

PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



**PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA**

**PLANOS DIRETORES DE ABASTECIMENTO DE  
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

**RELATÓRIO FINAL**

**VOLUME - 1 TEXTO**

**Novembro/2.010 – Rev. 0**

---



## ÍNDICE

<b>1. APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SÓCIO-ECONÔMICA DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>2</b>
2.1. Localização e Acessos .....	2
2.2. Clima .....	3
2.3. Cobertura Vegetal.....	3
2.4. Disponibilidade Hídrica .....	6
2.5. Infra-estrutura Sanitária Existente.....	12
2.6. Caracterização Sócio-Econômica.....	15
<b>3. PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS - METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
3.1. Considerações Gerais .....	21
3.2. Modelos de Projeção Avaliados .....	22
3.3. O Modelo de Projeção Adotado .....	26
3.4. A População da Área de Projeto e as Zonas Homogêneas.....	30
3.5. Descrição das Zonas Homogêneas .....	33
<b>4. ESTUDO DE DEMANDAS.....</b>	<b>35</b>
4.1. Demandas Previstas para o Sistema de Abastecimento de Água .	35
4.2. Demandas Previstas para o Sistema de Esgotamento Sanitário ..	41
<b>5. DESCRIÇÃO E DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....</b>	<b>44</b>
5.1. Sistema de Abastecimento de Água .....	44
5.2. Sistema de Esgotamento Sanitário.....	83
<b>6. PROPOSTAS PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>	<b>91</b>
6.1. Considerações Iniciais .....	91
6.2. Captações Superficiais e Estação de Tratamento de Água .....	93
6.3. Poços Profundos .....	103
6.4. Sistema de Adução, Reservação e Distribuição .....	103

---



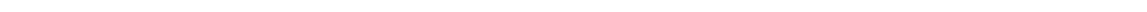
6.5. Estudo Econômico Comparativo das Alternativas Propostas.....	110
6.6. Considerações Finais sobre as Propostas para o Sistema de Abastecimento de Água .....	116
<b>7. PROPOSTAS PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO</b> .....	<b>117</b>
7.1. Considerações Iniciais .....	117
7.2. Sistema de Coleta e Afastamento dos Esgotos.....	117
7.3. Estação de Tratamento dos Esgotos.....	117
7.4 – Custos Estimativos das Intervenções e Ampliações do Sistema de Tratamento de Esgoto .....	123
<b>8. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DAS RECOMENDAÇÕES PROPOSTAS PARA OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO</b> .....	<b>124</b>
8.1 – Introdução .....	124
8.2. Critérios e Metodologia para a Determinação dos Custos Globais e Unitários .....	124
8.3 – Resultados Obtidos .....	126
<b>9 – OBJETIVOS E METAS A SEREM ATINGIDOS E AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS AÇÕES PROPOSTAS</b> .....	<b>130</b>
9.1 – Considerações Iniciais .....	130
9.2. Readequação e Ampliação das Ligações de Água e Esgoto .....	131
9.3. Readequação e Ampliação das Redes de Distribuição de Água e de Coleta dos Esgotos Sanitários .....	132
9.4. Setorização do Sistema de Distribuição de Água .....	136
9.5. Intervenções e Ampliações dos Sistemas de Produção, Adução e Reservação de Água .....	137
9.7. Estabelecimento de Critérios de Avaliação da Eficácia das Ações Programadas .....	140
<b>10. AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS</b> .....	<b>148</b>
<b>11. DESENHOS</b> .....	<b>150</b>

---

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



**12. ANEXOS ..... 151**





## 1. APRESENTAÇÃO

Este relatório, denominado como Relatório Final, tem por objetivo apresentar de forma global os trabalhos relativos ao Plano Diretor de Água e Esgotos elaborado para a sede do Município de Orlandia.

Para tanto, são apresentados os produtos finais relativos às seguintes atividades:

- Caracterização Física e Sócio-Econômica da Área de Estudo;
- Projeções Demográficas;
- Estudo de Demandas;
- Descrição e Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário;
- Propostas para o Sistema de Abastecimento de Água;
- Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário;
- Estudo de Viabilidade Econômica das Recomendações Propostas



## 2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SÓCIO-ECONÔMICA DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.1. Localização e Acessos

O município de Orlandia está localizado na região norte do Estado de São Paulo que faz divisa com o estado de Minas Gerais em sua porção sudoeste. Pertence à Microregião de São Joaquim da Barra e Mesoregião de Ribeirão Preto.

Faz limite com os municípios de Nuporanga, Sales Oliveira, São Joaquim da Barra e Morro Agudo.

A sede do município tem como coordenadas geográficas:

- Latitude: 20° 43' 12" Sul
- Longitude: 47° 53' 13" Oeste (Gr)

Sua sede municipal dista de outros centros urbanos conforme apresentado no quadro a seguir.

**Quadro 2.1 – Distâncias em Relação a Outros Centros Urbanos**

CIDADE	DISTÂNCIA (km)
São Paulo	362
Ribeirão Preto	55
Franca	77
Barretos	110
Santos	435
Uberaba	121
Uberlândia	230
Brasília	635

A região do estado de São Paulo a qual pertence o município de Orlandia possui como principais rodovias de acesso a Anhanguera (SP 330), que segmenta a sede, bem como as rodovias Armando Salles de Oliveira (SP 322), Brigadeiro Faria Lima (SP 326) e Assis Chateaubriand (SP 425).



**Ilustração 2.1 - Localização do Município de Orlandia no Estado de São Paulo**

## **2.2. Clima**

A sede do município de Orlandia está a uma altitude média de 695 m com variação de 540 a 852 m. O clima regional é do tipo Tropical de Altitude (Cwa) segundo a classificação de Köppen, com verão chuvoso e quente e inverno seco e ameno.

A precipitação pluviométrica média, total anual, é de 1426 mm de chuva. A umidade relativa do ar média anual é de 71% e as temperaturas médias variam de 19 ° C no inverno a 25 ° C no verão.

## **2.3. Cobertura Vegetal**

Na região, a cobertura vegetal é caracterizada por vegetação natural remanescente, com significativa fragmentação de ecossistemas compostos

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



pela Floresta Estacional Semidecídua e cerrado, sobressaindo-se a ocorrência de fragmentos de vegetação de Várzea.

Conforme pode ser observado na ilustração a seguir, o município de Orlandia é caracterizado por pequena área de vegetação natural em relação ao tamanho de seu território, pois a cobertura vegetal natural representa apenas cerca de 4 % de sua área total.

O restante é ocupado por área de reflorestamento, também de pouca significância com apenas 0,5 % de seu território, área de produção agrícola e área urbana relativa à sede do município.

A cobertura vegetal natural tem pouca diversidade, sendo formada apenas por mata, capoeira, cerrado, cerradão e áreas de várzea; encontra-se dispersa ao longo de todo o território, formando sítios isolados e de pequena extensão.

A menos das Áreas de Proteção Permanente APP's, características das margens dos córregos e rios de pequeno e médio portes que formam a rede hídrica regional, não existe nenhuma unidade de conservação dentro dos limites territoriais de Orlandia.

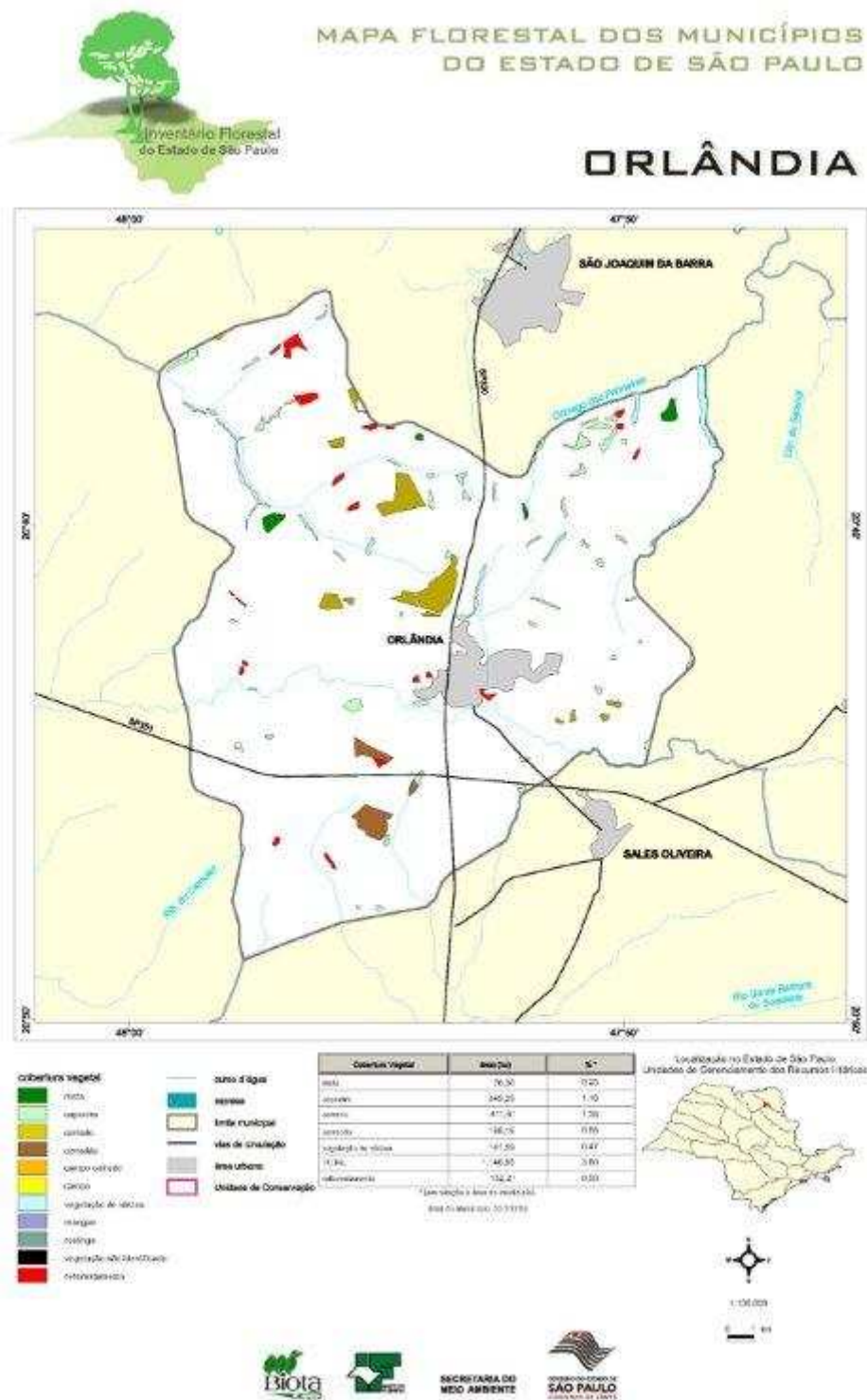


Ilustração 2.2 - Distribuição da Cobertura Vegetal Natural



## 2.4. Disponibilidade Hídrica

### 2.4.1. Águas Superficiais

Orlândia pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande, sendo que os principais corpos hídricos dessa UGRHI são o rio Pardo, desde a foz do rio Mogi-Guaçú até a foz no rio Grande e o próprio rio Grande, desde a Usina Porto Colômbia até a Usina Marimbondo, bem como os reservatórios Porto Colômbia e Marimbondo.

A UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande é composta por 12 municípios paulistas e abriga menos de 1 % da população do Estado de São Paulo, sendo que cerca de 93% do contingente populacional dessa unidade de recursos hídricos vive em áreas urbanas. A principal atividade econômica que se desenvolve nessa unidade de gerenciamento de recursos hídricos é baseada na indústria agroalimentar, com ênfase para o cultivo da cana-de-açúcar, da laranja, da braquária e da soja. Na era industrial destacam-se os ramos frigoríficos, as processadoras de suco de laranja e as usinas de açúcar e álcool, bem como as beneficiadoras de borracha natural.

Em termos de disponibilidade hídrica superficial, o município de Orlandia é servido pelo Ribeirão do Agudo e pelo córrego do Palmito, que é afluente direto do primeiro ainda nos limites da área urbana. Esses dois corpos hídricos apresentam as seguintes vazões de escoamento:

- Córrego do Palmito (No local da captação de água para abastecimento da sede):
  - $Q_{95\%} = 140 \text{ L/s}$ ;
  - $Q_{7,10} = 94 \text{ L/s}$ .
  
- Ribeirão do Agudo (Na seção imediatamente a jusante da foz do córrego dos Palmitos):
  - $Q_{95\%} = 912 \text{ L/s}$ ;

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



- $Q_{7,10} = 611$  L/s.
- Ribeirão do Agudo (No ponto de lançamento dos efluentes tratados):
  - $Q_{95\%} = 983$  L/s;
  - $Q_{7,10} = 659$  L/s.

Segundo a Legislação Estadual de Controle de Poluição Ambiental, o córrego do Palmito é atualmente enquadrado na classe 4 no trecho a jusante da captação de água para Orlandia até sua foz no ribeirão do Agudo, a montante desse trecho é enquadrado na classe 2, conforme o Decreto No 10.755 de novembro de 1977.

Quanto ao ribeirão do Agudo, conforme o mesmo decreto citado no parágrafo anterior, atualmente é enquadrado na classe 4 até sua foz no rio Pardo no município de Morro Agudo.

Conforme é abordado com mais detalhes na sequência deste relatório o córrego dos Palmitos é explorado para o abastecimento da sede do município de Orlandia, sendo responsável por cerca de 40 % do montante das águas atualmente captadas, enquanto que o ribeirão dos Agudos é o corpo receptor dos esgotos tratados.

Segundo o mais atual Relatório de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores publicado pela CETESB e referente ao ano de 2008, o rio Pardo na altura do município de Guaira (ponto de monitoramento PARD 2800) apresentava naquela época os seguintes índices de qualidade de água:

- Índice de Qualidade das Águas (IQA) médio anual na categoria BOA;
- Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) médio anual na categoria BOA;
- Índice de Estado Trófico (IET) médio anual na condição ULTRAOLIGOTRÓFICA.

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



O IQA é baseado em uma média ponderada de nove parâmetros de controle ambiental considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, são eles: pH, temperatura, turbidez, resíduo total, oxigênio dissolvido, DBO, nirogênio total, fósforo total e coliformes termotolerantes. Esse índice apresenta o seguinte critério de classificação:

- $IQA \leq 19$  – Péssimo;
- $19 < IQA \leq 36$  – Ruim;
- $36 < IQA \leq 51$  – Regular;
- $51 < IQA \leq 79$  – Boa;
- $79 < IQA \leq 100$  – Ótima.

O IET classifica o corpo aquático em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo de algas, cianobactérias e macrófitas aquáticas. Esse índice apresenta o seguinte critério de classificação:

- $IET \leq 47$  – Ultraoligotrófico;
- $47 < IET \leq 52$  – Oligotrófico;
- $52 < IET \leq 59$  – Mesotrófico;
- $59 < IET \leq 63$  – Eutrófico;
- $63 < IET \leq 67$  – Supereutrófico;
- $IET > 67$  – Hipereutrófico.

O IVA considera contaminantes químicos tóxicos para os organismos aquáticos, pH, oxigênio dissolvido e o grau de trofia do corpo aquático, representado pelo IET. Esse índice apresenta o seguinte critério de classificação:



- $IVA \leq 2,5$  – Ótima;
- $2,6 \leq IVA \leq 3,3$  – Boa;
- $3,4 \leq IVA \leq 4,5$  – Regular;
- $4,6 \leq IVA \leq 6,7$  – Ruim;
- $6,8 \leq IVA$  – Péssima.

O ponto de monitoramento PARD 2800 é representativo da influência da atividade antrópica de grande parte dos municípios existentes nos limites da UGRHI 12, incluindo Orlandia.

Tendo em vista que não ocorreram alterações significativas no uso e ocupação do solo na UGRHI 12 até meados de 2010 e, conseqüentemente, alterações nos usos de suas águas, presume-se que os índices observados pela CETESB em 2008 podem ser considerados representativos da situação atual.

#### **2.4.2. Águas Subterrâneas**

Considerando a avaliação quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas, segundo a mesma divisão do Estado de São Paulo nas UGRHI's definidas para as águas superficiais, observa-se que a UGRHI 12 – Baixo Pardo / Grande é caracterizada pela presença mais significativa dos Aqüíferos Guarani e Serra Geral.

Nessa UGRHI existem três pontos de monitoramento relativos a poços tubulares utilizados para abastecimento público, sendo dois representativos do aqüífero Serra Geral nos municípios de Colômbia e Morro Agudo e um representativo do aqüífero Guarani, localizado exatamente no município de Orlandia.

O Aqüífero Serra Geral é formado pelos derrames basálticos e intrusões diabásicas da formação Serra Geral, portanto, não é caracterizado pela presença de camadas aqüíferas, mas sim pelo armazenamento de água em



linhas estruturais (falhas e fraturas) que ocorrem nos horizontes vesiculares, nos interderrames e nos arenitos intertrapeanos. Os basaltos afloram numa extensão de aproximadamente 20.000 km<sup>2</sup>, estendendo-se por toda região central e oeste do estado de São Paulo, subjacentes aos sedimentos do Grupo Bauru. A espessura desse aquífero varia de poucos metros, aumentando para oeste do estado até a 2.000 m de profundidade, sendo que a região de Orlandia encontra-se assentada sob a formação dos basaltos da formação Serra Geral e, portanto, a exploração desse aquífero é viável nessa região, embora sua produtividade seja considerada relativamente baixa (7 a 100 m<sup>3</sup>/h por poço perfurado) quando comparado com o potencial apresentado pelo aquífero Guarani.

Por sua vez, o Aquífero Guarani é o maior manancial de água doce subterrânea trans-fronteiriço do mundo. Está localizado na região centro oeste da América do Sul, sendo que sua principal ocorrência está no território brasileiro, com cerca de 2/3 de sua extensão total. No Brasil apresenta-se nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Ocorre em cerca de 76 % do território do estado de São Paulo e sua espessura varia de aproximadamente 100 m em sua área aflorante a mais de 400 m nas áreas confinadas sob os espessos derrames basálticos da formação Serra Geral mais ao centro e oeste do Estado.

A água existente hoje nas porções confinadas desse aquífero é oriunda da infiltração da água meteórica ocorrida a centenas ou milhares de anos nas áreas de seu afloramento mais a leste do Estado. Devido ao longo tempo de contato entre a água e as rochas, ocorre maior mineralização das águas confinadas a oeste à medida que se distanciam das áreas de recarga mais ao leste. Entretanto, a mineralização só não é mais intensa devido aos arenitos que formam esse aquífero não serem ricos em sais e minerais.

Com relação à disponibilidade hídrica do Aquífero Guarani, observa-se que esse manancial apresenta imensa oferta de água, com índices de



produtividade muito maiores que os observados no aquífero Serra Geral. Na região de Orlandia sua exploração é viável através da perfuração de poços profundos, conforme ocorre atualmente, tendo em vista que encontra-se na sua região confinada abaixo da camada de basalto do aquífero Serra Geral.

Em termos de produtividade certamente o aquífero Guarani é melhor que o Serra Geral, embora necessite de poços profundos. Observa-se que exploração do aquífero Serra geral, além de menor produtividade, é dependente da presença de fraturas para viabilizar sua exploração.

Em termos de qualidade das águas subterrâneas presentes na UGHRI 12, o monitoramento realizado pela CETESB no período de 2004 a 2006, relativo ao conjunto de dados mais recente disponível, indica que as águas do Aquífero Guarani apresentam-se pouco mineralizadas, com pH próximo à neutralidade, o nitrato foi o único parâmetro cujas concentrações ultrapassaram um pouco o valor de intervenção (limite de 10,0 mg/L e valor observado igual a 10,2 mg/L), conforme foi observado no poço profundo existente em Orlandia. Segundo relatado pela CETESB, observa-se nesse ponto de monitoramento tendência de aumento das concentrações de nitrato ao longo do tempo.

Quanto ao aquífero Serra Geral, os resultados do monitoramento indicaram águas com pH variando de 6,0 a 8,3 e pouco mineralizadas. Não foram detectadas concentrações acima do padrão de potabilidade e dos valores de intervenção estabelecidos pela CETESB, para nenhuma das substâncias analisadas.

Portanto, com relação ao município de Orlandia, observa-se a possibilidade de exploração de dois mananciais subterrâneos: o Aquífero Serra Geral com menor potencial de oferta de água, cuja exploração depende da existência de fraturas, e o Aquífero Guarani, que certamente apresenta maior potencial de oferta de água, mas necessita da perfuração de poços mais profundos para a captação de água na região confinada.



Conforme é abordado com mais detalhes na sequência deste relatório, atualmente, existem dez poços perfurados para o atendimento da área urbana de Orlandia com uma produção total estimada em cerca de 190 L/s. Destacam-se três poços, o poço de Gruta com produção de cerca de 30 L/s e os poços P2 e P5, ambos com produção de cerca de 40 L/s. Os poços P1 e P5 exploram o aquífero Guarani sendo os referidos pontos de monitoramento adotados pela CESTESB.

## **2.5. Infra-estrutura Sanitária Existente**

### ***2.5.1. Sistema de Abastecimento de Água***

O sistema de abastecimento de água existente atende a praticamente 100 % da área urbana com cerca de 12.460 ligações (quantidade relativa à maio de 2010) e rede de distribuição com extensão de cerca de 135 km, formada predominantemente por tubos de fibro-cimento localizados na área central mais antiga e o restante em PVC nas áreas periféricas mais novas.

Cerca de 40 % da água é captada no córrego do Palmito através de uma captação superficial dotada de barragem de nível. A água captada, segundo vazão estimada em 120 L/s, é enviada por recalque para um sistema de tratamento do tipo convencional de ciclo completo (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção), localizado no seio da área urbana.

A complementação do atendimento, cerca de 60 % é feita através da exploração dos aquíferos subterrâneos Guarani e Serra Geral, através de 10 poços dispersos pela área urbana e em áreas rurais adjacentes, que somam um total de produção da ordem de 190 L/s segundo estimativa do DAE.

O sistema de distribuição da água potável produzida é formado por um conjunto de 23 reservatórios dos tipos semi-enterrado, apoiado e elevado, localizados dispersos pela área urbana, formando 10 centros de reservação, que perfazem uma capacidade de armazenamento total da ordem de 11.200



m<sup>3</sup>. Adução da potável produzida a eses centros de reservação é feita por um conjunto de adutoras por gravidade e recalque e 6 estações elevatórias.

A setorização da rede de distribuição é estabelecida de forma insipiente, sendo em função da localização dos vários centros de reservação e a conformação topográfica da área urbana. Não existe uma delimitação física que defina, de forma clara e funcional, os limites de cada setor de abastecimento.

Por se tratar do escopo dos trabalhos em questão, a descrição detalhada do sistema de abastecimento de água, bem como sua avaliação frente as atuais condições de operação e capacidades para o futuro atendimento das demandas previstas ao longo de horizonte de estudo, é apresentada na sequência deste relatório no capítulo 5 referente à descrição e diagnóstico dos sistemas existentes.

## **2.5.2. Sistema de Esgotamento Sanitário**

O sistema de esgotamento sanitário apresenta índices e atendimento da área urbana semelhantes aos índices do sistema de abastecimento de água. Atende praticamente a 100 % da área urbana e de forma global, ou seja, abrange os serviços de coleta, afastamento e tratamento dos esgotos.

Essa condição de atendimento certamente coloca o município de Orlandia em situação privilegiada quando comparado com a maioria dos municípios de Estado de São Paulo. A condição topográfica favorável da área urbana, associado aos esforços do poder publico municipal ao longo desta década, são os principais fatores para que fosse atingida essa condição de destaque.

Os esgotos de toda a área urbana são coletados e afastados para o sistema de tratamento por gravidade, através de uma rede de interceptores localizados nos fundos de vale, formados principalmente pelo córrego dos Palmitos e pelo ribeirão do Agudo.

Todos os esgotos coletados são encaminhados para o local do sistema de tratamento, onde são recalcados, pela única estação elevatória de esgotos



existente, para o sistema de tratamento composto de dois módulos, cada qual formado pela associação em série de uma lagoa anaeróbia e um lagoa facultativa secundária, caracterizando, portanto, a concepção clássica de Sistema de Lagoas de Estabilização do Tipo Australiano.

O sistema de tratamento conta ainda com estágio preliminar destinado à remoção de sólidos grosseiros e areia, localizado a montante da estação elevatória citada anteriormente.

Por se tratar do escopo dos trabalhos em questão, descrição mais detalhada do sistema de esgotamento sanitário, bem como sua avaliação frente as atuais condições de operação e capacidades para o futuro atendimento das demandas previstas ao longo de horizonte de estudo, é apresentada na sequência deste relatório no capítulo 5, referente à descrição e diagnóstico dos sistemas existentes.

### ***2.5.3. Sistema de Coleta e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos***

No município de Orlandia, a coleta dos resíduos sólidos urbanos é feita pela empresa SOL – Serviço Orlandia de Limpeza. Os serviços abrangem a coleta dos resíduos sólidos urbanos (lixo domiciliar), coleta dos resíduos de saúde, entulhos de construção e demolição, varrição de vias públicas e resíduos de podas de árvores e jardins.

Em termos de lixo domiciliar atualmente é coletada uma média diária de cerca de 26 toneladas (10.000 toneladas/ano), sendo que a cidade é dividida em dois setores de coleta, que atendem a área urbana, um setor responsável pela área central com coleta diária de segunda a domingo e outro setor que atende as regiões periféricas, também com coleta diária mas somente de segunda a sábado. As áreas rurais mais próximas não são atendidas pelos serviços contratados pela Prefeitura, sendo que a coleta é feita pelos chacareiros. A única exceção é o acampamento dos “Sem-terra” localizado a cerca de 3,0 km da área urbana, que também é atendido pelo serviço público de coleta.



A coleta pública é feita com o emprego de quatro caminhões com prensa compactadora, um caminhão basculante, 3 caminhões equipados com poliguindaste e um trator agrícola com reboque.

Quanto ao resíduo hospitalar, a coleta é feita de forma diferenciada com o emprego de furgão, sendo que é coletada uma média diária de 15 kg (5 toneladas/ano) de resíduos gerados nos principais estabelecimentos de saúde.

Com relação à varrição dos logradouros públicos, é coletada uma média diária de 5,5 toneladas (2.000 toneladas/ano).

Em termos de coleta seletiva de lixo domiciliar, 100 % da área urbana é atendida, com coleta média diária de 1,6 ton de material reciclável (600 toneladas/ano), sendo que esse trabalho é feito pela COOPERLOL – Cooperativa de Trabalho dos Recicladores de Orlandia, atualmente formada por 30 cooperados. A prática de coleta seletiva também conta com a participação de sucateiros independentes, que fazem a coleta de resíduos recicláveis diretamente nas residências. Todo o material reciclável coletado é transportado para barracão próprio, onde é separado, prensado e comercializado.

Todo o resíduo não reciclável coletado é transportados para o município de Jardinópolis e dispostos em um aterro sanitário controlado, licenciado pela CETESB. Esse aterro fica distante da sede de Orlandia cerca de 38 km.

## **2.6. Caracterização Sócio-Econômica**

Orlandia, fundada oficialmente em 1910, teve seu território desmembrado do município de Batatais, que, em 1896, tinha por sede Nuporanga. Em 1906 a sede foi transferida para o então povoado de Vila Orlando, assumindo o nome de Orlandia.

Seu fundador, o coronel Francisco Orlando Diniz Junqueira, fez uma doação de terras à Companhia Mogiana de Estradas de Ferro para a construção de uma

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



estação, que beneficiaria o desenvolvimento local. Em 1909 foi criado um decreto que estabeleceu o Município de Orlandia e também reconduziu Nuporanga à condição de distrito, incorporando-o ao novo município. Por volta de 1930, Orlandia tornou-se uma importante região agrícola voltada para o cultivo de algodão, arroz e milho. Atualmente a cultura da cana-de açúcar predomina nas áreas agricultáveis do município.

Embora sofra a atração de centros urbanos de maior porte, tal como Ribeirão Preto, o município de Orlandia atualmente possui comércio forte e diversificado no setor de atacado e varejo, que atende plenamente a demanda local e atrai consumidores de toda região.

Da mesma forma, existe um setor de serviços consolidado e em franca evolução, bem como um parque agroindustrial em expansão. Atualmente se destacam as seguintes empresas:

- Cooperativa dos Agricultores da Região de Orlandia (CAROL);
- Produtos Alimentícios Orlandia (Brejeiro);
- Intelli, empresa do setor energético que fabrica terminais elétricos, conectores, hastes de aterramento etc;
- Morlan, empresa que fabrica arames e telas para uso industrial e agrícola; e
- Sperafico, empresa do setor agroindustrial que fabrica rações, farinhas, óleos, lecitina de soja etc.

Em termos de educação, o município de Orlandia conta com 27 estabelecimentos, distribuídos conforme indicado no quadro a seguir.

## **Quadro 2.2 - Resumo da Infra-Estrutura de Educação – Rede Pública**

<b>Nível</b>	<b>Número de Estabelecimentos</b>
--------------	-----------------------------------

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Pré-escolar	11
Fundamental	12
Médio	4
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>

Segundo o perfil municipal elaborado pela Fundação SEADE, o município de Orlandia apresentava no ano de 2000 os seguintes índices de qualidade relativos à educação:

- Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais (%): 7,09
- Média de anos de estudos da população de 15 a 64 anos: 7,09
- População de 25 anos ou mais com menos de 8 anos de estudo (%): 63,14
- População de 18 a 24 anos com ensino médio completo (%): 40,72

Em termos de saúde, Orlandia conta com um hospital e apresenta as seguintes estatísticas vitais de saúde relativas ao ano de 2008 segundo divulgado no perfil municipal elaborado pela Fundação SEADE:

**Quadro 2.3 – Estatísticas Vitais de Saúde relativas ao ano 2008**

<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR</b>
Taxa de Natalidade (Por mil habitantes)	14,53
Taxa de Fecundidade Geral (Por mil mulheres entre 15 e 49 anos)	52,95
Taxa de Mortalidade Infantil (Por mil nascidos vivos)	7,17
Taxa de Mortalidade na Infância (Por mil nascidos vivos)	8,96
Taxa de Mortalidade da População entre 15 e 34 Anos (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)	132,62
Taxa de Mortalidade da População de 60 anos e mais (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)	3.753
Mães Adolescentes (com menos de 18 anos) (Em %)	6,27
Mães que Tiveram Sete e Mais Consultas de Pré-natal (Em %)	75,82
Partos Cesáreos (Em %)	76,13

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Nascimentos de Baixo Peso (menos de 2,5kg) (Em %)	8,59
Gestações Pré-termo (Em %)	9,38

Com relação ao desempenho da economia, Orlandia apresenta bons índices quando comparado com a região de governo na qual pertence e com o estado de São Paulo como um todo, conforme pode ser observado no quadro apresentado a seguir, que tem como fonte o perfil municipal elaborado pela Fundação SEADE.



Quadro 2.4 Comparativo de Índices Econômicos

ÍNDICE	ANO	MUNICÍPIO	REG. GOVERNO	ESTADO
Participação nas exportações (%)	2008	0,21	0,50	100
Participação da Agropecuária no Total do valor Adicionado (%)	2007	3,52	13,05	1,97
Participação da Indústria no Total do valor Adicionado (%)	2007	30,42	31,18	29,62
Participação dos Serviços no Total do valor Adicionado (%)	2007	66,06	55,77	68,41
PIB (milhões de reais correntes)	2007	848,52	2.486,55	902.784,27
PIB per capita (reais correntes)	2007	23.472,87	18.500,81	22.667,25
Participação no PIB do Estado (%)	2007	0,0939	0,2754	100

Concluindo, observa-se que o município de Orlandia apresenta bons indicadores sociais, principalmente se for considerado o **IDH (Índice de Desenvolvimento Humano)**, avaliado em 0,824 (PNUD 2000 – Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil), sendo que esse índice é uma maneira padronizada de avaliação e medida do bem-estar de uma população.

Essa medida padrão e comparativa engloba três dimensões: riqueza, educação e esperança média de vida, através da composição de três índices distintos:

- **IDH Renda**, avaliado em 0,748 para o município de Orlandia. Esse índice é calculado tendo como base o PIB per-capita do município.
- **IDH Educação**, avaliado em 0,894 para o município de Orlandia. Esse índice é calculado considerando dois indicadores: O primeiro, com peso dois, é a taxa de alfabetização de pessoas com 15 anos ou mais de idade. O segundo indicador é a taxa de escolarização das pessoas, independentemente da idade, matriculadas em algum curso, seja ele



fundamental, médio ou superior, dividido pelo total de pessoas entre 7 e 22 anos da localidade. Também entram na contagem os alunos de supletivo, classes de aceleração e de pós-graduação universitária.

- **IDH Longevidade**, avaliado em 0,830 para o município de Orlandia. Esse índice é determinado considerando a esperança de vida ao nascer. Esse indicador mostra a quantidade de anos que uma pessoa nascida em uma localidade, em um ano de referência, deve viver. Ocultamente, há uma sintetização das condições de saúde e de salubridade da população local, já que a expectativa de vida é fortemente influenciada pelo número de mortes precoces.

Segundo a classificação do PNUD, o município de Orlandia está entre as regiões consideradas de alto desenvolvimento humano (IDH > 0,8).

Em relação aos outros municípios do Brasil, Orlandia apresenta uma situação boa, pois ocupa a 1890 posição sendo que 188 municípios (3,4 %) estão em situação melhor e 5318 municípios (96,6%) estão em situação pior ou igual.

Em relação aos outros municípios do Estado de São Paulo, Orlandia também apresenta boa situação, pois ocupa a 52<sup>o</sup> posição, sendo que 51 municípios (7,9 %) estão em situação melhor e 593 municípios (92,1%) estão em situação igual ou pior.

O Índice Paulista de Responsabilidade Social IRPS de 2006, confirma as observações apresentadas nos parágrafos anteriores, pois enquadrada o município de Orlandia no Grupo 1, relativo a municípios com nível elevado de riqueza e bons níveis nos indicadores sociais.



### 3. PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS - METODOLOGIA

#### 3.1. Considerações Gerais

O município de Orlandia, cujo crescimento demográfico total vem tendo suas taxas desacelerando nos últimos 30 anos, vê, por outro lado, seu processo de urbanização aprofundar-se, indicando que sua população rural tende a transformar-se em mero contingente residual, ou mesmo a extinguir-se.

Os quadros abaixo retratam com a necessária clareza sua evolução.

**Quadro 3.1 – Evolução Demográfica – 1.970 – 2.007**

Ano	Total	Urbana	Rural
1970	18308	15135	3173
1980	25330	22927	2403
1991	31319	27543	3776
2000	36004	35208	796
2007	36149	...	...

Fonte: IBGE – CENSOS DEMOGRÁFICOS

2.007: IBGE – CONTAGEM POPULACIONAL (POPULAÇÃO ESTIMADA)



**Quadro 3.2 – Taxas Médias de Crescimento Exponencial**

Ano	Total (%)	Urbana (%)	Rural (%)
1970-1980	3,25	4,15	-2,78
1980-1991	1,93	1,67	4,11
1991-2000	1,55	2,73	-17,30
2000-2007	0,06	...	...

**Quadro 3.3 – Evolução da Taxa de urbanização**

1.970 – 2.000	
Ano	Urbanização (%)
1.970	82,67
1.980	90,51
1.991	87,94
2.000	97,79

Destaca-se, nestas tabelas, a população apontada pela contagem populacional de 2007, realizada pelo IBGE. Obtida por estimativa, são bastante claras as marcas de subestimação, evidenciadas pela abrupta queda da taxa de crescimento no período 2000-2007. Em vista disto, o estudo que ora se apresenta ignorou aquele resultado.

### 3.2. Modelos de Projeção Avaliados

Partindo-se como premissa básica de avaliação as considerações genéricas apresentadas no item 3.1, o modelo de crescimento exponencial ou geométrico pode ser avaliado segundo diferentes cenários de crescimento, em função das taxas de crescimento anual resultantes dos dados oficiais dos censos das



últimas décadas, apresentados nos quadros 3.1 e 3.2, bem como o comportamento do município em termos de urbanização, o que traduz em linhas gerais a transferência da população rural para a sede do município.

Dessa forma, considera-se de forma preliminar o estabelecimento de três cenários de crescimento:

- Cenário 1, que pode ser definido como bastante otimista pois considera a adoção, para as próximas décadas, da taxa de crescimento da população urbana verificada na década de 90 igual a cerca de 2,7 % ao ano. Esse cenário considera ainda que essa taxa se mantém constante ao longo de todo o horizonte de estudo (2010 a 2030);
- Cenário 2, que pode ser considerado intermediário, pois adota queda gradual da taxa de crescimento verificada na década de 90 já no início do horizonte de estudo, da seguinte forma: 2,5% para o período de 2010 a 2015, 2,2% para o período de 2016 a 2020, 1,8% para o período de 2021 a 2025 e 1,5% para o período de 2026 a 2030.
- Cenário 3, que pode ser considerado mais conservador, pois adota, para as próximas décadas, a taxa de crescimento da população total verificada na década de 90 igual a cerca de 1,6 % ao ano, bem como o decréscimo dessa taxa ao longo do horizonte de estudo da seguinte forma: 1,6% para o período de 2010 a 2015, 1,4% para o período de 2016 a 2020, 1,2% para o período de 2021 a 2025 e 1,0% para o período de 2026 a 2030.

No caso do cenário 3, a adoção da taxa de crescimento da população total para o modelo de crescimento da população urbana, pode a princípio não ter justificativa plausível, entretanto, como observado anteriormente no item 3.1, o município de Orlandia é caracterizado por intenso processo de urbanização na década de 90, fazendo com que a população rural ao final da referida década se transformasse em mero contingente residual, com tendência a praticamente extinguir-se a curto prazo.

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Portanto, a taxa de crescimento da população urbana verificada na década de 90, igual a cerca de 2,7%, certamente deve ter sofrido grande decréscimo a partir do ano de 2000, mantendo essa tendência ao longo do horizonte de estudo de 2010 a 2030. Dessa forma, adota-se para o início do horizonte de estudo crescimento da população urbana semelhante ao verificado para a população total (cerca de 1,6% ao ano), tendo em vista não sofrer a influência da transferência de contingente populacional rural para a área urbana.

A seguir, o quadro 4.3 e a ilustração 3.1 apresentam os resultados dos três cenários, avaliados de forma preliminar no presente estudo.

**Quadro 3.4 – Cenários de Evolução Demográfica com Base no Modelo Exponencial**

ANO	POPULAÇÃO URBANA (habitantes)		
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
2010	45956	45069	41265
2011	47197	46196	41925
2012	48472	47351	42596
2013	49780	48535	43277
2014	51124	49748	43970
2015	52505	50992	44673
2016	53922	52113	45299
2017	55378	53260	45933
2018	56873	54432	46576
2019	58409	55629	47228
2020	59986	56853	47889
2021	61606	57876	48464
2022	63269	58918	49045
2023	64977	59979	49634
2024	66732	61058	50229
2025	68533	62157	50832
2026	70384	63090	51341
2027	72284	64036	51854
2028	74236	64997	52373
2029	76240	65972	52896
2030	78299	66961	53425

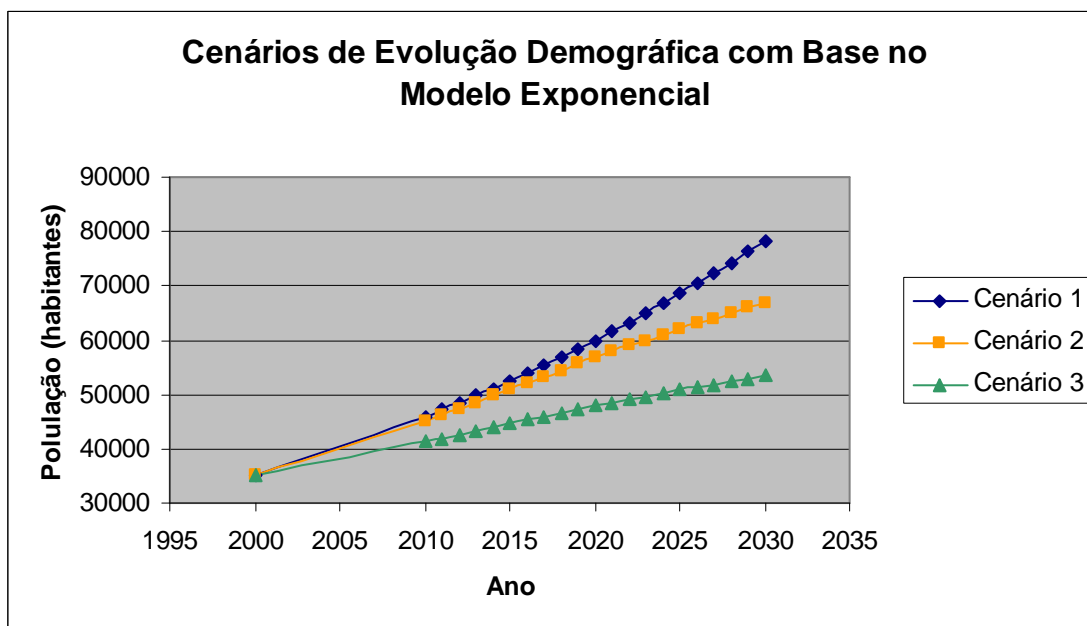


Ilustração 3.1 – Cenários de Evolução Demográfica Preliminarmente Avaliados

Outra possibilidade de modelo de crescimento demográfico a ser avaliado seria o logístico. Entretanto, observa-se que as populações urbanas verificadas nas últimas 3 décadas de dados oficiais não caracterizam comportamento de crescimento demográfico que permita a aplicação do modelo logístico, considerando critérios técnicos coerentes, pois a relação básica entre as populações de 3 períodos subsequentes não é atendida, qual seja:

$$P_0 \times P_2 < (P_1)^2$$

Considerando que:

$P_{1980}$  igual a 22.297 habitantes;

$P_{1990}$  igual a cerca de 27.500 habitantes;

$P_{2000}$  igual a 35.208 habitantes

$$P_{1980} \times P_{2000} = 807.213.816 > (P_1)^2 = 732.081.249$$



Portanto a condição básica não é atendida para o emprego do modelo logístico.

Concluindo a presente avaliação preliminar, observa-se que o modelo de crescimento exponencial é o mais indicado para o caso em questão, sendo que devido ao grande êxodo rural que ocorreu na década de 90, o cenário 3 pode ser considerado o mais representativo da tendência de crescimento demográfico da sede do município de Orlandia.

De forma a ajustar com maior precisão o modelo de crescimento previamente adotado, o estudo demográfico tem sequência com o refinamento matemático necessário para a consideração de uma série de fatores da mais variada natureza: sociais, econômicas, políticas, geográficas e geomorfológicas, além das particularidades locais e regionais. A ação integrada destes fatores vai determinar, em última instância, o comportamento das variáveis estritamente demográficas que comandam a evolução populacional da área de estudo.

### **3.3. O Modelo de Projeção Adotado**

O modelo de projeções aqui adotado pressupõe a existência de uma função que possa representar os diversos fatores integrados citados no parágrafo anterior, resumindo o comportamento tanto das variáveis de caráter endógeno, que dizem respeito à reprodução populacional, isto é, a natalidade e a mortalidade, e as de natureza exógena, que refletem o intercâmbio demográfico das regiões, ou seja, expressa o saldo migratório.

Seja, portanto, uma população  $P_t$  na época  $t$ , de um dado espaço territorial. Na época imediatamente posterior,  $t+1$ ,  $P_{t+1}$  será a reprodução de  $P_t$  acrescida do resultado das trocas regionais, isto é:

$$P_{t+1} = r_t P_t + S_t(1),$$

onde  $r_t$  representa a função de crescimento acima mencionada e  $S_t$  o saldo migratório.



A igualdade (1) pode ser escrita alternativamente da seguinte forma:

ou,

$$\Delta P_t = (r_t - 1) P_t + S_t \quad (2)$$

que é, na verdade, uma equação de diferenças finitas.

Entretanto, a variável  $t$  é contínua, o que autoriza, sem comprometimento do rigor matemático, a substituição de (2) pela sua equivalente no conjunto dos reais, ou seja, a equação diferencial ordinária de primeira ordem

$$dP(t) = r(t)P(t)dt + S(t)dt$$

cuja solução, a partir de uma origem  $t=0$  é dada por

$$dP(t) = r(t)P(t)dt + S(t)dt$$

cuja solução, a partir de uma origem  $t=0$  é dada por

$$P(t) = \left[ P(0) + \int_0^t S(x) e^{-\int_0^x v(z) dz} dx \right] e^{\int_0^t v(x) dx} \quad (3).$$

A expressão (3) ganha sua forma definitiva segundo o modelo funcional de  $S(x)$  que a ela seja aplicado. No presente caso, adotou-se como função de crescimento uma exponencial negativa

$$S(x) = a + bx$$

E admitiu-se uma taxa de crescimento vegetativo constante,

$$v(x) = v$$

hipótese simplificadora, porém aceitável, tendo em vista a tendência à queda das taxas de natalidade.

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Destas hipóteses resultou, então, a igualdade

$$P(t) = \{P(0) + a[1 - e^{-vt} (vt + 1)] + b(1 - e^{-vt})\} e^{vt} \quad (4),$$

Sendo

$v = 0,0009527$ , segundo as estatísticas vitais oficiais,

$$P(0) = P(1980) = 25330$$

$$P(10) = P(1990) = 30786$$

$$P(20) = P(2000) = 36004,$$

Ressaltando-se que a população de 1.990 foi obtida por estimativa do próprio modelo,

Obteve-se

$$a = -82664,6885 \text{ e}$$

$$b = 33112,16484$$

Este modelo foi empregado para as projeções demográficas da população total do município.

Já a estimativa da população urbana,  $P_u(t)$ , tomou por base o comportamento da taxa de urbanização,  $u(t)$ , mediante a igualdade

$$P_u(t) = P(t)u(t) \quad (5)$$

Sabendo-se que  $u(t)$  é uma função assintótica e limitada pela unidade, fez-se

$$u(t) = 1/(1 + ae^{-bt}) \quad (6)$$

com

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



$$u(0) = P(1.990) = 0,8794 e$$

$$u(1) = P(2.000) = 0,9779,$$

resultando, então,

$$a = 0,13709 e$$

$$b = 1,80235$$

A aplicação reiterada destes modelos gerou os resultados da projeção de população total e urbana que se vê abaixo:

**Quadro 3.5 – Projeções Demográficas – 2010 - 2030**

ANO	POPULAÇÃO	
	TOTAL	URBANA
2010	40960	40808
2011	41440	41312
2012	41918	41809
2013	42392	42300
2014	42864	42786
2015	43332	43267
2016	43798	43742
2017	44260	44213
2018	44719	44680
2019	45175	45142
2020	45628	45600
2021	46078	46055
2022	46525	46505
2023	46969	46952
2024	47409	47395
2025	47846	47834
2026	48279	48269
2027	48710	48701
2028	49136	49129
2029	49560	49554
2030	49980	49975

A seguir a ilustração 3.2, apresenta as curvas de crescimento demográfico considerando o modelo de crescimento exponencial adotado preliminarmente no item 3.2 e o modelo efetivamente adotado, resultado do refinamento conceitual e matemático desenvolvido neste item 3.3.

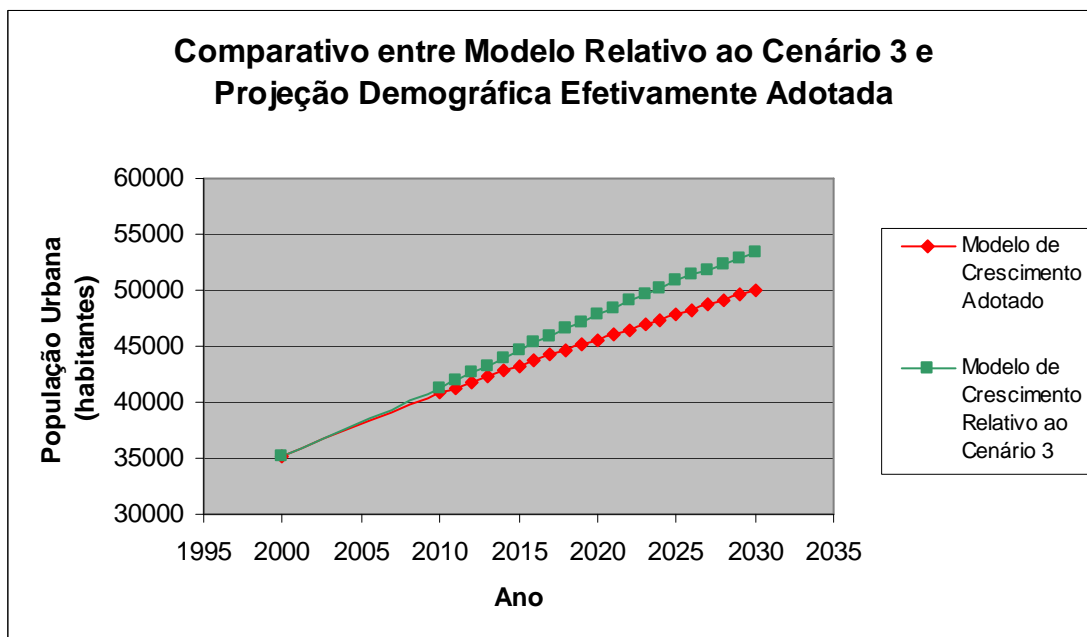


Ilustração 3.2 – Comparativo entre a Evolução Demográfica Prevista no Cenário 3 e a Evolução Efetivamente Adotada no Presente Estudo

### 3.4. A População da Área de Projeto e as Zonas Homogêneas

A população objeto do presente estudo deve ter seu comportamento estudado segundo as relações de dependência existente entre as áreas que a compõem. O critério de dependência aqui adotado admite que, na ausência de fatores restritivos, o contingente demográfico de uma dada parcela de solo cresce tão mais rapidamente quanto menos adensada for esta parcela. Seja, portanto,  $L_i$  a população de saturação da área  $i$ ,  $P_i(t)$  sua população na época  $t$ ,  $L = \sum L_i$  e  $P(t) = \sum P_i(t)$ . Ter-se-á, então,

$$P_i(t) = L_i - \frac{P_i(t-1)}{L - P(t)} [P(t) - P(t-1)] + P_i(t-1) \quad (7).$$

Vê-se que este modelo considera, de forma integrada, os parâmetros do agregado,  $P(t)$  e sua saturação  $L$ , e os das áreas que o compõem,  $P_i(t)$  e  $L_i$ , desta forma assegurando a pretendida interdependência.

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



A expressão (7) foi alimentada por valores de Li calculados segundo uma combinação do tamanho médio do imóvel em cada zona, de hipóteses sobre a natureza da ocupação dominante, da área disponível para uso residencial, considerando-se, por fim, o índice de 2,5hab/dom, equivalente ao da ZH8, zona residencial de ocupação recente.

Por sua vez, as zonas homogêneas foram delimitadas com o apoio de imagens obtidas de satélites, complementadas por minuciosas observações de campo.

A seguir, apresenta-se o quadro geral de saturação.

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



### Quadro 3.4 – Quadro Geral de Saturação

ZH	POP	Domicílios	HAB/DOM	área	DENSIDADE	ÁREA RESIDENCIAL	LOTE PADRÃO			SATURAÇÃO		POP	DENSIDADE	
					(hab/ha)	COEFICIENTE DE OCUPAÇÃO	(ha)	(m2)			DOMICÍLIOS			
								CASAS	PRÉDIOS	TOTAL	CASAS			PRÉDIOS
<b>ÁREA DE PROJETO</b>	<b>35181</b>	<b>11000</b>	<b>3.44</b>	<b>1501.211</b>	<b>23.44</b>		<b>602.817</b>	-	-	<b>25611</b>	-	-	<b>64027</b>	<b>42.65</b>
ZH1	796	260	3.06	84.93	9.37	0.8	47.56	1000	0	476	476	0	1189	14.00
ZH2	5425	1704	3.18	265.82	20.41	0.3	55.82	150	0	3721	3721	0	9304	35.00
ZH3	2077	742	2.80	70.44	29.49	0.3	14.79	200	10000	1466	666	800	3664	52.02
ZH4	1941	598	3.25	111.92	17.34	0.4	31.34	300	0	1045	1045	0	2611	23.33
ZH5	8494	2538	3.35	116.26	73.06	0.6	48.83	180	0	2713	2713	0	6782	58.33
ZH6	1804	525	3.44	25.04	72.05	1.0	17.53	200	0	876	876	0	2191	87.50
ZH7	7328	2106	3.48	172.96	42.37	1.0	121.07	250	0	4843	4843	0	12107	70.00
ZH8	1120	443	2.53	47.54	23.56	1.0	33.28	300	0	1109	1109	0	2773	58.33
ZH9	0	0	0	427.78	0.00	0.5	149.72	300	0	4991	4991	0	12477	29.17
ZH10	2110	708	2.98	56.41	37.41	0.8	31.59	250	0	1264	1264	0	3159	56.00
ZH11	4086	1376	2.97	122.13	33.46	0.6	51.29	200	10000	3108	2308	800	7771	63.63



### 3.5. Descrição das Zonas Homogêneas

As zonas homogêneas foram delimitadas mediante a observação de imagens obtidas por satélite e por visitas a campo abrangendo toda a área de projeto; para tanto, foram observados o adensamento, o tipo de uso do imóvel, sua localização, a qualidade da construção e o tamanho médio dos lotes.

**ZH1** - É uma área nobre da cidade, com grandes lotes e já bem adensada;

**ZH2** - Zona mista no prolongamento do centro, é adensada e sem a presença de verticalização;

**ZH3** - Zona mista, adensada, constitui o centro da cidade. Há um prédio residencial;

**ZH4** - Predominantemente residencial, lá se encontra o cemitério municipal. Sua área verde, formando o Parque Ciro Fernando Cata Preta, limita suas possibilidades de expansão;

**ZH5** - Predominantemente residencial, com bom adensamento, apresentando comércio e serviços locais significativos ;

**ZH6** - Zona residencial, de nível médio-médio;

**ZH7** – Zona de expansão residencial, com ocupação recente por condomínios;

**ZH8** – Zona de ocupação recente por um conjunto residencial em implantação;.

**ZH9** – Zona vazia. Deverá ser ocupada futuramente;

**ZH10** - Predominantemente residencial, com imóveis de padrão médio-médio;

**ZH11** – Zona mista, de padrão médio-médio, em que há unidades industriais e de serviços de médio porte. Presença de dois edifícios residenciais;



---

**ZH12** – Estritamente industrial, não se prevê para ela a presença de contingentes demográficos.



---

## 4. ESTUDO DE DEMANDAS

### 4.1. Demandas Previstas para o Sistema de Abastecimento de Água

#### **4.1.1 Determinação dos Consumos Unitários e Coeficientes de Variação de Vazão**

Com base nos elementos constantes no cadastro comercial do período de dezembro de 2.009 à maio de 2.010, é possível avaliar, de forma preliminar, os consumos unitários faturados por categoria de consumidor. Desta forma os valores obtidos, a menos de erros de medição, são representativos dos consumos faturados médios mensais para Orlandia.

Existem quatro tipos de categoria de consumidor, sendo:

- Residencial;
- Comercial;
- Industrial;
- Pública;

Os resultados das análises dos dados de consumo de água do cadastro comercial estão apresentados nos Quadros 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 a seguir.

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



**Quadro 4.1 – Consumos Faturados (m<sup>3</sup>/mês)**

Mês/Ano	Residencia				TOTAL
	I	Comercial	Industrial	Público	
dez/09	205.842	20.425	8.811	597	235.675
jan/10	237.541	21.555	3.664	458	263.218
fev/10	220.047	20.909	1.941	298	243.195
mar/10	197.109	18.627	1.409	559	217.704
abr/10	165.065	21.499	1.655	600	188.819
mai/10	235.659	21.717	1.609	694	259.679
<b>Soma</b>	<b>1.261.263</b>	<b>124.732</b>	<b>19.089</b>	<b>3.206</b>	<b>1.408.290</b>
<b>Percentual</b>	<b>89,6</b>	<b>8,9</b>	<b>1,4</b>	<b>0,2</b>	<b>100,0</b>

**Quadro 4.2 – Total de Ligações**

Mês/Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Público	TOTAL
dez/09	11.516	884	28	10	12.438
jan/10	7.144	884	29	10	8.067
fev/10	11.515	884	29	10	12.438
mar/10	11.523	883	29	10	12.445
abr/10	9.142	884	29	10	10.065
mai/10	11.540	886	23	10	12.459
<b>Soma</b>	<b>62.380</b>	<b>5.305</b>	<b>167</b>	<b>60</b>	<b>67.912</b>
<b>Percentual</b>	<b>91,9</b>	<b>7,8</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>100,0</b>

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Quadro 4.3 – Consumo por Ligação (m3/mês.economia)

Mês/Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Público	TOTAL
dez/09	20,47	23,11	314,68	59,70	24,78
jan/10	36,84	24,38	126,34	45,80	36,97
fev/10	21,12	23,65	66,93	29,80	21,98
mar/10	18,89	21,10	48,59	55,90	19,57
abr/10	20,65	24,32	57,07	60,00	21,56
mai/10	22,50	24,51	69,96	69,40	23,43
<b>Soma</b>	<b>140,48</b>	<b>141,07</b>	<b>683,57</b>	<b>320,60</b>	<b>22,27</b>

\*Informações desconsideradas por inconsistências

Quadro 4.4 – Coeficiente do Dia de Maior Consumo – K1

	Residencial	Comercial	Industrial	Público	TOTAL
Média	20,73	23,51	113,93	53,43	22,27
Máx	22,50	24,51	314,68	69,40	24,78
<b>K1</b>	<b>1,09</b>	<b>1,04</b>	<b>2,76</b>	<b>1,30</b>	<b>1,11</b>



Algumas conclusões a respeito dos valores nos quadros anteriores podem ser emitidas, a respeito de valores obtidos, na manipulação dos dados de consumo, quais sejam:

- A média de consumo residencial por ligação no período estudado ficou em torno de 20,7 m<sup>3</sup>/mês e a média do consumo total por ligação é de 22,3 m<sup>3</sup>/mês.
- O consumo residencial representa 89,6% do consumo total e o número de ligações residenciais representa 91,9% do total de ligações, todos em termos de valores médios do período estudado.
- O valor do coeficiente do dia de maior consumo (K1), para o consumo residencial é igual a 1,09 e para o total de consumo é de 1,11. Como a base de dados é incompleta (não considera pelos menos um ano completo) sugere-se a adoção do coeficiente K1 com o valor 1,2, usualmente utilizado em projetos de sistemas de abastecimento de água para cidades similares à Orlandia.

Como a preponderância da categoria de consumo é a residencial, com esta análise dos valores do banco de dados comercial poder-se-ia admitir, para efeito de avaliação da demanda de água potável e para o atendimento de Orlandia, o valor de 22.6 m<sup>3</sup>/mês, já incluídos os consumos não residenciais, porém considerando apenas as ligações residenciais.

Este é o parâmetro mais importante para o estudo de demandas, que, conjugado com os estudos populacionais, deve indicar a necessidade de água para o atendimento adequado da sede de Orlandia atualmente e previsto para o ano de 2.030.

#### **4.1.2. Determinação do Consumo "Per Capita"**

Para a determinação do consumo "per capita" para a sede do município de Orlandia foram considerados os seguintes parâmetros:

- Índice hab/domicílio: 3,44;

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



- Índice de submedição: 20% a 50%;
- Consumo/economia x mês: 22,6 m<sup>3</sup>/mês.

Os consumos “per capita” estão entre 263 e 328 L/habxdia. A média entre estes valores é de aproximadamente 296 L/habxdia. Este consumo unitário pode ser considerado elevado tendo em vista as seguintes justificativas possíveis:

- Em função da vocação agrícola da região, principalmente da plantação de cana de açúcar e dos processos atuais nas épocas de colheita (queimadas) existe um hábito de utilização de água para minimização da poeira e dos resíduos das queimadas, nas áreas internas das residências e até mesmo nos logradouros públicos;
- A região apresenta altas temperaturas, principalmente nas épocas de verão, o que incentiva o consumo de água potável;
- Não existem programas de utilização racional da água o que resulta em provável desperdício na sua utilização;
- O parque de hidrômetros é antigo, a propriedade do mesmo é do usuário e não existe normalização na localização dos mesmos. Estes fatos, conjugados, levam à provável existência de índices de submedição elevados (que foi a hipótese adotada na determinação dos consumos unitários) bem como a provável existência de ligações clandestinas.

O procedimento das queimadas durante a colheita da cana provavelmente está com os dias contados (função da forte pressão ambiental para a sua extinção). Adicionalmente, observa-se que neste Plano Diretor uma das mais importantes intervenções a ser prevista para o sistema de abastecimento é a substituição de todo o parque de hidrômetros, porém com propriedade do DAE. Sugere-se a seguinte proposta para a adoção dos consumos unitários, visando o planejamento do futuro sistema de abastecimento de água de Orlandia:

- Período inicial (2011/2015)                      300 L/habxdia



- Período final (2016/2030) 250 L/habxdia

Esta redução do consumo unitário no período dos 5 anos iniciais deverá ser obtida, tanto com a provável redução das queimadas, quanto das campanhas de uso racional da água a serem implementadas pelo DAE, acopladas com a renovação dos sistemas de micromedição de água (reduzindo o desperdício e a perda por submedição).

### **4.1.3. Avaliação dos índices de perdas**

Não há informações e dados que permitam avaliar os valores das perdas totais que ocorrem no sistema de abastecimento de água de Orlandia.

Segundo as informações obtidas por ocasião dos levantamentos de dados do sistema de abastecimento de água existente, o potencial de produção de água atual é estimado em cerca de 310 L/s, sendo 120 L/s do manancial superficial e cerca de 190 L/s do manancial subterrâneo. Admitindo-se uma diferença entre 10% e 20% entre os valores estimados e a produção real, pode-se estimar como produção total de água valores no entorno de 260 L/s.

Dos dados relativos à micromedição observa-se valores faturados de até 260 mil metros cúbicos por mês, o que representa uma vazão no entorno de 100 L/s. Uma simples comparação entre estes dados permite estimar a perda total no sistema entre 60% e 70% o que é excessiva. Nestas perdas, provavelmente, uma parcela significativa é representada pela submedição que é a principal fonte das perdas consideradas aparentes.

De uma forma geral, da totalidade das perdas, quando não se tem informações que permitam distribuí-las pelas diversas origens, costuma-se adotar uma relação que considera como sendo 60% perda física e 40% como perda aparente.

Como na determinação do consumo unitário já se considerou a perda pela submedição, as perdas físicas, a serem consideradas complementarmente à determinação das vazões necessárias podem ser avaliadas, inicialmente, no entorno de 40%.



Com a implementação de todas as melhorias necessárias ao longo do tempo (substituição das redes de distribuição de fibrocimento, implantação da setorização, implementação de sistemas de controle de vazão, etc) pode-se avaliar uma redução neste índice de perdas físicas, conforme segue:

- 2010                    40%
- 2015                    35%
- 2020                    30%
- 2025                    28%
- 2030                    28%

#### **4.1.4. Determinação das Demandas Globais**

Com base nos resultados dos itens anteriores e das projeções demográficas, objeto do capítulo 3, são apresentados, na sequência, os resultados das projeções das demandas de água ao longo do período de projeto.

**Quadro 4.5 – Evolução das Demandas Globais de Água ao Longo do Horizonte de Estudo**

		<b>2.010</b>	<b>2.015</b>	<b>2.020</b>	<b>2.025</b>	<b>2.030</b>	<b>Saturação</b>
<b>População</b>	<b>(hab)</b>	40.808	43.266	45.600	47.833	49.974	64.026
<b>Qmédia</b>	<b>(L/s)</b>	236,16	192,60	188,49	192,23	200,84	257,31
<b>Qmáx Diária</b>	<b>(L/s)</b>	264,49	217,64	214,88	219,91	229,76	294,36
<b>Qmáx Horária</b>	<b>(L/s)</b>	349,51	292,76	294,05	302,96	316,52	405,52

#### **4.2. Demandas Previstas para o Sistema de Esgotamento Sanitário**

Para a determinação das demandas do sistema de esgotamento sanitário, consideram-se como base os consumos per-capita de água definidos e



apresentados anteriormente no item 4.1.2. e o acréscimo da parcela de infiltração de água do lençol freático na rede de coleta dos esgotos.

Com relação à parcela de geração dos esgotos consideram-se os consumos per-capita de água iguais a 300 L/hab x dia nos primeiros cinco anos do horizonte de estudo e 250 L/hab x dia nos anos restantes, ambos associados a um coeficiente de retorno água/esgoto igual a 0,8 (80%), que usualmente é adotado para estudos e projetos de sistemas de esgotamento sanitário.

Portanto, os valores per-capita de esgoto definidos no presente estudo são:

- Período inicial (2011/2015)                      240 L/hab x dia (300 x 0,8)
- Período final (2016/2030)                      200 L/hab x dia (250 x 0,8)

Com relação à parcela de infiltração de água na rede de coleta, considera-se uma taxa de infiltração igual a 0,1 L/s x km de extensão de rede, sendo que a extensão de rede prevista ao longo do horizonte de estudo é definida tendo como base uma extensão unitária avaliada em 3,5 m/hab, que representa a situação atual do município de Orlandia.

O quadro a seguir apresenta a estimativa de água infiltrada na rede de coleta ao longo do horizonte de estudo.

**Quadro 4.6 – Evolução da Vazão de Água Infiltrada na Rede de Coleta de Esgotos**

		<b>2.010</b>	<b>2.015</b>	<b>2.020</b>	<b>2.025</b>	<b>2.030</b>	<b>Saturação</b>
<b>População</b>	<b>(hab)</b>	40.808	43.266	45.600	47.833	49.974	64.026
<b>Extensão de Rede de Coleta</b>	<b>(m)</b>	143.143	151.431	159.600	167.416	174.909	224.091
<b>Vazão de Água Infiltrada</b>	<b>(L/s)</b>	<b>14,31</b>	<b>15,14</b>	<b>15,96</b>	<b>16,74</b>	<b>17,49</b>	<b>22,41</b>

Considerando-se os per-capita de geração de esgotos, a evolução de população ao longo do horizonte de estudo, os coeficientes k1 (máxima vazão diária) e k2 (máxima vazão horária), bem como a contribuição de água infiltrada

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



nas redes de coleta, no quadro a seguir são apresentadas as demandas previstas para o sistema de esgotamento sanitário.

**Quadro 4.7 – Evolução das Vazões de Esgoto Sanitário Previstas ao Longo do Horizonte de Estudo**

		<b>2.010</b>	<b>2.015</b>	<b>2.020</b>	<b>2.025</b>	<b>2.030</b>	<b>Saturação</b>
<b>População</b>	<b>(hab)</b>	40.808	43.266	45.600	47.833	49.974	64.026
<b>Qmédia</b>	<b>(L/s)</b>	113,36	120,18	105,56	110,72	115,68	148,20
<b>Q média + infiltração</b>	<b>(L/s)</b>	127,67	135,32	121,52	127,46	133,17	170,61
<b>Qmáx Diária + infiltração</b>	<b>(L/s)</b>	150,34	159,36	142,63	149,60	156,31	200,25
<b>Qmáx Horária + infiltração</b>	<b>(L/s)</b>	218,36	231,73	205,97	216,04	225,71	289,17



## 5. DESCRIÇÃO E DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO

### 5.1. Sistema de Abastecimento de Água

Conforme citado anteriormente no item 2.4, a sede do município de Orlandia atualmente explora mananciais superficial e subterrâneo para o seu abastecimento público.

A seguir são descritos os sistemas e unidades responsáveis pela captação, produção, adução, reservação e distribuição de água na área de estudo. Ao final deste item são apresentadas considerações sobre as condições operacionais atuais e frente às demandas futuras, visando a elaboração de um diagnóstico do sistema existente.

Em anexo são apresentados um fluxograma global simplificado, bem como uma planta geral com a localização das diversas unidades formadoras do sistema de abastecimento de água existente.

#### **5.1.1. Sistema Produtor que Explora o Manancial Superficial**

O manancial superficial é o córrego do Palmito, onde é captada uma vazão de água bruta de cerca de 120 L/s em uma estrutura composta por barragem de nível que possui vertedor do tipo perfil “Krieger” para o escoamento da vazão excedente e tomada de água formada por uma caixa de concreto dotada de grade para retenção de sólidos grosseiros.

A montante da barragem de nível observa-se o depósito de sedimentos que são regularmente dragados e dispostos a jusante. A grade de retenção de sólidos também é regularmente limpa de forma manual para evitar sua total obstrução e impedimento da captação da água.

A água bruta captada é encaminhada, por gravidade através de tubulação que opera sob regime de conduto forçado, para um complexo formado por 2 caixas de areia do tipo convencional de fluxo longitudinal que operam em paralelo e, na sequência pelo poço de sucção da estação elevatória de água bruta, que é

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



responsável pela alimentação da Estação de Tratamento de Água. Esse complexo é localizado no cruzamento da avenida 1 com a rua 10.

Ao final deste item é apresentado quadro resumo com as características de todas as estações elevatórias de água bruta e tratada existentes no sistema de abastecimento de água de Orlandia.



**Ilustração 5.1 - Barragem de nível no córrego do Palmito**



**Ilustração 5.2 - Estrutura de captação com grade grosseira**



**Ilustração 5.3 - Caixas de areia para o pré-tratamento da água bruta captada no córrego do Palmito**



**Ilustração 5.4 - Canal de água bruta a jusante das caixas de areia**



**Ilustração 5.5 - Conjunto motobomba recentemente implantado na EE de água bruta que alimenta a ETA**

No poço de sucção da estação elevatória de água bruta é aplicado hipoclorito de sódio com o objetivo de proporcionar a pré-oxidação da água bruta e utilizar a linha de recalque como reator de contato para a ação oxidativa do cloro.



**Ilustração 5.6 – Sistema de armazenamento e aplicação de hipoclorito de sódio para pré-oxidação da água bruta e desinfecção da água captada pelos poços P1 e P5**

Conforme o histórico de qualidade da água bruta captada no córrego do Palmito, relativo aos meses de julho de 2009 e janeiro de 2010, que são representativos, respectivamente, dos períodos de estiagem e de chuvas, observa-se que as águas brutas captadas no período de estiagem apresentam pouca variação de pH e variação discreta de turbidez, principalmente no período de estiagem.

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



No período relativo a julho de 2009, observam-se valores de pH com pouca variação, com média em torno de 6,9 e faixa de variação de 6,8 a 7,2. Com relação à turbidez, foram registrados valores médios em torno de 60 a 80 UT e amplitude de variação de 50 a 150 UT, sendo que o valor máximo diário é relativo a um único evento ocorrido durante o mês avaliado. A seguir são apresentadas ilustrações com as variações dos valores de pH e turbidez verificados no mês de julho de 2009.

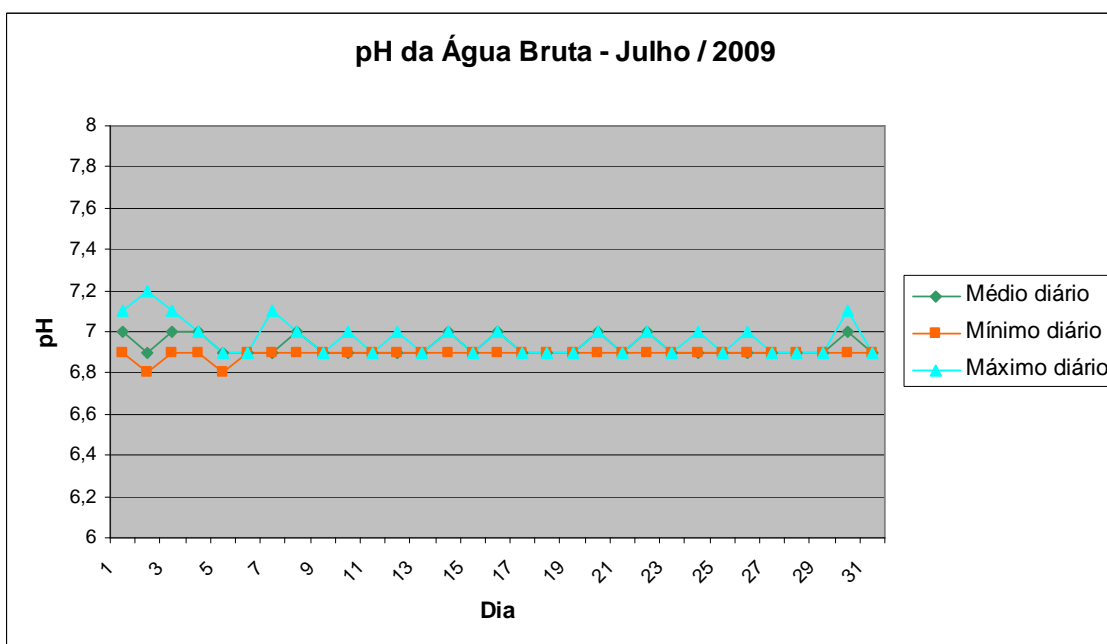


Ilustração 5.7 - Valores de pH registrados no mês de julho de 2009.

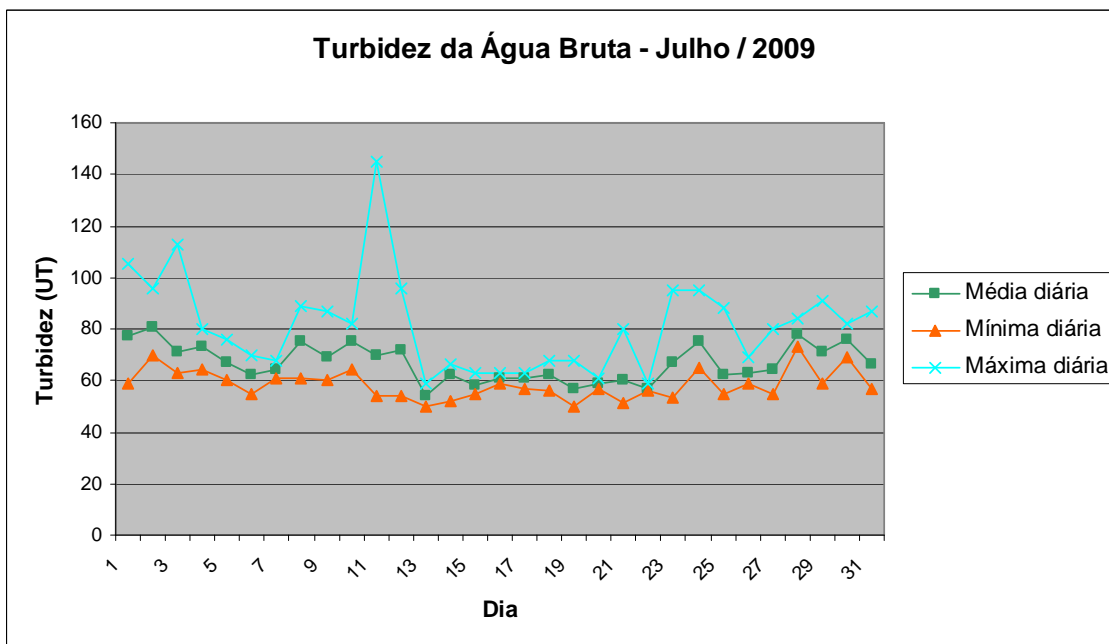


Ilustração 5.8 - Valores de turbidez registrados no mês de julho de 2009.

No período relativo a janeiro de 2010, observam-se valores de pH também com pouca variação, com média em torno de 7,0 e faixa de variação de 6,5 a 7,3. Com relação à turbidez, foram registrados valores médios em torno de 100 a 200 UT e amplitude de variação de 80 a 1800 UT, sendo que os valores máximos diários são relativos a vários eventos de picos ocorridos durante o mês avaliado. A seguir são apresentadas ilustrações com as variações dos valores de pH e turbidez verificados no mês de janeiro de 2010.

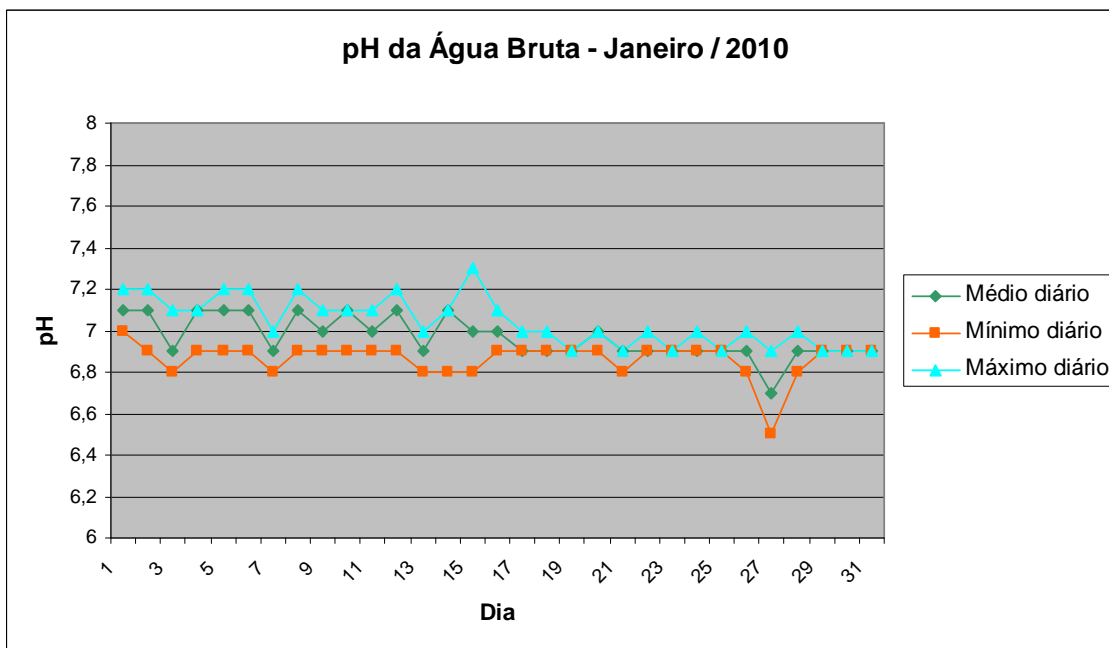


Ilustração 5.9 - Valores de pH registrados no mês de janeiro de 2010.

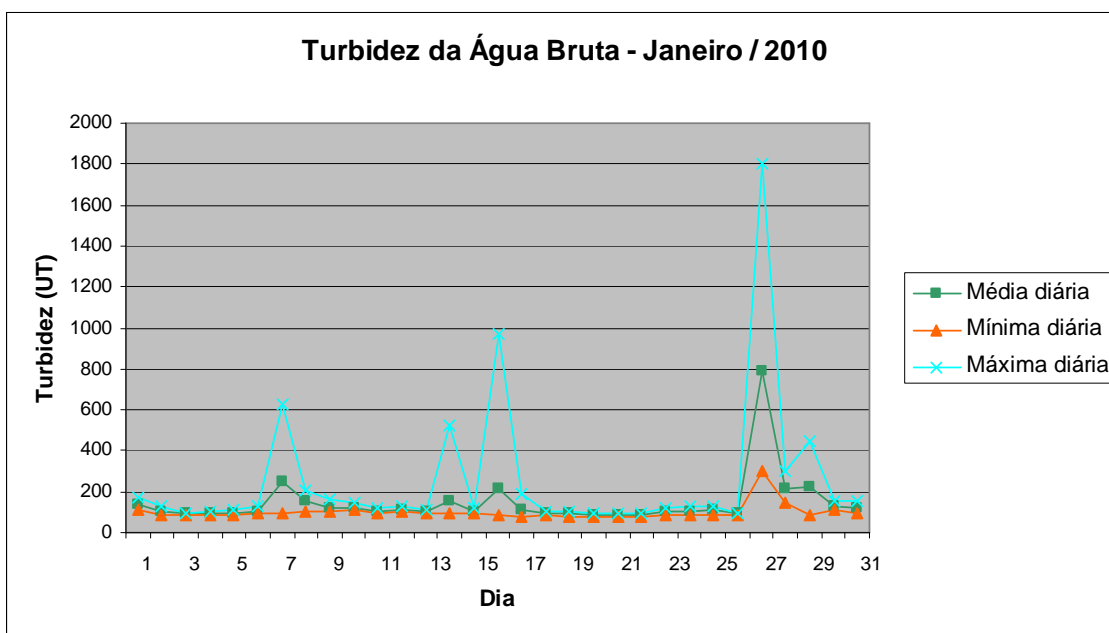


Ilustração 5.10 - Valores de turbidez registrados no mês de janeiro de 2010.

Através dos gráficos apresentados anteriormente, observa-se que a água bruta captada no córrego do Palmito apresenta um padrão qualitativo e variação sazonal características de corpos hídricos de pequeno porte e regime de



escoamento lótico, com maiores variações de turbidez no período de chuvas devido ao carreamento de sedimentos e maior estabilidade durante o período de estiagem.

Com relação à cor, não é possível apresentar nenhum comentário devido a falta de registros desse parâmetro de controle, entretanto, conforme informado pelos técnicos do DAE de Orlandia, as variações de cor devem ter acompanhado as variações de turbidez e não foi registrada a ocorrência de situações em que tenham sido captadas águas com cores elevadas associadas a baixos valores de turbidez que pudessem apresentar maior dificuldade da formação de flocos nas etapas iniciais de coagulação e floculação.

A Estação de Tratamento de Água, localizada na rua 10 ao lado do Estádio Virgílio Ferreira Jorge, foi construída no final da década de 50, sendo que opera atualmente com uma vazão estimada em cerca de 120 L/s. A concepção desse sistema de tratamento é convencional de ciclo completo. Recebe a água bruta em uma estrutura de chegada dotada de vertedor onde é aplicada a cal hidratada, para a correção inicial de pH, e o sulfato de alumínio, para a coagulação da água pré-oxidada e alcalinizada.

Durante visita a campo foi observado que a aplicação da cal hidratada e do sulfato de alumínio ocorre em pontos muito próximos, não havendo tempo suficiente para a ação da cal hidratada na correção inicial do pH. O sulfato de alumínio é aplicado no maior ponto de mistura da massa líquida, entretanto, embora visualmente adequado, não existe garantia de que a condição de mistura seja enérgica e rápida o suficiente para uma adequada condição de coagulação da água bruta.

Adicionalmente, observa-se que não existe nenhuma estrutura ou equipamento que permita a realização de uma precisa medição da vazão de água bruta afluyente ao sistema de tratamento, sendo que o valor de 120 L/s, é apenas uma estimativa adotada pelos técnicos do DAE em virtude das características dos conjuntos motobomba que recalcam a água bruta até a ETA.



**Ilustração 5.11 - Canal de chegada de água com aplicação de cal hidratada em sua porção inicial e sulfato de alumínio imediatamente a montante do vertedor**

Na sequência, a água é encaminhada por gravidade para dois flocladores hidráulicos, dotados de chicanas verticais e associados em paralelo. Cada unidade tem comprimento útil de 11,6 m e larguras distintas de 1,8 m e 3,10 m, totalizando uma largura útil de 4,90 m. Com relação à profundidade foi medido em campo cerca de 2,80 m em uma das unidades assumindo-se valor semelhante para a outra. Portanto, o volume útil total considerando as duas unidades associadas em paralelo é da ordem de 162 m<sup>3</sup>.

Considerando a vazão de produção atual, estimada em cerca de 120 L/s (7,2 m<sup>3</sup>/minuto), o tempo de detenção hidráulica é da ordem de 23 minutos, o que pode ser considerado aceitável para as características da água bruta captada no córrego do Palmito.



Entretanto, observa-se que o espaçamento entre as paredes verticas que formam as chicanas é constante ao longo de todo o escoamento e muito grande, sugerindo o estabelecimento de gradientes de velocidade muito baixos e constantes, caracterizando, portanto, uma situação hidráulica inadequada para a formação de flocos com boas características de sedimentabilidade. A deficiência dos flocladores foi constatada na prática através da observação visual dos flocos formados no final dos flocladores, que apresentavam-se muito pequenos.

Outro aspecto negativo observado durante as visitas a campo foi a má condição de escoamento da água floclada aos decantadores. Os canais de água floclada apresentam pequenas dimensões, resultando em velocidades de escoamento muito elevadas e distribuição heterogênea da água floclada, bem como foi observada a presença de quedas-livre causadas por vertedores, que certamente contribuem com a quebra dos flocos formados na etapa de floclação.



**Ilustração 5.12 Vista dos flocculadores a partir de sua porção de montante**



**Ilustração 5.13 - Vista dos floculadores a partir de sua porção de jusante (Em primeiro plano, vista do trecho inicial do canal de água floculada)**

A etapa de decantação é formada por quatro decantadores em série, do tipo convencional de fluxo longitudinal, sendo que cada decantador tem comprimento útil de 13,2 m, largura útil de 6,1 e profundidade útil de 3,0 m, resultando em uma área total de decantação da ordem de 322 m<sup>2</sup> e volume útil de 966 m<sup>3</sup>. Cada decantador possui, em sua porção final, canaletas de coleta de água decantada com comprimento total de vertedor da ordem de 27 m o que perfaz um comprimento total de soleira igual a cerca de 110 m.

Considerando a vazão de produção atual, estimada em cerca de 120 L/s (10.368 m<sup>3</sup>/dia), a taxa de aplicação superficial resultante nos decantadores é da ordem de 32 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> x dia e o tempo de detenção hidráulica de cerca de 2,2 horas, que são parâmetros operacionais aceitáveis para a concepção dos decantadores e porte da ETA em questão.



**Ilustração 5.14 - Vista parcial dos decantadores**

Quanto à condição de coleta da água decantada, observa-se que para a vazão de 120 L/s e comprimento total de soleira dos vertedores igual a 110 m, a taxa de escoamento linear resulta em cerca de 1,1 L/s x m, que pode ser considerada bastante conservadora, portanto adequada para evitar o carreamento de flocos. Com relação ao nivelamento das calhas de coleta, observa-se condição razoável com a presença de poucos trechos desnivelados. Entretanto, na visita a campo foi observado carreamento significativo de flocos pela água decantada, fato que pode ser atribuído principalmente à deficiente formação de flocos na etapa de floculação e a inadequada condição hidráulica dos canais de alimentação dos decantadores com conseqüente quebra dos flocos formados.



**Ilustração 5.15 - Vista da porção de jusante dos decantadores com destaque para as calhas de coleta de água decantada**

O fundo dos decantadores é praticamente plano e dotado de canaleta central com leve caimento para as extremidades de montante e jusante, de forma a proporcionar escoamento da água e lodo nas operações de limpeza. A frequência de remoção do lodo é mensal, sendo um decantador por semana. Sedimentado. A operação de limpeza é feita de forma manual com o esvaziamento da unidade através da abertura de válvulas de descarte de fundo e encaminhamento do lodo por jateamento de água e a ação mecânica dos operadores até os pontos de descarga.

A atual prática de descarte de lodo e limpeza dos decantadores causa grande perda de água e aumenta significativamente a demanda operacional da ETA, adicionalmente, observa-se que a retenção de lodo no interior dos decantadores durante longo período (cerca de um mês) compromete a qualidade da água potável produzida, devido a degradação da matéria orgânica retida no lodo e conseqüente contaminação da água decantada com os subprodutos dessa degradação, bem como a contaminação por outras



substâncias primeiramente insolúveis e depositadas no fundo e que podem ser resolubilizadas, voltando a integrar a massa líquida.

A água decantada é coletada pelas canaletas e vertedores de sobrenadante e aduzida diretamente a 4 filtros do tipo rápidos de fluxo descendente associados em paralelo. Os filtros são dotados de leito filtrante simples de areia, camada suporte de pedregulho e fundo com difusores (crepinas) próprios para a lavagem somente com água. Cada filtro possui comprimento útil de 3,6 m e largura útil de 3,5 m, perfazendo uma área de filtração total da ordem de 50 m<sup>2</sup>. Segundo informado pelos operadores, duas unidades foram recentemente reformadas com a substituição dos leitos filtrante e camada suporte.

Considerando a vazão de produção atual, estimada em cerca de 120 L/s (10.368 m<sup>3</sup>/dia), a taxa média de filtração resultante nas quatro unidades é da ordem de 200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> x dia que é uma condição operacional aceitável para filtros rápidos de fluxo descendente com camada simples de areia.



**Ilustração 5.16 - Vista parcial dos filtros**



**Ilustração 5.17 - Corredor de comando dos filtros**



**Ilustração 5.18 - Galeria dos barriletes de água filtrada e de lavagem dos filtros**

Os filtros operam segundo regime de taxa constante e tem o controle de nível operacional feito por uma única caixa localizada a jusante, que recebe a água



filtrada do barrilete de tubulações e válvulas de água filtrada e de lavagem, existente no piso térreo do interior da Casa de Química.

A lavagem dos filtros é feita por gravidade com a água tratada armazenada no reservatório existente na cobertura da casa de Química, sendo que esse reservatório, com volume de 50 m<sup>3</sup>, é alimentado por recalque, através de uma derivação da adutora que alimenta o Centro de Reservação da Caixa Torre. A lavagem dos filtros atualmente é feita em média a cada 12 horas, sendo que todos são lavados de forma seqüencial quando a água filtrada apresenta turbidez acima de limites pré-estabelecidos pelos operadores. O intervalo entre a lavagem de cada filtro é de cerca de 30 minutos devido ao tempo necessário para o enchimento do reservatório.

Na caixa de controle de nível dos filtros a água filtrada recebe correção final de pH através da aplicação de cal hidratada e hipoclorito de sódio para desinfecção. A fluoretação atualmente não é praticada nesse sistema de tratamento.

A água tratada é então aduzida por gravidade para o Centro de Reservação da ETA que é localizado praticamente em frente ao terreno que abriga o sistema de tratamento. Esse centro de reservação é abordado posteriormente no item 5.1.3 (a).

Os efluentes gerados na lavagem dos filtros e na limpeza dos decantadores é encaminhado diretamente para a rede de drenagem de águas pluviais local e, conseqüentemente, tem como destino final o córrego do Palmito em trecho a jusante da captação de água. Não existe nenhum sistema de regularização de vazão de descarte desses efluentes, bem como de tratamento para a remoção da carga poluidora decorrente do processo de potabilização da água bruta.

Com relação à Casa de Química, observa-se que o prédio encontra-se em avançado estado de deterioração de suas estruturas e acabamentos, principalmente decorrente da avançada idade do sistema de tratamento e dificuldades relacionadas à manutenção preventiva e corretiva. As instalações



de preparo e dosagem dos produtos químicos são, na sua grande maioria, muito antigas e deterioradas.

O sulfato de alumínio, originalmente no estado sólido e diluído em tanques equipados com misturadores mecânicos, passou a ser recebido na forma de solução concentrada e armazenado a granel em tanque estacionário provisório, sendo que já se encontra em fase de implantação dois tanques estacionários definitivos, abrigados em bacia de contenção de vazamentos. A solução concentrada fornecida a granel, ainda é diluída nos tanques existentes no segundo pavimento da casa de Química, e a aplicação é feita por gravidade através de dosadores do tipo nível constante existentes no primeiro pavimento. No pavimento térreo da ETA são armazenadas sacas de sulfato de alumínio em pó para garantir segurança operacional.



**Ilustração 5.19 - Vista dos tanques estacionários. Em primeiro plano, tanque provisório para o armazenamento de sulfato de alumínio. Em segundo plano a esquerda, tanque de hipoclorito de sódio e, a direita, tanques definitivos para o sulfato de alumínio (em fase de implantação).**

A cal hidratada é fornecida em sacas e armazenada também no pavimento térreo, sendo transportada para o segundo pavimento através de um monta-

carga. No segundo pavimento existem tanques de preparo de suspensão dotados de misturadores mecânicos, sendo que a suspensão preparada é encaminhada por gravidade para o primeiro pavimento, onde é armazenada e dosada por gravidade através de dosadores do tipo canecas.



**Ilustração 5.20 - Tanque de preparo de suspensão de cal (segundo pavimento da Casa de Química)**



**Ilustração 5.21 - Tanques de diluição da solução concentrada de sulfato de alumínio (segundo pavimento da Casa de Química)**



**Ilustração 5.22 - Dosadores de canecas para a cal hidratada (a esquerda), dosadores de nível constante para o sulfato de alumínio (a direita), localizados no primeiro pavimento da Casa de Química.**



**Ilustração 5.23 - Sacas de cal hidratada (Pavimento térreo)**



**Ilustração 5.24- Monta carga para transporte das sacas e cal e de sulfato de alumínio**

Finalmente, o hipoclorito de sódio destinado à desinfecção da água filtrada, é recebido a granel na forma de solução concentrada, sendo armazenado em tanque estacionário. Sua aplicação na caixa de controle de nível dos filtros é feita através de bomba dosadora do tipo diafragma.



**Ilustração 5.25 - Sistema de dosagem de hipoclorito de sódio para desinfecção da água filtrada**

### **5.1.2. Sistemas Produtores que Exploram Mananciais Subterrâneos**

Com relação à captação de água proveniente dos mananciais subterrâneos, o sistema de abastecimento de água de Orlandia possui atualmente 10 poços que extraem, no seu conjunto, um total de cerca de 670 m<sup>3</sup>/h (190 L/s) que representa cerca de 60 % do total de água captada para o abastecimento da sede do município.

O quadro resumo a seguir apresenta as características básicas dos poços existentes.



**Quadro 5.1 - Características dos Poços Existentes**

POÇO	LOCALIZAÇÃO	VAZÃO APROXIMADA (m <sup>3</sup> /h)	PROFUNDIDADE APROXIMADA (m)
Gruta	Pq. Recreativo Gruta	110	450
01	Rua 10/Marginal Palmitos	50	300
02	Av. 10/Anel Viário	150	450
05	Rua 10/Marginal Palmitos	150	450
06	Fazenda Capão do Meio	30	60
07	Fazenda Capão do Meio	25	70
08	Fazenda Capão do Meio	30	150
10	Fazenda Capão do Meio	15	30
11	Fazenda Capão do Meio	30	150
Parisi	Fazenda Marico	80	150
<b>TOTAL</b>		<b>670</b>	

**Fontes:**

Diagnóstico Preliminar do Sistema de Abastecimento de Água, Coleta e Tratamento de Esgoto do Município de Orlandia  
Consultas aos Técnicos do DAE e Visita a Campo

O poço da Gruta está localizado no parque recreativo de mesmo nome, sendo que as águas captadas são aduzidas diretamente por recalque para o Centro de Reservação da ETA. A água captada por esse poço não recebe diretamente hipoclorito de sódio, sendo que sua desinfecção é feita de forma indireta pelo cloro residual existente na água potável produzida pelo sistema de tratamento descrito no item 5.1.1.

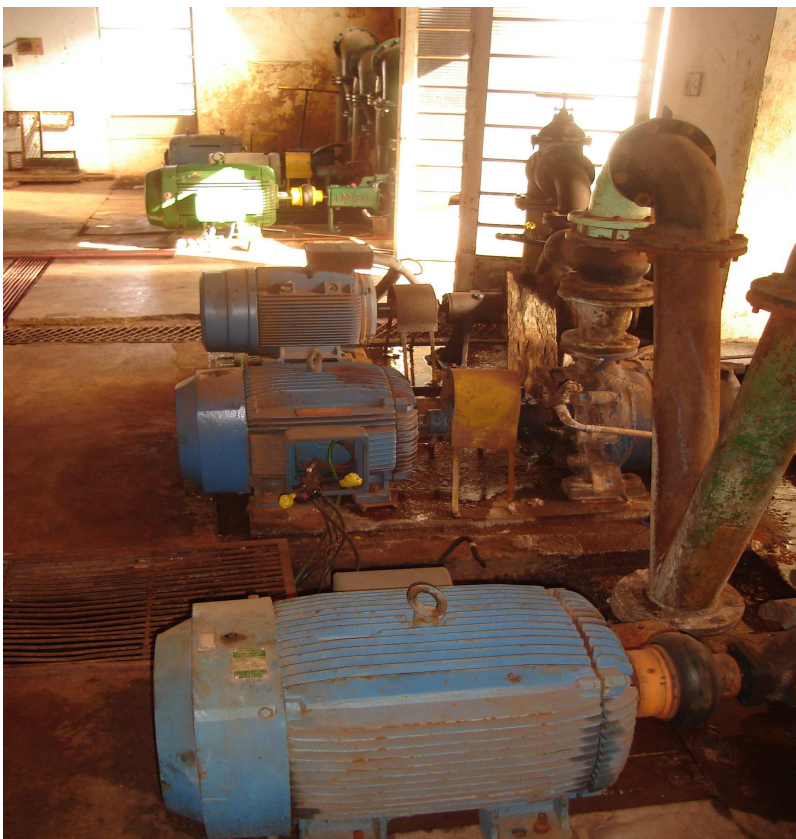


**Ilustração 5.26 - Poço da Gruta**

Os poços 1 e 5, são localizados no mesmo sítio do complexo de recebimento da água bruta captada no córrego do Palmito, sendo que água captada por esses poços é armazenada em um reservatório apoiado de 150 m<sup>3</sup> que serve como poço de sucção para uma estação elevatória que alimenta o Centro de Reserva do Jardim Siena (Zita). No referido reservatório é aplicado hipoclorito de sódio para desinfecção da água captada por esses dois poços.



**Ilustração 5.27 - Poço P1**



**Ilustração 5.28 - Em primeiro plano, vista dos conjuntos motobomba da EEAT do Sistema de Produção dos Poços P1 e P5.**

O poço P2, está localizado no cruzamento do Anel Viário com a Avenida 10, sendo que a água captada é armazenada em um reservatório apoiado de 500 m<sup>3</sup>. A água captada por esse poço é submetida à desinfecção com hipoclorito de sódio aplicado na entrada do referido reservatório. Através de uma estação elevatória, esse centro de produção atende diretamente parte da região central da área urbana (abaixo da rua 1) e o Jardim São Pedro, sendo que a sobra de água após o atendimento dessas regiões é encaminhado, pelo mesmo recalque direto, para o Centro de Reserva da ETA.



**Ilustração 5.29 - Vista geral do Sistema de Produção do Poço P2**



**Ilustração 5.30 Vista geral da EEAT do Sistema de Produção do Poço P2**

Os poços P6, P7, P8, P10 e P11 estão localizados em zona rural na Fazenda Capão do Meio, formando um centro de produção único que abastece um reservatório apoiado de 500 m<sup>3</sup>. A água captada é submetida à desinfecção através da aplicação de hipoclorito de sódio no referido reservatório, que serve como poço de sucção para uma estação elevatória que alimenta o Centro de Reservação José Vieira Brazão.

Finalmente, o poço Parisi, também localizado em zona rural na Fazenda do Marico, possui sistema de aplicação de hipoclorito de sódio junto ao cavalete e alimenta diretamente o Centro de Reservação Parisi. Na linha de recalque desse poço, existe uma derivação que tem a função e alimentar o Centro de Reservação José Vieira Brazão quando os reservatórios do CR Parisi estão cheios.

As características dos reservatórios que recebem direta ou indiretamente as águas captadas pelos poços ora citados, são apresentadas em um quadro resumo ao final deste capítulo.



### **5.1.3. Sistemas de Reservação e Distribuição**

A rede de distribuição de água abrange totalmente área urbana e possui índice de atendimento de praticamente 100 %, sendo formada por cerca de 135.000 m de tubulações predominantemente de fibro-cimento.

Apresenta-se praticamente toda interligada, não havendo uma delimitação física definida de regiões atendidas, que possam configurar, de forma clara, setores de abastecimento.

Entretanto, tendo em vista a existência de sete Centros de Reservação, existe uma divisão aproximada das áreas de abastecimento segundo a localização dos centros de reservação que são apresentados a seguir.

#### **a) Centro de Reservação da ETA**

Esse centro de reservação, localizado na rua 10 em frente ao Estádio Virgílio Ferreira Jorge e à ETA, é formado por 4 reservatórios, todos semi-enterrados, que perfazem um volume de reservação da ordem de 4000 m<sup>3</sup>. É alimentado pela água produzida pela ETA descrita no item 5.1.1, pela água captada pelo Poço da Gruta e pela sobra de água captada pelo poço P2.

A partir dos reservatórios abastece por gravidade parte da área central da cidade e, por recalque, a partir de conjuntos motobomba, existe a adução de água para os centros de reservação do Jardim Boa Vista e da Caixa Torre.



**Ilustração 5.31 - Vista interna do maior reservatório do CR ETA. Destaque para sua cobertura metálica do tipo telhado de duas águas.**



**Ilustração 5.32 - Vista do reservatório semi-enterrado do CR ETA (poço de sucção da EEAT)**



**Ilustração 5.33 - Vista geral da EEAT do CR ETA**

**b) Centro de Reservação Jardim Boa Vista (Retorno)**

O CR do Jardim Boa Vista, localizado no cruzamento da avenida G com a rua 10, possui dois reservatórios apoiados, um com 500 m<sup>3</sup> e outro com 200 m<sup>3</sup>, esses reservatórios recebem a água recalçada do CR ETA e abastecem, por gravidade, o jardim Boa Vista abaixo da Avenida F e os Jardins Benini e dos Servidores.

**c) Centro de Reservação da Caixa Torre**

O CR da Caixa Torre, localizado no cruzamento da avenida 9 com a rua 20, possui quatro reservatórios sendo três apoiados com volume de 500 m<sup>3</sup> e um elevado com volume de 250 m<sup>3</sup>. Esse centro é alimentado por recalque com água proveniente do centro de reservação da ETA descrito no item “a” e abastece a região central a partir da rua 11 e os Jardins Cidade Alta, São João,



Mariotto, Paraíso, Nova Orlandia, Teixeira, Prado, bem como o Distrito Industrial.

Os reservatórios apoiados evidentemente são responsáveis diretos pelo abastecimento das regiões mais baixas da área de atendimento citada no parágrafo anterior, e o reservatório elevado (Caixa Torre) é responsável pelo atendimento das regiões de cota mais elevada. O reservatório elevado é alimentado a partir dos reservatórios apoiados que servem como poço de sucção de uma estação elevatória existente nos limites desse centro de reservação.



**Ilustração 5.34 - Vista geral do CR Caixa Torre com destaque para o reservatório elevado (Caixa Torre)**

d) Centro de Reservação da Vila Bucci

O CR da Vila Bucci, localizado no cruzamento da rua 28 com a avenida 13, possui um reservatório apoiado de 500 m<sup>3</sup> de capacidade, sendo alimentado, por gravidade, a partir do reservatório elevado do CR da Caixa Torre com a água que sobra do atendimentos das regiões que são servidas pela Torre.

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Esse centro de reservação é responsável pelo atendimento dos bairros Jd. São Francisco, Jd. Júlio Bucci e Jd. São João.

### e) Centro de Reservação Jardim Siena (Zita)

O CR do Jardim Siena, localizado próximo ao cruzamento da avenida O com rua 18, possui quatro reservatórios, sendo dois apoiados de 500 m<sup>3</sup> e dois elevados de 100 m<sup>3</sup>. Esse centro de reservação é abastecido a partir dos poços P1 e P5 por dois sistemas de recalque associados em série, o primeiro capta água do reservatório apoiado existente no local onde estão os referidos poços e recalca a água até um reservatório de transição de volume de 200 m<sup>3</sup> localizado na avenida "J" com a rua 12. Esse reservatório de transição, conhecido como Caixa de Transferência da Avenida "J", serve como poço de sucção para um segundo sistema de recalque que alimenta diretamente os reservatórios apoiados e elevados do CR Jd Siena.

O CR do Jardim Siena também recebe a água excedente que abastece a região servida pelo Centro de Reservação José Vieira Brazão descrito posteriormente.

As regiões do Jardim Zita de Oliveira Siena, Mutirão, 1º de Maio, CECAP, Jd. Boa Vista (acima da Av. F) e o Jardim das Flores, são abastecidas por gravidade partir dos reservatórios apoiados e elevados do CR Jardim Siena.



**Ilustração 5.35 - Vista geral do CR Jardim Siena**

f) Centro de Reservação Parisi

O Centro de Reservação Parisi, localizado no cruzamento da avenida Q com a rua 3, possui três reservatórios, sendo um semi-enterrado de 200 m<sup>3</sup>, um apoiado de 80 m<sup>3</sup> e um elevado também com 80 m<sup>3</sup> de capacidade.

A alimentação desse centro de reservação é feita com a água captada pelo poço do Marico, sendo que quando os reservatórios estão cheios, a água passa a ser aduzida para o CR José Vieira Brazão através de uma derivação da linha de recalque principal.

O CR Parisi é responsável pelo abastecimento da região conhecida como Jardim Parisi.



**Ilustração 5.36 - Vista geral do CR Parisi**

**g) Centro de Reservação José Vieira Brazão**

Esse centro de reservação, localizado no cruzamento da avenida Z com a rua 16, possui dois reservatórios, sendo um apoiado de 1000 m<sup>3</sup> e outro de 500 m<sup>3</sup>.

A água captada pelos poços do Sistema de Produção Capão do Meio é aduzida por recalque para esse centro de reservação, sendo sua principal fonte de alimentação. Secundariamente, como citado no item “f”, a sobra de água que é recalçada para o CR Parisi constitui-se na outra fonte de alimentação do CR J. V. Brazão.

Esse centro de reservação é responsável pelo abastecimento do Jardim José Vieira Brazão e do Jardim Sta Rita, sendo que também pode contribuir com a alimentação do CR Jardim Siena com a sobra de água do abastecimento desses dois bairros, conforme citado anteriormente no item “e”.



**Ilustração 5.37 - Vista geral do CR José Vieira Brazão**

A seguir são apresentados quadros resumo com as características dos reservatórios e estações elevatórias citados nos itens anteriores.

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



**Quadro 5.2 Características dos Reservatórios Existentes**

CENTRO DE RESERVAÇÃO	TIPO	GEOMETRIA	MATERIAL	VOLUME (m <sup>3</sup> )
ETA	Semi-enterrado	Retangular	Concreto (cobertura c/telha metálica)	2400
	Semi-enterrado	Retangular	Concreto	700
	Semi-enterrado	Retangular	Concreto	700
	Semi-enterrado	Circular	Concreto	150
<b>Subtotal</b>				<b>3950</b>
Poço P2	Apoiado	Circular	Concreto	500
<b>Subtotal</b>				<b>500</b>
Caixa Torre	Apoiado	Circular	Concreto	500
	Apoiado	Circular	Concreto	500
	Apoiado	Circular	Concreto	500
	Elevado	Circular	Concreto	250
<b>Subtotal</b>				<b>1750</b>
Jardim Boa Vista (Retorno)	Apoiado	Circular	Concreto	500
	Apoiado	Circular	Concreto	200
<b>Subtotal</b>				<b>700</b>
Vila Bucci	Apoiado	Circular	Concreto	500
<b>Subtotal</b>				<b>500</b>
Captação (Poços P1 e P5)	Apoiado	Circular	Concreto	150
<b>Subtotal</b>				<b>150</b>
Jardim Siena (Zita)	Apoiado	Circular	Concreto	750
	Apoiado	Circular	Concreto	500
	Elevado	Circular	Concreto	20
	Elevado	Circular	Concreto	20
<b>Subtotal</b>				<b>1290</b>
Parisi	Semi-enterrado	Circular	Concreto	200
	Apoiado	Circular	Metálico	80
	Elevado	Circular	Concreto	80
<b>Subtotal</b>				<b>360</b>

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



<b>Paio do Meio</b>	<b>Apoiado</b>	<b>Circular</b>	<b>Metálico</b>	<b>500</b>
<b>Subtotal</b>				<b>500</b>
<b>José Vieira Brazão</b>	<b>Apoiado</b>	<b>Circular</b>	<b>Metálico</b>	<b>1000</b>
	<b>Elevado</b>	<b>Circular</b>	<b>Metálico</b>	<b>500</b>
<b>Subtotal</b>				<b>1500</b>
<b>TOTAL</b>				<b>11200</b>

**Fontes:**

Diagnóstico Preliminar do Sistema de Abastecimento de Água, Coleta e Tratamento de Esgoto do Município de Orlandia  
Consultas aos Técnicos do DAE e Visita a Campo

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



**Quadro 5.3 Características das Estações Elevatórias Existentes (Exceto Poços)**

ELEVATÓRIA	CONJUNTOS MOTOBOMBA				FUNÇÃO
	Quant.	Vazão (m³/h)	AMT (mca)	Potência (CV)	
EEAB Captação	1	420	70	150	Recalque de água bruta para a ETA
	1	420	70	200	Reserva
	1	200	70	75	Reserva
EEAT CR ETA	2 (1 + 1 reserva)	500	60	150	Recalque para o CR Caixa Torre
	2 (1 + 1)	66	20	15	Recalque para o CR Jd. Boa Vista
EEAT CR Poço P2	1	90	90	60	Recalque para rede e sobra para CR ETA
	1	-	-	75	Reserva emergencial
EEAT CR Caixa Torre	1	-	-	60	Alimentação do Reservatório Elevado (Torre)
	1	-	-	50	Desativada
EEAT CR Poços P1 e P5	2	108	100	75	Recalque para Caixa de transf. da Av. J
	1	180	60	75	
EEAT Av. J	-	-	-	-	Recalque para CR Jd Siena (Zita)
EEAT Capão do Meio	1	108	100	75	Recalque para CR J.V. Brazão

**Fontes:**

Diagnóstico Preliminar do Sistema de Abastecimento de Água, Coleta e Tratamento de Esgoto do Município de Orlandia  
Consultas aos Técnicos do DAE e Visita a Campo



## **5.2. Sistema de Esgotamento Sanitário**

### **5.2.1. Sistema de Afastamento**

O sistema de esgotamento sanitário que serve à sede de Orlandia atende a praticamente toda a área urbana e de forma integral, ou seja, coleta, afastamento e tratamento.

A conformação topográfica da área urbana do município de Orlandia felizmente favorece ao afastamento de todo o esgoto coletado por escoamento livre através de interceptores implantados nos fundos de vale do córrego do Palmito e do ribeirão dos Agudos até a estação de tratamento de esgoto.

O esgoto coletado na região periférica localizada a noroeste da área urbana à margem esquerda da rodovia Anhanguera (sentido interior), também é afastado por gravidade por um interceptor cujo traçado contorna os limites da área urbana através de outro fundo de vale e encaminha os esgotos diretamente à ETE.

Os interceptores são formados por tubo de concreto com diâmetros na faixa de 1000 a 1500 mm de diâmetro segundo informado pelos técnicos do DAE.

Em anexo é apresentado um desenho com a disposição da rede de afastamento dos esgotos até a ETE.

### **5.2.2. Sistema de Tratamento**

O tratamento dos esgotos é feito através de um sistema baseado no processo de lagoas de estabilização, sendo dois módulos, formados, cada um, por uma lagoa anaeróbia seguida de uma lagoa facultativa secundária, configurando, portanto, a concepção de sistema Australiano.



**Ilustração 5.38 – Imagem de satélite da ETE**

Esse sistema de tratamento possui idade de cerca de 8 a 10 anos.

O esgoto chega por gravidade no sistema de tratamento através dos interceptores descritos no item anterior e sofre tratamento preliminar, em uma estrutura formada por grades médias e duas caixas de areia do tipo convencional de fluxo longitudinal, sendo que a jusante dessa estrutura existe uma calha Parshall para medição de vazão do esgoto afluente e controle de velocidade nos canais e grades.

Na sequência, o esgoto pré-tratado é recalcado para os dois módulos de lagoas através de uma estação elevatória do tipo poço seco, dotada de três conjuntos motobomba do tipo centrífugos auto-escorvantes de eixo horizontal, cada uma com potência de 75 CV. O conjunto motobomba de reserva atualmente não possui painel elétrico de acionamento e controle.



**Ilustração 5.39 - Vista da estrutura de tratamento preliminar composta por grades médias e caixas de areia. Ao fundo, vista da estação elevatória.**



**Ilustração 5.40 - Vista parcial do poço de sucção e dos conjuntos motobomba da EE de esgoto pré-tratado**

O esgoto é recalcado para uma caixa de divisão de fluxo que alimenta o dois módulos de tratamento. Atualmente, um dos módulos está desativado devido a problemas estruturais no maciço de terra que forma a lagoa facultativa.



**Ilustração 5.41 - Caixa divisora de fluxo para os dois módulos de tratamento**

As lagoas anaeróbias de cada módulo possuem dimensões de aproximadamente 100 m de comprimento, 32 m largura na sua base e profundidade útil de cerca de 3,5 m, resultando em um volume útil de cerca de 14.400 m<sup>3</sup> cada unidade.



**Ilustração 5.42 - Vista parcial, no sentido de jusante para montante, da lagoa anaeróbia do módulo em operação.**



**Ilustração 5.43 - Vista da lagoa anaeróbia do módulo atualmente desativado.**

Considerando os dois módulos em operação e as vazões médias de 128 L/s estimada para 2010 e 133 L/s prevista para 2030, conforme apresentado no



Capítulo 4 deste relatório, os tempos de detenção hidráulica resultantes são iguais respectivamente a 2,6 dias para o ano de 2010 e 2,5 dias para a previsão de final de plano no ano de 2030.

Observa-se que tempo de detenção hidráulica da ordem de 2,5 dias é relativamente baixo para um bom desempenho da atividade anaeróbia, o que pode comprometer a eficiência dessa unidade em termos de remoção de carga orgânica, bem como pode agravar a geração de odores ofensivos de potencial ocorrência nesse tipo de unidade de tratamento.

Considerando que atualmente um dos módulos está fora de operação, os tempos de detenção citados no parágrafo anterior são reduzidos pela metade, o que pode comprometer ainda mais o desempenho da etapa primária anaeróbia.

Com relação às lagoas facultativas, cada unidade possui comprimento de cerca de 250 m e largura de 76 m em sua borda, bem como profundidade útil de cerca de 1,8 metros, o que resulta em área no espelho d'água de aproximadamente 1,8 hectares e volume útil de cerca de 31500 m<sup>3</sup>.



**Ilustração 5.44 - Vista parcial, no sentido de montante para jusante, da lagoa facultativa do módulo em operação.**

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Considerando novamente as mesmas vazões médias de 128 L/s estimada para 2010 e 133 L/s prevista para 2030, bem como cargas orgânicas aplicadas ao sistema de tratamento da ordem de 2200 kg DBO<sub>5,20</sub>/dia em 2010 e 2700 kg DBO<sub>5,20</sub>/dia em 2030, oriundas das populações estimadas para esses dois anos e cargas per-capita da ordem de 54 gDBO<sub>5,20</sub>/hab x dia, as duas lagoas facultativas apresentariam as seguintes condições operacionais básicas:

- tempos de detenção hidráulica iguais a 5,6 e 5,5 dias respectivamente para os anos de 2010 e 2030;
- taxas de aplicação superficial iguais a 305 e 375 kg DBO<sub>5,20</sub>/ha x dia, para os anos de 2010 e 2030 e considerando eficiência de remoção de carga orgânica nas lagoas anaeróbias de montante igual a 50 %.

Entretanto, como um módulo de tratamento está atualmente fora de operação, os tempos de detenção hidráulica passam a ser reduzidos pela metade e as taxas de aplicação superficial dobram.

Considerando a condição dos dois módulos em operação, as condições operacionais das lagoas facultativas podem ser consideradas pouco conservadoras já no ano de 2010, principalmente devido às elevadas taxas de aplicação superficial. Tendo em vista a condição atual de apenas um módulo em operação a situação torna-se ainda mais agravada, o que deve comprometer o desempenho dessas unidades na complementação do tratamento primário feito pelas lagoas anaeróbias.

Dessa forma, seria razoável presumir que o rendimento global do sistema de tratamento, considerando a associação em série das lagoas anaeróbias e facultativas deveria estar comprometido tendo em vista as condições operacionais pouco conservadoras que a ETE apresenta atualmente, principalmente levando em conta que um dos módulos está fora de operação.

Entretanto, segundo três laudos de análises da DQO e DBO<sub>5,20</sub> dos esgotos afluentes e efluente tratados do sistema de tratamento, relativos aos meses de setembro e novembro de 2009 e do mês de julho de 2010, a ETE apresenta eficiência global de remoção de DQO na faixa de 64 a 79 %, com valor médio



de 74 % e de remoção de  $DBO_{5,20}$  na faixa de 75 a 84%, com valor médio de 80 %.

Os resultados relativos a esses laudos caracterizam bom desempenho global do sistema de tratamento na remoção de carga orgânica carbonácea, tendo em vista as características e limitações peculiares da concepção de tratamento de esgotos baseada na associação de lagoas de estabilização anaeróbias e facultativas.

Considerando que o ribeirão dos Agudos é atualmente enquadrado na classe 4, a princípio o desempenho do sistema atual atende as condicionantes ambientais básicas, mesmo levando-se em conta que o mesmo opera segundo metade de sua capacidade de tratamento devido ao módulo fora de operação.

Todavia, o atual desempenho segundo os laudos laboratoriais fornecidos pelo DAE de Orlandia deve ser considerado com cautela, pois presume-se que, como de costume, as amostras coletadas devem ter sido instantâneas e, portanto, podem levar a um erro de avaliação do efetivo desempenho do sistema de tratamento, pois enquanto a amostra instantânea do esgoto bruto representa a condição qualitativa do momento da coleta, a amostra do efluente tratado representa uma condição média devido ao efeito de amortecimento das variações de vazões e cargas afluentes tendo em vista as grandes dimensões das lagoas.

Uma melhor condição de avaliação do efetivo desempenho do sistema de tratamento, poderia ser feita tendo como base laudos laboratoriais relativos a amostras compostas, que representem uma condição média diária das características qualitativas dos esgotos brutos afluentes. Portanto, recomenda-se que os próximos programas de caracterização dos esgotos brutos e tratados pela ETE em questão, sejam feitos seguindo a prática de coleta de amostras compostas do esgoto bruto e de amostras instantâneas ou compostas dos efluentes tratados.



## 6. PROPOSTAS PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

### 6.1. Considerações Iniciais

De uma forma geral, o sistema de abastecimento de água apresenta-se em condições de preservação inadequadas, devido à elevada idade de parte de suas unidades, bem como falta de investimentos para a manutenção preventiva e corretiva de peças e equipamentos.

Destaca-se a estação de tratamento de água, cujas condições estruturais de seus prédios e tanques, bem como estado dos equipamentos, se encontram bem deteriorados.

Em termos de disponibilidade de água nos mananciais superficial e subterrâneo, bem como a atual produção de água no sistema produtor da ETA e dos sistemas produtores que extraem água dos aquíferos subterrâneos, observa-se que a atual produção é estimada, a princípio, em torno de 310 L/s (120 L/s produzidos pelo sistema da ETA e 190 L/s produzidos pelos poços) segundo informações dos técnicos do DAE de Orlandia.

Entretanto, para efeito de avaliação, neste estudo é assumida produção de água no entorno de 260 L/s tendo em vista a falta de medições precisas das vazões de água efetivamente captadas. Evidentemente, as vazões de produção atualmente informadas pelo DAE precisam ser confirmadas com a realização de medições mais precisas das vazões afluentes à ETA e extraídas pelos poços.

Considerando a vazão total de produção assumida em cerca de 260 L/s por motivos de segurança, observa-se que as demandas máximas diárias previstas ao longo do horizonte de estudo (variação de 265 a 230 L/s no período de 2010 a 2030), são praticamente atendidas.

Entretanto, observa-se que o córrego do Palmito está sendo super-explorado tendo em vista sua vazão mínima crítica ( $Q_{7,10}$ ) avaliada em cerca de 94 L/s conforme citado anteriormente no item 2.4.1, pois a captação atual de aproximadamente de 120 L/s conforme informado pelos técnicos do DAE, ou



100 L/s considerando o fator de redução adotado neste estudo para fins de avaliação do sistema existente, representa cerca de 100 % da vazão mínima desse corpo hídrico, sendo que é prática atual do DAEE a concessão de outorgas para exploração de mananciais superficiais considerando a captação de no máximo 50% do  $Q_{7,10}$ .

Portanto, a primeira recomendação com relação à exploração do Córrego do Palmito como manancial abastecedor é a redução de sua exploração para um patamar de 50 L/s, que representa cerca de 50% de sua vazão mínima crítica.

Dessa forma, tendo em vista a recomendação de redução da exploração do atual manancial superficial, torna-se necessária a adoção de medidas compensatórias, sendo propostas duas alternativas:

- Alternativa 1:
  - Redução da exploração do córrego do Palmito para  $Q = 50$  L/s;
  - Implantação de nova captação no Ribeirão do Agudo com capacidade para 106 L/s;
  - Intervenções e ampliação da capacidade de produção do atual sistema de tratamento de água para 156 L/s.
  - Manutenção da exploração dos poços existentes, com exceção dos poços do sistema de produção do Capão do Meio, que deverão ser desativados por motivos operacionais, conforme abordado com detalhes posteriormente no item 6.2.
  
- Alternativa 2:
  - Redução da exploração do córrego do Palmito para  $Q = 50$  L/s;
  - Intervenções no atual sistema de tratamento de água, considerando a capacidade de produção de 50 L/s;
  - Manutenção da exploração dos poços existentes, com exceção dos poços do sistema de produção do Capão do Meio, que deverão ser



desativados por motivos operacionais, conforme abordado com detalhes posteriormente no item 6.2.

- o Implantação de três novos poços profundos.

Ambas as alternativas resultam em uma produção de água potável da ordem de 264 L/s para suprir as demandas máximas previstas, sendo que a diferença básica entre as mesmas, reside na exploração de outro manancial superficial (ribeirão do Agudo) ou no aumento da exploração do aquífero Guarani com a perfuração de novos poços profundos, de forma a compensar a redução da exploração do córrego do Palmito.

A seguir são descritas e justificadas as intervenções previstas para os sistemas de produção e distribuição de água, considerando as duas alternativas propostas.

## 6.2. Captações Superficiais e Estação de Tratamento de Água

Como observado anteriormente, a redução da exploração do córrego dos Palmitos, resulta na necessidade de exploração de outras fontes de suprimento de água.

No caso da **Alternativa 1** a proposta é baseada na exploração do ribeirão do Agudo através da implantação de outra estrutura de captação de água bruta superficial, em local praticamente dentro da área urbana e à montante da foz do córrego dos Palmitos.

Essa nova captação deverá ser formada por barragem de nível e canal de tomada que direciona a água captada para uma estação elevatória equipada com bombas centrífugas de eixo horizontal.

A água captada é então aduzida por recalque para o local onde se encontra instalada a estação elevatória que atualmente recalca as águas captadas do córrego dos Palmitos para a ETA existente. Existe, portanto, o aproveitamento parcial da estrutura de alimentação da ETA e sua readequação para a ampliação de sua capacidade de recalque, através da substituição dos



equipamentos existentes ou colocação de mais equipamentos associados em paralelo.

No caso da **Alternativa 2**, é prevista a redução da exploração do córrego do Palmito, sendo que a medida de compensação não é baseada na exploração de outro manancial superficial, mas sim na ampliação da exploração de manancial subterrâneo. Dessa forma, as atuais estruturas de captação superficial e do sistema de recalque para alimentação da ETA, não sofrem nenhuma intervenção para a ampliação de sua capacidade de exploração e recalque de água bruta.

Quanto à ETA, observa-se que embora as condições de conservação de suas instalações civis e de seus equipamentos sejam inadequadas, as dimensões básicas de suas unidades, em linhas gerais são adequadas para o tratamento da vazão atualmente estimada em 120 L/s.

Entretanto, evidentemente são necessárias reformas e intervenções para a correção de detalhes que possam melhorar o desempenho do sistema de tratamento, principalmente na chegada de água bruta para a melhoria das condições de aplicação dos produtos químicos e medição de vazão, na etapa de floculação e distribuição de água floculada para os decantadores e nos próprios decantadores para a melhorar as condições de descarte de lodo.

Além de tais melhorias é fundamental a implantação de um sistema destinado ao tratamento dos efluentes, quais sejam: os lodos descartados dos decantadores e as águas de lavagem dos filtros, pois atualmente os mesmos são descartados na rede de águas pluviais e, conseqüentemente lançados “in natura” no córrego do Palmito, à jusante da captação.

Ainda com relação à ETA, torna-se necessária uma grande reforma da Casa de Química visando a recuperação de suas estruturas e substituição da maioria dos equipamentos de preparo e dosagem de produtos químicos.

Evidentemente, no caso da **Alternativa 1**, que considera a necessidade de ampliação da capacidade hidráulica desse sistema de tratamento de cerca de



100 a 120 L/s para cerca de 156 L/s, a deficiente situação operacional atual passaria a ser ainda mais agravada devido ao aumento das taxas de aplicação superficial nos decantadores e filtros e redução dos tempos de detenção nos floculadores. Já no caso da **Alternativa 2**, as deficiências atualmente apontadas seriam parcialmente amenizadas devido a previsão de redução da capacidade de tratamento de cerca de 100 a 120 L/s para 50 L/s.

Para a correção das atuais deficiências verificadas na estrutura de chegada de água bruta, floculadores e decantadores, bem como a reforma geral na Casa de Química envolvendo a recuperação de suas estruturas civis e substituição dos equipamentos de preparo e dosagem de produtos químicos seria necessário grande período de paralisação do sistema de tratamento, o que certamente comprometeria de forma significativa o fornecimento de água potável para a comunidade.

Dessa forma, são previstos novos módulos de tratamento de água e novo prédio para o abrigo dos sistemas de preparo e dosagem dos produtos químicos, ambos a serem implantados nos espaços livres disponíveis para a ampliação do atual sistema de tratamento. Adotando-se esse conceito de implantação de novas unidades ao invés de recuperar as instalações existentes, será possível manter a operação da ETA segundo suas condições atuais durante todo o período de realização das obras de intervenção, garantindo, portanto, o atendimento das demandas da comunidade ao longo de realização das obras de intervenção previstas.

Para ambas as alternativas propostas, a nova estrutura de chegada de água bruta será formada por um canal de concreto armado onde será instalada uma calha Parshall destinada à medição de vazão de alimentação da ETA e mistura rápida para etapa de coagulação. O sulfato de alumínio será aplicado imediatamente à montante do ressalto hidráulico formado na garganta da calha Parshall e a barrilha será aplicada exatamente no ponto de chegada da água bruta, de forma a proporcionar o prévio ajuste de pH antes da aplicação do coagulante.



Com relação aos novos módulos de tratamento de água, adota-se o conceito de estação compacta construída com chapas de aço estruturadas, formada por dois módulos de tratamento associados em paralelo. Cada módulo possui quatro câmaras de floculação associadas em série, equipadas com floculadores mecânicos do tipo turbina de fluxo axial, e um decantador lamelar de alta taxa.

No floculador é prevista a instalação de floculadores mecânicos com ajuste de rotação das turbinas, de forma a proporcionar o estabelecimento de gradientes de velocidade decrescentes em cada câmara de floculação. Também é prevista a aplicação de polímero auxiliar de floculação para compensar eventual deficiência na formação de flocos com boas características de sedimentação na etapa subsequente de decantação, sendo que o uso de polímero será facultativo dependendo da efetiva necessidade de seu uso, à critério da operação.

O decantador é dotado de poços de lodo de formato tronco-piramidal para facilitar a concentração do lodo sedimentado em sua base, sendo que o descarte de lodo será por carga hidráulica através do acionamento de válvulas de fundo instaladas na base de cada poço.

Comum aos dois módulos de tratamento são previstos cinco filtros rápidos de fluxo descendente, com meio filtrante misto formado por areia e antracito. A base dos filtros será formada por difusores do tipo crepinas, próprios para a lavagem com ar e água, sendo, portanto, prevista a lavagem a contra-corrente com ar, fornecido por sopradores, e água tratada. No caso da Alternativa 1, a lavagem com água será feita por recalque direto, através de conjuntos motobomba a serem instalados ao lado do reservatório existente no CR ETA que atualmente serve de poço de sucção para a estação elevatória que alimenta o CR Caixa Torre.

No caso da Alternativa 2, a lavagem será feita pela mesma instalação atual, ou seja, por gravidade através do reservatório existente na cobertura da atual Casa de Química.

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Em anexo são apresentados desenhos de planta e corte longitudinal típicos do módulo de tratamento compacto proposto para as duas alternativas.

Atualmente a ETA não dispõe de câmara de contato destinada ao condicionamento final da água filtrada produzida nos módulos de tratamento. Portanto, é prevista a implantação de um tanque de concreto semi-apoiado no terreno e dotado de chicanas horizontais para garantir efetivo tempo de contato de 30 minutos considerando a capacidade de tratamento de 156 L/s no caso da Alternativa 1 ou 50 L/s no caso da Alternativa 2.

Com relação à Casa de Química, é prevista a implantação de novos sistemas de preparo e dosagem a serem abrigados em um novo prédio, de forma a manter a operação dos atuais sistemas de produtos químicos durante a realização das obras.

Com relação ao coagulante, será mantido o emprego do sulfato de alumínio fornecido segundo solução concentrada, sendo que os atuais tanques estacionários que estão sendo implantados serão mantidos. A alteração prevista reside na dispensa da atual diluição da solução comercial feita no segundo pavimento da Casa de Química, bem como a instalação de bombas dosadoras de precisão, do tipo diafragma ou deslocamento positivo helicoidal, a serem instaladas no novo prédio ou ao lado dos tanques de armazenamento da solução comercial. A diluição do produto comercial antes de sua aplicação poderá ser feita em linha, ou seja, através da mistura com água tratada na tubulação de veiculação do produto até o ponto de dosagem.

Com relação ao alcalinizante é proposta a substituição da atual cal hidratada, cuja suspensão é preparada no segundo pavimento da Casa de Química e aplicada através de dosadores de gravidade do tipo canecas, por barrilha, cujos novos sistemas de preparo e aplicação serão instalados no novo prédio previsto. A substituição da cal hidratada pela barrilha é justificada para melhorar as condições operacionais da ETA de forma a minimizar os problemas relacionados com a incrustação de tubulações e equipamentos devido à sedimentação de impurezas e hidróxidos de cálcio. Além disso, o uso da barrilha permite o emprego de bombas dosadoras similares às previstas

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



para o coagulante, possibilitando a padronização dos equipamentos de dosagem e maior facilidade para uma futura automação do sistema de tratamento de água.

O preparo da solução de barrilha será feito em tanques de diluição e misturadores mecânicos similares aos usados atualmente; a dosagem será feitas através de bombas do tipo diafragma ou deslocamento positivo helicoidal como citado anteriormente. À exemplo do que ocorre atualmente, é previsto o emprego do alcalinizante para a correção inicial do pH de coagulação e para a correção final do pH da água filtrada de forma a torná-la potável.

Existe também a possibilidade de emprego de outro produto químico como agente alcalinizante, a cal hidratada fornecida no estado líquido em emulsão. Esse produto é relativamente novo no mercado brasileiro, mas já tem apresentado bons resultados práticos em estações de tratamento de grande porte operadas pela SABESP na Região Metropolitana do Estado de São Paulo, sendo que sua adoção em Orlandia pode ser avaliada com mais detalhes através da realização de futuros estudos específicos.

A vantagem do uso da cal em emulsão em relação à cal hidrata, a princípio parece ser bastante significativa, devido a evitar os problemas de incrustação nas tubulações e equipamentos de dosagem e dispensar os procedimentos e inconvenientes de manuseio do produto em pó para o preparo da suspensão de leite de cal. Em comparação com a barrilha, a vantagem também é significativa, pois embora a solução de barrilha não cause os problemas de incrustação, ainda existe a necessidade do problemático manuseio do produto fornecido em pó. O uso da cal em emulsão possibilita a adoção de tanques estacionários para seu armazenamento, bem como a dosagem direta do produto concentrado comercial prevendo apenas diluição em linha, tal como proposto para o sulfato de alumínio.

Com relação ao uso de polímero auxiliar de floculação, embora atualmente não seja praticado na ETA em questão, é proposta a implantação de um sistema de preparo e dosagem que poderá ser usado nos momentos em que a água bruta captada ofereça maior dificuldade para a coagulação e floculação. Seu uso



também poderá ser justificado, mesmo em situações de operação normal, mas que seja comprovado, através da realização de ensaios de tratabilidade em escala de laboratório, que a adição de polímero possibilite redução da dosagem de coagulantes e alcalinizantes, resultando, portanto, em economia operacional do sistema de tratamento. O sistema de polímero proposto deverá ser formado por equipamentos de preparo automático de solução, próprios para o processamento de polímero em pó e bombas dosadoras do tipo diafragma ou deslocamento positivo helicoidal similares às previstas para o coagulante e alcalinizante. Todos os equipamentos serão abrigados no novo prédio previsto em substituição da Casa de Química atual.

O uso do hipoclorito de sódio para a pré-oxidação da água bruta captada e desinfecção final da água filtrada produzida deverá ser mantido. A pré-oxidação deverá continuar a ser feita no atual complexo que recebe a água bruta captada e alimenta a ETA. A desinfecção da água filtrada também deverá continuar a ser feita na ETA, com o armazenamento da solução concentrada de hipoclorito no tanque estacionário existente e a aplicação direta do produto comercial no início da nova câmara de contato, através de novas bombas dosadoras do tipo diafragma ou deslocamento positivo helicoidal a serem abrigadas no novo prédio da casa de química ou ao lado do tanque estacionário existente.

Finalmente, a fluoretação da água para o cumprimento integral do padrão de potabilidade, deverá ser novamente praticada na ETA com o emprego de solução concentrada de ácido fluossilícico. Essa solução, a ser fornecida a granel, deverá ser armazenada em tanque estacionário e aplicada na porção final da câmara de contato através de bombas dosadoras de precisão, eletromagnéticas do tipo diafragma.

Com relação ao tratamento dos efluentes gerados na ETA, como citado anteriormente, não existe tratamento de efluentes, os lodos descartados dos decantadores e as águas de lavagem dos filtros são lançados “in natura” na rede de drenagem pluvial e, de forma indireta, no córrego dos Palmitos à jusante da captação.



Portanto, para as duas alternativas propostas é prevista a implantação de sistema de tratamento de efluentes que reúne as linhas de lodo dos decantadores e águas de lavagem dos filtros, de acordo com a seguinte concepção básica:

- Implantação de tanque de homogeneização dos efluentes com misturadores mecânicos e regularização dos descartes intermitentes através da drenagem desse tanque mediante fluxo contínuo proporcionado por motobombas submersíveis.
- Implantação de tanque de clarificação dos efluentes e adensamento do lodo. Esse tanque deverá receber os efluentes regularizados citados no item anterior, proporcionando sua clarificação, bem como o adensamento, por gravidade, dos lodos sedimentados.
- O efluente clarificado será retornado ao início do processo de tratamento, resultando em redução do índice de perdas de água na ETA e economia energética nos sistemas de captação.
- Os lodos adensados serão submetidos a desaguamento mecanizado para a redução do volume de material a ser transportado ao local de disposição final, bem como melhoria de suas condições de manuseio.
- Tanto para a clarificação do efluente e adensamento de lodo, como para o desaguamento mecanizado do lodo adensado, é prevista a aplicação de polímero através de sistema de preparo e dosagem de solução similar ao previsto para a floculação.

Para o armazenamento dos efluentes descartados e do lodo adensado, não é prevista a construção de novos tanques, mas sim o aproveitamento dos decantadores atuais, que poderão ser adaptados com simples reformas a serem feitas após a implantação dos novos módulos de tratamento e desativação dos módulos de tratamento atuais.



Da mesma forma, o sistema de desaguamento de lodo através de equipamentos mecânicos deverá ser implantado no atual prédio da Casa de Química, com a adaptação de sua arquitetura através de reformas.

Todas as propostas de intervenções e ampliações propostas para a ETA são similares para ambas as alternativas propostas, havendo diferenças somente quanto ao dimensionamento de cada unidade ou etapa do processo de tratamento, em função das diferentes capacidades nominais de tratamento definida definidas para cada alternativa, ou seja: 156 L/s no caso da Alternativa 1 ou 50 L/s no caso da Alternativa 2. Em anexo são apresentadas memórias de cálculo do pré-dimensionamento de cada alternativa proposta para a ETA.

A única diferença que merece destaque é a previsão, no caso da Alternativa 1, de desapropriação de um imóvel contíguo aos limites atuais do sistema de tratamento, pois as maiores dimensões das unidades previstas, principalmente dos módulos de produção e da câmara de contato, demandam maior área para implantação.

A seguir é apresentado um fluxograma simplificado que ilustra as melhorias e ampliações propostas para a ETA existente e, em anexo, são apresentadas ilustrações com o lay-out proposto em cada alternativa.

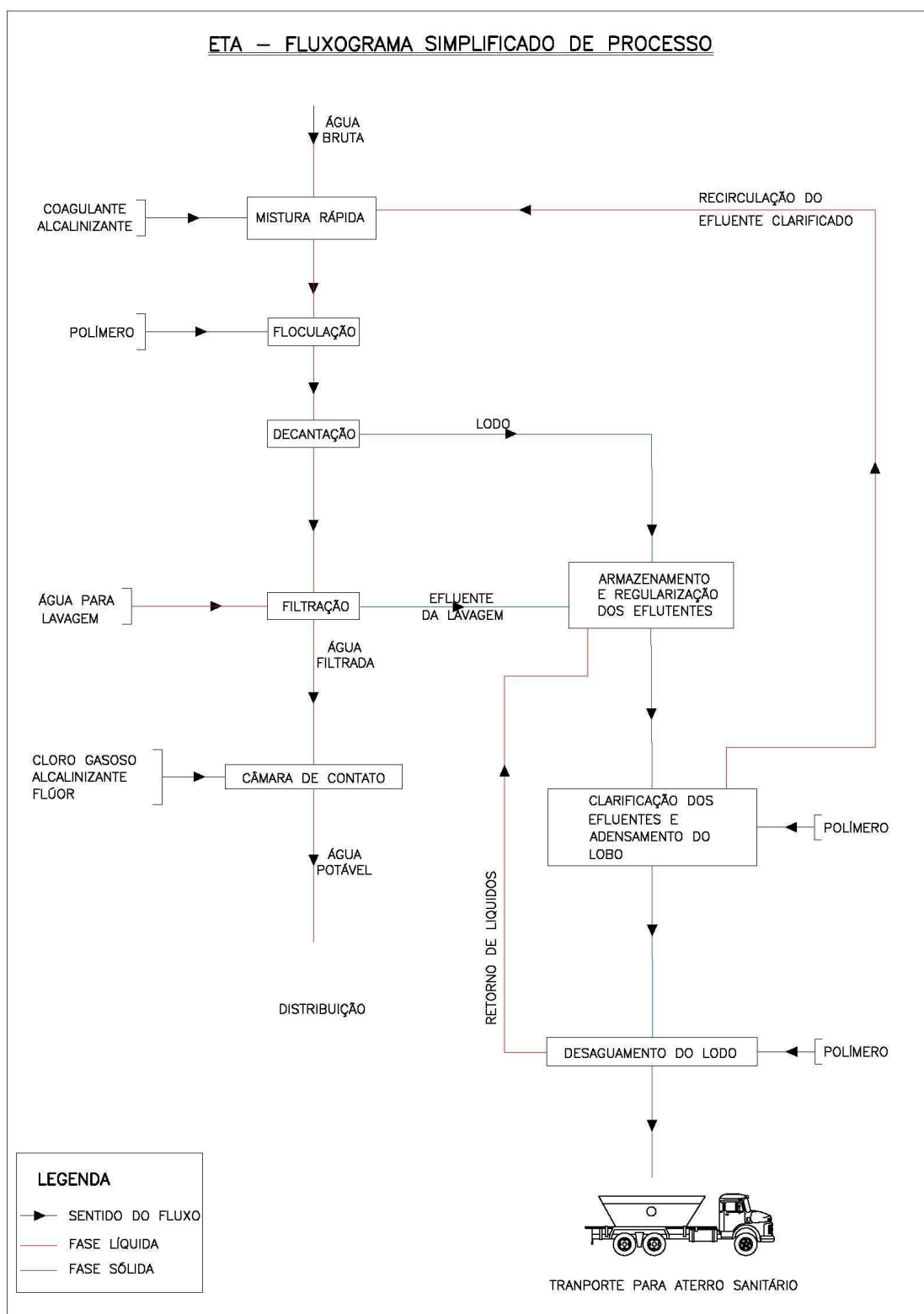


Ilustração 6.1 – Fluxograma Simplificado das Propostas de Intervenções e Ampliações na ETA



### **6.3. Poços Profundos**

Para ambas as alternativas propostas é prevista a desativação dos poços P6, P7, P8, P10 e P11 do sistema de Produção Capão do Meio, com capacidade individuais na faixa de 15 a 30 m<sup>3</sup>/h e que somam a capacidade atual de produção de cerca de 130 m<sup>3</sup>/h ou 36 L/s. A desativação proposta é justificada pela baixa produtividade desse conjunto de poços que pode ser em parte devida à má distribuição geográfica dos mesmos, pois estão muito próximos uns dos outros. Outro fator que levou à proposta de desativação desses poços é a maior dificuldade de manutenção e operação de vários poços distantes da área urbana, o que demanda o deslocamento e permanência de pessoal do DAE em tempo integral nesse complexo de produção de água.

De forma a compensar a desativação desses poços, bem como atender as novas demandas previstas, no caso da alternativa 2 é prevista a implantação de 3 poços profundos, cada um com capacidade de cerca de 42 L/s ou cerca de 150 m<sup>3</sup>/h.

Conforme pode ser observado na ilustração intitulada “Proposta de Adução Alternativa 2” apresentada em anexo, a localização preliminar dos três novos propostos é distribuída racionalmente na área de estudo, de forma otimizar o sistema de adução existente e aliviar seus custos de ampliação.

### **6.4. Sistema de Adução, Reservação e Distribuição**

#### **6.4.1 – Considerações iniciais**

Conforme descrito em itens anteriores deste relatório observa-se que o total de cerca de 11.200 m<sup>3</sup> em termos de reservação disponível, atende com folga a máxima demanda global prevista em termos de reservação, mesmo para a condição de saturação da área de estudo, que pode ser avaliada em cerca de 8.477 m<sup>3</sup> considerando o critério de avaliação usualmente adotado de 1/3 do volume máximo diário de consumo de água ( $25.430 / 3 = 8.477$ ).

Com base nestes valores e na condição geográfica em termos de variação altimétrica, foi estudada uma proposição de setorização da distribuição visando



proporcionar maiores condições para o efetivo controle da distribuição de água em toda a cidade. Esta setorização é a base para um efetivo controle de perdas, pois permite a implantação das seguintes ações:

- Controle de pressões máximas, limitada a 50 mca;
- Implementação dos sub-setores, também denominados de zonas de medição e controle, visando compatibilizar as medições em grande escala (macro-medidores) com a micromedição;
- Maior racionalidade na distribuição da água desde os centros produtores (ETA ou poços) aos centros de reservação.

## **6.4.2 – Setorização Proposta**

O sistema de abastecimento de água de Orlandia conta, atualmente, com cerca de nove sistemas ou unidades de reservação, incluídas nesta quantidade alguns dos reservatórios interligados a poços profundos.

Com base nas condições geográficas, conforme já explicitado, foram propostos seis setores de abastecimento e seus respectivos centros de reservação:

- Centro de reservação da ETA – responsável pelo atendido da área ao redor das margens do córrego do Palmito e do Ribeirão do Agudo. Este setor conta com 3.950 m<sup>3</sup> de reservação;
- Centro de reservação Caixa da Torre – responsável pelo atendimento da maior parte da área central da cidade, conta com duas zonas de pressão, as zonas Alta e Baixa. Este setor tem aproximadamente 1.750 m<sup>3</sup> de reservação;
- Centro de reservação da Vila Bucci – responsável pelo atendimento de parte de uma área situada à esquerda da via Anhanguera (sentido interior), aproveita um reservatório apoiado metálico existente (500 m<sup>3</sup>);
- Centro de reservação Jardim Siena Zita – responsável pelo atendimento da maior parte da área situada à margem esquerda do córrego dos

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Palmitos e conta com duas zonas de pressão (alta e baixa). Este centro de reservação tem 1290 m<sup>3</sup> de capacidade total.

- Centro de reservação José Vieira Brasão – é responsável pelo atendimento de parte da área de expansão da cidade situada nas proximidades do centro de reservação Jardim Siena Zita. Conta com 1500 m<sup>3</sup> de capacidade total.
- Centro de reservação Jardim Parisi – abrange três pequenos bairros e conta com capacidade total de 360 m<sup>3</sup> de reservação.

A delimitação física dos setores de abastecimento propostos (incluindo as zonas piezométricas) está apresentado em desenho anexo.

Os quadros apresentados na sequência contém as populações e vazões previstas, ao longo do período de projeto para cada setor de abastecimento de água proposto.

<b>Setor Parisi</b>							
		<b>2,010</b>	<b>2,015</b>	<b>2,020</b>	<b>2,025</b>	<b>2,030</b>	<b>Saturação</b>
<b>População</b>	<b>(hab)</b>	1,688	1,936	2,031	2,121	2,207	2,773
<b>Qmédia</b>	<b>(L/s)</b>	9.77	8.62	8.39	8.52	8.87	11.14
<b>Qmáx Diária</b>	<b>(L/s)</b>	10.94	9.74	9.57	9.75	10.15	12.75
<b>Qmáx Horária</b>	<b>(L/s)</b>	14.46	13.10	13.09	13.43	13.98	17.56

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



## José Viera Brasão

		2,010	2,015	2,020	2,025	2,030	Saturação
<b>População</b>	<b>(hab)</b>	4,659	5,032	5,521	5,989	6,438	9,384
<b>Qmédia</b>	<b>(L/s)</b>	26.96	22.40	22.82	24.07	25.87	37.71
<b>Qmáx Diária</b>	<b>(L/s)</b>	30.20	25.31	26.02	27.54	29.60	43.14
<b>Qmáx Horária</b>	<b>(L/s)</b>	39.90	34.05	35.60	37.93	40.78	59.43

## Jd. Siena-Zona Alta

		2,010	2,015	2,020	2,025	2,030	Saturação
<b>População</b>	<b>(hab)</b>	2,390	2,576	3,201	3,799	4,372	8,133
<b>Qmédia</b>	<b>(L/s)</b>	43.51	33.90	32.83	33.17	34.37	42.24
<b>Qmáx Diária</b>	<b>(L/s)</b>	48.73	38.31	37.42	37.94	39.32	48.33
<b>Qmáx Horária</b>	<b>(L/s)</b>	64.39	51.53	51.21	52.27	54.16	66.58

## ETA

		2,010	2,015	2,020	2,025	2,030	Saturação
<b>População</b>	<b>(hab)</b>	12,252	12,814	13,238	13,645	14,034	16,591
<b>Qmédia</b>	<b>(L/s)</b>	70.90	57.04	54.72	54.84	56.40	66.68
<b>Qmáx Diária</b>	<b>(L/s)</b>	79.41	64.46	62.38	62.73	64.52	76.28
<b>Qmáx Horária</b>	<b>(L/s)</b>	104.94	86.70	85.37	86.42	88.89	105.08



**Caixa da Torre-Zona Baixa**

		<b>2,010</b>	<b>2,015</b>	<b>2,020</b>	<b>2,025</b>	<b>2,030</b>	<b>Saturação</b>
<b>População</b>	<b>(hab)</b>	6,343	6,857	7,052	7,239	7,417	8,590
<b>Qmédia</b>	<b>(L/s)</b>	36.71	30.53	29.15	29.09	29.81	34.52
<b>Qmáx Diária</b>	<b>(L/s)</b>	41.11	34.49	33.23	33.28	34.10	39.49
<b>Qmáx Horária</b>	<b>(L/s)</b>	54.33	46.40	45.48	45.85	46.98	54.41

**Caixa da Torre-Zona Alta**

		<b>2,010</b>	<b>2,015</b>	<b>2,020</b>	<b>2,025</b>	<b>2,030</b>	<b>Saturação</b>
<b>População</b>	<b>(hab)</b>	3,454	3,715	3,814	3,909	4,000	4,596
<b>Qmédia</b>	<b>(L/s)</b>	19.99	16.54	15.77	15.71	16.07	18.47
<b>Qmáx Diária</b>	<b>(L/s)</b>	22.38	18.69	17.97	17.97	18.39	21.13
<b>Qmáx Horária</b>	<b>(L/s)</b>	29.58	25.14	24.59	24.76	25.33	29.11

**Vila Bucci-Zona Baixa**

		<b>2,010</b>	<b>2,015</b>	<b>2,020</b>	<b>2,025</b>	<b>2,030</b>	<b>Saturação</b>
<b>População</b>	<b>(hab)</b>	2,504	2,719	2,801	2,879	2,954	3,446
<b>Qmédia</b>	<b>(L/s)</b>	14.49	12.11	11.58	11.57	11.87	13.85
<b>Qmáx Diária</b>	<b>(L/s)</b>	16.23	13.68	13.20	13.24	13.58	15.84
<b>Qmáx Horária</b>	<b>(L/s)</b>	21.44	18.40	18.06	18.24	18.71	21.83



**Jd. Siena-Zona Baixa**

		<b>2,010</b>	<b>2,015</b>	<b>2,020</b>	<b>2,025</b>	<b>2,030</b>	<b>Saturação</b>
<b>População</b>	<b>(hab)</b>	7,518	7,616	7,941	8,253	8,552	10,512
<b>Qmédia</b>	<b>(L/s)</b>	43.51	33.90	32.83	33.17	34.37	42.24
<b>Qmáx Diária</b>	<b>(L/s)</b>	48.73	38.31	37.42	37.94	39.32	48.33
<b>Qmáx Horária</b>	<b>(L/s)</b>	64.39	51.53	51.21	52.27	54.16	66.58

A adução de água tratada para cada setor de abastecimento proposto depende da localização da fonte de abastecimento, que varia de acordo com as alternativas de produção de água descritas em itens anteriores. Desta forma, tem-se, para este item (adução de água tratada) duas alternativas estudadas.

Estas alternativas (alternativas 1 e 2) estão representadas em dois desenhos, em anexo. Nestes são apresentadas as características principais das linhas de adução (existentes e propostas) e dos sistemas de bombeamento (existentes a serem readequados e novos propostos).

Em termos de produção de água e centralização desta produção para efeito de adução aos setores foram propostas as seguintes intervenções, de acordo com as alternativas de produção. Para o sistema de poços, considerou-se a implantação de reservação junto ou nas proximidades dos poços (existentes ou novos) para permitir a sua operação durante período máximo de 20 horas por dia.

Para a alternativa 1 a situação final proposta é a seguinte:

- A água captada nas captações superficiais (córrego dos Palmitos e ribeirão do Agudo) deve ser encaminhada à ETA;
- A água proveniente do poço da Gruta e do poço P-2 são também encaminhadas ao centro de reservação da ETA;

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



- A água proveniente dos poços P1 e P5 são encaminhadas ao centro de reservação do Jardim Siena Zita
- A água do poço Marico é encaminhada aos centros de reservação José Vieira Brasão e Parisi

Na alternativa 2 ocorre a seguinte situação:

- A água captada no córrego dos Palmitos, mais a dos poços: da Gruta, P2, parte dos poços P1 e P5 e a do poço proposto 3 são encaminhadas ao centro de reservação da ETA;
- A outra parcela da água captada nos poços P1 e P5, mais o poço proposto 2 são encaminhadas ao centro de reservação Jardim Siena Zita
- A água captada no poço Marico continua abastecendo o reservatório Parisi mais o centro de reservação José Vieira Brasão;
- O poço proposto 1 deverá abastecer o centro de reservação José Vieira Brasão, sendo parte desta água posteriormente encaminhada ao centro de reservação Jardim Siena Zita.

Para a implantação da setorização ainda é necessário implantar os sistemas de distribuição principais, que são as tubulações de maior porte encarregadas de alimentar a rede de distribuição (diâmetros iguais ou superiores a 150 mm). Para cada alternativa (1 e 2) foram predimensionadas estas tubulações de maior porte e respectivas elevatórias, sendo seu resultado apresentado nos respectivos desenhos. Em Orlandia praticamente não existe rede principal de distribuição sendo necessária a sua implantação nos setores propostos. Para esta ação foi considerado um custo por habitante, em função da experiência dos técnicos responsáveis por este estudo em trabalhos similares.

Finalmente, é importante observar que a rede de distribuição atual é formada, predominantemente, por tubos de fibro-cimento, sendo que esse material, embora muito usado no passado para essa finalidade, a muito tempo não é mais usado devido a riscos de toxicidade por parte do pessoal que o manuseia nas atividades de manutenção. Atualmente o DAE de Orlandia pratica a



substituição gradual desses tubos por equivalentes em PVC, quando dos eventos de manutenção da rede de distribuição. Estima-se a necessidade de substituição de aproximadamente 85 km de redes secundárias de distribuição (diâmetros entre 50 e 100 mm).

## **6.5. Estudo Econômico Comparativo das Alternativas Propostas**

### **6.5.1. Considerações Iniciais**

Nem sempre, a alternativa de menor custo de implantação é necessariamente a de melhor desempenho financeiro, pois é necessário considerar os impactos dos custos operacionais no montante total dos investimentos.

Portanto, a presente avaliação econômica comparativa considera os custos de implantação e os custos operacionais em conjunto, sendo que para somá-los de forma coerente torna-se necessário convertê-los a uma mesma base temporal.

Os custos de implantação são pontuais, incidindo no início do horizonte de estudo. Já os custos operacionais ocorrem de forma constante e distribuída ao longo dos anos do horizonte de estudo.

A soma dessas duas parcelas é feita convertendo-os a valor presente, considerando o horizonte de estudo de 20 anos e uma determinada taxa de juros, que represente remuneração financeira dos montantes a serem aplicados.

O resultado dessa conversão é o custo global a valor presente, que é o valor mais representativo, pois destaca a alternativa que realmente apresenta o melhor resultado econômico em termos de investimentos para as intervenções propostas para a melhoria e ampliação do Sistema de Abastecimento de Água.

Em anexo são apresentadas planilhas de quantitativos e custos estimados para cada alternativa proposta.



## **6.5.2. Custos de Implantação**

Com base no pré-dimensionamento das unidades previstas em cada alternativa proposta, os custos de implantação foram avaliados de forma estimativa considerando curvas de custos relacionadas à capacidade produtiva dos poços; capacidade dos reservatórios; potência das estações elevatórias, bem como extensão, material e diâmetro das adutoras.

Já no caso da ETA existente que explora o Córrego do Palmito, os custos de implantação das intervenções e ampliações propostas foram baseados em custos unitários de construção civil originários de planilhas de preços mais atuais da SABESP, bem como a experiência da equipe que participa da elaboração deste Plano Diretor. Com relação aos equipamentos, foram feitas cotações estimativas dos custos de aquisição dos principais equipamentos, através de consultas a fornecedores existentes no mercado nacional.

Tendo em vista não haverem informações mais detalhadas sobre as características geotécnicas do local da ETA existente, por medida de segurança foi adotada a concepção de fundações baseada em estacas. Da mesma forma, tendo em vista o caráter estimativo de levantamento dos custos de implantação por tratar-se de um Plano Diretor, aos custos de obras civis foi acrescentada uma parcela adicional de 10 %, relativa a custos eventuais.

Ao final deste capítulo, no quadro 6.2 e na ilustração 6.2, são apresentados os custos de implantação, estimados para cada alternativa proposta.

## **6.5.3. Custos Operacionais**

Os custos operacionais foram avaliados tendo como base os itens de consumo de energia elétrica, fornecimento de produtos químicos, custo de transporte e disposição final do lodo e custos relativos à manutenção e depreciação dos equipamentos instalados.

### **a) Energia Elétrica**

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



A avaliação do consumo de energia elétrica foi baseada no pré-dimensionamento das potências dos principais equipamentos adotados, bem como seu padrão de operação, de maneira a possibilitar a estimativa de custos mensais de consumo e de demanda de energia elétrica, tendo como base as tarifas da CPFL com base no critério de contrato de hora sazonal AZUL, tal como listado a seguir:

- Consumo de ponta época seca: R\$ 0,24866 / kwh;
- Consumo de ponta época úmida: R\$ 0,22593 / kwh;
- Consumo fora de ponta época seca: R\$ 0,15916 / kwh;
- Consumo fora de ponta época úmida: R\$ 0,14597 / kwh;
- Demanda de ponta (época seca e úmida): R\$ 27,79 / kw;
- Demanda fora de ponta (época seca e úmida): R\$ 6,36 / kw.

Considerando que dentro de um período de 24 horas, 3 horas são relativas ao período de pico de consumo e 21 horas são relativas ao período fora de pico, bem como que o período seco anual equivale a sete meses e o período úmido equivale a cinco meses, foram definidas tarifas de consumo e demanda médias através da aplicação do conceito de média ponderada considerando as tarifas citadas anteriormente os respectivos períodos de incidência das mesmas, resultando nos seguintes valores:

- Tarifa média consumo: R\$ 0,1644 / kwh;
- Tarifa média demanda: R\$ 9,04 / kw.

Essas tarifas médias foram aplicadas aos consumos definidos para cada alternativa.

### **b) Produtos Químicos**



Com relação aos produtos químicos, os custos foram determinados com base na estimativa de consumo dos produtos empregados na ETA, bem como nos poços existente e a serem perfurados.

Adicionalmente, foi considerado o consumo de polímeros para auxiliar a floculação, bem como o adensamento e desaguamento dos lodos em excesso, pois para cada alternativa de intervenção e ampliação prevista para a ETA existente, está sendo prevista a implantação de sistema de tratamento dos efluentes gerados.

Os custos unitários para o fornecimento desses produtos foram definidos com base em cotações estimativas junto aos fornecedores existentes no mercado nacional.

### **c) Transporte e Disposição Final dos Resíduos Sólidos Gerados no Sistema de Tratamento**

Com relação aos custos operacionais relativos ao transporte e disposição final dos lodos descartados da ETA existente, foram estimadas quantidades de lodo baseadas no pré-dimensionamento de cada alternativa avaliada.

As quantidades estimadas tem como base o emprego de formulação teórica que considera a dosagem de produtos químicos e a turbidez da água bruta captada, sendo que para a definição de dosagens e turbidez foi considerado um padrão médio anual de qualidade da água bruta de forma a não distorcer os custos operacionais devido aos picos de geração de lodo relativos aos períodos críticos. Estes últimos foram adotados apenas para o pré-dimensionamento do sistema de tratamento dos efluentes e desaguamento dos lodos.

### **d) Manutenção e Depreciação dos Equipamentos Instalados**

Tem em vista que todas as alternativas consideram a implantação de equipamentos, a manutenção regular desses equipamentos e sua depreciação ao longo de seu tempo de vida útil, são considerados no presente estudo.

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Adota-se como critério estimativo valores baseados em um custo anual de 3% do valor de aquisição desses equipamentos.

Os custos operacionais, são variáveis ao longo do horizonte de estudo em função das variações de demandas, conforme apresentado anteriormente no quadro 4.5.

A seguir é apresentado quadro comparativo com valores anuais máximos (relativos ao ano de 2011) e mínimos (relativos ao ano de 2020) estimados para cada alternativa proposta, bem como ilustração comparativa dos custos operacionais máximos relativos ao ano de 2011.

Quadro 6.1 – Resumo Comparativo dos Custos Operacionais

ITEM	VARIÇÃO DOS CUSTOS (R\$/ano)			
	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Máximo (2011)	Mínimo (2020)	Máximo (2011)	Mínimo (2020)
Energia Elétrica	604.714,34	525.824,04	780.754,70	659.986,19
Produtos Químicos	944.763,06	769.200,88	458.717,61	374.862,12
Transporte e Disposição de lodo	508.777,74	414.197,26	163.069,79	133.717,23
Manutenção e Depreciação dos Equipamentos	140.000,00	140.000,00	80.000,00	80.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>2.198.255,14</b>	<b>1.849.222,18</b>	<b>1.482.542,10</b>	<b>1.248.565,54</b>

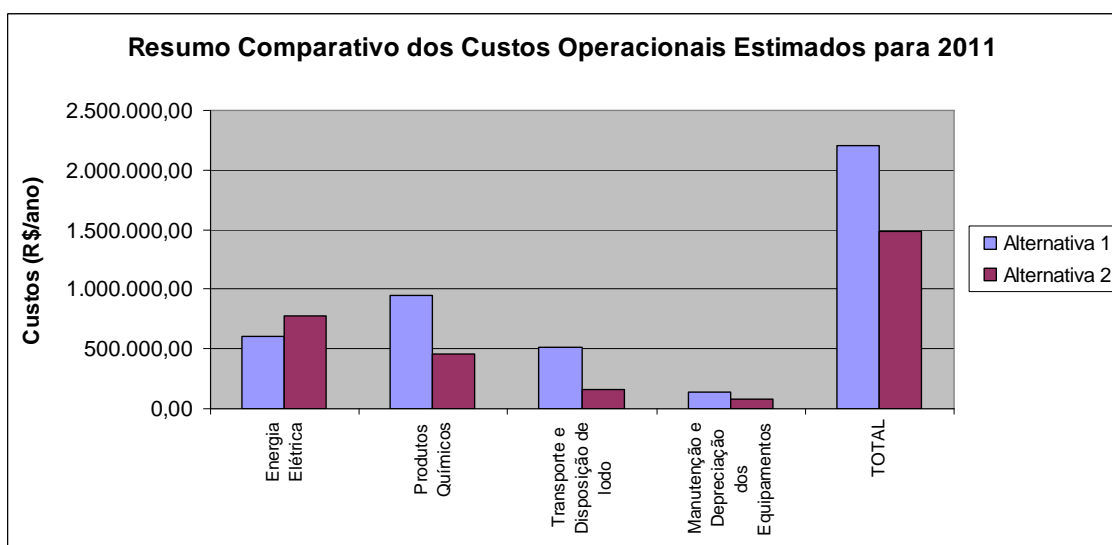




Ilustração 6.1 – Resumo Comparativo dos Custos Operacionais

#### 6.5.4. Custos Globais a Valor Presente

Os custos globais consideram a composição dos custos de implantação mais os custos de operação ao longo de um determinado horizonte de estudo, convertidos a valor presente, de forma a serem somados.

Esses custos, portanto, representam o total de investimentos necessários para a implantação dos sistemas de tratamento, segundo cada alternativa avaliada, tendo como base o horizonte de estudo de 20 anos e juros de 12 % ao ano.

A seguir são apresentados quadro resumo e gráfico ilustrativo com a comparação dos custos de implantação, operação e globais convertidos a valor presente, estimados para cada alternativa proposta.

Quadro 6.2 – Resumo Comparativo dos Custos Convertidos a Valor Presente

ALTERNATIVA	Custos a VLP (R\$)		
	Implantação	Operação	Global
Alternativa 1	14.763.976,00	16.398.180,30	31.162.156,30
Alternativa 2	17.829.470,00	11.058.838,64	28.888.308,64

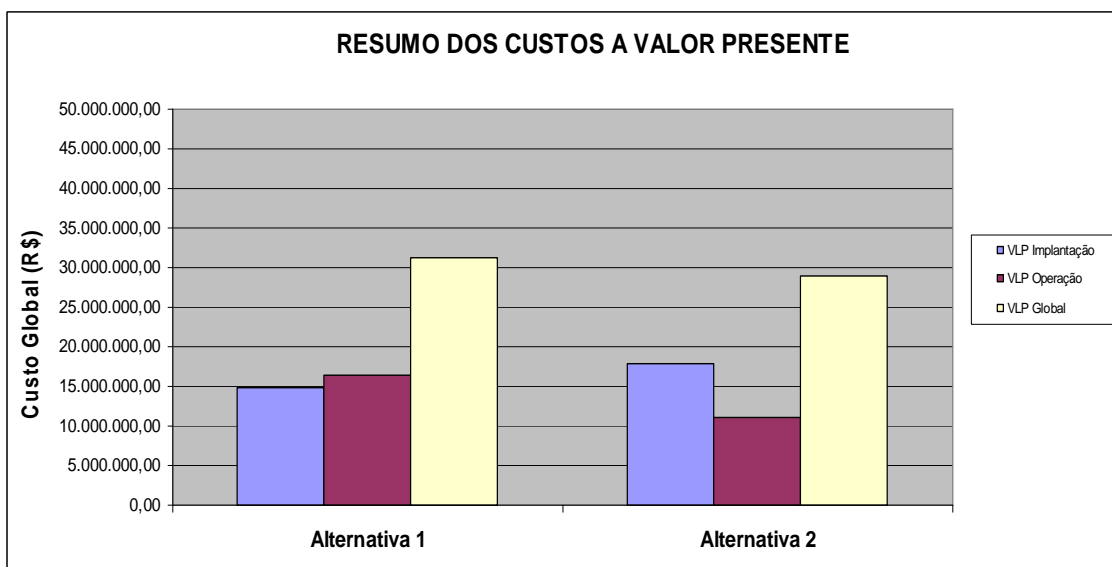




Ilustração 6.2 – Resumo Comparativo dos Custos Convertidos a Valor Presente

## **6.6. Considerações Finais sobre as Propostas para o Sistema de Abastecimento de Água**

Com base nos resultados dos estudos econômicos apresentados no item anterior verifica-se que as duas alternativas estudadas apresentam pequenas diferenças, no aspecto econômico (inferior a 10%) significando, que, considerando a precisão dos custos utilizados, qualquer uma das duas poderia ser escolhida como a alternativa a ser considerada para a ampliação do sistema de abastecimento de água de Orlandia.

Sob o aspecto técnico ambas também são equivalentes. A alternativa de ampliação da captação superficial apresenta menores custos de investimento, porém sob o aspecto operacional é mais onerosa, principalmente em função dos custos com produtos químicos e disposição final dos lodos da ETA.

A alternativa de ampliação da captação subterrânea tem como desvantagem a incerteza com relação à efetiva produção dos poços a serem perfurados. Esta alternativa, entretanto, permite uma maior flexibilidade no aspecto de ampliação da produção de água.



## **7. PROPOSTAS PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

### **7.1. Considerações Iniciais**

O sistema de esgotamento sanitário da sede do município de Orlandia apresenta-se em uma situação bastante privilegiada, quando comparado com a maioria dos municípios do estado de São Paulo, pois apresenta índice de atendimento em termos de coleta, afastamento e tratamento dos esgotos coletados de praticamente 100 % da área urbana.

Essa situação bastante favorável é devida à própria condição topográfica local e aos esforços do município ao longo dos últimos 10 anos com a implantação dos diversos interceptores de fundo de vale e do sistema de tratamento.

### **7.2. Sistema de Coleta e Afastamento dos Esgotos**

Considerando os limites da área de estudo, observa-se que a conformação topográfica local proporciona o atendimento das regiões de futura ocupação apenas com a implantação de redes de coleta que serão interligadas aos atuais interceptores de fundo de vale que formam o sistema de afastamento dos esgotos até o sistema de tratamento.

Portanto, não é prevista nenhuma ampliação do sistema de afastamento ao longo do horizonte de estudo, sendo necessária, apenas a implantação de redes de coleta a medida que as atuais áreas de expansão urbana forem sendo ocupadas.

### **7.3. Estação de Tratamento dos Esgotos**

Com relação especificamente ao sistema de tratamento dos esgotos, observa-se que, embora os laudos de caracterização qualitativa dos esgotos brutos e efluentes tratados indiquem desempenho bastante satisfatório em termos de depuração da carga orgânica e, conseqüentemente, o atendimento dos limites do atual enquadramento do ribeirão dos Agudos na Classe 4, é importante destacar os seguintes aspectos.

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Atualmente um módulo de tratamento encontra-se fora de operação devido a problemas estruturais no maciço que conforma uma das lagoas facultativas secundárias, sendo importante a recuperação desse maciço para o sistema voltar a operar segundo suas condições normais previstas em projeto;

Embora os resultados do monitoramento realizado indiquem bom desempenho global do sistema de tratamento em termos de remoção de carga orgânica carbonácea, foi observado no presente diagnóstico que os tempos de detenção hidráulica e taxas de aplicação de carga orgânica estão fora dos limites recomendados para operação segura de lagoas de estabilização, considerando as condições climáticas da região sudeste do país. Dessa forma é importante confirmar o bom desempenho observado com a realização de novas campanhas de coletas de amostras e análises laboratoriais, sendo proposto que as campanhas futuras de monitoramento da ETE sejam feitas com a coleta de amostras compostas, que certamente são mais representativas das características dos esgotos brutos afluentes ao sistema de tratamento;

Mesmo que seja confirmado o bom desempenho do sistema de tratamento com a realização de novas campanhas de coletas de amostras compostas, bem como que esse desempenho melhore ainda mais com a recuperação do módulo atualmente desativado, é importante observar que o atual enquadramento do ribeirão dos Agudos na Classe 4 é o menos restritivo em termos ambientais. Tendo em vista a tendência de melhoria da qualidade das águas dos corpos hídricos do Estado de São Paulo, não pode ser descartada a hipótese de um futuro re-enquadramento desse corpo hídrico para a uma classe mais restritiva, por exemplo a classe 3, sendo que nesse caso o presente sistema de tratamento baseado em lagoas de estabilização não será capaz de atender as condicionantes ambientais mais restritivas, tanto com relação à remoção de carga orgânica carbonácea e amoniaca, quanto com relação à remoção dos nutrientes e microrganismos indicadores da presença de patogênicos.



Portanto, neste Plano Diretor são avaliadas intervenções e/ou ampliações para que o atual sistema de tratamento possa ser adaptado à hipótese de um futuro re-enquadramento mais restritivo do ribeirão dos Agudos.

Tendo em vista a situação de enquadramento atual e as tendências futuras, conforme abordado anteriormente, no presente Plano Diretor são propostas, portanto, duas etapas de intervenções.

A primeira etapa é caracterizada pela proposta de ações a curto prazo, relativas à melhoria operacional do atual sistema de tratamento com propostas de intervenções de menor monta, sem a alteração significativa da concepção do atual sistema de tratamento. Tais propostas são apresentadas a seguir:

- Substituição da atual estrutura de gradeamento e caixas de areia de limpeza manual, por sistema compacto de remoção de sólidos grosseiros e areia com limpeza mecanizada. Essa proposta visa facilitar as condições de operação da etapa de tratamento preliminar e melhorar sua eficiência em termos de remoção de sólidos grosseiros e, principalmente, de areia. A melhoria de desempenho do tratamento preliminar certamente irá reduzir o depósito de sedimentos nas lagoas anaeróbias e, conseqüentemente, aumentar o período de operação dessas unidades antes da necessidade de sua paralisação para limpeza.
- Recuperação estrutural do maciço de terra da lagoa facultativa existente no módulo que atualmente está desativado.
- Reforma das estruturas de entrada e saída das lagoas anaeróbias e facultativas, bem como ampliação de seu número. Essa proposta visa melhorar as condições de distribuição de fluxo no interior das lagoas e, dessa forma, minimizar as correntes de fluxo preferenciais que tendem a reduzir os tempos de detenção hidráulicos.

A primeira etapa, portanto, visa somente reduzir a demanda operacional atual e melhorar as condições de atendimento do atual enquadramento do ribeirão do Agudo na Classe 4.



A segunda etapa, por outro lado, prevê alterações mais significativas que visam o aumento da eficiência global do sistema de tratamento para garantir o atendimento das condicionantes ambientais mais restritivas. Considerando a capacidade de assimilação do corpo receptor, para o atendimento das condicionantes ambientais definidas na hipótese de re-enquadramento na classe 3, torna-se necessário que a ETE apresente as seguintes eficiências de remoção, conforme cálculos apresentados nos memoriais em anexo.

- DBO<sub>5,20</sub> > 92 %;
- N amoniacal > 81 %;
- Nitrato > 0,6 %;
- Fósforo total > 95 %;
- Coliformes fecais > 99,999 %.

Para que a ETE apresente tal desempenho, torna-se necessária alteração significativa da concepção de tratamento atual, tal como proposto a seguir:

- Manutenção do tratamento preliminar com limpeza mecanizada, previsto para implantação em primeira etapa;
- Manutenção das lagoas anaeróbias existentes, como tratamento preliminar cujo principal objetivo é abater a carga orgânica inicial dos esgotos e, dessa forma, otimizar a etapa secundária subsequente;
- Substituição das lagoas facultativas por um sistema de lodos ativados com aeração prolongada, dedicado à remoção da DBO carbonácea remanescente das lagoas anaeróbias e a remoção da carga orgânica de origem amoniacal (nitrificação), sendo que nesse estágio de tratamento as eficiências de remoção de DBO<sub>5,20</sub> e nitrogênio amoniacal seguramente são superiores a 90 % e 85 % respectivamente;
- Complementação do tratamento com a implantação de um estágio terciário, destinado especialmente ao polimento final do esgoto tratado em termos de remoção de carga orgânica carbonácea e, principalmente,

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



destinado à remoção de fósforo e microrganismos patogênicos. Esse estágio terciário é baseado em sistema físico-químico com a associação de coagulação com cloreto férrico, floculação, decantação de alta taxa, filtração e desinfecção com hipoclorito de sódio, similar ao fluxograma de tratamento destinado à produção de água potável. Através desse estágio de tratamento, as eficiências de remoção de DBO<sub>5,20</sub>, nitrogênio amoniacal, fósforo total e coliformes passam a ser respectivamente superiores a 92 %, 81 %, 95 % e 99,999 %.

Tanto o sistema de lodos ativados com aeração prolongada quanto o estágio físico-químico terciário, geram, respectivamente, excesso de lodo biológico e físico-químico que devem ser descartados do sistema com frequência diária e, portanto, demandam a implantação de sistema de adensamento e desaguamento de alto desempenho, sendo prevista a instalação de adensadores mecânicos do tipo tambor rotativo associados a *decanters* centrífugos para o desaguamento do lodo, resultando em torta de lodo desaguado com teor de sólidos superior a 20 % (200 kg SST/m<sup>3</sup>).

Finalmente é importante observar que as intervenções propostas para a segunda etapa, podem conferir ao sistema de tratamento a possibilidade de produção de água de reuso para fins institucionais, tais como lavagem de logradouros públicos e rega de jardins.

O reuso dos efluentes tratados certamente resulta na otimização do sistema de abastecimento de água devido à redução de consumo de água potável para fins menos nobres, bem como proporciona ao município melhor imagem institucional e maior contribuição regional em termos de preservação ambiental.

Em anexo são apresentados os memoriais de cálculo do sistema de tratamento proposto para a segunda etapa, bem como ilustrações relativas às propostas de primeira e segunda etapas. A seguir é apresentado fluxograma simplificado de processo que ilustra as melhorias e ampliações propostas para a ETE existente.

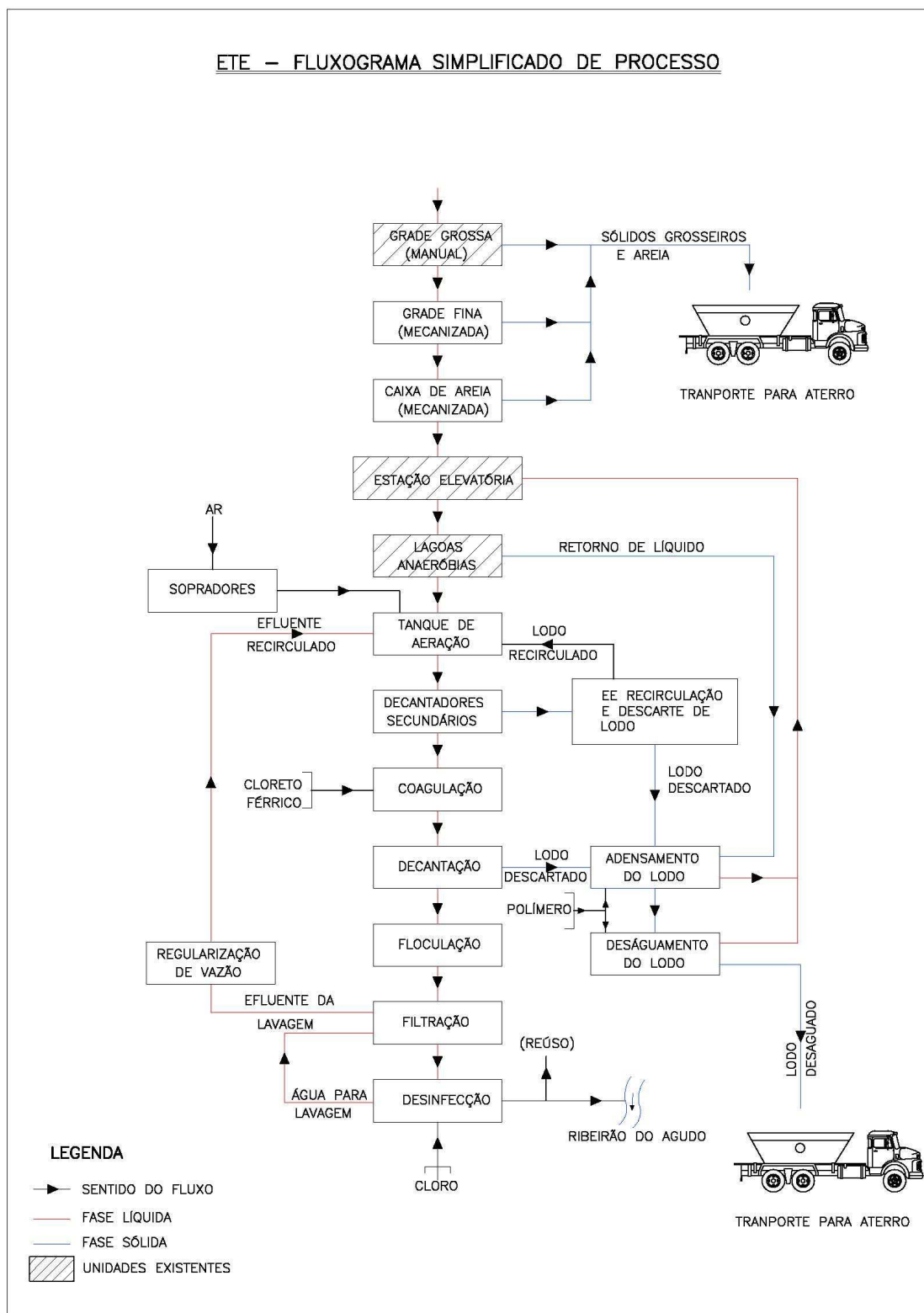


Ilustração 7.1 – Fluxograma Simplificado das Propostas de Intervenções na ETE



**7.4 – Custos Estimativos das Intervenções e Ampliações do Sistema de Tratamento de Esgoto**

A estimativa de custos das intervenções e ampliações propostas para o sistema de tratamento de esgoto é baseada em custos unitários, bem como verbas globais que consideram a realização de obras e cotação dos principais equipamentos envolvidos.

A seguir é apresentado quadro resumo com os custos de implantação e de operação do sistema de tratamento, segundo as duas etapas de intervenções propostas.

**Quadro 7.1 – Quadro Resumo dos Custos Previstos para as Intervenções e Ampliações do Sistema de Tratamento dos Esgotos**

ETAPA	CUSTOS	
	Implantação (R\$)	Operação (R\$/ano)
Primeira Etapa (2010 a 2020)	900.000,00	206.000,00 a 228.000,00
Segunda Etapa (2021 a 2030)	12.500.000,00	1.380.000,00 a 1.500.000,00

Em anexo é apresentada planilha que define os custos apresentados no quadro anterior.



## **8. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DAS RECOMENDAÇÕES PROPOSTAS PARA OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

### **8.1 – Introdução**

Em termos de estudo de viabilidade há a necessidade de se adotar uma das alternativas apresentadas para o sistema de abastecimento de água, face os custos totais (investimentos e operacionais) a serem utilizados que são a base para o mesmo.

Adota-se para este estudo, portanto, a alternativa 2 de ampliação do sistema de abastecimento de água, que foi a que se configurou como a mais econômica, apesar de sua vantagem, em termos econômicos, ser pequena em relação à alternativa 1.

Este estudo considera os planos de investimentos das concepções escolhidas, complementados com avaliações de custos de operação e exploração dos sistemas existentes (pessoal e outros), visando a definição de tarifas mínimas necessárias a serem praticadas na prestação dos serviços de fornecimento de água e coleta e tratamento dos esgotos gerados, de forma a torná-los sustentáveis ao longo dos vinte anos de horizonte de estudo relativo ao período de 2010 a 2030.

A seguir é apresentada a metodologia de desenvolvimento do estudo de viabilidade que finaliza os trabalhos em questão.

### **8.2. Critérios e Metodologia para a Determinação dos Custos Globais e Unitários**

Os custos de implantação e operação das novas unidades propostas para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, bem como as intervenções nas unidades existentes, são os mesmos definidos nos capítulos anteriores deste relatório. Portanto, seguem os critérios de determinação descritos anteriormente nesses relatórios.

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



Para o sistema de abastecimento de água, em termos de custos operacionais, considerou-se os custos de energia elétrica das elevatórias de alimentação dos reservatórios elevados, que no item anterior não haviam sido consideradas por serem comuns às alternativas estudadas.

Em termos de custos de investimentos, para o sistema de abastecimento de água foram considerados, ainda:

- Custos da implantação da setorização,
- Custos da substituição da rede secundária de fibrocimento e de sua ampliação ao longo do período de projeto;
- Custo da implantação do novo sistema de micromedição e da substituição dos hidrômetros ao longo do tempo (a cada 5 anos);
- Custos das novas ligações prediais ao longo do período de projeto;
- Custos com testes de bombeamento e perfilagem nos poços profundos existentes.

Já para o sistema de esgotamento sanitário, além dos custos já avaliados para o sistema de tratamento considerou-se também:

- Custos com novas ligações prediais e ampliação da rede coletora de esgoto ao longo do período de projeto.

Nesta avaliação há ainda a necessidade de se considerar custos de administração geral, decorrentes da existência de uma administração central, além do pessoal envolvido, tanto na operação direta, quanto na administração destes sistemas.

Com base em estudos existentes obteve-se a relação de funcionários e os respectivos salários. Em dezembro de 2009 a folha salarial, sem encargos era da ordem de R\$ 100.000,0. Este valor foi considerado como sendo válido para o estudo em questão, sendo acrescido um percentual de 70% relativo à encargos sociais.



Para a avaliação de outros custos representados por despesas bancárias, serviços terceirizados (manutenções especializadas, estudos e projetos), manutenção e substituição de veículos, combustíveis, seguros, entre os principais, considerou-se uma despesa equivalente à de pessoal (incluindo encargos).

### 8.3 – Resultados Obtidos

Em anexo são apresentadas planilhas com os custos anuais de implantação (investimentos) e operação das ampliações e melhorias propostas para os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, bem como das instalações operacionais e administrativas para Orlandia.

O volume de água considerado nesse estudo de viabilidade para a determinação dos custos unitários representa o consumo de água sem as perdas, o que se aproxima das expectativas de volume faturado ao longo do período de estudo.

Considerando, portanto, a expectativa de volume de água produzido, sem as perdas, pode-se obter o valor médio representativo do custo final, tanto para a produção e distribuição da água tratada quanto para a coleta e o tratamento dos esgotos.

A seguir é apresentado quadro resumo e ilustração com a composição do custo unitário total.

**Quadro 8.1 – Quadro resumo da composição do custo unitário total**

ITEM	CUSTO UNITÁRIO (R\$/m³)
Água	1,14
Esgoto	0,31
Administrativos e Comuns	0,92
<b>TOTAL</b>	<b>2,36</b>

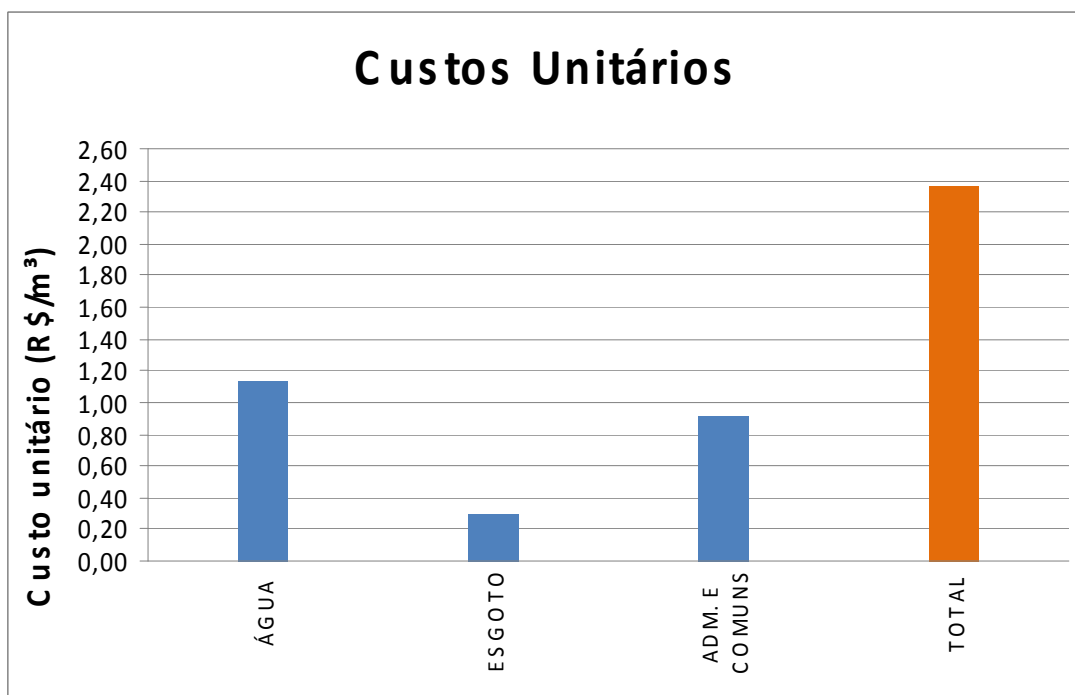


Ilustração 8.1 – Composição do custo unitário total

O valor obtido, R\$ 2,36 por m<sup>3</sup> é o mínimo valor que deve ser praticado para que os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de Orlandia sejam autosuficientes, considerando os investimentos apontados neste estudo, para suas ampliações, bem como os custos operacionais considerados.

Deve-se salientar, entretanto, a existência de outros custos não considerados, tais como, valores de outorgas, impostos, taxas diversas, que variam em função da modalidade de prestação destes serviços.

Entretanto, normalmente é feita uma outra análise, um pouco mais conservadora, até mesmo para checar o valor de custo unitário obtido e apresentado no quadro 8.1, segundo a metodologia utilizada.

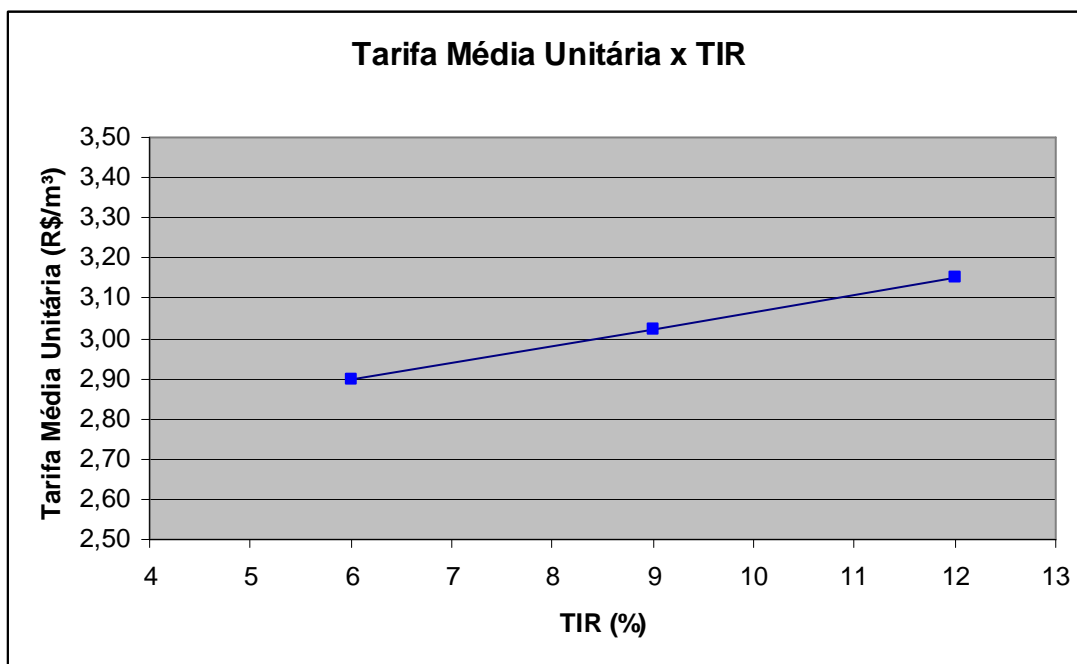
Simula-se um fluxo anual de receitas, durante o período de projeto (20 anos) e compara-se com as despesas, as mesmas utilizadas no estudo anterior. Para compor esta receita trabalha-se com o volume médio faturado por economia, representativo da situação atual. Este valor, hoje, é da ordem de 21,0 m<sup>3</sup>/economia x mês.



Nesta metodologia simulam-se vários valores de tarifa, para efeito de avaliação da receita e compara-se o resultado (receita menos despesa) através da determinação TIR (taxa interna de retorno). Esta taxa representa o juro aplicado ao empreendimento.

A figura apresentada na sequência ilustra a variação da TIR com as diversas tarifas aplicadas, quais sejam:

- TIR de 6% a.a      R\$ 2,90/m<sup>3</sup>
- TIR de 9% a.a      R\$ 3,02/m<sup>3</sup>
- TIR de 12% a.a.    R\$ 3,15/m<sup>3</sup>



Os valores obtidos, variando entre R\$ 2,90 e R\$ 3,15 são superiores ao valor apresentado no quadro 8.1 e de certa forma incorporam perdas de faturamento relativas à submedição do sistema de micromedição. A variação das tarifas para cada TIR também não é significativa, porém sinaliza que a tarifa média a ser aplicada deve ser da ordem de R\$ 3,00/m<sup>3</sup>.

As taxas de 6%, 9% e 12% representam valores distintos e podem realmente variar de acordo com as fontes de financiamento a serem utilizadas na

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



obtenção dos recursos financeiros necessários para a ampliação de ambos os sistemas.



## **9 – OBJETIVOS E METAS A SEREM ATINGIDOS E AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS AÇÕES PROPOSTAS**

### **9.1 – Considerações Iniciais**

Em linhas gerais, observa-se que as intervenções e ampliações propostas neste Plano Diretor para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário da sede do município de Orlandia, visam a melhoria das condições atuais e o atendimento das demandas previstas ao longo do horizonte de estudo. Tais propostas visam garantir aos sistemas condições técnicas adequadas no que diz respeito aos procedimentos operacionais, eficiência dos sistemas e atendimento às expectativas da comunidade, que anseia o benefício da prestação de serviços ágeis, eficientes e confiáveis.

Conforme descrito nos itens anteriores, o sistema de abastecimento de água encontra-se, de forma geral, em condições de conservação inadequada de suas instalações e equipamentos, devido a deficiências de manutenção em virtude da falta de investimentos nas últimas décadas. Embora os técnicos do DAE de Orlandia não tenham medido esforços no sentido de compensar tais deficiências e, dessa forma, tenham atendido de forma satisfatória à comunidade com o fornecimento de água potável de qualidade a toda a população da área urbana, muitas são as ações propostas neste Plano Diretor que deverão melhorar a qualidade dos serviços prestados à comunidade e otimizar os custos operacionais.

Já com relação ao sistema de esgotamento sanitário, observa-se que na última década foram investidos recursos para a implantação dos sistemas de afastamento e tratamento dos esgotos, sendo que o resultado de tais investimentos resultou em situação bastante favorável do município de Orlandia em comparação com os demais municípios da região, pois atualmente praticamente 100 % da área urbana é atendida com serviços de coleta, afastamento e tratamento dos esgotos.



Entretanto, há que se considerar que o sistema de coleta e afastamento naturalmente deverá ser ampliado para o atendimento das demandas futuras. Quanto ao sistema de tratamento, são previstas intervenções de pequena monta a curto prazo para melhoria de suas condições operacionais atuais, bem como intervenções de maiores dimensões a médio ou longo prazo, para atender ao provável re-enquadramento do corpo receptor, haja vista a tendência de melhoria das águas dos corpos hídricos regionais devido à previsão de crescente melhoria das condições sanitárias dos municípios do Estado de São Paulo.

As ações propostas neste Plano Diretor, visam, portanto, cumprir objetivos e metas de curto, médio e longo prazos através do estabelecimento de programas a serem implantados e conduzidos pelos administradores do DAE de Orlandia.

Considerações específicas com relação aos principais programas e objetivos correlatos, são apresentadas a seguir neste capítulo.

## **9.2. Readequação e Ampliação das Ligações de Água e Esgoto**

Com relação às ligações de água existentes, observa-se que é necessária a readequação dos atuais cavaletes, pois em sua grande maioria encontram-se instalados no interior dos lotes, em locais de difícil acesso para leitura.

Dessa forma, é proposta ação, a curto prazo, de substituição dos atuais cavaletes por instalações padronizadas a serem fornecidas pelo serviço de água, em locais de fácil acesso para leitura.

A readequação das ligações de água existente considera também a substituição dos hidrômetros, com o objetivo de garantir maior precisão da medição do consumo de água em cada economia, pois com a avançar da idade desses equipamentos, certamente existe a tendência de sub-medição de consumo e, conseqüentemente, aumento das perdas de faturamento.



Além das medidas de curto prazo citadas nos parágrafos anteriores, são propostas medidas de médio e longo prazo a serem praticadas ao longo do horizonte de estudo, pois com o natural crescimento da ocupação urbana, torna-se necessária a implantação de novas ligações de água e esgoto.

Adicionalmente observa-se que, com relação aos hidrômetros, neste Plano Diretor é proposta a substituição integral do parque de hidrômetros com frequência média de cinco anos ao longo do horizonte de estudo, constituindo-se, portanto, de uma ação que não é apenas de curto prazo, mas sim de médio e longo prazo por ser contínua ao longo do horizonte de estudo.

A seguir nos quadros resumo 9.1 e 9.2, são apresentados os quantitativos e os custos relativos às ações de readequação e ampliação das ligações de água e esgoto.

### **9.3. Readequação e Ampliação das Redes de Distribuição de Água e de Coleta dos Esgotos Sanitários**

Conforme citado anteriormente no item 6.4.2, a rede de distribuição de água é, em sua maior parte, constituída de tubos de fibro-cimento, sendo que é prevista a substituição a curto prazo dessas tubulações por novos tubos, em princípio de PVC. Essa ação já tem sido praticada pelo DAE nos eventos de manutenção da rede de distribuição, mas é proposta sua intensificação nos primeiros anos do horizonte de estudo, de forma a melhorar as condições operacionais e de manutenção da rede de distribuição, bem como reduzir os índices de perdas.

Em termos de médio e longo prazo, da mesma forma que as ligações de água e esgoto, o natural crescimento da ocupação urbana demanda a expansão das redes de distribuição de água e de coleta de esgotos de forma a garantir os atuais elevados índices de atendimento dos serviços prestados pelo DAE.

## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



A seguir nos quadros resumos 9.1, 9.2 e 9.3, são apresentadas as ações e o cronograma de investimentos relativos à readequação e ampliação das redes de distribuição de água e de coleta de esgotos.

# PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA



**Quadro 9.1 – Resumo das Ações Previstas para as Redes de Distribuição de Água e de Coleta de Esgotos**

ANO	REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA			REDE DE COLETA DE ESGOTOS	
	SUBSTITUIÇÃO HIDRÔMETROS (un)	NOVAS LIGAÇÕES + HIDRÔMETROS (un)	AMPLIAÇÃO REDE SECUNDÁRIA (m)	NOVAS LIGAÇÕES (un)	AMPLIAÇÃO REDE (m)
2010					
2011		2473	1404	141	1404
2012		2473	1404	141	1404
2013		2472	1404	140	1404
2014		2472	1404	140	1404
2015		2472	1404	140	1404
2016	2473	134	1334	134	1334
2017	2473	134	1334	134	1334
2018	2472	133	1334	133	1334
2019	2472	133	1334	133	1334
2020	2472	133	1334	133	1334
2021	2606	128	1276	128	1276
2022	2606	128	1276	128	1276
2023	2606	128	1276	128	1276
2024	2606	127	1276	127	1276
2025	2605	127	1276	127	1276
2026	2734	123	1224	123	1224
2027	2734	123	1224	123	1224
2028	2733	122	1224	122	1224
2029	2733	122	1224	122	1224
2030	2733	122	1224	122	1224
<b>TOTAL</b>	<b>39.058</b>	<b>14.279</b>	<b>26.190</b>	<b>2.619</b>	<b>26.190</b>



## **9.4. Setorização do Sistema de Distribuição de Água**

Conforme citado anteriormente no item 6.4.2, neste Plano Diretor é proposta a consolidação de seis setores de abastecimento de água, tendo em vista os centro de reservação existentes e a conformação topográfica da área urbana.

Para a consolidação da setorização proposta, são previstas ações de separação física da rede de distribuição através da instalação de válvulas de manobra em locais estratégicos, bem como macro-medidores para a monitoração da água potável enviada a cada setor de abastecimento. Os macro-medidores tem a função de controle do volume de água fornecido a cada setor de distribuição, bem como de aferição das perdas físicas de água, através da comparação desse volumes com o conjunto das leituras de micro-medição do setor em avaliação.

As ações físicas propostas permitem a implementação de programas de redução de perdas, que se constituem em uma das principais medidas propostas neste Plano Diretor para a confirmação das demandas de consumo de água previstas ao longo do horizonte de estudo, pois é prevista a redução das perdas do patamar atual de 40 % para cerca de 28 % do volume produzido, conforme apresentado no item 4.1.3.

O detalhamento das ações de implantação de válvulas de controle e macro-medidores, bem com a implementação e condução dos programas de redução de perdas dependem de futuros estudos específicos a serem realizados a curto prazo.

A seguir no quadro resumo 9.2, é apresentado o cronograma de investimentos relacionados com as ações de setorização e controle de redução de perdas, propostos neste Plano Diretor.



### **9.5. Intervenções e Ampliações dos Sistemas de Produção, Adução e Reservação de Água**

As ações propostas para os sistemas de produção, adução e reservação de água, foram apresentadas com detalhes no capítulo 6 deste relatório, sendo que os objetivos pretendidos são a melhoria das atuais condições operacionais e de manutenção da maioria das unidades formadoras desses sistemas, bem como otimização de seus custos operacionais. Tais ações são propostas para curto prazo de forma estabelecer melhores condições operacionais nos primeiros anos do horizonte de estudo.

Destaca-se a atual deficiência da medição das vazões de água potável produzida, quer seja pela ETA como pelos poços explorados, o que certamente compromete o controle das dosagens dos produtos químicos utilizados, bem como uma melhor avaliação do índice de perdas atual.

Com relação à ETA, a implantação de nova estrutura de chegada de água bruta tem o objetivo de corrigir tal deficiência, enquanto que para os poços existentes são propostos ensaios de avaliação produtividade.

Com relação aos sistemas de adução e reservação, as ações de ampliação propostas estão intrinsecamente relacionadas com o atendimento das futuras de demandas em termos de consumo de água e com as ações de setorização citadas no item anterior.

A seguir no quadro resumo 9.2, é apresentado o cronograma de investimentos relacionados com as ações de readequação e ampliação dos sistemas de produção, adução e reservação, propostas neste Plano Diretor.



## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

**Quadro 9.2 – Cronograma de Investimentos Relacionados com as Ações Propostas para o Sistema de Abastecimento de Água**

ANO	INVESTIMENTOS (R\$)								
	ADUÇÃO	ELEVATÓRIAS	POÇOS	ETA	RESERVAÇÃO	SETORIZAÇÃO	REDES	MICROM.	TOTAL
2011	2.087.706,67	925.000,00	1.533.333,33	1.253.783,33	293.333,33	1.500.000,00	1.258.000,00	494.480,00	9.345.636,67
2012	2.087.706,67	925.000,00	1.533.333,33	1.253.783,33	293.333,33	1.500.000,00	1.258.000,00	494.480,00	9.345.636,67
2013	2.087.706,67	925.000,00	1.533.333,33	1.253.783,33	293.333,33	1.500.000,00	1.258.000,00	494.480,00	9.345.636,67
2014						1.500.000,00	1.258.000,00	494.480,00	3.252.480,00
2015						1.500.000,00	1.258.000,00	494.480,00	3.252.480,00
2016							93.380,00	150.300,00	243.680,00
2017							93.380,00	150.300,00	243.680,00
2018							93.380,00	150.300,00	243.680,00
2019							93.380,00	150.300,00	243.680,00
2020							93.380,00	150.300,00	243.680,00
2021							89.320,00	155.810,00	245.130,00
2022							89.320,00	155.810,00	245.130,00
2023							89.320,00	155.810,00	245.130,00
2024							89.320,00	155.810,00	245.130,00
2025							89.320,00	155.810,00	245.130,00
2026							85.680,00	161.150,00	246.830,00
2027							85.680,00	161.150,00	246.830,00
2028							85.680,00	161.150,00	246.830,00
2029							85.680,00	161.150,00	246.830,00
2030							85.680,00	161.150,00	246.830,00
<b>TOTAL</b>									
GERAL	6.263.120,00	2.775.000,00	4.600.000,00	3.761.350,00	880.000,00	7.500.000,00	7.631.900,00	4.808.700,00	38.220.070,00



## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

**Quadro 9.3– Cronograma de Investimentos Relacionados com as Ações Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário**

ANO	INVESTIMENTOS (R\$)			TOTAL
	ETE	REDES	LIGAÇÕES	
2011	300.000,00	280.800,00	28.080,00	608.880,00
2012	300.000,00	280.800,00	28.080,00	608.880,00
2013	300.000,00	280.800,00	28.080,00	608.880,00
2014		280.800,00	28.080,00	308.880,00
2015		280.800,00	28.080,00	308.880,00
2016		266.800,00	26.680,00	293.480,00
2017		266.800,00	26.680,00	293.480,00
2018		266.800,00	26.680,00	293.480,00
2019		266.800,00	26.680,00	293.480,00
2020		266.800,00	26.680,00	293.480,00
2021	4.166.666,67	255.200,00	25.520,00	4.447.386,67
2022	4.166.666,67	255.200,00	25.520,00	4.447.386,67
2023	4.166.666,67	255.200,00	25.520,00	4.447.386,67
2024		255.200,00	25.520,00	280.720,00
2025		255.200,00	25.520,00	280.720,00
2026		244.800,00	24.480,00	269.280,00
2027		244.800,00	24.480,00	269.280,00
2028		244.800,00	24.480,00	269.280,00
2029		244.800,00	24.480,00	269.280,00
2030		244.800,00	24.480,00	269.280,00
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>13.400.000,00</b>	<b>5.238.000,00</b>	<b>523.800,00</b>	<b>19.161.800,00</b>



## **9.7. Estabelecimento de Critérios de Avaliação da Eficácia das Ações Programadas**

Conforme observado no item anterior, as intervenções propostas em geral tem o objetivo de melhorar as condições operacionais dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, sendo que a avaliação da eficácia das medidas propostas esta diretamente relacionada à melhoria do desempenho dessas unidades.

### **9.7.1. Critérios Quantitativos**

Em termos quantitativos, existe a expectativa de redução dos gastos com produtos químicos, através de um maior controle da dosagem dos mesmos, principalmente devido às melhores condições de medição de vazão das águas brutas captadas nos mananciais superficiais e subterrâneo.

Com relação ao consumo de energia elétrica, também existe a expectativa de redução do consumo unitário, ou seja, o consumo de energia por metro cúbico de água produzida e distribuída à população. Essa redução é justificada pela implantação de equipamentos eletromecânicos mais modernos e a possibilidade de paralisação da operação de conjuntos de recalque dos poços que exploram o manancial subterrâneo nas horas de pico de consumo de energia elétrica, estabelecendo a modalidade de contrato no regime de hora sazonal.

Em termos numéricos nesta fase de estudo preliminar é difícil estabelecer com precisão a meta a ser atingida para efeito de avaliação da eficácia das ações propostas, entretanto, pela experiência vivenciada em outros sistemas, é possível definir as seguintes reduções:

- Consumo de produtos químicos: redução mínima da dosagem média anual da ordem de 10 %, a ser atingida nos primeiros cinco anos do horizonte de estudo;



## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

- Consumo de energia elétrica: redução mínima do consumo unitário médio anual da ordem de 20 %, a ser atingida nos primeiros cinco anos do horizonte de estudo.

Com relação à redução do índice de perdas, observa-se que essa meta é uma das mais importantes a ser atingida dentro do conjunto das ações propostas, pois a previsão da evolução de demandas ao longo do horizonte de estudo está fortemente atrelada a essa expectativa. Tal redução deverá ser atingida considerando-se o efeito do conjunto de ações propostas, desde as intervenções que visam a melhoria operacional dos sistemas produtivos até as condições operacionais da rede de distribuição de água como um todo.

Para efeito de critério de avaliação da eficácia das ações propostas, o índice de perdas de água no sistema pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$IPT = ( VLP - VAM ) \times 100 / VLP$$

onde:

- IPT - índice de perdas totais de água no sistema em porcentagem (%);
- VLP – é o volume total de água bruta captada nos mananciais superficial e subterrâneo, medido através de macromedidores.
- VAM = volume de água fornecido, em metros cúbicos, resultante da somatória da leitura dos micromedidores (hidrômetros) e do volume estimado das ligações que eventualmente não os possuam. O volume estimado consumido de uma ligação sem hidrômetro será a média do consumo das ligações com hidrômetro de mesma categoria de uso.

Conforme estabelecido anteriormente no item 4.1.3, os índices de perdas devem sofrer redução gradativa ao longo do horizonte de estudo, de forma a atingirem os valores listados a seguir:

- 2010: 40 % (índice atual estimado);
- 2015: 35 %;



## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

- 2020: 30 %;
- 2025: 28 %;
- 2030: 28 %.

Com relação ao atendimento da comunidade, observa-se que as condições atuais são caracterizadas por elevados índices, sendo reportado pelos técnicos do DAE índice de 100 % para o sistema de abastecimento de água. Para o sistema de esgotamento sanitário presume-se que o índice também seja elevado, pois a área urbana é integralmente atendida por rede coleta e esta é totalmente interligada ao sistema de afastamento conduz os esgotos até a ETE, entretanto, certamente esse índice não deve ser de 100 % devido a provável existência de economias com dificuldades técnicas de atendimento, tal como a existência de soleiras baixas. Dessa forma, presume-se que o índice de atendimento do sistema de esgotamento sanitário deve ser da ordem de 95 a 98 % considerando essa dificuldade técnica.

Para avaliação da eficácia das ações propostas com relação à readequação e ampliação das redes de distribuição de água e de coleta de esgotos, em termos numéricos é estabelecido que os atuais índices devem ser mantidos, e até mesmo elevado no caso da coleta dos esgotos, de forma a se aproximar ainda mais do índice de 100 %, a exemplo do sistema de abastecimento de água.

### **9.7.2. Critérios Qualitativos**

Em termos qualitativos, a avaliação da eficácia das ações propostas considera principalmente os produtos finais de cada sistema, ou seja: a água potável produzida, no caso do sistema de abastecimento de água, e o efluente tratado a ser lançado no ribeirão do Agudo, no caso do sistema de esgotamento sanitário.



A qualidade dos produtos se define pelos parâmetros legais de potabilidade da água a ser distribuída e pelo grau necessário dos parâmetros do efluente tratado dos esgotos conforme as exigências legais do corpo receptor.

## **a) Sistema de Abastecimento de Água**

O sistema de abastecimento de água, em condições normais de funcionamento, deverá assegurar o fornecimento da água à comunidade garantindo o padrão de potabilidade estabelecido pelos órgãos competentes.

A qualidade da água distribuída deverá ser medida pelos índices “Análise Físico-Química Conforme” (AFC) e “Análise Bacteriológica Conforme” (ABC)

São considerados os parâmetros de avaliação da qualidade da água mais importantes e exigidos pela Portaria 518 de 2004, do Ministério da Saúde.

Os índices deverão ser calculados a partir das análises laboratoriais das amostras de água coletadas na rede de distribuição de água, segundo um programa de coleta que atenda à legislação vigente.

A freqüência de apuração dos indicadores AFC e ABC deverá ser mensal, utilizando os resultados das análises diárias efetuadas no mês.

Para apuração dos indicadores, o sistema de controle da qualidade da água deverá incluir um sistema de coleta de amostras e de execução de análises laboratoriais que permitam o levantamento dos dados necessários, além de atender à legislação vigente.

O índice AFC é informado em percentual e calculado através da seguinte expressão:

$$AFC = (NAFC / NAT) \times 100$$

onde:

- NAFC - número de análises efetuadas com todos os parâmetros (turbidez, ph, cloro residual livre, fluoreto e bacteriologia) em conformidade com a portaria 518 do Ministério da saúde



## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

- NAT - número total de análises realizadas

O índice ABC é informado em percentual e calculado através da seguinte expressão:

$$ABC = (NABC / NAT) \times 100$$

onde:

- NABC - número de análises bacteriológicas em conformidade com a portaria 518 do Ministério da saúde
- NAT - número total de análises bacteriológicas realizadas

Em termos numéricos, os índices ora definidos deverão atender os limites mínimos estabelecidos no quadro 9.4 a seguir.

**Quadro 9.4 – Índices de Qualidade da Água Potável Produzida**

ÍNDICE	HORIZONTE DE ESTUDO				
	2011	2015	2020	2025	2030
AFC	90%	90%	95%	95%	95%
ABC	99%	99%	99,5%	99,5%	99,5%

A apuração mensal do AFC e ABC não isenta o administrador do sistema de abastecimento de água de suas responsabilidades perante outros órgãos fiscalizadores e perante a legislação vigente.

### **b) Sistema de Esgotamento Sanitário**



## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

A qualidade dos efluentes tratados lançados no ribeirão do Agudo deverá atender aos mais restritivos padrões de emissão e qualidade definidos nas Legislações Estadual ou Federal de Controle de Poluição Ambiental.

Observa-se que atualmente o ribeirão do Agudo está enquadrado na classe 4 segundo o Decreto No 10.755 de novembro de 1977 da legislação estadual, sendo que existe a possibilidade de re-enquadramento desse corpo hídrico para classe mais restritiva, provavelmente a classe 3. Portanto, o critério qualitativo de avaliação de desempenho do sistema de tratamento de esgotos poderá ser alterado em função dessa possibilidade de enquadramento, fato que justifica a proposta de eventual futura readequação da ETE conforme apresentado anteriormente no item 7.3.

Considerando a situação atual de enquadramento na Classe 4, observa-se que o padrão mais restritivo é o de emissão, definindo como critério de avaliação do desempenho da ETE, que os efluentes tratados apresentem qualidade que atenda minimamente os limites mais restritos entre os estabelecidos no artigo 18 do Decreto Estadual N°8468 de 1976, no artigo 34 da Resolução CONAMA N° 357 de 2005 e na Resolução CONAMA N° 397 de 2008.

Considerando o provável re-enquadramento do ribeirão do Agudo na Classe 2, o padrão de qualidade relativo à esse enquadramento passará a ser o mais restritivo, sendo que o lançamento dos efluentes tratados não deverá causar alteração da qualidade das águas desse corpo hídrico que resulte no descumprimento dos limites estabelecidos no artigo 12 do Decreto Estadual N°8468 de 1976 e no artigo 15 da Resolução CONAMA N° 357 de 2005.

A coleta de amostras de efluente tratado e das águas do ribeirão do Agudo após o lançamento dos efluentes tratados, deverá ser mensal, para o efetivo controle de qualidade e avaliação de desempenho ora proposto.

### **c) Atendimento à Comunidade**

Além da avaliação qualitativa dos produtos gerados pelos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, é importante monitorar a



qualidade dos serviços prestados à comunidade, conforme uma série de critérios de avaliação conforme abordado a seguir.

## **c1) Continuidade e Regularidade**

A continuidade é definida como a não interrupção do fornecimento de água. Já a regularidade refere-se ao fornecimento de água nas condições adequadas de pressão e quantidade. Nos termos do marco de regulamentação dos serviços, permite-se a interrupção no fornecimento nos casos previstos na Lei Federal 11.445/07 (artigo 40), que disciplina as situações de emergência, de manutenções e interrupções programadas e do inadimplemento do usuário.

A continuidade no fornecimento de água deverá ser avaliada pelo número de reclamações de falta de água imprevistas por 1.000 (mil) ligações e excetuado as paradas programadas.

A regularidade, no item relativo às condições adequadas de pressão, também será avaliada pelo número de reclamações de insuficiência de água registrado, excetuado as intervenções programadas. Já a regularidade no tocante à quantidade ofertada será avaliada pelo volume disponibilizado (macro-medido) a partir da unidade de tratamento, comparado pelo volume micro-medido nos hidrômetros e mais as perdas admissíveis.

O ICA – Índice de Continuidade do Abastecimento de Água será calculado através da seguinte expressão:

$$ICA = (NRFA / NLA) \times 1000$$

onde:

- NRFA - n° de reclamações de falta de água justificadas (exclui por exemplo reclamações de clientes cortados por falta de água);
- NLA - n° de ligações de água

O ICA deverá ser inferior a 2,0 reclamações por 1.000 (mil) ligações.



## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Com relação ao sistema de esgotamento sanitário, a continuidade do sistema de coleta de esgotos será medida pelo número de desobstruções de redes coletoras e ramais prediais que efetivamente forem realizadas por solicitação dos usuários. O administrador do serviço deverá manter registros adequados tanto das solicitações como dos serviços realizados.

Qualquer que seja a causa das obstruções, a responsabilidade pela redução dos índices será do administrador, seja pela melhoria dos serviços de operação e manutenção da rede coletora, ou através de mecanismos de correção e campanhas educativas por ela promovidos de modo a conscientizar os usuários do correto uso das instalações sanitárias de seus imóveis.

O índice de obstrução de ramais domiciliares – IORD, deverá ser apurado mensalmente e consistirá na relação entre a quantidade de desobstruções de ramais realizadas no período por solicitação dos usuários e o número de imóveis ligados à rede, no primeiro dia do mês, multiplicada por 10.000 (dez mil).

O índice de obstrução de redes coletoras – IORC, deverá ser apurado mensalmente e consistirá na relação entre a quantidade de desobstruções de redes coletoras realizadas por solicitação dos usuários e a extensão desta em quilômetros, no primeiro dia do mês, multiplicada por 1.000 (um mil).

Enquanto existirem imóveis lançando águas pluviais na rede coletora de esgotos sanitários, e o administrador não tiver efetivo poder de controle sobre tais casos, não serão considerados, para efeito de cálculo dos índices IORD e IORC, os casos de obstrução e extravasamento ocorridos durante e após 6 (seis) horas da ocorrência de chuvas.

São definidas as seguintes metas de continuidade para a rede de coleta dos esgotos:

- IORD inferior a 30
- IORC inferior a 300



## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

### 10. AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS

As ações para emergências e contingências se constituem basicamente nas adequações e ampliações propostas para as diversas unidades formadoras dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, pois estas, além de terem como principais objetivos melhorar as condições operacionais dessas unidades, visam aumentar a segurança e a flexibilidade operacional dos sistemas produtores e distribuidores de água, bem como de tratamento dos esgotos.

Dessa forma são criadas possibilidades de corrigir, de forma ágil, a ocorrência de emergências e contingências, principalmente relacionadas com a distribuição de água à comunidade. A ampliação dos sistemas de adução e da capacidade produtiva através da ampliação do número de poços que deverão explorar os mananciais subterrâneos, no caso da alternativa 2 de propostas apresentadas, deverão conferir ao sistema de abastecimento de água maior segurança operacional.

Caso um poço saia de operação por problemas técnicos, os outros poços e a ETA deverão compensar a falta de produção da unidade paralisada, pois o sistema de adução devidamente ampliado e readequado irá interligar os vários centros de reservação, de forma a garantir oferta de água potável para todos os setores de abastecimento. Com o mesmo objetivo de maior segurança operacional, os sistemas de recalque que atualmente possuem apenas um conjunto motobomba instalado, serão devidamente equipados com conjuntos de reserva, para serem acionados prontamente nos eventos de falha mecânica.

Com relação à ETA, observa-se que as melhorias propostas visam garantir maior segurança para a produção de água com qualidade, mesmo nos eventos de piora significativa da água bruta captada. Destaca-se a instalação de equipamentos de preparo e dosagem de polímeros auxiliares de floculação, que poderão ser acionados sempre que a ETA apresentar queda de produtividade devido a problemas operacionais relacionados com a maior dificuldade de sedimentação dos flocos na etapa de decantação.



## PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Com relação ao sistema de esgotamento sanitário, as redes de coleta e afastamento são naturalmente seguras, tendo em vista serem integralmente baseadas no escoamento por gravidade, ou seja, sem a necessidade de sistemas de recalque para a reversão de bacias de esgotamento ou afastamento dos esgotos até o sistema de tratamento.

Os riscos operacionais relacionados ao sistema de esgotamento sanitário, ficam restritos, portanto, ao sistema de tratamento dos esgotos, quer seja na estação elevatória dos esgotos brutos, responsável pela alimentação das lagoas anaeróbias, quer seja nas próprias lagoas de estabilização.

Atualmente a estação elevatória apresenta riscos operacionais relacionados com a ausência de conjunto motobomba de reserva, sendo que, a exemplo do sistema de abastecimento de água é prevista a instalação de equipamento de reserva.

Com relação às lagoas de estabilização, observa-se que atualmente um módulo de tratamento está fora de operação devido a problemas estruturais no maciço de uma das lagoas facultativas, sendo que uma das intervenções propostas a curto prazo é a recuperação estrutural desse maciço, de forma que o sistema de tratamento volte a operar com dois módulos em paralelo. Com essa intervenção será resgatada a condição de maior flexibilidade e segurança operacional, garantindo condições razoáveis de tratamento mesmo com um módulo fora de operação.

Caso o sistema de tratamento seja readequado a médio prazo na eventualidade de alteração do enquadramento do ribeirão do Agudo para a Classe 3, observa-se que o sistema de Lodos Ativados que deverá substituir as lagoas facultativas, bem como o sistema físico-químico adicional para a remoção de fósforo, também serão formados por módulos associados em paralelo para garantir a mesma flexibilidade e segurança operacional citada no parágrafo anterior.



## 11. DESENHOS

O quadro 11.1 a seguir apresenta a relação de desenhos.

**Quadro 11.1 – Relação de Desenhos**

<b>Nº. do Desenho</b>	<b>Título</b>	<b>Folha</b>	<b>Rev</b>
1	SETORES CENSITÁRIOS	01/01	0
2	ZONAS HOMOGÊNEAS	01/01	0
3	FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	01/01	
4	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	01/01	
5	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	01/01	
6	PROPOSTA DE ADUÇÃO – ALTERNATIVA 1		
7	PROPOSTA DE ADUÇÃO – ALTERNATIVA 2		
8	ALTERNATIVAS PROPOSTAS PARA O SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA		
9	ALTERNATIVAS PROPOSTAS PARA O SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO		



## 12. ANEXOS

A seguir são apresentados:

- Memoriais de cálculo de pré-dimensionamento das reformas e ampliações propostas para a ETA e a ETE;
- Planilhas de custos de implantação, operacionais e globais previstos para as intervenções e ampliações propostas para os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, bem como dos custos globais e unitários do estudo de viabilidade;