

**PROJETAÊ**

PR-022-001-PL-HID-MD-004-01

Estudo de alternativas para o SAA Uberaba

Uberaba / MG

CODAU

Estudo de alternativas para o SAA

Revisão 01

Setembro/2022

## Sumário

---

1	APRESENTAÇÃO.....	4
2	DEFINIÇÕES.....	4
3	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	5
4	DIAGNÓSTICO DO SAA.....	5
4.1	DEMANDA HÍDRICA E CRESCIMENTO POPULACIONAL .....	5
4.2	RECURSOS HÍDRICOS.....	7
4.3	CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA .....	8
4.4	TRATAMENTO DE ÁGUA.....	8
4.5	DISTRIBUIÇÃO E RESERVAÇÃO .....	9
5	ESTUDO DE ALTERNATIVAS .....	10
5.1	RECURSOS HÍDRICOS.....	10
5.1.1	RIO ARAGUARI.....	11
5.1.2	RIO GRANDE .....	14
5.1.3	POÇOS.....	17
5.1.4	CONDIDERAÇÕES FINAIS .....	19
5.2	CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA .....	20
5.2.1	RIO ARAGUARI.....	22
5.2.2	RIO GRANDE .....	23
5.2.3	POÇOS.....	24
5.2.4	CONDIDERAÇÕES FINAIS .....	25
5.3	ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA.....	25
5.3.1	RIO ARAGUARI.....	26
5.3.2	RIO GRANDE .....	31

5.3.3	CONDIDERAÇÕES FINAIS .....	35
5.4	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	36
5.4.1	ETA EXISTENTE.....	37
5.4.2	ETA NOVA.....	39
5.4.3	TRATAMENTO POÇOS .....	40
5.4.4	CONDIDERAÇÕES FINAIS .....	41
5.5	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS GERADOS NA ETA .....	41
5.5.1	ETA EXISTENTE.....	42
5.5.2	ETA NOVA.....	43
5.5.3	CONDIDERAÇÕES FINAIS .....	44
5.6	DISTRIBUIÇÃO E ARMAZENAMENTO.....	44
5.6.1	RESERVATÓRIOS.....	44
5.6.2	ELEVATÓRIAS.....	46
5.6.3	ADUTORAS.....	46
5.6.4	SISTEMA DE ABASTECIMENTO .....	46
5.6.5	CONDIDERAÇÕES FINAIS .....	51
6	ORÇAMENTO ESTIMATIVO .....	51
6.1	ALTERNATIVA 1 – RIO GRANDE .....	52
6.1.1	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO .....	52
6.1.2	CUSTOS DE OPERAÇÃO.....	54
6.1.1	CUSTO TOTAL .....	56
6.2	ALTERNATIVA 2 – RIO ARAGUARI .....	57
6.2.1	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO .....	57
6.2.2	CUSTOS DE OPERAÇÃO.....	59
6.2.3	CUSTO TOTAL .....	61

6.3	ALTERNATIVA 3 – AQUIFERO GUARANI .....	63
6.3.1	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO .....	63
6.3.2	CUSTOS DE OPERAÇÃO.....	64
6.3.3	CUSTO TOTAL .....	66
6.4	COMPARATIVO ENTRE ALTERNATIVAS .....	67
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
8	RESPONSABILIDADE TÉCNICA .....	70

## 1 APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, resultado da contratação da **PROJETAE LTDA** pela **CODAU**, consiste no **estudo de alternativas para o SAA de Uberaba**.

O trabalho foi dividido em 6 relatórios, conforme orientação da CODAU, da seguinte forma:

- Relatório preliminar de planejamento executivo;
- Relatório 1 – Análise de dados do município e estudo demográfico;
- Relatório 2 – Análise de dados e diagnóstico do SAA;
- Relatório 3 – Estudo de mananciais e de tratabilidade;
- **Relatório 4 – Estudo de alternativas para o SAA;** e
- Relatório 5 – Concepção e planos de investimentos do SAA.

Este documento tem por finalidade apresentar o estudo de alternativas para o SAA de Uberaba.

## 2 DEFINIÇÕES

As descrições e definições das siglas utilizadas são apresentadas na Tabela 2.1 abaixo.

**Tabela 2.1 – Lista de siglas e definições**

<b>ANA</b>	Agência Nacional de Águas
<b>CAP</b>	Carvão Ativado Pulverizado
<b>CODAU</b>	Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas
<b>CRL</b>	Cloro residual livre
<b>EEA</b>	Estação Elevatório de Água
<b>ETA</b>	Estação de Tratamento de Água
<b>PAC</b>	Policloreto de Alumínio
<b>PMSB</b>	Plano Municipal de Saneamento Básico
<b>SAA</b>	Sistema de Abastecimento de Água
<b>SES</b>	Sistema de Esgotamento Sanitário
<b>STR</b>	Sistema de Tratamento de Resíduos

### 3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

---

O município de Uberaba apresenta atualmente problemas no Sistema de Abastecimento de Água relativos à disponibilidade hídrica, elevado índice de perdas de água, limitações em reservação e distribuição de água tratada. O presente trabalho visa a identificação e caracterização dos problemas no SAA e a proposição de melhorias para buscar a adequação do sistema.

A estrutura de trabalho proposta pela CODAU consiste na caracterização do município; análise de dados operacionais e diagnóstico das unidades do SAA; estudo dos mananciais e realização e estudo de tratabilidade; estudo de alternativas para o SAA; e a concepção e plano de investimentos.

Este relatório apresenta o resumo do diagnóstico do SAA, bem como as alternativas para captação e tratamento de água para complementação da vazão demandada considerando o crescimento populacional.

### 4 DIAGNÓSTICO DO SAA

---

O Sistema de Abastecimento de Água de Uberaba foi analisado por meio de visitas técnicas realizadas às unidades que o compõe, pela análise de documentos operacionais e de projeto das unidades do sistema.

Foi realizado um estudo para avaliação da demanda hídrica atual, por meio dos dados de consumo e da projeção de demanda futura com base no crescimento populacional, índice de perdas e padrão de consumo.

#### 4.1 DEMANDA HÍDRICA E CRESCIMENTO POPULACIONAL

O estudo apresentado pelo Relatório 1 (PR-022-001-PL-HID-MD-001-01), considerou o crescimento populacional para a projeção da demanda de consumo de água.

A população e a taxa de crescimento foram calculadas e definidas, apresentando crescimento mais acentuado no início de plano (1,23% a.a em 2022) e suavizando no final de plano (0,90% a.a em 2052).

**Tabela 4.1 – Resumo populacional – Método Aritmético**

Ano	População (hab.)	Taxa de crescimento populacional (% a.a)
2022	334.118	1,23
2025	346.313	1,19
2030	366.638	1,12
2035	386.963	1,06
2040	407.288	1,01
2045	427.613	0,96
2050	447.938	0,92
2052	456.068	0,90

A vazão média de consumo per capita (183,91 L/hab/dia) foi obtida a partir do cálculo do consumo médio dos valores micromedidos, no período de 2010 a 2020. O índice médio de perdas na distribuição foi adotado como sendo taxa de perdas inicial de 40% e reduzindo para 30% ao final de plano.

Para o cálculo das vazões de demanda, foram utilizadas as médias de consumo per capita do dia de maior consumo e a média dos índices de perdas na distribuição, para vazões médias e do dia de maior consumo. As vazões de captação apresentadas consideram perdas na ETA (7%), além das perdas na distribuição.

**Tabela 4.2 – Parâmetros considerados**

Consumo de água per capita (L/hab.dia)	183,91
Coefficiente dia de maior consumo – K1	1,2
Coefficiente hora de maior consumo – K2	1,5
Índice de perda no tratamento	7%

**Tabela 4.3 - Consumo de água para a área de abastecimento urbano**

Ano	Pop. Residente abastecida (hab)	Q consumo (média) (L/s)	Q consumo (dia maior consumo) (L/s)	Índice de Perdas na distribuição (%)	Q captação (média) (L/s)	Q captação (dia maior consumo) (L/s)
2022	334.118	711,19	853,43	40,0	1274,54	<b>1529,45</b>
2032	374.768	797,72	957,26	33,1	1281,71	<b>1538,06</b>
2042	415.418	884,24	1061,09	30,0	1358,29	<b>1629,94</b>
2052	447.938	953,47	1144,16	30,0	1464,62	<b>1757,54</b>

Considerando a demanda de captação do dia de maior consumo, como vazão de referência para projeção de captação futura, tem-se vazões de 1529,45 L/s para o ano de 2022, 1538,06 L/s para 2032, 1629,04 L/s para 2042 e 1757,54 L/s para 2052.

## 4.2 RECURSOS HÍDRICOS

O SAA de Uberaba possui diferentes fontes de captação de água, sendo a captação superficial do rio Uberaba, de rio Claro, e subterrâneo por 3 poços profundos. A outorga do rio Uberaba é de 1200 L/s, a outorga coletiva de rio Claro contempla vazão de até 800 L/s (porém em 2021 a outorga emergencial atribui 500 L/s), e a vazão outorgada dos 3 poços soma um total de 137,85 L/s; totalizando uma vazão outorgada para abastecimento da cidade de até 1337,5 L/s.

**Tabela 4.4 - Captações de água de Uberaba**

Origem captação	Vazão máxima (L/s)	Vazão média diária (L/s)	Observações
Rio Uberaba	1200	1200	
Rio Claro	500	500 <sup>(1)</sup>	Em período de estiagem
Poço profundo (CR06)	73,61	42,94 <sup>(2)</sup>	
Poço profundo (CR10)	80,56	67,13 <sup>(2)</sup>	
Poço profundo (CR11)	33,33	27,78 <sup>(2)</sup>	Obstruído desde fev/2021
Poço profundo (CR13)	-		
Poço profundo (CR14)	-		
Poço profundo (CR15)	-		
Poço profundo (CR16)	-		
<b>Total poços</b>		<b>137,85</b>	
<b>Total SAA Uberaba</b>		<b>1337,85</b>	

Nota 1: a vazão de captação do rio Claro apenas supre a baixa vazão de estiagem do Rio Uberaba e não aumenta a capacidade de captação em si

Nota 2: vazão média diária dos poços, considerando o máximo horário diário de funcionamento conforme a outorga;

Em relação as vazões que são captadas atualmente, no período chuvoso o rio Uberaba possui vazão suficiente para captação (com vazão outorgada de 1200 L/s), com o auxílio dos poços profundos.

Nos períodos de estiagem as vazões no rio Uberaba chegam a ser inferiores aos valores de outorga sendo insuficientes para abastecimento da cidade. Dessa forma, é acionada a captação complementar de rio Claro (500 L/s). A outorga da captação emergencial de rio Claro foi concedida

para a CODAU em 2021 com vazão de 500 L/s. Entretanto, há um severo conflito de utilização do rio Claro, muitas vezes indisponibilizando a captação da vazão outorgada em estiagem.

Vale ressaltar que atualmente apenas os poços do CR 10 e CR6 estão em operação. Nessas condições, a vazão de captação para abastecimento, atualmente, fica muitas vezes, abaixo de 1000 L/s durante a estiagem severa, apontando grave estresse hídrico e risco de desabastecimento em Uberaba. Mesmo com a construção da barragem prainha, ainda haverá dias que a captação poderá não fornecer água suficiente para o abastecimento (indo de 11,76% para 1,73% com a construção da barragem, segundo o projeto da mesma).

Dessa forma, o ano de 2022 já se encontra em déficit de captação (191,16 L/s); para o ano de 2032 será necessário aumentar a captação em 200,21 L/s, para 2042 em 292,09 L/s e para final de plano (2052) em, pelo menos, 419,69 L/s. Considerando que um ou dois poços possam entrar em manutenção, recomenda-se que o novo sistema tenha capacidade mínima de 550 L/s.

### 4.3 CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA

A captação de água bruta do rio Uberaba atualmente encontra-se no limite de vazão de demanda, sendo sobrecarregado em termos hidráulicos para atender a demanda de abastecimento.

A unidade de gradeamento e desarenação possuem deficiências que não garantem a remoção efetiva de sólidos, que seguem para o poço de sucção.

O poço de sucção encontra-se atualmente em obras, apresentando problemas de vazamentos e baixa capacidade de escoamento para garantir a manutenção de nível adequado para a sucção das bombas.

A captação do rio Claro é provisória e apresenta problemas quanto a garantia da vazão mínima de captação para transposição. Devido aos conflitos referentes a disponibilidade hídrica no local entende-se que a desativação da captação do rio Claro seja uma opção adequada após a adequação do abastecimento de Uberaba.

### 4.4 TRATAMENTO DE ÁGUA

Com relação a ETA de Uberaba, a capacidade nominal de tratamento é de 1300 L/s, e a capacidade de tratamento nominal atual de 1000 L/s, com operação em sobrecarga da ETA 1 e 2. A ETA 3 opera

abaixo da sua capacidade nominal, requerendo reformas para conseguir voltar à sua capacidade nominal. Apesar das reformas executadas e previstas, a capacidade de tratamento é insuficiente para tratar a vazão necessária atual para abastecimento de Uberaba.

A ampliação da ETA é possível tecnicamente, mas na prática não é possível reduzir a vazão de tratamento por período longo, inviabilizando a reforma para ampliação.

A ETA Uberaba conta com 3 ETAs com a tecnologia de ciclo completo compatíveis com a qualidade da água bruta do rio Uberaba. Entretanto, para a garantia da qualidade da água tratada e a vazão de produção contínua de 1200 L/s são necessárias reformas nas suas instalações. Ressalta-se que as ETAs 1 e 2 são antigas e precisam ser adequadas aos novos padrões de potabilidade impostos pela Portaria GM/MS Nº 888/2021.

A ETA existente não conseguirá atender a demanda futura para abastecimento (acréscimo de 430 L/s [36%]) com sua estrutura atual.

## 4.5 DISTRIBUIÇÃO E RESERVAÇÃO

O sistema de distribuição de Uberaba parte principalmente de um ponto único (ETA Uberaba) e segue por bombeamento para os reservatórios ao longo da cidade, sendo composto por 11 CR (Centros de Reservação), em que cada CR possui 1 unidade elevada (Castelo), e unidades semienterradas ou apoiadas, a depender de cada CR.

O volume de reservação, apesar de elevado, não garante o abastecimento da cidade devido as limitações da rede de distribuição não setorizada e principalmente da produção insuficiente de água tratada.

O arranjo do SAA atualmente possui o ponto de produção de água tratada (ETA) na região nordeste da cidade, enquanto os principais vetores de expansão urbana se concentram na região sul e sudoeste. Dessa forma a água percorre um longo caminho, as vezes passando por algumas unidades de reservação até chegar ao ponto de abastecimento. Dessa forma o sistema de distribuição é sobrecarregado e os reservatórios acabam tendo sua eficiência de armazenamento para suportar variações horárias diminuída.

A setorização do SAA juntamente com a substituição dos hidrômetros antigos são fundamentais para diminuir o índice de perdas e aliviar a demanda do SAA em curto prazo.

## 5 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

---

As alternativas de abastecimento para o SAA Uberaba partem das seguintes premissas:

- Captação em manancial com capacidade hídrica para as demandas de final de plano;
- Captação em manancial com água de qualidade adequada para tratamento com tecnologias de custo acessível para a população de Uberaba;
- Utilização e recuperação de unidades do SAA existentes que apresentem viabilidade técnica e econômica;
- Tratamento de água de forma contínua atingindo os parâmetros de potabilidade com custo adequado para a população de Uberaba;
- Tratamento dos resíduos gerados no tratamento com custo adequado e destinação da fração líquida e sólida para locais adequados;
- Previsão de possibilidade de parada nas unidades para manutenção preventiva e corretiva sem afetar o abastecimento durante período extenso;
- Diminuição do índice de perdas por meio de setorização e otimização dos encaminhamentos das adutoras.

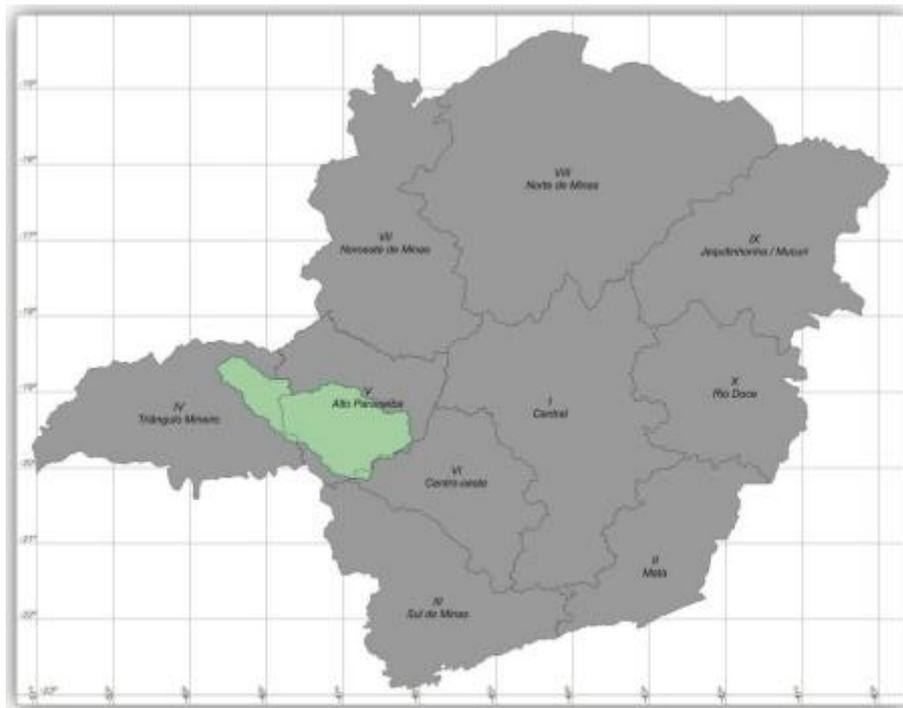
### 5.1 RECURSOS HÍDRICOS

Os mananciais atualmente utilizados para abastecimento não possuem capacidade para suprir as demandas de longo prazo previstas para a cidade de Uberaba. Dessa forma buscou-se analisar as alternativas de mananciais superficiais e subterrâneos para suprir o abastecimento.

Os dois principais mananciais identificados como possíveis fontes de abastecimento de Uberaba são o rio Araguari e o rio Grande. Ambos atendem as premissas de disponibilidade hídrica e qualidade da água para tratamento.

### 5.1.1 RIO ARAGUARI

A bacia do rio Araguari, localiza-se na porção oeste de Minas Gerais, abrangendo as regiões de planejamento do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Divide-se em 20 municípios, sendo a nascente localizada no município de São Roque de Minas e foz na divisa dos municípios de Araguari e Tupaciguara.



**Figura 5.1 – Macrolocalização da Bacia do Rio Araguari**

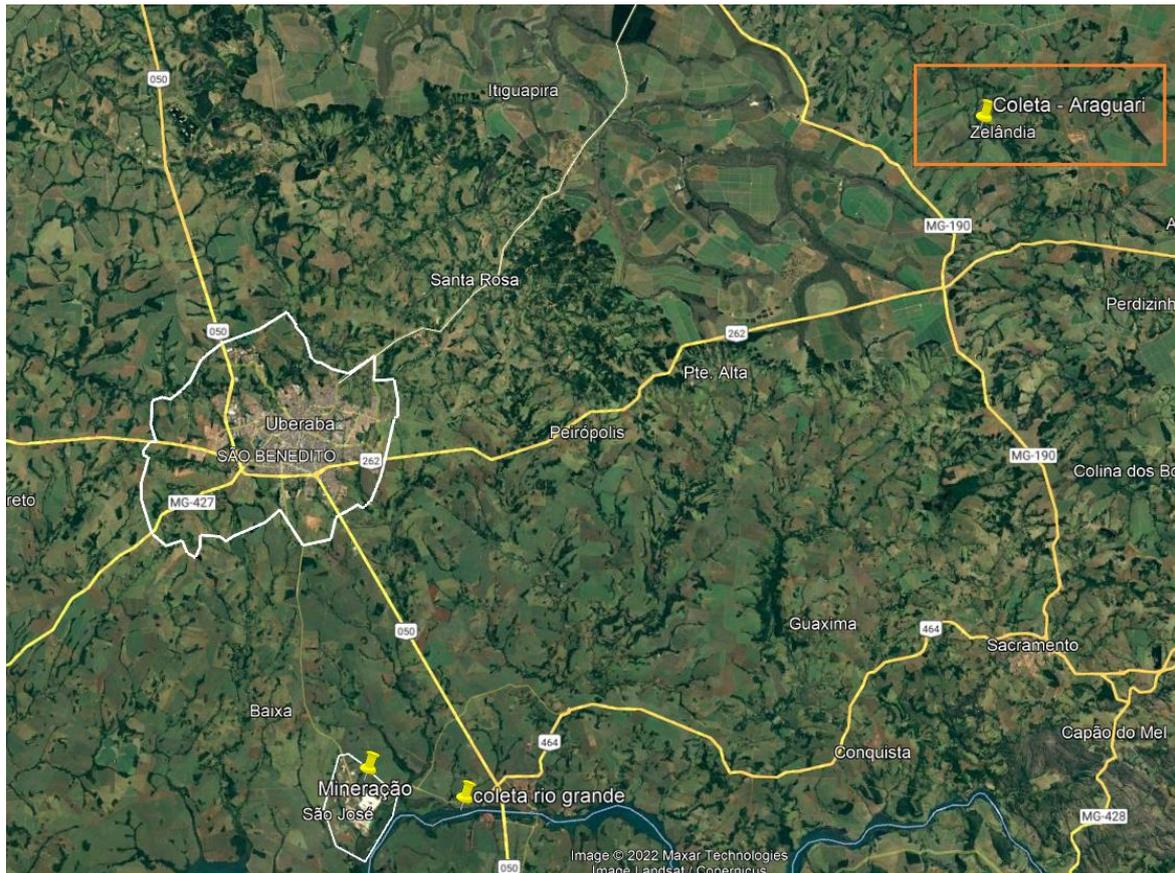
Fonte: PRH bacia do Rio Araguari (MontePlan, 2011)



**Figura 5.2 – Distribuição dos municípios nas sub bacias**

Fonte: PRH bacia do Rio Araguari (MontePlan, 2011)

O local de maior interesse se localiza na região entre os municípios de Uberaba e Sacramento (MG), sentido leste a rodovia MG-190, com coordenadas 19°32'32.75"S; 47°29'27.66"O. Caracteriza-se como a área mais provável de instalação para adução de água bruta no rio Araguari.



**Figura 5.3 – Localização da região de maior interesse para captação – Rio Araguari**

Fonte: Google Earth (2022)

De acordo com o sistema Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), plataforma de dados geoespaciais do estado de MG, tem-se o valor da vazão  $Q_{7,10}$  para o rio Araguari:

**Tabela 5.1 – Vazão  $Q_{7,10}$  IDE-Sisema**

Vazão (m <sup>3</sup> /s)	
$Q_{7,10}$	13,424

Fonte: IDE-Sisema (2022)

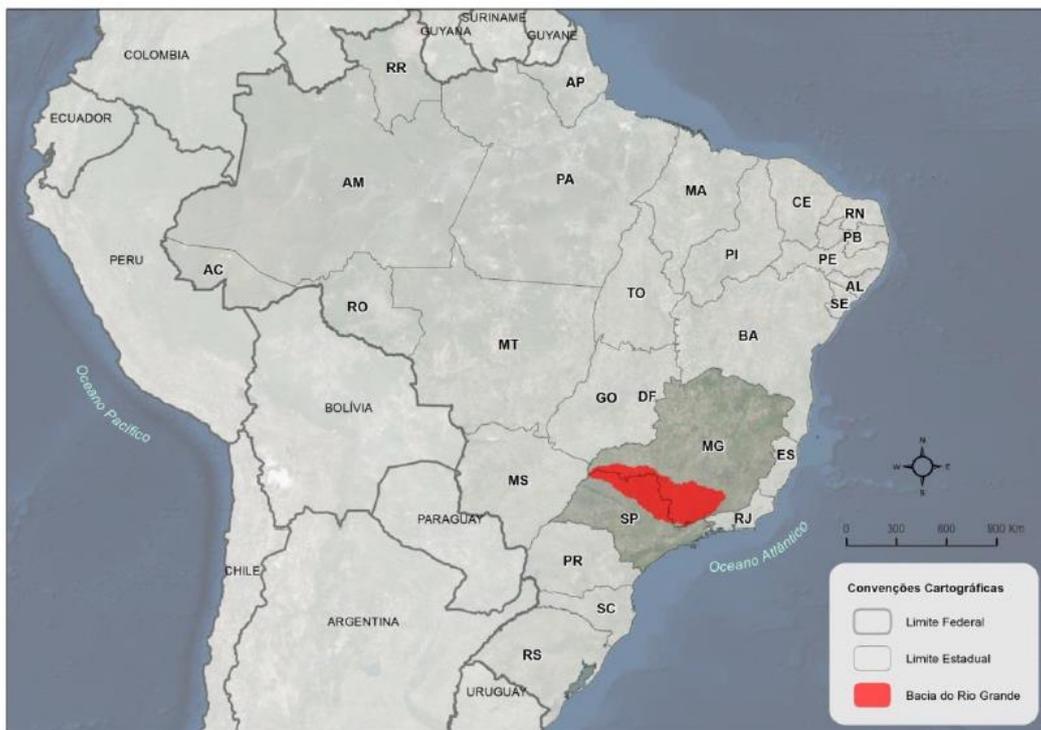
Com relação a tratabilidade da água bruta do rio Araguari, obteve-se resultados em acordo com a CONAMA Nº 357 / 2005 de todos os parâmetros para rios de Classe II, exceto ferro. Os demais

resultados de parâmetros orgânicos, inorgânicos, agrotóxicos, padrão de potabilidade (Portaria Nº 888/2021) e organismos fitoplanctônicos estão de acordo com os limites estabelecidos.

Os resultados do estudo de tratabilidade indicaram a possibilidade de tratamento com tecnologia de ciclo completo com a utilização de PAC como coagulante.

## 5.1.2 RIO GRANDE

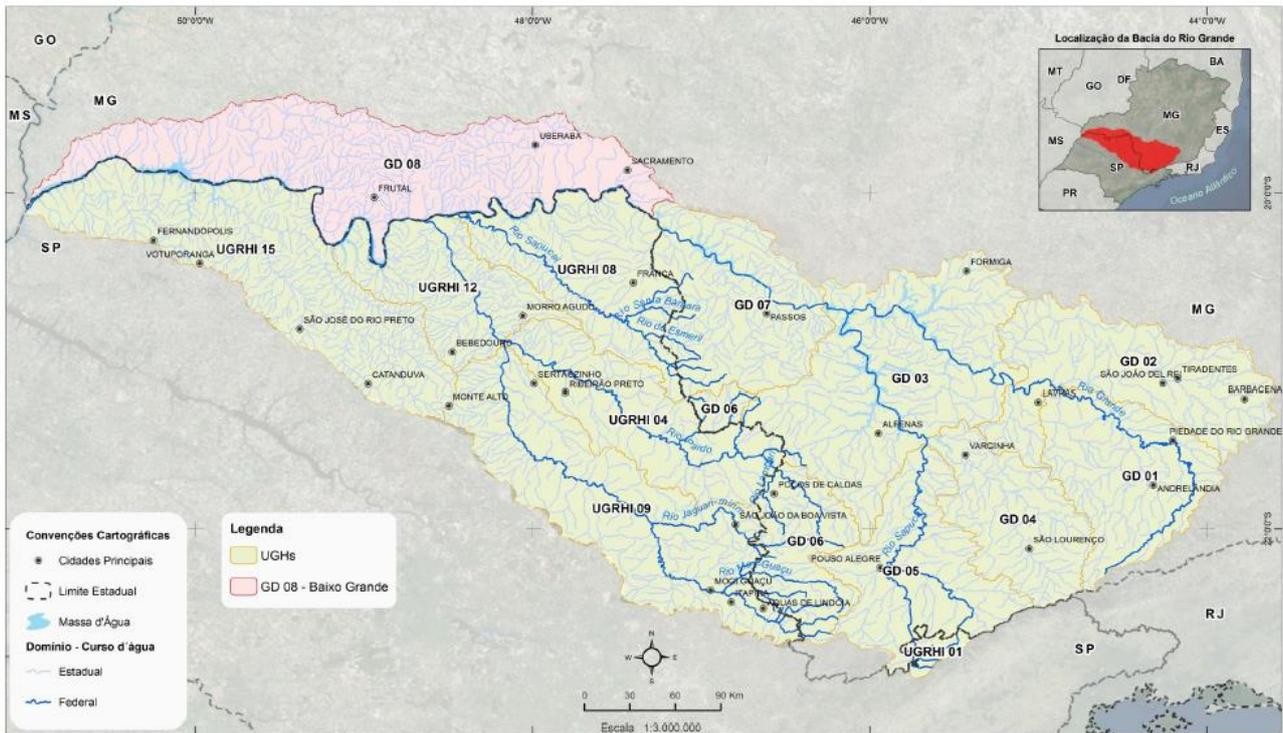
O rio Grande tem extensão de 1.286 km e conforma o limite natural entre os estados de São Paulo e de Minas Gerais até a sua foz, quando forma o rio Paraná ao confluir com o rio Paranaíba.



**Figura 5.4 – Macrolocalização da Bacia do Rio Grande**

Fonte: PARH (ANA, 2017)

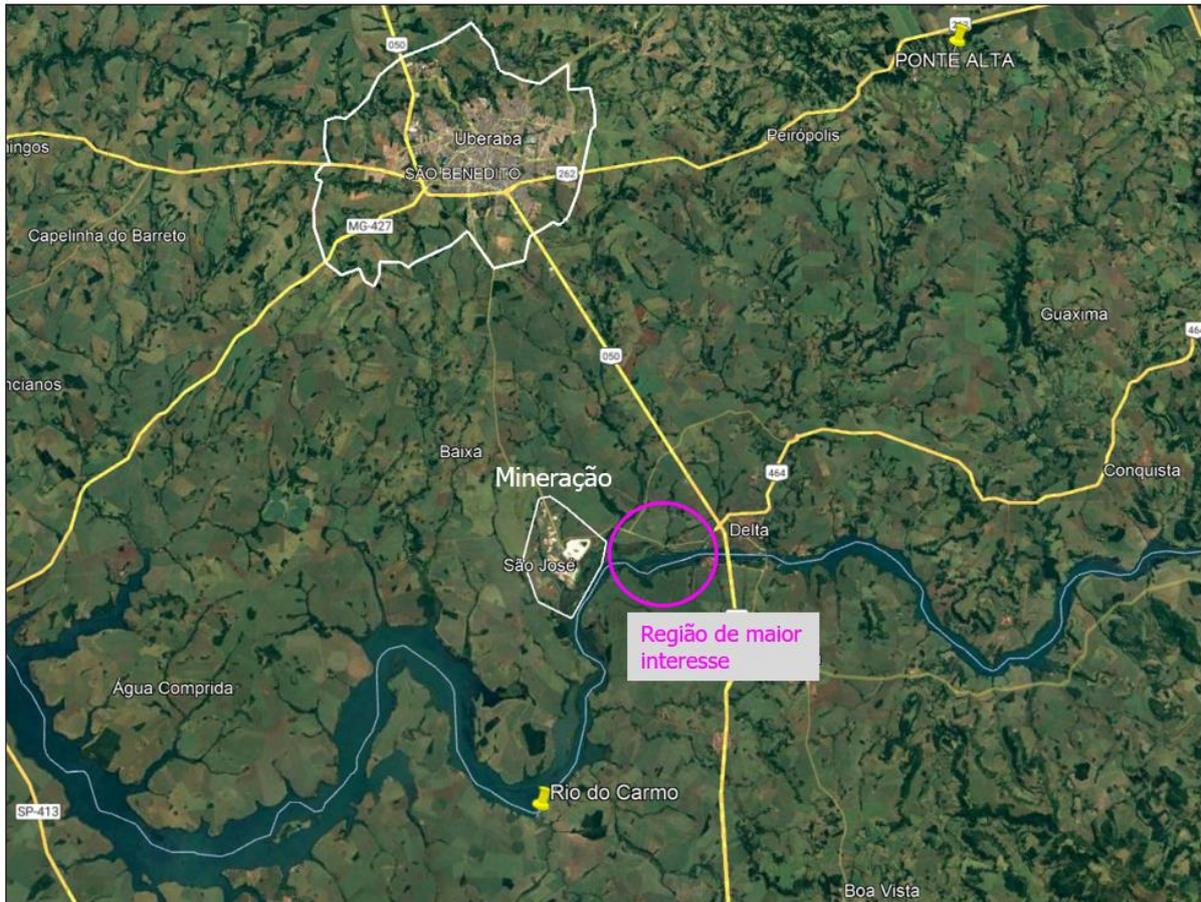
A cidade de Uberaba localiza-se na Unidade de Gestão Hídrica 08 da Bacia do Rio Grande (GD 08), que compreende os afluentes mineiros do Baixo Rio Grande e possui 51% de sua área total na UGH.



**Figura 5.5 – Localização da GD 08 (Baixo Rio Grande na bacia do Rio Grande)**

Fonte: PARH (ANA, 2017)

O local de maior interesse de estudo se localiza próximo à foz do rio do Carmo, antes da junção do afluente, em específico anterior às instalações de mineração de fosfato, visando a segurança da qualidade da água a ser captada. Caracteriza-se como a área mais provável de instalação para adução de água bruta no rio Grande.



**Figura 5.6 – Localização da região de maior interesse para captação – Rio Grande**

Fonte: Google Earth (2022)

A vazão  $Q_{95\%}$  do rio Grande foi calculada pelo software SisCAH – 1.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, utilizando dados da série histórica da estação 6174080 da Agência Nacional de Águas (ANA).

Foi calculada a vazão mínima relacionada a vazão defluente, associada a disponibilidade hídrica condicionado aos dados da barragem a montante do ponto, pois as vazões naturais  $Q_{7,10}$  e  $Q_{95\%}$  são descaracterizadas de seu valor original, pois uma usina hidrelétrica de grande porte altera a dinâmica natural de vazões.

**Tabela 5.2 – Vazão Q<sub>95%</sub> calculada - Série histórica ANA**

Vazões (m <sup>3</sup> /s) - ANA	
Q <sub>7,10</sub>	255,00
<b>Q<sub>95%</sub></b>	<b>298,00</b>

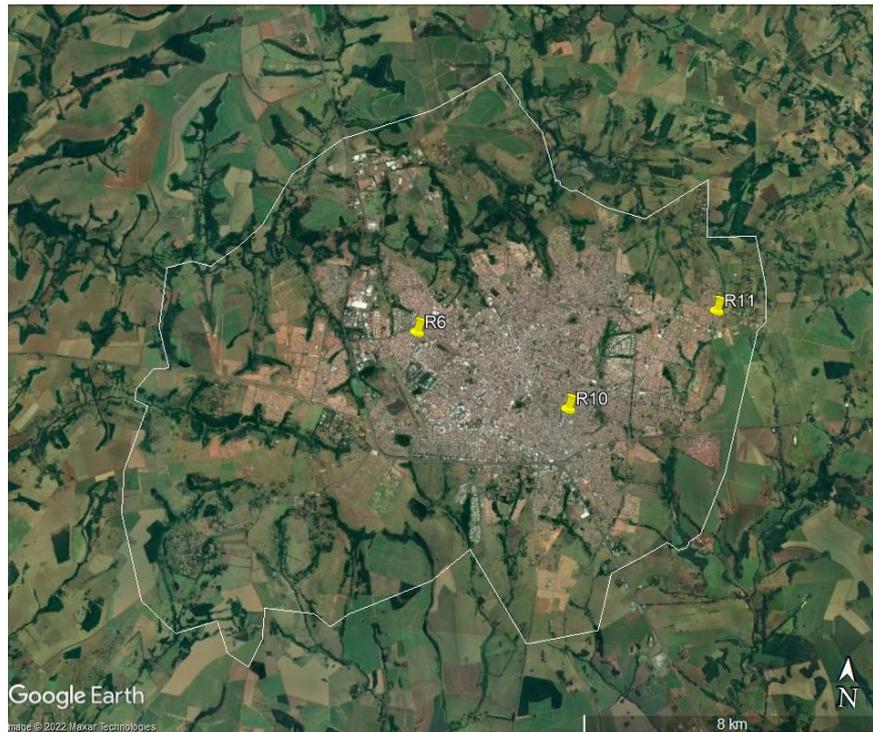
Fonte: ANA (2022) e software SisCAH

Com relação a tratabilidade da água bruta de rio Grande, tem-se resultados em acordo com a CONAMA Nº 357 / 2005 de todos os parâmetros para rios de Classe II, exceto ferro e sulfeto. Estes contaminantes são facilmente removidos com uso de pré-oxidação e demais etapas de tratamento de água, não representando riscos à água tratada. Os demais resultados de parâmetros orgânicos, inorgânicos, agrotóxicos, padrão de potabilidade (Portaria Nº 888/2021) e organismos fitoplanctônicos estão de acordo com os limites estabelecidos.

Os resultados do estudo de tratabilidade indicaram a possibilidade de tratamento com tecnologia de ciclo completo com a utilização de PAC como coagulante.

### 5.1.3 POÇOS

Em função do crescimento populacional de Uberaba e a disponibilidade hídrica superficial do município sofrer alterações sazonais significativas, a CODAU utiliza captação de águas subterrâneas. Na Figura 5.7 estão apresentadas as localizações dos poços implantados.



**Figura 5.7 – Localização dos poços em relação ao limite urbano do município de Uberaba.**

Fonte: Google Earth (2022)

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), forneceu outorga para o CODAU para três poços tubulares profundos de captação de águas do Aquífero Guarani, na zona urbana do Município, sendo posicionados junto aos centros de reservação de água tratada (R6, R10 e R11). Os poços foram outorgados em três Portarias, que estabelecem parâmetros diferentes dependendo do poço.

**Tabela 5.3 – Características dos poços outorgados**

Portaria	Poço profundo	Data	Validade	Ano de vencimento	Vazão outorgada		Tempo de captação (h/dia)	Vazão média diária (L/s)
					(m <sup>3</sup> /h)	(L/s)		
01336/2008	<b>R11</b>	30/07/2008	20 anos	<b>2028</b>	120	33,33	20	<b>27,78</b>
01337/2008	<b>R10</b>	30/07/2008	20 anos	<b>2028</b>	290	80,56	20	<b>67,13</b>
02126/2010	<b>R6</b>	10/08/2010	20 anos	<b>2030</b>	265	73,61	14	<b>42,94</b>

Fonte: CODAU (2022)

O poço localizado no CR 11 se encontra obstruído desde fevereiro de 2021, e funcionava com captação média de 60 L/s, apesar da outorga. Os poços do CR 10 e CR 06 operam com média pouco diferente em relação a vazão outorgada, de 55 L/s cada um. A CODAU informou esses dados em Abril de 2022.

**Tabela 5.4 - Captações subterrâneas em operação em Uberaba**

Origem captação	Vazão máxima (L/s)	Vazão média diária (L/s)	Observações
Poço profundo (CR06)	73,61	42,94 <sup>(2)</sup>	
Poço profundo (CR010)	80,56	67,13 <sup>(2)</sup>	
Poço profundo (CR11)	33,33	27,78 <sup>(2)</sup>	Obstruído desde fev/2021
<b>Total poços</b>		<b>137,85</b>	

Nota 2: vazão média diária dos poços, considerando o máximo horário diário de funcionamento conforme a outorga;

Em termos de disponibilidade hídrica não foi considerada restrição de vazão para os novos poços, tendo em vista que a captação pode ser realizada no aquífero guarani em pontos ao longo da cidade. A possibilidade de implantação de poços muito próximos pode causar interferência e possível diminuição da capacidade de captação de água bruta.

#### 5.1.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo hidrológico do rio Grande e do rio Araguari analisou as vazões, vazão outorgável, vazão outorgada e a disponibilidade hídrica para nova captação de Uberaba.

**Tabela 5.5 – Disponibilidade hídrica – mananciais**

Manancial	Domínio	Vazão referência	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Vazão outorgável (Taxa)	Vazão outorgável (m <sup>3</sup> /s)	Vazão outorgada (m <sup>3</sup> /s)	Vazão disponível (m <sup>3</sup> /s)	Vazão captação CODAU (m <sup>3</sup> /s)
Rio Grande	Federal	Q <sub>95%</sub>	298,000	ANA- 70%	208,600	0,385	208,215	0,600
Rio Araguari	Estadual	Q <sub>7,10</sub>	13,424	IGAM- 50%	6,712	0,215	6,500	0,600

A vazão do rio Grande é balizada pela Q<sub>95%</sub>, sendo 298,00 m<sup>3</sup>/s, de domínio federal. Sua vazão outorgável é de 70% da Q<sub>95%</sub>, de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA). A vazão

outorgável (208,60 m<sup>3</sup>/s) menos a vazão outorgada a montante (0,385 m<sup>3</sup>/s) resulta em uma disponibilidade de 208,215 m<sup>3</sup>/s para uso consultivo. A vazão projetada para captação da CODAU para Uberaba é de 0,600 m<sup>3</sup>/s. Considerando rio Grande, a captação representa 0,3% da vazão disponível, descontada as vazões outorgadas.

A vazão do rio Araguari é balizada pela  $Q_{7,10}$ , sendo 13,424 m<sup>3</sup>/s, de domínio estadual. Sua vazão outorgável é de 50% da  $Q_{7,10}$ , de acordo com o IGAM. A vazão outorgável (6,712 m<sup>3</sup>/s) menos a vazão outorgada a montante (0,215 m<sup>3</sup>/s) resulta em uma disponibilidade de 6,500 m<sup>3</sup>/s para uso consultivo. A vazão projetada para captação da CODAU para Uberaba é de 0,600 m<sup>3</sup>/s. Considerando rio Araguari, a captação representa 9,2% da vazão disponível, descontada as vazões outorgadas.

Apesar da disponibilidade de vazão de ambos os mananciais, tem-se o conflito pela água bastante presente na região, além da segurança da água. Corpos hídricos com presença de agricultura em seu entorno ficam vulneráveis a contaminação por químicos, como fertilizantes e defensivos, por infiltração no solo e escoamento superficial pela chuva.

O rio Grande apresenta maior segurança com relação a possibilidade de um impacto, pela maior disponibilidade hídrica e capacidade de diluição. Outro ponto relevante em relação ao rio Grande é a sua capacidade de clarificação natural da água devido as baixas velocidades de escoamento causadas pelas barragens no manancial. A menor quantidade de sólidos na água bruta impacta diretamente na quantidade de lodo gerado na ETA (menor quantidade de massa seca de lodo gerada), possibilitando a diminuição de custos de disposição de lodo. Assim, tem maior garantia associado a segurança da água, melhor qualidade e menor custo total de tratamento.

A reserva de água subterrânea de Uberaba é adequada para as demandas da cidade, entretanto as características do aquífero, como a profundidade, impactam diretamente nos custos operacionais e de implantação. Atualmente os poços representam cerca de 10% a 15% da produção, contribuindo para o combate a escassez. O aumento da utilização da água subterrânea para abastecimento em Uberaba está discutido nos próximos Itens.

## 5.2 CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA

O estudo de alternativas para a captação de água bruta superficial considerou os rios Araguari e Grande, com estruturas de tomada em margem, gradeamento e desarenação. As considerações a

respeito do recalque da água bruta estão tratadas no Item 5.4. A vazão nominal das unidades de captação é de 900 L/s, estando de acordo com a capacidade de escoamento da adutora. A operação da captação durante o período de estudo foi considerada de 600 L/s, conforme fase inicial de implantação da nova ETA.

A tomada de água em margem foi considerada devido as características dos mananciais, sendo prevista estrutura de proteção de margem para evitar erosão e assoreamento do manancial.

O processo de gradeamento foi previsto para a retirada de sólidos grosseiros da água bruta. O gradeamento é realizado em duas etapas, primeiro através de grades grossas, para a remoção de materiais maiores, e posteriormente pelas grades finas, onde ocorrerá a separação de materiais menores.

Após o sistema de gradeamento, a água bruta é encaminhada aos canais desarenadores, dotados de quatro poços de acumulação de areia, que irão reter areia e sólidos finos em suspensão provenientes do manancial. A remoção de sólidos finos, em especial a areia, previne entupimento das tubulações, o desgaste precoce dos rotores de bombas, além de proteger os processos de tratamento subsequentes.

A retirada do acúmulo de areia dos poços foi considerada por meio de utilização de bombas submersíveis. Após esse processo, o acúmulo de areia passa por um classificador e depois tem o seu destino feito de maneira adequada.

Para ambas as alternativas foi considerada a presença de operadores 24 h/d na região de captação. As unidades devem ter comunicação direta com o CCO da ETA e com o CCO do SAA, enviando informações sobre as condições do manancial, manutenção dos equipamentos, possíveis falhas e ajustes na vazão encaminhada.

Foi realizada uma estimativa quantitativa em relação a utilização de poços para captação de água subterrânea, mesmo havendo aparente menor viabilidade técnica que as captações superficiais.

### 5.2.1 RIO ARAGUARI

A região da captação estudada para o rio Araguari possui acesso ao manancial por meio de rodovia AMG-0730 seguido de estrada de terra dentro de propriedade rural. A região conta com energia e se localiza próximo de uma ponte rodoviária e de uma ponte ferroviária.



**Figura 5.8 – Região de captação – Rio Araguari**

Devido ao baixo nível de água do rio Araguari durante a estiagem foi prevista a construção de uma barragem para elevação de nível, garantindo nível mínimo de água no rio e possibilitando a captação em margem durante todo o período de estiagem. As informações de sondagem, batimetria e topografia da região da captação não foram disponibilizadas, impossibilitando o orçamento da

execução da barragem. Ressalta-se que a ausência desse valor não impactou no estudo comparativo entre as alternativas de forma significativa, conforme consta no Item 6.

As estruturas de gradeamento e desarenação são similares para as alternativas do rio Araguari e do rio Grande.

Os desenhos referentes ao layout adotado para a captação estão apresentados no documento PR-022-001-PL-HID-DE-002-00.

## 5.2.2 RIO GRANDE

A região da captação estudada para o rio Grande possui acesso ao manancial por meio de rodovia BR-464 seguido de estrada de terra municipal. A região conta com energia e se localiza em região de ranchos no município de Delta-MG.



**Figura 5.9 – Região de captação – rio Grande**

A baixa variação de nível do manancial ao longo do ano possibilita a captação direta em margem sem a necessidade de construção de barragem.

As estruturas de gradeamento e desarenação são similares para as alternativas do rio Araguari e do rio Grande.

Os desenhos referentes ao layout adotado para a captação estão apresentados no documento PR-022-001-PL-HID-DE-002-00.

### 5.2.3 POÇOS

O estudo de captação com os poços foi elaborado para efeito de comparação, estimando o número de poços necessários, com a mesma capacidade dos atuais, para suprir a demanda futura do SAA.

**Tabela 5.6 - Captações subterrâneas em operação em Uberaba**

Origem captação	Vazão máxima (L/s)	Vazão média diária (L/s)	Observações
Poço profundo (CR06)	73,61	42,94 <sup>(2)</sup>	
Poço profundo (CR010)	80,56	67,13 <sup>(2)</sup>	
Poço profundo (CR11)	33,33	27,78 <sup>(2)</sup>	Obstruído desde fev/2021
<b>Total poços</b>		<b>137,85</b>	

Nota 2: vazão média diária dos poços, considerando o máximo horário diário de funcionamento conforme a outorga;

Considerando poços com vazão média diária de 43 L/s, operando no regime de 20 h/d, e a demanda prevista de 600 L/s para a nova ETA, chega-se ao número mínimo de 15 novos poços necessários para equivaler a vazão de produção da nova ETA.

O tempo de manutenção observado nos poços existentes é elevado, devido ao tipo de equipamento e a profundidade dos poços, chegando a ficar mais de um mês fora de operação. Considerando o número de poços e a alta dependência da produção para o abastecimento, foi considerada a implantação de 18 poços novos (vazão efetiva de 43 L/s), para permitir a manutenção e garantir o abastecimento contínuo do sistema. Ressalta-se que o poço do CR11 foi tirado definitivamente de operação devido ao rompimento, assoreamento e inviabilidade de realizar a recuperação.

O posicionamento dos poços deve ser próximo às unidades de reservação, contando com sistemas de desinfecção e fluoretação. Caso seja detectada presença de contaminantes na água deve ser

prevista unidade de tratamento específica para cada situação. Para efeitos comparativos considerou-se apenas a desinfecção e fluoretação.

#### 5.2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação da captação no rio Araguari apresenta maior custo de implantação em comparação a do rio Grande devido a necessidade de barragem de nível. A estrutura de ambas as unidades de pré-tratamento é similar, resultando teoricamente no mesmo custo de implantação. As sondagens do terreno serão determinantes para validar os custos da unidade, principalmente em relação a estrutura e fundação.

O dimensionamento das unidades de captação e pré-tratamento da água bruta para a vazão de 900 L/s excedem o proposto para o horizonte do plano (600 L/s), mas adicionam segurança e flexibilidade ao SAA Uberaba.

Os poços na cidade de Uberaba possuem alto custo de implantação e operação devido a profundidade de captação. A manutenção dos poços tem se provado um ponto de fragilidade, comprometendo a continuidade do abastecimento na cidade.

A implantação de produção descentralizada de água com poços espalhados pela cidade, resulta em maior complexidade para o sistema de distribuição, devendo haver sempre redundância para o abastecimento de cada setor.

#### 5.3 ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA

A definição do sistema de recalque de água bruta considerou o pré-tratamento na captação e a utilização de bombas de alta eficiência, devido às distâncias e desníveis a serem vencidos. As duas alternativas apontaram a necessidade de utilização de recalque duplo, sendo o baixo recalque junto a captação e o alto recalque em ponto favorável do encaminhamento.

Foram identificados preliminarmente trechos com interferências que necessitam de acessórios especiais ou travessias.

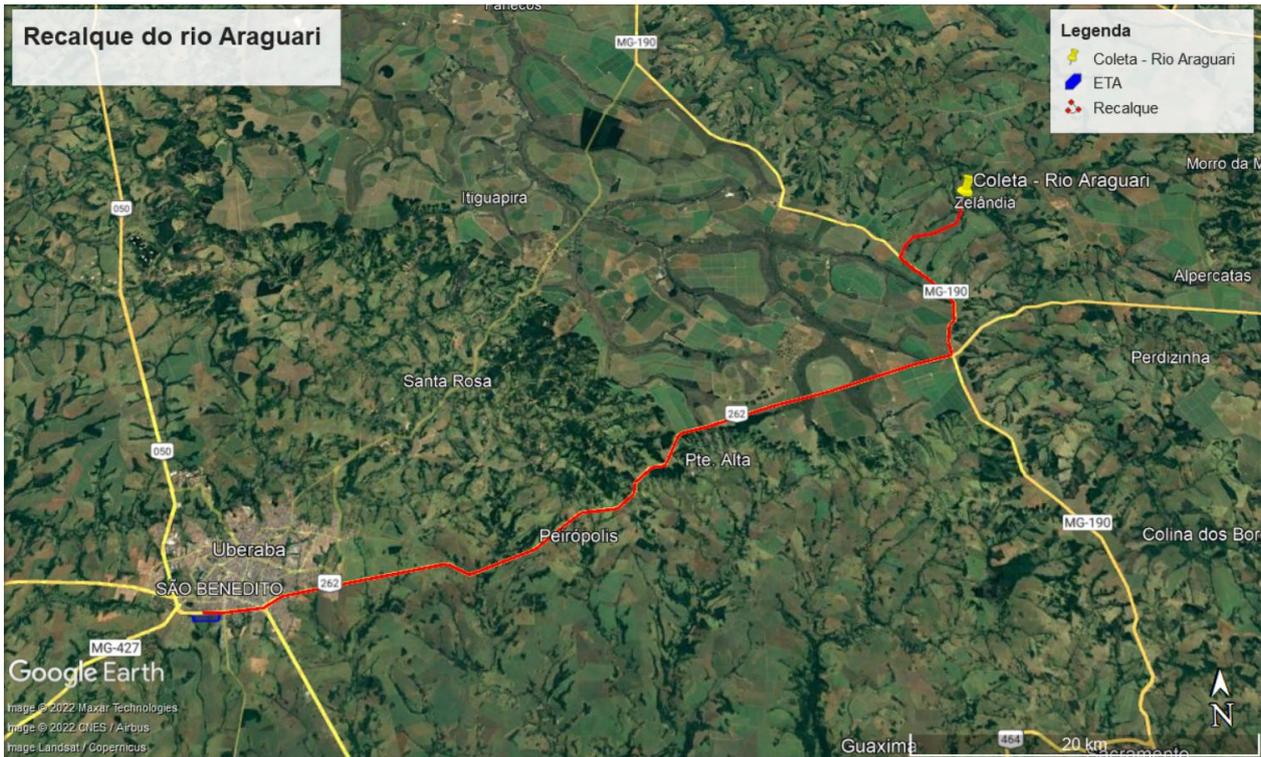
A adução considera o encaminhamento da água bruta da captação até o provável terreno da nova ETA.

Devido ao alto custo e dificuldade de implantação da adutora, optou-se por considerar a utilização de tubulação DN 1000 em ferro fundido, permitindo a futura ampliação do sistema para vazão de até 900 L/s. Para efeitos comparativos foi adotada a utilização da tubulação em ferro fundido classe K9, para as duas alternativas, atendendo as pressões do sistema de recalque em todo os trechos.

Conforme comentado no Item 5.2 (captação), a operação dos sistemas de recalque considera a presença de operadores locais, devido a importância do sistema e a distância da captação até a cidade de Uberaba. Os operadores podem ficar responsáveis pelas unidades de baixo recalque e alto recalque simultaneamente, sendo que as duas unidades foram concebidas com estrutura de vestiário, sala de operação e almoxarifado para os operadores.

### 5.3.1 RIO ARAGUARI

O encaminhamento considerado para a adutora de água bruta foi margeando as rodovias MG-190 e MG-262, com distância aproximada de 67 km. Na Figura 5.10 está apresentado o trajeto considerado para a adutora de água bruta e na Figura 5.11 o perfil de elevação do terreno.



**Figura 5.10 – Trajeto rio Araguari – Nova ETA**

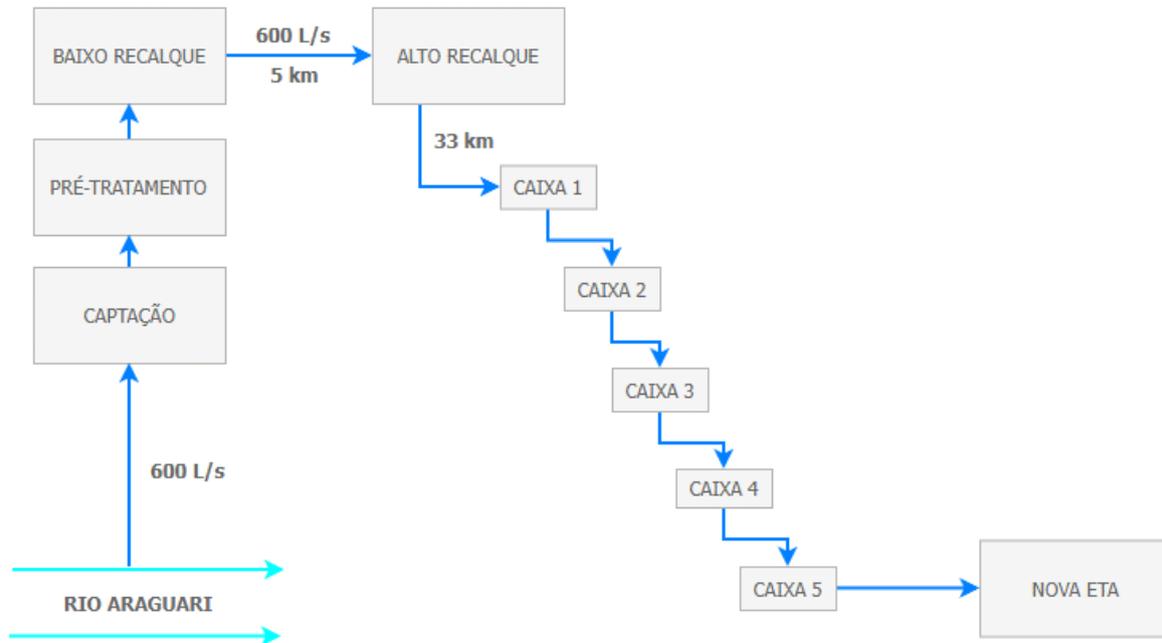


**Figura 5.11 – Perfil de elevação rio Araguari – Nova ETA**

Fonte: Google Earth (2022)

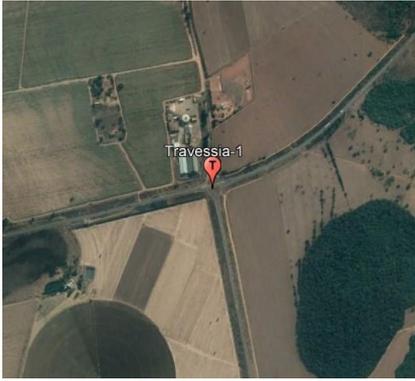
Analisando o perfil de elevação observa-se que o desnível entre o ponto de captação e o divisor de águas é de aproximadamente 215 m, sendo que a ETA se localiza em cota inferior a cota de captação. Devido as pressões na linha de recalque e visando a segurança operacional, optou-se por considerar o recalque em duas etapas (escoamento forçado), além da existência de um trecho com escoamento por gravidade, com auxílio de caixas de passagem.

O sistema consiste em unidade de captação, pré-tratamento e baixo recalque (Trecho 1), sendo o recalque da água pré tratada para o alto recalque. O Trecho 2 consiste no alto recalque, sendo recalcado para a primeira caixa de passagem. Em seguida, a água é encaminhada para a nova ETA, por gravidade, com o auxílio de 04 caixas subsequentes.



**Figura 5.12 – Esquema da captação de água do rio Araguari até a nova ETA**

No percurso da adutora foram identificados 12 pontos de interferência que necessitam de travessia. Ressalta-se que o presente estudo não teve acesso as informações de sondagem do terreno ao longo da adutora. Nas Figuras 5.13 e 5.14 estão apresentados os pontos de travessia identificados.



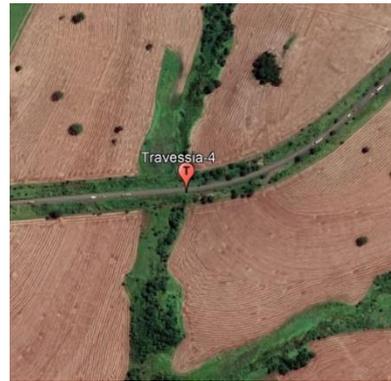
T1-Trevo de Rodovia



T2- Córrego



T3- Córrego



T4- Córrego



T5-Rio



T6- Córrego

**Figura 5.13 – Pontos de travessia da adutora de água bruta**



T7-Córrego



T8-Trevo Rodovia



T9- Córrego canalizado



T10-Ferrovia



T11-Rodovia



T12-Rodovia

**Figura 5.14 – Pontos de travessia da adutora de água bruta**

O baixo recalque do sistema Araguari foi considerado localizado junto à captação. Foi considerada a utilização de bombas bipartidas em poço húmido no arranjo de 3+1R para a vazão de 600 L/s e 5+1R para a vazão de 900 L/s. No início da adutora foi prevista a instalação de medidor ultrassônico de vazão com by-pass, para situações de manutenção a calibração do equipamento.

O poço de sucção foi projetado em duas câmaras, possibilitando a manutenção do poço sem a necessidade de parada completa da captação.



**Figura 5.15 – Região de captação – Rio Araguari**

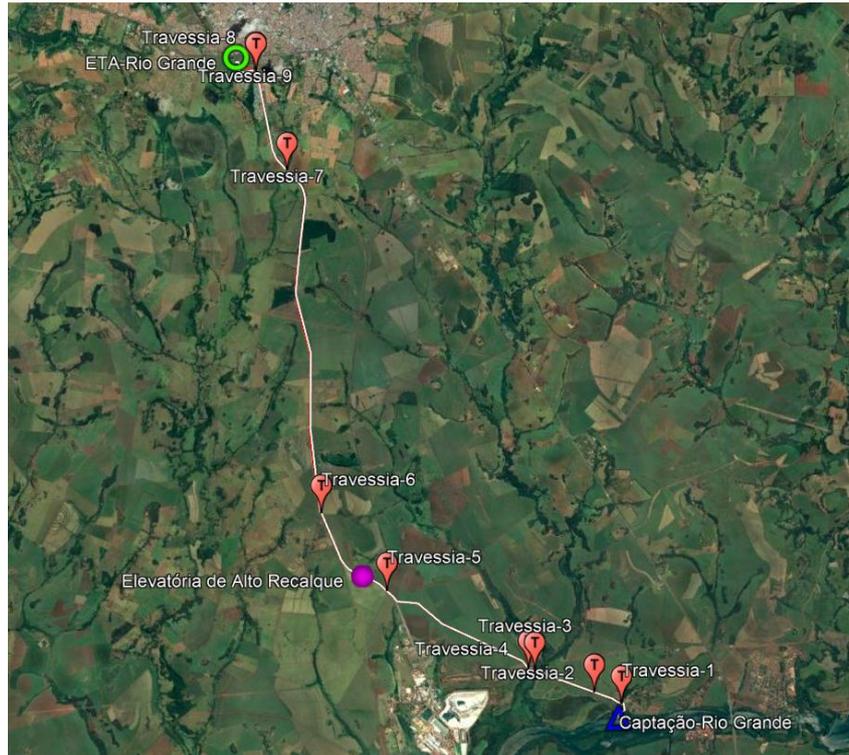
O alto recalque do sistema Araguari foi considerado localizado a 3,5 km da captação. Foi considerada a utilização de bombas bipartidas em poço húmido no arranjo de 3+1R para a vazão de 600 L/s e 5+1R para a vazão de 900 L/s. No início da adutora foi prevista a instalação de medidor ultrassônico de vazão com by-pass, para situações de manutenção a calibração do equipamento.

O poço de sucção foi projetado em duas câmaras, possibilitando a manutenção do poço sem a necessidade de parada completa da captação.

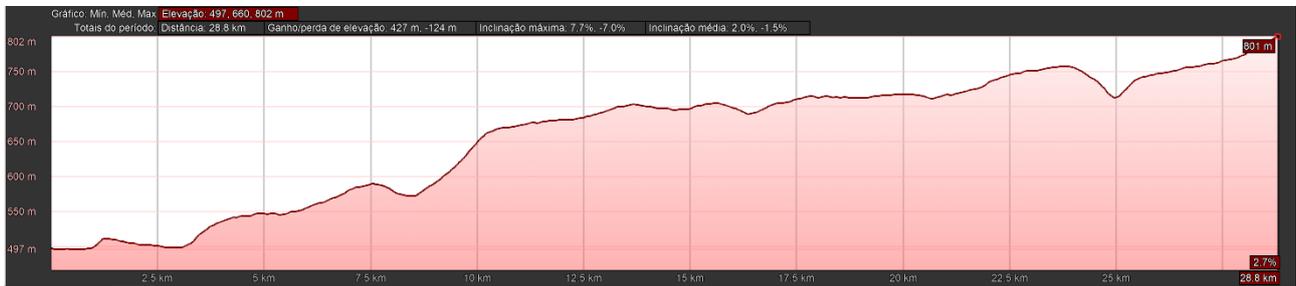
### 5.3.2 RIO GRANDE

O local exato da captação deve ser definido especificamente na ocasião de projeto, analisando as condições do local para absorver a unidade prevista.

O encaminhamento possível, considerado para a adutora de água bruta foi margeando Av. Filomena Cartafina. A distância aproximada é de 29 km.



**Figura 5.16 – Trajeto rio Grande - Nova ETA**



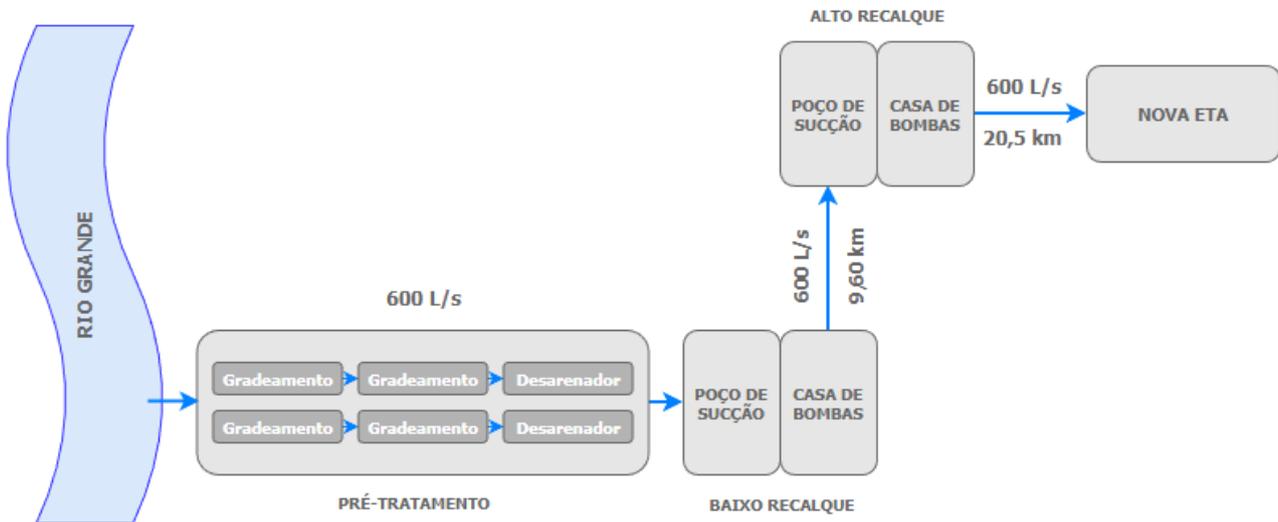
**Figura 5.17 – Perfil de elevação rio Grande - Nova ETA**

Fonte: Google Earth (2022)

Analisando o perfil de elevação observa-se que o desnível entre o ponto de captação e o terreno da ETA é de aproximadamente 300 m.

Devido as pressões na linha de recalque e visando a segurança operacional, optou-se por considerar o recalque em duas etapas.

O sistema consiste em unidade de captação, pré-tratamento e baixo recalque (Trecho 1), sendo o recalque da água pré tratada para o alto recalque. O Trecho 2 consiste no alto recalque, sendo recalcado para a nova ETA.



**Figura 5.18 – Fluxograma – rio Grande**

No percurso da adutora foram identificados 9 pontos de interferência que necessitam de travessia. Ressalta-se que o presente estudo não teve acesso as informações de sondagem do terreno ao longo da adutora. Nas Figuras 5.19 e 5.20 estão apresentados os pontos de travessia identificados.



T1-Córrego



T2- Ponte rodoviária



T3- Córrego



T4- Rodovia

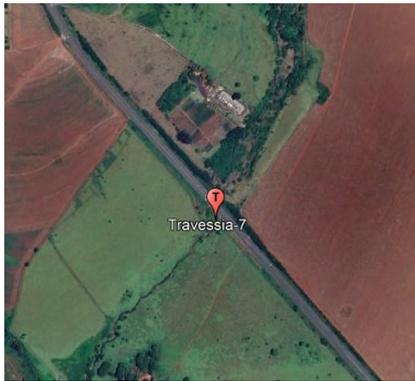
**Figura 5.19 – Pontos de travessia da adutora de água bruta**



T5-Ferrovia



T6- Rodovia



T7- Córrego



T8 e T9- Rua asfaltada

**Figura 5.20 – Pontos de travessia da adutora de água bruta**

### 5.3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rio Araguari apresenta menor disponibilidade hídrica em relação ao rio Grande, estando mais afastado da cidade de Uberaba. Apesar do rio Araguari localizar-se em cota superior a cota da cidade de Uberaba, o ponto de coleta de água está localizado aproximadamente 200m abaixo do divisor de águas, sendo necessária também a implantação de grande infraestrutura de recalque.

O rio Grande apresenta grande desnível em relação à Nova ETA. Entretanto, quando comparados os custos de implantação frente a alternativa do rio Araguari, o CAPEX se apresenta menor, principalmente devido a menor distância da ETA.

Em termos técnicos, o rio Grande apresenta maior disponibilidade hídrica, menor complexidade na captação e traçado da adutora quando comparado com o rio Araguari.

A alternativa dos poços apresenta-se com viabilidade técnica relativa, visto que não é possível determinar a qualidade da água subterrânea e a vazão de exploração antes de sua perfuração. O custo de implantação dos poços depende diretamente dos parâmetros de profundidade e de vazão em relação ao custo de perfuração e a quantidade de poços a serem implantados, enquanto a viabilidade de exploração em relação ao tratamento da água do poço vai depender da qualidade da água bruta encontrada. Ressalta-se que apesar de prever a captação no aquífero Guarani, e este ser um manancial subterrâneo com muitas informações disponíveis, inclusive com poços já implantados em Uberaba, a estratificação das camadas de perfuração até chegar ao aquífero Guarani pode conter elementos desconhecidos, que podem prejudicar a qualidade da água bruta e encarecer significativamente o processo de tratamento.

Considerando situações ideais dos poços, em que se mantenham as mesmas características de implantação dos poços atuais, verifica-se que o custo de implantação dos poços apresenta-se menor que as alternativas do rio Grande e Araguari, com o benefício de poder ser etapalizado e ser descentralizado. Em contrapartida, também considerando as condições ideais dos poços (tratamento simplificado de cloração e fluoretação), os custos operacionais dos poços, principalmente referentes a energia e manutenção elevam significativamente o custo de produção da água, apresentando menor viabilidade de médio prazo (Ver Item 6.4).

## 5.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Para o atendimento da demanda de final de plano a vazão de água tratada foi estimada em 1760 L/s. Conforme apresentado no Item 4, a captação do rio Uberaba não suporta essa demanda, sendo necessária a busca por novos mananciais para captação.

A ETA Uberaba encontra-se com capacidade próxima ao limite de tratamento com 1200 L/s, sendo que sua ampliação está limitada pela disponibilidade hídrica da captação atual, dos processos de tratamento e do sistema de tratamento dos resíduos. A ampliação da capacidade de tratamento da ETA não apresenta viabilidade técnica no momento por haver necessidade de paralização de parte da ETA durante longos períodos, levando ao desabastecimento. A área disponível no terreno da ETA não possibilita a ampliação física das unidades.

As alternativas estudadas para atendimento da demanda futura partem do princípio de adequação da ETA existente para a vazão de 1200 L/s. O atendimento da demanda excedente foi estudado

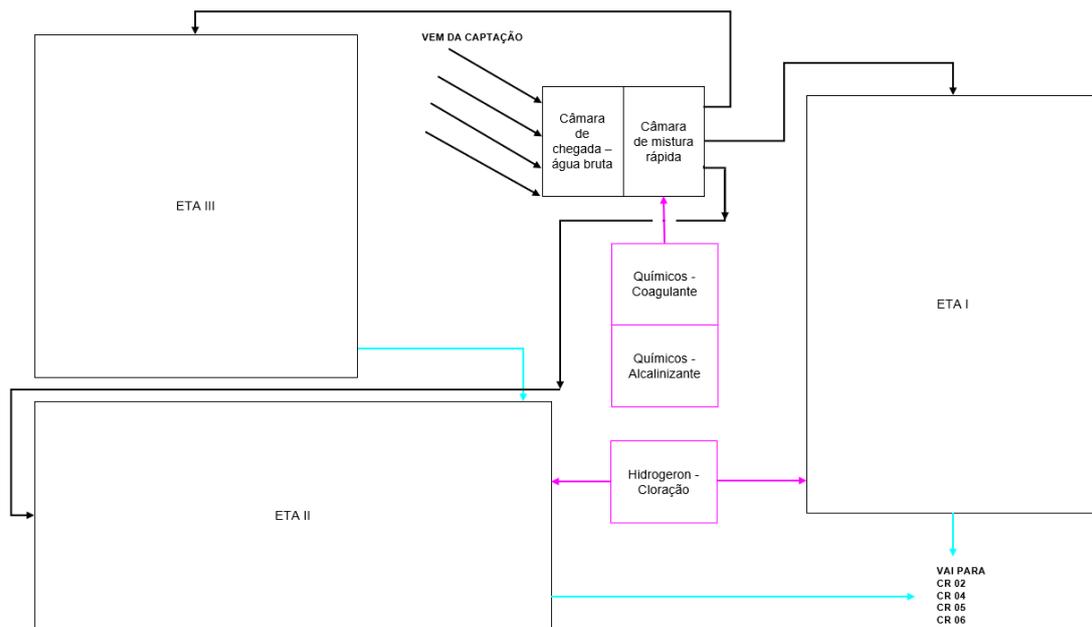
comparando a alternativa de utilização de poços com unidades de tratamento químico (cloração e fluoretação) e uma nova ETA de ciclo completo.

### 5.4.1 ETA EXISTENTE

Na Figura 5.21 está apresentada a visão geral da ETA Uberaba, com seus 3 módulos de tratamento, nova elevatória de água tratada e sistema de tratamento de resíduos. Na Figura 5.22 está apresentado o fluxograma da ETA representado por diagrama de blocos.



**Figura 5.21 – Visão geral da ETA Uberaba**



**Figura 5.22 – Fluxograma geral das ETAs**

A ETA Uberaba não consegue atender atualmente a demanda de tratamento para a vazão de 1200 L/s, devido a deficiências de controle operacional, hidráulicas e de processo.

A adequação da ETA se faz necessária para garantir a qualidade da água tratada atendendo aos padrões de potabilidade durante os períodos de chuva e estiagem. As adequações previstas para a ETA são:

- Alteração da unidade de mistura rápida para unificar a dosagem e a mistura de químicos;
- Alteração na unidade de divisão de vazão entre os módulos de tratamento para regular a vazão encaminhada à cada módulo;
- Implantação de lamelas de alta taxa no terço final dos decantadores possibilitando o aumento da qualidade da água decantada e o aumento de vazão nas unidades;
- Alteração do sistema de remoção de lodo dos decantadores possibilitando a limpeza completa e efetiva das unidades;
- Alteração do sistema de controle dos filtros para taxa declinante variável aumentando o tempo de carreira e evitando o transpasse nos filtros;
- Alteração do sistema de lavagem dos filtros para ar e água, possibilitando a limpeza efetiva da unidade e diminuindo a perda de água na ETA;

- Alteração no fundo dos filtros para permitir a filtração de forma adequada, sem perda de material filtrante e caminhos preferenciais.

## 5.4.2 ETA NOVA

A nova ETA foi considerada com a tecnologia de ciclo completo, com base nos resultados obtidos no estudo de tratabilidade dos mananciais rio Grande e rio Araguari. A vazão nominal de tratamento considerada para a nova ETA foi de 600 L/s, com capacidade de expansão para 900 L/s.

A ETA foi concebida em com 3 módulos de 200 L/s, contemplando mistura rápida, floculadores mecanizados, decantadores de alta taxa, filtros rápidos de camada dupla com lavagem com ar e água.

O parque de químicos foi considerado com a implantação de alcalinizante (geocálcio), oxidante (hipoclorito de sódio), coagulante (PAC), fluoretante (ácido fluossilícico) e auxiliares de floculação (polímero). As unidades foram consideradas com armazenamento de pelo menos 10 dias e com sistema de dosagem por bombeamento com equipamento reserva.

No terreno da ETA também foram consideradas a implantação da estação de tratamento de resíduos e um centro de reservação e distribuição.



**Figura 5.23 – Região proposta para implantação da nova ETA**

O layout proposto para a nova ETA está apresentado no documento PR-022-001-PL-HID-DE-009-00.

### 5.4.3 TRATAMENTO POÇOS

Conforme apresentado no Item 5.2.3, considerando a vazão de 600 L/s e a redundância mínima de poços para permitir a manutenção sem impactar no abastecimento, foi estimada a implantação de 18 novos poços.

Não é possível determinar com precisão a qualidade da água bruta em cada um dos poços. Assim, considerou-se apenas os processos de desinfecção e fluoretação para o tratamento da água bruta.

Foram considerados sistemas de controle de vazão, dosagem com bombas e equipamento reserva, misturador em linha, e tanques de armazenamento para 10 dias. Devido ao elevado número de unidades de tratamento nessa alternativa o sistema foi considerado automatizado, com operação remota pela CCO.

#### 5.4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação da nova ETA se apresenta como solução tecnicamente viável por haver disponibilidade de terreno, fácil acesso de operadores e fornecedores, capacidade de expansão futura, utilização de tecnologia de amplo conhecimento (utilizada atualmente na ETA Uberaba), e possibilitar a descentralização do sistema de distribuição de água tratada. A amostra de água coletada para realização do estudo de tratabilidade apresenta características de estiagem, possibilitando inclusive a utilização da tecnologia de filtração direta durante esse período. A qualidade da água bruta no período chuvoso não foi avaliada diretamente, entretanto, pelas características da bacia, represamento do manancial e histórico de qualidade em outros pontos do rio Grande, acredita-se que a qualidade seja melhor do que do rio Uberaba durante as chuvas.

O processo de tratamento de água dos poços deve ser feito antes de encaminhar a água para a rede, havendo, portanto, a necessidade de vários sistemas de cloração e fluoretação distribuídos pela cidade. A operação desses sistemas mesmo que automatizada, requer atenção dos operadores para falha e reposição constante dos produtos químicos.

#### 5.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS GERADOS NA ETA

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10) os resíduos gerados nas ETAs devem ser dispostos em aterros sanitários com capacidade adequada para receber o volume de resíduos gerados. Para a disposição em aterro, os resíduos devem apresentar concentração de sólidos adequada, podendo ser recusado caso não atenda aos parâmetros de disposição.

O tratamento dos resíduos gerados nas ETAs consiste no aumento da concentração de sólidos no resíduo, gerado principalmente pela liberação de água em processos de separação.

A ETA Uberaba possui sistema de tratamento de resíduos, porém não está em condições operacionais. Dessa forma, será necessária a adequação do sistema existente de acordo com a reforma das unidades da ETA.

O estudo de concepção da ETA Nova já considerou a implantação do sistema de tratamento de resíduos para a vazão de 600 L/s.

### 5.5.1 ETA EXISTENTE

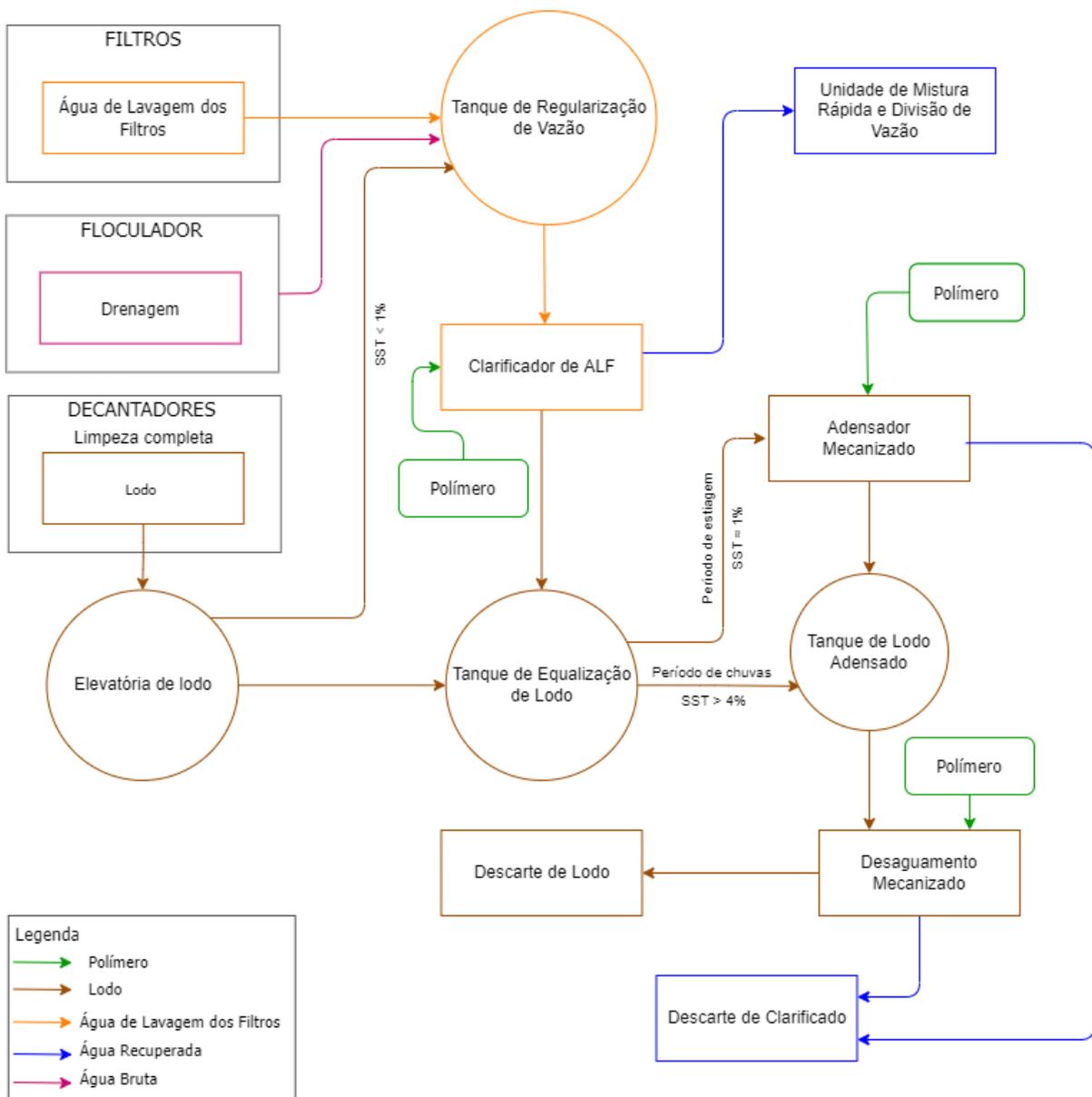
O sistema de tratamento de resíduos da ETA Uberaba foi projetado considerando três processos de tratamento, de acordo com as unidades existentes. O primeiro processo consiste na clarificação para o tratamento dos resíduos com baixa concentração de sólidos (água de lavagem dos filtros, drenagem de flocladores e parte das descargas dos decantadores), sendo realizada em clarificadores gravitacionais. O segundo processo consiste no adensamento do lodo das descargas dos clarificadores e dos decantadores, sendo realizado por adensadores mecanizados (existentes). O processo final de tratamento consiste no desaguamento do lodo adensado, sendo realizado pelas centrífugas existentes.

Com relação ao aproveitamento da água recuperada no STR, a recirculação foi prevista apenas quando for necessário (ex.: época de estiagem) e unicamente da água recuperada dos clarificadores. Antes da sua recirculação, a qualidade da água recuperada deve ser avaliada de forma que a recirculação não comprometa a qualidade da água bruta, pois se a operação dos clarificadores não for adequada e sua eficiência for reduzida, a recirculação da água recuperada pode implicar em risco microbiológico.

De maneira geral, foi previsto o tratamento da água de lavagem dos filtros (ALF) e do lodo proveniente das descargas dos decantadores em rotas distintas. A ALF é encaminhada para um tanque de regularização de vazão (TRV), que posteriormente segue para a etapa de clarificação. A água recuperada nos clarificadores é encaminhada para a unidade de mistura rápida e divisão de vazão da ETA, e os sedimentos provenientes da clarificação, seguem para o tanque de equalização de lodo (TEL), que recebe e equaliza os sedimentos junto ao lodo proveniente das descargas dos decantadores. A partir do TEL, os resíduos são encaminhados para o adensamento e desaguamento mecanizado por centrífugas e, finalmente, para disposição final.

A verificação das unidades existentes, o dimensionamento da elevatória de lodo dos decantadores e do clarificador de ALF, foram realizados considerando os cenários de estiagem, chuvas e chuvas intensas.

Na Figura 5.24 está apresentado o fluxograma geral do STR.



**Figura 5.24 – Fluxograma geral do STR**

## 5.5.2 ETA NOVA

A estação de tratamento de resíduos foi considerada para atendimento da nova ETA com vazão de tratamento de 600 L/s e turbidez máxima de 100 uT.

As unidades consideradas foram câmara de recebimento e equalização, adensamento gravitacional, desaguamento mecanizado por centrífuga. O acondicionamento do lodo desaguado foi considerado em caçambas com remoção e destinação para aterro.

Para a realização de adensamento e desaguamento foi considerado a aplicação de polímero, havendo linhas dedicadas para cada etapa com redundância de equipamentos de dosagem. A preparação do polímero foi considerada com preparador automatizado.

O layout proposto para o sistema de tratamento dos resíduos da Nova ETA está apresentado no documento PR-022-001-PL-HID-DE-009-00.

### 5.5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adequação do STR da ETA Uberaba é fundamental para a regularização da ETA, que se encontra em situação inadequada com lançamentos de resíduos sem tratamento no rio Uberaba. Desta forma, independente da alternativa selecionada, a adequação do STR existente é necessária.

O STR da Nova ETA foi definido com base nos processos de ciclo completo e na qualidade provável do manancial (rio Grande) ao longo do ano.

### 5.6 DISTRIBUIÇÃO E ARMAZENAMENTO

A alternativa de distribuição e armazenamento estudada para Uberaba está diretamente relacionada a definição da produção de água tratada. Desta forma, verificou-se as alterações necessárias para a distribuição e armazenamento considerando a implantação da Nova ETA.

#### 5.6.1 RESERVATÓRIOS

Não foi possível identificar o volume útil dos reservatórios existentes por falta de cadastro técnico. Dessa forma considerou-se o volume nominal declarado dos reservatórios.

Além dos reservatórios existentes foi prevista a implantação do R14 e R15, conforme planejamento da CODAU.

Para a Nova ETA foram previstos dois reservatórios apoiados com volume útil de 2.200 m<sup>3</sup> cada, possibilitando a parada da ETA para manutenção por 2h, sem interromper o abastecimento.

**Tabela 5.7 – Volume de armazenamento dos reservatórios de água tratada**

VOLUME NOMINAL DE ARMAZENAMENTO	
RESERVATÓRIO	VOLUME DE ARMAZENAMENTO (m <sup>3</sup> )
CR2A	3.382
CR2B	2.642
CR3A	2.500
CR3B	2.500
CR4A	2.471
CR4B	1.862
CR4 METÁLICO	5.180
CR5A	2.604
CR5B	2.624
CR5 METÁLICO	6.855
CR6A	1.612
CR6B	2.560
CR6 METÁLICO	5.443
CR8 METÁLICO	5.443
CR9 METÁLICO	5.443
CR10 METÁLICO	5.443
CR11 METÁLICO	5.443
CR12 METÁLICO	5.000
CR13 METÁLICO	5.000
CR14 METÁLICO	5.000
CR15 METÁLICO	5.000
CR ETA NOVA	4.435
<b>Total</b>	<b>88.440</b>

**Tabela 5.8 – Parâmetros relativos ao armazenamento de água tratada**

<b>Vazão média demandada - dia de maior consumo (L/s)</b>	1.664,18
<b>Vazão de produção (L/s)</b>	1.800,00
<b>t operante (h)</b>	24
<b>Volume mínimo recomendado de armazenamento - dia de maior consumo (m<sup>3</sup>)</b>	47.928,32
<b>Volume consumido - dia de maior consumo (m<sup>3</sup>)</b>	143.784,95
<b>Volume produzido - dia de maior consumo (m<sup>3</sup>)</b>	155.520,00
<b>Volume nominal total de armazenamento (m<sup>3</sup>)</b>	88.440,47
<b>Relação Capacidade de armazenamento / Volume</b>	61,51%
<b>Relação Capacidade de armazenamento / Volume Produzido</b>	56,87%

## 5.6.2 ELEVATÓRIAS

As elevatórias foram consideradas com capacidade para atendimento das demandas conforme estudo de demanda por setor.

## 5.6.3 ADUTORAS

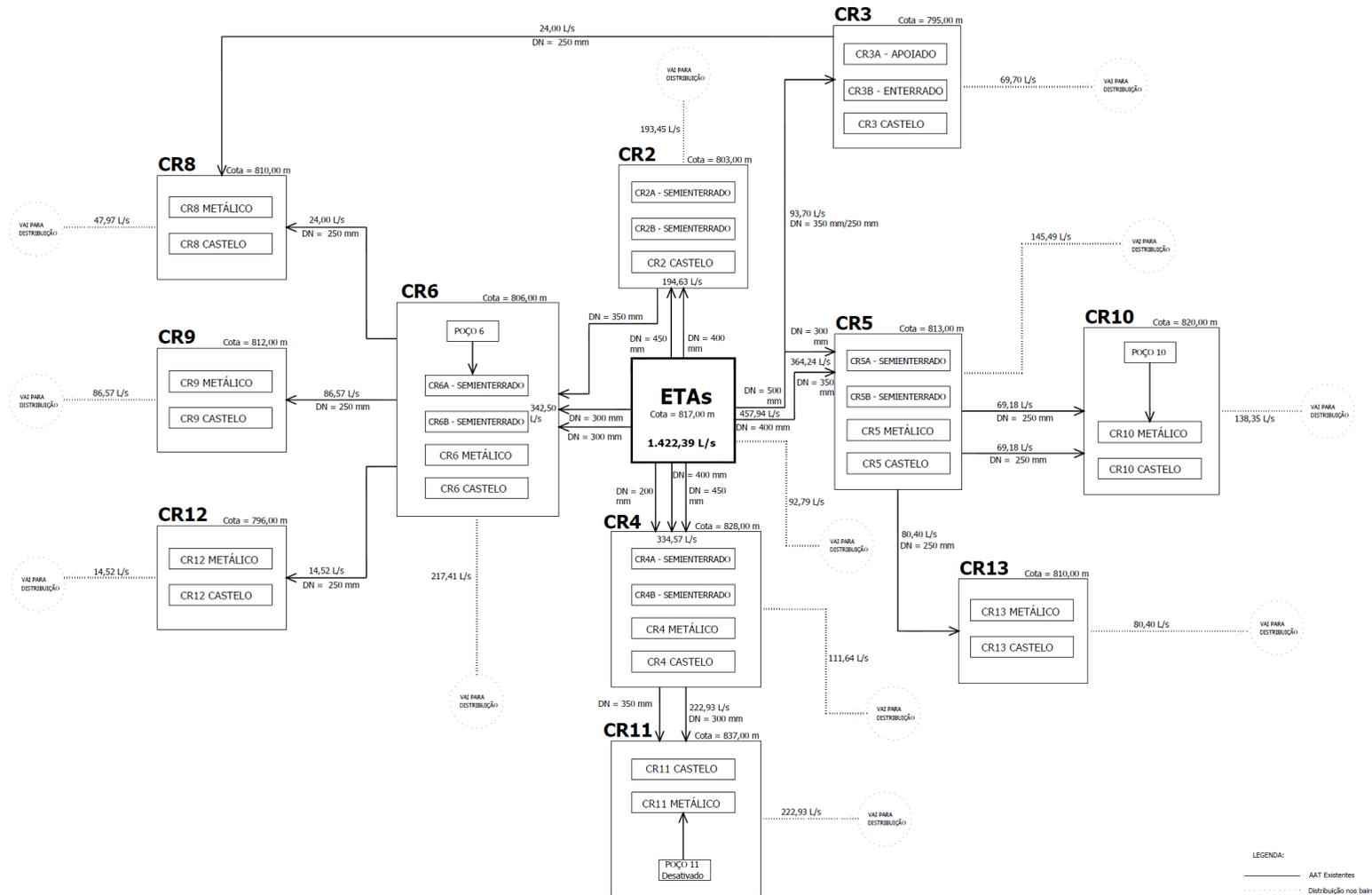
As adutoras foram verificadas conforme as vazões de abastecimento de final de plano, interligando a nova fonte de produção aos reservatórios existentes e previstos.

## 5.6.4 SISTEMA DE ABASTECIMENTO

Na Figura XX está apresentado o arranjo atual do abastecimento. Os valores são estimados com base na população de cada setor. Ressalta-se que muitas tubulações de abastecimento estão interligadas, não havendo separação efetiva dos setores. Para elaboração do estudo e modelagem do sistema foi necessário segmentar a distribuição por centro de reservação.

Na Figura 5.26 está apresentado o arranjo previsto para o abastecimento no final de plano com a nova ETA e os novos reservatórios.

Na Tabela 5.9 estão apresentados os parâmetros de população e vazão de distribuição para cada setor (unidade de reservação) na condição atual e de final de plano.



**Figura 5.25 – Fluxograma distribuição atual**

16 3412 3995

contato@projetae.com

/projetae | www.projetae.com

São Carlos – SP, Brasil

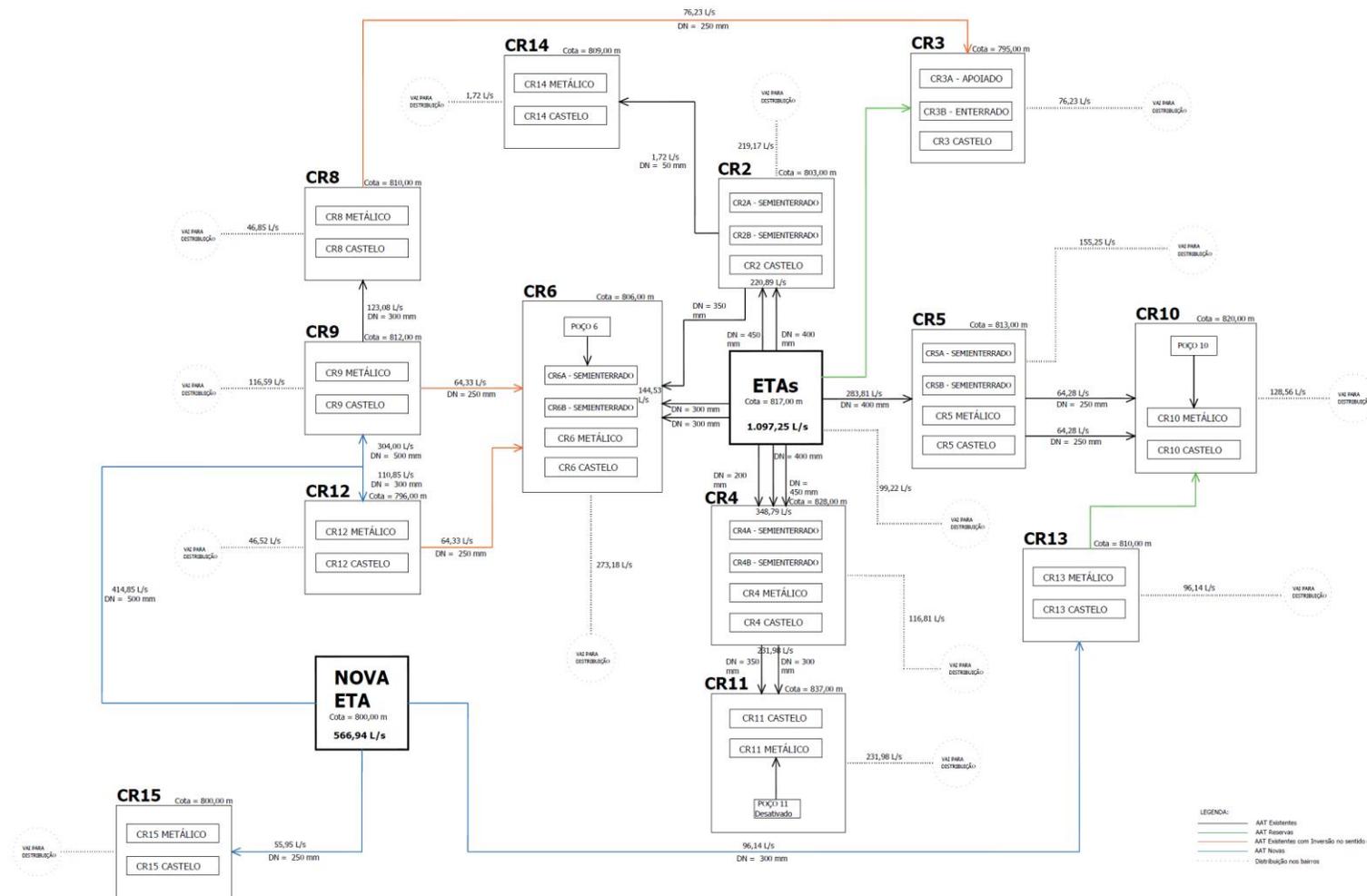


Figura 5.26 – Fluxograma distribuição final de plano

Tabela 5.9 – Vazão de distribuição média e no dia de maior consumo por reservatório

UNIDADE	Cenário Atual (2022)	Final de Plano (2052)	Cenário atual (2022)		Cenário de final de plano (2052)	
	População (hab)	População (hab)	Vazão de distribuição média (L/s)	Vazão de distribuição no dia de maior consumo (L/s)	Vazão de distribuição média (L/s)	Vazão de distribuição no dia de maior consumo (L/s)
ETA	21.796	27.192	77,32	92,79	82,69	99,22
R02	33.773	44.086	119,81	143,78	134,06	160,87
C02	11.668	15.978	41,39	49,67	48,59	58,30
R03	10.828	13.694	38,41	46,10	41,64	49,97
C03	5.545	7.197	19,67	23,61	21,89	26,26
C04	26.224	32.011	93,03	111,64	97,34	116,81
R05	10.758	15.119	38,16	45,80	45,98	55,17
C05	23.418	27.426	83,08	99,69	83,40	100,08
R06	10.042	11.294	35,62	42,75	34,34	41,21
C06	41.028	63.571	145,55	174,66	193,31	231,97
C08	11.268	12.839	39,97	47,97	39,04	46,85
C09	20.334	31.950	72,14	86,57	97,16	116,59
C10	28.501	35.232	101,11	121,33	107,13	128,56
C11	52.366	63.575	185,77	222,93	193,32	231,98
C12	3.411	12.750	12,10	14,52	38,77	46,52
C13	18.885	26.348	67,00	80,40	80,12	96,14
R14	277	471	0,98	1,18	1,43	1,72
R15	3.997	15.333	14,18	17,02	46,62	55,95
<b>Total</b>	<b>334.118</b>	<b>456.068</b>	<b>1.185,32</b>	<b>1.422,39</b>	<b>1.386,81</b>	<b>1.664,18</b>

### 5.6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação da Nova ETA na região sul da cidade possibilitou o equilíbrio na distribuição de água tratada, minimizando a utilização de reservatórios intermediários como caixa de passagem e diminuindo as demandas nas adutoras existentes. Por se tratar de água bruta com maior custo de captação e recalque é interessante que a CODAU otimize seu uso ao longo dos anos de acordo com a demanda e disponibilidade hídrica, avaliando possíveis arranjos combinados com a ETA Uberaba.

## 6 ORÇAMENTO ESTIMATIVO

---

O orçamento estimativo foi elaborado através de consulta a fornecedores para a estimativa de itens mais relevantes, com base em custos SINAPI e com base em orçamentos recentes realizados pela projetista.

Ressalta-se que os valores são uma estimativa realizada anteriormente a elaboração de projetos e que serve como valor de referência para a tomada de decisão.

Os custos foram divididos em:

- Administração local da obra;
- Captação, elevatória adutora de água bruta 600 L/s;
- Alto recalque e adutora 600 L/s;
- Estação de tratamento de água – 600 L/s ciclo completo com tratamento de lodo;
- Reservatório de água tratada 9.300 m<sup>3</sup>;
- Elevatória de água tratada 600 L/s;
- Adutoras de água tratada;

Os custos de operação consideraram o consumo de energia, químicos e disposição do lodo das unidades de captação, recalque de água bruta, tratamento de água, e distribuição. Além dos custos de consumo foram considerados os custos com recursos humanos (operadores, responsável técnico e segurança das unidades) e com a manutenção dos equipamentos.

## 6.1 ALTERNATIVA 1 – RIO GRANDE

### 6.1.1 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

**Tabela 6.1 – Custos de administração da obra e da execução da captação e recalque de água bruta**

ITEM	QUANT.	UNE.	VALOR UNITÁRIO	VALOR	SUBTOTAL	%
<b>1 ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA</b>					<b>R\$ 12.554.096,44</b>	<b>4,52%</b>
1.1	CANTEIRO DE OBRAS CAPTAÇÃO E ALTO RECALQUE	300	m <sup>2</sup>	R\$ 1.500,00	R\$ 450.000,00	0,16%
1.2	CANTEIRO DE OBRAS ETA E EEAT	300	m <sup>2</sup>	R\$ 1.500,00	R\$ 450.000,00	0,16%
1.3	ACOMPANHAMENTO DE OBRA			R\$	8.324.354,60	3,00%
1.4	PROJETO EXECUTIVO			R\$	3.329.741,84	1,20%
<b>2 CAPTAÇÃO, ELEVATÓRIA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA 600 LS</b>					<b>R\$ 70.020.680,00</b>	<b>25,23%</b>
2.1	AQUISIÇÃO DE TERRENO	1500	m <sup>2</sup>	R\$ 250,00	R\$ 375.000,00	0,14%
2.2	PAVIMENTAÇÃO ATÉ A CAPTAÇÃO	2	km	R\$ 800.000,00	R\$ 1.600.000,00	0,58%
2.3	MOVIMENTO DE TERRA	1	vb	R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.500.000,00	0,54%
2.4	ESTRUTURA DA CAPTAÇÃO	73,26	m <sup>2</sup>	R\$ 12.000,00	R\$ 879.120,00	0,32%
2.5	ESTRUTURA DO DESARENADOR	81,94	m <sup>2</sup>	R\$ 10.000,00	R\$ 819.400,00	0,30%
2.6	EQUIPAMENTOS (PENEIRA, REMOÇÃO DE AREIA, ETC.)	1	vb	R\$ 750.000,00	R\$ 750.000,00	0,27%
2.7	PRÉDIO DE APOIO	109,4	m <sup>2</sup>	R\$ 3.000,00	R\$ 328.200,00	0,12%
2.8	CONJUNTO MOTOBOMBAS (3+1R 700 CV)	4	unid.	R\$ 1.488.705,00	R\$ 5.954.820,00	2,15%
2.9	POÇO DE SUÇÃO	182,07	m <sup>2</sup>	R\$ 6.000,00	R\$ 1.092.420,00	0,39%
2.10	CASA DE BOMBAS	253,12	m <sup>2</sup>	R\$ 3.000,00	R\$ 759.360,00	0,27%
2.11	TUBULAÇÕES, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS	1	vb	R\$ 759.360,00	R\$ 759.360,00	0,27%
2.12	SUBESTAÇÃO E GERADOR	3000	kVA	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600.000,00	0,65%
2.13	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE AUTOMAÇÃO	1	vb	R\$ 1.800.000,00	R\$ 1.800.000,00	1,30%
2.14	ADUTORA FERRO FUNDIDO DÚCTIL PB CLASSE K9 1000mm	10800	m	R\$ 4.035,00	R\$ 43.578.000,00	15,71%
2.15	ASSENTAMENTO DA ADUTORA	10800	m	R\$ 525,00	R\$ 5.670.000,00	2,04%
2.16	INSTALAÇÃO DE VENTOSAS	3	unid.	R\$ 20.000,00	R\$ 60.000,00	0,02%
2.17	INSTALAÇÃO DE DESCARGAS DE FUNDO	3	unid.	R\$ 30.000,00	R\$ 90.000,00	0,03%
2.18	TRAVESSIA DE CÓRREGO	2	unid.	R\$ 50.000,00	R\$ 100.000,00	0,04%
2.19	TRAVESSIA DE PONTE	1	unid.	R\$ 85.000,00	R\$ 85.000,00	0,03%
2.20	TRAVESSIA DE RODOVIA (VALA ABERTA)	1	unid.	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	0,04%
2.21	TRAVESSIA DE FERROVIA	1	unid.	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00	0,04%

**Tabela 6.2 – Custos da execução do alto recalque e da ETA**

ITEM	QUANT.	UNL.	VALOR UNITÁRIO	VALOR	SUBTOTAL	%
<b>3 ALTO RECALQUE E ADUTORA 600 L/S</b>					<b>R\$ 107.113.020,00</b>	<b>38,60%</b>
3.1	1500	m²	R\$ 250,00	R\$ 375.000,00		0,14%
3.2	1	vb	R\$ 200.000,00	R\$ 200.000,00		0,07%
2.7	109,4	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 328.200,00		0,12%
3.3	4	unid.	R\$ 1.488.705,00	R\$ 5.954.820,00		2,15%
3.4	250	m²	R\$ 6.000,00	R\$ 1.500.000,00		0,54%
3.5	235	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 705.000,00		0,25%
3.6	1	vb	R\$ 3.000.000,00	R\$ 3.000.000,00		1,08%
3.7	3000	kVA	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600.000,00		1,30%
3.8	1	vb	R\$ 1.800.000,00	R\$ 1.800.000,00		0,65%
3.9	19500	m	R\$ 4.035,00	R\$ 78.682.500,00		28,36%
3.10	19500	m	R\$ 525,00	R\$ 10.237.500,00		3,69%
3.11	11	unid.	R\$ 20.000,00	R\$ 220.000,00		0,08%
3.12	10	unid.	R\$ 30.000,00	R\$ 300.000,00		0,11%
3.13	1	unid.	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00		0,02%
3.14	1	unid.	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00		0,04%
3.15	2	unid.	R\$ 30.000,00	R\$ 60.000,00		0,02%
<b>4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - 600 L/s CICLO COMPLETO</b>					<b>R\$ 62.850.000,00</b>	<b>22,65%</b>
4.1	18500	m²	R\$ 400,00	R\$ 7.400.000,00		2,67%
4.2	1	vb	R\$ 600.000,00	R\$ 600.000,00		0,22%
4.3	1000	m	R\$ 800,00	R\$ 800.000,00		0,29%
4.4	300	m²	R\$ 2.500,00	R\$ 750.000,00		0,27%
4.5	600	L/s	R\$ 54.000,00	R\$ 32.400.000,00		11,68%
4.6	600	L/s	R\$ 5.500,00	R\$ 3.300.000,00		1,19%
4.7	600	L/s	R\$ 21.000,00	R\$ 12.600.000,00		4,54%
4.8	1	vb	R\$ 5.000.000,00	R\$ 5.000.000,00		1,80%

**Tabela 6.3 – Custos da execução de reservatório, elevatória e adutoras de água tratada**

ITEM	QUANT.	UNL.	VALOR UNITÁRIO	VALOR	SUBTOTAL	%
<b>5 RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA 4500 m³</b>					<b>R\$ 5.375.000,00</b>	<b>1,94%</b>
5.1	4500	m³	R\$ 750,00	R\$ 3.375.000,00		1,22%
5.2	500	m³	R\$ 2.000,00	R\$ 1.000.000,00		0,36%
5.3	1	vb	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00		0,36%
<b>6 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA 600 L/S</b>					<b>R\$ 8.223.200,00</b>	<b>2,96%</b>
6.1	108,85	m²	R\$ 6.000,00	R\$ 653.100,00		0,24%
6.2	356,7	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 1.070.100,00		0,39%
6.3	1	vb	R\$ 1.800.000,00	R\$ 1.800.000,00		0,65%
6.4	10	UNID.	R\$ 200.000,00	R\$ 2.000.000,00		0,72%
6.5	1000	kVA	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200.000,00		0,43%
6.6	1	vb	R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.500.000,00		0,54%
<b>7 ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA</b>					<b>R\$ 11.342.490,25</b>	<b>4,09%</b>
7.1	1900	m	R\$ 1.008,75	R\$ 1.916.625,00		0,69%
7.2	1900	m	R\$ 425,00	R\$ 807.500,00		0,29%
7.3	1	unid.	R\$ 2.500.000,00	R\$ 2.500.000,00		0,90%
7.4	1940	m	R\$ 363,15	R\$ 704.511,00		0,25%
7.5	1940	m	R\$ 425,00	R\$ 824.500,00		0,30%
7.4	541	m	R\$ 1.008,75	R\$ 545.733,75		0,20%
7.5	541	m	R\$ 425,00	R\$ 229.925,00		0,08%
7.7	3570	m	R\$ 363,15	R\$ 1.296.445,50		0,47%
7.8	3570	m	R\$ 425,00	R\$ 1.517.250,00		0,55%
7.9	1	unid.	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00		0,36%
<b>TOTAL</b>				<b>R\$277.478.486,69</b>	<b>R\$ 277.478.486,69</b>	<b>100,00%</b>

## 6.1.2 CUSTOS DE OPERAÇÃO

**Tabela 6.4 – Custos de operação**

	VALOR DOS EQUIPAMENTOS	MANUTENÇÃO ANUAL	MANUTENÇÃO ANUAL
CAPTAÇÃO E BAIXO RECALQUE	R\$ 6.704.820,00	2,0%	R\$ 134.096,40
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	R\$ 43.578.000,00	0,5%	R\$ 217.890,00
ALTO RECALQUE	R\$ 5.954.820,00	2,0%	R\$ 119.096,40
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	R\$ 78.682.500,00	0,5%	R\$ 393.412,50
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	R\$ 49.850.000,00	1,0%	R\$ 498.500,00
ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA	R\$ 2.000.000,00	2,0%	R\$ 40.000,00
ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA	R\$ 4.463.315,25	0,5%	R\$ 22.316,58
<b>TOTAL ANUAL</b>			<b>R\$ 1.425.311,88</b>

OPERAÇÃO ETA E CAPTAÇÃO			
	QUANTIDADE	VALOR	VALOR ANUAL
EQUIPE DE OPERADORES	24,00	R\$ 72.000,00	R\$ 1.728.000,00
RESPONSÁVEL TÉCNICO	1,00	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00
PORTARIA E SEGURANÇA	8,00	R\$ 6.000,00	R\$ 48.000,00
<b>TOTAL ANUAL</b>			<b>R\$ 1.896.000,00</b>

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA, QUÍMICOS E DISPOSIÇÃO DE LODO (POR m³ TRATADO)			
	kWh/ m³	R\$/ m³	
CAPTAÇÃO E ALTO RECALQUE	1,07	R\$ 0,67	
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	0,10	R\$ 0,06	
CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS	-	R\$ 0,05	
DISPOSIÇÃO DE LODO	-	R\$ 0,15	
DISTRIBUIÇÃO	0,25	R\$ 0,16	
<b>TOTAL POR m³</b>		<b>R\$ 1,09</b>	

Tabela 6.5 – Custos anuais de operação

Ano	Pop. Residente e Atendida (hab)	Q captação (média) (L/s)	Q captação média (sistema Uberaba) (L/s)	Q captação média (novo sistema) (L/s)	Volume anual novo sistema (m³)	Custo de Consumo Anual Novo sistema R\$ 1,0946 /m3
2023	338183	1275	1000	275	8.682.776,88	R\$ 9.504.167,57
2024	342248	1276	1000	276	8.707.163,88	R\$ 9.530.861,58
2025	346313	1277	1000	277	8.731.006,93	R\$ 9.556.960,18
2026	350378	1278	1000	278	8.754.324,03	R\$ 9.582.483,08
2027	354443	1278	1000	278	8.777.132,39	R\$ 9.607.449,12
2028	358508	1279	1000	279	8.799.448,49	R\$ 9.631.876,32
2029	362945	1281	1000	281	8.862.684,37	R\$ 9.701.094,31
2030	366638	1280	1000	280	8.842.666,29	R\$ 9.679.182,52
2031	370703	1281	1000	281	8.863.597,55	R\$ 9.702.093,88
2032	374768	1282	1000	282	8.884.095,76	R\$ 9.724.531,22
2033	378833	1282	1000	282	8.904.174,21	R\$ 9.746.509,09
2034	382898	1283	1000	283	8.923.845,66	R\$ 9.768.041,46
2035	386963	1265	1000	265	8.364.849,19	R\$ 9.156.163,92
2036	391028	1279	1000	279	8.784.002,83	R\$ 9.614.969,50
2037	395093	1292	1000	292	9.203.156,48	R\$ 10.073.775,08
2038	399158	1305	1000	305	9.622.310,12	R\$ 10.532.580,66
2039	403223	1318	1000	318	10.041.463,77	R\$ 10.991.386,24
2040	407288	1332	1000	332	10.460.617,41	R\$ 11.450.191,82
2041	411353	1345	1000	345	10.879.771,06	R\$ 11.908.997,40
2042	415418	1358	1000	358	11.298.924,70	R\$ 12.367.802,98
2043	419483	1372	1000	372	11.718.078,35	R\$ 12.826.608,56
2044	423548	1385	1000	385	12.137.231,99	R\$ 13.285.414,14
2045	427613	1398	1000	398	12.556.385,64	R\$ 13.744.219,72
2046	431678	1411	1000	411	12.975.539,28	R\$ 14.203.025,30
2047	435743	1425	1000	425	13.394.692,93	R\$ 14.661.830,88
2048	439808	1438	1000	438	13.813.846,57	R\$ 15.120.636,46
2049	443873	1451	1000	451	14.233.000,22	R\$ 15.579.442,04
2050	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 16.038.247,62
2051	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 16.038.247,62
2052	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 16.038.247,62

## 6.1.1 CUSTO TOTAL

Tabela 6.6 –Valor presente líquido

Ano	Custo de Consumo Anual Novo sistema	Custo de Manutenção	Custo de Operação	Total	Total VLP (Taxa de 12% a.a.)
	R\$ 1,0946 /m3	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88		
2023	R\$ 9.504.167,57	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 12.825.479,45	R\$ 12.825.479,45
2024	R\$ 9.530.861,58	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 12.852.173,46	R\$ 11.475.154,87
2025	R\$ 9.556.960,18	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 12.878.272,06	R\$ 10.266.479,64
2026	R\$ 9.582.483,08	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 12.903.794,96	R\$ 9.184.666,37
2027	R\$ 9.607.449,12	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 12.928.760,99	R\$ 8.216.461,34
2028	R\$ 9.631.876,32	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 12.953.188,20	R\$ 7.349.986,85
2029	R\$ 9.701.094,31	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 13.022.406,19	R\$ 6.597.556,25
2030	R\$ 9.679.182,52	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 13.000.494,39	R\$ 5.880.763,44
2031	R\$ 9.702.093,88	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 13.023.405,76	R\$ 5.259.935,16
2032	R\$ 9.724.531,22	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 13.045.843,09	R\$ 4.704.461,80
2033	R\$ 9.746.509,09	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 13.067.820,96	R\$ 4.207.488,61
2034	R\$ 9.768.041,46	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 13.089.353,33	R\$ 3.762.876,30
2035	R\$ 9.156.163,92	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 12.477.475,80	R\$ 3.202.657,26
2036	R\$ 9.614.969,50	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 12.936.281,38	R\$ 2.964.661,81
2037	R\$ 10.073.775,08	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 13.395.086,96	R\$ 2.740.900,18
2038	R\$ 10.532.580,66	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 13.853.892,54	R\$ 2.531.054,37
2039	R\$ 10.991.386,24	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 14.312.698,12	R\$ 2.334.711,10
2040	R\$ 11.450.191,82	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 14.771.503,70	R\$ 2.151.385,92
2041	R\$ 11.908.997,40	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 15.230.309,28	R\$ 1.980.543,18
2042	R\$ 12.367.802,98	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 15.689.114,86	R\$ 1.821.612,56
2043	R\$ 12.826.608,56	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 16.147.920,44	R\$ 1.674.002,67
2044	R\$ 13.285.414,14	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 16.606.726,02	R\$ 1.537.112,11
2045	R\$ 13.744.219,72	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 17.065.531,60	R\$ 1.410.338,37
2046	R\$ 14.203.025,30	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 17.524.337,18	R\$ 1.293.085,02
2047	R\$ 14.661.830,88	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 17.983.142,76	R\$ 1.184.767,27
2048	R\$ 15.120.636,46	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 18.441.948,34	R\$ 1.084.816,38
2049	R\$ 15.579.442,04	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 18.900.753,92	R\$ 992.682,89
2050	R\$ 16.038.247,62	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 19.359.559,50	R\$ 907.839,05
2051	R\$ 16.038.247,62	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 19.359.559,50	R\$ 810.570,58
2052	R\$ 16.038.247,62	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.425.311,88	R\$ 19.359.559,50	R\$ 723.723,73
				TOTAL OPEX VPL	R\$ 121.077.774,54
				TOTAL CAPEX	R\$ 277.478.486,69
				<b>TOTEX</b>	<b>R\$ 398.556.261,23</b>

## 6.2 ALTERNATIVA 2 – RIO ARAGUARI

### 6.2.1 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

**Tabela 6.7 – Custos de administração da obra e da execução da captação e recalque de água bruta**

ITEM	QUANT.	UNI.	VALOR UNITÁRIO	VALOR	SUBTOTAL	%	
<b>1 ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA</b>						<b>R\$ 16.854.679,50</b>	<b>4,44%</b>
1.1	300	m²	R\$ 1.500,00	R\$ 450.000,00		0,12%	
1.2	300	m²	R\$ 1.500,00	R\$ 450.000,00		0,12%	
1.3				R\$ 11.396.199,65		3,00%	
1.4				R\$ 4.558.479,86		1,20%	
<b>2 CAPTAÇÃO, ELEVATÓRIA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA 600 LS</b>						<b>R\$ 38.330.320,00</b>	<b>10,09%</b>
2.1	1500	m²	R\$ 250,00	R\$ 375.000,00		0,10%	
2.2	2	km	R\$ 800.000,00	R\$ 1.600.000,00		0,42%	
2.3	1	vb	R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.500.000,00		0,39%	
2.4	73,26	m²	R\$ 12.000,00	R\$ 879.120,00		0,23%	
2.5	81,94	m²	R\$ 10.000,00	R\$ 819.400,00		0,22%	
2.6	1	vb	R\$ 750.000,00	R\$ 750.000,00		0,20%	
2.7	109,4	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 328.200,00		0,09%	
2.8	4	unid.	R\$ 1.488.705,00	R\$ 5.954.820,00		1,57%	
2.9	182,07	m²	R\$ 6.000,00	R\$ 1.092.420,00		0,29%	
2.10	253,12	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 759.360,00		0,20%	
2.11	1	vb	R\$ 2.000.000,00	R\$ 2.000.000,00		0,53%	
2.12	3000	kVA	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600.000,00		0,95%	
2.13	1	vb	R\$ 1.800.000,00	R\$ 1.800.000,00		0,47%	
2.14	3700	m	R\$ 4.035,00	R\$ 14.929.500,00		3,93%	
2.15	3700	m	R\$ 525,00	R\$ 1.942.500,00		0,51%	

**Tabela 6.8 – Custos da execução do alto recalque e da ETA**

ITEM	QUANT.	UNID.	VALOR UNITÁRIO	VALOR	SUBTOTAL	%
<b>3 ALTO RECALQUE E ADUTORA 600 L/S</b>					<b>R\$ 176.365.761,00</b>	<b>46,43%</b>
3.1	1500	m²	R\$ 250,00	R\$ 375.000,00		0,10%
3.2	1	vb	R\$ 200.000,00	R\$ 200.000,00		0,05%
3.3	109,4	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 328.200,00		0,09%
3.4	4	unid.	R\$ 1.488.705,00	R\$ 5.954.820,00		1,57%
3.5	251,062	m²	R\$ 6.000,00	R\$ 1.506.372,00		0,40%
3.6	235,123	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 705.369,00		0,19%
3.7	1	vb	R\$ 3.000.000,00	R\$ 3.000.000,00		0,79%
3.8	3000	kVA	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600.000,00		0,95%
3.9	1	vb	R\$ 1.800.000,00	R\$ 1.800.000,00		0,47%
3.10	34600	m	R\$ 4.035,00	R\$ 139.611.000,00		36,75%
3.11	34600	m	R\$ 525,00	R\$ 18.165.000,00		4,78%
3.12	14	unid.	R\$ 20.000,00	R\$ 280.000,00		0,07%
3.13	13	unid.	R\$ 30.000,00	R\$ 390.000,00		0,10%
3.14	5	unid.	R\$ 70.000,00	R\$ 350.000,00		0,09%
3.15	2	unid.	R\$ 50.000,00	R\$ 100.000,00		0,03%
<b>4 ADUTORA POR GRAVIDADE 600 L/S</b>					<b>R\$ 148.322.561,00</b>	<b>39,05%</b>
4.1	1500	m²	250	R\$ 375.000,00		0,10%
4.2	1	vb	R\$ 200.000,00	R\$ 200.000,00		0,05%
4.3	5	unid.	R\$ 45.000,00	R\$ 225.000,00		0,06%
4.4	4	unid.	R\$ 1.488.705,00	R\$ 5.954.820,00		1,57%
4.5	251,062	m²	R\$ 6.000,00	R\$ 1.506.372,00		0,40%
4.6	235,123	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 705.369,00		0,19%
4.7	1	vb	R\$ 3.000.000,00	R\$ 3.000.000,00		0,79%
4.8	28600	m	R\$ 4.035,00	R\$ 115.401.000,00		30,38%
4.9	28600	m	R\$ 525,00	R\$ 15.015.000,00		3,95%
4.10	9	unid.	R\$ 20.000,00	R\$ 180.000,00		0,05%
4.11	12	unid.	R\$ 30.000,00	R\$ 360.000,00		0,09%
4.12	3	unid.	R\$ 50.000,00	R\$ 150.000,00		0,04%
4.13	2	unid.	R\$ 1.000.000,00	R\$ 2.000.000,00		0,53%
4.14	1	unid.	R\$ 750.000,00	R\$ 750.000,00		0,20%
4.15	1	unid.	R\$ 500.000,00	R\$ 500.000,00		0,13%
4.16	2	unid.	R\$ 1.000.000,00	R\$ 2.000.000,00		0,53%

**Tabela 6.9 – Custos da execução de reservatório, elevatória e adutoras de água tratada**

ITEM	QUANT.	UNI.	VALOR UNITÁRIO	VALOR	SUBTOTAL	%
<b>5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - 600 L/s CICLO COMPLETO</b>					<b>R\$ 62.850.000,00</b>	<b>16,54%</b>
5.1	18500	m²	R\$ 400,00	R\$ 7.400.000,00		1,95%
5.2	1	vb	R\$ 600.000,00	R\$ 600.000,00		0,16%
5.3	1000	m	R\$ 800,00	R\$ 800.000,00		0,21%
5.4	300	m²	R\$ 2.500,00	R\$ 750.000,00		0,20%
5.5	600	L/s	R\$ 54.000,00	R\$ 32.400.000,00		8,53%
5.6	600	L/s	R\$ 5.500,00	R\$ 3.300.000,00		0,87%
5.7	600	L/s	R\$ 21.000,00	R\$ 12.600.000,00		3,32%
5.8	1	vb	R\$ 5.000.000,00	R\$ 5.000.000,00		1,32%
<b>6 RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA 4500 m³</b>					<b>R\$ 5.375.000,00</b>	<b>1,41%</b>
6.1	4500	m³	R\$ 750,00	R\$ 3.375.000,00		0,89%
6.2	500	m³	R\$ 2.000,00	R\$ 1.000.000,00		0,26%
6.3	1	vb	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00		0,26%
<b>7 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA 600 L/S</b>					<b>R\$ 8.223.200,00</b>	<b>2,16%</b>
7.1	108,85	m²	R\$ 6.000,00	R\$ 653.100,00		0,17%
7.2	356,7	m²	R\$ 3.000,00	R\$ 1.070.100,00		0,28%
7.3	1	vb	R\$ 1.800.000,00	R\$ 1.800.000,00		0,47%
7.4	10	UNID.	R\$ 200.000,00	R\$ 2.000.000,00		0,53%
7.5	1000	kVA	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200.000,00		0,32%
7.6	1	vb	R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.500.000,00		0,39%
<b>8 ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA</b>					<b>R\$ 11.342.490,25</b>	<b>0,00%</b>
8.1	1900	m	R\$ 1.008,75	R\$ 1.916.625,00		0,50%
8.2	1900	m	R\$ 425,00	R\$ 807.500,00		0,21%
8.3	1	unid.	R\$ 2.500.000,00	R\$ 2.500.000,00		0,66%
8.4	1940	m	R\$ 363,15	R\$ 704.511,00		0,19%
8.5	1940	m	R\$ 425,00	R\$ 824.500,00		0,22%
8.6	541	m	R\$ 1.008,75	R\$ 545.733,75		0,14%
8.7	541	m	R\$ 425,00	R\$ 229.925,00		0,06%
8.8	3570	m	R\$ 363,15	R\$ 1.296.445,50		0,34%
8.9	3570	m	R\$ 425,00	R\$ 1.517.250,00		0,40%
8.10	1	unid.	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00		0,26%
<b>TOTAL</b>				<b>R\$467.664.011,75</b>	<b>R\$ 467.664.011,75</b>	<b>100,00%</b>

## 6.2.2 CUSTOS DE OPERAÇÃO

**Tabela 6.10 – Custos de operação**

	VALOR DOS EQUIPAMENTOS	MANUTENÇÃO ANUAL	MANUTENÇÃO ANUAL
CAPTAÇÃO E BAIXO RECALQUE	R\$ 6.704.820,00	2,0%	R\$ 134.096,40
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	R\$ 14.929.500,00	0,5%	R\$ 74.647,50
ALTO RECALQUE	R\$ 5.954.820,00	2,0%	R\$ 119.096,40
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	R\$ 139.611.000,00	0,5%	R\$ 698.055,00
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	R\$ 49.850.000,00	1,0%	R\$ 498.500,00
ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA	R\$ 2.000.000,00	2,0%	R\$ 40.000,00
ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA	R\$ 4.463.315,25	0,5%	R\$ 22.316,58
<b>TOTAL ANUAL</b>			<b>R\$ 1.586.711,88</b>

OPERAÇÃO ETA E CAPTAÇÃO			
	QUANTIDADE	VALOR	VALOR ANUAL
EQUIPE DE OPERADORES	24,00	R\$ 72.000,00	R\$ 1.728.000,00
RESPONSÁVEL TÉCNICO	1,00	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00
PORTARIA E SEGURANÇA	8,00	R\$ 6.000,00	R\$ 48.000,00
<b>TOTAL ANUAL</b>			<b>R\$ 1.896.000,00</b>

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA, QUÍMICOS E DISPOSIÇÃO DE LODO (POR m <sup>3</sup> TRATADO)			
	kWh/m <sup>3</sup>	R\$/m <sup>3</sup>	
CAPTAÇÃO E ALTO RECALQUE	0,98	R\$	0,62
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	0,10	R\$	0,06
CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS	-	R\$	0,05
DISPOSIÇÃO DE LODO	-	R\$	0,15
DISTRIBUIÇÃO	0,25	R\$	0,16
<b>TOTAL POR m<sup>3</sup></b>		<b>R\$</b>	<b>1,04</b>

**Tabela 6.11 – Custos anuais de operação**

Ano	Pop. Residente e Atendida (hab)	Q captação (média) (L/s)	Q captação média (sistema Uberaba) (L/s)	Q captação média (novo sistema) (L/s)	Volume anual novo sistema (m³)	Custo de Consumo Anual Novo sistema R\$ 1,0379 /m3
2023	338183	1275	1000	275	8.682.776,88	R\$ 9.011.854,12
2024	342248	1276	1000	276	8.707.163,88	R\$ 9.037.165,39
2025	346313	1277	1000	277	8.731.006,93	R\$ 9.061.912,09
2026	350378	1278	1000	278	8.754.324,03	R\$ 9.086.112,91
2027	354443	1278	1000	278	8.777.132,39	R\$ 9.109.785,71
2028	358508	1279	1000	279	8.799.448,49	R\$ 9.132.947,59
2029	362945	1281	1000	281	8.862.684,37	R\$ 9.198.580,11
2030	366638	1280	1000	280	8.842.666,29	R\$ 9.177.803,34
2031	370703	1281	1000	281	8.863.597,55	R\$ 9.199.527,90
2032	374768	1282	1000	282	8.884.095,76	R\$ 9.220.802,99
2033	378833	1282	1000	282	8.904.174,21	R\$ 9.241.642,41
2034	382898	1283	1000	283	8.923.845,66	R\$ 9.262.059,41
2035	386963	1265	1000	265	8.364.849,19	R\$ 8.681.876,97
2036	391028	1279	1000	279	8.784.002,83	R\$ 9.116.916,54
2037	395093	1292	1000	292	9.203.156,48	R\$ 9.551.956,11
2038	399158	1305	1000	305	9.622.310,12	R\$ 9.986.995,68
2039	403223	1318	1000	318	10.041.463,77	R\$ 10.422.035,25
2040	407288	1332	1000	332	10.460.617,41	R\$ 10.857.074,81
2041	411353	1345	1000	345	10.879.771,06	R\$ 11.292.114,38
2042	415418	1358	1000	358	11.298.924,70	R\$ 11.727.153,95
2043	419483	1372	1000	372	11.718.078,35	R\$ 12.162.193,52
2044	423548	1385	1000	385	12.137.231,99	R\$ 12.597.233,09
2045	427613	1398	1000	398	12.556.385,64	R\$ 13.032.272,65
2046	431678	1411	1000	411	12.975.539,28	R\$ 13.467.312,22
2047	435743	1425	1000	425	13.394.692,93	R\$ 13.902.351,79
2048	439808	1438	1000	438	13.813.846,57	R\$ 14.337.391,36
2049	443873	1451	1000	451	14.233.000,22	R\$ 14.772.430,93
2050	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 15.207.470,50
2051	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 15.207.470,50
2052	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 15.207.470,50

### 6.2.3 CUSTO TOTAL

Tabela 6.12 –Valor presente líquido

Ano	Custo de Consumo Anual Novo sistema	Custo de Manutenção	Custo de Operação	Total	Total VLP (Taxa de 12% a.a.)
	R\$ 1,0379 / m3	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88		
2023	R\$ 9.011.854,12	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.494.566,00	R\$ 12.494.566,00
2024	R\$ 9.037.165,39	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.519.877,26	R\$ 11.178.461,84
2025	R\$ 9.061.912,09	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.544.623,97	R\$ 10.000.497,42
2026	R\$ 9.086.112,91	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.568.824,79	R\$ 8.946.241,22
2027	R\$ 9.109.785,71	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.592.497,59	R\$ 8.002.759,87
2028	R\$ 9.132.947,59	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.615.659,47	R\$ 7.158.463,98
2029	R\$ 9.198.580,11	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.681.291,98	R\$ 6.424.737,18
2030	R\$ 9.177.803,34	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.660.515,22	R\$ 5.726.974,12
2031	R\$ 9.199.527,90	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.682.239,78	R\$ 5.122.143,94
2032	R\$ 9.220.802,99	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.703.514,86	R\$ 4.581.014,81
2033	R\$ 9.241.642,41	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.724.354,28	R\$ 4.096.901,53
2034	R\$ 9.262.059,41	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.744.771,28	R\$ 3.663.817,20
2035	R\$ 8.681.876,97	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.164.588,85	R\$ 3.122.346,97
2036	R\$ 9.116.916,54	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 12.599.628,42	R\$ 2.887.509,64
2037	R\$ 9.551.956,11	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 13.034.667,98	R\$ 2.667.151,32
2038	R\$ 9.986.995,68	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 13.469.707,55	R\$ 2.460.865,21
2039	R\$ 10.422.035,25	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 13.904.747,12	R\$ 2.268.165,46
2040	R\$ 10.857.074,81	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 14.339.786,69	R\$ 2.088.508,78
2041	R\$ 11.292.114,38	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 14.774.826,26	R\$ 1.921.312,35
2042	R\$ 11.727.153,95	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 15.209.865,83	R\$ 1.765.968,50
2043	R\$ 12.162.193,52	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 15.644.905,39	R\$ 1.621.856,73
2044	R\$ 12.597.233,09	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 16.079.944,96	R\$ 1.488.353,46
2045	R\$ 13.032.272,65	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 16.514.984,53	R\$ 1.364.839,78
2046	R\$ 13.467.312,22	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 16.950.024,10	R\$ 1.250.707,63
2047	R\$ 13.902.351,79	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 17.385.063,67	R\$ 1.145.364,56
2048	R\$ 14.337.391,36	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 17.820.103,24	R\$ 1.048.237,40
2049	R\$ 14.772.430,93	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 18.255.142,80	R\$ 958.774,88
2050	R\$ 15.207.470,50	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 18.690.182,37	R\$ 876.449,56
2051	R\$ 15.207.470,50	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 18.690.182,37	R\$ 782.544,25
2052	R\$ 15.207.470,50	R\$ 1.896.000,00	R\$ 1.586.711,88	R\$ 18.690.182,37	R\$ 698.700,22
				TOTAL OPEX VPL	R\$ 117.814.235,82
				TOTAL CAPEX	R\$ 467.664.011,75
				<b>TOTEX</b>	<b>R\$ 585.478.247,57</b>

## 6.3 ALTERNATIVA 3 – AQUIFERO GUARANI

### 6.3.1 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

Tabela 6.13 – Custos de administração da obra e da execução dos poços profundos

ITEM	QUANT.	UNI.	VALOR UNITÁRIO	VALOR	SUBTOTAL	%
<b>1 ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA</b>					<b>R\$ 11.784.319,42</b>	<b>4,88%</b>
1.1	CANTEIRO DE OBRAS POÇOS PROFUNDOS	300	m <sup>2</sup>	R\$ 1.500,00	R\$ 450.000,00	0,19%
1.2	CANTEIRO DE OBRAS ELEVATÓRIAS	800	m <sup>2</sup>	R\$ 1.500,00	R\$ 1.200.000,00	0,50%
1.3	ACOMPANHAMENTO DE OBRA				R\$ 7.238.799,58	3,00%
1.4	PROJETO EXECUTIVO				R\$ 2.895.519,83	1,20%
<b>2 SISTEMA DE POÇOS PROFUNDOS (X 18 POÇOS DE 160 M<sup>3</sup>/H, PROFUNDIDADE ~600 M)</b>					<b>R\$ 229.509.000,00</b>	<b>95,12%</b>
2.1	AQUISIÇÃO DE TERRENOS (18 X 300 M <sup>2</sup> )	5400	m <sup>2</sup>	R\$ 600,00	R\$ 3.240.000,00	1,34%
2.2	ESCAVAÇÃO E INSTALAÇÃO DE POÇO PROFUNDO	18	unid.	R\$ 2.500.000,00	R\$ 45.000.000,00	18,65%
2.3	INSTALAÇÃO DE CONJUNTO MOTOBOMBA E TESTES	18	unid.	R\$ 7.500.000,00	R\$ 135.000.000,00	55,95%
2.4	MOVIMENTO DE TERRA	18	vb	R\$ 200.000,00	R\$ 3.600.000,00	1,49%
2.5	TUBULAÇÕES, VÁLVULAS E ACESSÓRIOS	18	vb	R\$ 300.000,00	R\$ 5.400.000,00	2,24%
2.6	SUBESTAÇÃO E GERADOR (500 kvA x 18)	10800	kVA	R\$ 1.200,00	R\$ 12.960.000,00	5,37%
2.7	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE AUTOMAÇÃO (1500 kVA)	18	vb	R\$ 1.200.000,00	R\$ 21.600.000,00	8,95%
2.8	INSTALAÇÕES DE PRODUTOS QUÍMICOS (18x43 L/s)	774	L/s	R\$ 3.500,00	R\$ 2.709.000,00	1,12%
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 241.293.319,42</b>	<b>100,00%</b>

## 6.3.2 CUSTOS DE OPERAÇÃO

Tabela 6.14 – Custos de operação

	VALOR DOS EQUIPAMENTOS	MANUTENÇÃO ANUAL	MANUTENÇÃO ANUAL
POÇOS (X18)	R\$ 135.000.000,00	5,0%	R\$ 6.750.000,00
<b>TOTAL ANUAL</b>			<b>R\$ 6.750.000,00</b>

OPERAÇÃO POÇOS			
	QUANTIDADE	VALOR	VALOR ANUAL
EQUIPE DE OPERADORES VOLANTE	16,00	R\$ 72.000,00	R\$ 1.152.000,00
RESPONSÁVEL TÉCNICO	1,00	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00
PORTARIA E SEGURANÇA VOLANTE	8,00	R\$ 6.000,00	R\$ 48.000,00
<b>TOTAL ANUAL</b>			<b>R\$ 1.320.000,00</b>

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E QUÍMICOS (POR m <sup>3</sup> TRATADO)			
	kWh/m <sup>3</sup>		R\$/M <sup>3</sup>
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	3,00	R\$	1,89
CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS	-	R\$	0,03
DISTRIBUIÇÃO	0,25	R\$	0,16
<b>TOTAL POR m<sup>3</sup></b>		<b>R\$</b>	<b>2,08</b>

**Tabela 6.15 – Custos anuais de operação**

Ano	Pop. Residente e Atendida (hab)	Q captação (média) (L/s)	Q captação média (sistema Uberaba) (L/s)	Q captação média (novo sistema) (L/s)	Volume anual novo sistema (m³)	Custo de Consumo Anual Novo sistema R\$ 2,0775 /m3
2023	338183	1275	1000	275	8.682.776,88	R\$ 18.038.468,97
2024	342248	1276	1000	276	8.707.163,88	R\$ 18.089.132,96
2025	346313	1277	1000	277	8.731.006,93	R\$ 18.138.666,89
2026	350378	1278	1000	278	8.754.324,03	R\$ 18.187.108,17
2027	354443	1278	1000	278	8.777.132,39	R\$ 18.234.492,55
2028	358508	1279	1000	279	8.799.448,49	R\$ 18.280.854,24
2029	362945	1281	1000	281	8.862.684,37	R\$ 18.412.226,78
2030	366638	1280	1000	280	8.842.666,29	R\$ 18.370.639,21
2031	370703	1281	1000	281	8.863.597,55	R\$ 18.414.123,92
2032	374768	1282	1000	282	8.884.095,76	R\$ 18.456.708,94
2033	378833	1282	1000	282	8.904.174,21	R\$ 18.498.421,91
2034	382898	1283	1000	283	8.923.845,66	R\$ 18.539.289,35
2035	386963	1265	1000	265	8.364.849,19	R\$ 17.377.974,19
2036	391028	1279	1000	279	8.784.002,83	R\$ 18.248.765,89
2037	395093	1292	1000	292	9.203.156,48	R\$ 19.119.557,58
2038	399158	1305	1000	305	9.622.310,12	R\$ 19.990.349,28
2039	403223	1318	1000	318	10.041.463,77	R\$ 20.861.140,98
2040	407288	1332	1000	332	10.460.617,41	R\$ 21.731.932,68
2041	411353	1345	1000	345	10.879.771,06	R\$ 22.602.724,37
2042	415418	1358	1000	358	11.298.924,70	R\$ 23.473.516,07
2043	419483	1372	1000	372	11.718.078,35	R\$ 24.344.307,77
2044	423548	1385	1000	385	12.137.231,99	R\$ 25.215.099,47
2045	427613	1398	1000	398	12.556.385,64	R\$ 26.085.891,16
2046	431678	1411	1000	411	12.975.539,28	R\$ 26.956.682,86
2047	435743	1425	1000	425	13.394.692,93	R\$ 27.827.474,56
2048	439808	1438	1000	438	13.813.846,57	R\$ 28.698.266,26
2049	443873	1451	1000	451	14.233.000,22	R\$ 29.569.057,95
2050	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 30.439.849,65
2051	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 30.439.849,65
2052	447938	1465	1000	465	14.652.153,86	R\$ 30.439.849,65

### 6.3.3 CUSTO TOTAL

Tabela 6.16 –Valor presente líquido

Ano	Custo de Consumo Anual Novo sistema	Custo de Manutenção	Custo de Operação	Total	Total VLP (Taxa de 12% a.a.)
	R\$ 2,0775 /m3	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00		
2023	R\$ 18.038.468,97	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.108.468,97	R\$ 26.108.468,97
2024	R\$ 18.089.132,96	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.159.132,96	R\$ 23.356.368,71
2025	R\$ 18.138.666,89	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.208.666,89	R\$ 20.893.388,79
2026	R\$ 18.187.108,17	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.257.108,17	R\$ 18.689.290,96
2027	R\$ 18.234.492,55	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.304.492,55	R\$ 16.716.980,56
2028	R\$ 18.280.854,24	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.350.854,24	R\$ 14.952.182,37
2029	R\$ 18.412.226,78	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.482.226,78	R\$ 13.416.720,24
2030	R\$ 18.370.639,21	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.440.639,21	R\$ 11.960.402,40
2031	R\$ 18.414.123,92	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.484.123,92	R\$ 10.696.493,46
2032	R\$ 18.456.708,94	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.526.708,94	R\$ 9.565.797,17
2033	R\$ 18.498.421,91	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.568.421,91	R\$ 8.554.320,79
2034	R\$ 18.539.289,35	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.609.289,35	R\$ 7.649.534,84
2035	R\$ 17.377.974,19	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 25.447.974,19	R\$ 6.531.861,14
2036	R\$ 18.248.765,89	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 26.318.765,89	R\$ 6.031.581,86
2037	R\$ 19.119.557,58	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 27.189.557,58	R\$ 5.563.522,18
2038	R\$ 19.990.349,28	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 28.060.349,28	R\$ 5.126.520,90
2039	R\$ 20.861.140,98	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 28.931.140,98	R\$ 4.719.295,80
2040	R\$ 21.731.932,68	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 29.801.932,68	R\$ 4.340.482,84
2041	R\$ 22.602.724,37	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 30.672.724,37	R\$ 3.988.668,51
2042	R\$ 23.473.516,07	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 31.543.516,07	R\$ 3.662.415,98
2043	R\$ 24.344.307,77	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 32.414.307,77	R\$ 3.360.286,43
2044	R\$ 25.215.099,47	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 33.285.099,47	R\$ 3.080.855,88
2045	R\$ 26.085.891,16	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 34.155.891,16	R\$ 2.822.728,59
2046	R\$ 26.956.682,86	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 35.026.682,86	R\$ 2.584.547,32
2047	R\$ 27.827.474,56	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 35.897.474,56	R\$ 2.365.001,13
2048	R\$ 28.698.266,26	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 36.768.266,26	R\$ 2.162.831,00
2049	R\$ 29.569.057,95	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 37.639.057,95	R\$ 1.976.833,79
2050	R\$ 30.439.849,65	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 38.509.849,65	R\$ 1.805.864,71
2051	R\$ 30.439.849,65	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 38.509.849,65	R\$ 1.612.379,20
2052	R\$ 30.439.849,65	R\$ 1.320.000,00	R\$ 6.750.000,00	R\$ 38.509.849,65	R\$ 1.439.624,29
				TOTAL OPEX VPL	R\$ 245.735.250,80
				TOTAL CAPEX	R\$ 241.293.319,42
				<b>TOTEX</b>	<b>R\$ 487.028.570,22</b>

16 3412 3995

contato@projetae.com

  /projetae | www.projetae.com

São Carlos – SP, Brasil

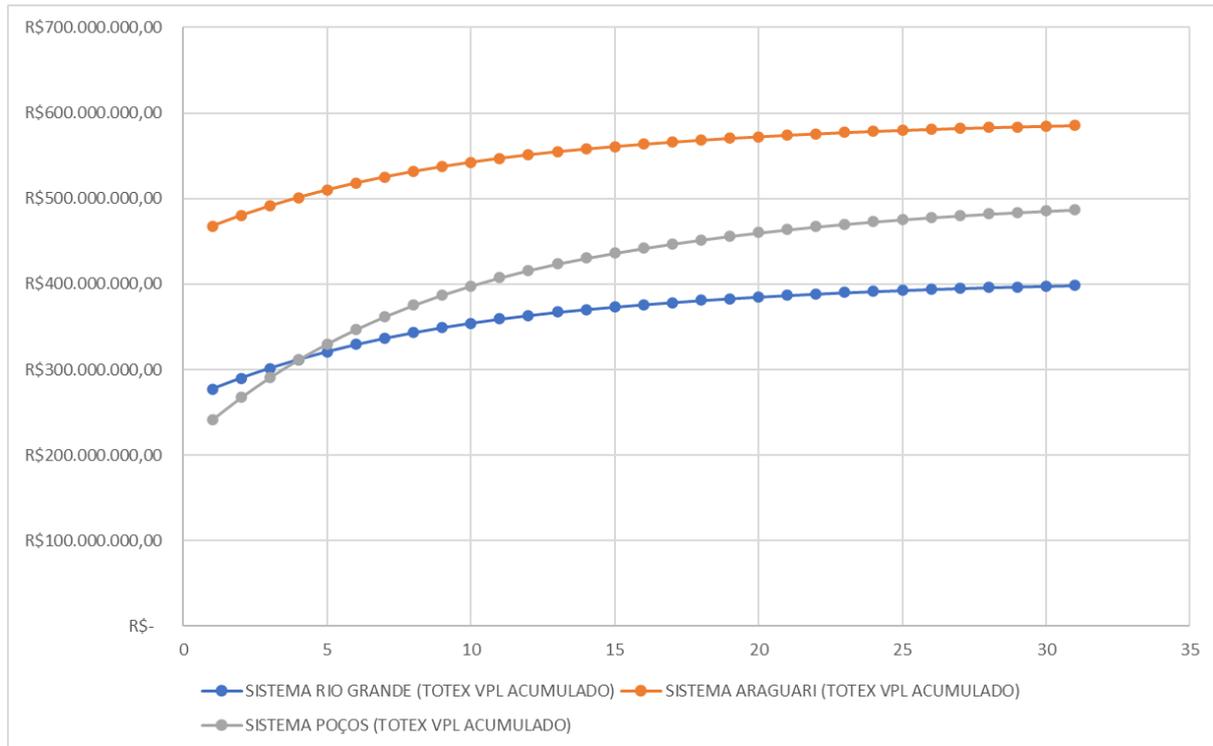
## 6.4 COMPARATIVO ENTRE ALTERNATIVAS

Tabela 6.17 – Custo anual em valor presente líquido para cada alternativa

Ano	SISTEMA RIO GRANDE (TOTEX VPL)	SISTEMA ARAGUARI (TOTEX VPL)	SISTEMA POÇOS (TOTEX VPL)
<b>CAPEX</b>	<b>R\$ 277.478.486,69</b>	<b>R\$ 467.664.011,75</b>	<b>R\$ 241.293.319,42</b>
ANO 1	R\$ 12.825.479,45	R\$ 12.494.566,00	R\$ 26.108.468,97
ANO 2	R\$ 11.475.154,87	R\$ 11.178.461,84	R\$ 23.356.368,71
ANO 3	R\$ 10.266.479,64	R\$ 10.000.497,42	R\$ 20.893.388,79
ANO 4	R\$ 9.184.666,37	R\$ 8.946.241,22	R\$ 18.689.290,96
ANO 5	R\$ 8.216.461,34	R\$ 8.002.759,87	R\$ 16.716.980,56
ANO 6	R\$ 7.349.986,85	R\$ 7.158.463,98	R\$ 14.952.182,37
ANO 7	R\$ 6.597.556,25	R\$ 6.424.737,18	R\$ 13.416.720,24
ANO 8	R\$ 5.880.763,44	R\$ 5.726.974,12	R\$ 11.960.402,40
ANO 9	R\$ 5.259.935,16	R\$ 5.122.143,94	R\$ 10.696.493,46
ANO 10	R\$ 4.704.461,80	R\$ 4.581.014,81	R\$ 9.565.797,17
ANO 11	R\$ 4.207.488,61	R\$ 4.096.901,53	R\$ 8.554.320,79
ANO 12	R\$ 3.762.876,30	R\$ 3.663.817,20	R\$ 7.649.534,84
ANO 13	R\$ 3.202.657,26	R\$ 3.122.346,97	R\$ 6.531.861,14
ANO 14	R\$ 2.964.661,81	R\$ 2.887.509,64	R\$ 6.031.581,86
ANO 15	R\$ 2.740.900,18	R\$ 2.667.151,32	R\$ 5.563.522,18
ANO 16	R\$ 2.531.054,37	R\$ 2.460.865,21	R\$ 5.126.520,90
ANO 17	R\$ 2.334.711,10	R\$ 2.268.165,46	R\$ 4.719.295,80
ANO 18	R\$ 2.151.385,92	R\$ 2.088.508,78	R\$ 4.340.482,84
ANO 19	R\$ 1.980.543,18	R\$ 1.921.312,35	R\$ 3.988.668,51
ANO 20	R\$ 1.821.612,56	R\$ 1.765.968,50	R\$ 3.662.415,98
ANO 21	R\$ 1.674.002,67	R\$ 1.621.856,73	R\$ 3.360.286,43
ANO 22	R\$ 1.537.112,11	R\$ 1.488.353,46	R\$ 3.080.855,88
ANO 23	R\$ 1.410.338,37	R\$ 1.364.839,78	R\$ 2.822.728,59
ANO 24	R\$ 1.293.085,02	R\$ 1.250.707,63	R\$ 2.584.547,32
ANO 25	R\$ 1.184.767,27	R\$ 1.145.364,56	R\$ 2.365.001,13
ANO 26	R\$ 1.084.816,38	R\$ 1.048.237,40	R\$ 2.162.831,00
ANO 27	R\$ 992.682,89	R\$ 958.774,88	R\$ 1.976.833,79
ANO 28	R\$ 907.839,05	R\$ 876.449,56	R\$ 1.805.864,71
ANO 29	R\$ 810.570,58	R\$ 782.544,25	R\$ 1.612.379,20
ANO 30	R\$ 723.723,73	R\$ 698.700,22	R\$ 1.439.624,29

**Tabela 6.18 – Custo total acumulado para cada alternativa**

Ano	SISTEMA RIO GRANDE (TOTEX VPL ACUMULADO)	SISTEMA ARAGUARI (TOTEX VPL ACUMULADO)	SISTEMA POÇOS (TOTEX VPL ACUMULADO)
CAPEX	R\$ 277.478.486,69	R\$ 467.664.011,75	R\$ 241.293.319,42
ANO 1	R\$ 290.303.966,14	R\$ 480.158.577,75	R\$ 267.401.788,38
ANO 2	R\$ 301.779.121,01	R\$ 491.337.039,59	R\$ 290.758.157,09
ANO 3	R\$ 312.045.600,65	R\$ 501.337.537,02	R\$ 311.651.545,88
ANO 4	R\$ 321.230.267,02	R\$ 510.283.778,24	R\$ 330.340.836,84
ANO 5	R\$ 329.446.728,37	R\$ 518.286.538,11	R\$ 347.057.817,40
ANO 6	R\$ 336.796.715,22	R\$ 525.445.002,09	R\$ 362.009.999,76
ANO 7	R\$ 343.394.271,46	R\$ 531.869.739,27	R\$ 375.426.720,01
ANO 8	R\$ 349.275.034,90	R\$ 537.596.713,39	R\$ 387.387.122,41
ANO 9	R\$ 354.534.970,06	R\$ 542.718.857,33	R\$ 398.083.615,86
ANO 10	R\$ 359.239.431,86	R\$ 547.299.872,14	R\$ 407.649.413,04
ANO 11	R\$ 363.446.920,47	R\$ 551.396.773,67	R\$ 416.203.733,83
ANO 12	R\$ 367.209.796,77	R\$ 555.060.590,87	R\$ 423.853.268,67
ANO 13	R\$ 370.412.454,03	R\$ 558.182.937,84	R\$ 430.385.129,81
ANO 14	R\$ 373.377.115,84	R\$ 561.070.447,48	R\$ 436.416.711,67
ANO 15	R\$ 376.118.016,02	R\$ 563.737.598,80	R\$ 441.980.233,84
ANO 16	R\$ 378.649.070,40	R\$ 566.198.464,01	R\$ 447.106.754,75
ANO 17	R\$ 380.983.781,50	R\$ 568.466.629,47	R\$ 451.826.050,54
ANO 18	R\$ 383.135.167,42	R\$ 570.555.138,25	R\$ 456.166.533,39
ANO 19	R\$ 385.115.710,59	R\$ 572.476.450,60	R\$ 460.155.201,89
ANO 20	R\$ 386.937.323,15	R\$ 574.242.419,10	R\$ 463.817.617,87
ANO 21	R\$ 388.611.325,83	R\$ 575.864.275,83	R\$ 467.177.904,30
ANO 22	R\$ 390.148.437,94	R\$ 577.352.629,30	R\$ 470.258.760,18
ANO 23	R\$ 391.558.776,31	R\$ 578.717.469,08	R\$ 473.081.488,78
ANO 24	R\$ 392.851.861,33	R\$ 579.968.176,70	R\$ 475.666.036,10
ANO 25	R\$ 394.036.628,60	R\$ 581.113.541,27	R\$ 478.031.037,23
ANO 26	R\$ 395.121.444,98	R\$ 582.161.778,66	R\$ 480.193.868,23
ANO 27	R\$ 396.114.127,87	R\$ 583.120.553,54	R\$ 482.170.702,02
ANO 28	R\$ 397.021.966,92	R\$ 583.997.003,10	R\$ 483.976.566,72
ANO 29	R\$ 397.832.537,50	R\$ 584.779.547,35	R\$ 485.588.945,93
ANO 30	R\$ 398.556.261,23	R\$ 585.478.247,57	R\$ 487.028.570,22



**Figura 6.1 – Custo acumulado das alternativas ao longo de 30 anos**

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores estimativos de orçamento e considerações técnicas apresentados nesse relatório são preliminares e comparativos, a fim de possibilitar a comparação de alternativas tecnicamente viáveis no âmbito financeiro.

As tomadas de decisão referentes ao aumento da adutora de água de 800 mm para 1000 mm visam um aumento de vazão não previsto para o parque da nova ETA, sendo entendida que deverá ser aproveitada mais em longo prazo, havendo ampliação em segunda etapa para as unidades de tratamento.

Analisando os resultados de financeiros das alternativas estudadas, conclui-se que, apesar de apresentar maior custo de implantação e de não possibilitar a implantação em etapas ao longo dos anos, a alternativa de captação no rio Grande e construção da nova ETA localizada na região sul de Uberaba destaca-se com maior viabilidade para o atendimento da demanda de abastecimento de Uberaba nos próximos 30 anos. Assim, o relatório final de concepção e plano de investimentos definirá essa alternativa para conclusão do estudo.

## 8 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

---

### **Adriano Gasparini Vidal**

Engenheiro Ambiental  
Mestre em Hidráulica e  
Saneamento  
CREA 5063737290 /SP  
Sócio Diretor  
PROJETAE Ltda.  
(61) 99882-1102  
adriano@projetae.com

### **Henrique Rossi Altero**

Engenheiro Ambiental  
Mestre em Hidráulica e  
Saneamento  
CREA 5069169110 /SP  
Sócio Diretor  
PROJETAE Ltda.  
(16) 99731-3007  
henrique@projetae.com

### **Paulo Eduardo Nogueira Voltan**

Engenheiro Civil  
Doutor em Hidráulica e  
Saneamento  
CREA 5062066120 /SP  
Sócio Diretor  
PROJETAE Ltda.  
(16) 99245-1119  
paulo@projetae.com