



PREFEITURA MUNICIPAL DE
AMAMBAI
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL



Plano Municipal de Saneamento Básico



Equipe técnica

DIEGO LANZA LIMA

Engenheiro Ambiental / Doutor em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos

Coordenação geral

CAROLINE ALVES GIL DA COSTA

Engenheira Ambiental / Mestra em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos

Coordenação executiva

ELIEZER DA SILVA LIMA

Engenheiro Ambiental

Apoio técnico

MÁRCIO MORENO DE ALCÂNTARA MOURA

Engenheiro Ambiental

Apoio técnico

VINÍCIUS DUARTE VEZALI

Estagiário de engenharia ambiental

Apoio técnico

ISABELA SAMPAIO CARVALHO

Engenheira Ambiental

Apoio técnico

Comitê Executivo

LURDELICE MOREIRA NELSON

Diretora adjunta da Escola municipal Mbo'eroy Guarani Kaiowá e Vice-Cacique

Prefeitura de Amambai/MS

DAIANE DA SILVA FONSECA

Arquiteta e Urbanista

Secretaria de Infraestrutura - Prefeitura de Amambai - MS

ROBERTO RACCHTIUNE NASCIMENTO

Secretário do Desenvolvimento Econômico

Secretaria de Desenvolvimento Econômico - Prefeitura de Amambai - MS

SILVANEY FÉLIX NASCIMENTO
Supervisor
Sanesul – Amambai/MS

DANIEL LUAN PEREIRA ESPÍNDOLA
Engenheiro Agrônomo
Secretaria de Meio Ambiente - Prefeitura de Amambai/MS

JULIANE MARTINS PERALTA
Fiscal Municipal
Secretaria da Cidade - Prefeitura de Amambai/MS

JÉSSICA KEITEL
Engenheira Ambiental
Secretaria de Meio Ambiente - Prefeitura de Amambai/MS

JENNIFER DOS SANTOS AMARILHA
Fiscal Municipal
Secretaria de Meio Ambiente - Prefeitura de Amambai/MS

DANILO SOUZA SILVA
Presidente da Coopercicla
Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Amambai - Amambai/MS

Comitê de Coordenação

SÉRGIO PERIUS
Secretário de Gestão
Secretaria de Gestão - Prefeitura de Amambai – MS

BRASILIA APARECIDA NEVES FARIAS
Vereadora
Representante da sociedade civil - Amambai - MS

SILVANEY FÉLIX NASCIMENTO
Supervisor
Sanesul – Amambai/MS

ZENALDO MOREIRA MARTINS
Secretário de Assuntos Indígenas
Secretaria da Assuntos Indígenas - Prefeitura de Amambai/MS

RAFAEL MARTINS DO NASCIMENTO
Médico Veterinário
Secretaria de Agricultura - Prefeitura de Amambai/MS

CLODOALDO PEREIRA DOS SANTOS

Gestor Ambiental - Coopercicla

**Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Amambai -
Amambai/MS**

Sumário

1. Introdução	9
2. Estudo populacional e de território	9
2.1. Projeção populacional	10
2.2. Expansão territorial da área urbanizada	17
2.3. Impactos do desenvolvimento urbano sobre os serviços de saneamento básico	19
2.3.1. Áreas de ocupação irregular	20
3. Gestão dos serviços de saneamento	21
4. Projeção da demanda futura por serviços de saneamento básico .	22
4.1. Projeção da demanda futura por água potável	22
4.1.1. Demanda por rede de abastecimento de água.....	23
4.1.2. Demanda por volume de água para abastecimento	24
4.1.3. Demanda por produção de água	27
4.1.4. Capacidade do sistema implantado para atendimento das demandas futuras.....	30
4.1.4.1. Atendimento do bairro Residencial Analy.....	35
4.2. Projeção da demanda futura por serviços de esgotamento sanitário	36
4.2.1. Demanda por rede de esgoto.....	36
4.2.2. Vazões de esgoto gerado	37
4.2.3. Estimativa da vida útil do sistema de tratamento de esgoto	39
4.3. Projeção da demanda futura por serviços de drenagem urbana	40
4.3.1. Identificação de áreas vulneráveis a inundações.....	40
4.3.2. Projeção da expansão da rede de drenagem	42
4.4. Projeção da demanda futura por serviços de manejo de resíduos sólidos	44
4.4.1. Geração de resíduos domiciliares e comerciais	44
4.4.2. Áreas favoráveis à implantação de aterro	45
5. Previsão de eventos de emergência e contingência	47
5.1. Sistema de abastecimento de água	47
5.2. Sistema de esgotamento sanitário.....	49
5.3. Sistema de drenagem de águas pluviais.....	50
5.3.1. Soluções para a área rural	51
5.4. Sistema de manejo de resíduos sólidos	52
6. Cenário de referência	54
6.1. Cenário de referência para o sistema de abastecimento de água .	54
6.2. Cenários de referência para o sistema de esgotamento sanitário ...	55
6.3. Cenários de referência para o sistema de drenagem de águas pluviais	57
6.4. Cenário de referência para o sistema de manejo de resíduos sólidos	59
7. Responsabilidade técnica	61

Referências..... 62

Lista de figuras

Figura 1: Esquema ilustrado do sistema de abastecimento de água de Amambai..... 31

Figura 2: Bairro Residencial Analy, que possui sistema de abastecimento de água independente..... 35

Figura 3: Mapa de hidrografia e relevo na área urbana de Amambai... 41

Figura 4: Traçado aproximado da rede de drenagem de Amambai, em 2023. 42

Figura 5: Mapa de classificação de área favoráveis à implantação de aterro sanitário. 46

Figura 6: Causas e soluções para falta de água parcial ou localizada.. 48

Figura 7: Causas e soluções para falta de água generalizada..... 48

Figura 8: Causas e soluções em caso de paralisação da Estação de Tratamento de Esgoto..... 49

Figura 9: Causas e soluções em caso de extravasamento de esgotos nas estações elevatórias. 49

Figura 10: Causas e soluções em caso de rompimento de linhas de recalque e outras estruturas de coleta de esgotos. 50

Figura 11: Causas e soluções em caso de retorno de esgoto em imóveis e residências. 50

Figura 12: Ações de emergência e contingência em caso de ligações irregulares de esgoto e acúmulo de resíduos no sistema de drenagem. 51

Figura 13: Ações de emergência e contingência em caso de inundações ou enchentes. 51

Figura 14: Causas e soluções em caso de erosões e desmoronamentos ocorridos na área rural..... 52

Figura 15: Causas e soluções em caso de interrupção da coleta de resíduos no município. 52

Figura 16: Causas e soluções em caso de aumento na geração de resíduos no município. 53

Figura 17: Causas e soluções em caso de contaminação do ambiente e de pessoas por resíduos perigosos ou contaminados. 53

Figura 18: Cenário de referência para o abastecimento de água e comparativo com a situação atual em Amambai..... 55

Figura 19: Cenário de referência para o esgotamento sanitário e comparativo com a situação atual em Amambai.....	56
Figura 20: Cenário de referência para a drenagem de águas pluviais e comparativo com a situação atual em Amambai.....	58
Figura 21: Cenário de referência para o manejo de resíduos sólidos e comparativo com a situação atual em Amambai.....	61

Lista de tabelas

Tabela 1: Estimativas populacionais do IBGE para anos entre 1989 e 2021.	10
Tabela 2: Estimativas do número de habitantes em Amambai, entre 2022 e 2036, de acordo com o modelo polinomial quadrático.	16
Tabela 3: Populações urbana e rural no município de Amambai em alguns anos, segundo dados do IBGE e da Semadesc.	16
Tabela 4: Estimativas do número de habitantes em Amambai, entre 2022 e 2036, de acordo com o modelo polinomial quadrático, para as populações urbana e rural.	17
Tabela 5: Áreas urbanizadas de Amambai entre 1985 e 2023.	18
Tabela 6: Estimativas para a área urbanizada de Amambai, até 2036, de acordo com o modelo polinomial quadrático.	19
Tabela 7: Densidades de rede de abastecimento de água em Amambai em 2022.....	23
Tabela 8: Projeções para a extensão da rede e número de ligações de água até 2036.	23
Tabela 9: Variação dos consumos per capita de água entre 2014 e 2022.	25
Tabela 10: Vazões média e máxima de consumo diário de água projetado para Amambai, até 2036.	27
Tabela 11: Índices de perda de água no sistema de abastecimento de Amambai em 2022.	28
Tabela 12: Demandas média e máxima de produção de água, considerando-se perdas no sistema, projetadas de 2023 a 2036.	30
Tabela 13: Dados de atendimento pelos reservatórios apoiados e elevados do sistema de abastecimento de água de Amambai em 2023.	31
Tabela 14: Balanço do sistema de água para abastecimento de 38,6% da população/região urbanas, abastecidos pelo reservatório elevado de 500 m³.	33

Tabela 15: Balanço do sistema de água para abastecimento das Regiões 1 e 2 de Amambai.	34
Tabela 16: Densidades da rede de esgoto para 100% de cobertura.	36
Tabela 17: Projeção da extensão da rede e número de ligações ativas de esgoto.	37
Tabela 18: Projeção das vazões médias e máximas de esgoto produzido em Amambai.	39
Tabela 19: Balanço da capacidade de tratamento do sistema de tratamento de esgoto atual, para projeção da necessidade de ampliação do sistema.	40
Tabela 20: Área urbana e área drenada pela rede de drenagem existente, ambas em 2023.	43
Tabela 21: Projeção do índice de cobertura da rede de drenagem (expansão da área drenada) e do comprimento da rede até 2036.	43
Tabela 22: Massa de resíduos e gerações per capita em 2022.	44
Tabela 23: Projeção das massas de resíduos a serem geradas até 2036.	45

Lista de siglas e abreviaturas

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PLANSAB- Plano Nacional de Saneamento Básico

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

Semagro - Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (antiga Semade e atual Semadesc)

Semadesc – Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

1. Introdução

O prognóstico dos serviços de saneamento básico é crucial para um município, uma vez que a falta de eficiência nesses serviços prejudica a qualidade de vida da população, aumentando a incidência de doenças e causando impactos negativos na saúde pública e no meio ambiente. É essencial realizar um prognóstico para planejar ações que melhorem esses serviços e, conseqüentemente, o bem-estar da sociedade e o desenvolvimento sustentável.

O Diagnóstico do PMSB de Amambai é o produto anterior que caracterizou a situação atual dos serviços de saneamento no município, tornando possível projetar cenários, situações futuras e ações prioritárias para as demandas públicas pelos serviços de abastecimento de água, rede coletora de esgoto, drenagem de água pluviais, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Com base nesse diagnóstico, é possível realizar um prognóstico mais preciso e compatível com a realidade do município.

O Plano de Saneamento Básico de Amambai, na sua primeira versão de 2014, definiu um horizonte temporal de abrangência do plano de 20 anos, que se encerra em 2036. Essa revisão do plano mantém esse horizonte temporal, e as projeções apresentadas consideram o ano final de 2036.

Para atualizar as informações, foram utilizados os dados mais recentes de população e serviços de saneamento disponíveis nas plataformas oficiais brasileiras, bem como estimativas recalculadas com base nesses dados e no Diagnóstico (Produto 03 deste PMSB).

2. Estudo populacional e de território

A demanda pelos serviços de saneamento básico é determinada pela variação da população ao longo do tempo e do espaço (território do município). Essa dinâmica reflete diretamente nos dimensionamentos dos serviços de saneamento, como nas vazões, volumes, cargas, diâmetros, áreas, entre outros.

2.1. Projeção populacional

A projeção populacional é uma metodologia que assume que a população continuará a evoluir seguindo os mesmos padrões do passado (dados históricos). No último censo do IBGE, de 2010, a população total de Amambai era de 34.730 pessoas, sendo 64% residente na área urbana e 35% na área rural (terras indígenas, assentamentos e outras propriedades rurais). Segundo a mesma fonte, a população estimada para 2021 era de 40.247 habitantes. De acordo com a série histórica do IBGE, as estimativas de população de 1989 a 2021 são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Estimativas populacionais do IBGE para anos entre 1989 e 2021.

Ano	Habitantes	Ano	Habitantes
1989	31.046	2006	32.095
1990	-	2007	-
1991	-	2008	34.501
1992	26.363	2009	34.986
1993	26.753	2010	34.730
1994	27.118	2011	35.133
1995	27.473	2012	35.523
1996	-	2013	36.686
1997	28.434	2014	37.144
1998	28.855	2015	37.590
1999	29.276	2016	38.030
2000	29.699	2017	38.465
2001	29.898	2018	38.958
2002	30.227	2019	39.396
2003	30.572	2020	39.826
2004	31.297	2021	40.247
2005	31.697	-	-

Apesar da ausência de estimativa em alguns anos, esta série histórica fornece uma linha de evolução populacional, representada no Gráfico 1.

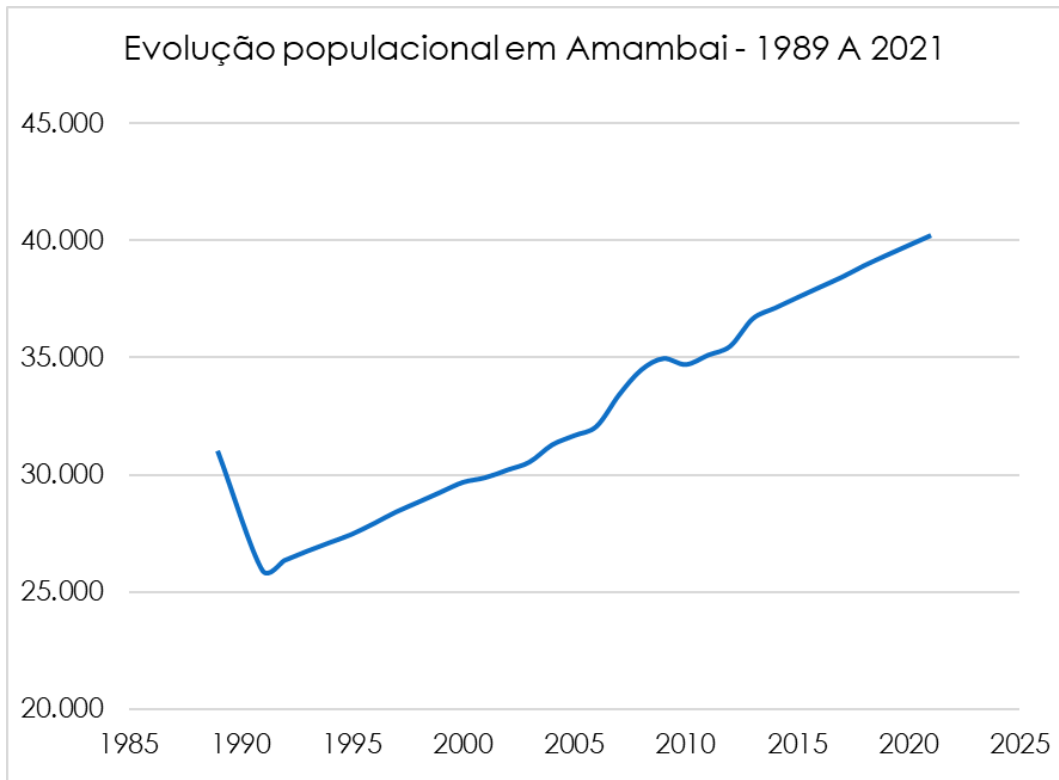


Gráfico 1: Linha de evolução populacional em Amambai, de acordo com a série histórica de estimativas do IBGE, entre 1989 e 2021.

A partir dessa linha da variação populacional no município, até 2021, é possível determinar o padrão da evolução populacional através de regressão numérica (determinação da equação de crescimento ou decrescimento populacional), projetando-se esse mesmo padrão de evolução para o horizonte de planejamento, ou seja, para os próximos 13 anos. Os quatro modelos principais de projeção são apresentados a seguir.

Projeção linear:

A projeção linear assume que o crescimento da população é constante ao longo do tempo. A equação é dada por:

$$P(t) = P(0) + r * t \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$P(t)$ = Tamanho da população no tempo t ;

$P(0)$ = Tamanho inicial da população;

r = Taxa de crescimento anual;

t = Número de anos desde o início da projeção.

Projeção exponencial:

A projeção exponencial assume que a taxa de crescimento da população é proporcional ao tamanho atual da população. A equação é dada por:

$$P(t) = P(0) * e^{r*t} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

P(t) = Tamanho da população no tempo *t*;

P(0) = Tamanho inicial da população;

r = Taxa de crescimento anual;

t = Número de anos desde o início da projeção.

Projeção logarítmica:

A projeção logarítmica assume que o crescimento da população diminui com o tempo à medida que a população atinge seu limite máximo. A equação é dada por:

$$P(t) = \frac{K}{(1 + A * e^{-rt})} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

P(t) = Tamanho da população no tempo *t*;

K = Capacidade máxima de suporte da população;

A = Parâmetro relacionado à taxa de crescimento inicial;

r = Taxa de crescimento anual;

t = Número de anos desde o início da projeção.

Projeção polinomial quadrática:

A projeção polinomial quadrática assume uma relação quadrática entre o tempo e o tamanho da população. A equação é dada por:

$$P(t) = a + bt + ct^2 \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

P(t) = Tamanho da população no tempo *t*;

a, *b* e *c* = Constantes relativas ao padrão do crescimento populacional;

t = Número de anos desde o início da projeção.

Assim, objetiva-se encontrar o modelo cuja equação mais se aproxime da evolução populacional de Amambai, sendo assim possível continuar a projeção para os próximos anos. Esse ajuste é indicado por um coeficiente de determinação, ou R^2 , um valor estatístico que indica o quanto os valores observados se aproximam dos valores previstos pelo modelo de projeção. O valor de R^2 varia de 0 a 1, sendo 1 o valor ideal, indicando uma correspondência perfeita entre os valores observados e previstos pelo modelo.

Para escolher o melhor modelo de projeção populacional com base em uma série histórica de população de uma cidade, é importante avaliar o valor de R^2 de cada modelo. O modelo com o maior valor de R^2 indica que é o melhor ajuste para os dados históricos e, portanto, provavelmente fornecerá as projeções mais precisas.

Os gráficos a seguir ilustram cada modelo (linha pontilhada) aplicado sobre o gráfico de evolução populacional (Gráfico 1), apresentando também o valor de R^2 .

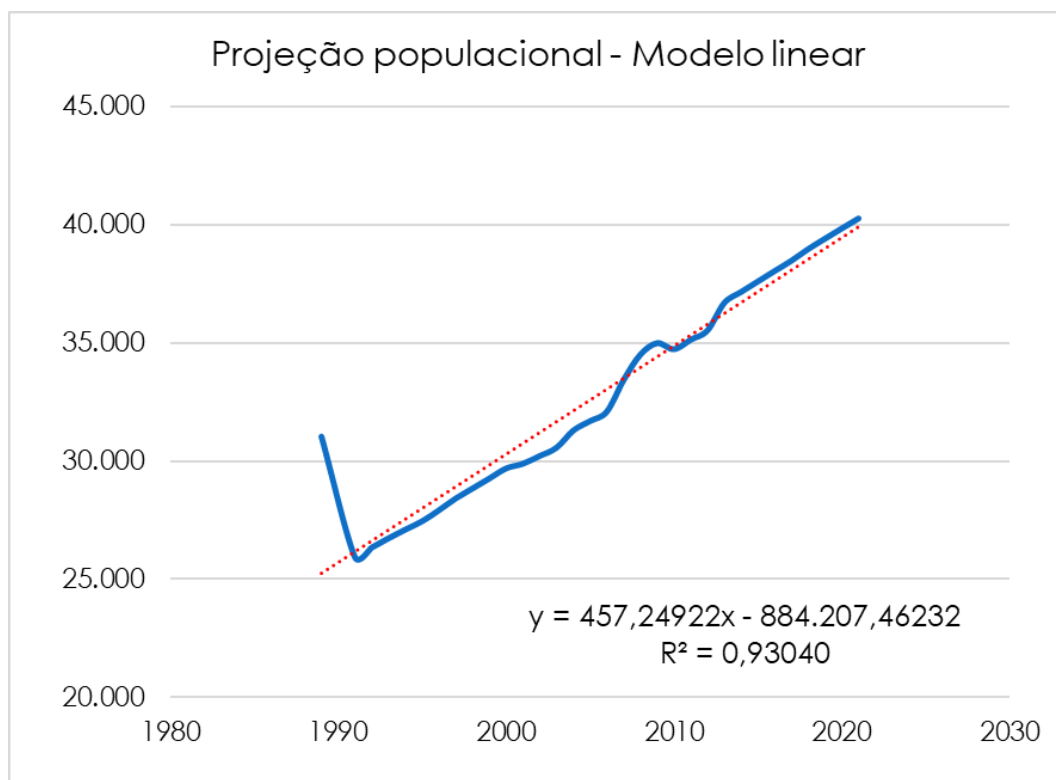


Gráfico 2: Modelo de projeção populacional linear aplicado sobre a evolução populacional de Amambai entre 1989 e 2021, com coeficiente R^2 igual a 0,93040.

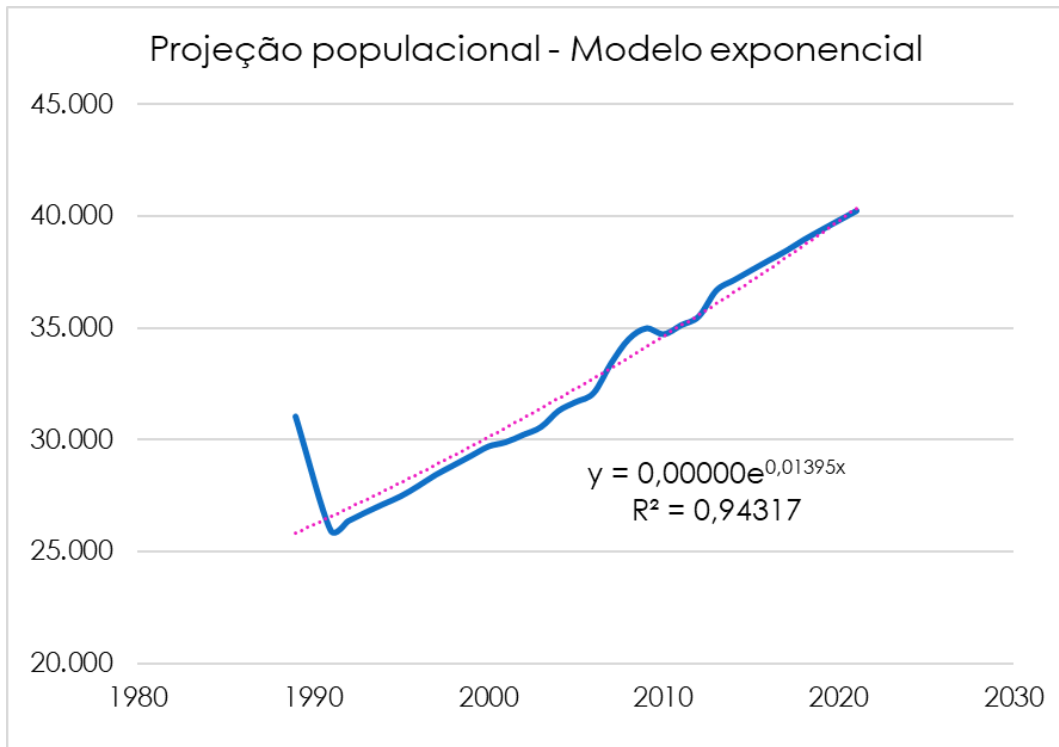


Gráfico 3: Modelo de projeção populacional exponencial aplicado sobre a evolução populacional de Amambai entre 1989 e 2021, com coeficiente R^2 igual a 0,94317.

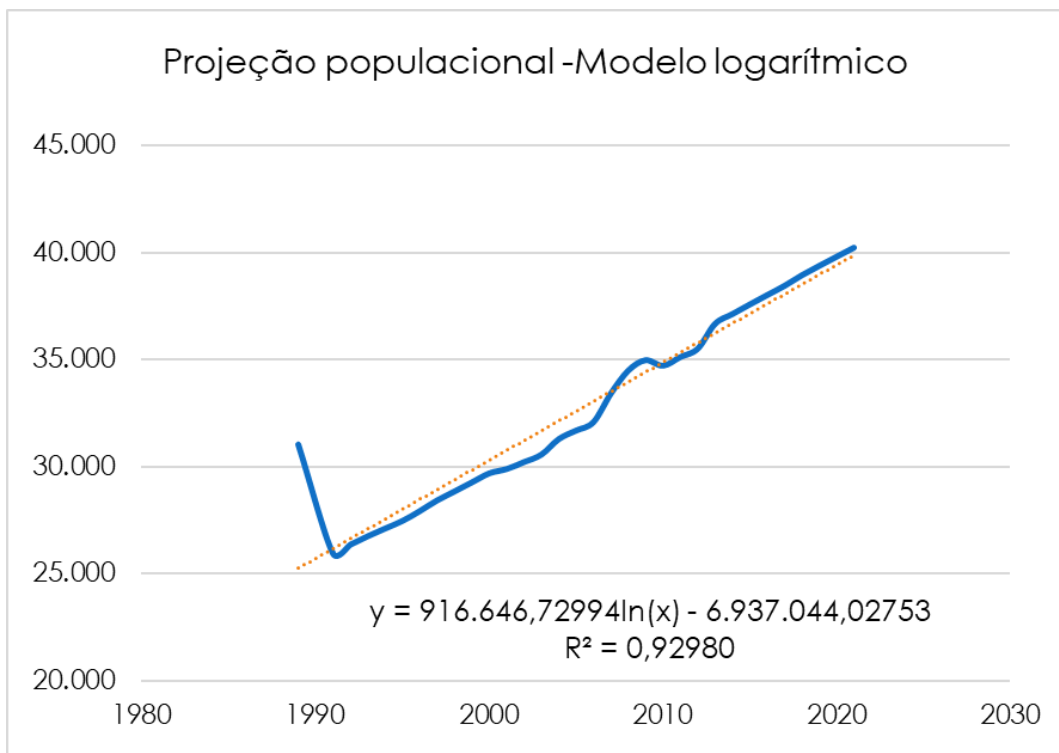


Gráfico 4: Modelo de projeção populacional logarítmico aplicado sobre a evolução populacional de Amambai entre 1989 e 2021, com coeficiente R^2 igual a 0,92980.

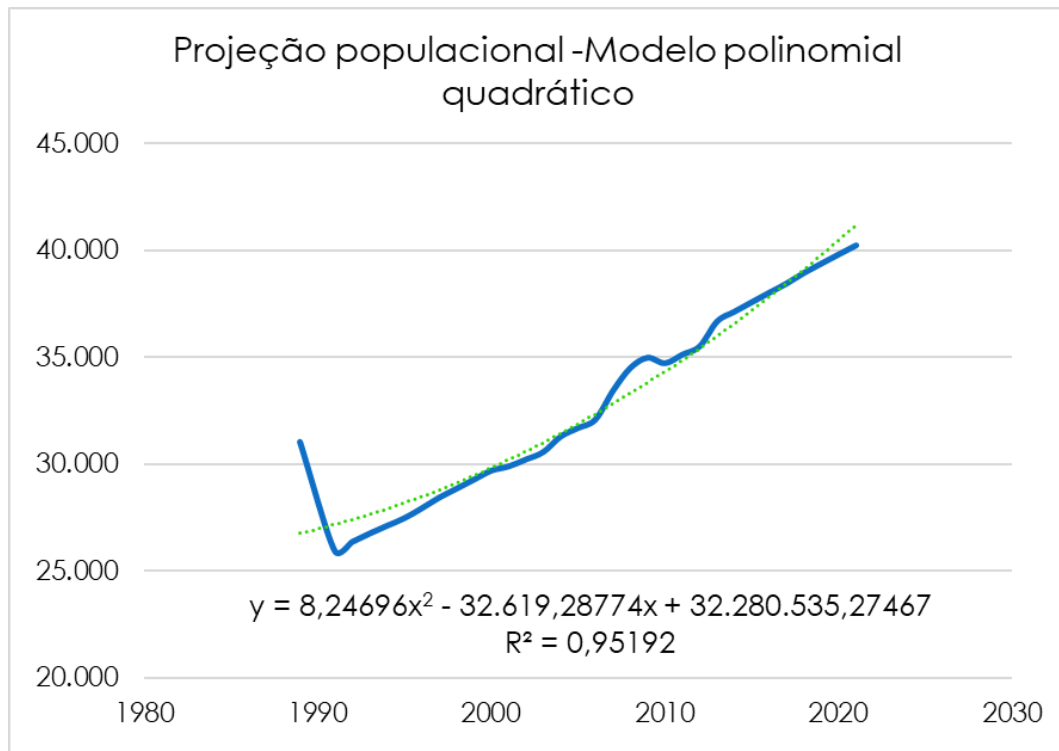


Gráfico 5: Modelo de projeção populacional polinomial quadrático aplicado sobre a evolução populacional de Amambai entre 1989 e 2021, com coeficiente R^2 igual a 0,95192.

Observa-se que em cada gráfico também foram apresentadas as equações que representam cada curva (modelo de projeção) ajustada à evolução populacional de Amambai. A partir dessas equações que a estimativa de habitantes é calculada para os anos futuros, neste caso, de 2021 a 2036. Em razão dos coeficientes R^2 apresentados, o modelo polinomial quadrático foi o que mais se ajustou à linha de evolução populacional de Amambai, com R^2 igual a 0,95192, ou seja, mais próximo de 1. Os resultados da projeção populacional para Amambai, a partir do modelo polinomial quadrático são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Estimativas do número de habitantes em Amambai, entre 2022 e 2036, de acordo com o modelo polinomial quadrático.

Ano	Estimativas projetadas
2022	42.025
2023	42.797
2024	43.589
2025	44.399
2026	45.228
2027	46.077
2028	46.944
2029	47.830
2030	48.736
2031	49.661
2032	50.604
2033	51.567
2034	52.548
2035	53.549
2036	54.569

Ainda de acordo com dados do IBGE e da Semadesc, as populações urbana e rural no município de Amambai, nos anos de 1991, 1996, 2000, 2007 e 2010 foram:

Tabela 3: Populações urbana e rural no município de Amambai em alguns anos, segundo dados do IBGE e da Semadesc.

Ano	Urbana (hab)	Rural (hab)
1991	15279	10672
1996	17417	10518
2000	18818	10666
2007	19883	13543
2010	22375	12355

A mesma metodologia de projeção populacional utilizada para a população total foi aplicada separadamente às populações urbana e rural, e os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Estimativas do número de habitantes em Amambai, entre 2022 e 2036, de acordo com o modelo polinomial quadrático, para as populações urbana e rural.

Ano	Estimativas projetadas (hab)	Urbana (hab)		Rural (hab)	
2022	42.025	25625	61,0%	16.400	39,0%
2023	42.797	25938	60,6%	16.860	39,4%
2024	43.589	26250	60,2%	17.339	39,8%
2025	44.399	26561	59,8%	17.838	40,2%
2026	45.228	26871	59,4%	18.358	40,6%
2027	46.077	27180	59,0%	18.897	41,0%
2028	46.944	27488	58,6%	19.456	41,4%
2029	47.830	27795	58,1%	20.035	41,9%
2030	48.736	28102	57,7%	20.634	42,3%
2031	49.661	28407	57,2%	21.253	42,8%
2032	50.604	28712	56,7%	21.892	43,3%
2033	51.567	29016	56,3%	22.551	43,7%
2034	52.548	29319	55,8%	23.230	44,2%
2035	53.549	29621	55,3%	23.928	44,7%
2036	54.569	29922	54,8%	24.647	45,2%

Sendo assim, têm-se as projeções da população urbana de Amambai, que influenciam diretamente no dimensionamento e planejamento das estruturas de saneamento que atendem a cidade.

2.2. Expansão territorial da área urbanizada

Assim como o crescimento populacional, a expansão territorial da área urbanizada de um município é um fator fundamental a ser considerado no dimensionamento dos serviços de saneamento básico. É importante que a infraestrutura existente e seu planejamento levem em conta não apenas a demanda atual da população, mas também a sua expansão futura, garantindo que os serviços possam atender adequadamente a todos os habitantes do município e em todo o território.

SILVA et al (2019) determinaram a expansão da área urbanizada de Amambai com base em imagens de satélite de 1985 a 2015, com intervalos de 10 anos entre cada imagem, e delimitação das áreas manualmente. Os resultados deste mapeamento são apresentados na Tabela 5 e ilustrados no Gráfico 6.

Além dos dados de área urbana de Silva et al (2019), apresentamos também a área urbana disponibilizada pelo IBGE em 2020, referente ao ano de 2019 (Tabela 5 e Gráfico 6). E, a partir de fotointerpretação e vetorização pelo software Qgis 3.26.0, obtivemos a área referente ao ano de 2023 (Tabela 5 e Gráfico 6).

Tabela 5: Áreas urbanizadas de Amambai entre 1985 e 2023.

Ano	Área (ha)	Fonte
1985	727,04	Silva et al, 2019
1995	867,75	
2005	928,17	
2015	1221,40	
2019	1249,10	IBGE, 2019
2023	1395,23	NOVAeng, 2023

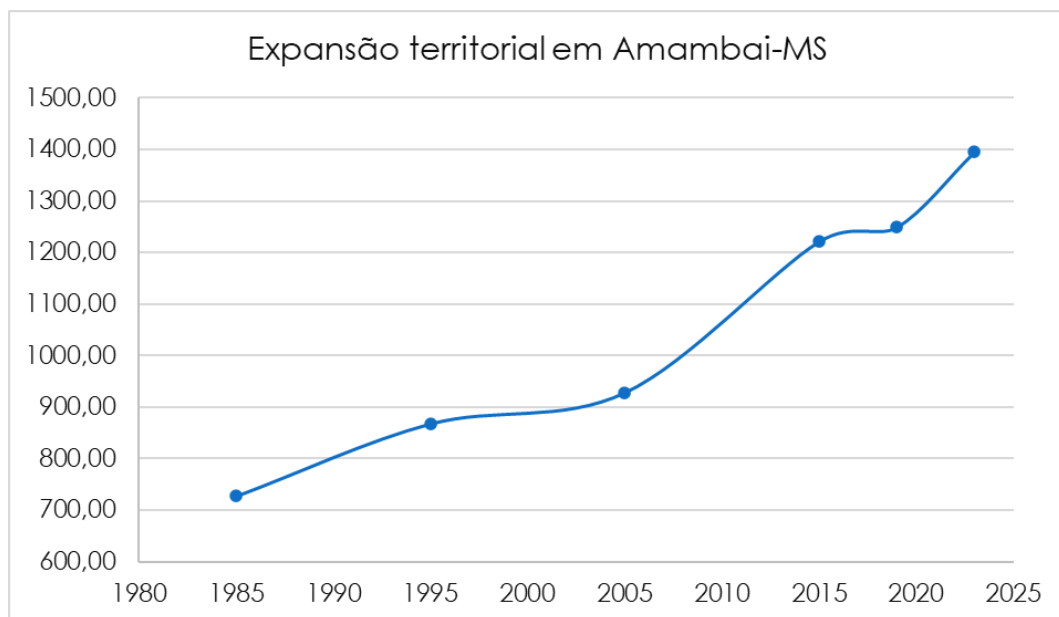


Gráfico 6: Expansão da área urbanizada de Amambai entre 1985 e 2023.
Fonte: DA SILVA et al (2019), IBGE (2019), NOVAeng (2023).

Para a projeção da área urbanizada de Amambai no horizonte do plano, utilizou-se a mesma metodologia da projeção populacional, que considera a curva ou equação que melhor se adequa à tendência de expansão do município, com base nos valores mapeados/determinados em anos anteriores (Tabela 5).

Como resultado, o modelo polinomial quadrático foi o que mais se adequou, com R^2 igual a 0,9806 e tendência crescente de expansão do território. O Gráfico 7 ilustra a curva deste modelo sobre as áreas

urbanizadas de Amambai (de 1985 a 2023), e apresenta a equação de projeção. A Tabela 6, por sua vez, apresenta os resultados da projeção.

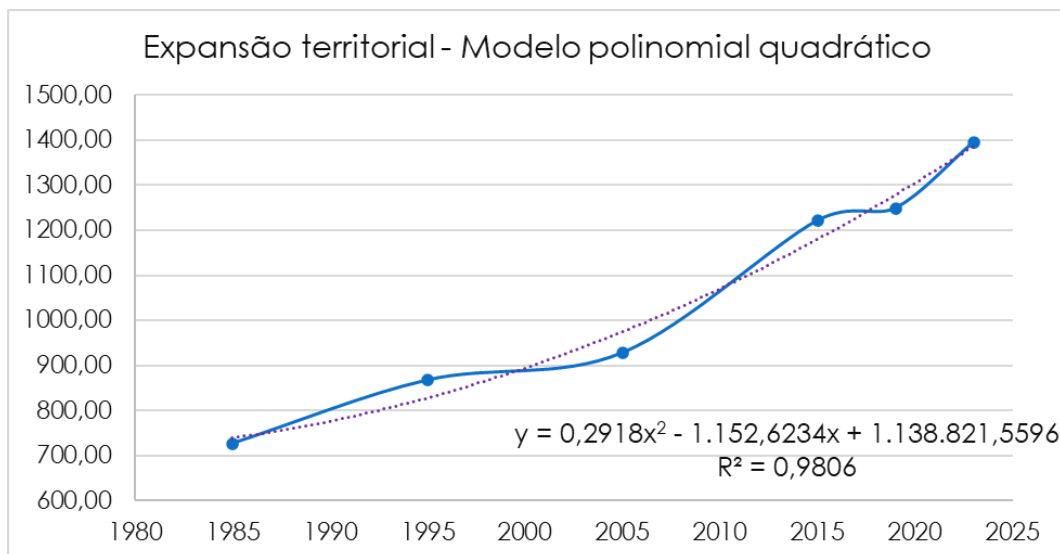


Gráfico 7: Projeção da área urbanizada de Amambai, até 2036, segundo o modelo polinomial quadrático

Tabela 6: Estimativas para a área urbanizada de Amambai, até 2036, de acordo com o modelo polinomial quadrático.

Ano	Área (ha)
2024	1415,10
2025	1444,10
2026	1473,68
2027	1503,84
2028	1534,59
2029	1565,92
2030	1597,83
2031	1630,33
2032	1663,41
2033	1697,08
2034	1731,33
2035	1766,16
2036	1801,57

2.3. Impactos do desenvolvimento urbano sobre os serviços de saneamento básico

O desenvolvimento urbano, caracterizado pelo aumento da população, expansão territorial e construção de edificações, implica em demandas crescentes por serviços de saneamento básico. No entanto, o ritmo de urbanização muitas vezes supera a capacidade de ampliação e aprimoramento da infraestrutura existente, levando a

desafios significativos na prestação dos serviços públicos de saneamento.

A escassez de água potável é agravada pelo consumo excessivo e inadequado, além de problemas relacionados à captação, tratamento e distribuição. A inadequada coleta e tratamento de esgoto contribuem para a poluição de corpos d'água, contaminando os recursos hídricos e o solo. A gestão deficiente dos resíduos sólidos, por sua vez, afeta a qualidade do solo, do ar e da água.

Além disso, o crescimento urbano desordenado resulta na impermeabilização do solo, dificultando a infiltração da água da chuva e sobrecarregando os sistemas de drenagem urbana. Isso pode ocasionar enchentes e inundações, colocando em risco a segurança das pessoas e causando danos materiais significativos.

2.3.1. Áreas de ocupação irregular

A ocupação de áreas irregulares é um aspecto que intensifica os efeitos negativos da expansão urbana desordenada sobre os serviços de saneamento básico. Essas ocupações, também conhecidas como assentamentos informais, favelas ou loteamentos clandestinos, são caracterizadas pela ocupação de áreas não destinadas à habitação e pela ausência de regularização legal e infraestrutura adequada.

A ocupação de áreas sem rede de água instalada leva os moradores a recorrerem a fontes alternativas e precárias de obtenção de água, como poços não protegidos e fontes superficiais, que sem o tratamento correto colocam em risco sua saúde e bem-estar. Essa mesma situação favorece ainda ligações irregulares que comprometem o fornecimento de água na rede, levando à escassez, e favorecem a contaminação sua contaminação.

Já ausência de sistemas de coleta e tratamento de esgoto nas ocupações irregulares leva a uma disposição inadequada dos efluentes. Isso resulta na contaminação do solo, da água e do ambiente em geral, contribuindo para a disseminação de doenças e impactando negativamente a qualidade de vida dos moradores.

Outro impacto importante é a gestão inadequada dos resíduos sólidos. Nas ocupações irregulares, a coleta de lixo muitas vezes não é realizada de forma regular e eficiente, levando ao acúmulo de resíduos nas ruas e áreas circundantes. Essa situação não apenas compromete a higiene e a estética do local, mas também favorece a proliferação de vetores de doenças e a degradação ambiental.

Além dos impactos diretos nos serviços de saneamento básico, as ocupações irregulares também podem dificultar a implementação de melhorias e expansões na infraestrutura de saneamento. A falta de regularização fundiária e a ocupação desordenada do espaço urbano dificultam o planejamento e a execução de obras de ampliação das redes de água e esgoto, bem como a implantação de medidas de drenagem e controle de enchentes.

Para lidar com esses impactos, é necessária a adoção de abordagens integradas que envolvam políticas de regularização fundiária, melhorias na infraestrutura de saneamento básico e ações de conscientização e educação ambiental.

3. Gestão dos serviços de saneamento

A Lei Federal nº 14.026/2020 atualizou o marco legal do saneamento básico no Brasil e trouxe mudanças significativas para a gestão dos serviços de saneamento. Entre elas, está a definição da responsabilidade dos municípios sobre as políticas públicas de saneamento básico e suas obrigações. Segundo a lei, cabe aos municípios a prestação dos serviços públicos de saneamento básico, diretamente ou por meio de concessão ou parceria com empresas públicas ou privadas (Art. 9º).

Além disso, os municípios são responsáveis por elaborar um plano de saneamento básico, com base em diagnóstico que contemple os serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Art. 11). A lei também prevê que a União, os estados e o Distrito Federal poderão oferecer apoio técnico e financeiro aos municípios para a elaboração e implementação dos planos de saneamento básico (Art. 16).

Dessa forma, a lei busca garantir que os municípios assumam a responsabilidade de prover os serviços de saneamento básico à população, buscando a universalização do acesso e a melhoria das condições de vida das pessoas.

Atualmente, o modelo da gestão da prestação dos serviços públicos de saneamento básico no município de Amambai corresponde à gestão indireta por concessão de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, terceirização dos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos e gestão direta com a

centralização por órgão de administração pública para a drenagem pluvial. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Amambai será responsável pelo planejamento, gerenciamento, coordenação e execução dos estudos e projetos integrantes do PMSB, bem como do monitoramento e avaliação deles, devendo 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.*

4. Projeção da demanda futura por serviços de saneamento básico

4.1. Projeção da demanda futura por água potável

O crescimento da população acarreta a necessidade de 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.

4.1.1. Demanda por rede de abastecimento de água

Para estimar a demanda futura por serviços de abastecimento de água serão considerados alguns indicadores que relacionam a estrutura disponível com a população atendida. A partir dos dados disponibilizados pela SANESUL, apresentados no Diagnóstico – Produto 3 do PMSB de Amambai, e os dados populacionais da área urbana, foi possível definir alguns indicadores:

- o número de habitantes (área urbana) por ligação de água (ligações ativas) - hab/lig;
- o número de habitantes (área urbana) por extensão de rede (hab/km);
- o número de ligações (ligações ativas) por extensão da rede (lig/km);

Na Tabela 7 são apresentados os valores desses indicadores para o ano de 2022 (ano de referência).

Tabela 7: Densidades de rede de abastecimento de água em Amambai em 2022.

Densidades	Resultados
Habitantes pelo número de ligações (hab/lig)	2,28
Habitantes por extensão de rede (hab/km)	176,42
Ligações por extensão da rede (lig/km)	77,27

Considerando que a infraestrutura de abastecimento de água atendia 99% dos habitantes da área urbana do município em 2022, podemos utilizar esses valores de referência para estimar a demanda futura por ampliação da infraestrutura de abastecimento de água (rede e ligações) até o horizonte do plano, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8: Projeções para a extensão da rede e número de ligações de água até 2036.

Ano	População urbana projetada (hab)	Extensão da rede (km)	Número de ligações ativas
-----	----------------------------------	-----------------------	---------------------------

Ano	População urbana projetada (hab)	Extensão da rede (km)	Número de ligações ativas
2023	25938	147,02	9880
2024	26250	148,79	9999
2025	26561	150,56	10117
2026	26871	152,31	10235
2027	27180	154,06	10353
2028	27488	155,81	10470
2029	27795	157,55	10587
2030	28102	159,29	10704
2031	28407	161,02	10820
2032	28712	162,75	10936
2033	29016	164,47	11052
2034	29319	166,19	11167
2035	29621	167,90	11282
2036	29922	169,61	11397

4.1.2. Demanda por volume de água para abastecimento

A demanda de água para abastecimento compreende as vazões que devem chegar às residências (vazões média e máxima) e a produção de água, aqui calculada considerando-se as perdas no sistema.

A vazão média por abastecimento de água foi calculada em função da população urbana e do consumo per capita, utilizando-se a Equação 5 abaixo.

$$Q_{med} = \frac{P \cdot q_m}{86.400} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

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

P = População do ano (hab);

q_m = Consumo médio per capita (l/hab.dia).

Já para a vazão máxima utilizou-se a Equação 6, também em função da população e para atendimento do horário de maior consumo diário.

$$Q_{máx} = \frac{P \cdot q_m \cdot K_1 K_2}{86.400} \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima de abastecimento (l/s);

P = População do ano (hab);

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

K_1 = Coeficiente de descarga máxima diária;

K_2 = Coeficiente de descarga máxima horária.

O coeficiente de descarga máxima diária K_1 é a relação entre o maior consumo diário verificado e a vazão média diária anual (Equação 7); enquanto K_2 é o coeficiente horário de maior consumo, calculado pela relação entre a maior vazão horária do dia e a vazão média horária no dia (Equação 8).

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

Erro! Fonte de referência não encontrada.

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

Equação 8

Na ausência dos valores das vazões máximas diárias e horárias para o município de Amambai, foram adotados valores de K_1 e K_2 conforme literatura e normas vigentes. Sendo assim, K_1 varia, normalmente, entre 1,2 e 2,0, sendo aqui adotado o valor 1,2. Já K_2 varia entre 1,5 e 3,0, sendo aqui adotado o valor 1,5.

Já para o valor do consumo médio per capita (q_m) constante nas Equações 5 e 6, verificou-se a tendência de evolução entre os anos de 2014 e 2022, apresentada na Tabela 9 e no Gráfico 8. Os dados são provenientes do SNIS (2022) e da Sanesul (2023), conforme apresentado no Diagnóstico – Produto 03 do PMSB.

Tabela 9: Variação dos consumos per capita de água entre 2014 e 2022.

Ano	Consumo per capita (L/hab/dia)
2014	131,65
2015	131,25
2016	135,18
2017	137,59
2018	135,41
2019	142,38
2020	144,21
2021	142,14
2022	139,01

Fonte: SNIS, 2022; Sanesul, 2023.

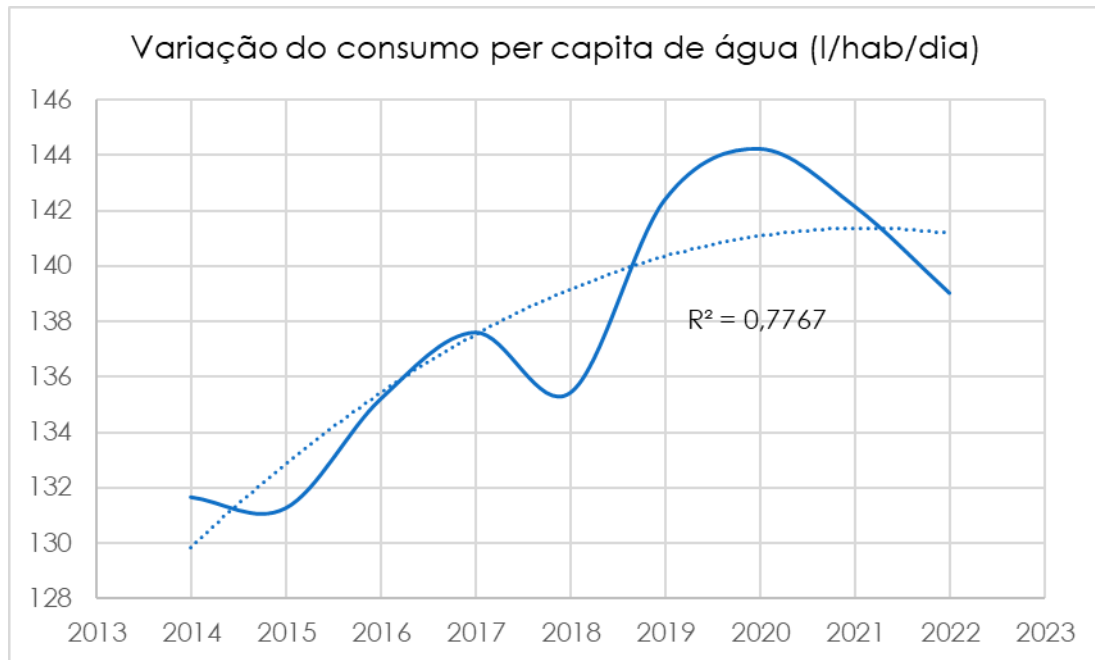


Gráfico 8: Ilustração da variação de consumo per capita de água em Amambai, entre 2014 e 2022, com linha de tendência.

É possível observar que essa variação não segue uma tendência de crescimento ou decréscimo, pois depende de fatores inconstantes como hábitos da população e clima (quantidade de chuvas, temperatura, etc.). A linha de tendência ou modelo de projeção que melhor se ajustou ao Gráfico 8 nos testes foi o polinomial, mas também não foi suficiente para descrever a variação do consumo de água, tendendo ao decaimento ao longo do tempo.

Dessa forma, optou-se por utilizar o maior valor de consumo per capita do período 2014-2022 para a projeção até 2036, proporcionando um resultado com margem de segurança na quantidade de água que deverá ser produzida, para que não haja escassez futura.

Sendo assim, aplicando-se o valor de 144,21 L/hab/dia (ano de 2020) e as demais variáveis nas Equações 5 e 6, foram obtidas as vazões média e máxima de consumo de água em Amambai até 2036, conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10: Vazões média e máxima de consumo diário de água projetado para Amambai, até 2036.

Ano	População urbana (hab)	Consumo per capita (L/hab/dia)	Qmed (L/s)	Qmáx (L/s)
2023	25938	144,21	43,29	77,93
2024	26250	144,21	43,81	78,86
2025	26561	144,21	44,33	79,80
2026	26871	144,21	44,85	80,73
2027	27180	144,21	45,37	81,66
2028	27488	144,21	45,88	82,58
2029	27795	144,21	46,39	83,51
2030	28102	144,21	46,90	84,43
2031	28407	144,21	47,41	85,35
2032	28712	144,21	47,92	86,26
2033	29016	144,21	48,43	87,17
2034	29319	144,21	48,94	88,09
2035	29621	144,21	49,44	88,99
2036	29922	144,21	49,94	89,90

4.1.3. Demanda por produção de água

A demanda por produção de água para o abastecimento de Amambai foi calculada em função da população, do consumo per capita e do índice de perdas, conforme a Equação 9.

$$Q_{med} = \frac{P \cdot q_m}{86.400(1 - IPT)} \quad \text{Equação 9}$$

Onde:

Qmed = Vazão média de abastecimento (l/s);

P = População do ano (hab);

qm = Consumo médio per capita (l/hab.dia);

IPT = Índice de Perda Total;

Da mesma forma, a vazão máxima, considerando-se perdas no sistema, também foi calculada (Equação 10).

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{P \cdot q_m \cdot K1 \cdot K2}{86400(1 - IPT)} \quad \text{Equa\c{c}\~{a}o 10}$$

Onde:

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vaz\~{a}o m\~{a}xima de abastecimento (l/s);

P = Popula\c{c}\~{a}o do ano (hab);

q_m = Consumo m\~{e}dio per capita (l/hab.dia);

IPT = \c{I}ndice de Perda Total;

O IPT refere-se \c{a} diferen\c{c}a entre o volume de \c{a}gua produzido e o efetivamente medido no consumo (hidr\~{o}metros dos usu\c{a}rios). Essa diferen\c{c}a percentual \c{e} chamada de \c{I}ndice de perdas e deve-se, principalmente, a fatores t\~{e}cnicos, como vazamentos e defeitos nos equipamentos de medi\c{c}\~{a}o, ou comerciais, como fraudes. O \c{I}ndice no sistema do munic\c{i}pio foi fornecido pela Sanesul para todos os meses de 2022 (Tabela 11). Para a proje\c{c}\~{a}o aqui calculada foi utilizado o maior valor (37,32%), ou seja, o cen\c{a}rio mais desfavor\c{a}vel onde h\c{a} mais perdas no sistema, garantindo-se uma margem de seguran\c{c}a na quantidade de \c{a}gua que dever\c{a} ser produzida.

Tabela 11: \c{I}ndices de perda de \c{a}gua no sistema de abastecimento de Amambai em 2022.

M\~{e}s (2022)	IPT (%)
Janeiro	36,96
Fevereiro	36,96
Mar\c{c}o	36,85
Abril	37,32
Maio	37,08
Junho	37,26
Julho	37,18
Agosto	36,55
Setembro	36,49

<i>Outubro</i>	37,00
<i>Novembro</i>	36,87
<i>Dezembro</i>	36,08

Sendo assim, as vazões necessárias para o abastecimento em Amambai são apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12: Demandas média e máxima de produção de água, considerando-se perdas no sistema, projetadas de 2023 a 2036.

Ano	População urbana (hab)	Qmed de produção (L/s)	Qmáx de produção (L/s)
2023	25938	69,07	124,33
2024	26250	69,90	125,82
2025	26561	70,73	127,31
2026	26871	71,55	128,80
2027	27180	72,38	130,28
2028	27488	73,20	131,76
2029	27795	74,01	133,23
2030	28102	74,83	134,70
2031	28407	75,64	136,16
2032	28712	76,46	137,62
2033	29016	77,27	139,08
2034	29319	78,07	140,53
2035	29621	78,88	141,98
2036	29922	79,68	143,42

4.1.4. Capacidade do sistema implantado para atendimento das demandas futuras

Parte da área urbana de Amambai (61,4%) é abastecida por gravidade através de reservatórios apoiados (um deles é, na verdade, semienterrado) que totalizam 2500 m³, e o restante (38,6%) por reservatório elevado com 500 m³, de acordo com a Sanesul (2023). A configuração do sistema apresentada no Diagnóstico-Produto 03 é novamente apresentada abaixo (Figura 1).

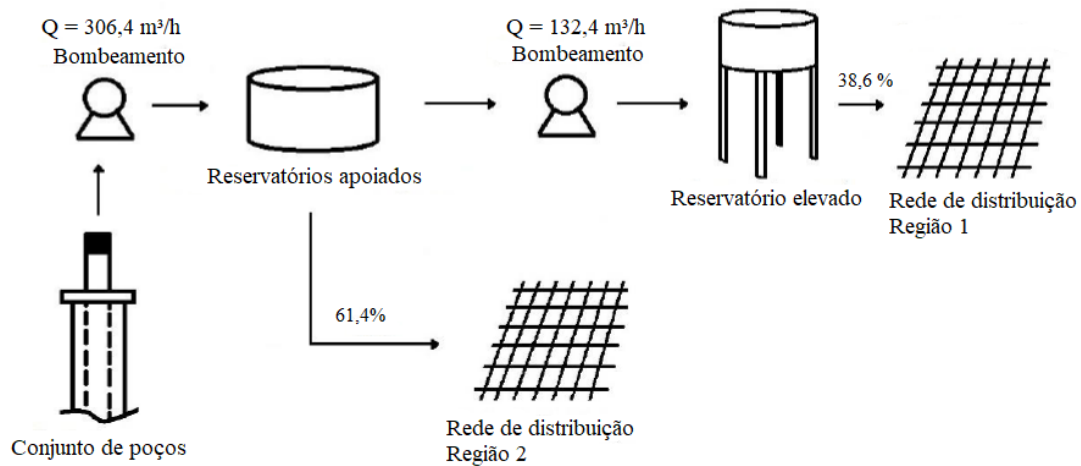


Figura 1: Esquema ilustrado do sistema de abastecimento de água de Amambai.
Fonte: Sanesul, 2023

Sendo assim, com as vazões média e máxima já calculadas, e considerando-se a perda máxima de água de 37,32%, é possível prever o balanço de água no sistema, de forma que a demanda máxima seja atendida sem risco de desabastecimento.

Na Tabela 13 é apresentada a população de cada uma das regiões de abastecimento em 2023, sendo a Região 1 abastecida pelo reservatório elevado e a Região 2 em que a água é fornecida diretamente pelos reservatórios apoiados.

Tabela 13: Dados de atendimento pelos reservatórios apoiados e elevados do sistema de abastecimento de água de Amambai em 2023.

	Tipos de reservatório		
	Apoiados	Elevado	Total
Volume (m ³)	2500,0	500,0	3000,0
Área atendida (km ²)	8,6	5,4	14,0
Área atendida (%)	61,4	38,6	100,0
População atendida (hab)	15926,0	10012,0	25938,0

Para análise do atendimento à Região 1 considerou-se a vazão máxima de consumo como sendo 38,6% das vazões máximas calculadas e apresentadas na Tabela 10, e uma capacidade de bombeamento de 132,4 m³/h entre os reservatórios apoiados e o elevado. Subtraindo-se essa capacidade de produção pelos consumos máximos ano a ano, obtém-se o balanço do sistema, que será positivo até o horizonte do plano (Tabela 14). Ou seja, a atual capacidade de produção será suficiente para a abastecer os picos de consumo de água de parte da cidade que corresponde a 38,6% da população (Região 1).

É importante observar que a partir deste ponto as vazões de produção e consumo estão apresentadas em m³/h e não mais em l/s.

Tabela 14: Balanço do sistema de água para abastecimento de 38,6% da população/região urbanas, abastecidos pelo reservatório elevado de 500 m³.

Reservatório elevado

Ano	Consumo Q_{máx} (m³/h)	Capacidade de produção (m³/h)	Balanço do sistema (m³/h)	Volume reservado (m³)
2023	108,69	132,4	23,71	500
2024	110,00	132,4	22,40	500
2025	111,30	132,4	21,10	500
2026	112,60	132,4	19,80	500
2027	113,90	132,4	18,50	500
2028	115,19	132,4	17,21	500
2029	116,48	132,4	15,92	500
2030	117,76	132,4	14,64	500
2031	119,04	132,4	13,36	500
2032	120,32	132,4	12,08	500
2033	121,59	132,4	10,81	500
2034	122,86	132,4	9,54	500
2035	124,13	132,4	8,27	500
2036	125,39	132,4	7,01	500

Já para o abastecimento pelo conjunto de reservatórios apoiados, considerou-se a vazão máxima de consumo total da Tabela 10, já que este conjunto está interligado ao reservatório elevado que abastece a Região 1. Dessa forma, esse sistema abastece a Região 2 diretamente e a Região 1 indiretamente. A capacidade de produção de água é de 306,4 m³/h, proveniente dos poços, e será suficiente para atendimento da demanda total até o ano de 2030.

Tabela 15: Balanço do sistema de água para abastecimento das Regiões 1 e 2 de Amambai.

Reservatórios apoiados

Ano	Consumo Q _{máx} (m ³ /h)	Capacidade de produção (m ³ /h)	Balanço do sistema (m ³ /h)	Volume reservado (m ³)
2023	281,59	306,4	24,80	2500
2024	284,98	306,4	21,41	2500
2025	288,35	306,4	18,04	2500
2026	291,72	306,4	14,67	2500
2027	295,07	306,4	11,32	2500
2028	298,42	306,4	7,97	2500
2029	301,75	306,4	4,64	2500
2030	305,08	306,4	1,31	2500
2031	308,39	306,4	-2,00	2500
2032	311,71	306,4	-5,32	2500
2033	315,01	306,4	-8,62	2500
2034	318,29	306,4	-11,90	2500
2035	321,57	306,4	-15,18	2500
2036	324,84	306,4	-18,45	2500

Destaca-se que na Tabela 14 e Tabela 15 são apresentados os volumes dos reservatórios disponíveis para ambas as situações, e que na análise realizada o balanço hídrico não comprometeria de forma significativa o volume reservado.

Em tempo, é importante observar ainda, que o volume reservado é utilizado constantemente no sistema de abastecimento, visto que a produção de água não acompanha a demanda, mas considera fatores como capacidade de produção dos poços, tarifas de energia elétrica, entre outros. A análise apresentada tem o objetivo exclusivo de comparar a capacidade de produção e reservação em relação ao consumo, e não considera as manobras e detalhes operacionais específicos do sistema de abastecimento do município.

4.1.4.1. Atendimento do bairro Residencial Analy

No município de Amambai, o bairro Residencial Analy está em construção e até 2023 possui uma baixa densidade demográfica. O bairro é abastecido por um sistema independente de água, com um reservatório elevado de 50 m³, um reservatório apoiado de 200 m³ e um poço (AMA-013), conforme apresentado no Diagnóstico – Produto 03.

Sendo assim, com a baixa taxa de ocupação e, conseqüentemente, baixo consumo total de água no bairro, além de seu abastecimento independente, essa estrutura não foi considerada nos cálculos acima. Contudo, sugere-se que a região seja incluída nas análises das próximas revisões deste PMSB, de acordo com a expansão e ocupação do bairro. A Figura 2 indica o bairro Residencial Analy, com limite aproximado destacado em amarelo, em imagem do Google Satélite de 2022.

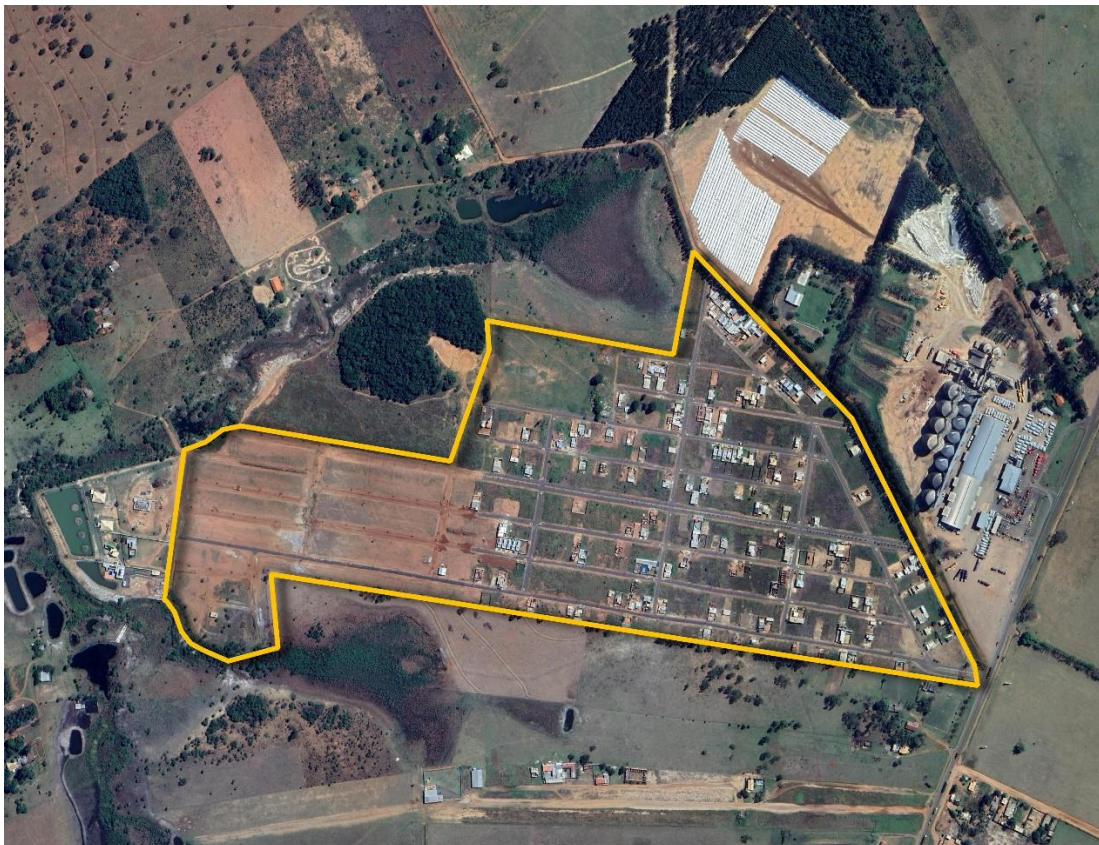


Figura 2: Bairro Residencial Analy, que possui sistema de abastecimento de água independente.

4.2. Projeção da demanda futura por serviços de esgotamento sanitário

O município de Amambai possui 51,54% da população urbana atendida com rede de esgotamento sanitário, cuja extensão é de 58,24 km e possui densidade de 11,89 m/ligação.

4.2.1. Demanda por rede de esgoto

A partir dos dados disponibilizados pela SANESUL, apresentados no Diagnóstico – Produto 3 do PMSB de Amambai, e os dados populacionais da área urbana, foi possível definir indicadores da rede de esgoto, sendo eles:

- o número de habitantes (área urbana) por ligação (ativa) de esgoto - hab/lig;
- o número de habitantes (área urbana) por extensão de rede de esgoto (hab/km);
- o número de ligações (ativas) por extensão da rede (lig/km);

A Tabela 16 apresenta os valores das densidades para o ano de 2022, calculados para considerando os dados de infraestrutura instalada e a população atendida de 13.207 habitantes, valor correspondente a 51,54% da população urbana total, percentual equivalente ao índice de cobertura.

Tabela 16: Densidades da rede de esgoto para 100% de cobertura.
Densidades da rede de esgoto

hab/lig	2,68
hab/km	226,77
lig/km	84,68

A seguir, na Tabela 17, são apresentadas as projeções do número de ligações e extensão da rede em relação ao crescimento populacional previsto, considerando ainda a ampliação do índice de cobertura.

Tabela 17: Projeção da extensão da rede e número de ligações ativas de esgoto.

Ano	População urbana projetada (hab)	Índice cobertura	Extensão da rede (km)	Número de ligações ativas
2023	25938	55,22%	63,16	5349,00
2024	26250	58,90%	68,18	5774,00
2025	26561	62,57%	73,29	6207,00
2026	26871	66,25%	78,51	6649,00
2027	27180	69,93%	83,82	7098,00
2028	27488	73,61%	89,23	7556,00
2029	27795	77,29%	94,73	8023,00
2030	28102	80,97%	100,33	8497,00
2031	28407	84,64%	106,03	8980,00
2032	28712	88,32%	111,83	9470,00
2033	29016	92,00%	117,72	9969,00
2034	29319	95,68%	123,70	10476,00
2035	29621	99,36%	129,78	10991,00
2036	29922	100,00%	131,95	11174,00

É importante frisar que a ampliação do índice de cobertura do serviço de esgoto sanitário considerou a meta do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) para a região Centro-Oeste, que é de 92% para o ano de 2033.

4.2.2. Vazões de esgoto gerado

O aumento da população na área urbana, ao longo dos anos, resulta no aumento do volume de esgoto produzido. Sendo assim, a demanda média por tratamento de esgoto foi calculada em função da população, com a seguinte equação:

$$Q_{med} = \left(\left(C \cdot \frac{P \cdot qm}{86400} \right) + Q_{inf} \right) \cdot IC \quad \text{Equação 11}$$

Onde:

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

P = População do ano (hab);

qm = Consumo médio de água per capita (l/hab.dia);

C = Coeficiente de retorno;

Q_{inf} = Vazão de infiltração (l/s);

IC = Índice de cobertura pela rede coletora (%)

Sendo:

$$Q_{inf} = L \cdot Tx_{inf} \quad \text{Equação 12}$$

Onde:

Q_{inf} = Vazão de infiltração (l/s);

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

Tx_{inf} = Coeficiente de infiltração (l/s.km);

O Coeficiente de retorno (C), por sua vez, é a razão média entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida, segundo a norma NBR 9649 (ABNT, 1986). Quando inexistem dados locais, recomenda-se o valor de 0,80, adotado nesse estudo.

Já o Coeficiente de infiltração (Tx_{inf}) é utilizado para prever o acréscimo de volume de água na rede coletora de esgoto, através de ligações irregulares de água pluvial ou mesmo do lençol freático. Baseando-se na NBR 9649 e na literatura, que recomendam valores no intervalo 0,05 e 1,0 l/s.km, sendo adotado para Amambai o valor de 0,1 l/s.km.

Por fim, foram calculadas as vazões máximas de esgoto geradas ano a ano, a partir das vazões médias e dos coeficientes de descarga máxima diária (K_1) e horária (K_2), de acordo com a equação:

$$Q_{m\acute{a}x} = Q_{m\acute{e}d} \times K_1 \times K_2 \quad \text{Equação 13}$$

Onde:

$Q_{m\acute{a}x}$ = Vazão máxima diária de produção de esgoto (l/s);

$Q_{m\acute{e}d}$ = Vazão média de produção de esgoto (l/s);

K_1 = Coeficiente de descarga máxima diária;

K_2 = Coeficiente de descarga máxima horária.

Os valores de K_1 e K_2 são os mesmos considerados no Item 4.1.2, e Consumo médio de água per capita (q_m) permanece sendo de 144,21 l/hab/dia de acordo com a Tabela 10.

Na Tabela 18 são apresentados os resultados de $Q_{m\acute{e}d}$ e $Q_{m\acute{a}x}$, para o horizonte do plano, que serão produzidas pela população urbana atendida por rede coletora de esgoto conforme os índices de cobertura projetados.

Tabela 18: Projeção das vazões médias e máximas de esgoto produzido em Amambai.

Ano	População urbana projetada (hab)	Índice de cobertura (%)	Extensão da rede (km)	Qinf (l/s)	Qméd (l/s)	Qmáx (l/s)
2023	25938	55,22%	63,16	6,32	22,61	40,70
2024	26250	58,90%	68,18	6,82	24,66	44,39
2025	26561	62,57%	73,29	7,33	26,78	48,20
2026	26871	66,25%	78,51	7,85	28,97	52,15
2027	27180	69,93%	83,82	8,38	31,24	56,23
2028	27488	73,61%	89,23	8,92	33,59	60,45
2029	27795	77,29%	94,73	9,47	36,01	64,81
2030	28102	80,97%	100,33	10,03	38,51	69,31
2031	28407	84,64%	106,03	10,60	41,08	73,95
2032	28712	88,32%	111,83	11,18	43,74	78,73
2033	29016	92,00%	117,72	11,77	46,47	83,65
2034	29319	95,68%	123,70	12,37	49,29	88,73
2035	29621	99,36%	129,78	12,98	52,19	93,95
2036	29922	100,00%	131,95	13,19	53,15	95,67

4.2.3. Estimativa da vida útil do sistema de tratamento de esgoto

Para a estimativa da 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 (Qmáx) do ano.

Com base na capacidade atual de tratamento do sistema, de 40 l/s, em 2023 a ETE já estaria operando no limite de sua capacidade. Contudo, a ETE instalada possui uma capacidade de ampliação de mais 40 l/s e, admitindo-se, portanto, a capacidade de tratamento total de 80 l/s, apenas a partir de 2033 o sistema precisaria ser ampliado, necessitando de mais 15,67 l/s de capacidade até 2036 (Tabela 19).

Tabela 19: Balanço da capacidade de tratamento do sistema de tratamento de esgoto atual, para projeção da necessidade de ampliação do sistema.

Ano	Q _{máx} (l/s)	Balanço do sistema de tratamento (l/s)	Necessidade de ampliação do sistema (l/s)	
2023	40,70	39,30	0,00	Emergencial
2024	44,39	35,61		
2025	48,20	31,80	0,00	Curto prazo
2026	52,15	27,85		
2027	56,23	23,77		
2028	60,45	19,55		
2029	64,81	15,19	0,00	Médio prazo
2030	69,31	10,69		
2031	73,95	6,05		
2032	78,73	1,27		
2033	83,65	-3,65	Ampliação de 15,67 l/s	Longo prazo
2034	88,73	-8,73		
2035	93,95	-13,95		
2036	95,67	-15,67		

4.3. Projeção da demanda futura por serviços de drenagem urbana

4.3.1. Identificação de áreas vulneráveis a inundações

As áreas vulneráveis a inundações e enchentes são áreas suscetíveis à interferência ou alterações devido ao aumento temporário dos níveis d'água nos corpos hídricos, geralmente provocadas por chuvas intensas e contínuas, e que fazem parte do ciclo de um rio. Sendo assim, diferenciam-se dos alagamentos, conforme apresentado no Item 5.5 do Diagnóstico-Produto 03 do PMSB.

Esses são fenômenos naturais nos corpos hídricos, mas configuram situações de risco quando há ocupação urbana muito próxima aos canais e nas planícies de inundação. Nessas áreas os sistemas de drenagem passam a ter menor eficiência com o tempo se não forem recalculados ou devidamente adaptados tecnicamente. É comum o aumento das destruições devido sobretudo ao adensamento populacional de determinadas áreas sujeitas tradicionalmente a cheias cíclicas.

Sendo assim, as regiões mais suscetíveis a inundações, em casos extremos de precipitação por exemplo, são apresentadas na Figura 3, nas áreas com menor altitude (em vermelho) e correspondentes aos canais naturais de drenagem da região, sendo eles o Córrego Panduí, Córrego da Lagoa e o Córrego Desbarrancado, que são perenes, e suas ramificações que possuem água temporariamente. A região sul do perímetro urbano é a mais suscetível, devido à maior vazão do Córrego Panduí.

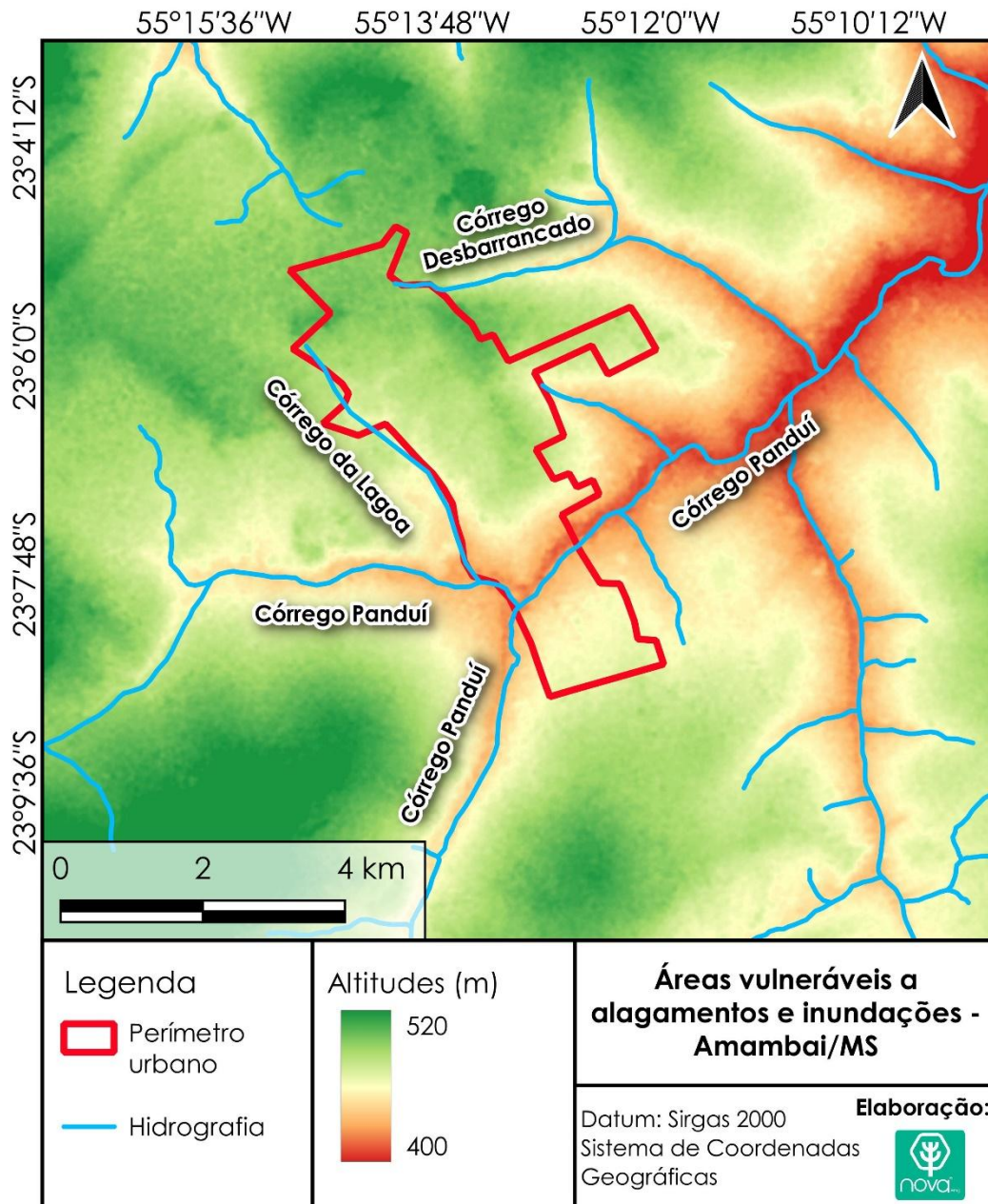


Figura 3: Mapa de hidrografia e relevo na área urbana de Amambai.

4.3.2. Projeção da expansão da rede de drenagem

O município de Amambai não possui um cadastro de toda a drenagem implantada no município, mas foi elaborado um mapa com dados do departamento de engenharia do município, apresentado a seguir, na Figura 4. Segundo as estimativas, a rede de drenagem do município possui aproximadamente 40 km de extensão. A partir desse valor, foram estimados também o número de poços de visita (PV) e bocas de lobo (BL), sendo 1 PV e 4 BL a cada 100 metros de rede de drenagem, resultando nos valores aproximados de em 400 PVs e 1600 BL existentes.

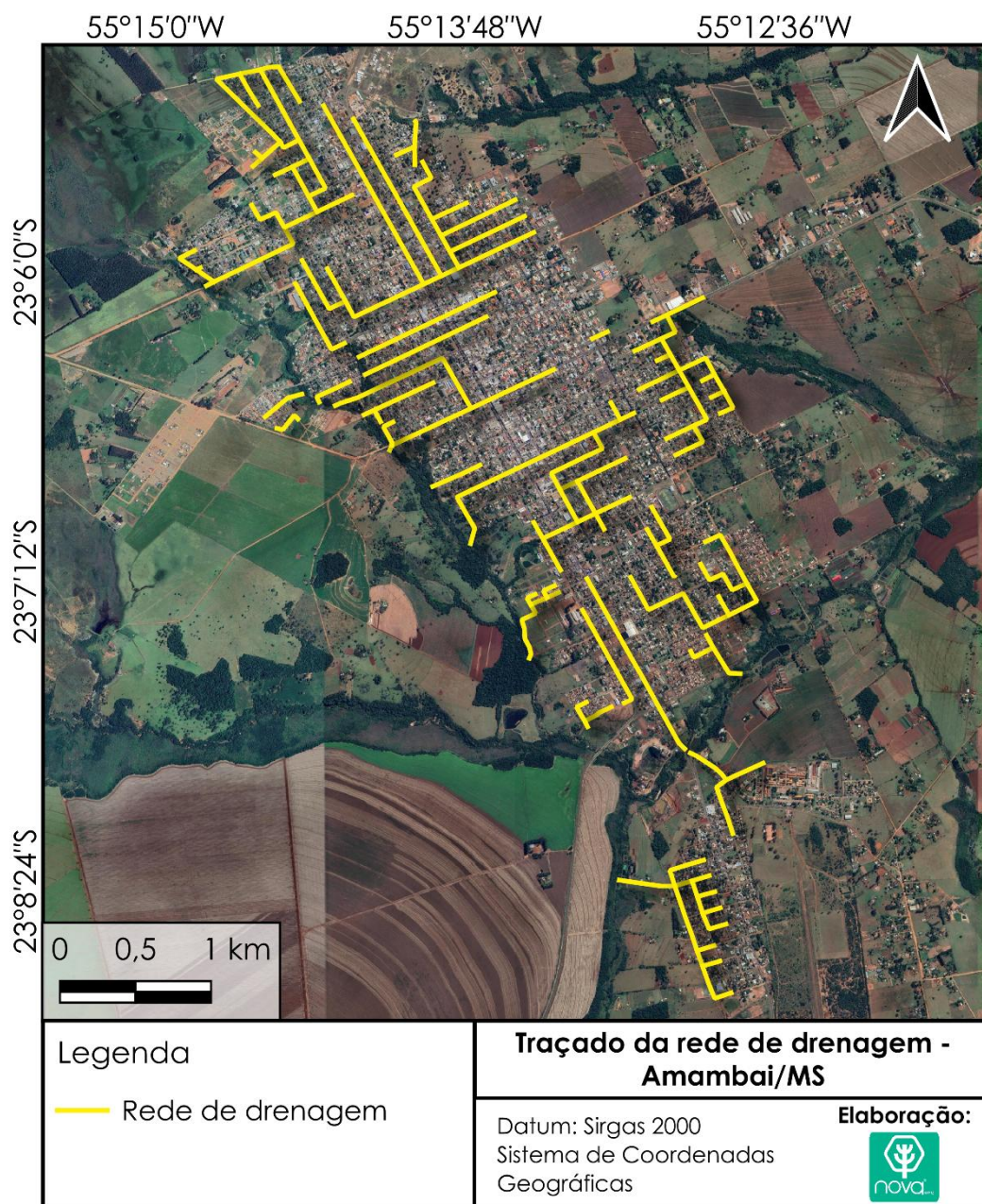


Figura 4: Traçado aproximado da rede de drenagem de Amambai, em 2023.

Para a projeção da extensão dessa rede até 2036, considerou-se os valores da Tabela 20 sendo eles a área urbana de Amambai em 2023 (apresentada no item 2.2) e área urbana drenada, referente à estimativa de área das regiões drenadas pela rede existente.

Tabela 20: Área urbana e área drenada pela rede de drenagem existente, ambas em 2023.

	Área urbana	Área drenada
m ²	13.952.260	4.549.800

Sendo assim, foi possível calcular a porcentagem da área urbana drenada pela rede existente em 2023, de 32,61%. Considerando a meta de 100% de cobertura em 2036, será necessário que a área drenada cresça aproximadamente 5% ao ano. Já para a expansão do comprimento da rede de drenagem, calculou-se o fator “metros de rede/metros quadrados de área drenada”, resultando em 0,0088 (referente a 2023). Ressalta-se que para uma área ser drenada, não implica que em todas as ruas/vias exista galeria de drenagem, já que existem elementos de drenagem superficiais, como canaletas e sarjetas. Os resultados são apresentados na Tabela 21, que considerou, além da ampliação da cobertura do serviço de drenagem, a expansão urbana prevista para o período.

Tabela 21: Projeção do índice de cobertura da rede de drenagem (expansão da área drenada) e do comprimento da rede até 2036.

Ano	Área urbana (m ²)	Índice de Cobertura (%)	Expansão da área drenada (%)	Extensão da rede de drenagem (km)
2023	13952260,00	32,61%	5,18%	40,00
2024	14151024,27	37,79%	5,18%	47,02
2025	14440982,31	42,98%	5,18%	54,56
2026	14736776,95	48,16%	5,18%	62,40
2027	15038408,19	53,35%	5,18%	70,53
2028	15345876,03	58,53%	5,18%	78,96
2029	15659180,46	63,71%	5,18%	87,71
2030	15978321,49	68,90%	5,18%	96,78
2031	16303299,12	74,08%	5,18%	106,18
2032	16634113,35	79,26%	5,18%	115,92
2033	16970764,17	84,45%	5,18%	126,00
2034	17313251,59	89,63%	5,18%	136,43
2035	17661575,61	94,82%	5,18%	147,22
2036	18015736,23	100,00%	5,18%	158,39

4.4. Projeção da demanda futura por serviços de manejo de resíduos sólidos

4.4.1. Geração de resíduos domiciliares e comerciais

A partir das quantidades de resíduos geradas em 2022 e da gravimetria apresentadas no Diagnóstico – Produto 3 do PMSB, foi calculada uma geração per capita de resíduos domiciliares e comerciais convencionais (orgânicos + rejeitos), resíduos recicláveis, e do total (convencionais + recicláveis), apresentadas na Tabela 22.

Tabela 22: Massa de resíduos e gerações per capita em 2022.

Resíduos convencionais (60%)	Total gerado em 2022 (t)	3139,63
	Geração per capita (kg/hab/dia)	0,34
Resíduos recicláveis (40%)	Total gerado em 2022 (t)	2093,08
	Geração per capita (kg/hab/dia)	0,34
Total de resíduos	Total gerado em 2022 (t)	5232,71
	Geração per capita (kg/hab/dia)	0,56

Para a projeção das massas de resíduos a serem geradas até 2036 (Tabela 23), as gerações per capita calculadas acima foram mantidas constantes, resultando em um cenário “conservador” em que não se espera uma redução ou aumento significativos na geração de resíduos pela população.

A projeção calculada impacta diretamente nos serviços de coleta, triagem, transbordo e disposição final, cujos equipamentos e estruturas deverão ser adequados para o montante de resíduos a ser produzido na área urbana, com a possibilidade de expansão dos serviços para regiões da zona rural do município, como aldeias e assentamentos.

Tabela 23: Projeção das massas de resíduos a serem geradas até 2036.

Ano	População urbana projetada (hab)	Geração total de Resíduos (t/ano)	Geração de Res. convencionais (t/ano)	Geração de Res. recicláveis (t/ano)
2023	25938	5296,63	3177,98	2118,65
2024	26250	5360,34	3216,20	2144,13
2025	26561	5423,84	3254,31	2169,54
2026	26871	5487,15	3292,29	2194,86
2027	27180	5550,25	3330,15	2220,10
2028	27488	5613,14	3367,88	2245,26
2029	27795	5675,83	3405,50	2270,33
2030	28102	5738,52	3443,11	2295,41
2031	28407	5800,80	3480,48	2320,32
2032	28712	5863,09	3517,85	2345,23
2033	29016	5925,16	3555,10	2370,07
2034	29319	5987,04	3592,22	2394,81
2035	29621	6048,71	3629,22	2419,48
2036	29922	6110,17	3666,10	2444,07

4.4.2. Áreas favoráveis à implantação de aterro

A definição de áreas para implantação de aterro sanitário deve considerar fatores ambientais, de infraestrutura, econômicos e outras características regionais, respeitando ainda as legislações e normativas vigentes. A NBR 13896 (ABNT, 1997), por exemplo, estabelece os critérios para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não-perigosos, determinando que devem estar a uma distância mínima de 200 metros de corpos hídricos e de 500m de núcleos populacionais, além de recomendar declividades do terreno entre 1% e 30%.

A Figura 5 apresenta esses critérios aplicados no município de Amambai, excluindo-se ainda as Unidades de Conservação e outras áreas de proteção ou uso restrito, como Reserva Legal. Um mapa de declividade também foi gerado através de imagens de radar ALOS Palsar, e considerado para a seleção de áreas.

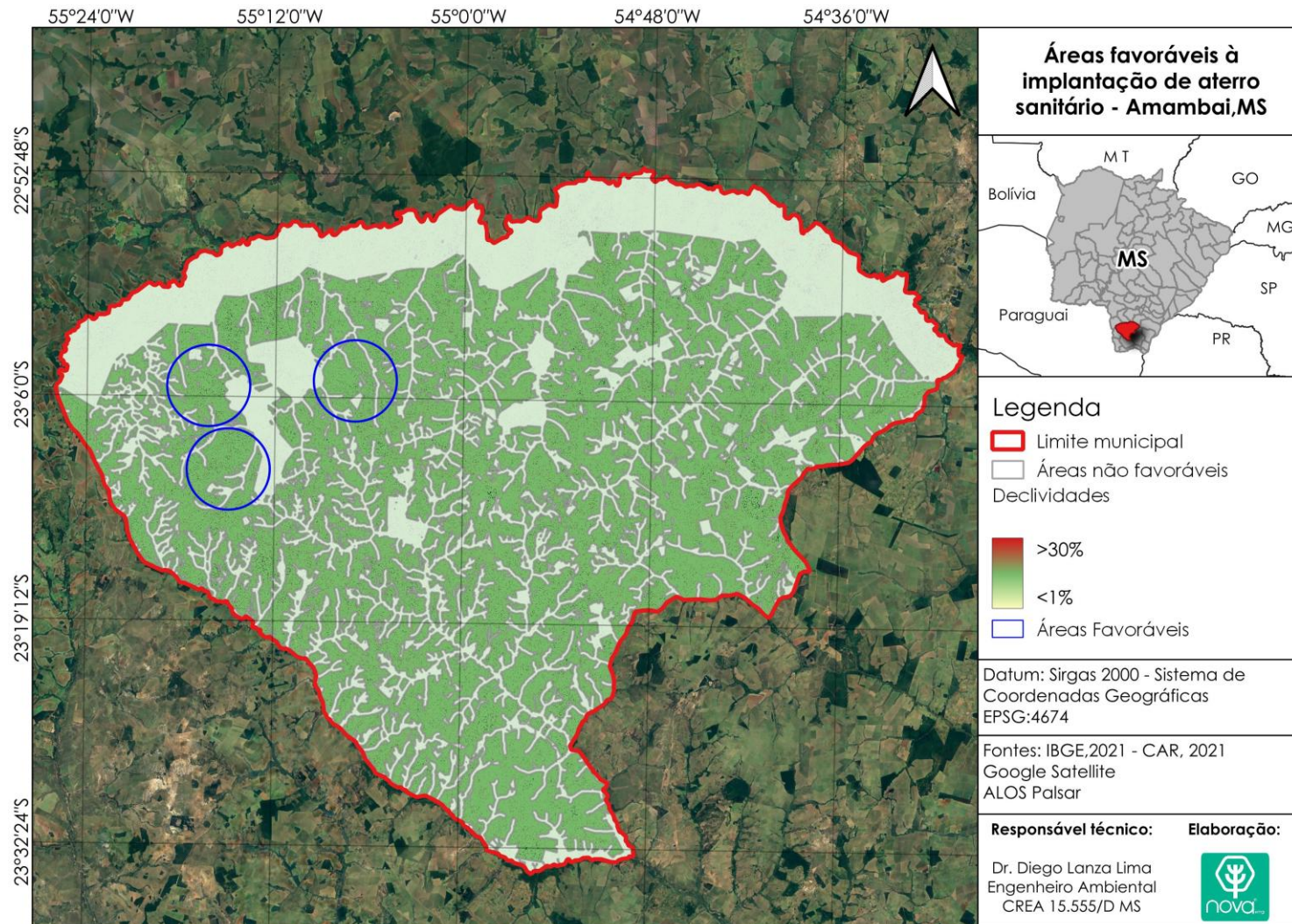


Figura 5: Mapa de classificação de área favoráveis à implantação de aterro sanitário.

As regiões circuladas em azul indicam três áreas potencialmente adequadas à implantação de aterro sanitário, não muito distantes da área urbana, com declividades entre 1% e 30% e com espaço pra grandes estruturas, mantendo-se distância de áreas protegidas.

A NBR 13896 contempla ainda outros critérios como geologia, tipo do solo, acesso, custos, nível do lençol freático, tipo de vegetação etc., que não foram considerados no mapeamento acima, mas devem ser adotados em uma avaliação detalhada de área para implantação de aterro.

As características do solo, inclusive, são fatores críticos na região. De acordo com o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Mato Grosso do Sul (2015), o município de Amambai está inserido na Zona Iguatemi – ZIG, localizada no extremo sul do Estado, região onde ocorrem a aceleração dos processos erosivos do solo e o acúmulo de sedimentos nos leitos dos rios devido às características geoambientais e retirada da cobertura vegetal natural para as atividades agrícolas, de pecuária, entre outras. Sendo assim, a resiliência ambiental é baixa e por isso são necessárias ações de mitigação de impactos ambientais e adequabilidade legal.

5. Previsão de eventos de emergência e contingência

5.1. Sistema de abastecimento de água

Situações emergenciais na operação do sistema de abastecimento de água podem ocorrer quando há paralisação na produção, na adução ou na distribuição à população.

Atualmente Amambai possui capacidade de reservação de 3.000 m³, considerando os reservatórios apoiados e elevados, que podem garantir o abastecimento por algum tempo no caso de eventos que resultem em problemas de produção. Sabendo-se que o abastecimento tem como fonte 9 poços em diferentes pontos da cidade, é razoável considerar que, caso haja algum problema em um poço, os outros podem suprir a demanda temporariamente.

Na Figura 6 e Figura 7, a seguir, são apresentadas 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

Causas:

- 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.

Soluções:

- 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: conjunto motor-bomba).

Figura 6: Causas e soluções para falta de água parcial ou localizada.

FALTA DE ÁGUA GENERALIZADA

Causas:

- Interrupção prolongada no fornecimento de energia elétrica nas instalações de captação ou tratamento de água;
- Qualidade inadequada da água dos mananciais subterrâneos;
- Vazamento de cloro nas instalações de tratamento de água;
- Ações de vandalismo.

Soluções:

- 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 7: Causas e soluções para falta de água generalizada.

5.2. Sistema de esgotamento sanitário

O sistema de esgotamento sanitário pode demandar ações emergenciais e de contingência principalmente caso haja paralisação ou impedimento da coleta ou do tratamento dos efluentes. A Figura 8, Figura 9, Figura 10 e Figura 11 exemplificam as principais situações.

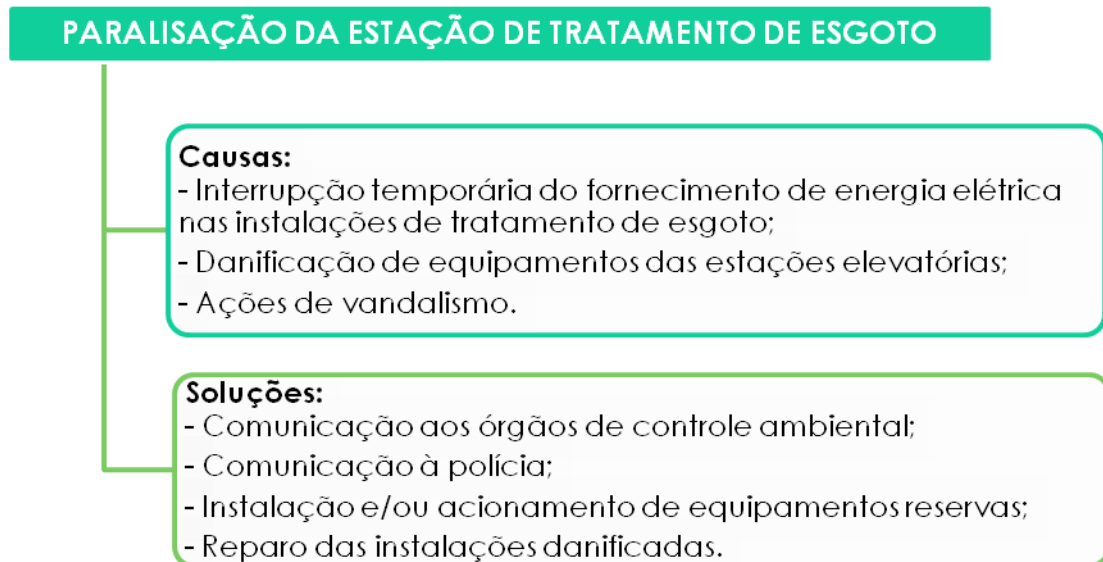


Figura 8: Causas e soluções em caso de paralisação da Estação de Tratamento de Esgoto.

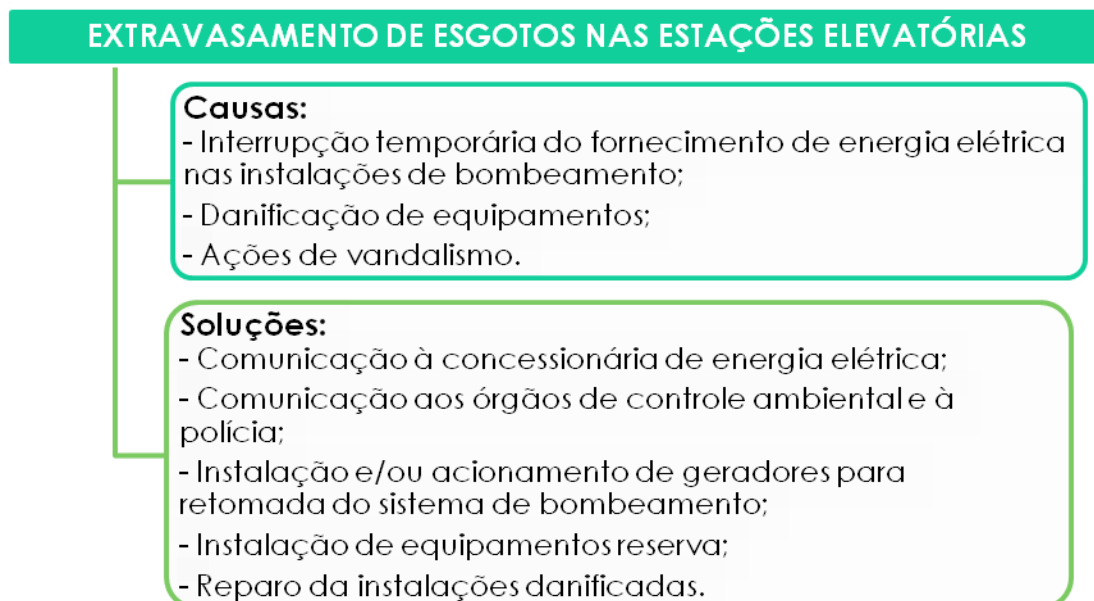


Figura 9: Causas e soluções em caso de extravasamento de esgotos nas estações elevatórias.

ROMPIMENTO DE LINHAS DE RECALQUE, COLETORES TRONCO, INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS

Causas:

- Desmoronamento de taludes ou paredes de canais;
- Erosões de fundos de vale.

Soluções:

- Comunicação aos órgãos de controle ambiental;
- Reparo das instalações danificadas.

Figura 10: Causas e soluções em caso de rompimento de linhas de recalque e outras estruturas de coleta de esgotos.

OCORRÊNCIA DE RETORNO DE ESGOTOS EM IMÓVEIS

Causas:

- Ligações indevidas de águas pluviais na rede coletora de esgoto;
- Obstrução na rede coletora de esgoto.

Soluções:

- Comunicação à vigilância sanitária;
- Execução dos trabalhos de limpeza;
- Reparo das instalações danificadas;
- Ações de educação ambiental e fiscalização para coibir ligações irregulares novas ou existentes.

Figura 11: Causas e soluções em caso de retorno de esgoto em imóveis e residências.

5.3. Sistema de drenagem de águas pluviais

Os sistemas de drenagem de águas pluviais são amplas estruturas que abrangem áreas significativas de uma cidade, com o propósito de lidar com o escoamento de chuvas intensas para prevenir ou reduzir alagamentos. Dessa forma, em emergências relacionadas à drenagem, a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros e a prefeitura do município são acionados. A Figura 12 e Figura 13 apresentam possíveis situações que resultam em emergências, com suas causas e soluções.

LIGAÇÕES IRREGULARES DE ESGOTO OU ACÚMULO DE RESÍDUOS NO SISTEMA DE DRENAGEM

Plano de emergência e contingência:

- Comunicação ao setor de fiscalização para a detecção do ponto irregular de lançamento e regularização da ocorrência;
- Ações de limpeza e desobstrução dos canais, galerias e bocas de lobo.

Figura 12: Ações de emergência e contingência em caso de ligações irregulares de esgoto e acúmulo de resíduos no sistema de drenagem.

INUNDAÇÕES OU ENCHENTES

Plano de emergência e contingência:

- Comunicação à população, instituições e autoridades para a obtenção de apoio operacional e financeiro;
- Acionamento da Defesa Civil e de sistema de alerta para evacuação de áreas de risco;
- Medidas de proteção a pessoas e bens presentes nas zonas afetadas;
- Desobstrução das vias públicas e estruturas de drenagem, para regularização do escoamento da água.

Figura 13: Ações de emergência e contingência em caso de inundações ou enchentes.

5.3.1. Soluções para a área rural

Emergências relativas à drenagem nas áreas rurais podem ocorrer principalmente em estradas, leitos de rios e córregos e próximas aos núcleos habitados (aldeias e assentamentos), quando o escoamento da água causa erosões e desmoronamentos. Assim, o tráfego pelas estradas vicinais é afetado, bem como o acesso dos moradores ao centro urbano, além da perda de áreas, assoreamento e outras consequências ambientais negativas. A Figura 14 resume as principais causas e soluções.

EROSÕES E DESMORONAMENTOS

Causas:

- Desvio irregular de corpos d'água;
- Falta de estruturas de contenção do escoamento superficial nas áreas produtivas, bem como nas estradas e leitos de rios e córregos;
- Estradas inadequadas (direção, material, estrutura);

Soluções:

- Comunicação à Prefeitura Municipal e Defesa Civil;
- Readequação e/ou manutenção das estradas e pontes para acesso seguro dos moradores, ou construção de desvios;
- Adequação das estruturas de contenção de água e solo no entorno das estradas, acessos e taludes (leitos dos rios).

Figura 14: Causas e soluções em caso de erosões e desmoronamentos ocorridos na área rural.

5.4. Sistema de manejo de resíduos sólidos

No sistema de coleta e tratamento de resíduos os eventos de emergência e contingência ocorrem principalmente devido à interrupção dos serviços de coleta, triagem e destinação final, além de acidentes com resíduos perigosos ou contaminados. A Figura 15, Figura 16 e Figura 17 resumem as causas e soluções.

INTERRUPÇÃO DA COLETA DE RESÍDUOS

Causas:

- Greve dos coletores ou outros problemas com a empresa/cooperativa responsável;
- Dificuldades operacionais;
- Interrupção da disposição final pelo aterro contratado.

Soluções:

- Negociação com os trabalhadores e cooperativa/empresa para acordo, ou contratação temporária de equipes ou empresa terceirizada;
- Revisão dos processos logísticos, manutenção preventiva dos veículos, redistribuição de rotas e investimento em tecnologia para otimizar o planejamento;
- Contratação temporária de outro aterro sanitário para recebimento dos resíduos acumulados.

Figura 15: Causas e soluções em caso de interrupção da coleta de resíduos no município.

AUMENTO NA GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Causas:

- Feriados prolongados, eventos especiais, crescimento populacional ou sazonalidade;

Soluções:

- Aumento da frequência de coleta em áreas críticas;
- Campanhas educativas para redução de resíduos;
- Estabelecimento de mais pontos de entrega voluntária;
- Planejamento e contratação temporária de mais veículos de coleta e transporte.

Figura 16: Causas e soluções em caso de aumento na geração de resíduos no município.

CONTAMINAÇÃO POR RESÍDUOS

Causas:

- Vazamentos químicos;
- Descarte inadequado de materiais perigosos;
- Operação inadequada dos equipamentos de triagem e tratamento de resíduos;
- Epidemias, pandemias ou contaminação por resíduos biológicos.

Soluções:

- Acionamento dos bombeiros, polícia e outras autoridades competentes;
- Treinamento adequado para os funcionários;
- Inspeções periódicas das instalações de tratamento;
- Utilização de EPI.

Figura 17: Causas e soluções em caso de contaminação do ambiente e de pessoas por resíduos perigosos ou contaminados.

6. Cenário de referência

O cenário de referência aqui demonstrado é uma representação da realidade a ser alcançada no que diz respeito à infraestrutura de saneamento do município. É um ponto de partida fundamental para traçar metas realistas e estabelecer estratégias para melhora da situação atual.

Ao se definir um cenário de referência, os gestores municipais têm a oportunidade de identificar as deficiências e lacunas existentes no sistema de saneamento, bem como as áreas mais críticas que precisam de intervenção imediata. Dessa forma, podem priorizar os investimentos e ações de forma mais eficiente, otimizando recursos e garantindo maior eficácia nas soluções propostas.

Além disso, um cenário permite que sejam estabelecidos indicadores de desempenho para monitorar o progresso das ações ao longo do tempo. A análise comparativa entre o cenário atual e o cenário almejado é fundamental para avaliar o sucesso do plano de saneamento e fazer os ajustes necessários no decorrer do processo.

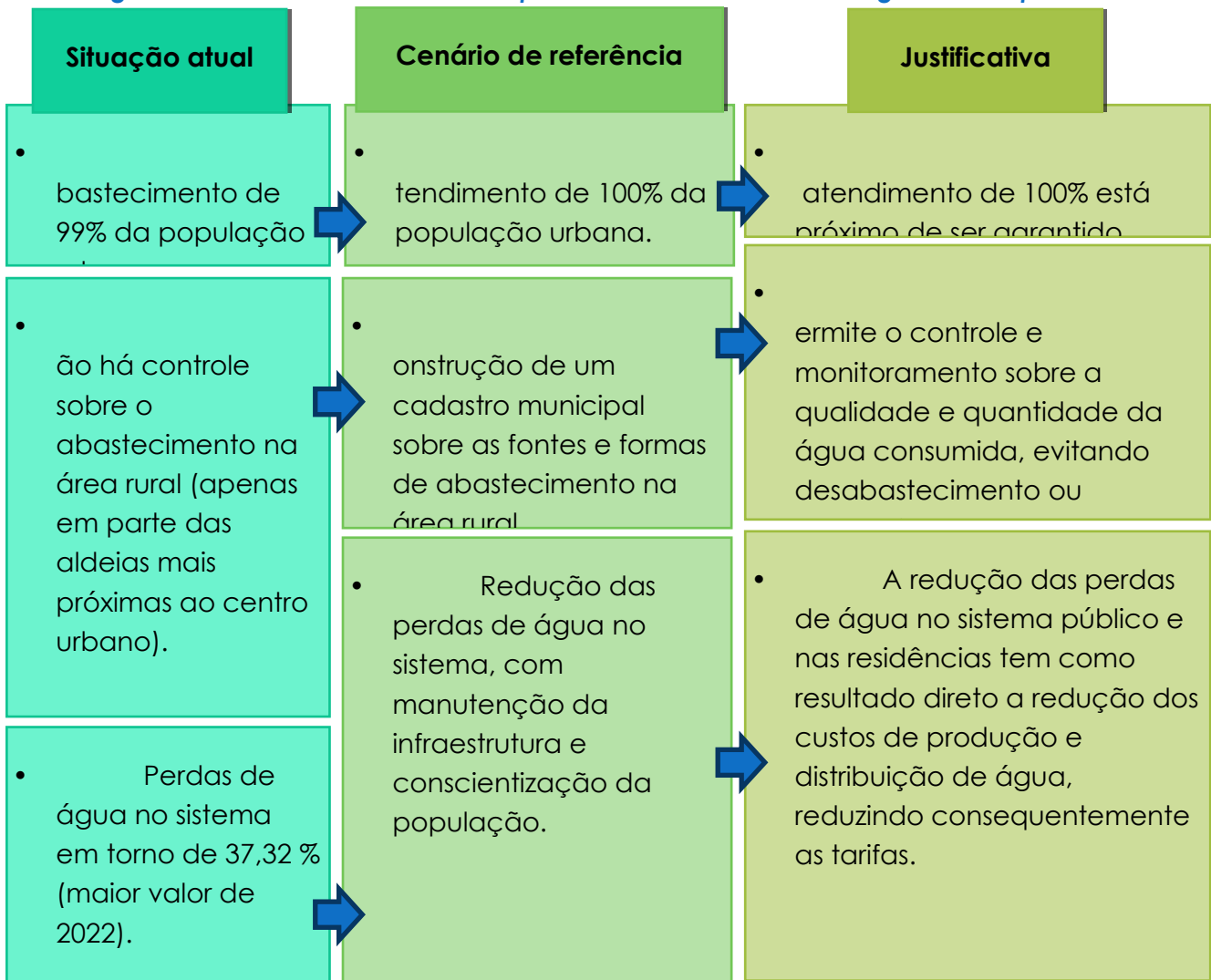
Outro aspecto relevante é que um prognóstico embasado em dados concretos e informações detalhadas é mais facilmente aceito pela população e pelos órgãos reguladores. A transparência e a objetividade na apresentação dos dados contribuem para o engajamento da sociedade.

6.1. Cenário de referência para o sistema de abastecimento de água

Em vista do atual sistema de abastecimento de água, que atende 99% da população urbana de Amambai, o cenário de referência manterá o padrão de atendimento em 100%, com melhorias na estrutura para diminuição das perdas de água no sistema, conscientização da população para economia e redução do consumo. Outro fator a ser melhorado é controle pelo município das formas de abastecimento nas aldeias e assentamentos, garantindo água potável e a conservação ambiental na área rural.

A Figura 18 apresenta um quadro com o cenário de referência, justificativas para cada item e comparativo com a situação atual.

Figura 18: Cenário de referência para o abastecimento de água e comparativo



com a situação atual em Amambai.

6.2. Cenários de referência para o sistema de esgotamento sanitário

A rede de esgotamento sanitário atende hoje 51,54% da população urbana e, portanto, espera-se a expansão da cobertura até o horizonte do plano, garantindo que todo imóvel seja atendido, evitando o despejo de efluentes de forma inadequada como em fossas rudimentares, a céu aberto ou em corpos hídricos. Essas situações, inclusive, são a realidade da área rural descrita no Diagnóstico – Produto 03, e sua melhoria é contemplada pelo cenário de referência.

A Figura 19 resume essas e outras situações, o cenário de referência e as justificativas para cada item.

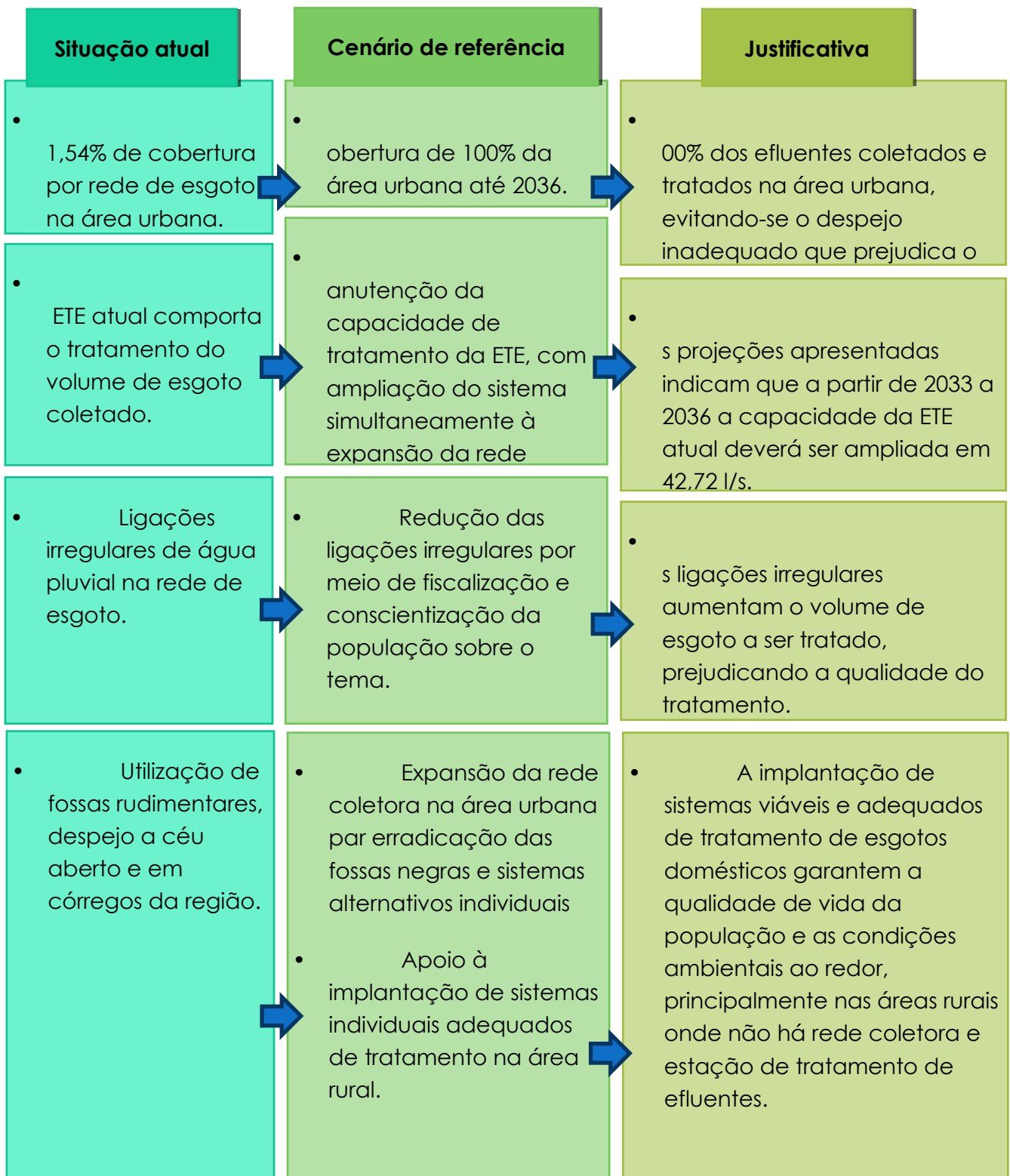


Figura 19: Cenário de referência para o esgotamento sanitário e comparativo com a situação atual em Amambai.

6.3. Cenários de referência para o sistema de drenagem de águas pluviais

A ocupação e expansão urbanas, principalmente de forma desordenada, contribuem para a impermeabilização do solo e conseqüentemente para o surgimento de pontos críticos de drenagem onde ocorrem alagamentos, acúmulo de sedimentos e resíduos, caminhos preferenciais de escoamento da água e erosões. O atual sistema de drenagem do município já apresenta pontos críticos, conforme descrito no Diagnóstico-Produto 03 do PMSB.

Dessa forma, o monitoramento desses locais pelo poder público, juntamente com ações de educação ambiental, além do planejamento urbano para uma ocupação ordenada do município, é imprescindível para uma melhora do sistema de drenagem municipal. A Figura 20 resume esse sistema, o cenário de referência e as justificativas para cada item.

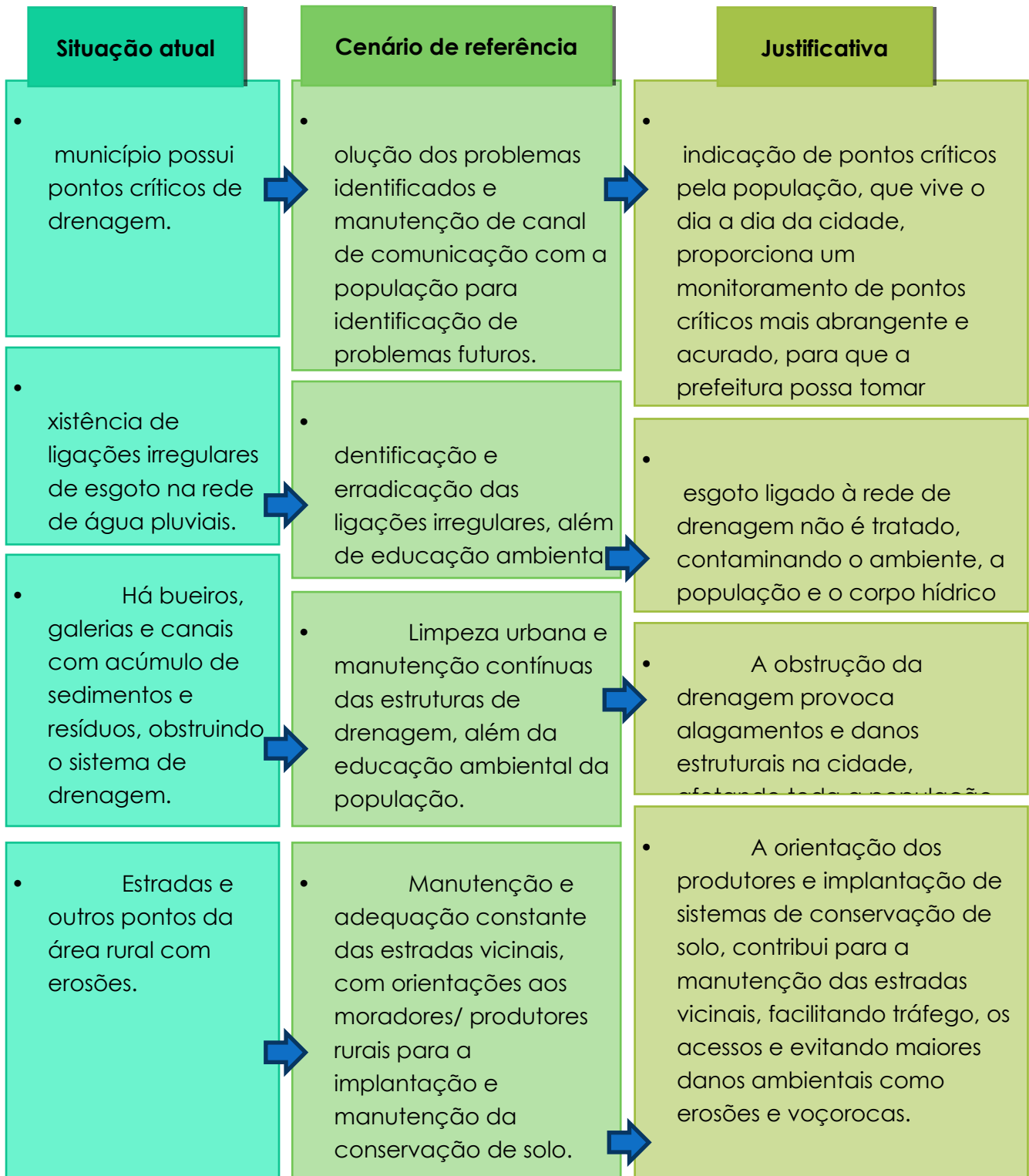


Figura 20: Cenário de referência para a drenagem de águas pluviais e comparativo com a situação atual em Amambai.

6.4. Cenário de referência para o sistema de manejo de resíduos sólidos

O cenário de referência para o sistema de manejo de resíduos sólidos em Amambai compreende a diminuição do volume de resíduos gerados e encaminhados ao aterro sanitário, a melhoria na segregação e adesão da população à coleta seletiva, dentre outros fatores. Para tanto, a educação ambiental constante é um instrumento imprescindível para a execução de um serviço eficiente.

Outros problemas atuais se referem à destinação de resíduos da construção civil, volumosos etc., que são apresentados na Figura 21, com o cenário de referência e justificativas para cada item.

Situação atual	Cenário de referência	Justificativa
<ul style="list-style-type: none"> • moradores da área rural queimam ou enterram seus resíduos. 	<ul style="list-style-type: none"> • implantação de coleta na área rural, com pontos estratégicos de recebimento de resíduos recicláveis e rejeitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • pontos estratégicos de entrega de resíduos facilitam a coleta e destinação para moradores da área rural, que não precisam ir até a cidade ou descartá-los queimando ou enterrando nas
<ul style="list-style-type: none"> • baixa adesão à coleta seletiva e separação incorreta de 	<ul style="list-style-type: none"> • aumento da conscientização e sensibilização da população para 	<ul style="list-style-type: none"> • maior adesão à coleta seletiva resulta em economia de recursos com coleta, tratamento e disposição final.
<ul style="list-style-type: none"> • Existência de locais críticos de descarte inadequado de resíduos domiciliares, volumosos e de poda e capina na área urbana e entorno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Erradicação de áreas de disposição inadequada pela educação ambiental e disponibilização de ecopontos para entrega de resíduos; juntamente com auxílio dos fabricantes e/ou entidades gestoras que facilitem a destinação de resíduos da logística reversa (como pneus, lâmpadas, eletrônicos e 	<ul style="list-style-type: none"> • disponibilização de mais locais para entrega de resíduos facilita a adesão da população, diminuindo as distâncias e mantendo a cidade limpa, inclusive, os sistemas de esgoto e drenagem. O auxílio dos fabricantes e entidades gestoras também facilita todo o processo, não onerando o município.
<ul style="list-style-type: none"> • resíduos orgânicos encaminhados para o aterro sanitário. 	<ul style="list-style-type: none"> • implantação de sistema de compostagem e conscientização e sensibilização da população para participação. 	<ul style="list-style-type: none"> • os resíduos orgânicos correspondem a 36% do total de resíduos gerados. Com o sistema de compostagem os custos com transporte, tratamento e disposição final serão reduzidos, além da minimização dos impactos

Figura 21: Cenário de referência para o manejo de resíduos sólidos e comparativo com a situação atual em Amambai.

7. Responsabilidade técnica

Campo Grande/MS, 23 de março de 2026.

Eng. Amb. Diego Lanza Lima

**Doutor em Saneamento Ambiental e
Recursos Hídricos**

CREA/MS 15.555 / D

Eng. Amb. Caroline Alves Gil da Costa

**Mestra em Saneamento Ambiental e
Recursos Hídricos**

CREA/MS 19.661 / D

Referências

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13896: aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação – procedimento. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

BRASIL. Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB): mais saúde com qualidade de vida e cidadania / Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019.

ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR_Radiometric_Terrain_Corrected_low_res; Includes Material © JAXA/METI 2007. Accessed through ASF DAAC 20 July 2023.

Governo do Estado do Mato Grosso do Sul. Dados Estatísticos dos Municípios de MS. Disponível em: <https://www.pinms.ms.gov.br/portal/apps/Cascade/index.html?appid=1b0b2baca383460689605b6949995038>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010: Sinopse dos resultados - Amambai/MS. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=50&dados=1>.

QGIS Development Team, <2022>. QGIS Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

SEMADESC – Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação. ZEE-MS - Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Mato Grosso do Sul. Segunda aproximação. Campo Grande, MS. 2015. Disponível em: <http://www.semadesc.ms.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/Consolida%C3%A7%C3%A3o-ZEE-2%C2%AA-Aproxima%C3%A7%C3%A3o.pdf>

SILVA, Anderson Antonio Molina da; DALMAS, Fabrício Bau; PARANHOS FILHO, Antônio Conceição. Análise multitemporal do crescimento urbano do município de Amambai–MS. Revista Geociências-UNG-Ser, v. 17, n. 1, p. 06-13, 2019.

**SANESUL – Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul (2023).
Indicador Comercial – Amambai 2022. (Planilha eletrônica).**

_____. **Indicador Gerencial – Amambai – 2023. (Planilha eletrônica).**

_____. **Indicador Operacional–Amambai–2023. (Planilha eletrônica)**

_____. **Índices Comerciais_01_0001. (Planilha eletrônica)**

_____. **Informação Gerencial – Amambai -2023. (Planilha eletrônica)**

_____. **Informação Operacional – Amambai -2023. (Planilha eletrônica).**

_____. **Informações Tratamento – Amambai -2023. (Planilha eletrônica)**