

PMSB

Plano Municipal de Saneamento Básico – Naviraí/MS

Produto D: Prognóstico

Proprietário

RAZÃO SOCIAL:

Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento da
Região Sul de Mato Grosso do Sul

ATIVIDADE:

Plano Municipal de Saneamento Básico

MUNICÍPIO:

Naviraí - MS

Elaboração

RAZÃO SOCIAL:

Lanza Lima Engenharia LTDA

COORDENAÇÃO:

Diego Lanza Lima

MUNICÍPIO:

Campo Grande – MS

CONTATO:

(67) 9211-5477

lanzalima@gmail.com

Excelentíssimo Sr. **Sérgio Barbosa**, Prefeito Municipal de Amambai e Presidente do Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento da Região Sul do Mato Grosso do Sul – CONISUL.

Excelentíssimo Sr. **Leandro Peres de Matos**, Prefeito Municipal de Naviraí.

Produto D: Prognóstico

O presente produto do PMSB tem como objetivo identificar as demandas do saneamento básico considerando os anseios da população e priorizando as demandas do cenário futuro, dentro do horizonte de planejamento de 20 anos, baseados nos objetivos específicos do termo de referência da Fundação Nacional de Saúde (Funasa).

Conteúdo

1	Introdução	8
2	Quesitos	9
	2.1 Dinâmica populacional	9
	2.1.1 Projeção populacional	10
	2.1.1.1 Projeção população total	11
	2.1.1.2 Populações urbana e rural	13
	2.2 Expansão urbana	13
	2.3 Alcance do Plano Municipal de Saneamento Básico	18
	2.4 Gestão da informação	18
3	Prognóstico	19
	3.1 Análises das alternativas de gestão	19
	3.2 Horizontes do planejamento	22
	3.3 Análise SWOT	22
	3.4 Cenários, objetivos e metas	23
	3.4.1 Cenário 1	24
	3.4.1.1 Sistema de abastecimento de água	25
	3.4.1.2 Sistema de esgotamento sanitário	25
	3.4.1.3 Sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais	26
	3.4.2 Cenário 2	26
	3.4.2.1 Sistema de abastecimento de água	27
	3.4.2.2 Sistema de Esgotamento Sanitário	28
	3.4.2.3 Sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais	28
	3.4.3 Cenário Desejável	29
4	Abastecimento de água	30
	4.1 Projeção de demandas e perspectivas técnicas	30
	4.1.1 Projeção da demanda por rede de abastecimento de água	30
	4.1.2 Projeção da demanda de água para abastecimento	31
	4.1.2.1 Demanda gerada – Vazão para consumo	32

4.1.2.2	Demanda por produção de água, considerando as perdas no sistema	33
4.1.3	Mananciais passíveis de utilização e alternativas	34
4.1.4	Análises de alternativas técnicas	36
4.1.5	Previsão de eventos de emergência e contingência	40
4.2	Análises SWOT – Abastecimento de água.....	41
4.3	Objetivos estratégicos para o sistema de abastecimento de água	42
5	Esgotamento Sanitário	43
5.1	Projeção de demandas e prospectivas técnicas.....	43
5.1.1	Projeção da demanda por rede de esgotos.....	43
5.1.2	Demanda por tratamento de esgoto	44
5.1.3	Projeção da geração total de esgoto.....	46
5.1.4	Projeção do volume de esgoto destinado à ETE.....	47
5.1.5	Estimativa de DBO e coliformes termotolerantes	48
5.1.6	Análise de alternativas técnicas	50
5.1.7	Previsão de eventos de emergência.....	52
5.2	Análise SWOT – Esgotamento Sanitário	53
5.3	Objetivos estratégicos para o sistema de esgotamento sanitário	53
6	Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais	54
6.1	Identificação de áreas vulneráveis a alagamentos e inundações.....	54
6.2	Projeção da expansão da rede de drenagem.....	56
6.3	Capacidade limite das áreas contribuintes para a microdrenagem em 2036	57
6.4	Análise de Alternativas Técnicas.....	60
6.5	Previsão de eventos de emergência e contingência.....	61
6.6	Análises SWOT – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais.....	62
6.7	Objetivos estratégicos para o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais ..	63
7	Referências Bibliográficas	64

Lista de gráficos

Gráfico 1: Evolução temporal da dinâmica populacional de Naviraí – MS.....	10
Gráfico 2: Projeção da população de Naviraí pelos métodos apresentados.....	12
Gráfico 3: Projeção da expansão urbana de Naviraí/MS.	16

Lista de tabelas

Tabela 1: Dados censitários do município de Naviraí/MS.....	9
Tabela 2: Metodologias aplicadas para dinâmica populacional.	11
Tabela 3: Resultados da dinâmica populacional para os anos de 2016 a 2036 pelos métodos aplicados.....	11
Tabela 4: Proporção da população urbana e rural entre 2016 e 2036.....	13
Tabela 5: Informações das imagens utilizadas.	14
Tabela 6: Área Urbana de Naviraí.....	14
Tabela 7: Projeção da área urbana de Naviraí.....	16
Tabela 8: Horizonte de projetos.....	22
Tabela 9: Análise SWOT.....	23
Tabela 10: Fatores de densidade da rede de abastecimento de água de Naviraí – MS.....	30
Tabela 11: Prospecção para a rede de abastecimento de água e número de ligações de Naviraí – MS.	30
Tabela 12: Prospecção para a demanda de água na área urbana do município de Naviraí.	32
Tabela 13: Vazões de demanda por produção de água, considerando as perdas totais no sistema de abastecimento de Naviraí.	33
Tabela 14: Dados da UPG Ivinhema.	34
Tabela 15: Análise da capacidade do setor abastecido diretamente pelos reservatórios apoiados (60% do sistema).	36
Tabela 16: Análise da capacidade do setor abastecido pelo reservatório elevado (40% do sistema).	37
Tabela 17: Análise da capacidade do setor abastecido diretamente pelos reservatórios apoiados, considerando as perdas estimadas.	37
Tabela 18: Análise da capacidade do setor abastecido pelo reservatório elevado, considerando as perdas estimadas.	38
Tabela 19: Análise SWOT de Abastecimento de água.	41
Tabela 20: Objetivos estratégicos e critérios de avaliação.....	42
Tabela 21: Índices calculados a partir de dados do Diagnóstico Técnico Participativo.....	43
Tabela 22: Prospecção para a rede de esgotamento sanitário e número de ligações de esgoto de Naviraí/MS.....	44
Tabela 23: Prospectiva de vazões médias e máximas de esgoto no horizonte de planejamento para Naviraí/MS.....	46
Tabela 24: Geração total de esgoto no horizonte de projeto para Naviraí/MS.....	47
Tabela 25: Projeção do volume de esgoto destinado a ETE.....	48
Tabela 26: Estimativa da qualidade do esgoto doméstico bruto.	49
Tabela 27: Padrões de lançamento de esgoto tratado segundo legislação ambiental.	49
Tabela 28: Estimativa de carga de DBO sem e com tratamento.....	49
Tabela 29: Capacidade do Sistema de Esgotamento Sanitário de Naviraí/MS.	51
Tabela 30: Análise SWOT de Esgotamento Sanitário.....	53
Tabela 31: Objetivos estratégicos e critérios de avaliação para o sistema de esgotamento sanitário.	53
Tabela 32: Fatores para projeção da drenagem urbana.....	56
Tabela 33: Projeção da rede de drenagem de Naviraí.....	57
Tabela 34: Coeficientes de dados da estação pluviométrica do município de Naviraí.....	58
Tabela 35: Vazões de escoamento superficial das áreas contribuintes para a microdrenagem.....	59
Tabela 36: Alternativas técnicas para redução e retenção de águas pluviais.	60
Tabela 37: Análise SWOT de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais.....	63
Tabela 38: Objetivos estratégicos e critérios de avaliação do sistema de drenagem.....	63

Lista de figuras

Figura 1: Expansão urbana de Naviraí.....	15
Figura 2: Mapa de macrozoneamento de Naviraí – MS.....	17
Figura 3: Esquematização das formas de prestação de serviços públicos.....	20
Figura 4: Fatores Críticos considerados em cada sistema de saneamento básico.....	24
Figura 5: Síntese do Cenário 1.....	25
Figura 6: Síntese do Cenário 2.....	27
Figura 7: Cisternas de coleta de água da chuva. Fonte: (PORTO, et al, 1999).....	39
Figura 8: Origem e Plano de Emergência e Contingência para a falta de água parcial ou localizada.....	40
Figura 9: Origem e Plano de Emergência e Contingência para a falta de água generalizada.....	41
Figura 10: Plano de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário.....	52
Figura 11: Representação das diferenças entre enchente, inundação e alagamento. Fonte: Instituto Geológico.....	54
Figura 12: Área vulnerável em caso de evento extremo de precipitação.....	55
Figura 13: Área de risco de inundação após expansão urbana.....	56
Figura 14: Áreas urbanas contribuintes para a microdrenagem em acordo com a expansão urbana prevista pelo Plano Diretor de Naviraí.....	59
Figura 15: Plano de Emergência e Contingência para Naviraí.....	62

1 Introdução

Na fase de Prospectiva e Planejamento Estratégico, aqui também chamada de Prognóstico ou Estudo de Prospecção, foram identificadas as demandas de saneamento que serão geradas no município dentro do horizonte de planejamento durante o qual este Plano deve ser implementado.

Prospectiva é por definição a “Ciência que estuda as causas técnicas, científicas, econômicas e sociais que aceleram a evolução do mundo moderno e a previsão das situações que poderiam decorrer de suas influências conjugadas”. Neste caso, prospectiva pode ser considerado o ato de estimar as demandas futuras para os elementos do saneamento básico abordados por este Plano: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial. Com base nas informações deste estudo serão definidas quais as ações prioritárias a serem realizadas para atendimento das demandas atuais e futuras no município, visando universalização e melhoria dos serviços.

Para estimar a demanda do município de Naviraí em relação ao saneamento básico os fatores sociais, políticos e econômicos foram considerados, sendo calculados e/ou estimados de forma empírica, representando os cenários que ocorrerão no município.

2 Quesitos

Como quesitos fundamentais para o detalhamento concreto da Prospectiva e Planejamento Estratégico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Naviraí/MS têm-se: dinâmica populacional, expansão urbana, alcance do PMSB e gestão da informação.

2.1 Dinâmica populacional

O atendimento à demanda de saneamento básico é determinado pela variação da população no município. Essa variação é denominada “Dinâmica Populacional” e consiste na variação populacional, tanto temporal quanto espacialmente.

A Dinâmica Populacional reflete diretamente nos dimensionamentos das soluções adotadas no saneamento básico, especificamente nos dados de projeto, dentre eles: vazões, volumes, cargas, diâmetros, áreas, entre outros.

A metodologia para a determinação da Dinâmica Populacional usual assume que a população continuará a evoluir seguindo os mesmos padrões do passado (dados históricos), segundo duas variáveis: tempo e número de habitantes. Para a definição do melhor padrão de evolução populacional se faz necessário o emprego da subjetividade, que é aplicada em função do conhecimento de informações da área em questão, como seu histórico, economia, sociedade, política, entre outros.

Nas análises temporais utilizam-se dados de censos ou contagens populacionais, determina-se o padrão da evolução populacional através de regressão numérica (determinação da equação de crescimento ou decrescimento populacional) e projeta-se esse mesmo padrão de evolução para o horizonte de planejamento, ou seja, para os próximos 20 anos.

Já a Dinâmica Espacial é avaliada segundo a setorização da área de projeto, considerando principalmente a migração da população rural para as áreas urbanas.

O município de Naviraí/MS apresenta os quantitativos dos Censos Demográficos de 1991 a 2010, informações de 1996 e 2007 de contagem populacional e a estimativa de 2015, todos estes advindos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, as quais estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1: DADOS CENSITÁRIOS DO MUNICÍPIO DE NAVIRAÍ/MS.

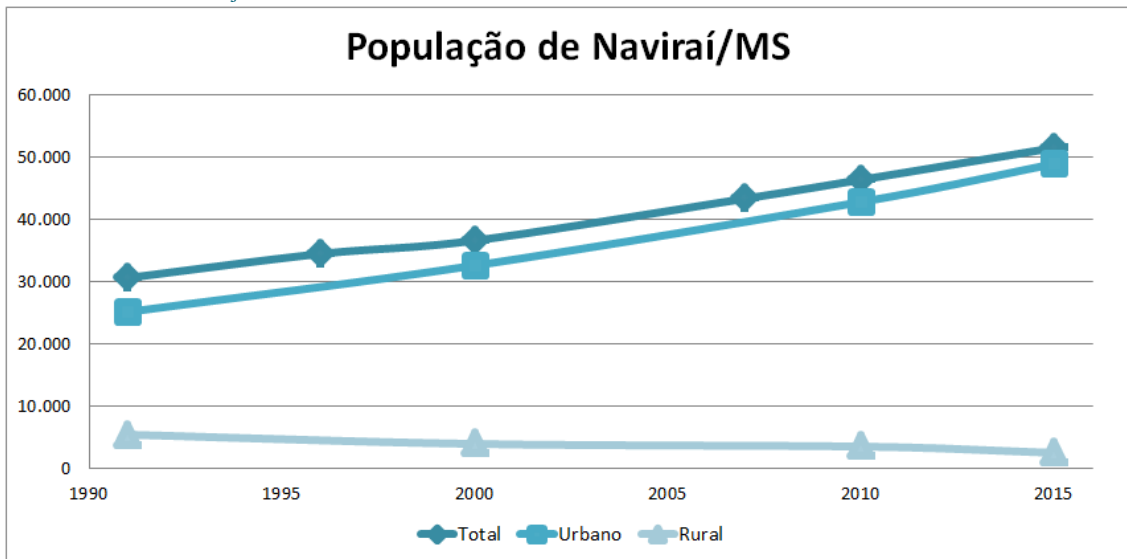
Ano	População total (hab)				
	Total (hab)	Urbana (hab)	Rural (hab)	Urbana (%)	Rural (%)
1991	30.670	25.192	5.478	82%	18%
1996	34.520				
2000	36.662	32.662	4.000	89%	11%
2007	43.391				
2010	46.424	42.855	3.569	92%	8%
2015	51.535	48.958	2.577	95%	5%

FONTE: IBGE, 2015.

Para facilitar sua visualização os dados da Tabela 1 foram plotados e apresentados no Gráfico 1, onde nota-se que além do crescimento quantitativo houve a migração

populacional das regiões rurais para a urbana, também apresentadas na variação das porcentagens de população urbana/rural da Tabela 1.

GRÁFICO 1: EVOLUÇÃO TEMPORAL DA DINÂMICA POPULACIONAL DE NAVIRAÍ – MS.



FONTE: (IBGE, 2015).

2.1.1 Projeção populacional

A elaboração do Plano de Saneamento deve considerar o planejamento para o horizonte de 20 anos, desta forma a projeção da população foi calculada para o período de 2016 a 2036. As metodologias de dinâmicas populacionais utilizadas: ajustamento linear, equação polinomial quadrática, equação exponencial e equação logarítmica.

Modelo linear

O ajustamento linear (Equação 2.1) representa um crescimento populacional de primeira ordem. Essa metodologia aproxima a curva de crescimento populacional em relação ao tempo a uma equação linear, na maioria dos casos ascendente ou crescente.

$$P = a + bx \quad \text{EQUAÇÃO 2.1}$$

Onde:

- P = população estimada;
- a = coeficiente linear;
- b = coeficiente angular;
- x = número de anos.

Modelo polinomial quadrático (2ª ordem)

A equação polinomial quadrática (Equação 2.2) representa um crescimento populacional polinomial de segunda ordem. Essa metodologia aproxima a curva de crescimento populacional em relação ao tempo a uma curva de segunda ordem, conforme segue:

$$P = ax^2 + bx + c \text{ para } a > 0$$

EQUAÇÃO 2.2

Modelo exponencial

A equação que representa o método exponencial aproxima a curva de crescimento populacional em relação ao tempo a uma equação exponencial, normalmente ascendente. A equação exponencial que representa essa metodologia é a seguinte:

$$P = a \cdot e^{bx} \text{ para } a > 0$$

EQUAÇÃO 2.3

Modelo logarítmico

Com relação ao modelo logarítmico, a curva de crescimento populacional em relação ao tempo se aproxima a uma equação logarítmica, como pode ser visto na Equação 2.4.

$$P = a + b \cdot \ln x \text{ para } a > 0$$

EQUAÇÃO 2.4

Na Tabela 2 estão listadas as metodologias aplicadas para projetar a dinâmica populacional de Naviraí, aplicando-se os dados censitários para a determinação das equações em função do tempo (ti).

TABELA 2: METODOLOGIAS APLICADAS PARA DINÂMICA POPULACIONAL.

Metodologia	R ² (coeficiente de correlação)	Equação
Linear	0,9919	Pi=868,3627ti-1.698.941,5034
Exponencial	0,9980	Pi=5,93.10 ⁻¹⁵ e ^(0,022ti)
Logarítmica	0,9916	Pi=1.739.037,3344ln(ti)-13.180.455,9445
Polinomial	0,9919	Pi=10,6207ti ² - 41.677,4569ti+40.909.153,5873

2.1.1.1 Projeção população total

Os resultados das estimativas populacionais, para cada metodologia, são apresentados na Tabela 3, onde estão as projeções para a população total, calculadas pelos métodos linear, exponencial, logarítmico e polinomial.

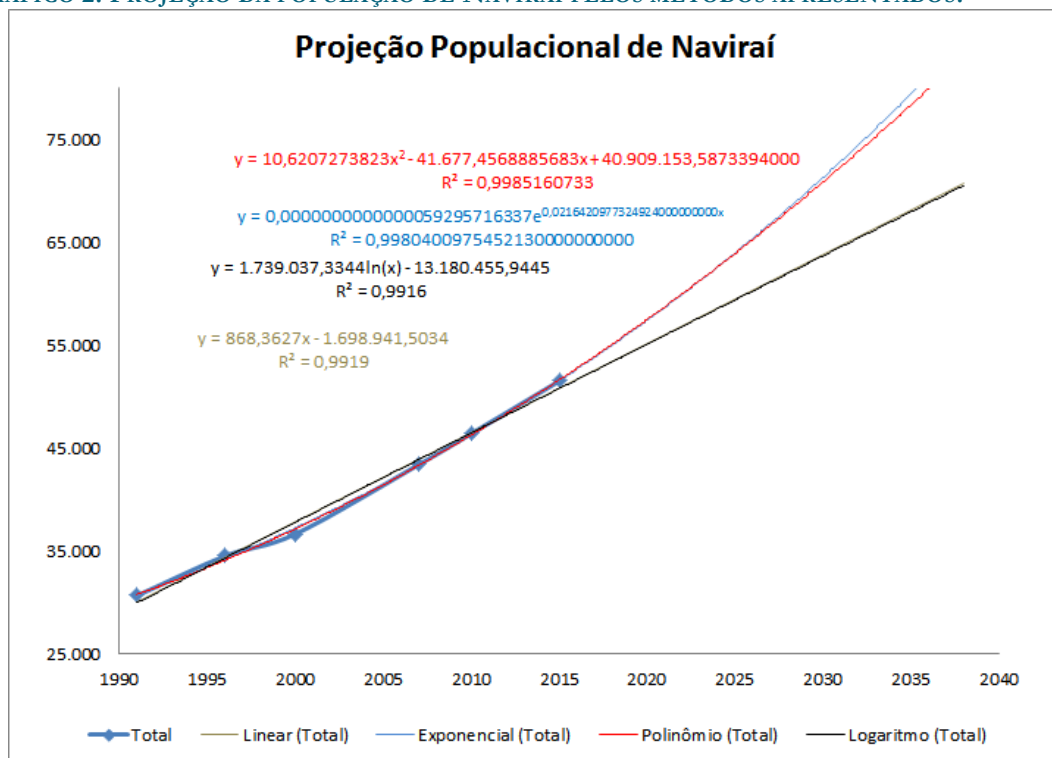
TABELA 3: RESULTADOS DA DINÂMICA POPULACIONAL PARA OS ANOS DE 2016 A 2036 PELOS MÉTODOS APLICADOS.

Ano	População total estimada - Metodologia			
	Exponencial	Linear	Logarítmicas	Polinomial
2016	52.662	51.678	51.654	52.755
2017	54.991	53.414	53.379	55.089
2018	56.194	54.283	54.240	56.287
2019	57.424	55.151	55.101	57.507

Ano	População total estimada - Metodologia			
	Exponencial	Linear	Logarítmicas	Polinomial
2020	58.680	56.020	55.962	58.748
2021	59.964	56.888	56.822	60.010
2022	61.276	57.756	57.682	61.293
2023	62.616	58.625	58.541	62.598
2024	63.986	59.493	59.400	63.924
2025	65.386	60.361	60.259	65.271
2026	66.817	61.230	61.117	66.639
2027	68.278	62.098	61.975	68.029
2028	69.772	62.966	62.832	69.439
2029	71.299	63.835	63.689	70.872
2030	72.859	64.703	64.546	72.325
2031	74.453	65.572	65.402	73.799
2032	76.081	66.440	66.257	75.295
2033	77.746	67.308	67.112	76.812
2034	79.447	68.177	67.967	78.351
2035	81.185	69.045	68.821	79.910
2036	82.961	69.913	69.675	81.491

As linhas de tendência da evolução populacional de Naviraí estão representadas no gráfico abaixo.

GRÁFICO 2: PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO DE NAVIRAÍ PELOS MÉTODOS APRESENTADOS.



A metodologia que apresentou maior quantitativo populacional em 2036 foi a exponencial, com 82.961 habitantes, a menor população para o horizonte de planejamento foi de 69.675, pelo modelo logarítmico. Os métodos exponencial e polinomial apresentaram valores próximos, sendo, respectivamente, 82.961 e 81.491 habitantes.

Visualiza-se no gráfico apresentado que o melhor ajuste da linha de tendência ocorreu para o método polinomial de ordem 2, com R^2 mais próximo de 1, sendo $R^2=0,9985$.

2.1.1.2 Populações urbana e rural

Conforme observado anteriormente, a migração da população rural para a área urbana impõe uma taxa de êxodo rural que incrementa o crescimento populacional urbano. A população urbana de Naviraí representa atualmente 95% da população total. Considerando a tendência histórica de migração da população para a área urbana, a população rural continuaria decrescendo, porém para que a população rural não tenda a zero, o que não representaria a realidade, a taxa de população urbana foi fixada no teto de 95% até o horizonte de planejamento.

TABELA 4: PROPORÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA E RURAL ENTRE 2016 E 2036.

Ano	Total	Urbano		Rural	
2016	52.755	50.118	95,00%	2.638	5,00%
2017	53.911	51.216	95,00%	2.696	5,00%
2018	55.089	52.334	95,00%	2.754	5,00%
2019	56.287	53.473	95,00%	2.814	5,00%
2020	57.507	54.631	95,00%	2.875	5,00%
2021	58.748	55.810	95,00%	2.937	5,00%
2022	60.010	57.009	95,00%	3.000	5,00%
2023	61.293	58.228	95,00%	3.065	5,00%
2024	62.598	59.468	95,00%	3.130	5,00%
2025	63.924	60.727	95,00%	3.196	5,00%
2026	65.271	62.007	95,00%	3.264	5,00%
2027	66.639	63.307	95,00%	3.332	5,00%
2028	68.029	64.627	95,00%	3.401	5,00%
2029	69.439	65.968	95,00%	3.472	5,00%
2030	70.872	67.328	95,00%	3.544	5,00%
2031	72.325	68.709	95,00%	3.616	5,00%
2032	73.799	70.109	95,00%	3.690	5,00%
2033	75.295	71.530	95,00%	3.765	5,00%
2034	76.812	72.972	95,00%	3.841	5,00%
2035	78.351	74.433	95,00%	3.918	5,00%
2036	79.910	75.915	95,00%	3.996	5,00%
2037	83.296	77.416	95,00%	4.075	5,00%

2.2 Expansão urbana

A expansão urbana de Naviraí ao longo dos anos foi estimada a partir do estudo de imagens de satélite obtidas no banco de dados da *United States Geological Survey* (USGS, 2015), disponível no endereço eletrônico da instituição. As imagens passaram pelo processo de correção geométrica no software QGIS e posteriormente o perímetro urbano foi delimitado por interpretação visual da imagem em composição falsa-cor, pelo critério de similaridade, considerando forma, textura e tamanho.

Na Tabela 5 são apresentadas as características das imagens utilizadas.

TABELA 5: INFORMAÇÕES DAS IMAGENS UTILIZADAS.

Ano	Satélite / Sensor	Orbita/Ponto
1985	Landsat 5 / <i>Thematic Mapper</i>	224/076
1989	Landsat 5 / <i>Thematic Mapper</i>	224/076
1995	Landsat 5 / <i>Thematic Mapper</i>	224/076
2000	Landsat 5 / <i>Thematic Mapper</i>	224/076
2004	Landsat 5 / <i>Thematic Mapper</i>	224/076
2010	Landsat 5 / <i>Thematic Mapper</i>	224/076
2015	Landsat 8 / <i>Operational Land Imager</i>	224/076

Os perímetros urbanos obtidos são apresentados na Figura 1. A área do perímetro urbano de cada ano é apresentada na Tabela 6. Houve um aumento de 116,93% na área urbana do município de 1985 a 2015, com crescimento médio de 21,4 hectares por ano.

TABELA 6: ÁREA URBANA DE NAVIRAÍ.

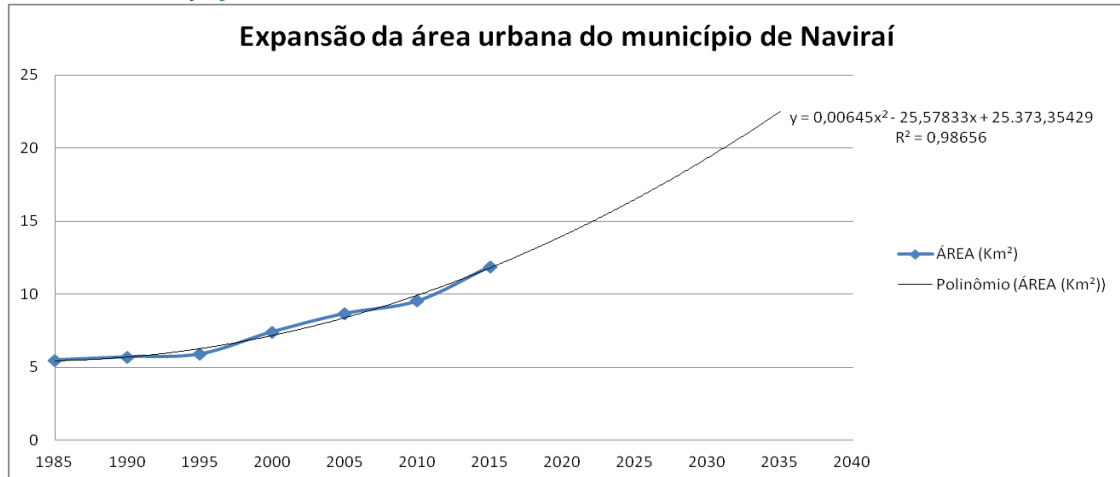
Ano	Área urbana (km ²)	Área Urbana (ha)
1985	5,49	549,00
1990	5,71	571,00
1995	5,9	59,00
2000	7,43	743,00
2005	8,68	868,00
2010	9,54	954,00
2015	11,91	1.191,00



FIGURA 1: EXPANSÃO URBANA DE NAVIRAÍ

A análise histórica da expansão urbana de Naviraí possibilitou a previsão de seu desenvolvimento para o horizonte de projeto de 20 anos. A equação utilizada foi a polinomial quadrática, apresentada anteriormente, com coeficiente de correlação (R^2) de 0,98. A equação polinomial quadrática da projeção da expansão urbana é apresentada no Gráfico 3.

GRÁFICO 3: PROJEÇÃO DA EXPANSÃO URBANA DE NAVIRAÍ/MS.



O resultado da aplicação da equação quadrática da expansão urbana para o horizonte temporal de projeto é apresentado na Tabela 7. O incremento de área estimado é de 54,75 hectares por ano.

TABELA 7: PROJEÇÃO DA ÁREA URBANA DE NAVIRAÍ.

Ano	Área Urbana (km²)	Área Urbana (ha)
2016	12,21	1.221,00
2017	12,63	1.263,00
2018	13,07	1.307,00
2019	13,52	1.352,00
2020	13,99	1.399,00
2021	14,46	1.446,00
2022	14,95	1.495,00
2023	15,45	1.545,00
2024	15,97	1.597,00
2025	16,50	1.650,00
2026	17,04	1.704,00
2027	17,59	1.759,00
2028	18,16	1.816,00
2029	18,74	1.874,00
2030	19,33	1.933,00
2031	19,94	1.994,00
2032	20,55	2.055,00
2033	21,19	2.119,00
2034	21,83	2.183,00
2035	22,49	2.249,00
2036	23,16	2.316,00

Ainda nesse sentido a expansão urbana prevista pelo Plano Diretor de Naviraí é apresentada na Figura 2. O mapa mostra o macrozoneamento urbano do município, definindo as áreas prioritárias para ocupação urbana.

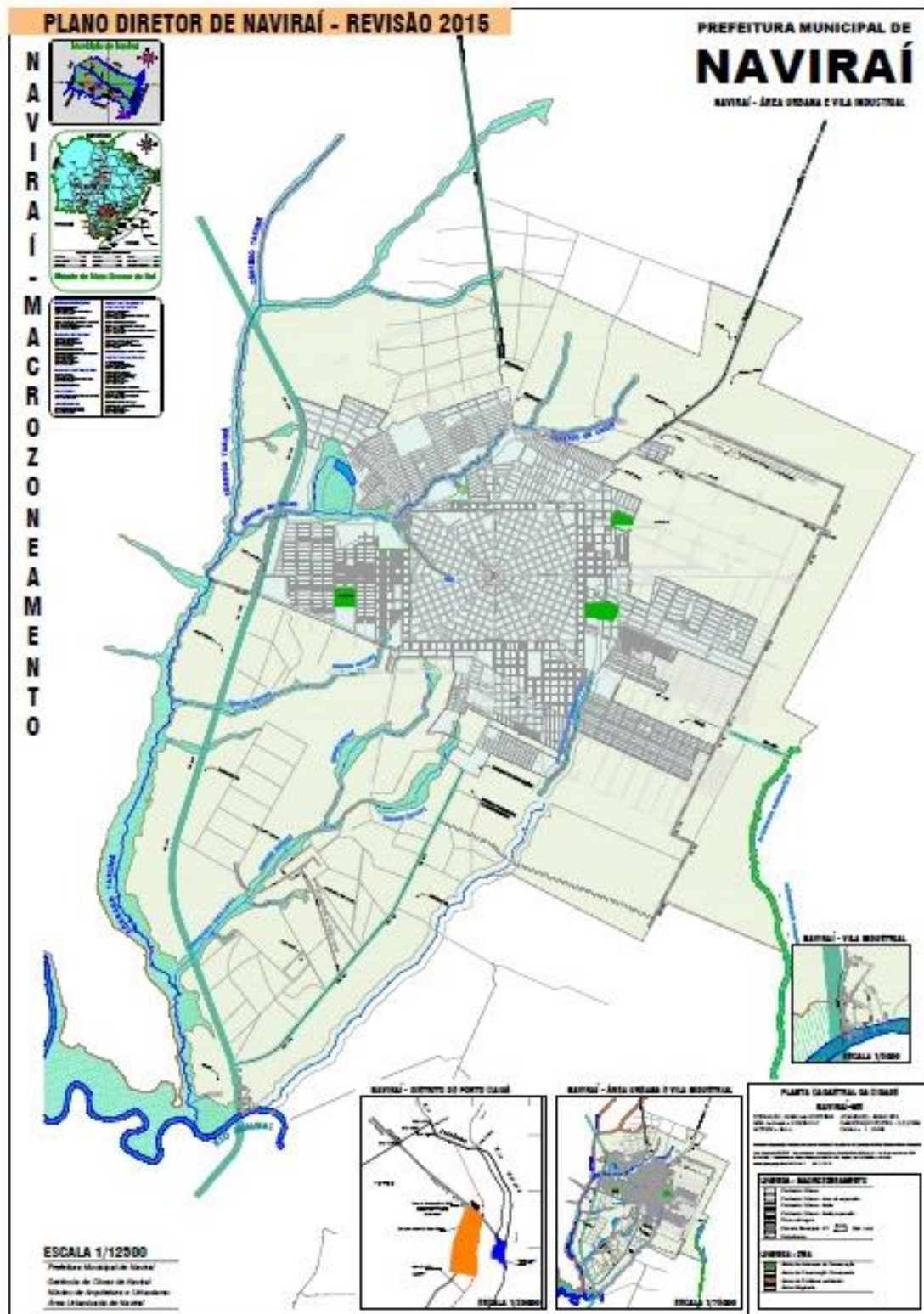


FIGURA 2: MAPA DE MACROZONEAMENTO DE NAVIRAÍ – MS.
FONTE: (PREFEITURA MUNICIPAL DE NAVIRAÍ, 2015).

2.3 Alcance do Plano Municipal de Saneamento Básico

O alcance deste PMSB pode ser avaliado tanto temporal quanto espacialmente. O alcance temporal é determinado pelo horizonte de planejamento de 20 (vinte) anos, definido conforme exigências legais. Por outro lado, a expansão urbana acarretará a necessidade do atendimento às demandas de saneamento dessas novas áreas populacionais, incluindo as localidades rurais.

A proposição de atendimento do PMSB é a universalização dos serviços de saneamento. Como o município apresenta déficit no saneamento, as primeiras etapas deverão suprir esse déficit, enquanto as etapas seguintes atenderão o crescimento e expansão populacional.

Para as regiões rurais, serão apresentadas ações específicas para atendimento às demandas identificadas, respeitando as particularidades e dificuldades na execução da implantação de infraestruturas necessárias.

2.4 Gestão da informação

A Gestão de Informação é imprescindível para a implantação efetiva do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Fatores como as questões intersetoriais, políticas públicas e a participação da sociedade, são necessários para atender às demandas de saneamento básico. Assim, a avaliação do desempenho do PMSB é necessária e deve ser feita com base em dados e informações que expressem a efetividade das ações aplicadas. Determinando, dessa forma, a continuidade ou alteração das ações e atingem o objetivo adequado, qualitativa e quantitativamente.

É necessária, para a efetividade das ações aplicadas, a determinação de indicadores baseados em dados primários, secundários ou outros indicadores, já consolidado pelo SNIS- Sistema Nacional de Informações obre Saneamento e classificados com a finalidade de se atender às metas pré-estabelecidas. A determinação desses indicadores atende o remendado da Lei Federal N° 11.445/2007, que instituiu a Política Nacional do Saneamento Básico. Assim, garantindo o monitoramento adequado do desempenho da implantação de um PMSB.

Ainda não há, na maioria dos municípios, uma rotina consolidada de levantamento dos parâmetros necessários para determinação de indicadores. Desta forma, a aplicação de sistemas computacionais, associada à adoção de indicadores que apresentem facilidades de apuração e rápida utilização, tende a agilizar a avaliação dos indicadores de desempenho das ações aplicadas, como também possibilita a revisão sistemática PMSB.

3 Prognóstico

A sistemática de prospectiva e planejamento estratégico visa elaborar as ações estratégicas de atuação para melhoria das condições dos serviços de saneamento, além de identificar e prever cenários futuros, objetivando atingir as metas.

3.1 Análises das alternativas de gestão

A Lei Federal nº 11.445/2007 aborda a deliberação da administração municipal e prevê que o município deverá formular a política pública de saneamento básico, também sendo responsável pelo desenvolvimento de outras condições, previstas no Art. 9º, como:

“...elaborar os planos de saneamento básico; prestar diretamente ou autorizar delegação dos serviços; definir ente responsável pela regulação e fiscalização dos serviços; adotar parâmetros para garantia do atendimento essencial à saúde pública; fixar direitos e deveres dos usuários; estabelecer mecanismos de controle social; estabelecer sistema de informações sobre os serviços.”

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 preconiza que os municípios possuem a garantia de plena autonomia administrativa, financeira e política, o que os torna em entidade federativa indispensável, incluindo-os na organização político-administrativa do Brasil.

As entidades estatais – União, Estado, Distrito Federal e Município – no que se refere à divisão das competências para prestação de serviço público, têm como foco principal o interesse próprio de cada esfera administrativa. O princípio da predominância de interesse deve ser respeitado, pois desta forma os serviços prestados pelas entidades serão vantajosamente executados. Nesse contexto, a Constituição Federal de 1988 instituiu a competência para organizar e prestar os serviços públicos de interesse local dos municípios, assegurando sua autonomia administrativa.

Interpretando as competências municipais nota-se claramente que prestar e organizar o serviço público de saneamento básico é atribuído aos próprios municípios. Esta autonomia traduz-se na competência constitucional sobre a gestão dos serviços de saneamento básico em seu território.

A Lei Federal nº 11.445/2007 apresenta três formas de prestação dos serviços públicos de saneamento básico, que são: prestação direta, prestação indireta – terceirização, permissão, autorização ou concessão, e a gestão associada. Na Figura 3 é representada a organização estrutural destas formas de gestão.



FIGURA 3: ESQUEMATIZAÇÃO DAS FORMAS DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS.

Atualmente, o modelo da gestão da prestação dos serviços públicos de saneamento básico no município de Naviraí corresponde à gestão indireta por concessão de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, e gestão direta com a centralização por órgão de administração pública para a drenagem pluvial.

O Decreto Federal nº 6.017/2007 definiu a forma de se realizar a regulação e a fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico:

“XI – regulação: todo e qualquer ato, normativo ou não, que discipline ou organize um determinado serviço público, incluindo suas características, padrões de qualidade, impacto sócio-ambiental, direitos e obrigações dos usuários e dos responsáveis por sua oferta ou prestação e fixação e revisão do valor de tarifas e outros preços públicos.

XII – fiscalização: atividades de acompanhamento, monitoramento, controle ou avaliação, no sentido de garantir a utilização, efetiva ou potencial, do serviço público.”

Este Decreto Federal estabeleceu, também, que o critério de escolha da regulação e a fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico ficará a cargo do próprio município. Este critério será válido mesmo que se delegue às entidades reguladoras de outro ente federativo (estado ou união) ou, então, que se realize a formação de entidade reguladora instituída por meio de consórcio público.

De acordo com os Artigos 21 e 27 da Lei Federal nº 11.445/2007, o exercício da função de regulação atenderá aos seguintes princípios: independência decisória, incluindo

autonomia administrativa, orçamentária e financeira da entidade reguladora, transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões.

No Art. 22 da Lei Federal nº 11.445/2007 são dispostos os objetivos da regulação:

“Estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários; Garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas; Prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do sistema nacional de defesa da concorrência; Definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos, como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzam a eficiência e a eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade.”

Entre as inúmeras funções da entidade reguladora e fiscalizadora dos serviços públicos de saneamento básico, a principal é a verificação do cumprimento dos planos municipais de saneamento básico por parte dos prestadores de serviços. Segundo o Art. 23 da Lei Federal nº 11.445/2007, a entidade reguladora deve editar normas relativas às dimensões técnicas, econômicas e sociais de prestação dos serviços, que abrangerão, pelo menos, os seguintes aspectos:

“Padrões e indicadores de qualidade da prestação dos serviços; Requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas; As metas progressivas de expansão e de qualidade dos serviços e os respectivos prazos; Regime, estrutura e níveis tarifários, bem como os procedimentos e prazos de sua fixação, reajuste e revisão; Medição, faturamento e cobrança de serviços; Monitoramento dos custos; Avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados; Plano de contas e mecanismos de informação, auditoria e certificação; Subsídios tarifários e não tarifários; Padrões de atendimento ao público e mecanismos de participação e informação; Medidas de contingências e de emergências, inclusive racionamento.”

A Prefeitura Municipal de Naviraí será responsável pelo planejamento, gerenciamento, coordenação e execução dos estudos, projetos e obras integrantes do PMSB, bem como do monitoramento e avaliação dos mesmos, devendo cada gerência, no âmbito de suas competências, desempenhar as seguintes atribuições:

- Coordenar os grupos de trabalhos instituídos através dos Comitês de Coordenação e Executivo do Plano Municipal de Saneamento Básico;
- Ser responsável pelo acompanhamento das ações em execução;

- Coordenar e supervisionar a execução dos estudos, projetos e obras integrantes do PMSB;
- Realizar a gestão administrativa e financeira das ações integrantes do PMSB;
- Realizar o acompanhamento físico-financeiro das atividades integrantes do PMSB, monitorando, avaliando e revisando este Plano;
- Solicitar a mobilização de recursos e preparar propostas orçamentárias para os exercícios financeiros anuais;
- Acompanhar as ações desenvolvidas pela empresa prestadora de serviços;
- Manter documentação técnica, jurídica e financeira em sistema de informação automatizado, com vistas a permitir maior transparência na atuação pública;
- Implantar e alimentar o Banco de Dados que dará suporte ao Sistema de Informações em Saneamento do município;
- Revisar o PMSB, compatibilizando-o com o Plano Plurianual do município;
- Criar condições para o desenvolvimento de ações intersetoriais que promovam a melhoria da qualidade sanitária do município;
- Desenvolver, em parceria com as secretarias afins ações de capacitação permanente em educação ambiental.

3.2 Horizontes do planejamento

As ações para solução das demandas de saneamento básico devem ser implantadas nos próximos 20 anos e são priorizadas de acordo com sua urgência, considerando o cenário atual, ou ainda conforme o período em que a demanda será gerada, considerando o estudo de prospecção. Para o planejamento no município de Naviraí serão empregadas as priorizações descritas na Tabela 8.

TABELA 8: HORIZONTE DE PROJETOS.

Nomenclatura	Tempo de início e término
Emergencial	Imediatamente após o PMSB até 01 (um) ano.
Curto Prazo	Entre 01 (um) ano e 04 (quatro) anos.
Médio Prazo	Entre 05 (cinco) anos e 12 (doze) anos.
Longo Prazo	Entre 13 (treze) anos e 20 anos, ou superior.

3.3 Análise SWOT

Objetivando o planejamento da aplicação das ações para solucionar as demandas de saneamento do município de Naviraí/MS, será utilizada a ferramenta de análise de

cenários denominada Matriz SWOT, ou FOFA, a qual permite avaliar as Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*) do sistema.

Forças e Fraquezas analisam os aspectos do ambiente interno de cada um dos setores do saneamento básico, enquanto as Oportunidades e Ameaças analisam os aspectos do ambiente externo.

O ambiente interno corresponde aos aspectos que traduzem o que cada setor possui segundo a qualidade e deficiência, indicando as decisões a serem tomadas e avaliações das performances das ações aplicadas. O ambiente externo indica as expectativas da performance de cada ação do saneamento a ser aplicada, buscando antecipar o cenário futuro e o objetivo a ser atingido.

O diagrama de aplicação da Matriz SWOT é apresentado na Tabela 9.

TABELA 9: ANÁLISE SWOT.

	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVO
AMBIENTE INTERNO	FORÇAS (S)	FRAQUEZAS (W)
AMBIENTE EXTERNO	OPORTUNIDADES (O)	AMEAÇAS (T)

Os estudos das matrizes para cada componente do saneamento básico do município de Naviraí/MS serão apresentados no item correspondente a cada serviço de saneamento.

3.4 Cenários, objetivos e metas

Conforme o termo de referência da FUNASA (2012), esta etapa do Plano Municipal de Saneamento Básico deve considerar o levantamento realizado na etapa de diagnóstico tendo como referência o cenário atual e direcionar as ações para melhoria do cenário futuro.

Segundo a FUNASA (2012) os cenários futuros devem ser elaborados considerando os anseios da comunidade. A participação social deve atender:

“As aspirações sociais serão discutidas nos eventos dos setores de mobilização social e deverão resultar na pactuação de consensos mínimos sobre o futuro do setor de saneamento, procurando atender desejos, potencialidades e oportunidades estratégicas”.

Os cenários futuros desejáveis partem dos objetivos que se desejam atingir, os quais indicam as ações a serem realizadas, no presente e no futuro, com o objetivo de atingir as metas estabelecidas. Dessa forma, foram criados dois cenários que representem o futuro do saneamento básico em Naviraí. No Cenário 1 pressupõe-se que a situação atual não sofrerá grandes mudanças, as demandas pelos serviços de saneamento básico acompanharão a tendência histórica levantada no Diagnóstico Técnico Participativo. O Cenário 2 prevê melhorias nos serviços de saneamento básico objetivando a universalização e otimização dos mesmos, considerando os anseios da população por higiene, limpeza e saúde pública. Após a definição dos cenários apenas um deles será escolhido como o Cenário Desejável para Naviraí.

No processo de construção dos cenários foi definido um conjunto de variáveis que irão afetar positiva ou negativamente o desempenho do sistema de saneamento básico do município. Essas variáveis podem ser denominadas de fatores críticos, pois são cruciais para a evolução do sistema no horizonte temporal de 20 anos. Na Figura 4 são apresentados os fatores críticos considerados para cada sistema de saneamento básico.



FIGURA 4: FATORES CRÍTICOS CONSIDERADOS EM CADA SISTEMA DE SANEAMENTO BÁSICO.

3.4.1 Cenário 1

Como mencionado anteriormente, no Cenário 1 a situação atual não sofrerá grandes interferências e o horizonte temporal de 20 anos seguirá o comportamento da tendência histórica levantada no Diagnóstico Técnico Participativo. Na Figura 5 é apresentada a síntese do Cenário 1 e a seguir será descrito como funcionará cada sistema deste cenário.

Cenário 1		
Sistema de Abastecimento de Água	Sistema de Esgotamento Sanitário	Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento gradativo do consumo per capita (baseado na tendência histórica); • 100% da população atendida; • Ações de reaproveitamento de águas pluviais inexistente; • Programas de educação e sensibilização ambiental da população ineficazes; • A qualidade da água seguirá os padrões de potabilidade exigidos nas legislações vigentes; • Sem melhorias no índice de perdas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento gradativo da geração per capita (baseado no consumo e água); • População atendida segundo projetos existentes; • A eficiência do tratamento de esgoto atenderá aos padrões de lançamento exigidos pelas legislações vigentes; • Existência de lançamentos clandestinos; • Programas de educação e sensibilização ambiental da população ineficazes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Expansão da área urbana desordenada; • Manutenção e fiscalização da rede de drenagem ineficazes; • Baixa qualidade da água dos córregos; • Inexistência de programas de recuperação de áreas degradadas; • Programas de educação e sensibilização ambiental da população ineficazes.

FIGURA 5: SÍNTESE DO CENÁRIO 1.

3.4.1.1 Sistema de abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água neste cenário permanecerá atendendo 100% da população ao longo dos 20 anos do horizonte de projeto. Nas localidades rurais serão mantidos os sistemas de abastecimento que já existem, mas não haverá melhorias. A falta de educação e sensibilização ambiental eficientes acarretará no aumento gradativo do consumo *per capita*, consequência direta do desperdício de água feito pelos habitantes. Não serão executadas ações voltadas para o reaproveitamento de água da chuva, ou, qualquer outro tipo de reaproveitamento e economia de água.

Com relação às perdas de água no sistema de abastecimento, este manterá os níveis históricos, pois não haverá melhorias para que ocorra a mudança da situação. A qualidade da água distribuída na rede continuará a atender aos padrões exigidos nas legislações vigentes. No entanto, o tratamento da água continuará sendo o mesmo, realizado por simples desinfecção com injeção de cloro gasoso e aplicação de ácido fluossilícico. A captação da água também permanecerá a mesma, de mananciais subterrâneos.

3.4.1.2 Sistema de esgotamento sanitário

No ano de 2014 o sistema de esgotamento sanitário do município de Naviraí atendia aproximadamente 16,14% da população. São adotadas soluções individuais de tratamento, como fossas negras, sumidouros ou fossas sépticas pela maioria da população. Desta forma, no Cenário 1 o sistema de esgotamento sanitário expandirá de acordo com o

plano de investimento da SANESUL. Nas localidades rurais a população continuará adotando soluções individuais de coleta e tratamento de esgoto.

A geração de efluente sanitário seguirá o comportamento do consumo *per capita* de água deste cenário. Com relação ao tratamento e lançamento de esgoto, estes atenderão aos padrões estabelecidos nas legislações vigentes, e serão adotados valores usuais de sistemas de tratamentos semelhantes.

Neste cenário, a educação e sensibilização ambiental não serão eficazes, existirá forte resistência da população para ligar as casas à rede de esgoto, pois não saberão as vantagens que isso trará à saúde pública e ao meio ambiente.

3.4.1.3 Sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

A expansão urbana territorial neste cenário será desordenada, lugares com ocorrências de alagamentos. Não haverá o preenchimento dos vazios urbanos existentes, havendo ainda aumento dos mesmos. A rede de drenagem não acompanhará o crescimento da malha urbana, só haverá soluções pontuais. A manutenção das bocas de lobo será feita apenas quando solicitada, desta forma, os entupimentos das bocas serão frequentes.

Os córregos próximos e dentro do perímetro urbano irão sofrer com aumento da poluição devido aos lançamentos clandestinos de esgoto. A qualidade da água dos córregos será comprometida. Além disso, as matas ciliares dos córregos deixarão de existir, e não haverá programas de recuperação de áreas degradadas, assim como ações de educação e sensibilização ambiental da população para a preservação destas áreas.

3.4.2 Cenário 2

Neste cenário a situação dos sistemas de saneamento básicos irá melhorar gradativamente devido às ações do PMSB. Ao final do horizonte temporal de projeto a universalização e otimização dos serviços de saneamento básico serão os principais objetivos alcançados. A Figura 6 apresenta a síntese do Cenário 2, e a seguir será descrito como funcionará cada sistema deste cenário.

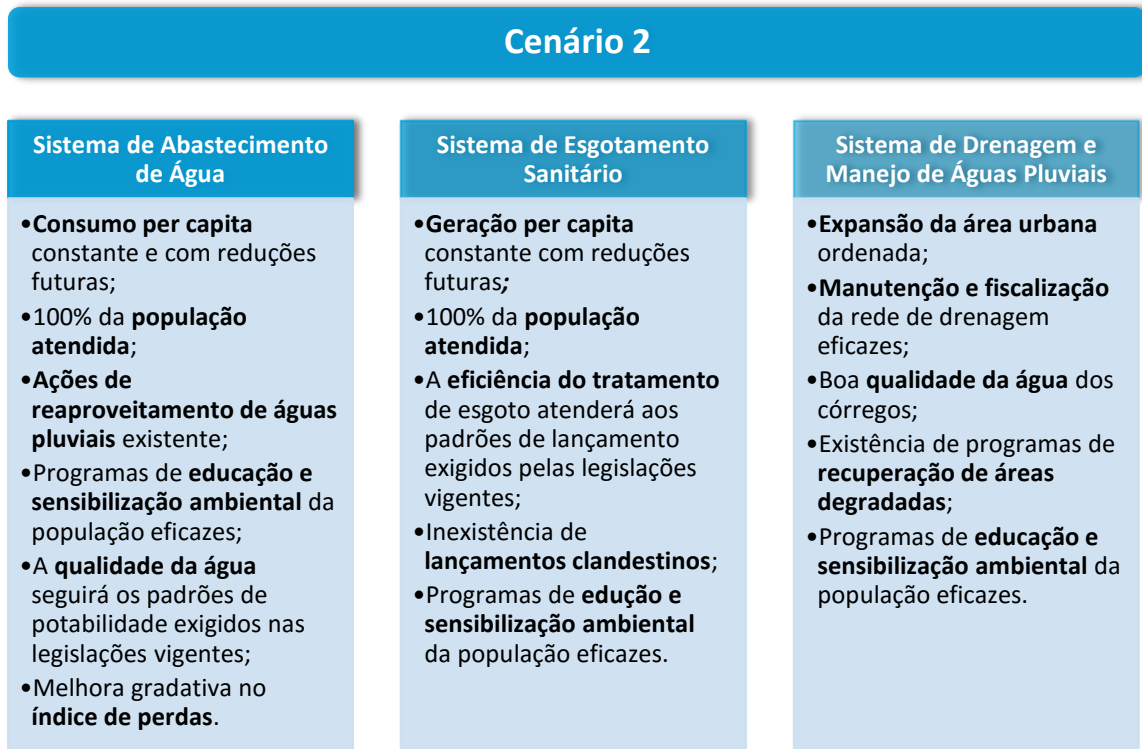


FIGURA 6: SÍNTESE DO CENÁRIO 2.

3.4.2.1 Sistema de abastecimento de água

Neste cenário a universalização do acesso à água potável será possível no município, tanto a população da área urbana quanto da área rural terá disponível água adequada para consumo. Na sede urbana o sistema de abastecimento de água irá expandir de acordo com o aumento da população. E na área rural técnicas de captação e tratamento de água coletivas e individuais serão difundidas, e haverá constantemente manutenções preventivas e corretivas.

As ações de educação e sensibilização ambiental terão papel fundamental neste cenário, pois estas terão como objetivo o combate ao desperdício e uso racional da água. A principal consequência dessas ações será a redução gradativa do consumo *per capita* de água ao longo do horizonte temporal de projeto, mas inicialmente se manterá constante. O reaproveitamento da água da chuva para uso não potável será essencial na redução do consumo de água.

Outro fator que contribuirá para a redução da demanda será a diminuição do índice de perdas no sistema de abastecimento de água. Para que essa redução ocorra será necessária a fiscalização do sistema para identificar fraudes, manutenções preventivas, troca de equipamentos em desuso ou danificados e reparos imediatos na rede.

No que diz respeito à qualidade da água, esta atenderá aos padrões para consumo humano presente nas legislações vigentes. A captação de água continuará sendo subterrânea no município, e o tratamento permanecerá com simples desinfecção, além da cloração e fluoretação.

3.4.2.2 Sistema de Esgotamento Sanitário

O Cenário 2 para o sistema de esgotamento sanitário será promissor, pois no horizonte temporal de projeto a população urbana será 100% atendida com rede coletora, ou a expansão do serviço será a maior possível, chegando próximo de atender toda a população. As localidades rurais contarão com soluções de tratamento de esgoto individuais e adequadas, terão auxílio técnico nos projetos para a implantação dos mesmos.

A geração de esgoto, inicialmente, se manterá constante, mas a redução será gradativa, na mesma proporção da redução do consumo *per capita* de água. O tratamento dos efluentes gerados será realizado na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), o lançamento do esgoto continuará sendo no Córrego Touro. O efluente lançado atenderá a todos os padrões estabelecidos pelas legislações vigentes.

Se por algum problema, como unidades geradoras com cotas abaixo da tubulação, algum domicílio não for atendido com rede coletora de esgoto, serão utilizadas soluções individuais adequadas de tratamento de esgoto. Os caminhões limpa-fossas, responsáveis por atenderem essas residências, terão a destinação do efluente ambientalmente adequada.

Neste cenário não existirá ligações clandestinas de esgoto à rede de drenagem de águas pluviais. A consequência será a proteção ambiental e melhoria da saúde pública. Isto será possível devido aos programas e ações de educação e sensibilização ambiental da população. Além disso, a fiscalização e manutenção da rede serão periódicas e eficazes ao longo do horizonte temporal do plano.

Os programas e ações de educação e sensibilização ambiental serão fundamentais para ressaltar a importância das ligações das casas à rede de esgoto e destacar os prejuízos que uma destinação inadequada do esgoto doméstico pode gerar ao meio ambiente.

3.4.2.3 Sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

A expansão urbana será ordenada neste cenário, com cumprimento do Plano Diretor. Ocorrerá a redução dos vazios urbanos e as áreas de riscos não serão ocupadas. A impermeabilização do solo será moderada. A rede de drenagem acompanhará o crescimento da malha urbana, seu planejamento irá prever uma análise completa da área urbana tendo como objetivo soluções e prevenção de problemas. No entanto, a eficiência do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais estará garantida por ações preventivas de manutenção, limpeza regular dos acessórios de macro e microdrenagem e adequação das estruturas do sistema.

Neste cenário haverá o monitoramento da qualidade da água dos córregos próximos e dentro do perímetro urbano, assim como da água dos canais de drenagem. As ligações clandestinas de esgoto ao sistema de drenagem serão identificadas e combatidas com ações de fiscalização e de limpezas regulares.

As áreas de preservação permanente dos córregos próximos ao perímetro urbano serão recuperadas e asseguradas, com isso, o assoreamento e as possíveis erosões serão evitadas.

3.4.3 Cenário Desejável

Após a construção e avaliação dos cenários futuros, o Cenário 2 foi escolhido como desejável para Naviraí. A escolha foi baseada no que pressupõe o Art. 19, inciso I da Lei Federal 11.445, de 5 de janeiro de 2007:

“Art. 19. A prestação de serviços públicos de saneamento básico observará plano, que poderá ser específico para cada serviço, o qual abrangerá, no mínimo:

[...]

*II - objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a **universalização**, admitidas soluções graduais e progressivas, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais;”*

Neste sentido, o cenário escolhido visará apresentar metas que direcionem a expansão dos serviços para universalização do saneamento básico. Serão definidas as propostas dos programas, projetos, ações e do plano de execução, a partir dos critérios de priorização técnicos e dos anseios da população.

De forma geral, o Cenário Desejável avaliado neste relatório buscará atender os déficits atuais e o crescimento da população, assim, foram levantadas as necessidades relacionadas a:

- Abastecimento de água:
 - Demanda por vazões para abastecimento;
 - Cobertura do atendimento;
 - Consumo *per capita*;
 - Ligações de água;
 - Necessidade de produção de água, considerando as perdas na distribuição;
 - Necessidade de rede de abastecimento de água;
 - Mananciais para abastecimento de água;
 - Qualidade da água.

- Esgotamento sanitário:
 - Necessidade de rede coletora de esgotos;
 - Geração *per capita*;
 - Cobertura do atendimento;
 - Ligações de esgoto;
 - Demanda por tratamento de esgoto;
 - Corpos Receptores.

- Manejo de Águas Pluviais
 - Programas de atendimento a rede de drenagem;
 - Cobertura do atendimento;
 - Cadastramento das redes;
 - Crescimento das redes, conforme a demanda e o crescimento do município;
 - Impermeabilização do solo;

- Situação dos fundos de vale.

4 Abastecimento de água

4.1 Projeção de demandas e perspectivas técnicas

4.1.1 Projeção da demanda por rede de abastecimento de água

O crescimento da população gera a necessidade do aumento da infraestrutura do sistema de abastecimento de água. Para isso, é necessária a projeção de extensão da rede de distribuição de água, bem como aumento das capacidades de captação e reservação.

Considerando os dados do Diagnóstico Técnico Participativo de Naviraí, é possível extrair as relações número de habitantes por ligação de água (Hab/Lig), número de habitantes por extensão de rede (Hab./km) e número de ligações por extensão da rede (Lig./km). Essas informações são apresentadas na Tabela 10.

TABELA 10: FATORES DE DENSIDADE DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE NAVIRAÍ – MS.

Fatores	Índices
Habitantes pelo número de ligação (hab/lig)	2,590
Habitantes por extensão de rede (hab/km)	217,924
Ligações por extensão de rede (lig/km)	84,152

Os valores calculados foram utilizados nas projeções, no horizonte de estudo, da rede de abastecimento de água, dividindo-se a população projetada pelo valor do fator (hab./km). O fator de habitantes pelo número de ligações (hab/lig) possibilitou a projeção do número de ligações. Estima-se que em 2036 serão 28.799 ligações, 9.786 ligações a mais que em 2016. O resultado é apresentado na Tabela 11.

A realidade do abastecimento de água nas áreas rurais é completamente diferente da urbana, por este motivo são apresentadas aqui as estimativas de demanda de rede para a população urbana e posteriormente serão apresentadas propostas de soluções alternativas para a área rural.

TABELA 11: PROSPECÇÃO PARA A REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E NÚMERO DE LIGAÇÕES DE NAVIRAÍ – MS.

Ano	População total	População Urbana	Rede de água urbana (km)	Número de ligações urbanas
2016	52.755	50.118	225,93	18.573
2017	53.911	51.216	230,89	19.013
2018	55.089	52.334	235,93	19.429
2019	56.287	53.473	241,06	19.854
2020	57.507	54.631	246,28	20.286
2021	58.748	55.810	251,60	20.725
2022	60.010	57.009	257,00	21.172
2023	61.293	58.228	262,50	21.627
2024	62.598	59.468	268,09	22.090
2025	63.924	60.727	273,76	22.560
2026	65.271	62.007	279,53	23.038

2027	66.639	63.307	285,39	23.523
2028	68.029	64.627	291,35	24.016
2029	69.439	65.968	297,39	24.517
2030	70.872	67.328	303,52	25.026
2031	72.325	68.709	309,74	25.542
2032	73.799	70.109	316,06	26.066
2033	75.295	71.530	322,47	26.597
2034	76.812	72.972	328,96	27.136
2035	78.351	74.433	335,55	27.683
2036	79.910	75.915	342,23	28.237

4.1.2 Projeção da demanda de água para abastecimento

Conforme apresentado nos estudos populacionais, a população do município aumentará e, conseqüentemente o volume de água demandado. Esta necessidade é avaliada de duas formas: as vazões que devem chegar às residências (demanda geral) e a demanda por produção de água, neste caso, considerando as perdas.

A demanda média por abastecimento de água foi calculada em função da população, utilizando a seguinte equação:

$$Q_{med} = \frac{P \cdot q_m}{86.400} \quad \text{EQUAÇÃO 4.1}$$

Onde:

Q_{med} = Vazão média de abastecimento (l/s);

P = População do ano (hab);

q_m = consumo médio *per capita* (l/s.hab.dia).

Para atender o dia e a hora de maior consumo, foi calculada a demanda máxima por abastecimento de água em função da população, para tanto foi utilizada a seguinte equação:

$$Q_{máx} = \frac{P \cdot q_m \cdot K_1 K_2}{86.400} \quad \text{EQUAÇÃO 4.2}$$

Onde:

$Q_{máx}$ = Vazão máxima de abastecimento (l/s);

P = População do ano (hab);

q_m = consumo médio *per capita* (l/s.hab.dia);

K_1 = Coeficiente de descarga máxima diária;

K_2 = Coeficiente de descarga máxima horária.

O município de Naviraí não possui estudos de variação das vazões diárias e horárias, neste caso, serão adotados os valores de coeficientes de descarga máxima diária e horária recomendados pelas normas técnicas da ABNT e literatura.

O coeficiente de descarga máxima diária (K_1) representa a relação entre o maior consumo diário verificado, e a vazão média diária anual. O valor de K_1 varia, normalmente,

de 1,2 a 2,0, no caso deste projeto, será adotado o valor de 1,2. Tal relação é representada a seguir:

$$K_1 = \frac{\text{Maior consumo diário do ano}}{\text{Vazão média diária do ano}} \quad \text{EQUAÇÃO 4.3}$$

A relação entre a maior vazão horária observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia é representada pelo coeficiente da hora de maior consumo (K_2). O valor de K_2 varia entre 1,5 e 3,0, dependendo das condições locais. Neste estudo será adotado o valor de 1,5 para K_2 . A seguir, a representação da relação de K_2 :

$$K_2 = \frac{\text{Maior vazão horária no dia}}{\text{Vazão média horária no dia}} \quad \text{EQUAÇÃO 4.4}$$

4.1.2.1 Demanda gerada – Vazão para consumo

Na Tabela 12 são apresentadas as vazões necessárias para atender a área urbana ao longo do horizonte deste plano.

A vazão máxima total chegará a 197,55 l/s em 2036, ou seja, 1,54 vezes maior que a vazão de 2016, calculada em 131,17 l/s, sendo esta uma consequência direta do aumento populacional previsto.

TABELA 12: PROSPECÇÃO PARA A DEMANDA DE ÁGUA NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE NAVIRAÍ.

Ano	População Urbana	Consumo per capita (L/hab.dia)	K1	K2	Qmed urbano (l/s)	Qmáx urbano (l/s)
2016	50.118	124,910	1,20	1,50	72,46	130,42
2017	51.216	124,910	1,20	1,50	74,04	133,28
2018	52.334	124,910	1,20	1,50	75,66	136,19
2019	53.473	124,910	1,20	1,50	77,31	139,15
2020	54.631	124,910	1,20	1,50	78,98	142,17
2021	55.810	124,910	1,20	1,50	80,69	145,23
2022	57.009	124,910	1,20	1,50	82,42	148,35
2023	58.228	124,910	1,20	1,50	84,18	151,53
2024	59.468	124,910	1,20	1,50	85,97	154,75
2025	60.727	124,910	1,20	1,50	87,79	158,03
2026	62.007	124,910	1,20	1,50	89,64	161,36
2027	63.307	124,910	1,20	1,50	91,52	164,74
2028	64.627	124,910	1,20	1,50	93,43	168,18
2029	65.968	124,910	1,20	1,50	95,37	171,67
2030	67.328	124,910	1,20	1,50	97,34	175,21
2031	68.709	124,910	1,20	1,50	99,33	178,80
2032	70.109	124,910	1,20	1,50	101,36	182,45

2033	71.530	124,910	1,20	1,50	103,41	186,14
2034	72.972	124,910	1,20	1,50	105,50	189,89
2035	74.433	124,910	1,20	1,50	107,61	193,70
2036	75.915	124,910	1,20	1,50	109,75	197,55

4.1.2.2 Demanda por produção de água, considerando as perdas no sistema

A demanda média por produção de água foi calculada em função da população e do índice de perda na distribuição, utilizando a seguinte equação:

$$Q_{med} = \frac{P \cdot q_m}{86.400(1 - IPT)} \quad \text{EQUAÇÃO 4.5}$$

Onde:

Q_{med} = Vazão média de abastecimento (l/s);

P = População do ano (hab);

q_m = consumo médio *per capita* (l/s.hab.dia);

IPT = Índice de Perda Total;

Os índices de perdas utilizados no cálculo da vazão média foram 14,68% e 30,60%, respectivamente, o menor índice e o maior índice registrado no período de maio a outubro de 2014. Na Tabela 13 são apresentadas as vazões médias de produção de água considerando-se as perdas no sistema de abastecimento.

TABELA 13: VAZÕES DE DEMANDA POR PRODUÇÃO DE ÁGUA, CONSIDERANDO AS PERDAS TOTAIS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE NAVIRAÍ.

Ano	Pop. urbana (hab)	Qmed total (l/s)	Situação 1		Situação 2	
			Perdas (%)	Qmed total (l/s)	Perdas (%)	Qmed (l/s)
2016	50.118	72,46	14,68%	84,92	30,60%	104,40
2017	51.216	74,04	14,68%	86,78	30,60%	106,69
2018	52.334	75,66	14,68%	88,68	30,60%	109,02
2019	53.473	77,31	14,68%	90,61	30,60%	111,39
2020	54.631	78,98	14,68%	92,57	30,60%	113,81
2021	55.810	80,69	14,68%	94,57	30,60%	116,26
2022	57.009	82,42	14,68%	96,60	30,60%	118,76
2023	58.228	84,18	14,68%	98,67	30,60%	121,30
2024	59.468	85,97	14,68%	100,77	30,60%	123,88
2025	60.727	87,79	14,68%	102,90	30,60%	126,51
2026	62.007	89,64	14,68%	105,07	30,60%	129,17
2027	63.307	91,52	14,68%	107,27	30,60%	131,88
2028	64.627	93,43	14,68%	109,51	30,60%	134,63
2029	65.968	95,37	14,68%	111,78	30,60%	137,42
2030	67.328	97,34	14,68%	114,08	30,60%	140,26
2031	68.709	99,33	14,68%	116,42	30,60%	143,13
2032	70.109	101,36	14,68%	118,80	30,60%	146,05
2033	71.530	103,41	14,68%	121,21	30,60%	149,01

2034	72.972	105,50	14,68%	123,65	30,60%	152,01
2035	74.433	107,61	14,68%	126,12	30,60%	155,06
2036	75.915	109,75	14,68%	128,63	30,60%	158,14

Observa-se na Tabela 13 que, no ano de 2016 a vazão média que a população demandará é de 72,46 l/s, mas as perdas fazem com que a produção necessária (captação) seja entre 84,92 e 104,40 l/s, enquanto que para o final do horizonte de planejamento, no ano de 2036, a demanda necessária seria de 109,75 l/s, porém as perdas impõem a necessidade de uma produção entre 128,63 e 158,14 l/s.

As perdas representam maior demanda de geração de água, pois é necessário maior volume captado para se ter os mesmos valores de abastecimento, ou seja, a redução das perdas deve ser foco do município.

4.1.3 Mananciais passíveis de utilização e alternativas

O município de Naviraí possui duas fontes viáveis de mananciais, os superficiais e o subterrâneo.

Como apresentado no Diagnóstico, o município está contido na bacia hidrográfica do Rio Paraná, que abrange 47,46% da área do Estado de Mato Grosso do Sul, e nas sub-bacia do Rio Ivinhema. Está inserido nas Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Ivinhema (68,69%) e Amambai (31,31%). Os mananciais superficiais são formados por rios e córregos, sendo eles:

- Rio Amambaí;
- Rio Curupaí;
- Rio Ivinhema;
- Rio Laranjaí;
- Rio Paraná.

A sede urbana do município está localizada na UPG Ivinhema, a Tabela 14 apresenta as principais características desta UPG.

TABELA 14: DADOS DA UPG IVINHEMA.

Área (km²)	44.837,16			
Municípios	Inserção total			
	Aneurilândia, Angélica, Batayporã, Deodápolis, Douradina, Dourados, Fátima do Sul, Glória de Dourados, Itaporã, Ivinhema, Jateí, Novo Horizonte do Sul, Rio Brillhante, Taquarussu e Vicentina.			
População (2005)	520.046 hab	11,60 hab/km²	Urbana: 428.126 hab	TGCa 2000- 2005: 1,27
Balanco hídrico climatológico	Estações Ivinhema e Dourados: Excesso hídrico em quase todos os meses, com exceção de Ivinhema que apresenta deficiência hídrica em julho. Em termos anuais a evapotranspiração em ambas as estações são muito semelhantes, mas em termos de excesso hídrico anual a estação de Ivinhema apresenta valores maiores quando comparados com Dourados.			
Demanda X Disponibilidade	C1 (Q _m /Pop): 33.020 m³/hab/ano		C2 (Q _t /Q _m): 1,17	

Plano Municipal de Saneamento Básico – Naviraí/MS
Produto D: Prognóstico

	C3 (Q _r /Q ₉₅): 2,52		C4 (Q _r /Q _{7,10}): 3,47	
Aquíferos (km²)	SAC: 2.058,6	SAB: 21.334,4	SASG: 23.160,3	
Vazão média de retirada (m³/s)	Dessedentação animal	Irrigação	Indústria	Abastecimento urbano
	2,593	1,046	1,362	1,28
Principais atividades econômicas (2005)	Indústria: de apoio ao agronegócio, de embalagens, têxteis e confecções, esmagadoras de soja, usinas de açúcar e álcool, frigoríficos bovinos, de aves e suínos, fecularias, curtumes, moageira de grãos. Agropecuária: pecuária de corte e agricultura de soja, milho e trigo, piscicultura.			
	Bovinos: 3.523.066 (cab)	Suínos: 334.927 (cab)	Aves: 12.332.744 (cab)	Áreas plantadas Temporárias: 472.942,2 (ha)
Vazão específica (V_{mlt})	q _{7,10} : 4,110 l/s/km ²		q ₉₅ : 5,659 l/s/km ²	
Cargas Potenciais (Q_{MLT})	No exutório: 8.588 hm ³ /ano	DBO: 5,10 mg/L	P: 0,91 mg/L	
Fontes (t/ano)		Esgoto	Pecuária	Agricultura
	DBO:	10.250	751.278	-
	N:	1.518	262.701	9.875
	P:	190	46.001	84.640

FONTE: PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MATO GROSSO DO SUL, 2010.

4.1.4 Análises de alternativas técnicas

Área Urbana

A principal fonte para abastecimento de água no município de Naviraí/MS são as águas subterrâneas. A sede urbana do município se encontra inserida em área de recarga do aquífero Serra Geral, que possui uma reserva de 5.778.106 m³ renováveis e 1.156.106 exploráveis e uma média de geração de volume de 16.094 m³/h, podendo fornecer água de qualidade com baixo custo.

As demais alternativas técnicas, como captação superficial, implicam em investimentos elevados em implantação de adutoras e Estações de Tratamento de Água – ETA's, sendo alternativas menos vantajosas do ponto de vista econômico, que podem ser exploradas em casos extremos, como impedimento do uso da água subterrânea.

Considerando o volume de água demandado pela população, a capacidade de bombeamento dos poços ativos e o volume do reservatório elevado existente, podemos estudar a capacidade do sistema em atender a população nos dias e horários de ocorrência de vazões máximas, como a seguir.

TABELA 15: ANÁLISE DA CAPACIDADE DO SETOR ABASTECIDO DIRETAMENTE PELOS RESERVATÓRIOS APOIADOS (60% DO SISTEMA).

Sem perdas - 60% da Área Urbana							
Ano	Pop. Urb. (hab)	Qmed total (m ³ /h)	Qmed máx (m ³ /h)	Qmáx 60% (m ³ /h)	Cap. bomb. Apoiado (m ³ /h)	Volume Res. apoiado (m ³)	Balço do setor (m ³ /h)
2016	50.118	260,84	469,52	281,71	538,23	4.250,00	+4.306,52
2017	51.216	266,56	479,80	287,88	538,23	4.250,00	+4.300,35
2018	52.334	272,38	490,28	294,17	538,23	4.250,00	+4.294,06
2019	53.473	278,30	500,95	300,57	538,23	4.250,00	+4.287,66
2020	54.631	284,33	511,80	307,08	538,23	4.250,00	+4.281,15
2021	55.810	290,47	522,84	313,71	538,23	4.250,00	+4.274,52
2022	57.009	296,71	534,08	320,45	538,23	4.250,00	+4.267,78
2023	58.228	303,05	545,50	327,30	538,23	4.250,00	+4.260,93
2024	59.468	309,51	557,11	334,27	538,23	4.250,00	+4.253,96
2025	60.727	316,06	568,91	341,35	538,23	4.250,00	+4.246,88
2026	62.007	322,72	580,90	348,54	538,23	4.250,00	+4.239,69
2027	63.307	329,49	593,08	355,85	538,23	4.250,00	+4.232,38
2028	64.627	336,36	605,44	363,27	538,23	4.250,00	+4.224,96
2029	65.968	343,33	618,00	370,80	538,23	4.250,00	+4.217,43
2030	67.328	350,41	630,75	378,45	538,23	4.250,00	+4.209,78
2031	68.709	357,60	643,68	386,21	538,23	4.250,00	+4.202,02
2032	70.109	364,89	656,80	394,08	538,23	4.250,00	+4.194,15
2033	71.530	372,29	670,12	402,07	538,23	4.250,00	+4.186,16
2034	72.972	379,79	683,62	410,17	538,23	4.250,00	+4.178,06
2035	74.433	387,39	697,31	418,38	538,23	4.250,00	+4.169,85
2036	75.915	395,10	711,19	426,71	538,23	4.250,00	+4.161,52

TABELA 16: ANÁLISE DA CAPACIDADE DO SETOR ABASTECIDO PELO RESERVATÓRIO ELEVADO (40% DO SISTEMA).

Sem perdas - 40% da Área Urbana							
Ano	Pop. urbana (hab)	Qmed total (m ³ /h)	Qmed máx (m ³ /h)	Qmáx 40% (m ³ /h)	Cap. bomb. Elevado (m ³ /h)	Volume Res. elevado (m ³)	Balanco do sistema 40% (m ³ /h)
2016	50.118	260,84	469,52	187,81	200,00	200,00	+212,19
2017	51.216	266,56	479,80	191,92	200,00	200,00	+208,08
2018	52.334	272,38	490,28	196,11	200,00	200,00	+203,89
2019	53.473	278,30	500,95	200,38	200,00	200,00	+199,62
2020	54.631	284,33	511,80	204,72	200,00	200,00	+195,28
2021	55.810	290,47	522,84	209,14	200,00	200,00	+190,86
2022	57.009	296,71	534,08	213,63	200,00	200,00	+186,37
2023	58.228	303,05	545,50	218,20	200,00	200,00	+181,80
2024	59.468	309,51	557,11	222,84	200,00	200,00	+177,16
2025	60.727	316,06	568,91	227,56	200,00	200,00	+172,44
2026	62.007	322,72	580,90	232,36	200,00	200,00	+167,64
2027	63.307	329,49	593,08	237,23	200,00	200,00	+162,77
2028	64.627	336,36	605,44	242,18	200,00	200,00	+157,82
2029	65.968	343,33	618,00	247,20	200,00	200,00	+152,80
2030	67.328	350,41	630,75	252,30	200,00	200,00	+147,70
2031	68.709	357,60	643,68	257,47	200,00	200,00	+142,53
2032	70.109	364,89	656,80	262,72	200,00	200,00	+137,28
2033	71.530	372,29	670,12	268,05	200,00	200,00	+131,95
2034	72.972	379,79	683,62	273,45	200,00	200,00	+126,55
2035	74.433	387,39	697,31	278,92	200,00	200,00	+121,08
2036	75.915	395,10	711,19	284,47	200,00	200,00	+115,53

Por outro lado, quando se estima a vida útil do sistema considerando o horário de maior consumo e as perdas identificadas, é possível prever que o sistema necessitaria de intervenção antes do horizonte de planejamento, como segue.

TABELA 17: ANÁLISE DA CAPACIDADE DO SETOR ABASTECIDO DIRETAMENTE PELOS RESERVATÓRIOS APOIADOS, CONSIDERANDO AS PERDAS ESTIMADAS.

Com perdas - 60% da Área Urbana				
Ano	Situação 1 (perda: 14,68%)		Situação 2 (perda: 30,60%)	
	Qmáx (m ³ /h)	Balanco do sistema (m ³ /h)	Qmáx (m ³ /h)	Balanco do sistema (m ³ /h)
2016	330,18	4.258,05	405,92	+4.182,31
2017	337,41	4.250,82	414,82	+4.173,41
2018	344,78	4.243,45	423,87	+4.164,36
2019	352,28	4.235,95	433,09	+4.155,14
2020	359,92	4.228,31	442,48	+4.145,75
2021	367,68	4.220,55	452,03	+4.136,20
2022	375,58	4.212,65	461,74	+4.126,49
2023	383,61	4.204,62	471,61	+4.116,62
2024	391,78	4.196,45	481,65	+4.106,58
2025	400,08	4.188,15	491,85	+4.096,38
2026	408,51	4.179,72	502,22	+4.086,01
2027	417,07	4.171,16	512,75	+4.075,48
2028	425,77	4.162,46	523,44	+4.064,79
2029	434,60	4.153,63	534,29	+4.053,94

Com perdas - 60% da Área Urbana				
Ano	Situação 1 (perda: 14,68%)		Situação 2 (perda: 30,60%)	
	Q _{máx} (m ³ /h)	Balanco do sistema (m ³ /h)	Q _{máx} (m ³ /h)	Balanco do sistema (m ³ /h)
2030	443,56	4.144,67	545,31	+4.042,92
2031	452,66	4.135,57	556,50	+4.031,73
2032	461,89	4.126,34	567,84	+4.020,39
2033	471,25	4.116,98	579,35	+4.008,88
2034	480,74	4.107,49	591,02	+3.997,21
2035	490,37	4.097,86	602,86	+3.985,37
2036	500,13	4.088,10	614,86	+3.973,37

TABELA 18: ANÁLISE DA CAPACIDADE DO SETOR ABASTECIDO PELO RESERVATÓRIO ELEVADO, CONSIDERANDO AS PERDAS ESTIMADAS.

Com perdas - 40% da Área Urbana				
Ano	Situação 1 (perda: 14,68%)		Situação 2 (perda: 30,60%)	
	Q _{máx} (m ³ /h)	Balanco do sistema (m ³ /h)	Q _{máx} (m ³ /h)	Balanco do sistema (m ³ /h)
2016	220,12	179,88	270,61	+129,39
2017	224,94	175,06	276,54	+123,46
2018	229,85	170,15	282,58	+117,42
2019	234,85	165,15	288,73	+111,27
2020	239,94	160,06	294,99	+105,01
2021	245,12	154,88	301,35	+98,65
2022	250,39	149,61	307,83	+92,17
2023	255,74	144,26	314,41	+85,59
2024	261,19	138,81	321,10	+78,90
2025	266,72	133,28	327,90	+72,10
2026	272,34	127,66	334,81	+65,19
2027	278,05	121,95	341,83	+58,17
2028	283,85	116,15	348,96	+51,04
2029	289,73	110,27	356,20	+43,80
2030	295,71	104,29	363,54	+36,46
2031	301,77	98,23	371,00	+29,00
2032	307,92	92,08	378,56	+21,44
2033	314,17	85,83	386,23	+13,77
2034	320,50	79,50	394,02	+5,98
2035	326,91	73,09	401,91	-1,91
2036	333,42	66,58	409,91	-9,91

Área Rural

Na área rural de Naviraí foram identificados problemas no sistema de abastecimento de água no Assentamento Juncal e Distrito de Porto Caiuá. Ambas as áreas apresentam sistemas que não suprem a demanda de água da população. Como alternativa técnica, podem ser instaladas nessa região cisternas individuais de coleta de água da chuva (Figura 7), com incentivo e apoio técnico e financeiro da Prefeitura ou de órgãos federais relacionados. Para atender os períodos de seca podem ser instaladas cisternas coletivas de abastecimento de água potável por caminhões pipa, nas regiões em que há maior densidade demográfica.

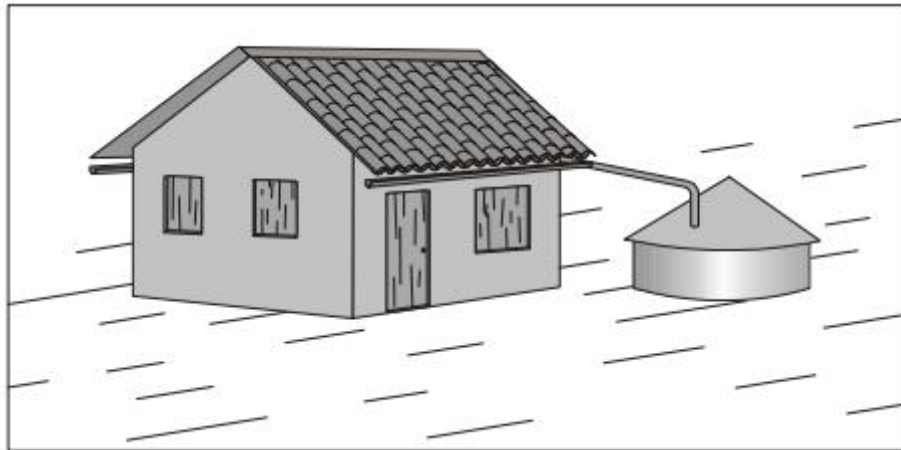


FIGURA 7: CISTERNAS DE COLETA DE ÁGUA DA CHUVA. FONTE: (PORTO, ET AL, 1999)

Segundo Decreto 7217, que regulamenta a Lei Federal nº 11.445/2007, em seu artigo 68:

“Art. 68. A União apoiará a população rural dispersa e a população de pequenos núcleos urbanos isolados na contenção, reservação e utilização de águas pluviais para o consumo humano e para a produção de alimentos destinados ao autoconsumo, mediante programa específico que atenda ao seguinte:

I - utilização de tecnologias sociais tradicionais, originadas das práticas das populações interessadas, especialmente na construção de cisternas e de barragens simplificadas; e

II - apoio à produção de equipamentos, especialmente cisternas, independentemente da situação fundiária da área utilizada pela família beneficiada ou do sítio onde deverá se localizar o equipamento.

§ 1º No caso de a água reservada se destinar a consumo humano, o órgão ou entidade federal responsável pelo programa oficiará a autoridade sanitária municipal, comunicando-a da existência do equipamento de retenção e reservação de águas pluviais, para que se proceda ao controle de sua qualidade, nos termos das normas vigentes no SUS. (...)”

Esta alternativa também está adequada às novas diretrizes estabelecidas pela Lei Federal 12.862, que altera a Lei 11.445, que diz:

“Art. 2. XIII - adoção de medidas de fomento à moderação do consumo de água.”

(...)

“Art. 48. XII - estímulo ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de equipamentos e métodos economizadores de água.”

“Art. 49. XI - incentivar a adoção de equipamentos sanitários que contribuam para a redução do consumo de água;

(...)

XII - promover educação ambiental voltada para a economia de água pelos usuários.”

Sugere-se ainda uma parceria com a concessionária para viabilização destas propostas, dando apoio técnico e treinamento aos moradores da área rural, principalmente para garantir a qualidade da água para consumo dessa população.

4.1.5 Previsão de eventos de emergência e contingência

Situações emergenciais na operação do sistema de abastecimento de água podem ocorrer quando da paralisação na produção, na adução ou na distribuição à população. A falta de abastecimento devido a situações emergenciais deve ser prevista sempre que possível, pois desta forma é possível reduzir o risco de os habitantes ficarem sem água potável para suas atividades.

Atualmente Naviraí possui capacidade de reserva de 4.200 m³, considerando os reservatórios apoiados e elevado, o que supriria a necessidade da população por aproximadamente 16 horas, adotando-se o consumo *per capita* de 124,91 l/hab/dia, sem racionamento. O volume reservado deve garantir o abastecimento por tempo suficiente para solução dos problemas no sistema. É válido ressaltar, porém, que o abastecimento é realizado em sua totalidade por águas subterrâneas, ou seja, se houver algum problema no manancial que impeça o uso dessa água, será necessário buscar soluções alternativas para o abastecimento, como a captação e tratamento de águas subterrâneas.

Existem duas categorias de eventos de emergência e contingência: a falta de água parcial ou localizada e a generalizada, quando toda a população fica sem água. Na Figura 8 e Figura 9 são elencadas as origens dos possíveis eventos e as ações de emergência e contingência para minimizar ou resolver os problemas destacados em cada uma delas.

FALTA DE ÁGUA PARCIAL OU LOCALIZADA

• ORIGEM

- Interrupção temporária do fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água;
- Interrupção no fornecimento de energia elétrica em setores de distribuição;
- Danificações de equipamentos de estações elevatórias de água tratada;
- Rompimento de redes e linhas adutoras de água tratada.

• PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

- Verificação e adequação de plano de ação às características da ocorrência;
- Comunicação à população/ intuições/ autoridades;
- Comunicação à polícia;
- Deslocamento de frotas de caminhão tanque;
- Reparo das instalações danificadas;
- Transferência de água entre setores de abastecimento;
- Instalação de equipamentos eletromecânicos de reserva (ex: conj. motor-bomba).

FIGURA 8: ORIGEM E PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA PARA A FALTA DE ÁGUA PARCIAL OU LOCALIZADA.

FALTA DE ÁGUA GENERALIZADA

• **ORIGEM**

- Inundações dos conjuntos de recalques de água com danificação de equipamentos eletromecânicos/ estruturas;
- Solapamento de apoios de estruturas com arrebentamento da adução de água produzida;
- Interrupção prolongada no fornecimento de energia elétrica nas instalações de tratamento de água;
- Qualidade inadequada da água dos mananciais subterrâneos;
- Vazamento de cloro nas instalações de tratamento de água
- Ações de vandalismo.

• **PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA**

- Verificação e adequação de plano de ação às características da ocorrência;
- Comunicação à população/ intuições/ autoridades/ Defesa Civil;
- Comunicação à polícia;
- Racionamento da água disponível em reservatórios;
- Reparo das instalações danificadas;
- Deslocamento de frota de caminhão tanque;
- Implementação de rodízio de abastecimento;
- Captação e tratamento de água de mananciais superficiais.

FIGURA 9: ORIGEM E PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA PARA A FALTA DE ÁGUA GENERALIZADA.

4.2 Análises SWOT – Abastecimento de água

A análise SWOT de abastecimento de água é apresentada na Tabela 19.

TABELA 19: ANÁLISE SWOT DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.

FORÇAS	FRAQUEZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Rede de água instalada em 100% da área urbana; • Baixo investimento para captação; • Baixo investimento em tratamento para distribuição; • Autarquia organizada e estruturada. • Plano Diretor existente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado índice de perdas; • Elevado custo com bombeamento; • O sistema não está otimizado; • Área rural com problemas no abastecimento de água.
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> • Está inserida numa região com potencial hídrico, tanto subterrâneo quanto superficial; • Convênio entre município e Conselho das Cidades para garantir o cumprimento das metas do PMSB de Naviraí; (Lei 1950/21-10-2015); • Possibilidade de renovação da concessão com a atual concessionária de serviço; • Lei federal 11.445, de 05/01/07, do Saneamento Básico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os índices de perdas se elevarem; • Potencial hídrico diminuir com o excesso de abastecimento; • Toda a água captada provém de um único manancial.

4.3 Objetivos estratégicos para o sistema de abastecimento de água

Na Tabela 20 são apresentados os objetivos estratégicos propostos por este Plano para o sistema de abastecimento de água, bem como sua classificação de prioridades para implantação.

TABELA 20: OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO.

Objetivos estratégicos	Crítérios de avaliação	Priorização (Tabela 8)
Garantir segurança na produção e distribuição de água com índices de qualidade, volume e pressão adequados.	Acesso da população aos serviços de abastecimento de água.	Emergencial
Proteger a saúde pública.	Avaliação da qualidade da água.	Emergencial
Proteger e preservar o meio ambiente.	Sustentabilidade e integridade infra estrutural do sistema.	Curto
Garantir o equilíbrio econômico-financeiro do sistema.	Eficiência do uso da água	Médio
Assegurar aplicação adequada dos recursos da entidade e manter o atual nível do custo do abastecimento d água.	Eficiência do uso da energia.	Longo
Garantir a eficiência do sistema, inclusive do ponto de vista hidroenergético.	Eficiência da utilização dos recursos humanos, tecnológicos e materiais.	Longo
Promover acesso da população rural à água em quantidade e qualidade adequadas.	Acesso da população rural à água.	Emergencial

5 Esgotamento Sanitário

5.1 Projeção de demandas e perspectivas técnicas

5.1.1 Projeção da demanda por rede de esgotos

Assim como o discutido para o sistema de abastecimento de água, o crescimento da população deve ser acompanhado da expansão do sistema de esgotamento sanitário. No caso do município de Naviraí existe estação de tratamento de esgoto e rede coletora de esgoto atendendo a população.

Para este estudo de projeção foram utilizados dados do sistema de esgotamento sanitário de Naviraí apresentados no Diagnóstico Técnico Participativo, onde é possível extrair as relações de número de habitantes por ligação de esgoto (hab/lig) e a extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig). Esses dados permitem obter a relação de número de habitantes por extensão de rede (hab/km), que será utilizado para estimar a expansão da rede coletora de esgoto de Naviraí. Na Tabela 21 estão os valores extraídos do Diagnóstico e a relação de habitantes por extensão obtida.

TABELA 21: ÍNDICES CALCULADOS A PARTIR DE DADOS DO DIAGNÓSTICO TÉCNICO PARTICIPATIVO.

Fatores	Índices
Habitantes pelo número de ligação (hab/lig)	3,149
Habitantes por extensão de rede (hab/km)	175,612
Extensão de rede por ligação (m/lig)	55,772

Os fatores calculados foram usados para as projeções e estimativa da demanda por rede de esgotamento sanitário. Desta forma a população projetada foi dividida pelo fator “Habitantes por extensão de rede (hab/km)” e multiplicada pelo índice de cobertura, o resultado dessa relação é a extensão da rede (km), apresentada na Tabela 22.

O índice de cobertura de esgoto em 2014 era de aproximadamente 16%. Para sua projeção até o horizonte de planejamento, não foi considerada a universalização, devido ao grande investimento financeiro demandado. As estimativas foram baseadas na meta do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) para o estado do Mato Grosso do Sul, de aproximadamente 80% em 2033, sendo estendida até 2036.

A projeção do número de ligações de esgoto será igual ao número de habitantes dividido pelo fator hab/ligação e multiplicado pelo índice de cobertura de esgoto. Também foi considerada a meta do PLANSAB, conforme projeção apresentada a seguir.

TABELA 22: PROSPECÇÃO PARA A REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO E NÚMERO DE LIGAÇÕES DE ESGOTO DE NAVIRAÍ/MS.

Ano	População Urbana	Índice de Cobertura (%)	Rede de Esgoto (km)	Ligações
2016	50.118	19,55%	55,79	3.112
2017	51.216	23,10%	67,37	3.757
2018	52.334	26,65%	79,42	4.429
2019	53.473	30,20%	91,96	5.129
2020	54.631	33,75%	104,99	5.856
2021	55.810	37,30%	118,54	6.611
2022	57.009	40,85%	132,61	7.396
2023	58.228	44,40%	147,22	8.211
2024	59.468	47,95%	162,37	9.056
2025	60.727	51,50%	178,09	9.932
2026	62.007	55,05%	194,38	10.841
2027	63.307	58,60%	211,25	11.782
2028	64.627	62,15%	228,72	12.756
2029	65.968	65,70%	246,80	13.765
2030	67.328	69,25%	265,50	14.808
2031	68.709	72,80%	284,83	15.886
2032	70.109	76,35%	304,81	17.000
2033	71.530	79,90%	325,45	18.151
2034	72.972	83,45%	346,76	19.340
2035	74.433	87,00%	368,75	20.566
2036	75.915	90,55%	391,44	21.831

Caso fosse considerada uma meta para universalização dos serviços de esgotamento sanitário, desconsiderando-se a meta do PLANSAB, a demanda por rede coletora e ligações de esgoto em 2036 seriam de 432,29 km e 24.110 ligações, respectivamente.

5.1.2 Demanda por tratamento de esgoto

Como mostrado anteriormente, a tendência de desenvolvimento da população do município de Naviraí indica um aumento até o horizonte deste Plano, resultando no aumento do volume de esgoto produzido.

A demanda média por tratamento de esgoto foi calculada em função da população, utilizando a seguinte equação:

$$Q_{med} = \left(\frac{P \cdot q_m}{86.400} \cdot C \right) + Q_{inf} \quad \text{EQUAÇÃO 5.1}$$

Onde:

Q_{med} = Vazão média de demanda (l/s);

P = População do ano (hab);

q_m = Consumo médio *per capita* (L/hab.dia);

C = Coeficiente de retorno;

Q_{inf} = Vazão de infiltração (l/s).

Sendo:

$$Q_{inf} = L \cdot T x_{inf} \quad \text{EQUAÇÃO 5.2}$$

Onde:

Q_{inf} = Vazão de infiltração (l/s);

L = Comprimento da rede coletora de esgoto (km);

$T x_{inf}$ = Coeficiente de infiltração (l/s.km).

Coeficiente de Retorno (C)

Segundo a norma NBR 9649/1986 o coeficiente de retorno é a relação média entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida e quando inexistem dados locais oriundos de pesquisa recomenda-se 0,80, valor adotado no presente estudo.

Coeficiente de Infiltração ($T x_{inf}$)

Parte das águas pluviais e do lençol freático podem indevidamente adentrar no sistema de esgotamento sanitário. O coeficiente de infiltração é utilizado para prever o acréscimo destas águas. A norma NBR 9649/86 e a literatura especializada recomendam que seja adotado um valor entre 0,05 e 1,0 l/s.km. Para efeito deste estudo, o valor adotado foi de 0,10 l/s.km.

As vazões máximas de esgoto no horizonte de projeto para o município de Naviraí foram calculadas a partir da Vazão média de esgoto ($Q_{méd}$). A equação do $Q_{máx}$ é demonstrada a seguir.

$$Q_{máx} = Q_{méd} \times K_1 \times K_2 \quad \text{EQUAÇÃO 5.3}$$

Onde:

$Q_{máx}$ = Demanda máxima diária de produção de esgoto, l/s;

$Q_{méd}$ = Demanda média de produção de esgoto, l/s;

K_1 = Coeficiente de descarga máxima diária;

K_2 = Coeficiente da hora de maior consumo.

A seguir são apresentadas as variações das vazões médias e máximas de esgoto que serão produzidas pela população urbana atendida pelo sistema de esgotamento sanitário, conforme metas estabelecidas.

TABELA 23: PROSPECTIVA DE VAZÕES MÉDIAS E MÁXIMAS DE ESGOTO NO HORIZONTE DE PLANEJAMENTO PARA NAVIRAÍ/MS.

Ano	População Urbana	Índice de Cobertura (%)	Rede de Esgoto (km)	Vazões Totais - Pop. Urbana		
				Q inf (l/s)	Q méd (l/s)	Q máx (l/s)
2016	50.118	19,55%	55,79	5,58	16,91	25,98
2017	51.216	23,10%	67,37	6,74	20,42	31,37
2018	52.334	26,65%	79,42	7,94	24,07	36,98
2019	53.473	30,20%	91,96	9,20	27,87	42,81
2020	54.631	33,75%	104,99	10,50	31,82	48,88
2021	55.810	37,30%	118,54	11,85	35,93	55,19
2022	57.009	40,85%	132,61	13,26	40,20	61,74
2023	58.228	44,40%	147,22	14,72	44,62	68,54
2024	59.468	47,95%	162,37	16,24	49,22	75,60
2025	60.727	51,50%	178,09	17,81	53,98	82,92
2026	62.007	55,05%	194,38	19,44	58,92	90,50
2027	63.307	58,60%	211,25	21,13	64,03	98,36
2028	64.627	62,15%	228,72	22,87	69,33	106,49
2029	65.968	65,70%	246,80	24,68	74,81	114,91
2030	67.328	69,25%	265,50	26,55	80,47	123,61
2031	68.709	72,80%	284,83	28,48	86,33	132,62
2032	70.109	76,35%	304,81	30,48	92,39	141,92
2033	71.530	79,90%	325,45	32,55	98,65	151,53
2034	72.972	83,45%	346,76	34,68	105,11	161,45
2035	74.433	87,00%	368,75	36,87	111,77	171,69
2036	75.915	90,55%	391,44	39,14	118,65	182,25

5.1.3 Projeção da geração total de esgoto

A projeção da geração de esgoto foi calculada a partir da geração média *per capita* de esgoto (99,93 l/s – 80% do consumo *per capita* de água) multiplicado pela projeção do número de habitantes. O resultado desse cálculo é apresentado na Tabela 24 e representa o volume total gerado tanto pela população rural quanto urbana, considerando também a população urbana não atendida pelo sistema de coleta. Em 2036 o total de volume de esgoto gerado será de 2.914.618,51 m³, 51,47% a mais que em 2016. A geração de esgoto pela população urbana será de 2.768.887,58m³ em 2036.

TABELA 24: GERAÇÃO TOTAL DE ESGOTO NO HORIZONTE DE PROJETO PARA NAVIRAÍ/MS.

Ano	População total	População Urbana	Geração total de esgoto (m³)	Geração de esgoto Urbana (m³)
2016	52.755	50.118	1.924.188,89	1.827.979,45
2017	53.911	51.216	1.966.350,20	1.868.032,69
2018	55.089	52.334	2.009.286,27	1.908.821,95
2019	56.287	53.473	2.052.997,09	1.950.347,23
2020	57.507	54.631	2.097.482,66	1.992.608,53
2021	58.748	55.810	2.142.742,99	2.035.605,84
2022	60.010	57.009	2.188.778,07	2.079.339,17
2023	61.293	58.228	2.235.587,91	2.123.808,52
2024	62.598	59.468	2.283.172,51	2.169.013,88
2025	63.924	60.727	2.331.531,85	2.214.955,26
2026	65.271	62.007	2.380.665,96	2.261.632,66
2027	66.639	63.307	2.430.574,82	2.309.046,07
2028	68.029	64.627	2.481.258,43	2.357.195,51
2029	69.439	65.968	2.532.716,80	2.406.080,96
2030	70.872	67.328	2.584.949,92	2.455.702,42
2031	72.325	68.709	2.637.957,80	2.506.059,91
2032	73.799	70.109	2.691.740,43	2.557.153,41
2033	75.295	71.530	2.746.297,82	2.608.982,93
2034	76.812	72.972	2.801.629,96	2.661.548,46
2035	78.351	74.433	2.857.736,86	2.714.850,01
2036	79.910	75.915	2.914.618,51	2.768.887,58

5.1.4 Projeção do volume de esgoto destinado à ETE

O volume de esgoto gerado e destinado a ETE é acrescido de contribuições provenientes do subsolo, infiltrações originárias das águas que penetram pelas juntas das tubulações, nas imperfeições das paredes dos condutos, estações elevatórias, entre outras. A determinação do volume de infiltração de água no sistema de esgotamento sanitário é feita a partir da adoção do coeficiente de infiltração, que neste caso será o mesmo utilizado no item 5.1.2 deste documento: 0,10 l/s.km. Desta forma, o volume de esgoto destinado à ETE foi calculado a partir da Equação 5.4.

$$V.ETE = V.gerado \times IC + Ext.da\ rede \times Tx.infilt. \quad \text{EQUAÇÃO 5.4}$$

Onde:

Vol. ETE = Volume de esgoto gerado destinado a ETE, m³/ano;

Vol. Gerado = Volume de esgoto gerado pela população atendida, m³;

IC = Índice de cobertura, %;

Extensão da rede = Extensão da rede coletora de esgoto, km;

Tx. Infilt. = Taxa de infiltração, l/s.km.

Na Tabela 25 é apresentado os valores de volume de esgoto urbano destinado a ETE para o horizonte de projeto no município de Naviraí.

TABELA 25: PROJEÇÃO DO VOLUME DE ESGOTO DESTINADO A ETE.

Ano	População Urbana	Geração de esgoto Urbana (m ³)	IC (%)	Extensão da rede Urbana (km)	Tx de infiltração (m ³ /km.ano)	Volume de esgoto destinado à ETE (m ³)
2016	50.118	1.827.979,45	19,55%	55,79	3.153,60	533.320,82
2017	51.216	1.868.032,69	23,10%	67,37	3.153,60	643.971,91
2018	52.334	1.908.821,95	26,65%	79,42	3.153,60	759.159,63
2019	53.473	1.950.347,23	30,20%	91,96	3.153,60	879.000,97
2020	54.631	1.992.608,53	33,75%	104,99	3.153,60	1.003.612,89
2021	55.810	2.035.605,84	37,30%	118,54	3.153,60	1.133.112,40
2022	57.009	2.079.339,17	40,85%	132,61	3.153,60	1.267.616,45
2023	58.228	2.123.808,52	44,40%	147,22	3.153,60	1.407.242,03
2024	59.468	2.169.013,88	47,95%	162,37	3.153,60	1.552.106,13
2025	60.727	2.214.955,26	51,50%	178,09	3.153,60	1.702.325,71
2026	62.007	2.261.632,66	55,05%	194,38	3.153,60	1.858.017,76
2027	63.307	2.309.046,07	58,60%	211,25	3.153,60	2.019.299,26
2028	64.627	2.357.195,51	62,15%	228,72	3.153,60	2.186.287,18
2029	65.968	2.406.080,96	65,70%	246,80	3.153,60	2.359.098,51
2030	67.328	2.455.702,42	69,25%	265,50	3.153,60	2.537.850,22
2031	68.709	2.506.059,91	72,80%	284,83	3.153,60	2.722.659,30
2032	70.109	2.557.153,41	76,35%	304,81	3.153,60	2.913.642,71
2033	71.530	2.608.982,93	79,90%	325,45	3.153,60	3.110.917,45
2034	72.972	2.661.548,46	83,45%	346,76	3.153,60	3.314.600,49
2035	74.433	2.714.850,01	87,00%	368,75	3.153,60	3.524.808,81
2036	75.915	2.768.887,58	90,55%	391,44	3.153,60	3.741.659,38

5.1.5 Estimativa de DBO e coliformes termotolerantes

O esgoto doméstico compõe-se basicamente de líquidos de hábitos higiênicos e das necessidades fisiológicas como urina, fezes, restos de comida, lavagem de áreas comuns, etc. Sua composição inclui sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, matéria orgânica, nutrientes (nitrogênio e fósforo), organismos patogênicos (vírus, bactérias, protozoários e helmintos), entre outras substâncias.

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) é a unidade operacional do sistema de esgotamento sanitário que tem como objetivo remover as cargas poluentes do esgoto bruto (esgoto sem tratamento) através de processos físicos, químicos ou biológicos, e retorná-lo ao meio ambiente com características que atendam aos padrões exigidos pelas legislações ambientais.

Na Tabela 19 são apresentados valores de referência da literatura das características do esgoto bruto. De acordo com Jordão e Pessoa (2005) as características brutas do esgoto doméstico não são variáveis que se alteram em razão do tempo e sim em relação às características dos compostos nestes lançados ou descartados.

TABELA 26: ESTIMATIVA DA QUALIDADE DO ESGOTO DOMÉSTICO BRUTO.

Parâmetro	Unidade	Esgoto bruto		
		Esgoto Forte	Esgoto Médio	Esgoto Fraco
DBO _{5,20}	mg/L	300	200	100
DQO	mg/L	800	400	200
Sólidos totais	mg/L	1.000	500	200
Sólidos sedimentáveis	mL/L	20	10	5
Nitrogênio total	mg/L	85	40	20
Fósforo total	mg/L	20	10	5

FONTE: (JORDÃO E PESSÓA, 2005).

No estado de Mato Grosso do Sul os padrões de lançamento para o esgoto tratado deverão atender aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N°357/2005, Resolução CONAMA N°430/2011 e Deliberação CECA/MS N°036/2012. A Tabela 27 mostra esses padrões.

TABELA 27: PADRÕES DE LANÇAMENTO DE ESGOTO TRATADO SEGUNDO LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.

Parâmetro	Unidade	Legislação Ambiental para Lançamento de Efluente	
		Deliberação CECA N° 036/12	Resolução CONAMA N° 430/11
Temperatura da amostra	°C	<40,00	<40,0
pH	-	5,00 - 9,00	5,00 - 9,00
DBO 5,20	mg/L	120,00 ou >80% eficiência	120,00 ou >60% eficiência
Sólidos Sedimentáveis	mg/L	1	1

Considerando que o esgoto bruto doméstico gera uma concentração de cerca de 300mg/L de DBO, a Tabela 21 apresenta as cargas estimadas de DBO produzidas anualmente ao longo do horizonte de planejamento. A carga de DBO total refere-se a todo o volume de esgoto produzido e foi estimada a partir população urbana total, enquanto a carga de DBO com tratamento foi estimada com base na população atendida segundo o índice de cobertura, e cresce gradativamente conforme o sistema de esgoto é ampliado.

TABELA 28: ESTIMATIVA DE CARGA DE DBO SEM E COM TRATAMENTO.

Ano	População Urbana	IC	Demanda por trat de esgoto. Q méd total (l/s)	Carga DBO - Kg/dia		
				Total	S/ tratamento	C/ tratamento
2016	50.118	19,55%	63,54	1.647,07	1.325,06	322,00
2017	51.216	23,10%	65,97	1.709,99	1.314,98	395,01
2018	52.334	26,65%	68,47	1.774,75	1.301,78	472,97
2019	53.473	30,20%	71,04	1.841,38	1.285,28	556,10
2020	54.631	33,75%	73,68	1.909,90	1.265,31	644,59
2021	55.810	37,30%	76,40	1.980,36	1.241,69	738,67
2022	57.009	40,85%	79,20	2.052,78	1.214,22	838,56
2023	58.228	44,40%	82,07	2.127,19	1.182,72	944,47
2024	59.468	47,95%	85,02	2.203,63	1.146,99	1.056,64
2025	60.727	51,50%	88,04	2.282,12	1.106,83	1.175,29

Ano	População Urbana	IC	Demanda por trat de esgoto. Q méd total (l/s)	Carga DBO - Kg/dia		
				Total	S/ tratamento	C/ tratamento
2026	62.007	55,05%	91,15	2.362,70	1.062,03	1.300,67
2027	63.307	58,60%	94,34	2.445,41	1.012,40	1.433,01
2028	64.627	62,15%	97,62	2.530,26	957,70	1.572,56
2029	65.968	65,70%	100,98	2.617,30	897,73	1.719,57
2030	67.328	69,25%	104,42	2.706,56	832,27	1.874,29
2031	68.709	72,80%	107,95	2.798,06	761,07	2.036,99
2032	70.109	76,35%	111,57	2.891,84	683,92	2.207,92
2033	71.530	79,90%	115,28	2.987,94	600,58	2.387,36
2034	72.972	83,45%	119,07	3.086,37	510,79	2.575,58
2035	74.433	87,00%	122,96	3.187,18	414,33	2.772,85
2036	75.915	90,55%	126,94	3.290,40	310,94	2.979,46

5.1.6 Análise de alternativas técnicas

Área Urbana

Para estimar a vida útil do sistema de tratamento de esgoto, considerando a demanda gerada pela expansão da rede coletora, admitiu-se que a capacidade de tratamento deve ser igual ou superior à vazão máxima diária ($Q_{m\acute{a}x}$) do período. Na Tabela 29 é apresentada a variação da vazão máxima e o balanço em relação à capacidade de tratamento do sistema atual.

Com base na capacidade atual de tratamento do sistema (80,00 l/s), foi feita uma previsão da necessidade de ampliação. As estimativas indicam que o sistema atual de tratamento tem capacidade para operar sem necessidade de intervenção até o ano de 2024, sendo necessário ampliar a capacidade de tratamento a partir de 2025. A ampliação total necessária até 2036 é estimada em 102,25 l/s.

TABELA 29: CAPACIDADE DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE NAVIRAÍ/MS.

Ano	Q máx (l/s) – população atendida	Capacidade de tratamento do sistema (l/s)	Balanço do sistema de tratamento (l/s)	Necessidade de ampliação do sistema nos períodos de planejamento (l/s)	
2016	25,98	80,00	+54,02	0	Emergencial
2017	31,37	80,00	+48,63	0	Curto Prazo
2018	36,98	80,00	+43,02		
2019	42,81	80,00	+37,19		
2020	48,88	80,00	+31,12		
2021	55,19	80,00	+24,81		
2022	61,74	80,00	+18,26	Ampliação de 26,49	Médio Prazo
2023	68,54	80,00	+11,46		
2024	75,60	80,00	+4,40		
2025	82,92	80,00	-2,92		
2026	90,50	80,00	-10,50		
2027	98,36	80,00	-18,36		
2028	106,49	80,00	-26,49		
2029	114,91	80,00	-34,91	Ampliação de 75,76	Longo Prazo
2030	123,61	80,00	-43,61		
2031	132,62	80,00	-52,62		
2032	141,92	80,00	-61,92		
2033	151,53	80,00	-71,53		
2034	161,45	80,00	-81,45		
2035	171,69	80,00	-91,69		
2036	182,25	80,00	-102,25		

Área Rural

Durante a coleta de informações foram identificados problemas no sistema de esgotamento sanitário da área rural. No Distrito Verde foi relatado um problema com relação à lagoa de estabilização do efluente de uma penitenciária localizada na região. Ocorre que o sistema de tratamento instalado prevê disposição final do efluente tratado no solo, o que causa mau cheiro e incômodo aos moradores do distrito. De acordo com informações da Prefeitura Municipal de Naviraí, o problema será resolvido com a disponibilização de uma nova área para ampliação do sistema.

No Distrito de Porto Caiuá, por outro lado, a população tem restrições na escavação para construir sistemas de esgotamento sanitário, pois o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) identificou na área um sítio arqueológico repleto de artefatos indígenas soterrados. Desta forma, a população despeja os efluentes a céu aberto, ou diretamente no Rio Paraná. Como alternativa técnica para esta região pode ser estudada a implantação de um sistema único de tratamento de esgoto que atenda toda a população do Distrito de Porto Caiuá. Sugere-se a criação de uma estação de tratamento de esgoto compacta com tratamento primário e secundário de esgoto.

Nestas localidades rurais, assim como em outras visitadas, a maioria da população adota sistemas de tratamento inadequados, composto por fossas negras ou sumidouros. Sugere-se a adoção de tanques sépticos de tratamento de esgoto que sejam projetados e construídos de acordo com a NBR/ABNT 7229.

5.1.7 Previsão de eventos de emergência

No caso dos serviços de esgotamento sanitário foram identificados os principais tipos de ocorrências que podem gerar situações de emergência. Suas possíveis origens e as respectivas ações a serem executadas são apresentadas na Figura 10.

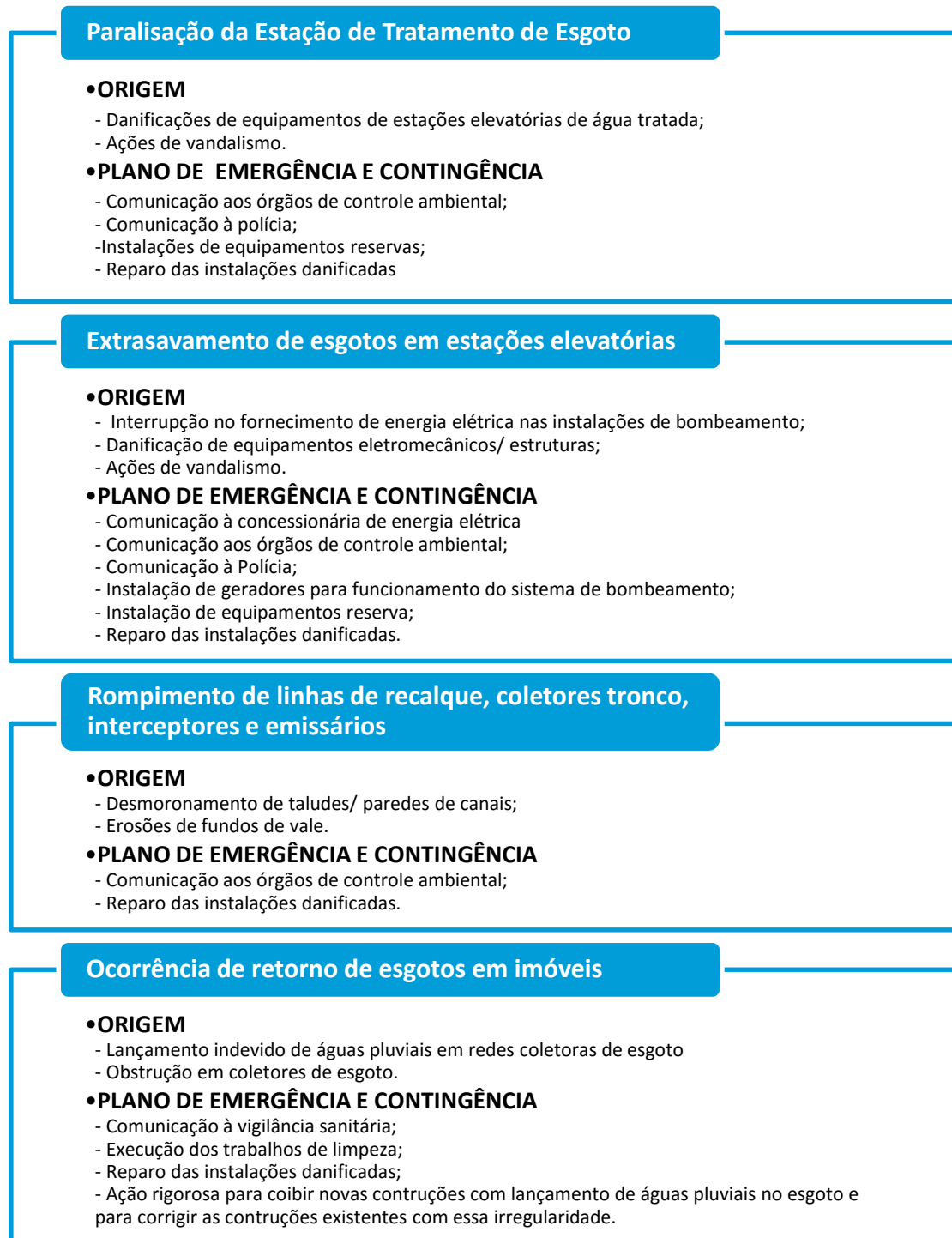


FIGURA 10: PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.

5.2 Análise SWOT – Esgotamento Sanitário

A análise SWOT do sistema de esgotamento sanitário é apresentada na Tabela 28.

TABELA 30: ANÁLISE SWOT DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.

FORÇAS	FRAQUEZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Futuro atendimento de 100% da população no horizonte de projeto; • Autarquia organizada e estruturada; • Plano Diretor existente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inexistência de sistema de esgotamento sanitário adequado nas áreas rurais; • Inexistência de cronograma de investimento e ampliação da prestação do serviço; • Uso de fossas negras pela população urbana.
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> • Lei Federal 11.445, de 05 de janeiro de 2007; • Convênio entre município e Conselho das Cidades para garantir o cumprimento das metas do PMSB de Naviraí; (Lei 1950/21-10-2015) • Possibilidade de renovação da concessão com a atual concessionária de serviço; • Obtenção de Recursos Federais ou financiamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades na obtenção de recursos federais; • Usuários não realizarem ligações domiciliares ao sistema a ser implantado; • Lançamento de águas pluviais na rede de coletora de esgoto; • Não cumprimento das metas por ineficiência na regulação e fiscalização. (incluir no sistema de água).

5.3 Objetivos estratégicos para o sistema de esgotamento sanitário

Na Tabela 31 são apresentados os objetivos estratégicos, bem como seus respectivos critérios de avaliação.

TABELA 31: OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.

Objetivos estratégicos	Critérios de avaliação	Priorização (Tabela 8)
Ampliar sistema de coleta e tratamento de esgoto para a população.	Acesso da população aos serviços de coleta e tratamento de esgoto.	Emergencial
Proteger e preservar o meio ambiente.	Sustentabilidade e integridade infra estrutural do sistema.	Médio
Garantir o equilíbrio econômico-financeiro do sistema.	Eficiência do sistema de tratamento.	Curto
Garantir a eficiência do sistema, inclusive do ponto de vista energético.	Eficiência da utilização dos recursos humanos, tecnológicos e materiais.	Longo
Promover acesso da população rural a tecnologias alternativas para tratamento de efluentes sanitários.	Acesso da população rural a sistemas alternativos.	Emergencial

6 Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

6.1 Identificação de áreas vulneráveis a alagamentos e inundações

As áreas vulneráveis são áreas suscetíveis a fenômenos ou processos que podem causar alterações físicas ao ambiente. Pode variar de acordo com o tempo, a localização geográfica, condições sociais, econômicas e a infraestrutura de cada local. Neste caso serão identificadas as áreas vulneráveis a alagamentos, inundações e enchentes na área urbana.

Conceitualmente, enchentes são elevações temporárias do nível d'água do canal de drenagem até a sua cota máxima, mas neste caso não ocorre transbordamento. A inundação ocorre quando há transbordamento de água do canal de drenagem até atingir áreas marginais, já o alagamento consiste no acúmulo de água na área urbana, muitas vezes devido aos problemas de drenagem. A Figura 11 mostra uma representação desses eventos.

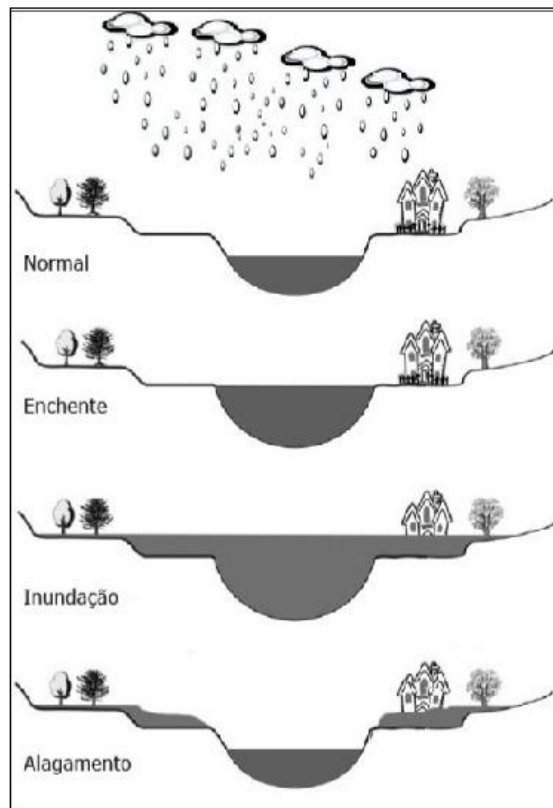


FIGURA 11: REPRESENTAÇÃO DAS DIFERENÇAS ENTRE ENCHENTE, INUNDAÇÃO E ALAGAMENTO. FONTE: INSTITUTO GEOLÓGICO.

Existem cursos d'água no perímetro urbano de Naviraí, logo, existe risco de enchentes ou inundações. A partir de elaboração de mapa altimétrico e de informações levantadas in loco, foram identificadas as áreas suscetíveis a alagamentos no perímetro urbano do município. Caso ocorra um evento extremo de precipitação, a primeira área a ser atingida por uma inundação será a região sudoeste do perímetro urbano do município, como indicado no mapa da Figura 12.

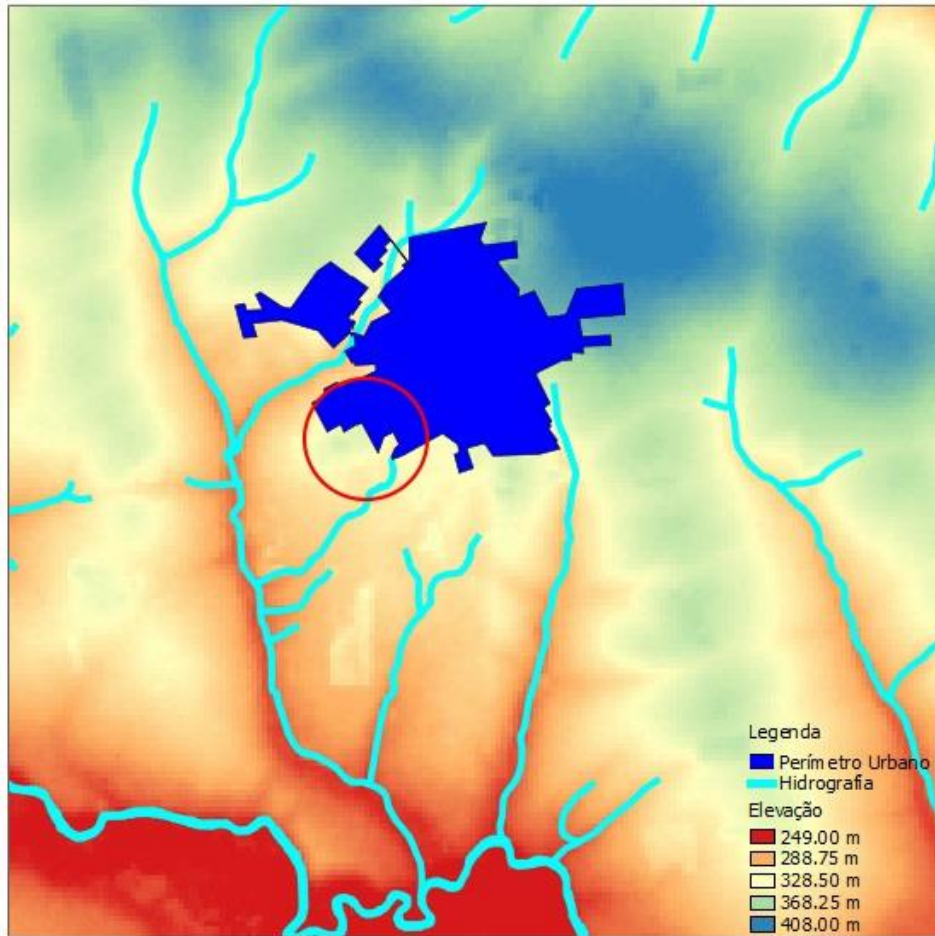


FIGURA 12: ÁREA VULNERÁVEL EM CASO DE EVENTO EXTREMO DE PRECIPITAÇÃO.

A partir da Figura 2, que mostra a área de expansão do perímetro urbano de acordo com informações do Plano Diretor, a Figura 13 mostra as áreas sob risco de sofrerem inundação em um futuro evento extremo de precipitação, após expansão da área urbana.

O local em destaque pode ser classificado como de maior risco pela confluência de corpos hídricos urbanos, que receberão o escoamento superficial da maior parte da área urbana, podendo extrapolar a capacidade dos canais de drenagem naturais à jusante.

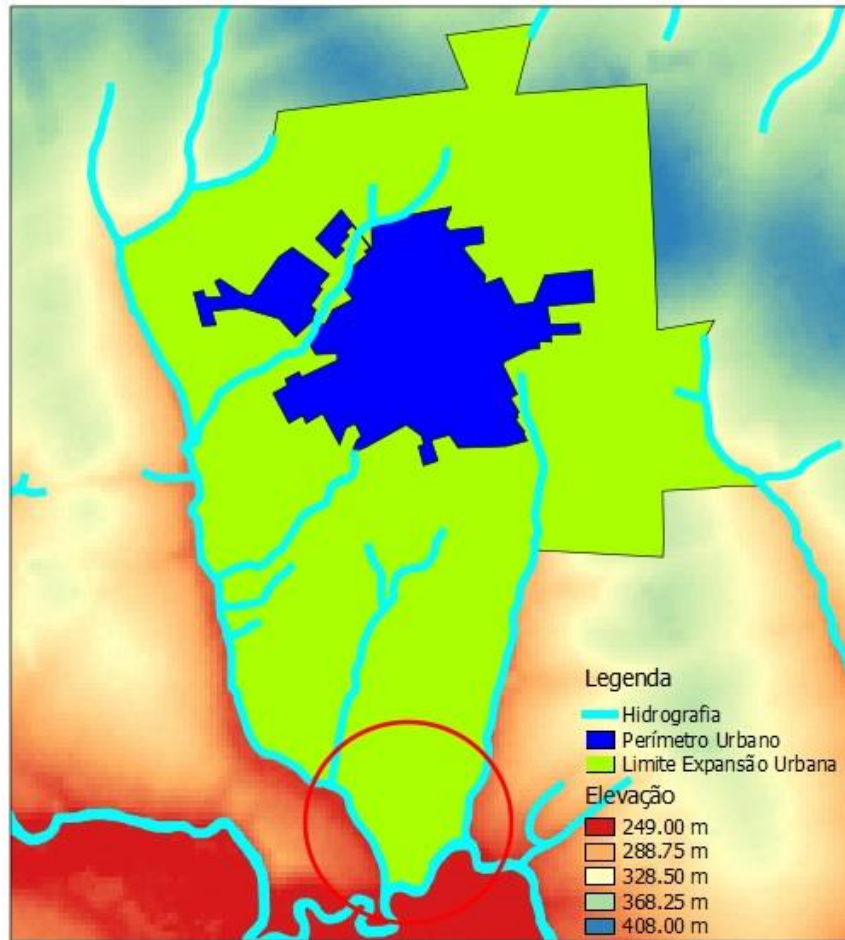


FIGURA 13: ÁREA DE RISCO DE INUNDAÇÃO APÓS EXPANSÃO URBANA.

6.2 Projeção da expansão da rede de drenagem

Atualmente, 85% da área urbana de Naviraí é atendida por sistema de drenagem e manejo de águas pluviais, de acordo com informações da Secretaria de Obras do município. Considerando a área urbana não atendida pela drenagem e a expansão prevista para os próximos 20 anos, será necessário ampliar a rede em 0,71% ao ano para atingir a universalização.

Para o estudo de prospecção da extensão da rede de drenagem, bem como do número de poços de visita e bocas lobo, foram utilizados os fatores apresentados na Tabela 32. Estes fatores foram definidos a partir de projetos de drenagem de outras localidades.

TABELA 32: FATORES PARA PROJEÇÃO DA DRENAGEM URBANA.

Fatores	Valor
km de rede/km ² de área urbana	6,00
PV/km ² de área urbana	49,00
BL/km ² de área urbana	68,00

A projeção da rede de drenagem para o horizonte temporal de projeto de 20 anos é apresentada na Tabela 33. Estima-se que a extensão de rede de drenagem necessária para atendimento de toda a área urbana do município no horizonte de planejamento será de 138,94 km.

TABELA 33: PROJEÇÃO DA REDE DE DRENAGEM DE NAVIRAÍ.

Ano	Índice de Cobertura de Área Drenada(%)	Rede de Drenagem (km)	Poços de visita	Boca de Lobo
2016	85,71%	62,79	513	712
2017	86,43%	65,51	535	742
2018	87,14%	68,34	558	775
2019	87,86%	71,28	582	808
2020	88,57%	74,32	607	842
2021	89,29%	77,48	633	878
2022	90,00%	80,74	659	915
2023	90,71%	84,11	687	953
2024	91,43%	87,60	715	993
2025	92,14%	91,20	745	1.034
2026	92,86%	94,93	775	1.076
2027	93,57%	98,77	807	1.119
2028	94,29%	102,73	839	1.164
2029	95,00%	106,81	872	1.210
2030	95,71%	111,01	907	1.258
2031	96,43%	115,35	942	1.307
2032	97,14%	119,80	978	1.358
2033	97,86%	124,39	1.016	1.410
2034	98,57%	129,11	1.054	1.463
2035	99,29%	133,96	1.094	1.518
2036	100,00%	138,94	1.135	1.575

6.3 Capacidade limite das áreas contribuintes para a microdrenagem em 2036

No Diagnóstico Técnico Participativo de Naviraí foram apresentadas as bacias urbanas contribuintes para a microdrenagem., as quais foram também desenvolvidas para o horizonte de planejamento, a partir da expansão urbana prevista no Plano Diretor.

O método para determinar a vazão de escoamento superficial de cada área foi o mesmo utilizado no Diagnóstico, a partir da equação de Intensidade-Duração-Frequência proposta por SANTOS *et al* (2009).A equação proposta por SANTOS *et al* é a apresentada na Equação 6.1.

$$i_{m\acute{a}x} = \frac{KTR^a}{(t + b)^c} \quad \text{EQUAÇÃO 6.1}$$

Onde:

$i_{m\acute{a}x}$ = Intensidade máxima média, mm h⁻¹;

TR = Período de retorno, anos;

t = Tempo de duração da chuva, min;

K, a, b, c = Coeficientes locais ajustados pelo método dos mínimos quadrados.

Os valores de K, a, b e c para o município de Naviraí são apresentados na Tabela

TABELA 34: COEFICIENTES DE DADOS DA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DO MUNICÍPIO DE NAVIRAÍ.

Nº da Estação	Município	Latitude	Longitude	K	a	b	c	r ²
2354000	Naviraí	23° 03' 48"	54° 12' 01"	1.004,847	0,1558	10	0,7419	0,9992

FONTE: (G. G. SANTOS ET AL, 2009).

O resultado da aplicação da equação de intensidade-duração-frequência é apresentado na Tabela 35. Foi considerada uma chuva de projeto com período de retorno de 20 anos e tempo de duração de 10 minutos.

A vazão máxima de escoamento superficial foi calculada pelo método racional, descrito a seguir.

$$Q = C \times I \times A \quad \text{EQUAÇÃO 6.2}$$

Onde:

Q = Vazão máxima de escoamento, m³/s;

I = Intensidade máxima média de precipitação, mm/h;

A = Área da bacia contribuinte, km².

Para este estudo foi considerado o coeficiente de escoamento para solos com cobertura do tipo pavimentação, igual a 0,60, pois esta é predominante nas áreas estudadas. As áreas urbanas consideradas são apresentadas na Figura 14.

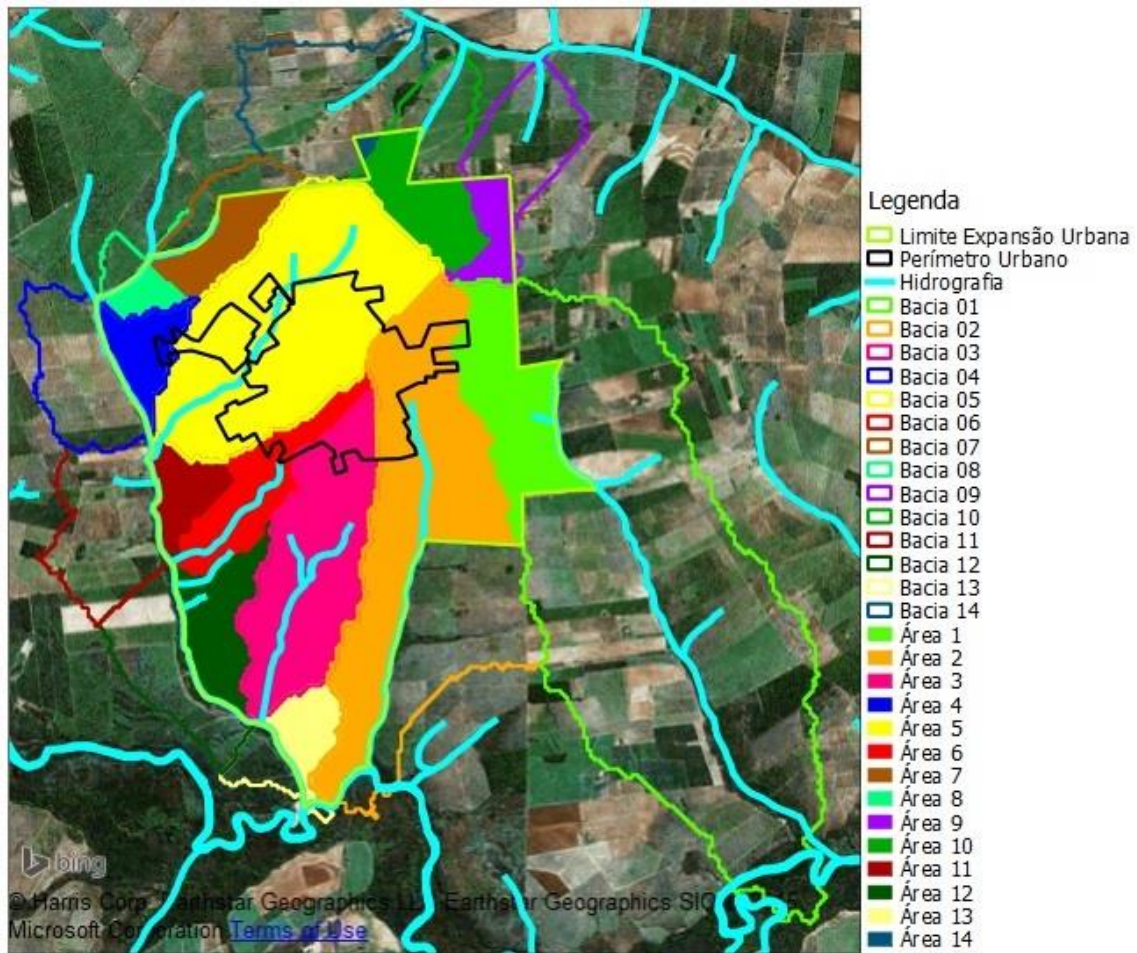


FIGURA 14: ÁREAS URBANAS CONTRIBUINTES PARA A MICRODRENAGEM EM ACORDO COM A EXPANSÃO URBANA PREVISTA PELO PLANO DIRETOR DE NAVIRAÍ.

TABELA 35: VAZÕES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DAS ÁREAS CONTRIBUINTES PARA A MICRODRENAGEM.

Área de Contribuição	Área (km²)	Área (ha)	Intensidade da chuva (mm/min)	Intensidade da chuva (mm/h)	Tempo de recorrência TR (anos)	Vazão Máxima (m³/s)	Vazão Máxima (m³/h)
Área 01	6,692	669,200	2,89	173,61	20	193,63	697.065,27
Área 02	16,833	1.683,300	2,89	173,61	20	487,05	1.753.392,05
Área 03	10,160	1.016,000	2,89	173,61	20	293,97	1.058.305,90
Área 04	2,629	262,900	2,89	173,61	20	76,07	273.847,07
Área 05	17,860	1.786,000	2,89	173,61	20	516,77	1.860.368,45
Área 06	4,167	416,700	2,89	173,61	20	120,57	434.051,25
Área 07	2,727	272,700	2,89	173,61	20	78,90	284.055,14
Área 08	1,167	116,700	2,89	173,61	20	33,77	121.559,35
Área 09	1,755	175,500	2,89	173,61	20	50,78	182.807,76
Área 10	3,929	392,900	2,89	173,61	20	113,68	409.260,23
Área 11	2,450	245,000	2,89	173,61	20	70,89	255.201,72
Área 12	4,234	423,400	2,89	173,61	20	122,51	441.030,24
Área 13	2,128	212,800	2,89	173,61	20	61,57	221.660,92
Área 14	0,219	21,864	2,89	173,61	20	6,33	22.774,41

A determinação das áreas contribuintes e de suas vazões máximas de escoamento é fundamental para o dimensionamento dos canais coletores, interceptores ou drenos.

6.4 Análise de Alternativas Técnicas

Para garantir um sistema de drenagem eficiente é preciso implantar medidas de controle de escoamento preparação dos fundos de vale existentes. Além disso, o sistema deve estar disponível em toda área urbana, com garantias de segurança, qualidade e regularidade na prestação dos serviços. As bacias urbanas devem ser preservadas, bem como áreas permeáveis, como áreas verdes e matas ciliares, para o controle do escoamento superficial. O município possui vários corpos hídricos urbanos, sendo fundamental priorizar a preservação destes para evitar processos erosivos.

As práticas de limpeza das ruas, coleta e remoção de resíduos e ligações clandestinas de esgoto estão relacionadas a qualidade das águas de escoamento superficial. Se não houver manutenção, fiscalização e monitoramento da rede a qualidade das águas pluviais estará comprometida e comprometerá os cursos d'água existentes.

Naviraí apresentou problemas de manutenção no sistema de drenagem urbana. Foram identificadas, no diagnóstico elaborado, bocas de lobo assoreadas por solo transportados pelas águas de escoamento superficial, pontos de deposição de sedimentos e erosões na área urbana.

Propõem-se como alternativa um aumento na periodicidade de varrição das ruas para evitar que os sedimentos se depositem nas galerias da rede de drenagem. Além disso, estipular um cronograma de manutenção e limpeza das bocas de lobo, realizando trabalho de manutenção contínuo ao invés de atender apenas os casos mais extremos. As erosões podem ser recuperadas com programas de recuperação de áreas degradadas.

Algumas alternativas de retenção e redução do escoamento superficial podem ser adotadas. A Tabela 36 mostra essas alternativas, cuja função é realizar o armazenamento temporário das águas pluviais no ponto de origem, ou próximo dele, reduzindo os picos de vazão de escoamento superficial para os sistemas de galerias e canais de drenagem.

TABELA 36: ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA REDUÇÃO E RETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS.

Área	Redução	Retardamento do escoamento direto
Telhado plano de grandes dimensões	<ol style="list-style-type: none"> 1. Armazenamento em cisterna; 2. Jardim suspenso; 3. Armazenamento em tanque ou chafariz. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Armazenamento no telhado, empregando tubos condutores verticais estreitos; 2. Aumentando a rugosidade do telhado: cobertura ondulada ou cobertura com cascalho.
Estacionamento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pavimento permeável; 2. Cascalho; 3. Furos no pavimento impermeável. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Faixas gramadas no estacionamento; 2. Canal gramado drenando o estacionamento; 3. Armazenamento e detenção para áreas impermeáveis; 4. Pavimento ondulado; 5. Depressões; 6. Bacias.

Área	Redução	Retardamento do escoamento direto
Residencial	1. Cisternas para casas individuais, ou grupo de casas; 2. Passeios com cascalho ou grama; 3. Áreas jardinadas ao redor; 4. Recarga do lençol subterrâneo: tubos perfurados, cascalhos (areia), valeta, cano (tubo) poroso, poços secos e depressões gramadas.	1. Reservatório de detenção utilizando gramas espessas (alta rugosidade); 2. Passeios com cascalhos; 3. Sarjetas ou canais gramados; 4. Aumento do percurso da água através de sarjeta, desvios, etc.
Geral	1. Vieiras com cascalhos; 2. Calçadas permeáveis; 3. Canteiros cobertos com palhas ou folhas.	1. Vieiras com cascalhos; 2. Bacias de amortecimento para microbacias urbanas

FONTE: ADAPTADO DE “DIRETRIZES BÁSICAS PARA PROJETOS DE DRENAGEM NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO” (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 1999).

6.5 Previsão de eventos de emergência e contingência

Em situações de emergência e contingência o setor responsável pelo sistema operacional de drenagem do município deverá considerar uma série de ações para garantir a segurança e a continuidade operacional durante e após esses eventos. Para que as ações do plano de emergência e contingência sejam efetuadas é preciso que cada setor envolvido tenha foco em sua atuação durante o evento e aja de forma integrada.

Inicialmente, mecanismos de coordenação devem ser estabelecidos e as atribuições e responsabilidades de cada instituição envolvida devem ser definidas. Em casos de eventos de emergência e contingência que envolvam drenagem e manejo de águas pluviais as principais instituições envolvidas são: Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e Prefeitura Municipal (Secretaria de obras).

Na Figura 15 são apresentadas as ações que poderão ser adotadas em cada evento de emergência e contingência que possa ocorrer.

Presença de esgoto ou lixo nas galerias de águas pluviais

• PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

- Comunicar o setor de fiscalização para a detenção do ponto de lançamento e regularização da ocorrência;
- Aumentar o trabalho de sensibilização da população para evitar o lançamento de lixo nas vias públicas e esgoto nas captações;
- Aumentar o monitoramento e a fiscalização da rede de drenagem.

Presença de materiais de grande porte na macrodrenagem

• PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

- Comunicar o setor de manutenção sobre a ocorrência;
- Aumentar o trabalho de conscientização da população sobre a utilização dos canais de drenagem.

Assoreamento de bocas de lobo, bueiros e canais

• PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

- Comunicar o setor de manutenção sobre a ocorrência;
- Verificar se a frequência estabelecida para as manutenções periódicas está sendo cumprida. Em caso afirmativo, avaliar a possibilidade de readequar a programação

Inundação ou enchente, problemas em geral relacionados à macrodrenagem

• PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

- Comunicação à população, instituições e autoridades, de forma a obter apoio operacional e financeiro;
- Comunicação à Defesa Civil e acionamento de sistema de alerta para evacuação de áreas de risco;
- Medidas para proteção a pessoas e bens situados nas zonas afetadas;
- Devem ser retirados os entulhos, resíduos acumulados e desobstruídas as vias públicas e redes de drenagem afetadas;
- Abrigo para vítimas de enchente com perda de moradia;

Alagamentos localizados, problemas em geral relacionados à microdrenagem.

• PLANO DE CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA

- Comunicar a Defesa Civil para verificação de danos e riscos à população;
- Mobilizar o setor responsável pela realização da manutenção para a limpeza e desobstrução da microdrenagem;
- Estudo e verificação do sistema de drenagem para identificar as causas e corrigir o problema existente.

FIGURA 15: PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA PARA NAVIRAÍ.

FONTE: ADAPTADO DO "PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE COSTA RICA".

6.6 Análises SWOT – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

A análise SWOT de drenagem e manejo de águas pluviais é apresentada na Tabela

TABELA 37: ANÁLISE SWOT DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.

FORÇAS	FRAQUEZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Rede de drenagem implantada em 85% da área urbana do município; • Plano Diretor existente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não há periodicidade na manutenção das redes de drenagem; • Não há fiscalização da rede, logo ligações clandestinas de esgoto não são identificadas; • Não há referenciais técnicos para orientar ações na área de drenagem; • Identificação de erosão na área urbana.
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> • Obtenção de recursos federais ou financiamento; • Lei federal 11.445, de 05/01/07, do Saneamento Básico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ligações clandestinas de esgoto na rede; • Aumento no índice de chuvas; • Dificuldades na obtenção dos recursos federais.

6.7 Objetivos estratégicos para o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais

Na Tabela 38 são apresentados os objetivos estratégicos e seus respectivos critérios de avaliação.

TABELA 38: OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM.

Objetivos estratégicos	Critérios de avaliação	Priorização (Tabela 8)
Implantar sistema de coleta em toda a área urbana e distritos.	Regiões urbanas com sistema de drenagem.	Longo
Proteger e preservar o meio ambiente.	Sustentabilidade e integridade infra estrutural do sistema.	Curto
Recuperar áreas degradadas por sistemas de drenagem inadequados.	Áreas recuperadas.	Emergencial
Implantar cronograma de manutenção do sistema de drenagem.	Periodicidade de manutenção do sistema nas áreas urbanas.	Curto

7 Referências Bibliográficas

- ABNT. (s.d.). NBR 7229 de setembro de 1993: Projeto, construções e operação de sistema de tanques sépticos. *NBR 7229/93*. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas. Acesso em Julho de 2015
- ABNT. (s.d.). NBR 9649, de novembro de 1986: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. *NBR 9649/1986*. Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- BRASIL. (s.d.). CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. Brasília, DF.
- BRASIL. (s.d.). Decreto N° 6.017, de 17 de janeiro de 2007: Regulamenta a Lei N° 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. *Decreto N° 6.017/07*. Brasília, DF, Brasil. Acesso em Julho de 2015
- BRASIL. (s.d.). Lei N° 11.445, de 05 de janeiro de 2007: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. *Lei N° 11.445/07*. Brasília, DF, Brasil.
- BRASIL. (s.d.). Lei N° 12.682, de 17 de setembro de 2012: Altera a Lei N° 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, com o objetivo de incentivar a economia no consumo de água. *Lei N° 12.682/13*. Brasília, DF, Brasil.
- CECA. (s.d.). Deliberação N° 36, de 27 de junho de 2012: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficiais e estabelece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como, estabelece as diretrizes e dá outras providências. *Conselho Estadual de Controle Ambiental*. MS, Brasil.
- CONAMA. (s.d.). Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011: Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA n°357. *Conselho Nacional do Meio Ambiente*. Brasil.
- FUNASA. (2012). Termo de referência para elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico. Brasília, DF, Brasil: Fundação Nacional da Saúde. Ministério da Saúde. Acesso em Janeiro de 2015
- G. G. SANTOS et al. (2009). Intensidade-duração-frequência de chuvas para o estado do Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13.
- IBGE. (2015). *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Acesso em julho de 2015, disponível em IBGE Cidades: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>
- Instituto Geológico. (Junho de 2010). Atuação do Instituto Geológico na prevenção de desastres naturais. SP, Brasil. Fonte: www.igeologico.sp.gov.br
- JORDÃO E PESSÔA. (2005). *Tratamento de esgotos domésticos* (Vol. 4). Rio de Janeiro, Brasil. Ministério das Cidades. (Dezembro de 2013). Plano Nacional de Saneamento Básico. *PLANSAB*. Brasília, DF, Brasil: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.
- PORTO, et al. (1999). *A situação atual de cisternas rurais construídas por programas governamentais. A captação de água de chuva: a base para viabilização do semi-árido brasileiro*. Petrolina, PE, Brasil: EMBRAPA Semi-árido/IRPAA/IRCSA. Acesso em 2015

- Prefeitura do município de São Paulo. (1999). Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem no Município de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil. Fonte: http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf
- Prefeitura Municipal de Costa Rica. (2013). Plano Municipal de Saneamento Básico. Costa Rica, MS, Brasil. Acesso em 2015, disponível em <http://costarica.cidadeinteligente.info/cidades/costa-rica#>
- Prefeitura Municipal de Naviraí. (2015). Plano Diretor de Naviraí. MS, Brasil. Acesso em Agosto de 2015
- Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. (2010). Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Mato Grosso do Sul. PERH-MS. 194p. (UEMS, Ed.) Campo Grande, MS, Brasil. Acesso em Julho de 2015
- USGS. (2015). *United States Geological Survey*. Acesso em Julho de 2015, disponível em U. S. Geological Survey: <http://www.usgs.gov/>