quando a manutenção pode ser feita com um maior prazo de tempo.

4.4.3. Objetivos, Programas, Projetos e Ações

O dimensionamento incorreto associados a falta de manutenção e limpeza dos dispositivos causam problemas no sistema de drenagem urbana, situação diretamente relacionada com a fase de projeto destes dispositivos. A eficiência destes projetos depende principalmente dos dados utilizados nos cálculos, portanto, é preciso atualizar com precisão estes valores utilizados nos projetos.

Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a montante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis, além disso, deve-se realizar a recuperação, revitalização e criação de áreas verdes urbanas, como fundos de vales, parques e praças como forma de amenizar os problemas da drenagem urbana.

Para o eficiente funcionamento do sistema de drenagem, sugere-se a criação de uma taxa de drenagem urbana, precedida de estudos detalhados e discussão com a comunidade.



4.4.3.1. Objetivo 1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realizá-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 48 - Tabela Síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	1	MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO				
FUNDAMENTAÇÃO	O Município de Nilópolis não possui o mapeamento, digitalização e georreferenciamento do seu sistema de drenagem. A confecção desta base de dados permite aos gestores municipais um maior controle sobre a eficácia, eficiência e abrangência dos dispositivos de drenagem dispostos nos limites territoriais do município. A disponibilidade destas informações permite maior segurança em relação a tomada de decisão de problemáticas intrínsecas ao sistema de drenagem municipal.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	% do Cadastro da Rede de Drenagem Concluída.					
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS		MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS			LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS	
1) Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados de 30% do sistema de drenagem urbana.		2) Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados de 50% do sistema de drenagem urbana.			3) Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados de 100% do sistema de drenagem urbana.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.1.1	Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados do sistema de drenagem com o auxílio da ferramenta Sistema de Informações Georreferenciadas - SIG.	R\$ 259.000,00	R\$ 172.000,00	R\$ 85.000,00	RP- FPU- FPR	R\$ 60,00 / H.S. (6hrs e 4hrs por dia)
4.1.2	Atualização e manutenção do Banco de Dados.		R\$ 33.600,00	R\$ 67.200,00	RP	R\$8.400 ano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 259.000,00	R\$ 205.600,00	R\$ 152.200,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 616.800,00

Fonte: Líder Engenharia, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



4.4.3.2. Objetivo 2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realizá-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 49 - Tabela Síntese do Objetivo 2.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	2	IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA				
FUNDAMENTAÇÃO	As medidas não estruturais englobam um conjunto de instrumentos definidos como soluções indiretas, destinadas ao controle do uso e ocupação do solo ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco como consequência das inundações. Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para implantação. É baseado principalmente na conscientização e educação da população.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação da implementação da ação.					
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS		MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS		LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS		
1) Elaboração do programa de Educação Ambiental; 2) Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano que regulamentem o uso da terra; 3) Elaboração do programa de manutenção e limpeza da microdrenagem; 4) Elaboração do Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.		5) Implantação do Programa de Educação Ambiental; 6) Implantação do cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem; 7) Aplicação do Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.		8) Constante implementação do Programa de Educação Ambiental; 9) Fiscalizar e manter um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem; 10) Manter a fiscalização de despejo irregular de esgoto.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Produto VIII – Versão Preliminar
Nilópolis - RJ



4.2.1	Elaboração e implementação constante do Programa de Educação Ambiental.	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 90.000,00	AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.2.2	Lei de uso e ocupação do solo	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00		AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.2.3	Elaboração e implementação do programa de manutenção e limpeza dos dispositivos de macrodrenagem.	R\$ 30.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 50.000,00	AA-RP	Média do Custo
4.2.3.1	Fiscalização interna sobre o cumprimento do cronograma de manutenção e limpeza dos dispositivos de macrodrenagem.		-	-	-	-
4.2.4	Elaboração e implementação do Plano de Fiscalização de despejo irregular de esgoto.	R\$ 70.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	AA-RP	Média do Custo
4.2.4.1	Levantamento e mapeamento dos pontos de despejo irregular de esgoto.		R\$ 80.000,00	R\$ 80.000,00	AA-RP	Média do Custo
4.2.4.2	Aplicação de medidas punitivas para autores da infração de despejo irregular de esgoto.		-	-	-	-
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 200.000,00	R\$ 260.000,00	R\$ 270.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 730.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



4.4.3.3. Objetivo 3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 50 - Tabela Síntese do Objetivo 3.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	3	IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA				
FUNDAMENTAÇÃO	O Município de Nilópolis possui problemas relacionados com alagamentos em alguns pontos de sua área urbana. As ações estruturais descritas abaixo são pertinentes a necessidade da implementação de obras que visem a mitigação/redução total dessa problemática.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação da implementação da ação.					
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS		MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS			LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS	
1) Elaboração de projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 2) Promover a implementação e a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 40% das deficiências; 3) Identificação de áreas de APP passíveis de intervenção para recuperação.		4) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 70% das deficiências; 5) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 6) Recuperar áreas de APP 50%.			7) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 100% das deficiências; 8) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 9) Recuperar áreas de APP 100%.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.3.1	Projeto executivo para rede pluvial na área urbana do Município.	R\$ 100.000,00	R\$ 200.000,00	R\$ 200.000,00	RP-FPU-FPR	Média de Custo



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Produto VIII – Versão Preliminar
Nilópolis - RJ



4.3.2	Promover limpeza e remoção de detritos acumulados nas tubulações e canais de drenagem de águas pluviais.	R\$ 120.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 240.000,00	RP-FPU-FPR	R\$ 30.000 por ano
4.3.3	Levantamento e mapeamento das áreas de APPs onde faz-se necessário intervenção para recuperação.	R\$ 50.000,00			RP-FPU	Média do Custo
4.3.3.1	Elaboração de Projeto Técnico de Recomposição Florestal com foco em recomposição de APPs.		R\$ 476.500,00		RP-FPU-FPR	Média de custo para elaboração do PTRF (R\$ 500,00/ha)
4.3.4	Readequação de parques e praças, Dimensionamento e Implantação de dispositivos de controle de drenagem como bacias de retenção, bacias de detenção e desvio de canais.	R\$ 1.200.000,00	R\$ 3.000.000,00	R\$ 5.000.000,00	RP-FPU-FPR	Média do custo de implementação dos dispositivos
4.3.5	Recuperação das APP's degradadas e ações de reflorestamento de espécies nativas.			R\$ 2.000.000,00	RP-FPU-FPR	Média de Custo
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 1.470.000,00	R\$ 3.826.500,00	R\$ 7.440.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 12.736.500,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



4.4.3.4. Objetivo 4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 51 - Tabela Síntese do Objetivo 4.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	4	CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)				
FUNDAMENTAÇÃO	Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a jusante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis. Assim, o município deve realizar tal controle nos prédios públicos, assim como fiscalizar a execução dos novos projetos de edificações em lotes e loteamentos particulares, conforme consta na legislação proposta pelo Plano.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Será o índice de empreendimentos públicos que realizam controle das águas pluviais na fonte, o qual corresponde ao número de empreendimentos públicos que realizam o controle das águas pluviais na fonte em relação ao número total de empreendimentos públicos.					
METAS						
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS		MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS			LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS	
1) Elaborar legislação que regulamente o controle das águas pluviais na fonte para prédios Públicos e novos empreendimentos (loteamentos).		2) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro e atingir 40% dos prédios públicos e empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.			3) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro e atingir 100% dos prédios públicos e empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.4.1	Elaborar projetos de lei e ações para que todos os empreendimentos públicos, privados, e lotes residenciais realizem o controle e reutilização das águas pluviais na fonte.	R\$ 40.000,00			AA-RP	R\$ 10.000/ano



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Produto VIII – Versão Preliminar
Nilópolis - RJ



4.4.2	Fiscalização dos lotes urbanos beneficiados para aferir os índices de permeabilidade do solo. Realizar juntamente com a atualização da Planta Genérica de Valores - a cada 4 anos.	-	-	-	-	-
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 40.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 40.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



4.4.3.5. Objetivo 5 - Implantação da Taxa de Drenagem

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 5, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 52 - Tabela Síntese do Objetivo 5.

MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	5	IMPLANTAÇÃO DA TAXA DE DRENAGEM				
FUNDAMENTAÇÃO	Os serviços de drenagem possuem características de bens públicos, como a não excludência e a não rivalidade. Isto significa que não é possível excluir um agente de seu consumo: quando oferecido os serviços, todos podem e vão obrigatoriamente consumi-los. A definição adequada da taxa possibilita que esta cumpra algumas funções, o que depende do objetivo a ser alcançado com a receita auferida. Na ausência de informações precisas sobre a demanda dos serviços de drenagem e sem experiências de medição do consumo individual e a sua cobrança, deve definir-se uma taxa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Como o sistema de drenagem urbana foi concebido para controlar o escoamento pluvial excedente, decorrente da impermeabilização do solo, parece aceitável que a cobrança pelo serviço incida sobre a área impermeável da propriedade. Diante das deficiências atuais, sugere-se a regularização da qualidade do serviço, mediante cumprimento das ações anteriores para se iniciar a discussão sobre a cobrança.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação da implementação da ação.					
METAS						
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS			MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS		LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS	
1) Realizar estudos e elaborar um projeto para a implementação da taxa de drenagem no município. 2) Realizar debates com a população para a definição da taxa de drenagem urbana.			3) Implantar a taxa de drenagem.		4) Fiscalizar.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.5.1	Elaboração do projeto e a realização dos estudos para a implementação da taxa de drenagem.	R\$ 40.000,00			AA-RP	10.000 ano



4.5.2	Organização de evento para apresentação e debate com os munícipes sobre a implementação da taxa de drenagem.	AA				AA
4.5.3	Implantar a taxa de drenagem.		AA	AA	AA-RP	AA
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 40.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 40.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

4.4.4. Análise Econômica.

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

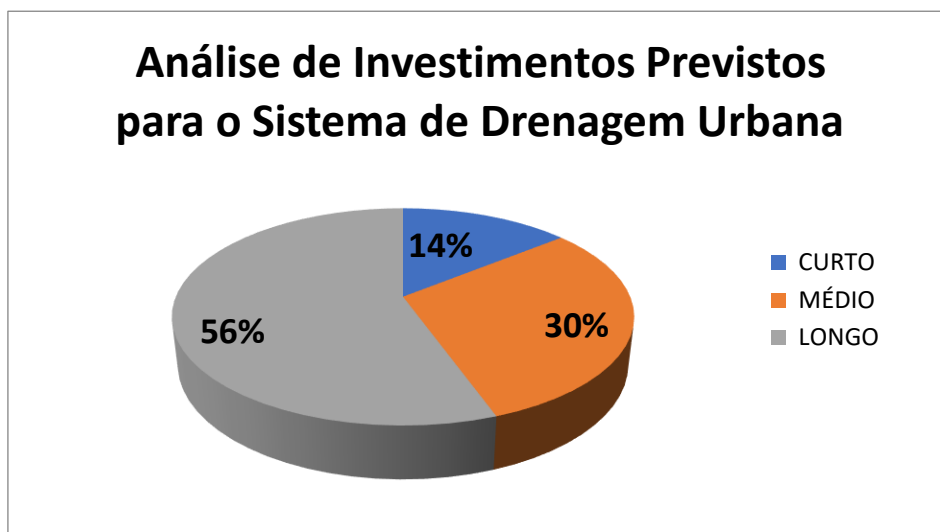
Tabela 53 - Tabela Síntese dos Investimentos Necessários para o Setor 4.
MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

OBJETIVOS	PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R\$)			TOTAL GERAL
	CURTO	MÉDIO	LONGO	
MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO	R\$ 259.000,00	R\$ 205.600,00	R\$ 152.200,00	R\$ 616.800,00
IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	R\$ 200.000,00	R\$ 260.000,00	R\$ 270.000,00	R\$ 730.000,00
IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	R\$ 1.470.000,00	R\$ 3.826.500,00	R\$ 7.440.000,00	R\$ 12.736.500,00
CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)	R\$ 40.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 40.000,00
CRIAÇÃO DE TAXA DE DRENAGEM	R\$ 40.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 40.000,00
TOTAL GERAL	R\$ 2.009.000,00	R\$ 4.292.100,00	R\$ 7.862.200,00	R\$ 14.163.300,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 14 - Despesas por Prazo de Execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Regiões hidrográficas. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/regioes-hidrograficas/regiao-hidrografica-atlantico-sudeste>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

AKAN, A. O.; HOUGHTALEN, R. J. Urban Hydrology, Hydraulics, and Storm-Water Quality: Engineering Applications and Computer Modeling, Hardcover, 2003.

ALBUQUERQUE, E. De povoado a município: transformações socioeconômicas em Nilópolis. Revisitando o território fluminense. Rio de Janeiro, Eduerj, 189-208. 2017.

ARAÚJO, D. S. D. Os manguezais do recôncavo da Baía de Guanabara. Governo do Estado do Rio de Janeiro, Secretaria de Estado de Obras e Serviços Públicos, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, 1979.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15.112 a 15.116: Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13.968: Embalagem Rígida Vazia de Agrotóxico – Procedimentos de Lavagem. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10.844: Instalações Prediais de Águas Pluviais. Rio de Janeiro, 1989.



**ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. PERFIL
NILÓPOLIS, RJ.** Disponível em:

<<http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/#idhm-all>> Acesso em: 2022.

AYOADE, J. O. Introdução a Climatologia para os Trópicos. 4a Ed. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 1996. 332 p.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O. Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas de drenagem urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n. 1, p. 29-49, 2002.

BARBOSA, F. de A. R. Medidas de Proteção e Controle de Inundações Urbanas na Bacia do Rio Mamanguape. 2006. 115 f. Dissertação. Mestrado em Urbanismo. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB.

BARROS, RT de V. et al. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, v. 2, p. 221, 1995.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone – 6ª edição p.17-173. 2008.

BRANSBY WILLIAMS, G. Flood Discharge and the Dimensions of Spillways in India. The Engineer. London, 1922.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de Julho de 2007. Atualiza o Marco Legal do Saneamento. Brasília – DF, 15 de Julho de 2007.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília – DF, 08 de Janeiro de 1997.

BRITTO, A. L., & Formiga-Johnsson, R. M. Mudanças climáticas, saneamento básico e governança da água na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. V Encontro Nacional da Anppas, 4-7. 2010.

BRITTO, A. L. N. D. P.; Quintsr, S. Políticas e programas para esgotamento sanitário na metrópole do Rio de Janeiro: um olhar na perspectiva das desigualdades ambientais. *Cadernos Metrópole*, 22, 435-456. 2020.

CANÇADO, V. L. et al. Cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais: bases conceituais. *Revista de Gestão de Águas da América Latina*, v. 2, n. 1, p. 5-21, 2005.

CANHOLI, A. Drenagem urbana e controle de enchentes. Oficina de textos, 2014.

CARNEIRO, P. R. F., CARDOSO, A. L., ZAMPRONIO, G. B., & MARTINGIL, M. D. C. A gestão integrada de recursos hídricos e do uso do solo em bacias urbano-metropolitanas: o controle de inundações na bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí, na Baixada Fluminense. ***Ambiente & Sociedade***, 13, 29-49. 2010.

CARVALHO, P. Clima. Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, DF. Disponível em: <[**CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgotos.** Disponível em: <\[https://cedae.com.br/despoluicao_baia_guanabara\]\(https://cedae.com.br/despoluicao_baia_guanabara\)>. Acesso em 2022.](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies_arboreas_brasileiras/arvore/CONT000fwc2vmaz02wyiv80166sqf14e0r8d.html#:~:text=Temperatura%20m%C3%A9dia%20anual%3A%2018%2C8,%C2%BAC%20(Gua%C3%ADra%2C%20PR)>. Acesso em: 2022.</p></div><div data-bbox=)

CHOW, V. T. Open Channel Hydraulics. Edição Revisada. New York/Tokio: McGraw-Hill Kogakusha, International Students Edition, 1973.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2º ed. Editora Blucher. São Paulo – SP. 1980

CLIMATE-DATA. (NILÓPOLIS, RJ, BRASIL). Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/nilopolis-4042/>>. Acesso em jun 2022.

COMITÊ DE BACIA DA BAÍA DE GUANABARA. Atlas da Região Hidrográfica V, pág 33, 2021. Disponível em: <https://comitebaiadeguanabara.org.br/wp-content/uploads/2021/03/Atlas_CBH-BG.pdf>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N°. 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf>. Acesso em 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N°. 430, de 13 de maio de 2011. Complementa e altera a Resolução nº. 357/2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em 2022.

CORRÊA, G. D. C. Mapeamento do risco de inundação da bacia Pavuna-Meriti, estado do Rio de Janeiro. 2019.

DATASUS - Tecnologia da Informação do Serviço Único de Saúde. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/popmg.def>> Acesso em: 13 de junho de 2022.

DER-RJ (Fundação Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Rio de Janeiro). Disponível em <<http://www.der.rj.gov.br/documentos/mapas/Mapa%20do%20Rio%20de%20Janeiro.pdf>>. Acesso em jun 2022.

DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte. Manual de Drenagem de Rodovias, 2º Edição. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Ministério dos Transportes. Rio de Janeiro – RJ, 2006.



DRM-RJ - Serviço geológico do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em:
www.drm.rj.gov.br/index.php. Acesso em: 25 de junho de 2022.

DURÃES, M. F.; MELLO, C. R. Distribuição espacial da erosão potencial e atual do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, MG. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, p. 677-685, 2016.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Lei nº 3.239, de 02 de Agosto de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providencias. Rio de Janeiro – RJ, 02 de Agosto de 1999.

FESTI, A. V. Projeto e Dimensionamento de Galeria de Águas Pluviais. Paulínia – SP, 2006.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN. Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal, 2020.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLANTICA. Nossa Causa – A Mata Atlântica. Disponível em <<https://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica.>> Acesso em dez 2022.

GUEDES-BRUNI, R. R. et al. Composição florística e estrutura de trecho de floresta ombrófila densa atlântica aluvial na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. Rodriguésia, v. 57, p. 413-428, 2006.

GOMES, C. A.; BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O. Financiamento da drenagem urbana: uma reflexão. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, n. 3, p. 93-104, 2008.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Plano Diretor De Recursos Hídricos da Bacia do Rio Iguaçu-Sarapuí - Ênfase: Controle de Inundações. Volume I - Texto IG-RE-009-R1. 1996.

HORTON R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology, in Chow, Ven Te; Maidment, D. R; Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York. 1945.

IBGE. Bdiá – Banco de dados de informações ambientais. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

IBGE CIDADES, NILÓPOLIS. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/nilopolis/panorama>>. Acesso em jun 2022.

IBGE, CIDADES E ESTADOS. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/nilopolis.html>>. Acesso em jun 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/nilopolis/historico>>. Acesso em 10 junho 2022.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Comitês de Bacia e Fórum Fluminense de Comitês. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/comites-de-bacia-e-forum-fluminense-de-comites/>. Acesso em julho de 2022.

INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION – IWA. Disponível em: <https://iwa-network.org/resources/>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

KIRPICH, Z.P. Time of concentration in small agricultural watersheds, Civil Engineering, v. 10, n. 6, p.362, 1940.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.



LIMA, H. C. de et al. Caracterização fisionômico-florística e mapeamento da vegetação da Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, v. 57, p. 369-389, 2006.

LINHARES, S. & GEWANDSZNAJDER, F. *Biologia Hoje* – Vol 3. São Paulo: ed. Ática, 1998.

MAYS, L. W. *Stormwater Drainage Systems Design Handbook*. L.Mays (Org.). Nova York: McGraw-Hill, 2001.

MARSALEK; J.; WATT, W. E. Design Storms for Urban Drainage Design. In: CSCE Hydrotechnic Conf. Ottawa, 1983.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria da Consolidação nº 5 de setembro de 2017. Disponível em: http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf. Acesso em: 10 junho de 2022.

MISHRA, S. K. et al. Catchment area-based evaluation of the AMC-dependent SCS-CN-based rainfall–runoff models. *Hydrological processes*, v. 19, n. 14, p. 2701- 2718, 2005.

MITTERMEIER, R. A., P. R. GIL, M. HOFFMANN, J. PILGRIM, J. BROOKS, C. G. MIITERMEIER, J. LAMOURUX & G. A. B. FONSECA. *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Cemex. Washington, DC, 2004.

MOURÃO, R. F.; SEO, E. S. M. LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES. *Interfacehs*, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 94-112, mar. 2012. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/2012/19127.pdf>. Acesso em: 12 de junho de 2022.

MORGAN, R.P.C. *Soil Erosion and Conservation*. Blackwell Publishing. Inglaterra, 3. Ed. 304p. 2005.



MUNICÍPIO DE NILÓPOLIS. Cidade Brasil. 22 de fevereiro de 2021. Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio.html>>. Acesso em: 09 de junho de 2022.

NILÓPOLIS CLIMA. Climate-data.org. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/>>. Acesso em: 09 de junho de 2022.

NIMER, E.; BRANDÃO, A. M. Balanço hídrico e clima da região dos cerrados. IBGE – Departamento de Recursos Hídricos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv80951.pdf>>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

PANORAMA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL Análise situacional dos programas e ações federais Volume nO III - Ministério das Cidades Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011.

PENA, S.B, ABREU, M. M, MAGALHÃES, M. R. Planning Landscape With Water Infiltration. Empirical Model To Assess Maximum Infiltration Areas in Mediterranean Landscapes. Lisboa – Portugal, 2016.

PESCADINHA, N. P.; DE FARIAS, B. M. Impactos da Drenagem Urbana Ineficiente-Estudo de Cenário: Cidade de Nilópolis. Epitaya E-books, 1.6: 558-587. 2021.

PESSOA, SOLANGE de VA; OLIVEIRA, ROGÉRIO R. de. Análise Estrutural da Vegetação Arbórea em Três Fragmentos Florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas. Rio de Janeiro - RJ. Rodriguésia, v. 57, p. 391-411, 2006.

PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PLANSAB. Brasília: Brasil, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO – PMSP. Diretrizes de Projeto de Hidráulica e Drenagem. Diretrizes de Projeto para Macrodrenagem. Secretaria

de Vias Públicas. Superintendências de Projetos e de Obras, 1999. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/normas_tecnicas/index.php?p=31338. Acesso em: 10 de junho de 2022.

PRETTI, V. Q. Diversidade genética em caxetais da Mata Atlântica brasileira: uma abordagem filogeográfica para *Tabebuia cassinoides*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2012.

SANCHES, E. S. S. Logística reversa de pós-consumo do setor de lâmpadas fluorescentes In: Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 5, 2008. Salvador.

SANTOS, J. R. D. Regulação do saneamento básico no Brasil: os objetivos de política e as experiências nos municípios fluminenses. 2013.

SANTO ANDRÉ. Lei Municipal n.º 7.606, de 23 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a drenagem de águas pluviais. Diário Oficial do Grande ABC, São Paulo, p.12, 25 dez. 1997.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-esgoto/. Acesso em 12 de junho de 2022.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em 2022.

SUS – Sistema Único de Saúde. Disponível em: < <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.saude.rj.gov.br%2Fcomum%2Fcode%2FMostrarArquivo.php%3FC%3DMzkzNg%252C%252C&wdOrigin=BROWSELINK>> Acesso em jun 2022.

SOARES, M. L. G. et al. Diversidade estrutural de bosques de mangue e sua relação com distúrbios de origem antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro). Anuário do Instituto de Geociências, v. 26, p. 101-116, 2003.

SUGUIO, K. Geologia Sedimentar. 1st Edition, Edgard Blucher, Sao Paulo, 400 p. 2003.

TASCA, F. A. Simulação de uma taxa para manutenção e operação de drenagem urbana para municípios de pequeno porte. 2016.

TUCCI, C. E. M. Impacto da Urbanização nas cheias urbanas e na produção de sedimentos. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, relatório de pesquisa FAPERGS, p. 120, 1995.

VILLELA, S.M. e MATTOS, A. Hidrologia aplicada. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 245 p. 1975.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG, 1996.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Department of Agriculture, Science and Education Administration, 1978.

WEATHERSPARK.

NILÓPOLIS

CLIMA.

<<https://weatherspark.com/y/30572/Average-Weather-in-Nil%C3%B3polis-Brazil-Year-Round>>. Acesso em jun 2022.

WILKENS, P. S. Engenharia de Drenagem Superficial. São Paulo: CETESB p, 477, 1978.

ZAVARIS, C. Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo território nacional relativas as lâmpadas com mercúrio. Disponível em:

http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes_lampadas_hg.pdf