

---

# ***PMSB***

---

## **PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO**



**PRODUTO D - PROSPECTIVAS E PLANEJAMENTO  
ESTRATÉGICO**

*Março, 2018*

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>5</b>
1.1	Definição do Horizonte temporal.....	10
1.1	Cenários, Objetivos e Metas.....	10
1.1.1	Critérios de definição de objetivos.....	11
1.2	Projeção de demandas e prospectivas técnicas.....	15
1.2.1	Projeção da população e de domicílios.....	15
<b>2</b>	<b>INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> .....	<b>19</b>
2.1	Demanda de Reservação.....	24
2.2	Mananciais para abastecimento.....	25
2.3	Descrição dos Principais Mananciais Subterrâneos.....	27
2.4	Vazão Outorgável.....	30
2.5	Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento a Demanda.....	31
2.5.1	Manejo e Gestão da Captação de Água Bruta para Abastecimento.....	32
2.5.2	Formas de Tratamento das Águas Captadas.....	33
2.5.3	Restruturação das Redes de Distribuição de Abastecimento e Manejo das Perdas de Água.....	34
<b>3</b>	<b>INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO</b> .....	<b>36</b>
3.1	Prospectiva de Métodos de Gestão e Prestação de Serviços.....	36
3.2	Projeção da vazão de esgotos.....	36
3.2.1	Vazões anuais na área urbana de Imaculada.....	37
3.3	Concentração DBO, eficiência de tratamento e estimativas de carga orgânica.....	40
3.3.1	Estimativa de Carga e Eficiência de Tratamento na Zona Urbana no Município de Imaculada.....	40
3.4	Alternativas técnicas de engenharia para atendimento das demandas.....	42
3.4.1	Prospectiva Técnica para a Coleta de Esgotos.....	42
3.4.2	Prospectiva Técnica para o Tratamento de Esgotos.....	43
<b>4</b>	<b>DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS</b> .....	<b>56</b>
4.1	Situação da drenagem e manejo das águas pluviais no município.....	56
4.2	Alternativas técnicas para drenagem e manejo das águas pluviais.....	57
<b>5</b>	<b>RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA URBANA</b> .....	<b>59</b>
5.1	Projeção de geração dos resíduos sólidos orgânicos.....	59
5.2	Projeção de geração dos Resíduos recicláveis.....	61
5.3	Projeção de geração dos Resíduos da saúde.....	62
5.4	Projeção de geração de resíduos da construção civil.....	63
5.5	Projeção de geração dos resíduos de varrição e Limpeza Urbana.....	64
5.6	Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.....	66
5.7	Resíduos da Saúde.....	66
5.8	Resíduos de construção civil.....	67
5.9	Destinação final.....	67
5.10	PRAD Lixão.....	67
5.11	Limpeza de vias e varrição.....	68
<b>6</b>	<b>EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS</b> .....	<b>69</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>72</b>

## Lista de Figuras

Figura 1. Comparação das vazões médias levadas em consideração na projeção da Zona Urbana Sede Municipal. ....	21
Figura 2. Mapa de identificação das associações lito-estratigráficas presentes no Sistema Cristalino em que se insere o município de Imaculada/PB. ....	28
Figura 3. Distribuição das condutividades elétricas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Fonte: CPRM, 2014. ....	29
Figura 4. Potencial hidrogeológico da região de Imaculada. Adaptado Mapa Hidrogeológico Região Nordeste (IBGE, 2013). ....	30
Figura 5. Etapas constituintes de uma estação de tratamento de afluentes (ETA) convencional. ....	34
Figura 6. Evolução da carga orgânica considerando cenários de esgoto não tratado e tratado com 70, 80 e 90% de remoção desta. ....	41
Figura 7. Síntese esquemática do sistema de tratamento com lagoa anaeróbica seguida de lagoas facultativas (sistema australiano). Fonte: Própria. ....	44
Figura 8. Fluxograma típico do sistema de lodos ativados convencional. Fonte: VON SPERLING (2005). ....	45
Figura 9. Fluxograma típico de um filtro biológico percolador de baixa carga. Fonte: VON SPERLING (2005). ....	47
Figura 10. Fluxograma de um Sistema Fossa Séptica - Filtro Anaeróbico. Fonte: VON SPERLING (2005). ....	48
Figura 11. Fluxograma de um Sistema com Reator UASB. Fonte: VON SPERLING (2005). ....	50
Figura 12. Planta de conjunto de reator anaeróbico, decantador e caixa de mistura dos efluentes. Fonte: Ercole, 2003. 53	
Figura 13. Conjunto de reator anaeróbico, decantador e caixa de mistura dos efluentes. Fonte: <a href="http://bioarquitecturapaisagem.blogspot.com.br">http://bioarquitecturapaisagem.blogspot.com.br</a> ....	54

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Análise interna das potencialidades e fraquezas do Saneamento no Município de Imaculada/PB.....	6
Tabela 2. Análise externa (Oportunidades e Ameaças) do Saneamento no município de Imaculada.....	8
Tabela 3. Caracterização do atendimento e do déficit de acesso aos serviços assim como os objetivos e metas do plano de saneamento básico. ....	13
Tabela 4. Evolução do número de pessoas, domicílios e de pessoas por domicílio de Imaculada. Fonte: dados IBGE. 16	
Tabela 5. Projeção da população e do número de domicílios de Imaculada para um horizonte de 20 anos. ....	17
Tabela 6. Demandas de abastecimento ( $Q_{med}$ , $Q_{maxd}$ , $Q_{maxh}$ e $Q_{minh}$ ) de água em um período de 20 anos na Zona Urbana Sede Municipal do município de Imaculada/PB. ....	20
Tabela 7. Demandas de abastecimento ( $Q_{med}$ , $Q_{maxd}$ , $Q_{maxh}$ e $Q_{minh}$ ) de água em um período de 20 anos na zona rural do município de Imaculada/PB. ....	21
Tabela 8. Demandas de abastecimento ( $Q_{med}$ , $Q_{maxd}$ , $Q_{maxh}$ e $Q_{minh}$ ) de água em um período de 20 anos para o Distrito de Palmeira município de Imaculada/PB. ....	22
Tabela 9. Demandas de abastecimento ( $Q_{med}$ , $Q_{maxd}$ , $Q_{maxh}$ e $Q_{minh}$ ) de água em um período de 20 anos para o Distrito de Aleixo município de Imaculada/PB.....	23
Tabela 10. Demandas de reservação para as áreas de estudo.....	24
Tabela 11. Informações relevantes sobre os principais recursos hídricos superficiais capazes de fornecer água para abastecimento urbano no município de Imaculada/PB. Fonte: AESA, 2015.....	26
Tabela 12. Fórmulas utilizadas para calculo das vazões médias, máximas e mínimas geradas. ....	37
Tabela 13. Projeção das demandas e vazões de esgotos ( $Q_{med}$ , $Q_{maxd}$ , $Q_{maxh}$ , $Q_{minh}$ ).....	38
Tabela 14. Projeção das demandas e vazões de esgotos ( $Q_{med}$ , $Q_{maxd}$ , $Q_{maxh}$ , $Q_{minh}$ )(continuação).....	39
Tabela 15. Concentração do efluente com e sem tratamento.....	40
Tabela 16. Potencialidades do sistema de tratamento lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa. ....	44
Tabela 17. Potencialidades do sistema de tratamento lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa. ....	45
Tabela 18. Potencialidades do sistema de tratamento lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa. ....	47
Tabela 19. Potencialidades do sistema de tratamento lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa. ....	48
Tabela 20. Potencialidades do sistema de tratamento lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa. ....	50
Tabela 21. Características de tipos de tratamento de esgoto. Fonte: Adaptado de Ercole (2003).....	55
Tabela 22 - Cenário atual Resíduos comuns.....	59
Tabela 23. Projeção de geração de resíduos sólidos.....	59
Tabela 24 - Projeção de geração de resíduos sólidos orgânicos.....	60
Tabela 25 - Panorama atual - Resíduos recicláveis.....	61
Tabela 26 - Projeção de geração de resíduos recicláveis.....	61
Tabela 27. Cenário atual - RSSS.....	62
Tabela 28. Projeção de geração de resíduos de saúde.....	63
Tabela 29 - Cenário atual - RCC.....	63
Tabela 30 - Projeção de geração de resíduos da construção civil.....	64
Tabela 31 - Projeção de geração de resíduos da varrição.....	65
Tabela 32. Cenários de Emergência e de Contingência para os serviços de Saneamento Básico de Imaculada.....	70

## 1 INTRODUÇÃO

A elaboração de políticas públicas urbanas pressupõe um extenso ferramental de análise histórica que possibilite quantificar e compreender a lógica de diversos processos que se integram, de forma positiva ou negativa, com os elementos do saneamento básico. Elementos, esses, que se quer planejar e conseqüentemente, intervir para atingir um objetivo pré-determinado.

A análise prospectiva estratégica aborda problemas de variados tipos, para que seja possível a definição da população implicada, as expectativas, a relação entre causas/efeitos, identifica objetivos, agentes, opções, seqüências de ações, tenta prever conseqüências, evitar erros de análise, avalia escalas de valores e como se inter-relacionam, abordam táticas e estratégias. Assim a prospectiva e planejamento estratégico demandam um conjunto de técnicas sobre a resolução de problemas perante a complexidade, a incerteza, os riscos e os conflitos, devidamente caracterizados.

Como passo inicial foi desenvolvido uma análise do quadro do saneamento no município de Imaculada integrando diversas dimensões para circunvir os principais problemas relacionados e potencializar possíveis melhoramentos nos serviços prestados.

Esta análise pode ser utilizada como uma ferramenta para reflexão e posicionamento em relação à situação do setor de saneamento. Representa o início do processo de planejamento tendo uma percepção geral de pontos e fatores que contribuem ou empecilham a execução de ações.

Para tal, foram levantadas as implicações resultantes de quatro elementos-chave estratégicos:

- Potencialidades - pontos fortes: vantagens internas do município quanto ao saneamento
- Fraquezas - pontos fracos: desvantagens internas do município na questão do saneamento
- Oportunidades - aspectos positivos da envolvente com o potencial de fazer melhorar as condições do saneamento no município;
- Ameaças - aspectos negativos da envolvente com o potencial de comprometer a qualidade do saneamento básico no município.

A ideia é a de avaliar, através de uma reflexão aprofundada, quais são estes elementos, tendo em vista que previamente, foram consideradas informações internas (para os pontos fortes e a melhorar) e externas (para as oportunidades e ameaças).

Nota-se que uma ameaça, portanto um fator externo capaz de afetar o funcionamento do Plano, também pode provocar o aparecimento de um ponto forte, caracterizando-se assim não como um problema irreversível, mas como um motivo de transformação da realidade.

Segundo o TC/BR(2004) as condições para que uma ameaça possa ser transformada em oportunidade são, no mínimo, as seguintes:

- Visão estratégica para avaliar corretamente as ameaças como sendo oportunidades escondidas;
- Recursos financeiros, materiais e humanos para poder executar as alterações necessárias.

**Potencialidades e fraquezas:** Imaculada possui muitos desafios para que seja factível a universalização dos serviços de saneamento. Nesse sentido, foram identificadas, além das potencialidades, as principais fraquezas que deverão ser sanadas durante a gestão dos Serviços de Saneamento Básico.

A Tabela 1 aborda uma análise interna (potencialidades e fraquezas) do Saneamento Básico de Imaculada. A relação foi estabelecida a partir de itens estratégicos, que permitiram a identificação dos pontos positivos e negativos associado a cada um destes.

A discussão abordada pelos itens trata de questões relacionadas às serviços de saneamento básico além de questões institucionais e políticas, meio ambiente, orçamento e vulnerabilidade social da população.

**Tabela 1. Análise interna das potencialidades e fraquezas do Saneamento no Município de Imaculada/PB.**

Aspecto	Potencialidades	Fraquezas
<b>Instituições, gestão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaboração quanto às informações solicitadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de capacitação dos gestores</li> <li>• Banco de dados insuficientes</li> <li>• Inexistência de setor específico da prefeitura que trate do gerenciamento das questões de saneamento no município</li> </ul>
<b>Meio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de áreas para a implementação de parques e áreas verdes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escassez de recursos hídricos</li> <li>• Poluição no solo</li> <li>• Poluição nos recursos hídricos</li> <li>• Alterações paisagísticas com perda de beleza natural</li> <li>• Aspecto desagradável de açudes e algumas vias do município</li> <li>• Presença de vetores de doenças infectocontagiosas</li> <li>• Existência de graveolência aos municípes</li> </ul>
<b>Vulnerabilidade social da população</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• População mostra-se interessada no PMSB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• População com altos índices de pobreza</li> <li>• Ineficiente distribuição de renda</li> <li>• População com baixo nível de instrução</li> <li>• Número insuficiente de médicos para atendimento da população</li> </ul>
<b>Políticas públicas municipais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O PMSB é um anseio da população</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sem políticas públicas regulatórias nos aspectos que tangem o saneamento básico no município.</li> </ul>
<b>Sistemas de abastecimento de água</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possui infraestrutura de reservação implantada no município</li> <li>• Possui rede de distribuição implantada no município</li> <li>• Consumo per capta abaixo a média nacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rompimentos esporádicos das adutoras</li> <li>• Não atendimento e/ou intermitência do serviço de abastecimento (falta de água)</li> <li>• Necessidade de manutenção na ETA;</li> </ul>
<b>Sistemas de esgotamento sanitário</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• População do município se encontra adensada em poucas localidades, facilitando assim o dimensionamento da rede de esgotamento</li> <li>• Municípes apresentam baixo consumo per capta que reflete automaticamente em um baixo volume de geração de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistência de tratamento dos efluentes sanitários antes do lançamento</li> <li>• Presença de domicílios com lançamento de esgotos a céu aberto tanto em áreas urbanas quanto rurais</li> <li>• Inexistência de fiscalização para coibir lançamentos irregulares</li> <li>• Inexistência de políticas municipais quanto à aprovação de projetos hidrosanitários de novos domicílios</li> <li>• Inexistência de um quadro bem definido quanto à responsabilidade de gestão frente aos problemas de esgotamento</li> </ul>

Aspecto	Potencialidades	Fraquezas
	<p>efluentes;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Área urbana possui rede instalada em cerca de 80% de cobertura</li> </ul>	
<b>Sistema de drenagem pluvial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe área de acumulação de água na cidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistência de estudos e/ou projetos relacionados à drenagem</li> <li>• Ruas não pavimentadas com processos erosivos na área urbana</li> <li>• Rede de drenagem inexistente na maior parte da área urbana do município</li> <li>• Constatação de descargas sanitárias de esgoto bruto na rede de drenagem e logradouros</li> <li>• Acúmulo de resíduos sólidos em logradouros</li> <li>• Presença de pontos de alagamento na área urbana</li> </ul>
<b>Gerenciamento de resíduos e limpeza urbana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possui coleta de resíduos sólidos com grande cobertura na área urbana;</li> <li>• Apresenta uma coleta de resíduos com frequência</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de disposição adequada de resíduos sólidos</li> <li>• Inexistência de legislação municipal específica regulatória das questões que tratam o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e industriais</li> <li>• Presença de lixão e queima de resíduos hospitalares não controlados na área do lixão</li> <li>• Propagação de vetores de doenças no lixão</li> <li>• Falta de contentores adequados nas ruas</li> <li>• Diversificados pontos de acúmulo de resíduos espalhados pelo município</li> <li>• Ausência de organização/setorização bem definida da coleta de resíduos sólidos</li> <li>• Alto índice de queima de resíduos em propriedade na zona rural do município</li> <li>• Alto índice de disposição de resíduos em terrenos baldio/locais irregulares na zona rural do município</li> <li>• Inexistência de equipamentos adequados para a coleta de resíduos sólidos</li> <li>• Inexistência de sistema de coleta seletiva no município</li> <li>• Ausência de utilização EPI pelos funcionários</li> <li>• Disposição inadequada de resíduos de construção e demolição civil</li> <li>• Inexistência de trabalhos sociais junto aos catadores</li> </ul>

**Oportunidades e Ameaças:** Segundo Cobra (2003), o ambiente externo envolve uma análise das forças macro - ambientais (tendências demográficas, econômicas, tecnológicas, políticas, legais, sociais e culturais). E esses fatores influenciam diretamente nos aspectos internos do Plano de Saneamento, sendo de extrema importância que através desta análise seja possível identificar oportunidades e ameaças que possibilitarão o desenvolvimento de estratégias de ação para tirar proveito das oportunidades e minimizar/eliminar as ameaças durante e após a implementação do PMSB.

As oportunidades são situações, tendências ou fenômenos externos, atuais ou potenciais, que podem contribuir para a concretização dos objetivos estratégicos do PMSB. Caracterizam-se por seu aspecto positivo e podem criar as condições favoráveis para a o sucesso do PMSB, desde que o município possua condições ou interesse de utilizá-las.

Já as ameaças são situações ou fenômenos atuais ou potenciais, que podem prejudicar a execução de objetivos estratégicos. Para evitá-las devem ser analisados seus graus de possibilidade de ocorrerem e níveis de gravidade. Podem impactar diretamente o sucesso do plano e prejudicar seu desenvolvimento.

Entre os itens de análise externa do PMSB de Imaculada elencaram-se: Gestão dos sistemas (água, esgoto, drenagem e resíduos); Saúde pública; Políticas públicas (PNSB, PNRS); Meio

ambiente; e Orçamentos Federal, estadual, detalhados na Tabela 2. A relação foi estabelecida a partir de itens estratégicos, que permitiram a identificação dos pontos positivos e negativos associado a cada um destes itens.

**Tabela 2. Análise externa (Oportunidades e Ameaças) do Saneamento no município de Imaculada.**

Aspecto	Oportunidades	Ameaças
<b>Instituições, gestão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserção de capacitação/treinamento para gestores frente às questões de saneamento</li> <li>• Elaboração de Sistema de Informação (SI) na amplitude das questões de saneamento básico para o município</li> <li>• Inserção de setor específico para a gestão municipal das questões associadas ao saneamento básico de Imaculada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa participação/desinteresse dos gestores</li> <li>• Falta de frequência e comprometimento da coleta de dados</li> <li>• Falta de articulação dos gestores</li> </ul>
<b>Vulnerabilidade social da população</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de empregos formais para suprir as demandas humanas a serem geradas pela operacionalização do PMSB</li> <li>• Implantação de estratégias de fomentação educacional associada à educação ambiental nos colégios visando à conscientização da população frente às questões de saneamento</li> <li>• Implantação de estratégias de saúde baseadas na melhoria do saneamento no município</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vagas ofertadas potencialmente não serem ocupadas ou criação de cargos por interesses difusos</li> <li>• Baixa aplicação das respectivas diretrizes ambientais nos colégios</li> </ul>
<b>Políticas públicas municipais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulação de políticas públicas que tangem as diretrizes fundamentais de todas as legislações associadas às questões de saneamento básico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa participação da sociedade na formulação das políticas públicas</li> <li>• Não comprometimento de gestores e políticos municipais</li> </ul>
<b>Sistemas de abastecimento de água</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantação de monitoramento periódico das águas superficiais e subterrâneas no município</li> <li>• Implantação de estratégias de fiscalização frente a ligações clandestinas</li> <li>• Restruturação das adutoras e formulação de um plano de manutenção e monitoramento das respectivas tubulações</li> <li>• Ampliação e restruturação do sistema de abastecimento de coleta de água</li> <li>• Melhoria na qualidade do efluente tratado da ETA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de equipe técnica especializada na área;</li> <li>• Não comprometimento de políticos e gestores;</li> <li>• Falta de capacidade técnica de gestores municipais;</li> <li>• Corrupção dos futuros fiscais</li> <li>• Falta de pessoal contratado e veículos automotores para fiscalização</li> <li>• Restruturação não poder ser realizada tendo de ser trocadas as atuais adutoras</li> <li>• Respectiva manutenção não ser realizada ao decorrer da vida útil da adutora</li> <li>• A atual infraestrutura de coleta não conseguir ser adaptada para recebimento do tratamento</li> </ul>
<b>Sistemas de esgotamento sanitário</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantação de ETE</li> <li>• Planejamento de estratégias para readequação de lançamentos irregulares em domicílios de baixa renda no município</li> <li>• Planejamento e capacitação/treinamento de pessoal para a execução de fiscalização dos domicílios</li> <li>• Formulação de política pública que vise à vistoria de projetos de novos domicílios e empresas que visem à utilização/despejo de efluentes sanitários</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de repasse de recursos</li> <li>• Demora em demasia para execução do projeto da rede de coleta de esgoto no município;</li> <li>• Gestores municipais não comprometidos em executar o plano;</li> <li>• Falta de cooperação dos municípios</li> <li>• Situação de vulnerabilidade social dificulta a adequação do esgotamento sanitário</li> <li>• Falta de pessoal contratado e veículos automotores para fiscalização</li> <li>• Falta de articulação dos gestores</li> <li>• Falta de fiscalização</li> </ul>

Aspecto	Oportunidades	Ameaças
<b>Sistema de drenagem pluvial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implantação de estratégia que vise à definição das responsabilidades e ferramentas de regulação e gestão frente às questões de esgotamento sanitário</li> <li>Realização de projeto de drenagem urbana, de forma integrada e visando a eliminação de pontos de alagamentos, e ampliação de áreas permeáveis;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de articulação dos gestores ou falha em mecanismos de controle criados</li> <li>Inexistência de equipe técnica especializada elevando custos à contratação de pessoal em outros estados/municípios;</li> <li>Falta de repasse de recursos</li> <li>Não comprometimento de gestores municipais</li> </ul>
<b>Sistemas de gerenciamento de resíduos e limpeza urbana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encerramento de lixão municipal e recuperação da área degradada</li> <li>Elaboração de trabalho de ressocialização e realocação de catadores</li> <li>Implantação de aterro sanitário e aterro de inertes (RCC)</li> <li>Formulação de política pública municipal que vise à regulação ambiental frente às questões de resíduos sólidos domiciliares e industriais no município</li> <li>Inserção da logística reversa referente a resíduos de saúde (remédios) possivelmente recicláveis tratando e recuperando materiais reciclados assim como regularizando a disposição desta tipologia de resíduos (autoclavagem e/ou incineração seguida de disposição em aterro controlado).</li> <li>Planejamento estratégico de compras frente às demandas materiais de contentores, EPI e caminhões adequados para transporte de resíduos.</li> <li>Inserção de estratégias para a definição de setorização durante a coleta de resíduos e limpeza urbana dos pontos de acúmulo de resíduos tanto em áreas rurais quanto urbanas</li> <li>Planejamento estratégico e sistematização de coleta seletiva bem como a logística reversa integrada em todo o município</li> <li>Inserção de um plano de conscientização para agricultores e moradores da zona rural e urbana do município quanto à adequada segregação dos resíduos e aspectos de gestão de resíduos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inexistência de áreas para execução de um novo aterro</li> <li>Repasse de verba insuficiente</li> <li>Resistência à desocupação dos moradores;</li> <li>Conflitos com os moradores/catadores que ocupam a localidade do lixão demonstrando resistência ao sair da área dos lixões e não cooperação com os programas de reinserção sociais propostos</li> <li>Falta de áreas apropriadas para execução do respectivo projeto</li> <li>Repasse de verba insuficiente</li> <li>Falta de articulação dos gestores</li> <li>Municípios descontentes caso a regulação implique em multas em caso de não atendimento</li> <li>Falta de instrução aos moradores</li> <li>Equipamento de autoclavagem a ser adquirida tendo de ser importada de outros municípios/estados</li> <li>Não inserção de pontos de coletas para logística reversa</li> <li>Falta de instrução dos municípios resultando em falta de colaboração para triagem dos RSS</li> <li>Repasse de verba insuficiente</li> <li>Inadequado dimensionamento orçamentário</li> <li>Inexistência de contratação de gestor com conhecimentos técnicos sobre roteirização e planejamento de coleta e limpeza urbana</li> <li>Não inserção de pontos de coletas para a triagem seletiva e de logística reversa</li> <li>Falta de instrução dos municípios resultando em falta de colaboração</li> <li>Não adoção de um programa de educação ambiental</li> <li>Não proporcionar uma frequência de coleta adequada nos pontos instalados</li> <li>Não realizar um programa de educação ambiental que vise à conscientização dos moradores da zona rural</li> <li>Não inserção de educação ambiental no ensino básico do município</li> </ul>
<b>Meio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estruturação das questões supracitadas nos diversificados aspectos que regem as necessidades mínimas para a implantação de um adequado Plano de Saneamento Básico Municipal (PSBM), o qual gradativamente proporcionará melhoras em todas as amplitudes ambientais atualmente encontradas mitigando a poluição no solo, água e ar</li> <li>Recuperação ambiental das áreas diagnosticadas como degradadas</li> <li>Desapropriação de comunidades ribeirinhas e</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não execução do PMSB em todos os seus aspectos, definições e amplitudes acarretarão em ameaças ao meio ambiente assim como terão respaldo negativo nas questões de saúde e bem estar de toda a população do município;</li> </ul>

Aspecto	Oportunidades	Ameaças
	renaturalização das margens de matas ciliares	

A análise realizada servirá para subsidiar as tomadas e priorização de decisões na fase de programas, projetos e ações, fortalecendo a coesão das propostas elaboradas de forma integrada, por esta considerar, além de fatores que afetam diretamente o funcionamento dos componentes do saneamento básico, a participação e a vulnerabilidade social da população, deficiências institucionais existentes, e salubridade ambiental.

## 1.1 Definição do Horizonte temporal

O prazo para as intervenções indicadas no PMSB deverá ser estimado para um horizonte de projeto de 20 anos, com as metas divididas nos seguintes tempos:

- Imediata/ Emergencial: até 3 anos
- Curto prazo: entre 4 e 8 anos;
- Médio prazo: entre 9 e 12 anos;
- Longo prazo: entre 13 e 20 anos.

Estes prazos serão adotados para todos os serviços públicos de saneamento básico.

## 1.1 Cenários, Objetivos e Metas

Tendo em vista o conhecimento do passado, dado pelo diagnóstico com a descrição das práticas de saneamento no município, se faz necessário uma análise de prognóstico para que seja possível inferir sobre o diagnóstico e obter indícios sobre um cenário futuro no município, e assim permitir que a elaboração de diretrizes que condicionem e orientem a tomada de decisões no futuro.

A análise prospectiva estratégica aborda problemas de variados tipos, estrutura-os, define a população implicada, as expectativas, a relação entre causas e efeitos, identifica objetivos, agentes, opções, sequência de ações, tenta prever consequências, evitar erros de análise, avalia escalas de valores e como se inter-relacionam as questões, além de abordar táticas e estratégias. Consistindo em uma análise de risco quanto às incertezas de projetos associadas à questão do saneamento básico no município.

Neste tópico, são consideradas as informações técnicas e participativas consolidadas na etapa de diagnóstico como referência de cenário atual e como norteadoras dos avanços necessários para a prospectiva de cenário futuro.

O cenário de referência aborda objetivos abrangentes para o saneamento básico voltados para a melhoria das condições de cada eixo do setor e da saúde pública, e ainda da questão institucional que nortearão a elaboração das propostas de programas, projetos e ações das próximas fases do planejamento. Além disso, o cenário é baseado fortemente nas principais expectativas manifestadas pela população durante as discussões sobressalentes nos eventos públicos resultantes das ações adotadas de mobilização social.

### 1.1.1 Critérios de definição de objetivos

A definição da priorização dos objetivos foi aplicada mediante as necessidades básicas da população. Priorizando-se o acesso à água com qualidade potável nos domicílios, a salubridade e a saúde pública. O respectivo enfoque proporciona que seja necessária a ampliação da atual cobertura do sistema de drenagem do município e instalação de um sistema de coleta e tratamento de esgotamento sanitário municipal, assim como o encerramento do atual lixão e estruturação de um aterro apropriado devem ser caracterizados como pontos de partida para os primeiros anos do PMSB.

A necessidade de priorizar a instalação de um aterro sanitário municipal ou solução intermunicipal é notável, visto a presença de disposição de resíduos diretamente no solo. Também, considerada como critério de priorização, juntamente com a universalização da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos.

#### 1.1.1.1 Cenários identificados

Um plano estratégico para o município de Imaculada, necessariamente, envolve a discussão de cenários futuros possíveis, a escolha de um cenário desejado e as consequentes opções entre diferentes prioridades de diretrizes, ações metas e projetos.

A formulação de cenários alternativos é uma atividade fundamental para o Planejamento Estratégico. Identificar as diferentes situações futuras que podem resultar de ações (ou omissões) é essencial para balizar as opções e escolhas que precisam ser feitas na gestão pública. Os cenários não são elaborados para, detalhadamente, projetar um cenário futuro, mas sim para ilustrar as possíveis consequências de determinadas escolhas, por isso não é uma formulação precisa, mas antes uma descrição de situação futura possível (PMSP, 2013).

No município o cenário atual do saneamento pode ser caracterizado pela presença do déficit dos serviços prestado em dois tipos. Essas se referem a:

1. **Problemas de atendimento:** Problemas identificados em determinado componente do saneamento básico que interferem a universalização dos serviços ou na qualidade de vida da população do município;
2. **Não atendimento:** Serviços que não apresentam cobertura de determinado serviço de saneamento básico

As intervenções necessárias para cada um dos componentes devem estar baseadas em deficiências ou o não atendimento de determinado serviço de Saneamento Básico. A seguir são apresentadas (Tabela 3) a caracterização dos déficits do atendimento e a elaboração de um cenário de referência para cada um destes componentes do saneamento, ou seja, qual seria o atendimento desejável para o Saneamento Básico no município, tendo por base os anseios da população, características de salubridade ambiental e saúde pública.

Esta apresenta ainda, um cenário futuro, baseado no estabelecimento de objetivos e metas abrangentes com o intuito de alcançar o cenário de referência.

Tabela 3. Caracterização do atendimento e do déficit de acesso aos serviços assim como os objetivos e metas do plano de saneamento básico.

Eixo	Cenário Atual		Cenário de Referência	Cenário Futuro	
	Déficit		Atendimento adequado	Objetivo	Meta
	Problemas	Sem atendimento			
Instituições, Gestão dos Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sem funcionários específicos que atuem na parte técnica e gestão nos serviços de saneamento municipal.</li> <li>Baixa participação social nas decisões administrativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inexistência de controle da cobertura geográfica da atual rede de drenagem, vias e pavimentação, rede coletora de esgotos e de abastecimento de água;</li> <li>Inexistência de organização e/ou setorização e/ou secretaria bem definida quanto à responsabilidade de gestão frente a questões de regulação e aos problemas de gestão dos diferentes eixos do saneamento básico;</li> <li>Inexistência de gestor municipal e equipe técnica coordenada por engenheiro ambiental/sanitarista para a resolução de problemas associados às questões de saneamento no município.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Secretaria e/ou setor englobado junto à prefeitura que seja responsável pelas questões de saneamento no município;</li> <li>Comunicação entre as demandas e qualidade dos serviços de saneamento e atendimento a comunidade;</li> <li>Registro de dados e indicadores em banco específico de dados;</li> <li>Equipe técnica com coordenação de engenheiro ambiental/sanitarista para auxílio das demandas municipais frente às questões de saneamento no município;</li> <li>Presença de pessoal capacitado que atue especificamente na gestão do saneamento no município.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Estabelecimento de secretaria e/ou setor de saneamento na prefeitura municipal com estrutura adequada;</li> <li>Contratação de equipe técnica composta por engenheiro ambiental/sanitarista para o cargo de coordenação e demais profissionais demandados no auxílio das questões de saneamento básico do município;</li> <li>Concepção de banco de dados georreferenciados que contemple o mapeamento das atuais e futuras estruturas de drenagem, pavimentação, esgotamento, abastecimento de água e setorização das coletas de resíduos sólidos;</li> <li>Estabelecimento de Conselho Municipal que atue de forma deliberativa nas questões que envolvem saneamento no município.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Imediato</li> <li>Curto Prazo</li> <li>Médio Prazo</li> <li>Imediato</li> </ol>
Políticas Públicas municipais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Problemas na adequação da legislação e deficiências no estabelecimento de diretrizes para o saneamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inexistência de política municipal de saneamento básico;</li> <li>Inexistência de legislação municipal quanto à aprovação de projetos hidrossanitários de novos empreendimentos;</li> <li>Inexistência de legislação municipal específica regulatória das questões que tratam o gerenciamento de resíduos sólidos nas suas diferentes amplitudes (urbanos, industriais, saúde, agrossilvipastoris, construção civil e de logística reversa);</li> <li>Inexistência de legislação municipal específica regulatória das questões que tratam da regulação do serviço de abastecimento de água;</li> <li>Inexistência de legislação municipal regulatória dos sistemas de captação não havendo controle/fiscalização dos limites de coleta de água de mananciais e poços subterrâneos em acordo com os limites outorgáveis de vazão impostos pela ANA;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Política pública integrada que considere a universalização de todos os eixos de serviços de saneamento assim como apresente os seguintes dispositivos de regulação: <ul style="list-style-type: none"> <li>Regulação para aprovação de projetos hidrossanitário previamente a execução de novos empreendimentos/domicílios;</li> <li>Regulação com diretrizes específica regulatórias na amplitude de gerenciamento dos resíduos sólidos do município;</li> <li>Regulação das questões que tratam do serviço de abastecimento de água existente no município;</li> <li>Regulação das questões que tratam os limites de captação de água de mananciais e águas subterrâneas;</li> <li>Regulação das questões de fiscalização/identificação de problemas e punições previstas ao descumprimento das questões</li> </ul> </li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Estabelecimento de uma política pública participativa integrada que considere a universalização de todos os eixos de serviços de saneamento básico municipal;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Curto prazo</li> </ol>
Abastecimento de Água	<ul style="list-style-type: none"> <li>O sistema de abastecimento de água atualmente não comporta a demanda, causando frequentemente intermitência na disponibilidade do serviço;</li> <li>Qualidade de água abastecida aos municípios apresenta baixa qualidade;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inexistência de fiscalização e controle do serviço de abastecimento;</li> <li>Inexistência de controle físico-químico das águas subterrâneas e superficiais, assim como as destinadas a população frente às necessidades mínimas de potabilidade;</li> <li>Sistema de abastecimento rural não controlado nem regulamentado assim como, não havendo controle/fiscalização dos limites de coleta de água de mananciais e poços subterrâneos em acordo com os limites outorgáveis de vazão impostos pela ANA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coleta e fornecimento de água potável por rede de adutoras de distribuição com manutenções frequentes e baixa perda de carga que contemple 100% da população urbana não apresentando intermitência prolongada ou racionamentos;</li> <li>Coleta de água em poços atendendo aos limites outorgáveis determinados pela ANA contemplando cisterna com tratamento assim como também passando por manutenções frequentes para as áreas de zona rural;</li> <li>Mecanismos para controle/fiscalização de consumo por meio de hidrômetros individuais instalados por domicílio.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ampliação da capacidade de captação para atendimento de 100% da demanda;</li> <li>Dimensionamento e estruturação de um sistema que trate 100% das águas previamente a distribuição para a população atendendo os padrões mínimos de potabilidade da água;</li> <li>Ampliar/estruturar as adutoras e sistemas que proporcionam o abastecimento de água para que atendam 100% dos domicílios existentes no município;</li> <li>Expansão e/ou reestruturação e/ou inserção de um novo reservatório de água.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Imediata</li> <li>Imediata</li> <li>Curto Prazo</li> <li>Médio Prazo</li> </ol>
Esgotamento Sanitário	<ul style="list-style-type: none"> <li>Há a presença de esgoto a céu aberto em localidades da zona urbana e rural;</li> <li>Ligações de domicílios com despejo de efluentes brutos diretamente na rede pluvial;</li> <li>Deficiência nos sistemas de tratamentos atualmente empregados pelos municípios que se encontram na zona rural do município.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parte da zona urbana não é atendida com rede de coleta de esgoto;</li> <li>Não é existente qualquer tipo de tratamento de efluentes sanitários sendo estes despejados de forma bruta diretamente no solo e corpos hídricos;</li> <li>Não existem quaisquer mecanismos de fiscalização frente ao lançamento de esgotamento sanitários no município;</li> <li>Inexistência de um quadro bem definido quanto à responsabilidade de gestão frente aos problemas de esgotamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infraestrutura que realize a coleta de 100% dos esgotos sanitários da cidade encaminhando-os para uma estação de tratamento de efluente (ETE) que seja capaz de tratar os respectivos efluentes conforme as diretrizes impostas pela legislação e lança-los em um corpo hídrico que suporte a regeneração natural da carga orgânica resultante do tratamento, autodepurando assim o restante desta ao decorrer da extensão corpo receptor;</li> <li>Mecanismos e equipe suficiente que realize para a fiscalização/identificação e punição de domicílios com despejos irregulares de esgoto bruto domiciliares e industriais;</li> <li>Domicílios e indústrias situadas em áreas rurais com estruturas de tratamento individual que mantenham níveis adequados de degradação de microrganismos patogênicos e carga orgânica em acordo com a legislação federal previamente a seu lançamento.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Coletar 100% do esgoto gerado na área urbana do município por meio de rede coletora subterrânea;</li> <li>Tratamento e monitoramento de 100% dos efluentes por meio da concepção de um sistema de tratamento de efluentes para a zona urbana tendo como resultante um efluente tratado conforme os padrões exigidos pela CONAMA 357/5 e 430/11;</li> <li>Estabelecimento de parâmetros e assistência técnica para inserção de sistema de tratamento alternativo individual para 100% dos domicílios e industriais existentes na zona rural tendo de atender as diretrizes constadas na CONAMA 357/05 e 430/11;</li> <li>Erradicação de todos os lançamentos de esgotos inadequados no município por meio de fiscalização por equipe especializada;</li> <li>Estabelecimento de um plano periódico de manutenção e limpeza de todo o sistema de coleta e tratamento de efluentes sanitários quando se apresentarem operantes;</li> <li>Realização de 100% de mapeamento georreferenciado das redes de esgotamento sanitário por meio de ferramenta de sistema de informação geográfica (SIG).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Imediata</li> <li>Imediata</li> <li>Curto Prazo</li> <li>Médio Prazo</li> <li>Longo prazo</li> <li>Longo prazo</li> </ol>
Manejo de Resíduos Sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Há a existência de coleta, porém não seletiva;</li> <li>Resíduos são encaminhados e dispostos no lixão;</li> <li>Queima de resíduos hospitalares não controlados na área do lixão</li> <li>Propagação de vetores de doenças no lixão;</li> <li>Alto índice de queima de resíduos em propriedade na zona rural do município;</li> <li>Diversificados pontos de acúmulo de resíduos espalhados pelo município;</li> <li>Alto índice de disposição de resíduos em terrenos baldio/locais irregulares na zona urbana e rural do município;</li> <li>Disposição inadequada de resíduos de construção e demolição civil.</li> <li>Serviço de limpeza urbana insuficiente, não atendendo a todas as ruas pavimentadas do município.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inexistência de sistema de coleta seletiva no município;</li> <li>Ausência de utilização EPI pelos funcionários;</li> <li>Inexistência de trabalhos sociais junto aos catadores</li> <li>Inexistência de equipamentos adequados para a coleta de resíduos sólidos</li> <li>Inexistência de contentores adequados nas ruas para os municípios</li> <li>Inexistência de pontos de coleta de resíduos da construção civil (RCC);</li> <li>Inexistência de pontos para a coleta de resíduos na amplitude de logística reversa tanto em áreas urbanas quanto rurais;</li> <li>Inexistência de aterro municipal adequado que comporte a disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU);</li> <li>Inexistência de controle ambiental municipal frente à disposição de resíduos sólidos industriais do município (RSI);</li> <li>Inexistência de programa de educação ambiental para conscientização da população frente à importância da segregação dos RSU e entrega de resíduos com logística reversa nos pontos de coleta;</li> <li>Inexistência de programa com roteirização dos serviços executados pela limpeza urbana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposição em aterro sanitário municipal ou consorciado;</li> <li>Resíduos da construção civil dispostos em Aterro de Inertes;</li> <li>Sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos na área urbana e rural com frequência adequada e calculada em dias alternados proporcionando a destinação adequada de resíduos recicláveis e disposição de rejeitos em aterro municipal em condições ambientais ideais;</li> <li>Instalação de pontos de coleta voluntária (PEV) estratégicos para captação de resíduos com logística reversa, tanto em áreas rurais quanto urbanas;</li> <li>Geração de empregos formais nos cargos de garí, auxiliar de serviços gerais e motorista em condições de segurança (utilização de EPI obrigatória);</li> <li>Município contemplado com contentores para a coleta seletiva com coloração apropriada por toda a área urbana;</li> <li>Município que apresente uma área de entrega voluntária de resíduos da construção civil para que tais resíduos sejam posteriormente destinados a fins mais nobres ou dispostos em área apropriada;</li> <li>Município com equipe especializada com enfoque na fiscalização/identificação da destinação/disposição dos RSI realizados pelas empresas potencialmente poluidoras existentes no município;</li> <li>Município contemplado com programa de educação ambiental bem definido integrado ao ensino básico que promova a conscientização de crianças e moradores frente às importâncias da coleta seletiva;</li> <li>Associação de catadores de resíduos bem estruturados e desenvolvidos com base em programas sociais bem definidos de forma conjunta a prefeitura municipal;</li> <li>Ter todas as ruas pavimentadas do município atendidas pelo serviço de limpeza urbana.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Concepção de um programa de remoção e ressocialização de catadores moradores de áreas de risco/insalubres e instituição de uma cooperativa apoiada e que trabalhe de forma conjunta a prefeitura do município;</li> <li>Instalação de aterro de RSU devidamente licenciado e em condições ambientais apropriadas;</li> <li>Instalação de um aterro/área de triagem devidamente licenciado e em condições ambientais para a disposição de resíduos da construção civil;</li> <li>Instalação de uma unidade de triagem de resíduos sólidos recicláveis;</li> <li>Coletar 100% dos resíduos orgânicos e recicláveis, nas áreas urbana e rural;</li> <li>Reestruturação de 100 % de contentores urbanos para a coleta de resíduos sólidos em todo o município;</li> <li>Elaboração de locais de entrega voluntária (LEV) de resíduos recicláveis / logística reversa e pontos de entrega voluntária (PEV) para resíduos de maior volume;</li> <li>Inserção/elaboração de um grupo fiscal que realize a identificação de disposições clandestinas por empresas que apresentam resíduos potencialmente poluidores;</li> <li>Elaboração de um programa de educação ambiental integrado ao ensino básico e moradores do município;</li> <li>Elaboração de um Plano de Recuperação de Área Degradada do atual lixão existente no município.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Imediata</li> <li>Imediata</li> <li>Médio prazo</li> <li>Médio prazo</li> <li>Imediata</li> <li>Médio prazo</li> <li>Longo prazo</li> <li>Médio prazo</li> <li>Médio Prazo</li> <li>Médio Prazo</li> </ol>

- Rede de drenagem precária e/ou inexistente na maior parte da área urbana do município;
  - Constatação de descargas sanitárias de esgoto bruto na rede de drenagem;
  - Ruas não pavimentadas com processos erosivos na área urbana;
  - Presença de área de alagamento na área urbana
- Inexistência de mapeamento geográfico das atuais áreas de drenagem;
  - Inexistência de estudos e/ou projetos relacionados à drenagem.
- Existência de sistema de drenagem pluvial superficial e pavimentação em todas as vias públicas urbanas do município, não existindo problemas de inundação em áreas ocupadas pela população;
  - Existência de drenagem subterrânea em locais com problemas de drenagem, evitando o acúmulo e obstrução do fluxo da água
  - Restauração de área de acúmulo de água (açude) na área urbana de Imaculada
1. Elaboração de um estudo que vise observar a altimetria natural da área urbana do município buscando assim correlacionar os locais com maior vulnerabilidade a inundações e promover soluções de engenharia para a solução dos respectivos problemas;
  2. Implantar/ampliar o sistema de drenagem superficial e a pavimentação de 100% das vias públicas urbanas;
  3. Realizar a concepção de um sistema de alerta e a situações de inundação;
  4. Realizar a drenagem adequada de locais vulneráveis a alagamentos;
  5. Revitalização de açude urbano;
1. Curto Prazo
  2. Médio Prazo
  3. Curto Prazo
  4. Longo Prazo
  5. Longo prazo

## 1.2 Projeção de demandas e perspectivas técnicas

Os cenários de evolução para os quatro setores do plano de saneamento deverão tomar como base os serviços atuais e a população atendida e a projeção do crescimento da população para que as diversas intervenções atendam plenamente a totalidade da zona urbana do município para um horizonte de 20 anos. Os cálculos da projeção da população são apresentados na sequência.

### 1.2.1 Projeção da população e de domicílios

Para que o Plano de Saneamento Básico possua sustentabilidade no município, este deve, invariavelmente, considerar o aumento da população, sendo que a demanda de água, geração de esgotos e resíduos sólidos é dimensionada com base em valores unitários per capita.

Com o crescimento da população, a demanda dos sistemas operacionais da infraestrutura de saneamento básico aumentará proporcionalmente, e um sub- dimensionamento do sistema poderá causar impactos ambientais e à saúde pública de grandes magnitudes, podendo inviabilizar o sistema por um longo tempo.

Estimou-se a evolução da população de crescimento para um horizonte de 20 anos. Para as projeções da evolução da população de Imaculada até o ano de 2035, empregou-se a metodologia desenvolvida e utilizada pelo IBGE denominada *método de tendências de crescimento demográfico*. Esta é baseada em uma unidade menor (os municípios), para uma estimativa pré-conhecida de uma área maior (nesse caso, o estado da Paraíba), através de uma correlação expressa pelos: *coeficiente de proporcionalidade* [ $a_i$ ] e o *coeficiente linear de correção* [ $b_i$ ].

O coeficiente de proporcionalidade do incremento da população da área menor em relação ao incremento da população na área maior é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$a_i = \frac{p_i(t_1) - p_i(t_0)}{P(t_1) - P(t_0)} \quad (1)$$

Onde:

$p_i$  é a população municipal;

$P$  é a população estadual;

$t_0$  é o ano de realização do censo demográfico mais antigo considerado e;

$t_1$  é o ano de realização do censo demográfico mais recente considerado.

O coeficiente linear de correção é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$b_i = p_i(t_0) - a_i P(t_0) \quad (2)$$

Para a estimativa de um determinado município no ano  $t$ , a população é descrita por  $P_i = a_i P(t) + b_i$ .

Os dados demográficos utilizados como base de cálculo foram obtidos através do censo IBGE. Dados anteriores a 2000 não se demonstraram pertinentes para abordagem dos prognósticos de estudo. Após o ano de 2000 houve um incremento na população residente, e conseqüentemente na quantidade domicílios permanentes sediados no município, como mostrado na Tabela 4.

**Tabela 4. Evolução do número de pessoas, domicílios e de pessoas por domicílio de Imaculada. Fonte: dados IBGE**

Ano	2000	2010
Pessoas	11.577	11.352
Domicílios	2.557	2.907
Pessoas/domicílio	4,5	3,9

Utilizando os totais populacionais e de domicílios dos últimos anos de Imaculada foi possível obter os coeficientes de correlação e proporcionalidade, permitindo a estimativa da população futura. A população do município se encontra em contínua expansão, nos setores urbanos. Contudo, se verifica um decaimento da população no setor rural.

Buscando subsidiar o planejamento buscou-se caracterizar, além de zona urbana e rural, os diferentes núcleos populacionais em Imaculada que poderão comportar soluções coletivas para as demandas do saneamento. Dessa forma estratificou-se as projeções da seguinte forma:

- Zona urbana:
  - Sede municipal (cidade);
  - Distrito de Palmeira;
  - Localidade de Aleixo.
- Zona Rural.

As projeções, apresentadas na Tabela 5, apontam um crescimento populacional nos núcleos urbanos de Imaculada, com taxas anuais de crescimento de 2,24%, 1,78% e 0,58%, para a sede urbana, Aleixo e Distrito de Palmeira, respectivamente. A zona rural, entretanto, apresenta uma redução na população, com taxa anual de decréscimo de cerca de 2,0%.

Tabela 5. Projeção da população e do número de domicílios de Imaculada para um horizonte de 20 anos.

Ano	População (habitantes)					Domicílios				
	Sede (cidade)	Distrito Palmeira	Localidade Aleixo	Rural	Total	Sede (cidade)	Distrito Palmeira	Localidade Aleixo	Rural	Total
2015	4.582	969	337	5.272	11.159	1.371	293	119	1.350	3.133
2016	4.678	975	343	5.163	11.158	1.419	299	122	1.342	3.182
2017	4.775	981	349	5.055	11.160	1.470	306	124	1.334	3.234
2018	4.873	987	355	4.948	11.164	1.522	313	127	1.326	3.287
2019	4.974	994	361	4.842	11.170	1.575	320	129	1.318	3.341
2020	5.075	1.000	367	4.736	11.179	1.630	327	132	1.309	3.398
2021	5.178	1.007	373	4.631	11.190	1.686	334	135	1.301	3.456
2022	5.283	1.014	380	4.527	11.203	1.744	341	138	1.293	3.516
2023	5.389	1.021	386	4.423	11.220	1.804	349	141	1.284	3.578
2024	5.497	1.028	393	4.321	11.238	1.866	357	144	1.276	3.642
2025	5.606	1.035	399	4.219	11.259	1.929	365	147	1.267	3.709
2026	5.717	1.042	406	4.118	11.283	1.994	374	150	1.258	3.777
2027	5.830	1.049	413	4.017	11.310	2.061	383	153	1.250	3.847
2028	5.945	1.057	420	3.917	11.339	2.131	391	157	1.241	3.919
2029	6.061	1.064	427	3.818	11.370	2.202	401	160	1.232	3.994
2030	6.178	1.072	434	3.720	11.405	2.275	410	164	1.223	4.071
2031	6.298	1.080	442	3.622	11.442	2.350	420	168	1.213	4.151
2032	6.419	1.087	449	3.525	11.481	2.427	430	172	1.204	4.233
2033	6.543	1.095	456	3.429	11.524	2.507	440	175	1.195	4.318
2034	6.668	1.103	464	3.334	11.569	2.589	451	180	1.185	4.405

### 1.2.1.1 Demandas do Saneamento Básico

A partir da projeção do crescimento populacional, podem ser estimadas demandas para cada uma das quatro componentes do saneamento básico, ao longo do horizonte de planejamento de 20 anos. Estas foram estimadas considerando:

- **Abastecimento de água:** A demanda depende do consumo unitário (por habitante) de água por dia, desta forma, conhecendo-se esse valor, extrapola-se para a população total do município. O consumo per capita urbano descrito pelo Plano de Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (PERH-PB) *apud* Companhia de Água do Estado da Paraíba (CAGEPA) mostra que o padrão de consumo para municípios com até 10.000 habitantes se encontram na faixa de consumo de 100 L/(hab. dia). Ainda, segundo dados do Atlas do Abastecimento (Agência Nacional de Águas - ANA) a demanda urbana para 2015 em Imaculada é de 11 L/s. Com a população da sede urbana estimada para 2015 de 4.582 habitantes a demanda unitária passa a ser 207 L/hab/dia. Ressalta-se que esse valor é o captado incluindo, portanto, as perdas do sistema já estão inclusas. Comparado com o consumo de 100 L/hab/dia (PERH-PB) as perdas ficam na ordem de 52%, podendo ser maior devido ao não controle preciso do total de água que chega nas residências. A título de planejamento considerará uma perda aceitável de 40%, obtendo-se uma demanda de 166L/hab/dia.
- **Esgotamento Sanitário:** A demanda de esgoto depende do total de água consumindo pela população. Estima-se que 80% da água consumida retornem como esgoto (SPERLING, 2007).
- **Drenagem e manejo de águas pluviais:** A drenagem pluvial é efetuada essencialmente em área urbana, assim, a demanda depende da extensão das vias urbanas. A demanda está fundamentada na pavimentação de vias urbanas e gestão de riachos evitando o assoreamento e erosão destes. Estimou-se o aumento da extensão das vias com projeção linear que seguiu a evolução do número de domicílios urbanos no município. Atualmente o município conta com uma malha viária de cerca de 11,9 km;
- **Resíduos Sólidos:** Segundo diagnóstico, a taxa per capita de geração de resíduos sólidos diária em Imaculada é de 0,741 kg/(hab. dia) se utilizando como padrão referência o Panorama de Resíduos Sólidos (ALBREPE, 2013).

O resultante das estimativas das projeções das demandas serão mostrados nos capítulos respectivos.

## 2 INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

As análises prospectivas foram realizadas separadamente para a sede urbana, Distritos de Aleixo, Palmeira e zona rural. Estas delimitações permitem subsidiar o estudo de soluções coletivas para o abastecimento nos Distritos de Aleixo e Palmeira devido a possuírem núcleos urbanos independentes que favorecem a viabilidade do atendimento.

As projeções realizadas foram baseadas nas variáveis que determinam a capacidade de oferta de água necessária para o atendimento do cenário ideal projetado. O consumo per capita urbano utilizado foi o de 124 L/(hab.dia), calculado com base no consumo médio diagnosticado em base aos dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), assim como o Plano de Recursos Hídricos Estadual da Paraíba sendo admitido como perda máxima na rede o limite 30%. As projeções contaram também com produto das estimativas de máxima vazão diária ( $Q_{\max d} | K_1=1,2$ ), a máxima vazão horária ( $Q_{\max h} | K_2=1,5$ ) bem como, a vazão mínima horária ( $Q_{\min h} | K_3= 0,5$ ).

A determinação da capacidade de reserva projetada foi baseada nas demandas das vazões obtidas, utilizando como critério o volume de armazenamento do reservatório ser capaz de atender 8 horas da demanda máxima diária. É notável destacar que nas projeções não foram adicionadas as reservas de água para atendimento à emergenciais de incêndio.

Foi buscado também compreender a evolução das formas de abastecimento no município, dando assim subsídios para a melhor preposição das alternativas técnicas para atendimento das demandas calculadas.

As demandas de água e da capacidade total dos reservatórios foram dimensionadas para garantir o abastecimento da população até o final de plano com um horizonte de planejamento de 20 anos (2016-2035) e seguem apresentados nas Tabela 6 e Tabela 7 em acordo com cada respectiva zona de trabalho já previamente explanada.

### A. Sede Municipal (Área Urbana)

A demanda média ( $Q_{\text{med}}$ ) ideal para a zona que contempla a sede municipal para o ano inicial de 2015 se encontra na ordem 11 L/s. Considerando uma demanda de consumo de 124 L/hab/dia, observa-se uma perda calculada de cerca de 52% a partir da captação da água até o consumo final. Esses valores de perda são muito nocivos para o pleno desenvolvimento da população, onde muitas pessoas sofrem com a escassez, além do aumento dos custos de tratamento e distribuição repassados ao consumidor.

Considerando uma perda aceitável de 30% na distribuição da água, o valor de captação passa a 161 L/hab/dia o que aponta para uma taxa de captação de 8,5L/s. Atualmente, cerca de 2,5 L/s são desperdiçados além dos limites aceitáveis, vazão esta, que atenderia plenamente as populações dos distritos de Palmeira e Aleixo conjuntamente.

Na prática a redução das perdas para próximo de zero é quase impraticável na atual conjuntura do país, entretanto as metas devem ser estabelecidas e as perdas combatidas incessantemente, até atingirem níveis que atualmente podem ser chamados de ótimos, próximos a 20%. As projeções realizadas consideraram os cenários atuais, além de hipóteses assumidas de redução de perdas para 30 e 20%.

A demanda máxima horária ideal ( $Q_{maxh}$ ) deveria se encontrar na ordem de 8,5 L/s e ao longo de 20 anos foi projetada para um valor máximo de 12,7 L/s. Quanto à demanda mínima horária ideal ( $Q_{minh}$ ), a vazão no período inicial deveria se encontrar em 4,3 L/s e se expandindo para o ano de 2035 para 6,3 L/s. Os respectivos dados se encontram compilados na Tabela 6.

**Tabela 6. Demandas de abastecimento ( $Q_{med}$ ,  $Q_{maxd}$ ,  $Q_{maxh}$  e  $Q_{minh}$ ) de água em um período de 20 anos na Zona Urbana Sede Municipal do município de Imaculada/PB.**

Meta	Ano	Sede Municipal Área Urbana (habitantes)	Demandas em L/s					
			Vazão Média Necessária de Plan. c/ 30% de perdas	Vazão de Plan. Máxima Diária ( $Q_{maxd}$ )	Vazão de Plan. Máxima Horária ( $Q_{maxh}$ )	Vazão de Plan. Mínima Horária ( $Q_{minh}$ )	Vazão Média de Diagnóstico c/ 40% de perdas (Atlas abastecimento)	Vazão de demanda baixa perda (20%)
Imediato/ Emergencial	2015	4.582	8,5	10,3	15,4	4,3	11,0	7,9
	2016	4.678	8,7	10,5	15,7	4,4	11,2	8,1
	2017	4.775	8,9	10,7	16,0	4,5	11,5	8,2
	2018	4.873	9,1	10,9	16,4	4,5	11,7	8,4
Curto prazo	2019	4.974	9,3	11,1	16,7	4,6	11,9	8,6
	2020	5.075	9,5	11,4	17,0	4,7	12,2	8,7
	2021	5.178	9,7	11,6	17,4	4,8	12,4	8,9
	2022	5.283	9,9	11,8	17,7	4,9	12,7	9,1
	2023	5.389	10,1	12,1	18,1	5,0	12,9	9,3
Médio Prazo	2024	5.497	10,3	12,3	18,5	5,1	13,2	9,5
	2025	5.606	10,5	12,6	18,8	5,2	13,5	9,7
	2026	5.717	10,7	12,8	19,2	5,3	13,7	9,8
	2027	5.830	10,9	13,1	19,6	5,4	14,0	10,0
Longo prazo	2028	5.945	11,1	13,3	20,0	5,5	14,3	10,2
	2029	6.061	11,3	13,6	20,4	5,7	14,6	10,4
	2030	6.178	11,5	13,8	20,7	5,8	14,8	10,6
	2031	6.298	11,8	14,1	21,2	5,9	15,1	10,8
	2032	6.419	12,0	14,4	21,6	6,0	15,4	11,1
	2033	6.543	12,2	14,6	22,0	6,1	15,7	11,3
	2034	6.668	12,4	14,9	22,4	6,2	16,0	11,5
	2035	6.793	12,7	15,2	22,8	6,3	16,3	11,7

Em análise das vazões médias destaca-se três diferentes cenários de demanda de água, considerando perdas máximas de 40%, 30% e 20% para fins de comparação (Figura 1). Apesar da necessidade de investimentos para a redução das perdas, o volume de água é muito elevado, sendo amortizado a médio ou longo prazo. O maior benefício, entretanto é a preservação do recurso natural, sendo que, por exemplo, 2,5 l/s economizados ao atingir 30% de perda poderão dar uma maior qualidade ao manancial de captação, proporcionado uma maior quantidade de água no corpo hídrico.

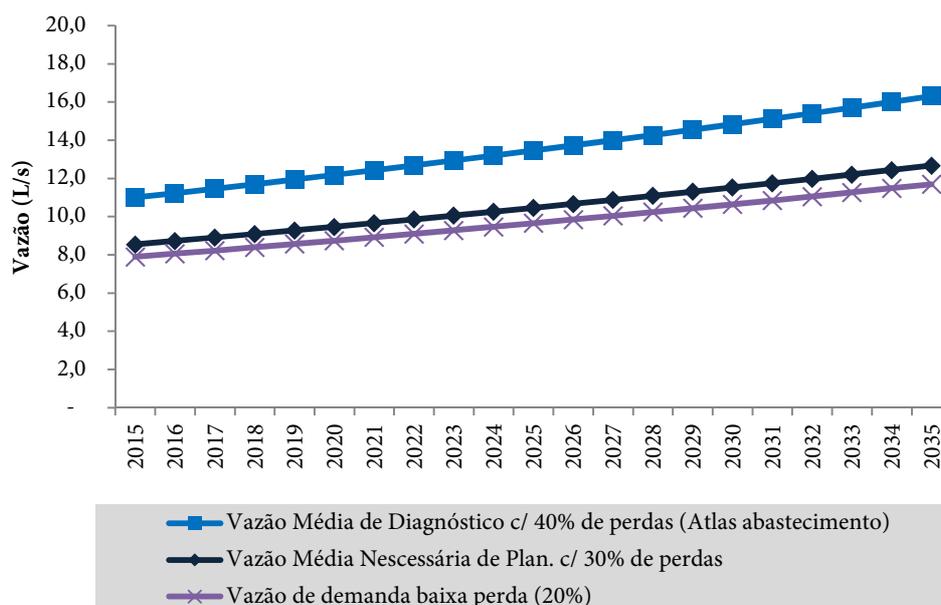


Figura 1. Comparação das vazões médias levadas em consideração na projeção da Zona Urbana Sede Municipal.

### B. Área Rural

A zona rural do município contempla aproximadamente 5.272 habitantes. Contudo isso não considera os distritos de Palmeira e Aleixo, sendo que estes serão abordados separadamente.

As projeções foram feitas para o total da população rural, para ter ideia do volume de água demandado ou mesmo, futuras obras de açudes ou infraestrutura de abastecimento. Entretanto, inicialmente as soluções adotadas serão individuais, devido a dispersão elevada dos domicílios ao longo do território.

As projeções realizadas encontram-se na Tabela 7. Sendo observado que a demanda pode variar entre 6,8 a 8,8L/s dependendo das perdas assumidas.

Tabela 7. Demandas de abastecimento ( $Q_{med}$ ,  $Q_{maxd}$ ,  $Q_{maxh}$  e  $Q_{minh}$ ) de água em um período de 20 anos na zona rural do município de Imaculada/PB.

Meta	Ano	População zona Rural	Demandas em L/s					
			Vazão Média Necessária de Plan. c/ 30% de perdas	Vazão de Plan. Máxima Diária ( $Q_{maxd}$ )	Vazão de Plan. Máxima Horária ( $Q_{maxh}$ )	Vazão de Plan. Mínima Horária ( $Q_{minh}$ )	Vazão Média de Diagnóstico c/ 40% de perdas	Vazão de demanda baixa perda (20%)
Imediato/ Emergencial	2015	5.272	7,4	8,8	13,3	3,7	9,5	6,8
	2016	5.163	7,2	8,7	13,0	3,6	9,3	6,7
	2017	5.055	7,1	8,5	12,7	3,5	9,1	6,5
	2018	4.948	6,9	8,3	12,5	3,5	8,9	6,4
Curto prazo	2019	4.842	6,8	8,1	12,2	3,4	8,7	6,3
	2020	4.736	6,6	8,0	11,9	3,3	8,5	6,1
	2021	4.631	6,5	7,8	11,7	3,2	8,3	6,0

	2022	4.527	6,3	7,6	11,4	3,2	8,1	5,8
	2023	4.423	6,2	7,4	11,1	3,1	7,9	5,7
<b>Médio Prazo</b>	2024	4.321	6,0	7,3	10,9	3,0	7,8	5,6
	2025	4.219	5,9	7,1	10,6	3,0	7,6	5,4
	2026	4.118	5,8	6,9	10,4	2,9	7,4	5,3
	2027	4.017	5,6	6,7	10,1	2,8	7,2	5,2
	2028	3.917	5,5	6,6	9,9	2,7	7,0	5,1
<b>Longo prazo</b>	2029	3.818	5,3	6,4	9,6	2,7	6,9	4,9
	2030	3.720	5,2	6,2	9,4	2,6	6,7	4,8
	2031	3.622	5,1	6,1	9,1	2,5	6,5	4,7
	2032	3.525	4,9	5,9	8,9	2,5	6,3	4,6
	2033	3.429	4,8	5,8	8,6	2,4	6,2	4,4
	2034	3.334	4,7	5,6	8,4	2,3	6,0	4,3
	2035	3.239	4,53	5,44	8,16	2,27	5,8	4,2

### C. Distrito de Palmeira

O Distrito de Palmeiro possui um núcleo populacional com uma população estimada de cerca de 969 habitantes, o que viabilizaria a instalação de solução coletiva para os domicílios presentes na localidade. Desta forma estima-se que a vazão necessária, assumindo uma perda de 30% na distribuição da água, seja de cerca de 1,8L/s. Estima-se um crescimento na população para cerca de 1.100 habitantes para um horizonte de 20 anos, o que aumentará a demanda para cerca de 2,1 L/s.

Tabela 8. Demandas de abastecimento (Qmed, Qmaxd, Qmaxh e Qminh) de água em um período de 20 anos para o Distrito de Palmeira município de Imaculada/PB.

Meta	Ano	População Distrito de Palmeira	Demandas em L/s					
			Vazão Média Necessária de Plan. c/ 30% de perdas	Vazão de Plan. Máxima Diária (Qmaxd)	Vazão de Plan. Máxima Horária (Qmaxh)	Vazão de Plan. Mínima Horária (Qminh)	Vazão Média de Diagnóstico c/ 40% de perdas (Atlas abastecimento)	Vazão de demanda baixa perda (20%)
	2015	969	1,8	2,2	3,3	0,9	2,3	1,7
<b>Imediato/ Emergencial</b>	2016	975	1,8	2,2	3,3	0,9	2,3	1,7
	2017	981	1,8	2,2	3,3	0,9	2,4	1,7
	2018	987	1,8	2,2	3,3	0,9	2,4	1,7
	2019	994	1,9	2,2	3,3	0,9	2,4	1,7
<b>Curto prazo</b>	2020	1.000	1,9	2,2	3,4	0,9	2,4	1,7
	2021	1.007	1,9	2,3	3,4	0,9	2,4	1,7
	2022	1.014	1,9	2,3	3,4	0,9	2,4	1,7
	2023	1.021	1,9	2,3	3,4	1,0	2,5	1,8
	2024	1.028	1,9	2,3	3,5	1,0	2,5	1,8
<b>Médio Prazo</b>	2025	1.035	1,9	2,3	3,5	1,0	2,5	1,8
	2026	1.042	1,9	2,3	3,5	1,0	2,5	1,8
	2027	1.049	2,0	2,3	3,5	1,0	2,5	1,8
<b>Longo prazo</b>	2028	1.057	2,0	2,4	3,5	1,0	2,5	1,8
	2029	1.064	2,0	2,4	3,6	1,0	2,6	1,8
	2030	1.072	2,0	2,4	3,6	1,0	2,6	1,8

Meta	Ano	População Distrito de Palmeira	Demandas em L/s					
			Vazão Média Necessária de Plan. c/ 30% de perdas	Vazão de Plan. Máxima Diária (Qmaxd)	Vazão de Plan. Máxima Horária (Qmaxh)	Vazão de Plan. Mínima Horária (Qminh)	Vazão Média de Diagnóstico c/ 40% de perdas (Atlas abastecimento)	Vazão de demanda baixa perda (20%)
	2031	1.080	2,0	2,4	3,6	1,0	2,6	1,9
	2032	1.087	2,0	2,4	3,7	1,0	2,6	1,9
	2033	1.095	2,0	2,5	3,7	1,0	2,6	1,9
	2034	1.103	2,1	2,5	3,7	1,0	2,6	1,9
	2035	1.111	2,1	2,5	3,73	1,04	2,7	1,9

### A. Distrito de Aleixo

O Distrito de Aleixo possui um núcleo populacional com uma população estimada de cerca de 337 habitantes, o que viabilizaria a instalação de solução coletiva para os domicílios presentes na localidade. Desta forma estima-se que a vazão necessária, assumindo uma perda de 30% na distribuição da água, seja de cerca de 0,58L/s. Estima-se um crescimento na população para cerca de 472 habitantes para um horizonte de 20 anos, o que aumentará a demanda para cerca de 0,81 L/s.

Tabela 9. Demandas de abastecimento (Qmed, Qmaxd, Qmaxh e Qminh) de água em um período de 20 anos para o Distrito de Aleixo município de Imaculada/PB.

Meta	Ano	População Distrito de Palmeira	Demandas em L/s					
			Vazão Média Necessária de Plan. c/ 30% de perdas	Vazão de Plan. Máxima Diária (Qmaxd)	Vazão de Plan. Máxima Horária (Qmaxh)	Vazão de Plan. Mínima Horária (Qminh)	Vazão Média de Diagnóstico c/ 40% de perdas (Atlas abastecimento)	Vazão de demanda baixa perda (20%)
	2015	337	0,58	0,70	1,04	0,29	0,81	0,39
Imediato/ Emergencial	2016	343	0,59	0,71	1,06	0,30	0,82	0,39
	2017	349	0,60	0,72	1,08	0,30	0,84	0,40
	2018	355	0,61	0,73	1,10	0,31	0,85	0,41
	2019	361	0,62	0,75	1,12	0,31	0,87	0,41
Curto prazo	2020	367	0,63	0,76	1,14	0,32	0,88	0,42
	2021	373	0,64	0,77	1,16	0,32	0,90	0,43
	2022	380	0,65	0,79	1,18	0,33	0,91	0,44
	2023	386	0,66	0,80	1,20	0,33	0,93	0,44
Médio Prazo	2024	393	0,68	0,81	1,22	0,34	0,94	0,45
	2025	399	0,69	0,82	1,24	0,34	0,96	0,46
	2026	406	0,70	0,84	1,26	0,35	0,97	0,47
	2027	413	0,71	0,85	1,28	0,36	0,99	0,47
Longo prazo	2028	420	0,72	0,87	1,30	0,36	1,01	0,48
	2029	427	0,74	0,88	1,32	0,37	1,03	0,49
	2030	434	0,75	0,90	1,35	0,37	1,04	0,50
	2031	442	0,76	0,91	1,37	0,38	1,06	0,51
	2032	449	0,77	0,93	1,39	0,39	1,08	0,52
	2033	456	0,79	0,94	1,41	0,39	1,09	0,52
	2034	464	0,80	0,96	1,44	0,40	1,11	0,53
	2035	472	0,81	0,98	1,46	0,41	1,13	0,54

## 2.1 Demanda de Reservação

A capacidade de reservação de água tratada deve ser expandida na mesma taxa em que as respectivas demandas de água aumentam, ou seja, ser trabalhada estruturalmente prevendo a sua máxima capacidade ao fim de projeto, buscando construir um sistema que já se encontre preparado e dimensionado para os próximos 20 anos, especialmente nas localidades onde o abastecimento é realizado de forma coletiva.

A capacidade de reservação necessária foi calculada em base a vazão máxima diária ( $Q_{maxd}$ ), buscando atender 08 horas da respectiva vazão, período o qual comumente adução se apresenta continua, buscando prover infraestrutura em termos de armazenamento de forma estável.

Neste contexto é possível estimar que para os anos iniciais projetados a capacidade dos reservatórios, deverão contemplar ao menos 295 m<sup>3</sup>. Entretanto, é imprescindível considerar o crescimento da população, sendo estimado um volume necessário de 438m<sup>3</sup> para um horizonte de 20 anos. Para o Distrito de Palmeira estima-se um reservatório com capacidade de 78m<sup>3</sup> e para o Distrito de Aleixo de cerca de 28m<sup>3</sup> (Tabela 10).

Lembrando que os reservatórios devem ser localizados de forma a manter o funcionamento da rede de distribuição entre pressões estáticas máximas e pressões dinâmicas mínimas conforme as diretrizes explanadas na NBR 12.217/1994.

**Tabela 10. Demandas de reservação para as áreas de estudo**

Meta	Ano	Sede Municipal		Palmeira		Aleixo		Rural	
		Vazão Máxima Diária ( $Q_{maxd}$ )	Demanda Total de Capacidade de Reservação p/ 08 horas (m <sup>3</sup> )	Vazão Máxima Diária ( $Q_{maxd}$ )	Demanda Total de Capacidade de Reservação p/ 08 horas (m <sup>3</sup> )	Vazão Máxima Diária ( $Q_{maxd}$ )	Demanda Total de Capacidade de Reservação p/ 08 horas (m <sup>3</sup> )	Vazão Máxima Diária ( $Q_{maxd}$ )	Demanda Total de Capacidade de Reservação p/ 08 horas (m <sup>3</sup> )
Imediato/ Emergencial	2015	10,26	295	2,17	62	0,70	20	8,85	255
	2016	10,47	302	2,18	63	0,71	20	8,67	250
	2017	10,69	308	2,20	63	0,72	21	8,49	244
	2018	10,91	314	2,21	64	0,73	21	8,31	239
Curto prazo	2019	11,14	321	2,23	64	0,75	21	8,13	234
	2020	11,36	327	2,24	64	0,76	22	7,95	229
	2021	11,59	334	2,25	65	0,77	22	7,78	224
	2022	11,83	341	2,27	65	0,79	23	7,60	219
	2023	12,07	347	2,29	66	0,80	23	7,43	214
Médio Prazo	2024	12,31	354	2,30	66	0,81	23	7,26	209
	2025	12,55	361	2,32	67	0,82	24	7,08	204
	2026	12,80	369	2,33	67	0,84	24	6,91	199
	2027	13,05	376	2,35	68	0,85	25	6,75	194
Longo prazo	2028	13,31	383	2,37	68	0,87	25	6,58	189
	2029	13,57	391	2,38	69	0,88	25	6,41	185
	2030	13,83	398	2,40	69	0,90	26	6,25	180
	2031	14,10	406	2,42	70	0,91	26	6,08	175
	2032	14,37	414	2,43	70	0,93	27	5,92	170
	2033	14,65	422	2,45	71	0,94	27	5,76	166
	2034	14,93	430	2,47	71	0,96	28	5,60	161
	2035	15,21	438	2,49	72	0,98	28	5,44	157

## 2.2 Mananciais para abastecimento

A zona urbana conta com o abastecimento proveniente do Açude Albino, no município de Imaculada. A utilização de açudes é típica da região, onde grande parte dos recursos hídricos se apresentam intermitentes em diversificadas sazonalidades, tornando assim indispensável à utilização deste método de represamento para a regularização das vazões para utilização como abastecimento.

Com relação às águas dos açudes, praticamente todas as águas monitoradas para qualidade no Estado possuem restrições para uso industrial, bem como para irrigação em especial as das bacias situadas sobre embasamento cristalino. Já em relação à utilização para abastecimento urbano é possível constatar que na bacia hidrográfica que se insere o município, segundo as informações mencionadas no PERH PB (2006) as condições da qualidade das águas indicam água boa, com pequenas restrições para consumo humano.

Entretanto, dados do CPRM (2005) apontam que a maior parte dos poços avaliados não encontram-se dentro dos padrões de potabilidade, sendo que 55% dos poços analisados (16 poços) possuem água salobra ou salina e 45% (13 poços) possuem água doce. Muitos residentes do município indicam a existência de incrustações frequentes em suas tubulações e até mesmo em suas máquinas de lavar, fator o qual se associa diretamente ao alto grau de dureza da água, devido a presença substancial de bicarbonatos de cálcio e de magnésio nas águas de abastecimento.

Essas restrições são devidas principalmente à natureza geológica da região. As águas da região (superficiais e subterrâneas) apresentam restrições de qualidade para os diferentes usos. Na sua maioria, são águas com algumas restrições para consumo humano e fortes restrições para uso industrial, sendo esta incidência mais acentuada nas águas dos aquíferos onde há predominância do embasamento cristalino.

Quanto à disponibilidade hídrica da região é possível prever que problemas de oferta hídrica são recorrentes e muito influenciáveis com as condições do clima, principalmente em situações climáticas que se encontram em períodos de El Niño, onde se tornam menos incidentes chuvas na região norte-nordeste do país.

Em avaliação da disponibilidade hídrica atual da data do presente PMSB, se torna possível prever que as soluções, bem como as ações a serem prospectadas devam ser planejadas mediante a esta situação de diagnóstico observada, período em quais os reservatórios e reservas hídricas se encontram em situação emergencial.

Segundo informações da AESA (2015), 75% dos açudes do estado encontram com a capacidade de armazenamento baixo, com menos de 20% de seu volume, sendo que 49% estão em situação crítica, com menos de 5% do volume total. Apenas 25% dos açudes encontram-se com uma capacidade superior a 20%, porém nenhum está sangrando. O açude mais expressivo localizado

em Imaculada é o Açude Albino que possui uma capacidade de armazenar cerca de 1.833.955m<sup>3</sup>, e atualmente encontra-se com apenas 8,3% da capacidade.

**Tabela 11. Informações relevantes sobre os principais recursos hídricos superficiais capazes de fornecer água para abastecimento urbano no município de Imaculada/PB. Fonte: AESA, 2015**

Açude	Capacidade Máxima (m <sup>3</sup> )	Volume Atual (m <sup>3</sup> )
Albino	1.833.955	152.084
% Volume Total	Data	Situação
8,3	22/12/2015	Em observação

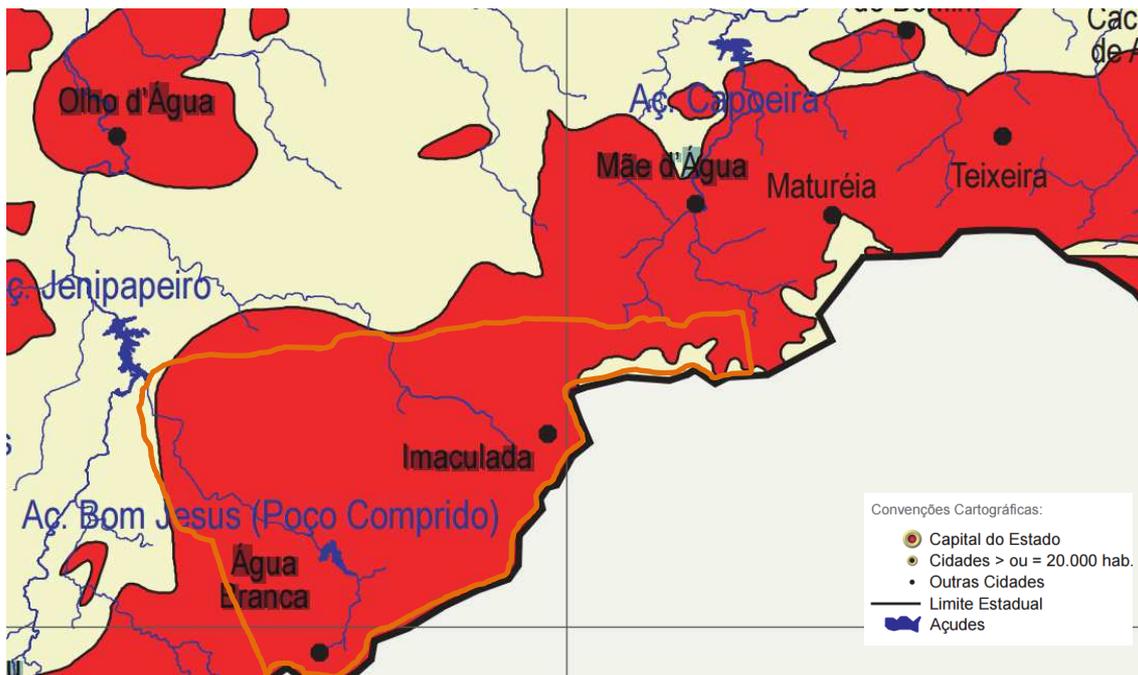
Outros açudes de menor volume estão presentes na zona rural do município, alguns entretanto encontram-se em situação crítica.

## 2.3 Descrição dos Principais Mananciais Subterrâneos

A área em que se encontra situado o município de Imaculada se encontra inserido no Sistema Cristalino, o qual ocupa uma área de cerca de 49.000 km<sup>2</sup> (87% da área estadual), inserindo-se, todo ele, na região semiárida do Estado. Trata-se de um sistema aquífero descontínuo, heterogêneo, de dimensões volumétricas praticamente não avaliáveis, principalmente em relação aos limites de profundidade das fraturas (PERH PB, 2006).

Neste sistema, os cursos d'água são efêmeros, ou seja, a alimentação dos cursos d'água pelo sistema aquífero ocorre durante o período chuvoso. A descarga se faz, única e exclusivamente, para a rede hidrográfica sobreposta à zona aquífera ou condutores hidráulicos componentes do sistema, durante o período chuvoso, desde que a recarga eleve a carga hidráulica acima das cotas dos talwegues dos cursos d'água sobrepostos. Estas descargas, mesmo quando se verificam, são insignificantes, explanando assim a ocorrência de cursos d'água efêmeros (PERH PB, 2006).

O Sistema Cristalino é constituído de três associações lito-estratigráficas bem distintas as rochas constituintes do embasamento do Sistema, de idades Arquena e/ou Paleoproterozóica, representadas por migmatitos, ortognaisses e granitóides diversos, as rochas constituintes de coberturas supracrustais, de idades Paleo, Meso e Neoproterozóica, desenvolvidas em cinturões orogênicos, representadas por meta-sedimentos, com predominância de xistos e, subordinamente, por outros meta-sedimentos e outras rochas calco-silicáticas e os granitóides diversos, que penetraram as referidas rochas supracrustais no desenvolvimento dos cinturões orogênicos ou estão, geneticamente, associados à origem das mesmas, através do processo de migmatização (anatexia), esta constituição pode ser observada na área do município de Imaculada (CRPM, 2014; GEO PORTAL AESA, 2015) (Figura 2).



Sistemas Aquíferos:

Sistema Cristalino	Descrição
Arqueano e Paleoproterozóico	migmatitos, ortognaisses, gnaisses e granitosdo embasamento
Granitóides diversos associados às supracrustais	
Paleoproterozóico, mesoproterozóico e neoproterozóico	Rochas supracrustais, gnaisses e xistos diversos, quartzitos, calcários cristalinos (mármore), filitos e metavulcânicas subordinadas, às vezes migmatizadas



Governo do Estado da Paraíba  
Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente - SECTMA  
Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA



**Figura 2. Mapa de identificação das associações lito-estratigráficas presentes no Sistema Cristalino em que se insere o município de Imaculada/PB.**

Quanto à qualidade das águas subterrâneas, é possível caracterizar que não existem análises físico-químicas completas e em número suficiente para uma caracterização mais detalhada das águas do Cristalino paraibano. Sobre uma ampla abordagem é possível caracterizar que as águas subterrâneas da região apresentam altos teores de sal na área de ocorrência do embasamento cristalino da região nordeste do país (Figura 3).

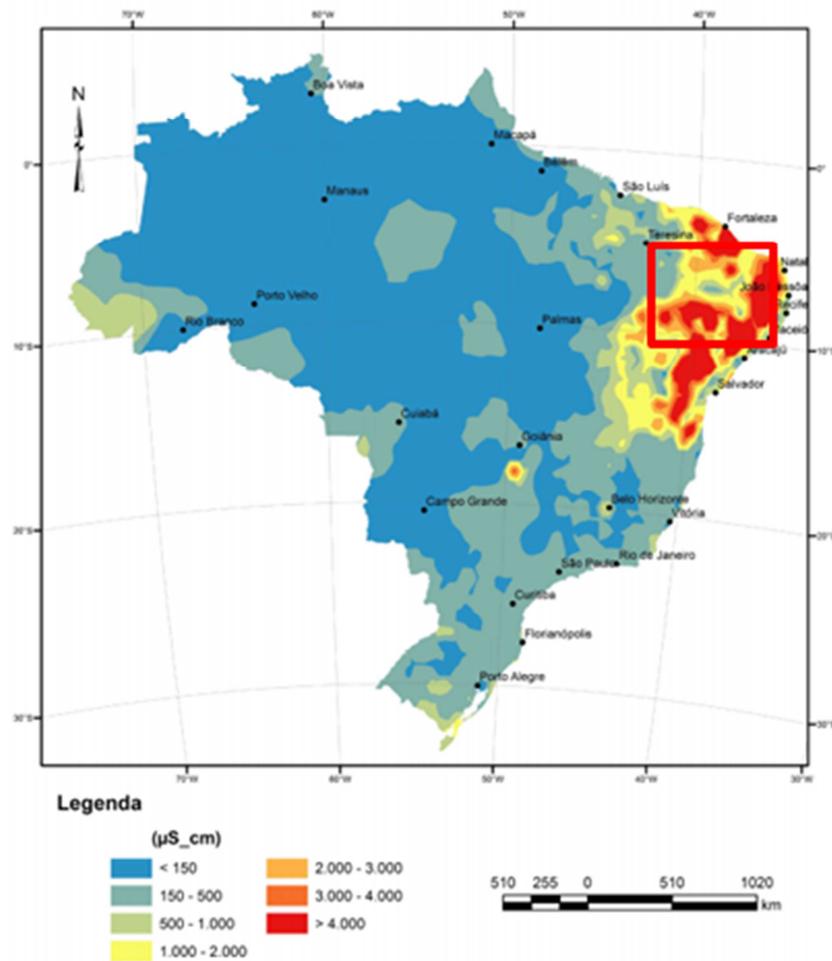


Figura 3. Distribuição das condutividades elétricas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Fonte: CPRM, 2014.

Ao respeito do potencial hidrogeológico da região em que se insere o município de Imaculada, segundo mapeamento do IBGE, 2013, a região de Imaculada apresenta poços com profundidades baixas e muito baixas, com vazões principalmente abaixo de  $3\text{m}^3/\text{h}$ . As vazões específicas nesta região ficam entre 0,03 e 0,11 L/s/m (produtividade fraca) e entre 0,11 e 0,44 (produtividade moderada) (Figura 4).

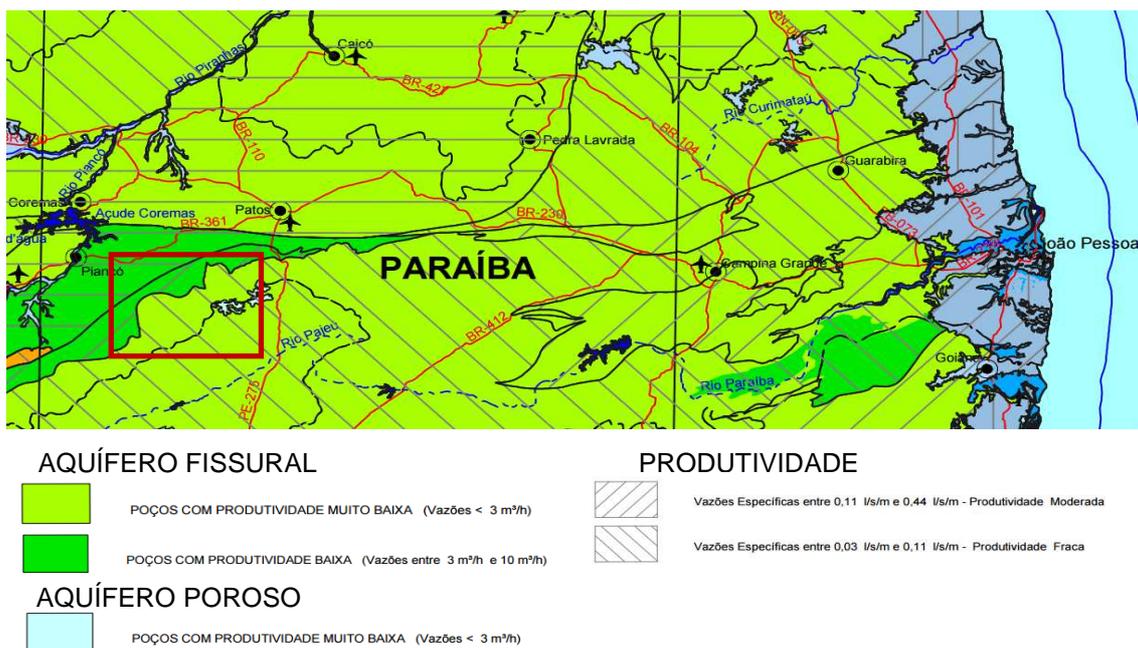


Figura 4. Potencial hidrogeológico da região de Imaculada. Adaptado Mapa Hidrogeológico Região Nordeste (IBGE, 2013).

## 2.4 Vazão Outorgável

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, estabeleceu a outorga de direitos de uso de recursos hídricos, com o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

O abastecimento público é um uso prioritário de acordo com a lei, e conforme o estabelecido no Art. 12 da Lei no 9.433/97, está sujeita à outorga pelo Poder Público, uma vez que se enquadra nos seguintes itens da Lei:

- I. derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II. extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

De acordo com a Lei n.º 6.308 de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, no âmbito da competência do Estado, qualquer intervenção nos cursos de água ou aquífero que implique na utilização dos Recursos Hídricos, a execução de obras ou serviços que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade dos mesmos, depende da autorização do Órgão Gestor, do Sistema de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba.

A lei nº 7.779/2005, a qual cria a AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba), estabelece que compete a mesma analisar, instruir e emitir parecer sobre a licença de obras hídricas e de outorga de direito de uso dos recursos hídricos em corpos hídricos de

domínio do Estado, devendo ser considerado em caso de utilização de manancial futuro para o abastecimento.

No Decreto Estadual nº 19.260/1997, que regulamenta a outorga do direito de uso no Estado da Paraíba, é estabelecido que o valor de referência para outorga seja a descarga regularizada anual com garantia de 90% para águas superficiais, e o referencial quantitativo para água subterrânea será a vazão nominal de teste do poço ou baseado na capacidade de recarga do aquífero.

Em relação aos critérios de quantificação para vazão outorgável fica estabelecido, de acordo com as características físicas dos cursos de água do semiárido paraibano, que se permite estimar uma base de vazão regularizada normal para cada trecho de 1 km de leito natural dos rios, sendo a vazão disponível calculada em função do porte do açude e nos seguintes valores:

- Médio 0,015 m<sup>3</sup>/s por km
- Grande 0,030 m<sup>3</sup>/s por km
- Macro 0,045 m<sup>3</sup>/s por km

Quanto à limitação da garantia é estabelecido neste Decreto Estadual que a soma dos volumes de água outorgados numa determinada bacia não poderá exceder 9/10 da vazão regularizada anual com 90% de garantia. Já para águas subterrâneas a base quantitativa para outorga do direito de uso será considerada a partir de 2.000 L/h, ficando o processo de captação de água subterrânea para abastecimento da zona rural, até o final dos 20 anos, vinculado à outorga.

## 2.5 Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento a Demanda

As alternativas técnicas a serem implementadas estão baseadas nas necessidades avaliadas por meio das metodologias de verificação de potencialidades e ameaças do sistema de abastecimento de água. Neste sentido, foi verificado que o município de Imaculada apresenta principalmente problemas relacionados à disponibilidade hídrica as quais são diretamente influenciadas pelos padrões climáticos e condição geográfica presentes na região do sertão em que se insere o município.

Outro fator se configura pela atual infraestrutura na qual necessita de melhorias principalmente nas condições que tangem as perdas de água, ou seja, proporcionalidade da água atualmente captada se encontra sendo perdida.

É necessária a melhoria nas condições de tratamento e desinfecção das águas antes da distribuição para os domicílios, haja vista que a infraestrutura atual comportada pela ETA não supre integralmente todos os parâmetros de potabilidade. É comum que os residentes se deparem com águas salobras em sua residência, nas quais já passaram pelo tratamento da estação.

Para a zona urbana é possível diagnosticar que a atual ETA se apresenta operacional, porém se avalia a necessidade de adoção de medidas que melhorem tecnologicamente a ETA, assim como a reforma de problemas associados à integridade estrutural, conforme relatado por funcionários da mesma.

Ainda, constata-se a necessidade de reestruturação dos reservatórios assim como das redes de distribuição de abastecimento de água para que o sistema mantenha de forma funcional suas pressões hidrostáticas e seu fornecimento sem interrupções.

Conforme utilizado em países desenvolvidos que apresentam também problemas de disponibilidade hídrica, se torna pertinente manter estabelecido um plano de contingência durante situações severas de estiagem, buscando assim restringir usos não prioritários e planejar medidas para atendimento emergencial de água a população.

## 2.5.1 Manejo e Gestão da Captação de Água Bruta para Abastecimento

### A. Urbana Sede Municipal

O planejamento das características que tangem a captação de água bruta para abastecimento no município de Imaculada, deverá ter o enfoque em solucionar as questões anteriormente retratadas, tal como a baixa oferta hídrica da região, assim como estratégias que envolvam a conscientização da população e alternativas que solucionem ou amenizem a falta de água da população durante situações de estiagem.

O principal ponto caracterizado se respalda na necessidade de contratação de equipe técnica especializada na área de gestão de recursos hídricos e hidrologia aplicada que realize estudos específicos que avaliem em acordo com as condições geográficas e regime de chuvas, quais os açudes apresentam melhores condições para abastecimento, assim como a avaliação precisa das demandas e capacidade de recarga dos açudes da região.

Em consonância a esta necessidade também é notável que o município tenha bem estruturado um plano de contingência durante situações de estiagem severas ou prolongadas, que disponibilizem recursos para a compra de água por caminhões pipas. É necessário prever campanhas de conscientização na abordagem preventiva, planejando ações de economia de água antes mesmo dos períodos de estiagem.

Todos os métodos de reservação ou alternativas tecnológicas que combatam os problemas associados à disponibilidade de água deverão ser priorizados, incentivados e alocados recursos para tal. Avalia-se também o desenvolvimento de ações junto a universidades, ou quaisquer organizações que promovam projetos que visem à melhoria das condições de abastecimento para o município.

### Zona Rural

A zona rural do município deverá também receber incentivo nas áreas onde a população se encontra sendo abastecida por poços de bombeamento, buscando assim, em forma individual (comunidade a comunidade), atender as demandas de abastecimento previstas no horizonte de planejamento.

É necessário também que esta parte da população esteja inserida no plano de contingência durante situações de estiagem, sendo dado o auxílio necessário durante situações de escassez.

## 2.5.2 Formas de Tratamento das Águas Captadas

### A. Urbana Sede Municipal

O tratamento das águas captadas para área que contempla a Sede Municipal do município deverá manter a continuidade de tratamento realizada pela Estação de Tratamento de Afluentes (ETA) municipal, a qual deverá se adequar de uma forma que proporcione água conforme os níveis exigidos pela portaria que realiza a regulação dos índices de potabilidade da água (Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde).

O tratamento deverá manter as etapas existentes de tratamento e atualizar/redimensionar as que forem avaliadas a respectiva necessidade na forma que se tenha o adequado processo de tratamento: coagulação, floculação, decantação, filtração, correções químicas, desinfecção e fluoretação. Desta forma, as águas poderão então manter a continuidade na distribuição via rede coletora para os residentes da zona em que se encontra inserida a sede municipal.

Além das questões acima mencionadas se torna pertinente a continua adoção de monitoramento de tais parâmetros, haja vista manter a qualidade e eficiência mínima de distribuição aos residentes da zona urbana do município.

É necessário que se realize ações que sanem as seguintes deficiências:

- Revestimento e pinturas em inadequado estado de conservação;
- Presença de vazamentos em diversificados tanques e equipamentos da ETA;
- Inexistência de plano periódico de manutenção preventiva e preditiva de equipamentos e infraestrutura;
- Laboratório com equipamentos defasados;
- Intermittências no abastecimento de algumas localidades da cidade;

### B. Distritos de Palmeira e Aleixo

Para os distritos de Palmeira e Aleixo poderão ser realizadas Estações de Tratamento de Água e respectiva distribuição para os domicílios dos aglomerados.

O tratamento das águas captadas poderá ser realizada por meio da implantação de uma Estação de Tratamento de Afluentes (ETA), a qual proporcionará água conforme os níveis exigidos pela portaria que realiza a regulação dos índices de potabilidade da água (Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde).

O tratamento ideal deverá conter ao menos a coagulação, a floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção e fluoretação, configurando assim a estação como convencional (Figura 5). Desta forma, as águas poderão então ser distribuídas via rede coletora para os residentes dos distritos.

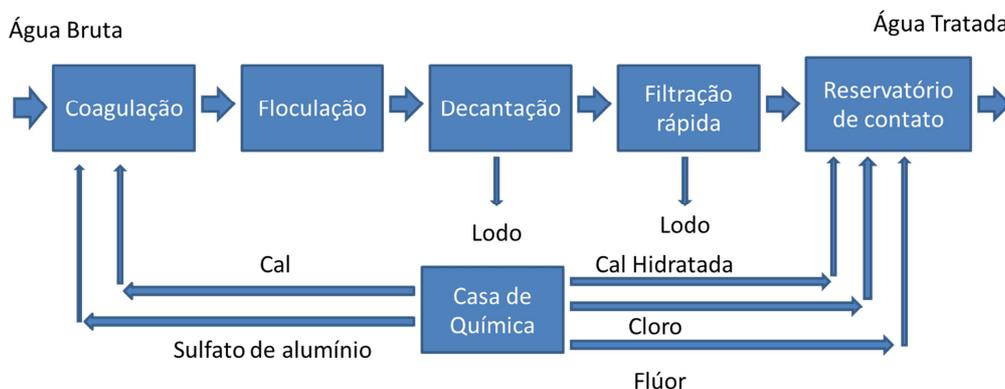


Figura 5. Etapas constituintes de uma estação de tratamento de afluentes (ETA) convencional.

### C. Zona Rural

É imprescindível considerar que um dos principais problemas do município é a disponibilidade quantitativa de água, sendo necessária a prospecção de novos locais de acúmulo, ampliação de barragens, prospecção de poços e a preservação de nascentes, mata ciliar e projetos de recuperação ambiental de áreas degradadas.

Além disso, tecnologias de captação e armazenamento de água pluvial são igualmente opções adequadas para os domicílios, em todo território municipal, sendo uma das alternativas que devem continuamente ser incentivadas.

Outra questão se dá pela utilização de equipamentos dessalinizadores, diversas empresas vendem a respectiva tecnologia que podem vir a se tornar uma solução plausível a realidade da região, principalmente para comunidades muito distantes que apresentam grande dificuldade de abastecimento, ou que apresentem oferta hídrica, contudo de água salobra (típica da região oriunda do embasamento cristalino).

## 2.5.3 Restruturação das Redes de Distribuição de Abastecimento e Manejo das Perdas de Água

### A. Urbana Sede Municipal

Na avaliação da infraestrutura técnica da localidade, constata-se a necessidade de reestruturação dos reservatórios assim como das redes de distribuição de abastecimento de água para que o sistema desempenhe de forma funcional o fornecimento sem interrupções.

Desta forma, se torna necessário que se executem ações que visem à substituição e reestruturação do atual sistema de adução e distribuição de água para a zona urbana, empregando técnicas

construtivas tecnologicamente mais eficientes, bem como medidas gestoras bem planejadas. É necessário que para operacionalidade deste sistema sejam adotadas as alternativas descritas no manual de Redução de Perdas em Sistema de Abastecimento de Água, realizado pela FUNASA (2014).

Deverão também ser realizados programas de limpeza interna dos reservatórios com periodicidade. A qualidade da água que será fornecida a população pela rede geral, deverá atender a todos os padrões da Portaria MS nº2914 de 2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

### **B. Zona Rural**

A zona rural deverá receber infraestrutura de distribuição em acordo com a demanda dos aglomerados populacionais, sendo ideal que todas as casas que demandem água sejam contempladas com disponibilidade ideal e sem interrupções.

## 3 INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

As intervenções recomendadas para o serviço de esgotamento sanitário em Imaculada será baseada na inserção e estruturação de todo o sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários, sendo estas, diferenciadas em acordo com as demandas populacionais e diferentes localizações no município.

Serão levadas em contas as peculiaridades territoriais de Imaculada, buscando as melhores alternativas técnicas para o esgotamento sanitário tanto para a zona rural como urbana aplicáveis a realidade local.

### 3.1 Prospectiva de Métodos de Gestão e Prestação de Serviços

Frente às questões político administrativas, o método de gestão para prestação de serviços na amplitude do esgotamento sanitário poderá ser dar nas seguintes condições:

- Entidade Autônoma (Autarquia): A adoção de autarquia por processo licitatório proporcionando que uma entidade autônoma realize a atividade de gestão tipicamente pública, sendo uma das formas de materialização da descentralização administrativa. Além disso, a adoção desta é capaz de administrar-se com independência relativa (e não absoluta), visto que há a fiscalização do ente criador. Atualmente o município é atendido por meio da concessionária estadual CAGEPA, responsável pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em Imaculada;
- Restruturação Administrativa da Prefeitura Municipal: A reestruturação se enquadra na necessidade do poder político do município em reorganizar/instituir novos setores administrativos que visem à contratação de equipe técnica especializada para a realização da gestão das questões de esgotamento sanitário no município. Entretanto, a adoção da reestruturação administrativa deveser bem planejada visto que é diversificada a equipe de técnicos específicos para a gestão operacional e administrativa de tais questões.

### 3.2 Projeção da vazão de esgotos

Em consonância a mesmos critérios de geração previamente definidas no item que retrata as demandas de saneamento básico, buscou-se realizar a projeção anual das principais vazões associadas aos esgotos provenientes do município de Imaculada, mantendo o horizonte de pesquisa em 20 anos.

Os cálculos foram realizados segundo a ABNT: NBR 9.649/1986, a qual remete que a instalação da rede coletora de esgotos deverá estar baseada nas vazões geradas. Estas levam em conta os períodos de maior e menor geração de esgoto.

Tabela 12. Fórmulas utilizadas para cálculo das vazões médias, máximas e mínimas geradas.

Vazão de demanda	Fórmula de cálculo
Vazão Média ( $Q_{med}$ )	$Q_{med} = (P.C.q)/86.400$ (l/s)
Vazão Máxima Diária ( $Q_{maxd}$ )	$Q_{maxd} = (Q_{med}.k_1)$ (l/s)
Vazão Máxima Horária ( $Q_{maxh}$ )	$Q_{maxh} = (Q_{maxd}.k_2)$ (l/s)
Vazão Mínima Horária ( $Q_{minh}$ )	$Q_{minh} = (Q_{med}.k_3)$ (l/s)

Onde:

- $P$  = população prevista para cada ano (beneficiada com a rede coletora);
- $q$  = 166 litros/(hab.dia) (consumo médio de água per capita, definido conforme o item de demandas de saneamento já explanado no presente estudo);
- $C$  = 0,80 (coeficiente de retorno);
- $k_1$  = 1,20 (coeficiente de variação da vazão máxima diária);
- $k_2$  = 1,50 (coeficiente de variação da vazão máxima horária) e;
- $k_3$  = 0,50 (coeficiente de variação da vazão mínima horária).

### 3.2.1 Vazões anuais na área urbana de Imaculada

As projeções foram separadas por núcleos urbanos para facilitar o planejamento de futuros projetos de rede coletoras de esgotos, estações de tratamento, especialmente em aglomerados populacionais, que favorece a adoção de soluções coletiva.

O respectivo consumo de água gerará um retorno em esgotos sanitários, que será gerado em diferentes regimes de geração, que podem ser entendidos e estimados pelo cálculo da vazão média de esgoto ( $Q_{med}$ ), da vazão máxima diária ( $Q_{maxd}$ ), da vazão máxima horária ( $Q_{maxh}$ ) e da vazão mínima horária ( $Q_{minh}$ ).

As projeções são detalhadas nas tabelas Tabela 13 e Tabela 14, compreendendo o período de 2015 a 2034.

Tabela 13. Projeção das demandas e vazões de esgotos ( $Q_{med}$ ,  $Q_{maxd}$ ,  $Q_{maxh}$ ,  $Q_{minh}$ ).

Ano	Sede urbana					Distrito de Palmeira					
	Demanda de Água (L/s)	Vazão Média de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Máxima Diária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Máxima Horária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Mínima Horária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Demanda de Água (L/s)	Vazão Média de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Máxima Diária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Máxima Horária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Mínima Horária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	
Imediato/emergencial	2.015	8,8	7,0	8,5	12,7	3,5	1,9	1,5	1,8	2,7	0,74
	2.016	9,0	7,2	8,6	12,9	3,6	1,9	1,5	1,8	2,7	0,75
	2.017	9,2	7,3	8,8	13,2	3,7	1,9	1,5	1,8	2,7	0,75
Curto prazo	2.018	9,4	7,5	9,0	13,5	3,7	1,9	1,5	1,8	2,7	0,76
	2.019	9,6	7,6	9,2	13,8	3,8	1,9	1,5	1,8	2,7	0,76
	2.020	9,8	7,8	9,4	14,0	3,9	1,9	1,5	1,8	2,8	0,77
	2.021	9,9	8,0	9,6	14,3	4,0	1,9	1,5	1,9	2,8	0,77
	2.022	10,2	8,1	9,7	14,6	4,1	1,9	1,6	1,9	2,8	0,78
Médio Prazo	2.023	10,4	8,3	9,9	14,9	4,1	2,0	1,6	1,9	2,8	0,78
	2.024	10,6	8,4	10,1	15,2	4,2	2,0	1,6	1,9	2,8	0,79
	2.025	10,8	8,6	10,3	15,5	4,3	2,0	1,6	1,9	2,9	0,80
	2.026	11,0	8,8	10,5	15,8	4,4	2,0	1,6	1,9	2,9	0,80
Longo prazo	2.027	11,2	9,0	10,8	16,1	4,5	2,0	1,6	1,9	2,9	0,81
	2.028	11,4	9,1	11,0	16,4	4,6	2,0	1,6	1,9	2,9	0,81
	2.029	11,6	9,3	11,2	16,8	4,7	2,0	1,6	2,0	2,9	0,82
	2.030	11,9	9,5	11,4	17,1	4,7	2,1	1,6	2,0	3,0	0,82
	2.031	12,1	9,7	11,6	17,4	4,8	2,1	1,7	2,0	3,0	0,83
	2.032	12,3	9,9	11,8	17,8	4,9	2,1	1,7	2,0	3,0	0,84
	2.033	12,6	10,1	12,1	18,1	5,0	2,1	1,7	2,0	3,0	0,84
	2.034	12,8	10,2	12,3	18,4	5,1	2,1	1,7	2,0	3,1	0,85

Tabela 14. Projeção das demandas e vazões de esgotos ( $Q_{med}$ ,  $Q_{maxd}$ ,  $Q_{maxh}$ ,  $Q_{minh}$ )(continuação)

Ano	Aleixo					Zona rural					
	Deman da de Água (L/s)	Vazão Média de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Máxima Diária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Máxima Horária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Mínima Horária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Demanda de Água (L/s)	Vazão Média de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Máxima Diária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Máxima Horária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	Vazão Mínima Horária de Esgoto Resultante Urbano (L/s)	
Imediato/ emergencial	2.015	0,6	0,5	0,6	0,9	0,3	10,1	8,1	9,7	14,6	4,1
	2.016	0,7	0,5	0,6	0,9	0,3	9,9	7,9	9,5	14,3	4,0
	2.017	0,7	0,5	0,6	1,0	0,3	9,7	7,8	9,3	14,0	3,9
Curto prazo	2.018	0,7	0,5	0,7	1,0	0,3	9,5	7,6	9,1	13,7	3,8
	2.019	0,7	0,6	0,7	1,0	0,3	9,3	7,4	8,9	13,4	3,7
	2.020	0,7	0,6	0,7	1,0	0,3	9,1	7,3	8,7	13,1	3,6
	2.021	0,7	0,6	0,7	1,0	0,3	8,9	7,1	8,5	12,8	3,6
	2.022	0,7	0,6	0,7	1,1	0,3	8,7	7,0	8,3	12,5	3,5
Médio Prazo	2.023	0,7	0,6	0,7	1,1	0,3	8,5	6,8	8,2	12,2	3,4
	2.024	0,8	0,6	0,7	1,1	0,3	8,3	6,6	8,0	12,0	3,3
	2.025	0,8	0,6	0,7	1,1	0,3	8,1	6,5	7,8	11,7	3,2
	2.026	0,8	0,6	0,7	1,1	0,3	7,9	6,3	7,6	11,4	3,2
Longo prazo	2.027	0,8	0,6	0,8	1,1	0,3	7,7	6,2	7,4	11,1	3,1
	2.028	0,8	0,6	0,8	1,2	0,3	7,5	6,0	7,2	10,8	3,0
	2.029	0,8	0,7	0,8	1,2	0,3	7,3	5,9	7,0	10,6	2,9
	2.030	0,8	0,7	0,8	1,2	0,3	7,1	5,7	6,9	10,3	2,9
	2.031	0,8	0,7	0,8	1,2	0,3	7,0	5,6	6,7	10,0	2,8
	2.032	0,9	0,7	0,8	1,2	0,3	6,8	5,4	6,5	9,8	2,7
	2.033	0,9	0,7	0,8	1,3	0,4	6,6	5,3	6,3	9,5	2,6
	2.034	0,9	0,7	0,9	1,3	0,4	6,4	5,1	6,1	9,2	2,6

### 3.3 Concentração DBO, eficiência de tratamento e estimativas de carga orgânica

Considerando uma contribuição de carga orgânica per capita de 54 g/(hab.dia) (ANA, 2009) é possível dimensionar as concentrações de contaminantes orgânicos provenientes de despejos sanitários em Imaculada. A partir das demandas, projetaram-se as cargas orgânicas geradas e as respectivas concentrações do esgoto bruto sem tratamento e em hipótese com tratamento.

Assumindo estes valores e a necessidade de adoção de sistemas de tratamento, realizou-se uma simulação a fim de estimar a quantidade de matéria orgânica resultante do mesmo, buscando compreender qual a eficiência mínima de tratamento que deverá ser utilizada para que ao menos os lançamentos se encontrem dentro dos padrões impostos pela legislação CONAMA 430/11.

É notável descrever que em caso dos lançamentos se encontrem dentro dos padrões da legislação supracitada se torna necessária à avaliação das zonas de mistura assim como a extensão natural em que o respectivo corpo receptor deverá autodepurar esta matéria orgânica resquício até as metas e padrões designados pelo enquadramento proposto pela CONAMA 357/05.

#### 3.3.1 Estimativa de Carga e Eficiência de Tratamento na Zona Urbana no Município de Imaculada

O presente item busca estimar as condições da carga orgânica do esgoto gerado, considerando diferentes cenários de tratamentos, com eficiências na remoção da DBO de 70, 80 e 90% para os Distritos sede, Palmeira, Aleixo e Zona Rural.

Os gráficos da Figura 6 representam uma rápida aproximação do total da carga orgânica que será destinada para o corpo receptor, considerando cenários de tratamento e sem tratamento.

Tendo em vista a necessidade de tratamento dos efluentes sanitários de Imaculada utilizou-se a CONAMA 430/2011 como parâmetro chave a qual descreve como limite de concentração para lançamentos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários o valor de 120 mg/L de DBO.

Considerando uma carga orgânica de 54gDBD/hab/dia e a vazão do esgoto diário tem-se uma concentração de 406,6 mg DBO no esgoto bruto. Com remoções de 70, 80 e 90% os tratamentos alcançam o limite estipulado pela resolução citada, com exceção da eficiência de 70%, que supera em 2% a concentração limite de 120 mg/L (Tabela 15). Ressalta-se ainda, que para a zona rural a carga orgânica gerada está decaindo por conta do decréscimo populacional.

Tabela 15. Concentração do efluente com e sem tratamento

Concentração do esgoto bruto (mg/L)	Concentração do esgoto tratado (70%) (mg/dia)	Concentração do esgoto tratado (80%) (mg/dia)	Concentração esgoto tratado (90%) (mg/dia)
406,6	122,0	81,3	40,7

Ressalta-se ainda parágrafo da resolução CONAMA 430/2011: *as condições e padrões de lançamento relacionados na Seção II, art. 16, incisos I e II desta Resolução, poderão ser aplicáveis*

aos sistemas de tratamento de esgotos sanitários, a critério do órgão ambiental competente, em função das características locais, não sendo exigível o padrão de nitrogênio amoniacal total.

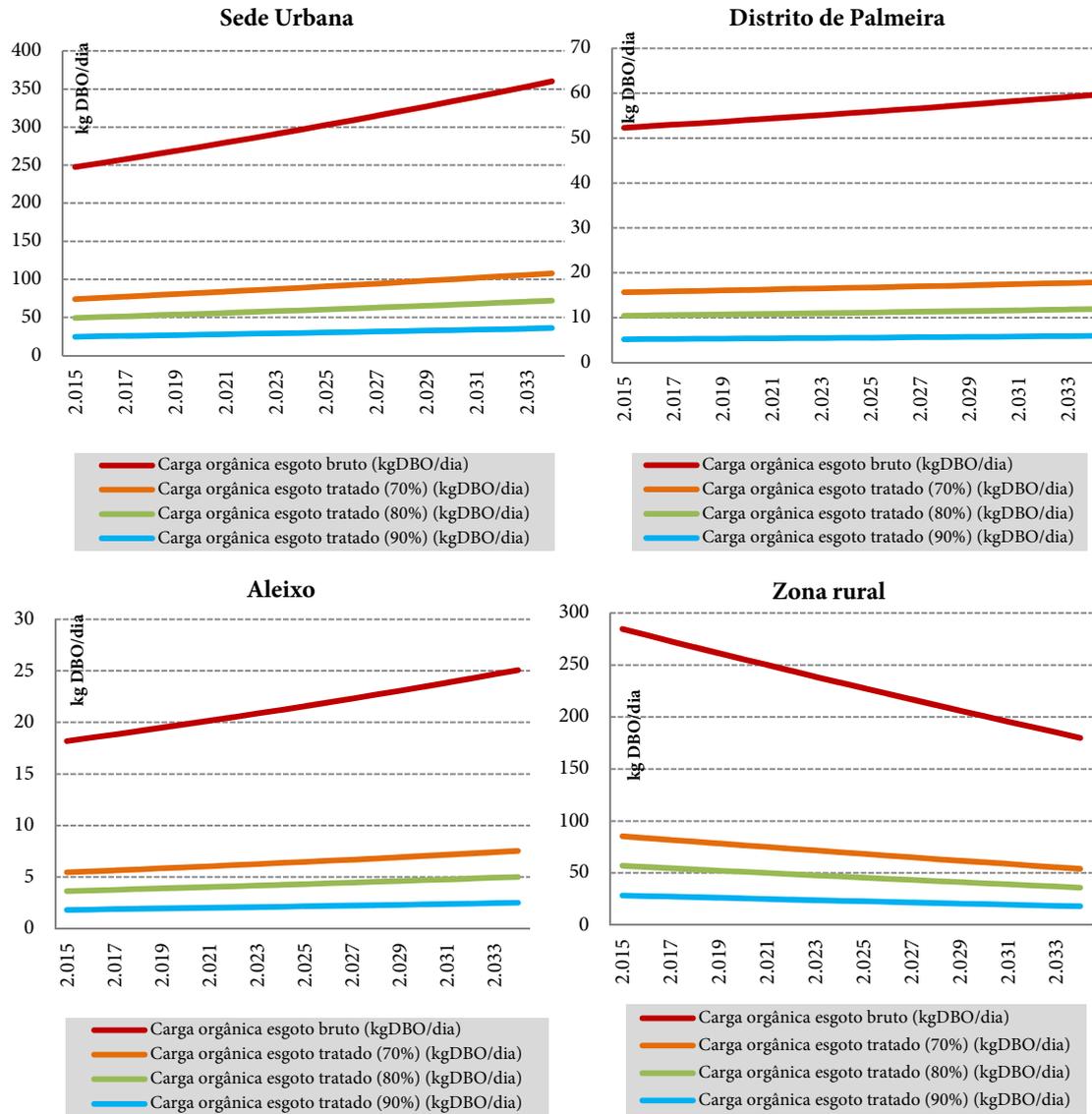


Figura 6. Evolução da carga orgânica considerando cenários de esgoto não tratado e tratado com 70, 80 e 90% de remoção desta.

Contudo este valor deverá unicamente ser aprovado mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor. Como os corpos hídricos do município são de caráter intermitente, ressalta-se a grande suscetibilidade do ambiente para a contaminação, onde a alternativa mais prudente seria um aumento na eficiência do tratamento.

## 3.4 Alternativas técnicas de engenharia para atendimento das demandas

### 3.4.1 Prospectiva Técnica para a Coleta de Esgotos

A partir da análise de campo assim como o diagnóstico, foi possível identificar o atual cenário do esgotamento sanitário no município, identificando os locais onde a situação demanda ações emergenciais. Através de análise geoespacial definiram-se os seguintes pontos classificados em:

- **Áreas com demanda de redes coletoras de esgoto:** Locais da cidade sem cobertura de atendimento de esgotamento sanitário, sendo utilizadas, usualmente fossas sem tratamentos posteriores para a destinação final do esgoto.
- **Áreas com demanda crítica de redes coletoras de esgoto:** onde a falta de esgotamento sanitário ameaça diretamente a saúde pública e bem estar da população, apresentando características de esgoto a céu aberto, valas de drenagem com esgoto bruto;

#### **Zona urbana – sede municipal**

Segundo o diagnóstico realizado, dados da Prefeitura municipal apontam a presença de rede coletora de esgotos em cerca de 80% da área urbana. Entretanto, dados do IBGE apontam que cerca de 50% dos domicílios destinam seus esgotos para a rede (incluindo de esgotos e pluvial).

Neste sentido é notável destacar deverá ser realizado estudo técnico com cadastro apurado dos domicílios sem ligação hidrossanitária adequada e realizado projeto de universalização de coleta na área urbana, para que os recursos públicos sejam bem aplicados e as demandas da sociedade atendidas.

#### **Zona Rural**

Com relação à zona rural, grande parte da população vive distribuída ao longo do território de forma isolada, demandando a adoção de soluções individuais de tratamento de esgotos, não sendo viável a instalação de redes de coleta coletiva.

#### **Distrito de Palmeiras e Distrito de Santo Aleixo**

Na porção leste do município localiza-se o Distrito de Palmeiras, com cerca de 939 habitantes, segundo o censo de 2010. Este distrito consiste em um núcleo urbano com cerca de 264 domicílios que favorece a adoção de tratamento coletivo e a respectiva instalação de rede coletora de esgotos.

O Distrito de Santo Aleixo também consiste em um núcleo urbano com cerca de 309 habitantes (89 domicílios) localizado no limite oeste de Imaculada, divisa com Maturéia-PB.

### 3.4.2 Prospectiva Técnica para o Tratamento de Esgotos

Com relação aos sistemas a serem adotados, foi evidenciado a possibilidade de instalação de sistemas de tratamento coletivos em três núcleos urbanos, Imaculada, Distrito de Palmeira e Santo Aleixo. Para a zona rural o plano de trabalho deverá abordar soluções alternativas individuais para cada domicílio. A seguir são apresentadas soluções técnicas para o atendimento das demandas.

#### **Zona Urbana**

Na verificação das alternativas técnicas para tratamento dos efluentes sanitários da Zona I no município de Imaculada foi possível avaliar dois métodos aplicáveis à realidade do município.

##### a) Tratamento por Lagoa Anaeróbica + Lagoa Facultativa (Sistema Australiano)

As lagoas anaeróbicas se constituem em uma forma alternativa de tratamento onde a existência de condições estritamente anaeróbias é fundamental para sua correta operacionalização.

O seu funcionamento se apresenta similar a um digestor anaeróbico ou uma fossa séptica onde o processo se desenvolve de forma sequencial partindo da liquefação e formação de ácidos (bactérias acidogênicas) e formação de metano (ação bactérias metanogênicas).

As respectivas lagoas anaeróbicas necessitam de condições mínimas adequadas para seu funcionamento sendo fundamental: a inexistência de oxigênio dissolvido na coluna d'água; a temperatura do líquido deverá sempre se apresentar acima de 15°C e o pH deverá sempre se encontrar próximo ou superior a 7.

Segundo dados da estação climatológica de Imaculada, a amplitude térmica deste varia de 16,2 a 22°C em média demonstrando que a localização geográfica em que se encontra Imaculada é adequada para a instalação de lagoas, visto esta elevada temperatura. Entretanto a precipitação média está na ordem de 684 mm/ano ponto relevante durante a etapa de dimensionamento de projeto das respectivas lagoas.

Estima-se que a lagoa anaeróbia deverá em média realizar a remoção de 50 – 70% de DBO, devendo estes efluentes antes do lançamento ser direcionado para outra etapa de unidade de tratamento, ou seja, direcionada a lagoa(s) facultativa(s) para polimento final de tais efluentes. O sistema em síntese deverá funcionar em acordo com a Figura 7.

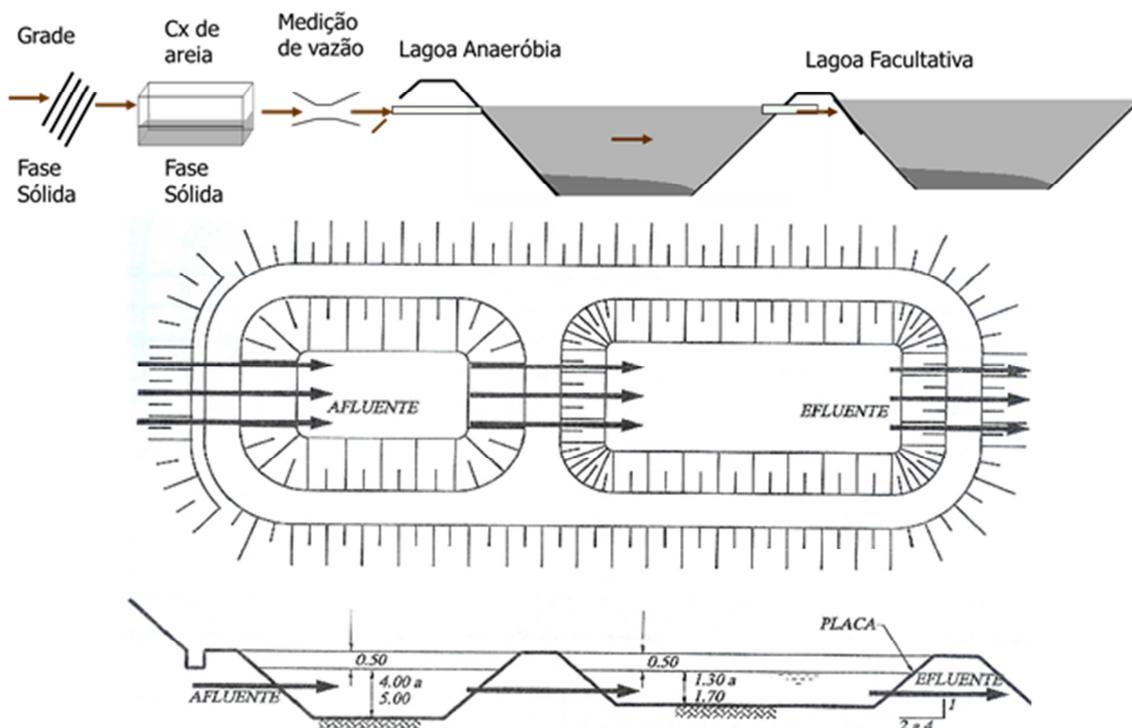


Figura 7. Síntese esquemática do sistema de tratamento com lagoa anaeróbica seguida de lagoas facultativas (sistema australiano). Fonte: Própria.

Em referência a prospectiva técnica se torna possível abordar os pontos apresentados na Tabela 16 como potencialidades negativas e positivas do sistema.

Tabela 16. Potencialidades do sistema de tratamento lagoa anaeróbica seguida de lagoa facultativa.

Potencialidades do Sistema	
Positivas	Negativas
Baixo custo para instalação quando equiparado aos demais tipos de tratamento	Necessidade de grandes áreas para a instalação do respectivo sistema
Fatores climáticos da área quanto à temperatura são muito favoráveis	Quando mal operada poderá gerar maus odores a população
Sistema com baixo custo operacional	Quando mal operada poderá apresentar o crescimento de insetos e mosquitos
Satisfatória remoção de DBO e eliminação de forma integral de microrganismos patogênicos (até 99,99%)	Remoção contínua de lodo da lagoa anaeróbica

#### b) Tratamento por Lodos Ativados – Fluxo Contínuo

A utilização do método de tratamento por lodos ativados é amplamente utilizada em escala mundial. O mesmo apresenta índices de remoção de matéria orgânica muito alta e são altamente recomendáveis quando existente a necessidade de lançamento de efluentes em baixa concentração nos corpos hídricos receptores.

O lodo ativado é o principal tratamento aeróbio. Ele une uma elevada qualidade do efluente com baixos requisitos de área. No entanto, a complexidade operacional, consumo energético, o nível de mecanização e automação são relativamente elevados (VON SPERLING, 2005).

O sistema é composto basicamente pelo gradeamento e decantação que realizará o tratamento primário, para que posteriormente seja destinado ao reator que realizará o tratamento aeróbico do efluente adjunto ao lodo ativado prosseguindo para etapa final de polimento no decantador secundário. O lodo ativado é formado principalmente de bactérias, algas, fungos e protozoários e consegue ser facilmente separado do decantador secundário devido sua capacidade de flocular, desta forma, o respectivo lodo ativado é recirculado novamente para o reator de tratamento. Este sistema apresenta como saída um lodo espesso na forma semissólida e com propriedades infectocontagiosas que deverá ser tratado antes de sua disposição conforme a esquematização da Figura 8.

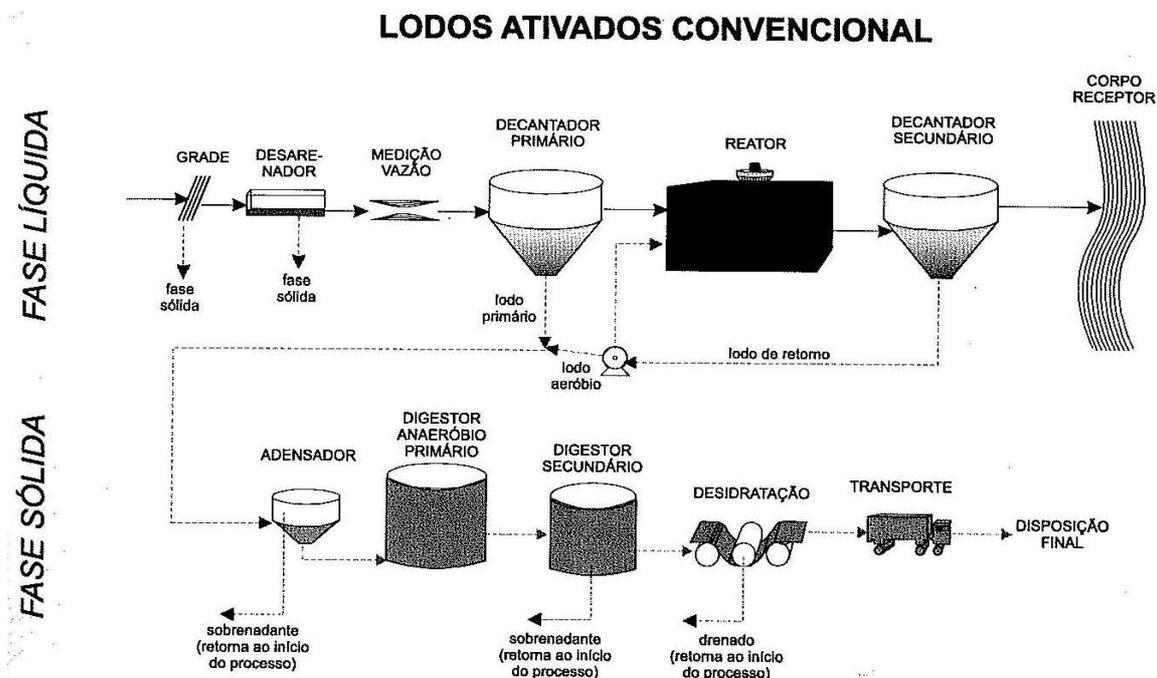


Figura 8. Fluxograma típico do sistema de lodos ativados convencional. Fonte: VON SPERLING (2005).

Em referência a prospectiva técnica se torna possível abordar os pontos positivos e negativos do presente sistema na Tabela 17, avaliando assim a eficácia do tratamento no contexto em que se insere o município de Imaculada.

Tabela 17. Potencialidades do sistema de tratamento lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa.

Potencialidades do Sistema	
Positivas	Negativas
Elevada eficiência na remoção de DBO;	Baixa eficiência na remoção de coliformes;
Possibilidade de remoção biológica de N e P e nitrificação usualmente obtida	Elevados custos de implantação e operação;

Potencialidades do Sistema	
Positivas	Negativas
Baixos requisitos de área;	Relativamente sensíveis a descargas tóxicas;
Processo confiável, desde que supervisionado;	Necessidade de operação sofisticada com alto índice de mecanização;
Reduzidas possibilidades de maus odores, insetos e vermes;	Necessidade do tratamento completo do lodo (quando não há retorno para reator UASB) e da sua disposição final;
Flexibilidade operacional	Possíveis problemas ambientais com ruídos e aerossóis

c) Tratamento por Filtros Biológicos Percoladores de Baixa Carga

O processo de filtros biológicos percoladores apresenta um conceito diferente dos sistemas de lodo ativados e lagoas facultativas, onde ao invés da biomassa crescer dispersa, ela cresce aderida a um meio suporte. Os filtros biológicos são sistemas aeróbios, pois o ar circula nos espaços vazios entre as pedras, fornecendo o oxigênio para a respiração dos microrganismos. A ventilação é usualmente natural (VON SPERLING, 2005).

Fisicamente o filtro biológico são constituídos basicamente de um leito de material grosseiro, a exemplo de pedra, brita, escória de alto-forno, ripas ou material plástico, sobre o qual os esgotos são lançados sob a forma de gotas ou jatos. Feita a aplicação, os esgotos percolam em direção aos drenos de fundo. É esta percolação que permite o crescimento bacteriano na superfície do material de enchimento, na forma de uma película fixa.

Nos sistemas de filtros biológicos de baixa carga, a quantidade de DBO aplicada por unidade de volume do filtro é menor, ou seja, a disponibilidade de alimentos é menor, resultando assim numa estabilização parcial do lodo e numa maior eficiência do sistema na remoção da DBO.

A seguir a Figura 9 apresenta o fluxograma típico do sistema de filtros biológicos percoladores de baixa carga.

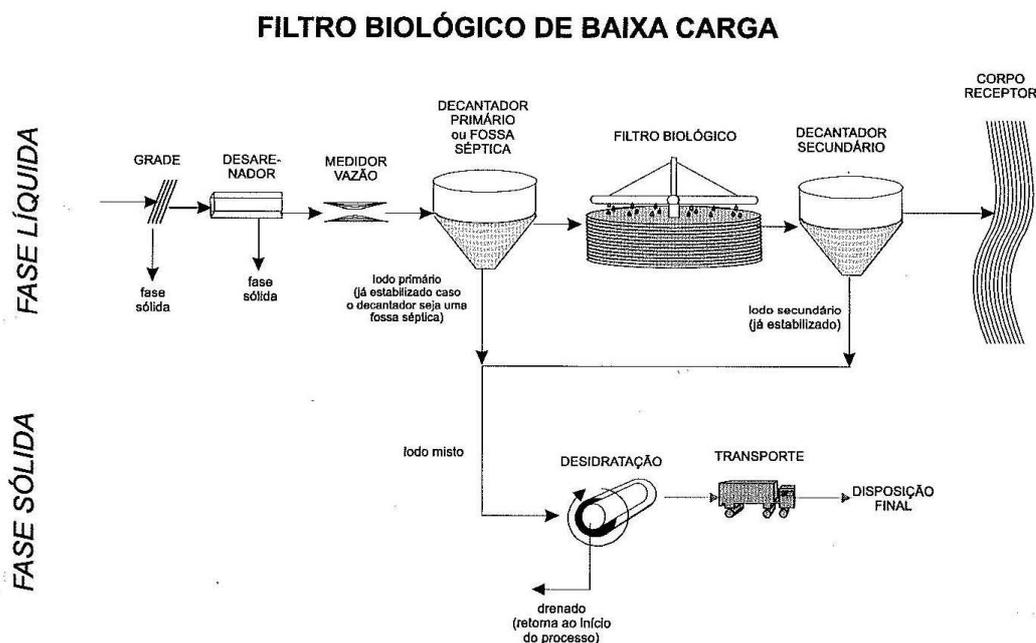


Figura 9. Fluxograma típico de um filtro biológico percolador de baixa carga. Fonte: VON SPERLING (2005).

Na prospectiva técnica se torna possível abordar os pontos positivos e negativos do presente sistema por filtros biológicos na Tabela 18, avaliando assim a eficácia do tratamento no contexto em que se insere o município de Imaculada.

Tabela 18. Potencialidades do sistema de tratamento lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa.

Potencialidades do Sistema	
Positivas	Negativas
Elevada eficiência na remoção de DBO	Baixa eficiência na remoção de coliformes;
Nitrificação frequente	Elevados custos de implantação e operação;
Baixos requisitos de área	Relativamente sensíveis a descargas tóxicas;
Mais simples conceitualmente do que lodos ativados;	Relativa dependência da temperatura do ar (contudo a temperatura média no município se apresenta dentro das necessidades);
Estabilização do lodo no próprio filtro.	Necessidade de remoção da umidade do lodo e da sua disposição final (embora mais simples que filtros biológicos de alta carga);
Índice de mecanização relativamente baixo;	Possíveis problemas com moscas

#### d) Tratamento por Reatores Anaeróbico Convencional

Os sistemas de tanques sépticos seguidos de filtros anaeróbios tem sido amplamente utilizados no meio rural e em comunidades de pequeno porte. O tanque séptico remove a maior parte dos

sólidos em suspensão, os quais sedimentam e sofrem o processo de digestão anaeróbia no fundo do tanque. (VON SPERLING, 2005).

Os filtros anaeróbios mais comuns consistem em um tanque cheio de pedras britadas ou outro material inerte que serve de suporte para aderência e desenvolvimento de microrganismos, constituindo um leito com elevado grau de vazios. Podem ter fluxo ascendente, horizontal ou descendente.

Na superfície de cada peça do material de enchimento ocorre a fixação e o desenvolvimento de microrganismos na forma de biofilme e, nos filtros afogados, principalmente nos de fluxo ascendente, também se agrupam microrganismos na forma de flocos ou grânulos nos interstícios do material de enchimento. O esgoto percola nos interstícios do leito filtrante, em contato com o lodo ativo retido.

São, portanto, reatores biológicos com fluxo através do lodo anaeróbio ativo, com a biomassa aderida e retida em um leito fixo. A seguir, na Figura 10, é apresentado um fluxograma típico de um sistema de tanques sépticos seguido por filtro anaeróbio.



Figura 10. Fluxograma de um Sistema Fossa Séptica - Filtro Anaeróbio. Fonte: VON SPERLING (2005).

Na perspectiva técnica se torna possível abordar os pontos positivos e negativos do presente sistema de tratamento de fossa séptica e reator anaeróbio (Tabela 19), avaliando assim a eficácia do tratamento no contexto em que se insere o município de Imaculada.

Tabela 19. Potencialidades do sistema de tratamento lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa.

Potencialidades do Sistema	
Positivas	Negativas

### Potencialidades do Sistema

Razoável eficiência na remoção de DBO;	Dificuldade em satisfazer padrões de lançamento bem restritivos;
Tolerância a afluentes bem concentrados em matéria orgânica;	Baixa eficiência na remoção de coliformes;
Baixos requisitos de área;	Remoção de N e P praticamente nula;
Construção, operação e manutenção simples;	Possibilidade de geração de efluente com aspecto desagradável;
Lodo com ótima desidratabilidade;	Possibilidade de geração de maus odores, porém controláveis;
Índice de mecanização relativamente baixo;	Restrito ao tratamento de afluentes com concentrações de sólidos não elevados

#### e) Tratamento por Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente – UASB

O UASB tem como grande vantagem, não precisar de decantação primária, diferentemente do filtro anaeróbio. Sendo um tratamento anaeróbio, o UASB possui vantagens como baixa produção de sólidos, cerca de 5 a 10 vezes inferior à que ocorre nos processos aeróbios, baixa demanda de área e baixo consumo de energia, usualmente associado a uma elevatória de chegada. Por outro lado possui as comuns desvantagens de processos anaeróbios, como a possibilidade de geração de maus odores, o baixo consumo de nutrientes e o tempo elevado para a partida do processo (CHERNICHARO, 1997).

Eles se baseiam no princípio de acúmulo de biomassa dentro do reator, pela sua retenção ou recirculação. Assim o tempo de retenção do líquido é diferente e independente do tempo de retenção do lodo, possibilitando o tratamento de efluentes em tempos de retenção hidráulicos reduzidos.

O reator anaeróbio de fluxo ascendente e manto de lodo (UASB) retém a biomassa através de um decantador localizado no topo do reator e os gases são separados por defletores localizados na base dos decantadores. Destaca-se pela sua simplicidade e a não necessidade de material de enchimento.

Os filtros anaeróbios possibilitam o acúmulo de biomassa, através de um leito fixo. O material de enchimento é o responsável pela retenção do lodo por agregação e também por sedimentação com fluxo ascendente.

O reator de leito fluidizado utiliza material de enchimento inerte, como areia, por exemplo, que agrega biomassa. Esta se mantém fluidizada através da velocidade ascensional do líquido. O fluxograma de esquematização do processo de funcionamento se encontra na Figura 11.

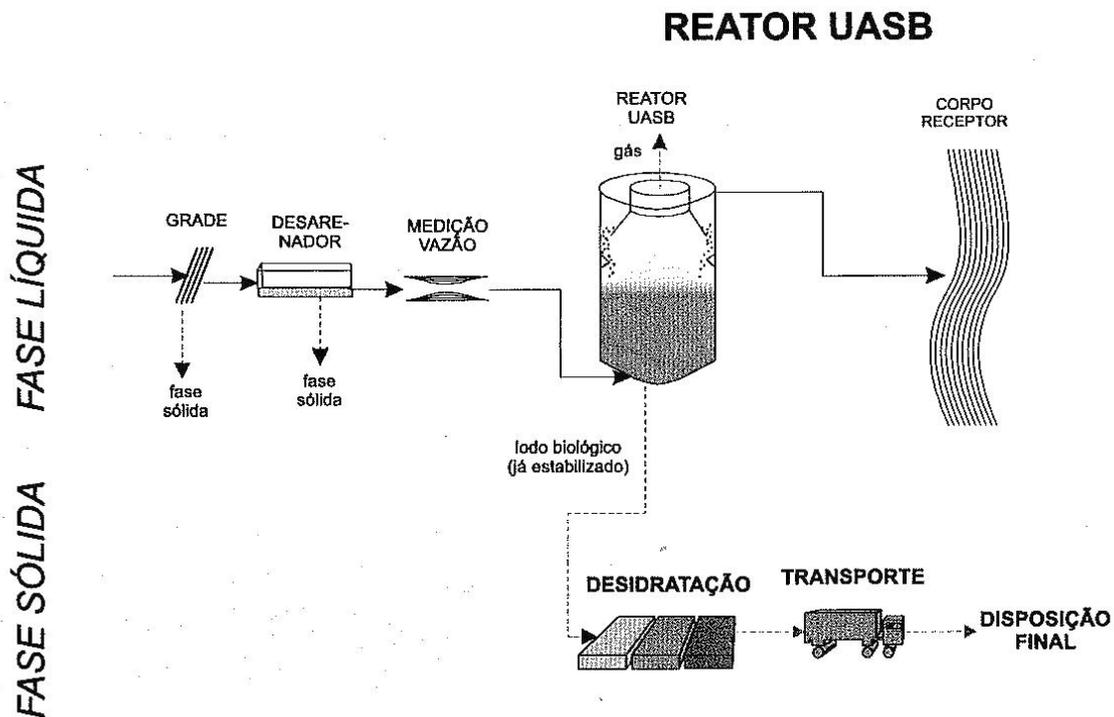


Figura 11. Fluxograma de um Sistema com Reator UASB. Fonte: VON SPERLING (2005).

No reator UASB, o biogás pode ser capturado, podendo ser aproveitado para produção de energia elétrica, calor, vapor, ou mesmo ser queimado em um queimador simples. A combustão (produtiva ou não) do biogás tem duas vantagens importantes: elimina a possibilidade da emissão de odores, que são um dos maiores problemas de sistemas convencionais de lagoas de estabilização (que incluem lagoas anaeróbias) e protege o meio ambiente, uma vez que o gás metano contribui muito mais (20 vezes) para o efeito estufa que o CO<sub>2</sub>, produto resultante da queima do metano (CHERNICHARO, 2001).

Mesmo que de forma teórica o mesmo apresenta grandes níveis de remoção, um reator tipo UASB, como os demais reatores anaeróbios, dificilmente produz efluente que atenda aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental brasileira, sendo assim necessário prever um pós-tratamento como forma de adequar o efluente.

Na perspectiva técnica se torna possível abordar os pontos positivos e negativos do presente sistema de tratamento anaeróbio por reator UASB (Tabela 19), avaliando assim a eficácia do tratamento no contexto em que se insere o município de Imaculada.

Tabela 20. Potencialidades do sistema de tratamento lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa.

Potencialidades do Sistema	
Positivas	Negativas
Razoável eficiência na remoção de DBO;	Dificuldade em satisfazer padrões de lançamento restritivos (contornável com a inclusão de pós-tratamento);

Potencialidades do Sistema	
Positivas	Negativas
Tolerância a afluentes bem concentrados em matéria orgânica;	Baixa eficiência na remoção de coliformes;
Baixos requisitos de área;	Remoção de N e P praticamente nula;
Construção, operação e manutenção simples;	Possibilidade de geração de efluente com aspecto desagradável;
Baixíssima produção de lodo com ótima desidratabilidade;	Possibilidade de geração de maus odores, porém controláveis;
Não necessita de meio suporte;	A partida do processo é geralmente lenta (mas pode ser acelerada com a utilização de sementeira);

### A. Zona II – Zona Rural

Para a estabilização adequada dos esgotos sanitários da população residente na Zona II – Zona Rural do município de Imaculada, sistemas alterativos e individuais podem ser mais interessantes do ponto de vista da viabilidade financeira para a implantação. Entre esses, cita-se:

**Sistema Fossa séptica e filtro anaeróbio** - Tem a finalidade de realizar um tratamento primário no efluente e reduzir a carga orgânica e de microrganismos, a fim de minimizar o impacto ambiental causado pelo mesmo. Este sistema é o adotado para o tratamento coletivo em algumas residências da área urbana de Imaculada, e pode ser desenvolvido também como uma alternativa de sistema individual por domicílio na zona rural. Possui como principal vantagem o custo reduzido.

**Biodigestor anaeróbio** - Um biodigestor funciona como um reator químico em que as reações químicas têm origem biológica. Podendo inclusive ser uma alternativa de economia de água, já que utiliza banheiro seco (sem a presença de água no processo e descarga). Dessa forma o esgoto produzido, seria direcionado para uma câmara de fluxo contínuo, e após período de tratamento este poderia ser utilizado inclusive como fertilizante.

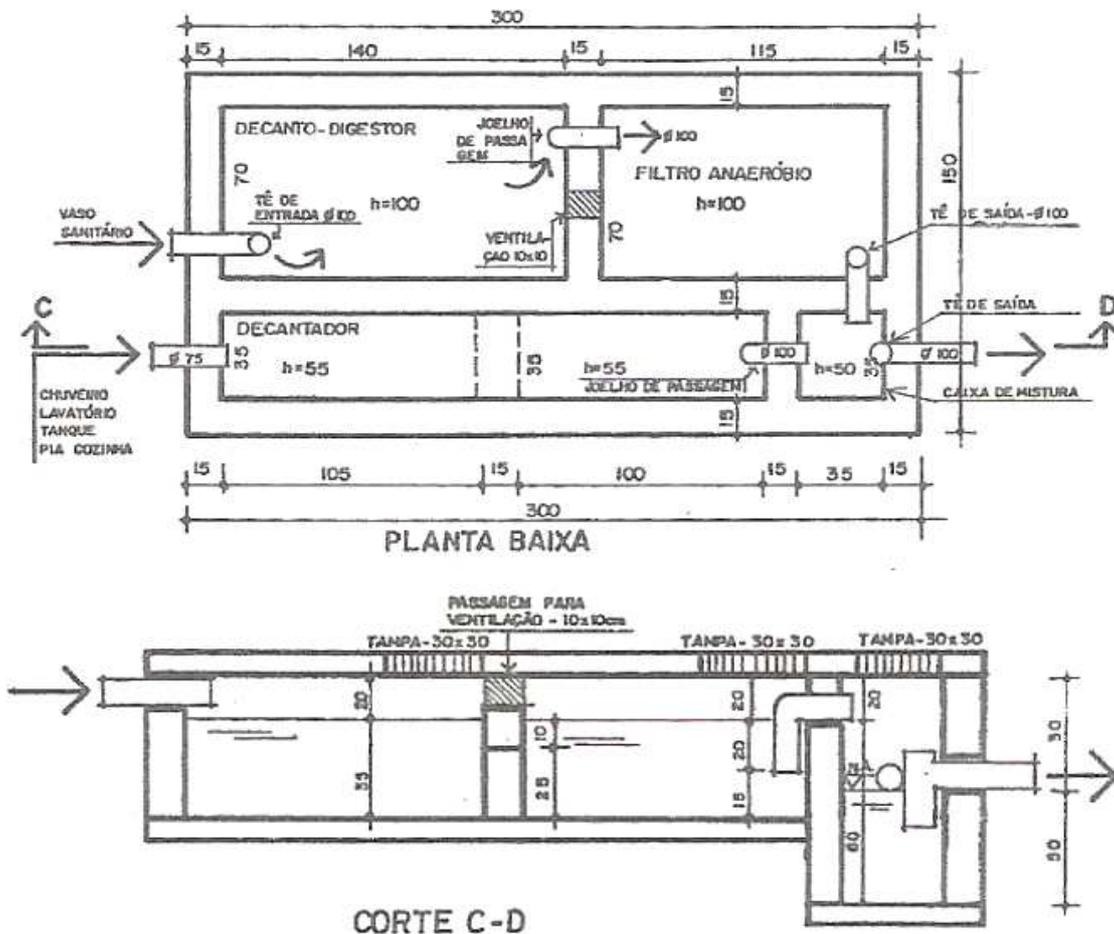
**Sistema modular com separação de água** - Consiste em um sistema alternativo de tratamento de esgotos, que possui uma alta eficiência e custos reduzidos de implantação. O sistema trata e reutiliza as águas residuárias residenciais, separando-as conforme sua origem:

- Cinzas: águas resultantes de chuveiro, lavatórios, pia de cozinha, tanque de lavar roupas;
- Negras: águas resultante das descargas hídricas de vasos sanitários.

As águas cinzas têm uma certa quantidade de contaminantes químicos, provenientes dos produtos utilizados para limpeza, contendo muitos sólidos em suspensão. Também apresentam gorduras, graxas e óleos. A decantação adequada irá remover, principalmente, os sólidos em suspensão, tornando estas águas mais adequadas para o tratamento a ser feito no Leito de Evapotranspiração e Infiltração (LETI) (ERCOEL, 2003).

Segundo Foresti *et. al.* (1999) *apud* Ercole (2003) as águas negras têm elevada contaminação de origem orgânica (fezes e urinas). Quando feito separado, o tratamento destas águas torna-se mais eficiente, pois não é afetado pelos produtos químicos das águas cinzas e nem prejudicado pela elevada quantidade de sólidos, normalmente carregados pelas águas claras e cinzas. Por trabalhar com elevada concentração de matéria orgânica (sem a diluição normalmente provocada pelas águas claras e cinzas), o sistema de tratamento torna-se mais eficiente e pode operar em volumes menores, diminuindo os custos e ocupando áreas menores que os sistemas convencionais.

Cada um destes grupos será tratado e reutilizado por equipamentos mais adequados a categoria da água a ser tratada. Assim observa-se um tratamento de menor porte, e assim, menos dispendiosos. As águas cinzas e negras, após passarem pelos respectivos sistemas de tratamento, são agrupadas na caixa misturadora e conduzidas para o aproveitamento dos nutrientes que ainda possuem, o que é feito pelas plantas do LETI. Esta mistura é importante, pois as águas cinzas são alcalinas e podem prejudicar vários tipos de vegetações (alguns tipos são resistentes às águas alcalinas). Como as águas negras, efluentes do reator anaeróbio, são mais ácidas, esta mistura tende a um equilíbrio do pH. Uma planta do sistema de tratamento é apresentada nas Figura 12 e Figura 13.



**Figura 12. Planta de conjunto de reator anaeróbio, decantador e caixa de mistura dos efluentes. Fonte: Ercole, 2003.**

O tratamento das águas cinzas utiliza o princípio do decantador, composto por duas câmaras. Na primeira câmara ficam retidos os óleos, gorduras e graxas, na superfície do líquido, que é continuamente regada pelo afluente das águas cinzas e tende a dissolver-se gradativamente. Junto aos fundos da primeira e da segunda câmara, ficam depositados os sedimentos sólidos. Para o tratamento das águas negras utiliza-se o modelo de reator anaeróbio compartimentado, como a denominação indica um equipamento para o tratamento anaeróbio (ausência de oxigênio), dos esgotos, realizado em duas fases, em dois compartimentos. O primeiro compartimento, onde o esgoto bruto entra, é um digestor e o segundo compartimento é um filtro anaeróbio.



Figura 13. Conjunto de reator anaeróbio, decantador e caixa de mistura dos efluentes. Fonte: <http://bioarquitekturapaisagem.blogspot.com.br>

Na tabela abaixo são apresentados alguns exemplos de tratamentos alternativos para esgoto sanitário, ressaltando características diversas de cada um. Estas são baseadas no estudo de Ercole (2003). Sendo que o sistema modular é o que apresenta mais pontos favoráveis, sendo a elevada demanda de área devido à construção do LETI, entretanto esse é subterrâneo.

Tabela 21. Características de tipos de tratamento de esgoto. Fonte: Adaptado de Ercole (2003).

Sistema de tratamento	Área necessária (m <sup>2</sup> )	Complexidade Construtiva	Custo de Implantação (US\$)	Tempo de detenção hidráulica (dias)
Filtro anaeróbio	0,05-0,25	baixa	20 -40	0,25 - 1
Lodo ativado (convencional)	0,2 -0,3	elevada	60 - 120	0,4 -0,6
Lagoa tratamento (facultativa e anaeróbia)	1,5 - 3,5	média	10-25	12 - 24
Biodigestores	0,15 - 0,2	média	20 - 40	15 - 60
Tanque séptico e filtro anaeróbio	0,2 - 0,4	baixa	20 - 40	1 - 2
Sistema modular com separação de águas (SMSA)	1 - 3	baixa	10 - 20	1 -2

Sistema de tratamento	Quantidade de lodo produzido (m <sup>3</sup> /hab.ano)	Frequência de remoção do lodo	Custo de operação (US\$/hab/ano)	Remoção de DBO
Filtro anaeróbio	0,07-0,1	4 a 6 meses	8	40 - 75
Lodo ativado (convencional)	1,1 - 1,5	Contínua	70 - 100	85-93
Lagoa tratamento (facultativa e anaeróbia)	0,1 - 0,15	> 20 anos	5 - 10	70-90
Biodigestores	0,1	1 a 5 anos	4,0	40-60
Tanque séptico e filtro anaeróbio	0,07 - 0,1	1 a 5 anos	5	70-90
Sistema modular com separação de águas (SMSA)	0,01	10 anos	2	90-98

Sistema de tratamento	Remoção de Nitrogênio	Remoção de Fósforo	Remoção de Coliformes totais	Remoção de Sólidos suspensos totais (SST)
Filtro anaeróbio	-	20 - 50	-	60 - 90
Lodo ativado (convencional)	30-40	30-45	60-90	80-95
Lagoa tratamento (facultativa e anaeróbia)	30-50	20-60	60-99,9	40-80
Biodigestores	8	40	55	50-70
Tanque séptico e filtro anaeróbio	10-25	10-20	60-90	60-90
Sistema modular com separação de águas (SMSA)	50-80	85-95	>99	>99

## 4 DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Baseado no baixo nível de precipitação que possui o município de Imaculada, as intervenções recomendadas para o serviço de drenagem e manejo das águas pluviais baseiam-se na pavimentação das ruas, com a inclusão de sistemas simples de drenagem superficial, através da elaboração e implantação de um projeto do sistema de drenagem pluvial superficial que atenda toda área urbana do município. Este deve estar de acordo com o estudo de concepção a ser elaborado pela Prefeitura Municipal, observadas as considerações do Plano Municipal de Saneamento Básico de Imaculada.

### 4.1 Situação da drenagem e manejo das águas pluviais no município

O município não possui sistema de drenagem urbana subterrânea, apenas algumas vias possuem drenagem superficial, principalmente pelo fato do município não sofrer eventos de fortes precipitações. Entretanto, há a presença de ponto de alagamento na parte mais baixa da cidade.

Grande parte dos impactos causados pela ineficiência dos sistemas de drenagem urbana é proveniente de medidas tomadas erroneamente, quando do planejamento e execução de obras, sejam por mau dimensionamento, por alternativas metodológicas inadequadas as situações, ou quando executadas a revela do projeto. Também observa-se o lançamento de resíduos sólidos que obstruem canais de fluxo da água.

Seguem alguns exemplos da forma desorganizada de como a infraestrutura urbana é implantada, que acabam por causar sérios problemas:

- a) Pontes e taludes de estradas que acabam por obstruírem o escoamento;
- b) Redução de seção do escoamento pela canalização de córregos, aterros de pontes e para construções em geral;
- c) Deposição e obstrução de rios, canais e condutos por resíduos sólidos e sedimentos;
- d) Projetos e obras de drenagem mal dimensionados, com diâmetros que diminuem para jusante, além de drenagem sem esgotamento, entre outros.

À medida que a cidade se urbaniza, ocorrem diversos impactos, os principais, causados pelos problemas levantados em relação à drenagem urbana do município, seguem apresentados abaixo:

- Erosão de estradas devido à falta de rede de drenagem e pavimentação;

- A deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, devido à lavagem das ruas e transporte de resíduos sólidos, além das drenagens de esgoto lançados diretamente nos rios;

## 4.2 Alternativas técnicas para drenagem e manejo das águas pluviais

Como alternativa para sanar os problemas causados pelo déficit do atendimento da drenagem urbana no município de Imaculada recomenda-se a elaboração e execução de um projeto de drenagem urbana juntamente com a pavimentação das ruas e a criação de instrumentos de infiltração compensatória. Este projeto deverá definir com maior precisão as ações necessárias para resolver os problemas atuais, anular déficits de atendimento e otimizar investimentos.

A elaboração do projeto executivo do sistema de drenagem urbana superficial deve englobar as áreas críticas já identificadas, avaliando as áreas próximas a recursos hídricos, observando a ocorrência de ocupação de áreas ribeirinhas, e trazer soluções que evitem transtornos à população.

Como visto no início do capítulo, a drenagem acompanha o sistema viário, entretanto, devido à baixa precipitação, a instalação de galerias subterrâneas junto a todo sistema viário urbano não seria viável.

Entretanto, a conformação topográfica do terreno proporciona o acúmulo de água na parte baixa da cidade, nas adjacências da PB-306 com a rua Joaquim Bezerra. Assim, a instalação de galerias subterrâneas de drenagem principalmente junto a BR-306 e Rua Joaquim Bezerra podem minimizar os efeitos dos alagamentos nessa região, os quais receberão coletores de maior capacidade, recebendo a água dos assentamentos ao longo da via e destinarão para a porção mais baixa da cidade (zona sudoeste). Estima-se que cerca de 1.700 metros lineares de galerias subterrâneas seriam necessários para tal.

### *Medidas Mitigadoras*

As técnicas de controle do escoamento superficial diferem em duas medidas que se complementam: as estruturais e as não-estruturais. As intervenções estruturais consistem em obras destinadas a desviar, deter, reduzir ou escoar com maior rapidez e em menores níveis as águas do escoamento superficial direto (FCTH, 1999), evitando assim transtornos que podem ser causados pela má gestão das águas pluviais.

Estas intervenções incluem:

- Implantação do sistema de micro e macrodrenagem nas vias urbanas;
- Pavimentação das vias urbanas;
- Implantação de canais desaguadouros nas estradas da zona rural;

- Conformação de canais para a redução da velocidade de escoamento, sistemas de drenagem por infiltração;
- Revitalização de açudes, recuperação de várzeas e a renaturalização de cursos de água.

Visando atenuar os impactos decorrentes dos problemas da ausência do sistema de drenagem, sugere-se:

- Limpeza periódica dos dispositivos naturais de drenagem;
- Limpeza periódica das sarjetas das ruas;
- Controle da produção do escoamento através do incentivo à construção de cisternas, reservatórios domiciliares e telhados armazenadores;
- Controle da produção do escoamento através da construção de valas e valetas de retenção, trincheiras e poços de infiltração e pavimentos porosos;

Além das medidas estruturais, é muito importante à compatibilização com as medidas não-estruturais. Como o próprio já diz essas medidas não utilizam estruturas que alterem o regime de escoamento das águas do escoamento superficial, sendo as mesmas representadas por medidas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo, principalmente nas várzeas e nas bacias, ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco (FCTH, 1999).

Outra medida pertinente é a revitalização do Açude de Imaculada localizado na área urbana, podendo ser realizadas intervenções no sentido de ampliar área vegetada, melhorias estruturais para maximizar a retenção de água pluvial e até a implantação de parque urbano com função ambiental e social para a população da cidade.

## 5 RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA URBANA

A Política Nacional de Saneamento Básico, Lei 11445/2007, define como principal objetivo do Plano Municipal de Saneamento Básico a promoção e prestação dos serviços públicos de saneamento básico, onde é visada a universalização do serviço, em que todos têm acesso ao mesmo.

Para alcançar os objetivos do plano é preciso definir programas e ações casadas com os planos de governo, como os planos de ações plurianuais. Logo, a fase do prognóstico irá envolver a definição destas ações e o estabelecimento de metas de acordo com os dados levantados na fase do diagnóstico, através dos cenários obtidos nesse. Esta fase irá então, definir metas e objetivos para a criação ou ajustamento da estrutura existente no município.

Na fase do prognóstico fazem-se cenários alternativos aos encontrados na fase de diagnóstico, através de medidas de mitigação, melhoria, ampliação e adequação da infraestrutura existente no município.

### 5.1 Projeção de geração dos resíduos sólidos orgânicos

Na fase do diagnóstico foi apresentado que o município de Imaculada não possui dados sobre a quantidade de resíduos sólidos coletados no município, sendo a coleta irregular e ineficiente, até mesmo inexistente em vários pontos. A Tabela 22 apresenta o mapa atual da situação da coleta de resíduos sólidos no município.

Tabela 22 - Cenário atual Resíduos comuns

Área	Como é?	Cenário ideal
Urbana	Coleta 2x semanais, sem dia definido	Coleta 3x semanais, com padrão de dias e horários; atendimento universal; correta destinação final e recuperação das áreas degradadas
Distrito de Palmeira	Coleta 3x semanais, o lixo é depositado em um lixão	
Localidade de Aleixo	Coleta 3x semanais, o lixo é depositado em um lixão	
Área Rural	Sem coleta de lixo, com pequena incidência de queima e grande incidência de depósito irregular a céu aberto	

Como o município não possui dados de quantificação, usaremos como referência a taxa de geração per capita de resíduos sólidos apresentados pela ABRELPE (2013), que é de 0,763Kg/hab.dia, apresenta-se dados conforme Tabela 23 para geração de resíduos sólidos.

Tabela 23. Projeção de geração de resíduos sólidos

Ano	Geração de RS (t/dia)		
	Urbana	Rural	Total
2015	3,50	4,02	8,51
2016	3,57	3,94	8,51
2017	3,64	3,86	8,51

Ano	Geração de RS (t/dia)		
	Urbana	Rural	Total
2018	3,72	3,78	8,52
2019	3,79	3,69	8,52
2020	3,87	3,61	8,53
2021	3,95	3,53	8,54
2022	4,03	3,45	8,55
2023	4,11	3,38	8,56
2024	4,19	3,30	8,57
2025	4,28	3,22	8,59
2026	4,36	3,14	8,61
2027	4,45	3,07	8,63
2028	4,54	2,99	8,65
2029	4,62	2,91	8,68
2030	4,71	2,84	8,70
2031	4,81	2,76	8,73
2032	4,90	2,69	8,76
2033	4,99	2,62	8,79
2034	5,09	2,54	8,83
2035	5,12	2,38	8,86

No município de Imaculada há uma geração de 8,5 toneladas/dia de resíduos sólidos e 45,5% deste material é considerado resíduo orgânico, então temos no município a geração de 3,8 toneladas/dia de resíduo sólido orgânico em 2015. Com a projeção demográfica populacional temos a projeção de geração dos resíduos sólidos orgânico, conforme Tabela 24.

Tabela 24 - Projeção de geração de resíduos sólidos orgânicos

Ano	Geração de RSU (t/dia)	
	Total	Orgânico
2015	8,51	3,83
2016	8,51	3,83
2017	8,51	3,83
2018	8,52	3,83
2019	8,52	3,84
2020	8,53	3,84
2021	8,54	3,84
2022	8,55	3,85
2023	8,56	3,85
2024	8,57	3,86
2025	8,59	3,87
2026	8,61	3,87
2027	8,63	3,88

2028	8,65	3,89
2029	8,68	3,90
2030	8,70	3,92
2031	8,73	3,93
2032	8,76	3,94
2033	8,79	3,96
2034	8,83	3,97
2035	8,86	3,99

O aumento de resíduos se dá proporcional ao aumento populacional, sendo imprescindível uma política pública em relação ao correto destinação final dos resíduos sólidos.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei 12305/12, obriga a eliminação dos lixões até 2014, assim como a implantação da coleta seletiva e a logística reversa. Com a eliminação dos lixões, os municípios deverão implantar o aterro sanitário, seja na forma de administração municipal, concessão do serviço ou até mesmo na forma de consórcio intermunicipal.

## 5.2 Projeção de geração dos Resíduos recicláveis

No município de Imaculada não há coleta segregada dos resíduos sólidos e recicláveis, sendo que esse material é encaminhado ao lixão. A apresenta o atual panorama municipal.

Tabela 25 - Panorama atual - Resíduos recicláveis

Área	Como é?	Cenário ideal
<b>Urbana</b>	Sem coleta de resíduos recicláveis. Material encaminhado ao lixão.	Coleta semanal; material encaminhado à cooperativa de catadores e incentivo a adesão a coleta diferenciada
<b>Distrito de Palmeira</b>		
<b>Localidade de Aleixo</b>		
<b>Área Rural</b>		

Conforme estimativa de composição, 42,1% do resíduo gerado no município são resíduos recicláveis. Fazendo a projeção de geração de resíduos recicláveis, Tabela 26, conforme crescimento populacional apresentado, temos:

Tabela 26 - Projeção de geração de resíduos recicláveis

Ano	Geração de RSR (t/dia)	
	Total	Reciclável
2015	8,51	3,58
2016	8,51	3,58
2017	8,51	3,58
2018	8,52	3,59
2019	8,52	3,59
2020	8,53	3,59

Ano	Geração de RSR (t/dia)	
	Total	Reciclável
2021	8,54	3,59
2022	8,55	3,60
2023	8,56	3,60
2024	8,57	3,61
2025	8,59	3,62
2026	8,61	3,62
2027	8,63	3,63
2028	8,65	3,64
2029	8,68	3,65
2030	8,70	3,66
2031	8,73	3,68
2032	8,76	3,69
2033	8,79	3,70
2034	8,83	3,72
2035	8,86	3,73

Sendo que o município realiza a coleta seletiva de forma informável, grande parte deste volume gerado é hoje encaminhado ao lixão. Quando esse material for encaminhado ao aterro sanitário, irá acarretar na diminuição da vida útil do mesmo, visto o elevado volume que representa, além de gerar custos com coleta e transporte desnecessários ao município, pois quando esse material for completamente encaminhado a uma coletiva de catadores, proporcionará geração de emprego e aumento de renda a esta categoria.

### 5.3 Projeção de geração dos Resíduos da saúde

A prefeitura não realiza coleta segregada dos resíduos de saúde nos postos da rede pública nem privada. Todo o material, contaminado ou não, é coletado misturada a coleta de resíduos comuns e não passa por qualquer tipo de tratamento, sendo depositado no lixão. A Tabela 27 apresenta esse cenário.

Tabela 27. Cenário atual - RSSS

Área	Como é?	Cenário ideal
Urbana	Sem coleta segregada e material é encaminhado ao lixão	Material corretamente segregado; com correta identificação; correta destinação final na rede pública e estabelecimentos privados
Distrito de Palmeira		
Localidade de Aleixo		
Área Rural		

Utilizando o mesmo índice de crescimento populacional mostrado no item anterior e, admitindo dados da Prefeitura Municipal de Imaculada não sabe informar a quantidade de resíduo gerado nos postos de saúde, clínicas e farmácias do município, visto que não há coleta segregada desse material, devemos trabalhar com dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no

Brasil, apresentado pela Abrelpe em 2012, no estado da Paraíba, onde se calcula uma geração de 0,818 Kg/hab.ano, dados representados na Tabela 28.

**Tabela 28. Projeção de geração de resíduos de saúde**

Ano	Geração RSSS (t/ano)	Geração RSSS (t/mês)
2015	9,13	0,76
2016	9,13	0,76
2017	9,13	0,76
2018	9,13	0,76
2019	9,14	0,76
2020	9,14	0,76
2021	9,15	0,76
2022	9,16	0,76
2023	9,18	0,76
2024	9,19	0,77
2025	9,21	0,77
2026	9,23	0,77
2027	9,25	0,77
2028	9,28	0,77
2029	9,30	0,78
2030	9,33	0,78
2031	9,36	0,78
2032	9,39	0,78
2033	9,43	0,79
2034	9,46	0,79
2035	9,48	0,81

#### 5.4 Projeção de geração de resíduos da construção civil

Os resíduos de construção civil e demolição não são coletados, sendo depositados em locais irregulares. A Tabela 29 apresenta o cenário.

**Tabela 29 - Cenário atual - RCC**

Área	Como é?	Cenário ideal
Urbana	Sem coleta segregada e material é encaminhado ao lixão	Material corretamente segregado; com correta identificação; correta destinação final na rede pública e estabelecimentos privados
Distrito de Palmeira		
Localidade de Aleixo		
Área Rural		

Segundo dados da Abrelpe (2012), há a geração de 17995T/dia na região do Nordeste Brasileiro em 2012, com 39.154.163 habitantes, logo temos a geração de 0,464 Kg/hab.dia de resíduos da construção civil. A Tabela 30 apresenta dados do município baseado nos dados de geração regional.

**Tabela 30 - Projeção de geração de resíduos da construção civil**

<b>Ano</b>	<b>Geração RCC (t/ano)</b>	<b>Geração RCC (t/mês)</b>
<b>2015</b>	1889,91	157,49
<b>2016</b>	1889,76	157,48
<b>2017</b>	1890,00	157,50
<b>2018</b>	1890,65	157,55
<b>2019</b>	1891,72	157,64
<b>2020</b>	1893,19	157,77
<b>2021</b>	1895,09	157,92
<b>2022</b>	1897,40	158,12
<b>2023</b>	1900,14	158,34
<b>2024</b>	1903,30	158,61
<b>2025</b>	1906,90	158,91
<b>2026</b>	1910,93	159,24
<b>2027</b>	1915,40	159,62
<b>2028</b>	1920,31	160,03
<b>2029</b>	1925,67	160,47
<b>2030</b>	1931,48	160,96
<b>2031</b>	1937,74	161,48
<b>2032</b>	1944,46	162,04
<b>2033</b>	1951,65	162,64
<b>2034</b>	1959,30	163,28
<b>2035</b>	1960,27	165,21

Essa quantidade de material pode ser reutilizada para aterramento de terreno sem fins nobres e não deve ser encaminhado ao aterro sanitário devido ao alto volume que ocupa, além de que não é material biodegradável.

## 5.5 Projeção de geração dos resíduos de varrição e Limpeza Urbana

A varrição de rua e limpeza das vias, praças e feiras é realizada esporadicamente, quando há necessidade. Porém essa atividade deverá ser realizada diariamente para manter a saúde ambiental e conforto visual.

Segundo estudo de composição gravimétrica dos resíduos a atividade de varrição de rua gera cerca de 0,20% do volume total recolhido no município. Já os resíduos de podas e feiras geram cerca de 3,1% do resíduo coletado no município. Logo, apresentamos a Tabela 31 conforme crescimento populacional previsto.

**Tabela 31 - Projeção de geração de resíduos da varrição**

Ano	Geração de resíduos de limpeza	
	Varrição (t/ano)	Poda e feiras (t/ano)
2015	0,20	3,59
2016	0,20	3,59
2017	0,20	3,59
2018	0,20	3,59
2019	0,20	3,59
2020	0,20	3,59
2021	0,20	3,60
2022	0,21	3,60
2023	0,21	3,61
2024	0,21	3,61
2025	0,21	3,62
2026	0,21	3,63
2027	0,21	3,63
2028	0,21	3,64
2029	0,21	3,65
2030	0,21	3,67
2031	0,21	3,68
2032	0,21	3,69
2033	0,21	3,70
2034	0,21	3,72
2035	0,21	3,72

A limpeza das vias traz não somente um bem estar estético, como também serve para diminuir o risco de enchentes caso haja chuvas demasiadas no município, onde este material será levado pela correnteza das águas, entupindo as bocas de lobo.

## 5.6 Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos

O município conta atualmente com coleta de resíduos sólidos urbanos na área urbana, com frequência de duas vezes semanais, porém sem dias definidos. No distrito de Palmeira e na localidade de Aleixo a coleta é realizada três vezes por semana e o lixo é depositado em um lixão vizinho. Na área rural não há coleta, nessas áreas a população tem como costume queimar seus resíduos gerando incômodos aos moradores e danos ao meio ambiente.

Os resíduos são coletados por equipe da Prefeitura de Imaculada que encaminha todo o resíduo para um lixão em terreno próprio, porém não há coleta seletiva sendo que todo material orgânico e reciclável possui o mesmo destino final. Além dos resíduos de serviços de saúde, de construção civil e quaisquer outros, todos possuem o mesmo fim.

O município de Imaculada deverá implantar coleta de resíduos sólidos comuns em todo o município, atendendo três vezes por semana todas as áreas, com roteiros definidos, garantindo dias e horas costumeiros. Nenhuma região deverá focar sem coleta por mais de 72hs.

Será implantada uma coleta seletiva eficiente, ou seja, coletas separadas dos resíduos comuns e recicláveis, atendendo a todo o município. Faz-se necessário um trabalho de educação ambiental com todos os munícipes afim de aderirem à coleta seletiva, além de respeitarem local e horário das respectivas coletas.

A Prefeitura deverá implantar pontos próprios de containerização para coleta dos resíduos comuns ou orgânicos, recicláveis e especiais, conforme classificação e quantidade de moradores nos locais estabelecidos.

O município deverá criar um Cooperativa de Catadores para os trabalhadores que trabalham na coleta, segregação e venda dos resíduos recicláveis, gerando pontos de trabalhos e renda extras as famílias.

## 5.7 Resíduos da Saúde

A Resolução Conama 358/2005 trata do gerenciamento dos resíduos da saúde, sejam eles do setor público (hospitais e postos de saúde municipais) ou do setor privado (clínicas, farmácias e consultórios médicos e odontológicos). Esta resolução obriga a segregação na fonte dos resíduos gerados nos serviços de saúde, tais como seringas, algodão, resto de curativos, remédios, órgãos e tecidos.

Esta segregação na fonte assegura a correta destinação final destes resíduos, conforme a necessidade de cada, e elimina os riscos de contaminação, garantindo a saúde pública e ao meio ambiente, frente à exposição a estes resíduos.

Sendo assim, é de responsabilidade do gerador deste resíduo fazer a segregação, armazenar e dar a correta destinação final, conforme Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Saúde.

## 5.8 Resíduos de construção civil

Os resíduos de construção civil e de demolição devem ser segregados na fonte e serem encaminhados para aterro de inertes, onde poderão ser utilizados para aterramento de áreas sem fins nobres.

As latas de tintas com resíduos, assim como latas de óleos e outros são considerados resíduos industriais e devem ser encaminhados a aterro com essa finalidade, com cuidado especial na sua segregação para que não ocorra derramamento o que acarretará em contaminação do meio ambiente.

## 5.9 Destinação final

Os resíduos sólidos orgânicos coletados deverão ser encaminhados a um aterro sanitário previamente licenciado para tal atividade. Este aterro poderá ser de administração pública ou privada, na área do município ou próxima a esta e na forma particular ou de consórcio, conforme cenário mais favorável.

O material orgânico será encaminhado para áreas de compostagem dos resíduos sólidos orgânicos, que consiste em transformar os rejeitos, de origem animal ou vegetal, em nutriente para as plantas, processo natural realizado pelo ecossistema. Com a compostagem há a geração de adubos essenciais para a agricultura e a vantagem de diminuir o volume do material a ser encaminhado ao aterro sanitário.

O material reciclável recolhido nas residências municipais poderá ser encaminhado a uma Cooperativa Municipal, onde passará por processo de pré-seleção e classificação deste material, que posteriormente será preparado para armazenamento e venda deste material, gerando emprego e renda no município.

Os rejeitos, ou seja, material não enquadrado em nenhuma das categorias anteriores, serão depositados na área de descarte, onde o solo já foi pré-preparado para recebimento deste material, e receberá por cima uma camada de argila para aterramento do material.

## 5.10 PRAD Lixão

A recuperação de áreas degradadas é um processo que auxilia o meio ambiente em recuperar uma área que foi degradada, danificada ou destruída. Quando o meio ambiente tiver recursos bióticos e abióticos que promovam seu desenvolvimento natural sem esse auxílio, então a área é considerada recuperada.

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 255 prevê que:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade

de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;  
[...]

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

Na área que abriga o atual lixão e todas que recebam qualquer tipo irregular de descarte de material, deverá ser realizado um estudo do solo para verificar a atual situação. A recuperação deverá envolver o lixão onde deverá ser delimitada suas áreas, impedindo a entrada de animais e pessoas; processo de sondagem para conhecer a espessura da camada de lixo ao longo da área degradada; limpeza da área de domínio; adequação da declividade dos taludes; cobertura final dos resíduos expostos e o plantio de gramíneas de raízes curtas em toda a sua área.

### 5.11 Limpeza de vias e varrição

Há necessidade de criação de um roteiro de atendimento à todas as ruas do município, com varrição, roçada, pintura do meio fio e poda de árvores e raízes. Haverá equipe para atendimentos a festas municipais, limpezas de praças e feiras municipais.

Os resíduos coletados deverão ser segregados e receber o correto destino, como reciclagem de matérias e encaminhamento ao aterro dos demais.

## 6 EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS

A contingência é uma situação de risco que se caracteriza por uma ocorrência anormal, que foge ao controle de um processo, sistema ou atividade, da qual potencialmente podem resultar em danos a pessoas, ao meio ambiente, a equipamentos ou ao patrimônio próprio e/ou terceiros, envolvendo as mais diversas atividades ou instalações.

Em caso de situações especiais não corriqueiras, emergências, desastres ou calamidade pública, o poder público municipal deverá garantir a continuidade dos serviços de saneamento nas suas mais diversificadas amplitudes, considerando as peculiaridades da situação, e buscando alternativas para solução dos respectivos problemas, visando concentrar esforços no atendimento das áreas com maior fragilidade e requisitar equipamentos próprios ou particulares para o atendimento das respectivas emergências.

De uma maneira geral, as ações de emergência e contingência identificam e priorizam riscos que envolvem os componentes do setor de saneamento básico e o bom funcionamento da prestação dos serviços. Desta forma, são geridas ações que objetivam estabelecer medidas de controle para reduzir ou eliminar os possíveis riscos a população e ao meio ambiente. Tais ações e diretrizes contemplam diversificadas avaliações partindo da prevenção das respectivas anormalidades, como atuar durante tal situação e as funções e responsabilidades nos procedimentos a serem adotados.

A responsabilidade fundamental parte prioritariamente da Prefeitura Municipal em todos os casos, pois as respectivas empresas conveniadas e/ou autarquias devem ser frequentemente fiscalizadas pelos gestores do município, assim como, trabalharem de forma mutua em busca da prevenção de situações inadequadas.

Entre os atores que por sua vez potencialmente serão envolvidos durante situações de emergência e contingência se respaldam principalmente na Polícia Militar do município, secretaria de obras, a futura autarquia de gestão de esgotamentos sanitários e abastecimento de água e empresas conveniadas para o desempenho dos demais serviços.

Em caso de ocorrências indesejadas, os prestadores de serviço devem estar preparados dispendo de estruturas e equipamentos de apoio assim como estabelecer uma comunicação adequada com a comunidade e órgão de apoio visando à adoção de medidas que permitam com rapidez e eficiência sanar as anormalidades que caracterizam a situação, bem como o controle dos seus efeitos. Em situação de emergência, esta deverá ser comunicada às entidades responsáveis para mobilização das ações necessárias ao atendimento, com o objetivo de normalizar a situação, como mostrado da Tabela 32.

Caso seja necessário realizar evacuação e o abandono de áreas afetadas por emergência, a Polícia deverá coordenar todas as ações. Para cada componente (água, esgoto, resíduos e drenagem urbana) devem ser nomeados coordenadores responsáveis e nas situações de emergência, o

coordenador local designado deverá providenciar a documentação e os registros fotográficos e/ou filmagens das emergências para registro de informações que subsidiem os processos investigatórios e jurídicos.

**Tabela 32. Cenários de Emergência e de Contingência para os serviços de Saneamento Básico de Imaculada**

	Ocorrência	Origem	Responsabilidade de Atendimento	Ações para emergência e Contingência	Medidas Preventivas
Esgotamento Sanitário	Extravasamento de esgoto do sistema de tratamento	Obstrução de estruturas de tratamento	Concessionária responsável (CAGEPA)	Comunicar a Responsáveis técnicos pelo sistema de tratamento; Suspender o fornecimento temporário de água aos domicílios, quando necessário; Instalar tanque de acúmulo de esgoto extravasado com o objetivo de evitar contaminação do solo e da água.	Treinamento adequado de pessoal para operação de equipamentos, e realização de reparos em episódios emergenciais; Manutenção periódica em equipamentos e procedimentos
	Rompimento de coletores, interceptores e emissários	Deslizamentos e movimento de encostas/ solapamento de apoios de estruturas	Concessionária responsável (CAGEPA)	Executar reparos da área danificada com emergência; Sinalizar e isolar área a fim de evitar acidentes.	
		Erosão		Sinalizar e isolar área a fim de evitar acidentes; Executar reparos da área danificada com emergência; Comunicar órgão ambiental sobre o rompimento de alguma parte do sistema de tratamento de esgotos; Estabilização de área em erosão.	
	Retorno de esgoto aos imóveis	Rompimentos de pontos para a travessia de veículos	Concessionária responsável e domicílios	Comunicar órgão ambiental sobre o rompimento de alguma parte do sistema de tratamento de esgotos; Executar reparos da área danificada com emergência; Sinalizar e isolar área a fim de evitar acidentes; Comunicação para autoridades de trânsito sobre o rompimento da travessia	
		Obstrução de coletores de esgoto		Isolar trecho danificado do restante da rede com o objetivo de manter o atendimento nas áreas não afetadas; Executar reparo de instalações;	
Contaminação de solo ou água	<p>Obstrução de coletores de esgoto</p> <p>Obstrução de coletores de esgoto</p>	<p>Obstrução de coletores de esgoto</p> <p>Obstrução de coletores de esgoto</p>	<p>Limpeza e desobstrução dos locais; Comunicar a Vigilância sanitária e a Setor responsável pelo Saneamento na Prefeitura; Executar reparo de instalações; Ampliar fiscalização e o monitoramento das redes de drenagem e de esgoto, identificando irregularidades</p>		
Resíduos Sólidos	Atraso parcial da coleta de resíduos	Rompimento do extravasamento/ vazamento ou infiltração de esgoto no solo por ineficiências da fossa	Prefeitura Municipal e Autarquia responsável	Promover o isolamento da área e contenção do resíduo com o objetivo de reduzir a contaminação; Conter vazamento e promover a limpeza da área com caminhão limpa fossa, encaminhando o resíduo para o sistema de tratamento; Exigir a substituição das fossas negras por fossas sépticas e sumidouros ou ligação do esgoto residencial à rede pública nas áreas onde existe esse sistema implantado.	
		Construção de fossas inadequadas e ineficientes		Implantar substituição de fossas negras por fossas sépticas, sistema modular de tratamento ou ligação do esgoto residencial à rede pública nas áreas onde existe esse sistema.	
		Inexistência ou ineficiência do monitoramento		Ampliar o monitoramento e fiscalização destes equipamentos nas áreas urbanas e rural, principalmente nas fossas localizadas próximas a cursos d'água e pontos de captação de águas subterrâneas para o consumo humano.	
		Problemas com transporte		Deslocamento da frota para atendimento posterior a região afetada e reparo emergencial do veículo	
		Problemas com mão de obra		Deslocamento de equipe para atendimento posterior a região afetada	
Acesso interrompido total ou parcial a área afetada	Acesso interrompido total ou parcial a área afetada	Acesso interrompido total ou parcial a área afetada	Atendimento posterior a área com frota alternativa, condizente com a situação (ex. trator)		
			Recolhimento imediato do material derramado e limpeza imediata da área com varrição e lavação (conforme necessidade)		
			Atendimento posterior a área com frota alternativa, condizente com a situação (ex. trator)		

	Ocorrência	Origem	Responsabilidade de Atendimento	Ações para emergência e Contingência	Medidas Preventivas	
	Paralisação total do recolhimento de resíduos	Problemas com transporte	Prefeitura municipal e Empresa conveniada	Atendimento a população com veículos/meios alternativos (ex. trator, carroça) e troca imediata da frota afetada		
		Problemas com mão de obra (falha na operação)		Troca imediata de efetivo, com contratação emergencial		
		Acesso interrompido total ou parcial a área afetada por intempéries da natureza		Comunicados a população, instituições ambientais e autoridades via imprensa, alertando situação emergencial		
Contaminação de solo ou água na área do aterro sanitário		Infiltração do chorume no solo	Prefeitura Municipal e Empresa conveniada	Paralisação imediata das atividades e localização imediata da área de fuga de material líquido percolado	Treinamento constante dos operadores do aterro sanitário, área de descarte e operação da ETE, manutenção preventiva dos máquinas e equipamentos que operam o aterro sanitário	
		Vazamento na estação de tratamento		Encaminhamento imediato do líquido a ser tratado para uma bacia de contenção, localização imediata do vazamento		
		Derramamento de resíduo sólido em área não apropriada para tal		Paralisação parcial das atividades para recolhimento imediato do material e recuperação da área afetada		
		Problemas na eficiência da estação de tratamento do líquido percolado (chorume)		Encaminhamento imediato do líquido a ser tratado para uma bacia de contenção, localização imediata do problema na eficiência na estação		
Abastecimento de Água	Falta de água generalizada	Qualidade inadequada da água dos mananciais (acidente ambiental)	Concessionária responsável	Verificação do plano de ação da ETA; Comunicação à população, instituições e autoridades; Acionar Polícia Ambiental e Corpo de Bombeiros para isolar fonte de contaminação; Apoio com carros pipa a partir de fontes alternativas cadastradas.	Treinamento adequado de pessoal para operação de equipamentos, e realização de reparos em episódios emergenciais; Manutenção periódica em equipamentos e procedimentos	
		Vazamento de cloro nas instalações de tratamento		Comunicação à população, instituições e autoridades; Deslocamento de caminhões tanque; Reparo do dano; Apoio com carros pipa a partir de fontes alternativas cadastradas.		
		Situações de estiagem		Comunicação à população, instituições e autoridades; Comunicação à Defesa Civil; Apoio com carros pipa a partir de fontes alternativas cadastradas. Realizar plano de investimentos a partir de fontes alternativas.		
	Falta de água parcial ou localizada		Interrupção no fornecimento de energia elétrica	Concessionária responsável		Comunicação à autarquia autoridades e população; Controle de água disponível em reservatórios; Implementação de rodízio de abastecimento.
			Rompimento de estruturas adutoras, redes e reservatórios.			Controle de água disponível em reservatórios; Comunicação à população, instituições e autoridades; Reparo de instalações danificadas.
			Ações de vandalismo			Comunicação à polícia e reparo de estruturas/equipamentos.
			Deficiências de água nos mananciais em períodos de estiagem			Comunicação à população, instituições e autoridades; Comunicação à Defesa Civil; Implementação de rodízio de abastecimento; Apoio com carros pipa a partir de fontes alternativas cadastradas.
			Interrupção temporária no fornecimento de energia elétrica			Comunicação a população, instituições e autoridades; Controle de água disponível em reservatórios.
			Danificação de equipamentos de estação elevatória de água tratada			Diagnóstico do problema e reparo de estruturas danificadas; Comunicação à população, instituições e autoridades.
			Danificação de estruturas de reservatórios			Diagnóstico do problema e reparo de estruturas danificadas; Deslocamento de caminhões tanque; Comunicação à população, instituições e autoridades.
Rompimento de redes ou linhas de abastecimento	Reparo das estruturas danificadas. Comunicação à população, instituições e autoridades					

	Ocorrência	Origem	Responsabilidade de Atendimento	Ações para emergência e Contingência	Medidas Preventivas
		Ações de vandalismo		Comunicação à polícia e reparo de estruturas/equipamentos.	
Drenagem Pluvial		Subdimensionamento da rede existente		Estudo e verificação do sistema de drenagem existente para correção do problema.	Treinamento adequado de pessoal para operação de equipamentos, e realização de reparos em episódios emergenciais; Manutenção periódica da rede, dos equipamentos e procedimentos.
		Assoreamento do córrego		Limpeza e desassoreamento do córrego com a utilização de equipamentos mecanizados.	
		Presença de lixo nos cursos d'água		Limpeza dos cursos d'água; Sensibilização da população.	
	Eventos extremos	Ações de vandalismo	Secretaria de obras e Polícia	Comunicação à polícia e reparo de estruturas/equipamentos.	
		Precipitação intensa		Comunicação à população, instituições e autoridades. Comunicação à Defesa Civil para verificar se há riscos à população; Reparo dos danos causados.	
		Deficiência nas declividades da via pública		Estudo e verificação do sistema de drenagem existente para correção do problema.	

O dimensionamento das estruturas e equipamentos necessários para a gestão e manejo dos serviços do saneamento deve estar pautado na projeção das demandas considerando um cenário futuro, observando a evolução populacional do município e mudanças significativas nas futuras demandas de saneamento.

Em paralelo, a prospecção dos locais críticos do município, onde se observa falhas nos serviços de saneamento que afetam negativamente a qualidade de vida da população do local permite estabelecer as ações necessárias e definir prioridades no atendimento das demandas existentes.

Outrossim, os serviços de saneamento prestados ao município devem estar prostrados em princípios de segurança pública e universalização dos serviços, alvo das ações de emergências e de contingência que podem ocorrer.

## 7 BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Lei 11445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

ABRELPE, Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2012

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1997.

COBRA, Marcos. **Consultoria em Marketing Manual do Consultor**. 1. ed. São Paulo: Cobra Editora e Marketing, 2003.

ERCOLE, L. A. S. **Sistema modular de gestão de águas residuárias domiciliares: uma opção mais sustentável para a gestão de resíduos líquidos.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Porto Alegre, 2003.

FCTH - Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. **Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo.** São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://www.fcth.br/>>. Acesso em: 08 mai. 2013.

TC/BR – Tecnologia e Consultoria Brasileira S/A - **Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável para o polo Costa dos Arrecifes – Pernambuco.** Volume II. Setembro de 2004.

VILLANUEVA, A. O. N. *et al.* Gestão da drenagem urbana, da formulação à implementação. **REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina**, Santiago, v. 8, n. 1, p.5-18, jan./jun. 2011.

VON SPERLING, M. (1996a). Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. v.2.

BRASIL. Lei 11445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

ABRELPE, Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2012