



PROJETAÊ

PR-022-001-PL-HID-MD-002-01

Estudo diagnóstico do SAA atual e estudo de concepção
para ampliação e melhorias do SAA no município de

Uberaba / MG

CODAU

Análise de Dados e Diagnóstico do SAA

Revisão 01

Maio/2022

Sumário

1	APRESENTAÇÃO.....	5
2	DEFINIÇÕES.....	5
3	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	6
4	RECURSOS HÍDRICOS.....	6
4.1	ESTUDO HIDROLÓGICO.....	6
4.1.1	Rio Uberaba.....	6
4.1.2	Rio Claro.....	29
4.1.3	Considerações Finais.....	43
4.1.4	Referências.....	44
4.2	CAPTAÇÕES.....	44
4.2.1	Poços Profundos.....	45
4.2.2	Rio Uberaba.....	46
4.2.3	Rio Claro.....	52
4.2.4	Considerações.....	52
4.3	CAPTAÇÃO – RIO UBERABA.....	54
4.3.1	Ponto de captação.....	54
4.3.2	Elevatória de água bruta.....	57
5	DADOS DO SAA.....	60
5.1	LIGAÇÕES E ECONOMIAS.....	60
5.2	PERDAS.....	68
5.3	QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA.....	69
5.3.1	Turbidez.....	70
5.3.2	pH.....	71

5.3.3	Cor aparente	72
5.4	QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA.....	73
5.4.1	Turbidez água filtrada	73
5.4.1	Turbidez água tratada	73
5.4.2	pH.....	75
5.4.3	Cor aparente	77
5.4.4	Cloro.....	79
5.4.5	Flúor.....	81
6	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	83
6.1	VAZÃO DAS ETAS.....	85
6.2	CANAL DE RECEPÇÃO E UNIDADE DE MISTURA RÁPIDA	86
6.3	ETA 1.....	88
6.3.1	Floculadores.....	88
6.3.2	Decantadores	90
6.3.3	Filtros	92
6.3.4	Cloração, Fluoretação, Correção de pH	95
6.4	ETA 2.....	95
6.4.1	Floculadores.....	96
6.4.2	Decantadores	98
6.4.3	Filtros	99
6.5	ETA 3.....	102
6.5.1	Floculadores.....	103
6.5.2	Decantadores	104
6.5.3	Filtros	106
6.6	SISTEMA HIDROGERON.....	108

6.7	ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA.....	110
6.8	ESTRUTURAS SEM OPERAÇÃO	111
6.8.1	Tanque de contato.....	111
6.8.2	Elevatória de Água Tratada Nova	112
6.8.3	Sistema de tratamento de lodo	113
6.9	ETA - DISTRITO PONTE ALTA	114
6.9.1	ETA 1	115
6.9.2	ETA 2	117
7	DISTRIBUIÇÃO	118
7.1	CR 01.....	126
7.2	CR 02.....	127
7.3	CR 03.....	132
7.4	CR 04.....	137
7.5	CR 05.....	142
7.6	CR 06.....	147
7.7	CR 08.....	152
7.8	CR 09.....	158
7.9	CR 10.....	161
7.10	CR 11.....	164
7.11	CR 12.....	168
7.12	CR 13.....	171
8	NOVAS INSTALAÇÕES	174
9	BALANÇO HÍDRICO	174
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	178
11	RESPONSABILIDADE TÉCNICA	181

1 APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, resultado da contratação da **PROJETAE LTDA** pelo **CODAU**, consiste na análise de dados e diagnóstico do sistema de abastecimento de água (SAA) atual e estudo de concepção para ampliação e melhorias no SAA no município de Uberaba-MG, juntamente com o **relatório de tratabilidade de água**.

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 a análise de dados e diagnóstico do SAA do município.

2 DEFINIÇÕES

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

Tabela 2.1 – Lista de siglas e definições

ANA	Agência Nacional de Águas
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
CODAU	Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas
ETA	Estação de Tratamento de Água
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
STR	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 a análise dos dados e diagnóstico do SAA de Uberaba, contendo a descrição e avaliação dos sistemas de abastecimento de água (SAA) existentes, com foco na análise detalhada do sistema.

4 RECURSOS HÍDRICOS

O diagnóstico dos recursos hídricos pertinente ao abastecimento de Uberaba é estudado para basear as tomadas de decisão quanto a necessidade de captação pela CODAU para abastecimento público.

4.1 ESTUDO HIDROLÓGICO

4.1.1 Rio Uberaba

4.1.1.1 Caracterização da Bacia

De acordo com Candido (2008), a bacia do rio Uberaba tem papel fundamental no abastecimento da cidade de Uberaba, com população aproximada de 340.277 habitantes (IBGE 2020). Os municípios que compõem a bacia do rio Uberaba têm a seguinte distribuição em termos percentuais: 49,36 % da área da bacia pertence ao município de Uberaba; 22,59 % a Veríssimo; 26,48% a Conceição das Alagoas; 1,38 % município de Planura e apenas 0,19 % situam-se em Campo Florido.

O município de Uberaba faz parte da grande unidade de relevo do Planalto Arenítico-Basáltico da bacia do Paraná. A topografia caracteriza-se por superfícies planas ou ligeiramente onduladas, geologicamente formada por rochas sedimentares, basicamente arenito, do período cretáceo de formação Bauru. Os solos são variados, sendo que a maioria apresenta textura média, variando de

arenoso a argiloso; são classificados de forma geral como Latossolo de diferentes graus de fertilidade, com predominância do Latossolo Vermelho distroférico e Latossolo Vermelho distrófico Típico, o que reflete no adensamento maior ou menor da vegetação natural. De acordo com o tipo de solo, faz presente as seguintes formações vegetais: cerradão, mata ciliar, matas de topos e encostas, campos hidromórficos e campo sujo.

São dois principais regimes climáticos da região: inverno frio e seco e verão quente e chuvoso. O regime pluviométrico da região caracteriza-se por um período chuvoso de seis a sete meses, de outubro até março, sendo setembro e abril ou maio meses de transição, os meses de dezembro e janeiro, os mais chuvosos.

A Bacia do Rio Uberaba está inserida na APA do Rio Uberaba, em que perfaz a principal área de estudo para caracterização e análise.

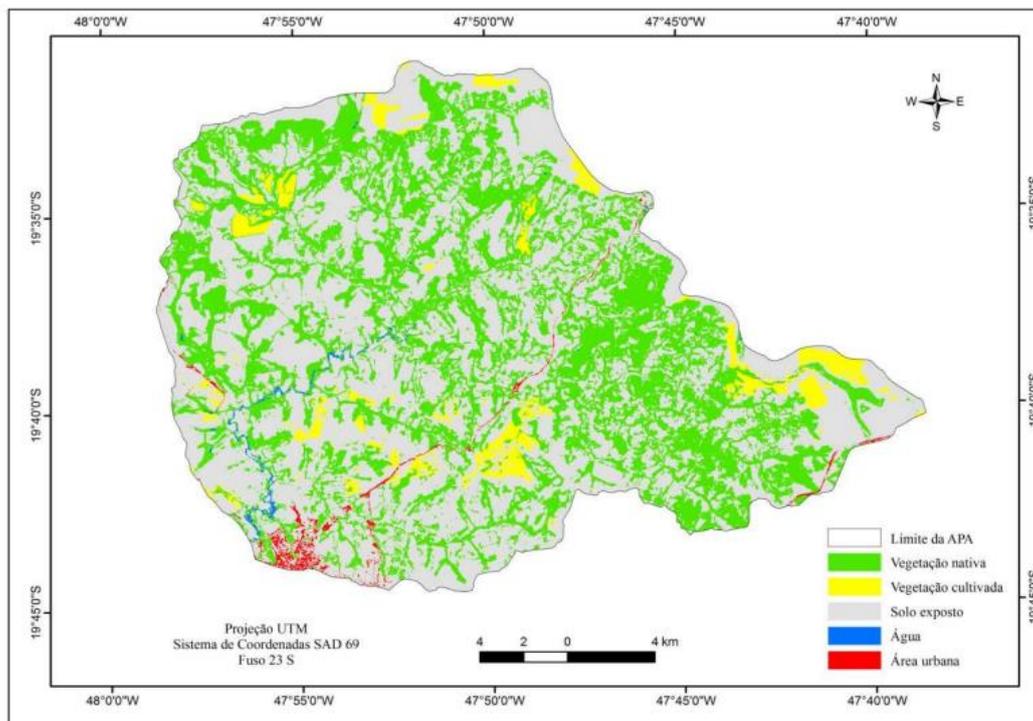


Figura 4.1 – Uso e Ocupação do solo na APA de Uberaba

Fonte: COSTA (2015)

Tabela 4.1 – Classes de uso do solo, com as respectivas áreas e porcentagem de ocupação

Classes de uso	Área (km²)	Área (%)
Vegetação nativa	192,77	36,50
Vegetação cultivada	26,25	4,97
Solo exposto	303,48	57,47
Água	1,81	0,34
Área urbana	3,78	0,72

Fonte: COSTA (2015)

As classes de uso e ocupação do solo foram definidas de maneira que elas representassem vários segmentos com as mesmas características em uma única classe. Nesse sentido, a classe nomeada como vegetação nativa representou a vegetação destinada às APP, que se encontram às margens dos afluentes e do próprio rio Uberaba. As áreas de APP que sofreram modificações encontram-se em estado de regeneração também pertencem a essa mesma classe.

A classe nomeada como vegetação cultivada representa as áreas destinadas ao plantio de culturas e/ou pastos. Na classificação, foi reconhecido como vegetação cultivada as áreas em que o processo de plantio se encontrava mais avançado, de modo que a vegetação já se encontra formada ou aparente.

O solo exposto compreende o solo sem cobertura de vegetação, que na maior parte da área encontra-se em processo de preparação para o plantio de culturas e/ou pastos. Considerou-se nesta classe também as áreas com rochas expostas, visto que na área há uma pedreira em atividade.

A água é representada pelo principal curso de água, o rio Uberaba. Visto que na classificação apenas parte dele está aparente, e o restante encontra-se coberto pela APP. A água também foi representada pelos lagos ou represas, provindas de barramento ou não.

A área urbana representa a região em que há ocupação antrópica, de modo que resultou na construção de benfeitorias e consequente impermeabilização do solo. Esta área localiza-se na foz da APA, nas proximidades da captação de água para abastecimento público. Considerou-se também nesta classe as rodovias e ferrovias.

Diante dos resultados do percentual de ocupação de cada classe, considera-se a APA uma área homogênea do ponto de vista do uso e ocupação do solo, visto que as classes com maior percentual de ocupação são as classes correspondentes à vegetação nativa e solo exposto. Observa-se que

uma área inferior a 1% se encontra impermeabilizada, consequência da expansão urbana nos decorrer dos anos da sub-bacia do córrego do Lageado. De acordo com estudo realizado por Uberaba (2004), as áreas ocupadas pela vegetação nativa, vegetação cultivada e solo exposto, compreendem fazendas, cujas atividades são de culturas e/ou pastos.

A área urbana encontra-se na foz da APA, e o ponto de captação da CODAU para abastecimento de água se localiza nessa região.

4.1.1.2 Vazão do rio

Dados coletados da base de dados da ANA

A estação fluviométrica da Agência Nacional das Águas (ANA) que coleta dados da vazão do rio Uberaba tem código 61794000, e se localiza no trecho da malha urbana, após o ponto de captação (distante cerca de 7 km), e anterior ao lançamento da ETE municipal.

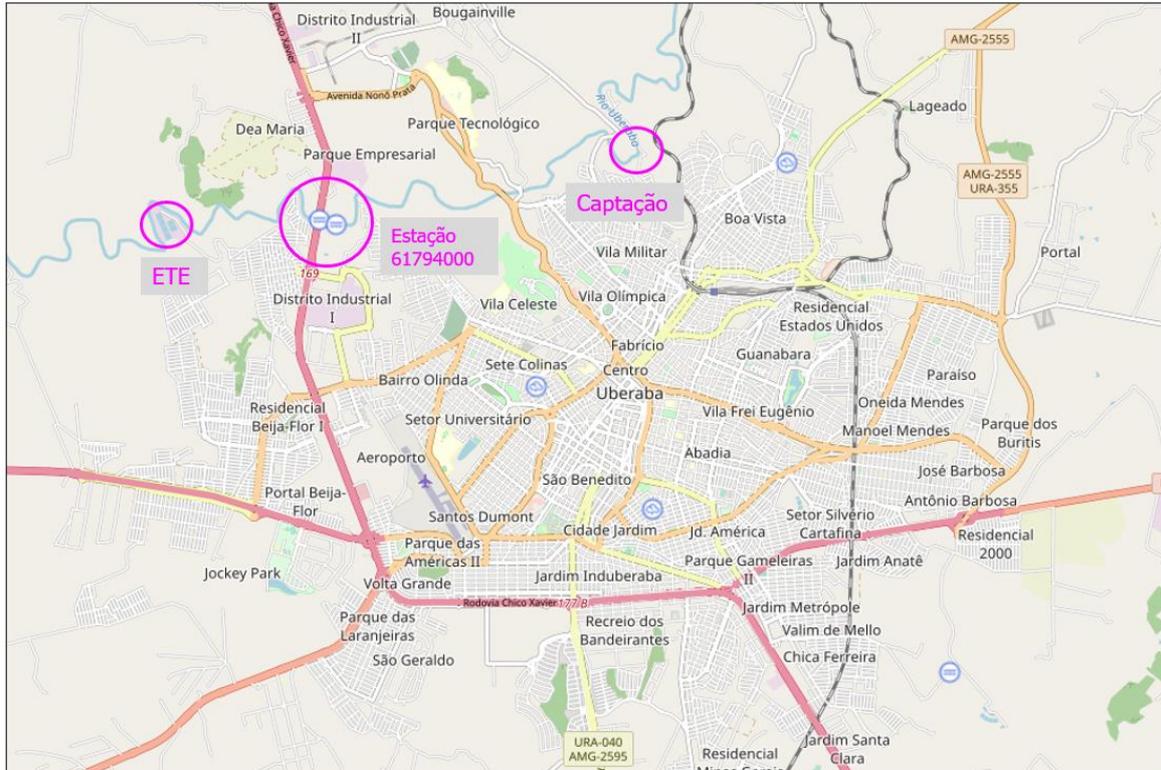


Figura 4.2 – Localização da estação fluviométrica 61794000

Fonte: HIDROWEB - ANA (2022)

A estação se faz na prática menos efetiva, visto que se localiza após a captação da CODAU, de maneira que a vazão disponível no rio (à montante do ponto de captação) não está devidamente representada pelos resultados da ANA.

A área de contribuição do rio Uberaba referente à estação fluviométrica apresenta a drenagem do alto curso do rio, à montante da estação, sendo atribuída aos resultados fornecidos pela ANA.

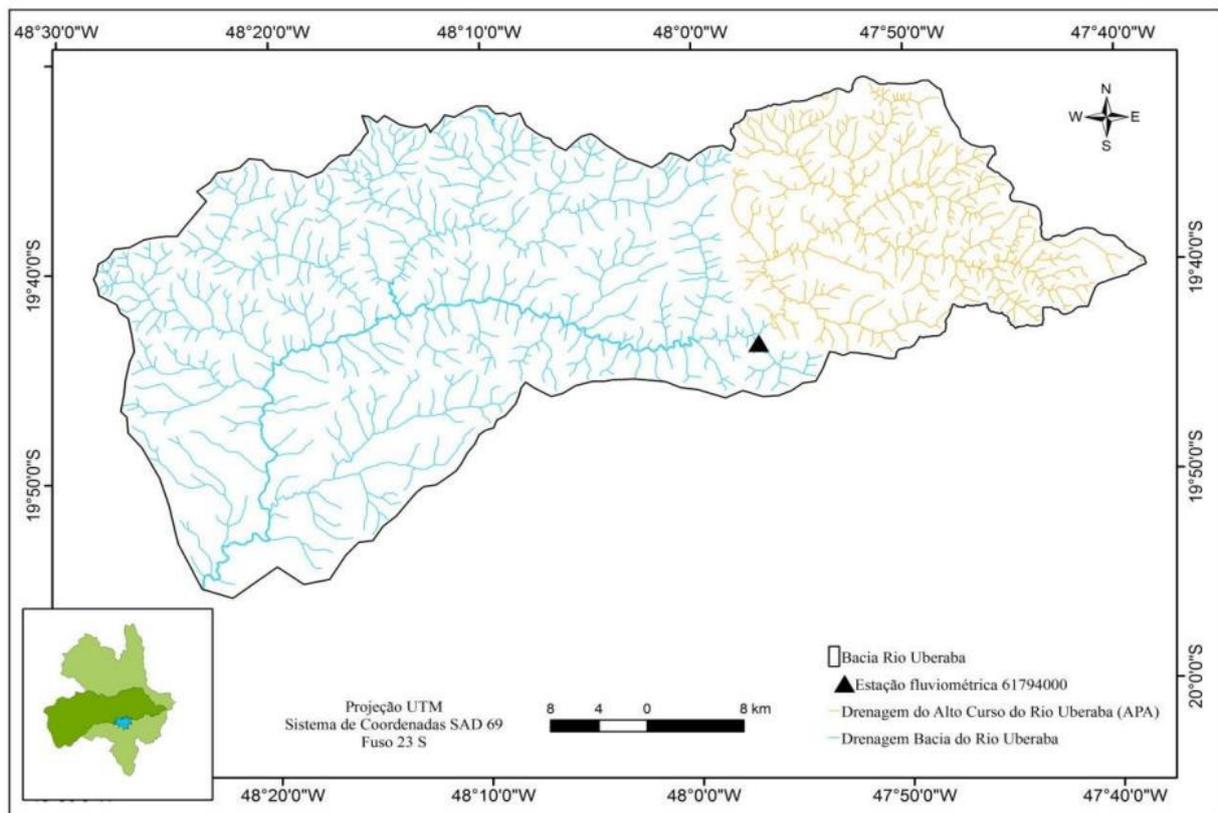


Figura 4.3 – Localização da estação 61794000 na área de contribuição do alto curso do rio Uberaba

Fonte: COSTA (2015)

A Agência Nacional de Águas (ANA) apresenta os dados de medições realizadas diariamente no mês de coleta, para vazões médias, mínimas e máximas em série histórica (de 1976 a 2021). Para o estudo atual, os anos de 2018, 2019 e 2020 são relevantes para levantamento de informações, de

forma que são apresentados os valores médios, mínimos (como menor valor obtido no mês), e máximos (como maior valor obtido no mês).

A partir de dados fornecidos pela ANA, por meio do sistema *Hidroweb*, foi possível acessar a série histórica de vazões para os anos de 2018, 2019 e 2020. Os dados foram retirados das medições referentes à estação fluviométrica 61794000 – Rio Uberaba, a qual considera a vazão residual do rio após a captação.

Tabela 4.2 – Série histórica de vazões mensais do Rio Uberaba em 2018

	Mês	Máxima (m ³ /s)	Mínima (m ³ /s)	Média (m ³ /s)
01	Janeiro	285,405	14,397	58,188
02	Fevereiro	117,932	16,397	53,128
03	Março	116,608	11,647	20,241
04	Abril	65,180	5,473	13,228
05	Maio	6,712	4,495	5,354
06	Junho	4,106	1,908	3,102
07	Julho	3,108	1,083	1,708
08	Agosto	1,826	0,976	1,426
09	Setembro	7,727	0,427	1,541
10	Outubro	32,578	1,501	7,673
11	Novembro	512,403	7,904	49,985
12	Dezembro	75,239	11,865	28,158

Fonte: ANA (2018)

As vazões máximas são obtidas de acordo com o maior valor medido no período (do mês), assim como a vazão mínima a partir da medição de menor valor do mês, e a vazão média como média aritmética das medições diárias do mês correspondente.

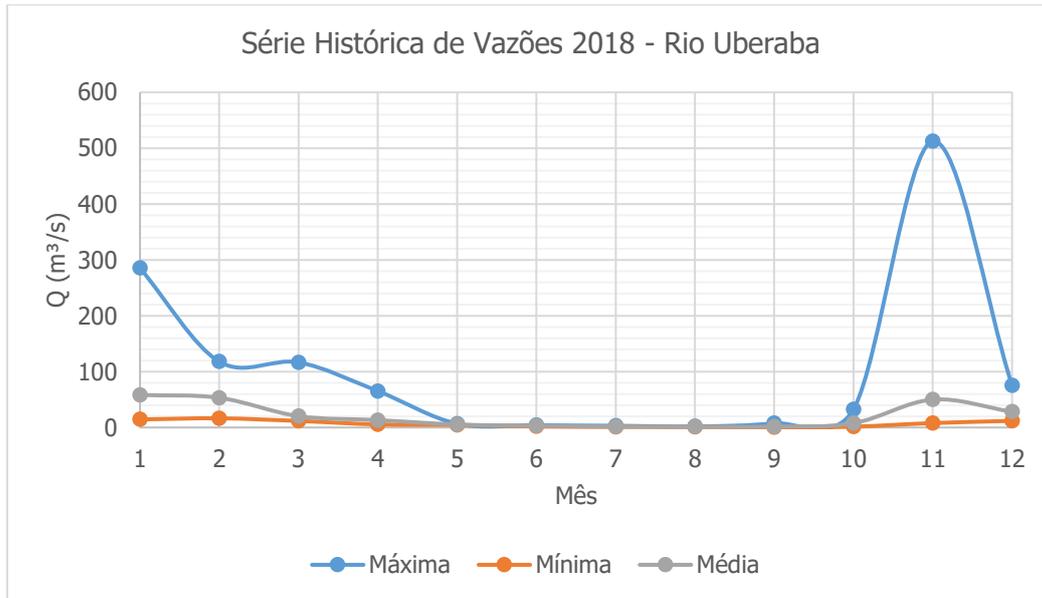


Figura 4.4 - Série histórica de vazões mensais do Rio Uberaba em 2018

Fonte: Projetae, com base em: ANA (2018)

Tabela 4.3 - Série histórica de vazões mensais do Rio Uberaba em 2019

Mês	Máxima (m³/s)	Mínima (m³/s)	Média (m³/s)
01	25,646	5,327	11,545
02	191,056	4,629	33,210
03	98,899	13,681	36,990
04	119,265	10,181	25,897
05	13,447	5,473	8,663
06	5,771	3,351	4,510
07	4,364	1,083	2,817
08	23,917	0,623	2,431
09	3,108	0,259	0,715
10	4,764	0,279	0,783
11	41,076	0,373	2,890
12	70,113	3,606	18,169

Fonte: ANA (2019)

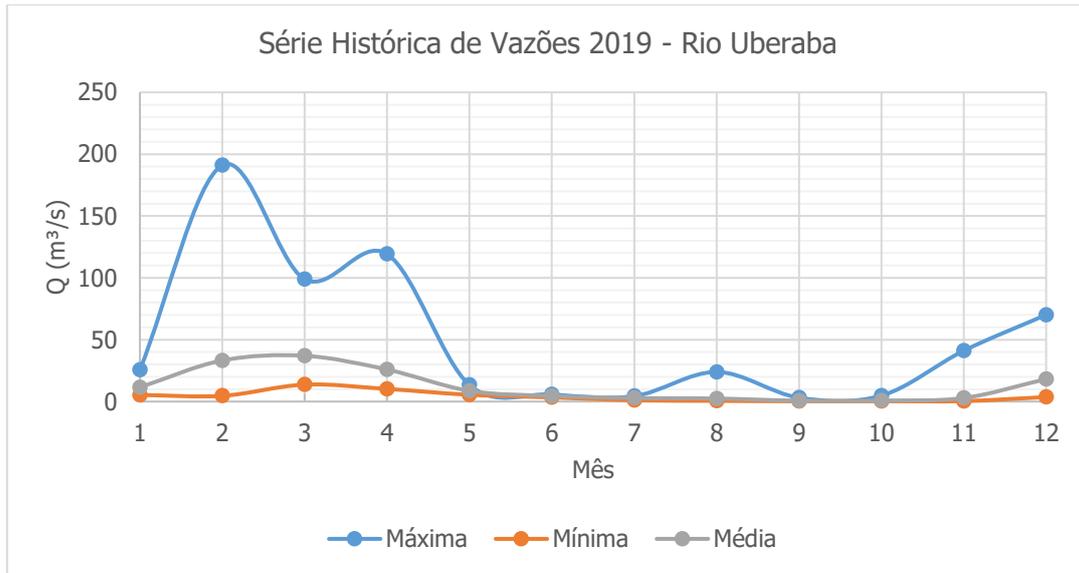


Figura 4.5 - Série histórica de vazões mensais do Rio Uberaba em 2019

Fonte: Projetae, com base em: ANA (2019)

Tabela 4.4 – Série histórica de vazões mensais do Rio Uberaba em 2020

	Mês	Máxima (m³/s)	Mínima (m³/s)	Média (m³/s)
01	Janeiro	372,643	5,922	50,445
02	Fevereiro	180,884	18,617	55,098
03	Março	119,265	9,781	25,638
04	Abril	43,376	6,390	10,768
05	Maiο	48,178	4,364	7,561
06	Junho	-	-	-
07	Julho	4,902	2,358	3,513
08	Agosto	2,878	1,198	1,672
09	Setembro	1,524	0,373	0,875
10	Outubro	0,701	0,279	0,425
11	Novembro	31,223	0,623	3,268
12	Dezembro	159,861	0,587	23,253

Fonte: ANA (2020)

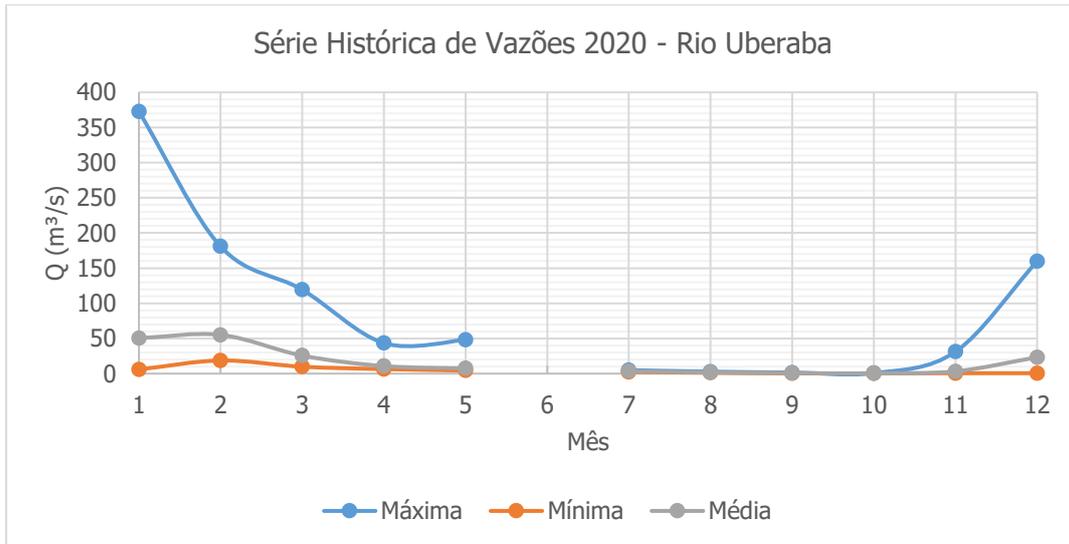


Figura 4.6 - Série histórica de vazões mensais do Rio Uberaba em 2020

Fonte: Projetae, com base em: ANA (2020)

Os valores faltantes no gráfico (mês de junho), são decorrentes da ausência de dados para este período na planilha da série histórica da ANA, para o ano de 2020.

Estudo de disponibilidade hídrica realizado por COSTA, 2015

A vazão $Q_{7,10}$ é utilizada como vazão de referência para emissões de outorga, sendo definida como o valor anual da menor média de 7 vazões diárias consecutivas que ocorre pelo menos 1 vez a cada dez anos (Período de retorno de 10 anos).

Costa (2015), fez uma análise anual e mensal da vazão $Q_{7,10}$ para as sub-bacias do Rio Uberaba utilizando a série histórica (de 29 anos) das vazões da estação fluviométrica 6179400 da ANA, apresentado em formato de hidrograma.

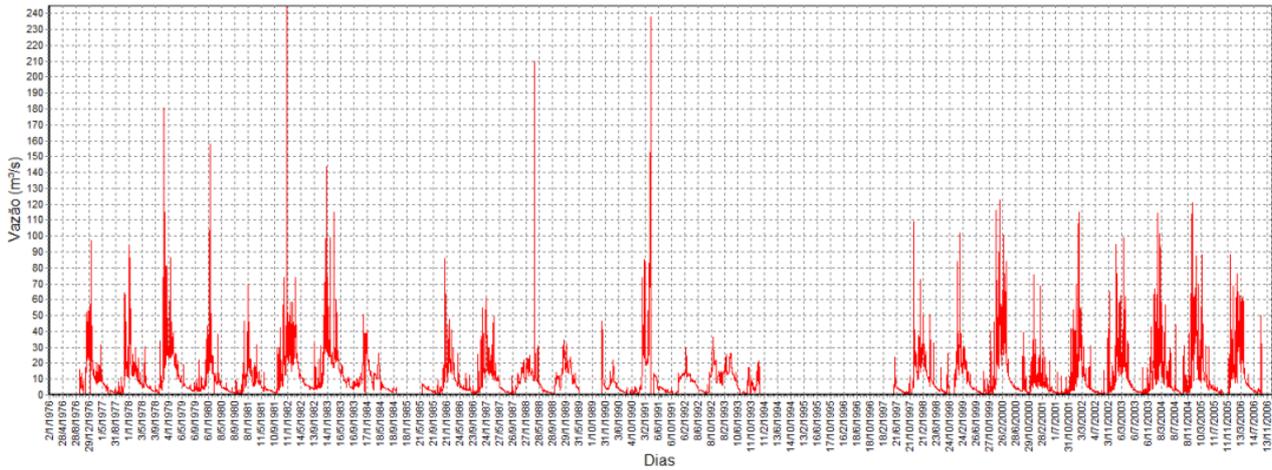


Figura 4.7 – Hidrograma da série histórica de vazões (estação fluviométrica 6179400 da ANA)

Fonte: COSTA (2015)

A partir do programa SisCAH 1.0 e da série histórica de vazões, foi obtida a vazão $Q_{7,10}$ anual e mensal para a foz da APA. Foram estimadas as vazões mínimas nas diversas sub-bacias de interesse, por meio da metodologia de regionalização (regressões regionais). Essa metodologia proporciona estimativa de valores para locais com dados insuficientes.

Outra metodologia adotada é da vazão específica, onde se estima a vazão com base nas áreas de drenagem da estação fluviométrica, a montante ou jusante do local a se estimar a vazão, sendo mais adequada para vazões médias de longo prazo. (Q_{mip}). Viabiliza aplicação em pequenas bacias hidrográficas com poucas estações hidrométricas.

Como existe apenas um posto fluviométrico para o rio Uberaba, as vazões apresentadas por Costa foram estimadas através da regionalização via vazão específica, visto que a área de estudo é pequena e homogênea com relação ao uso e ocupação do solo.

Tabela 4.5 – Vazão $Q_{7,10}$ calculada para a foz da APA do rio Uberaba

Sub-bacia	Área (km ²)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ mensal (m ³ /s)											
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Foz da APA	528,10	0,360	6,640	8,960	6,370	5,910	3,520	2,590	1,630	0,950	0,610	0,170	0,650	2,420

Fonte: COSTA (2015)

A vazão $Q_{7,10}$ da foz da APA foi obtida como $0,360 \text{ m}^3/\text{s}$ com base anual. Em relação às vazões mensais, os meses chuvosos (dezembro a junho) apresentam significativo aumento na vazão de disponibilidade hídrica, representando 2488% em relação a $Q_{7,10}$ anual. Nos meses de estiagem (julho a novembro) há um decréscimo de até 47% em relação a vazão anual.

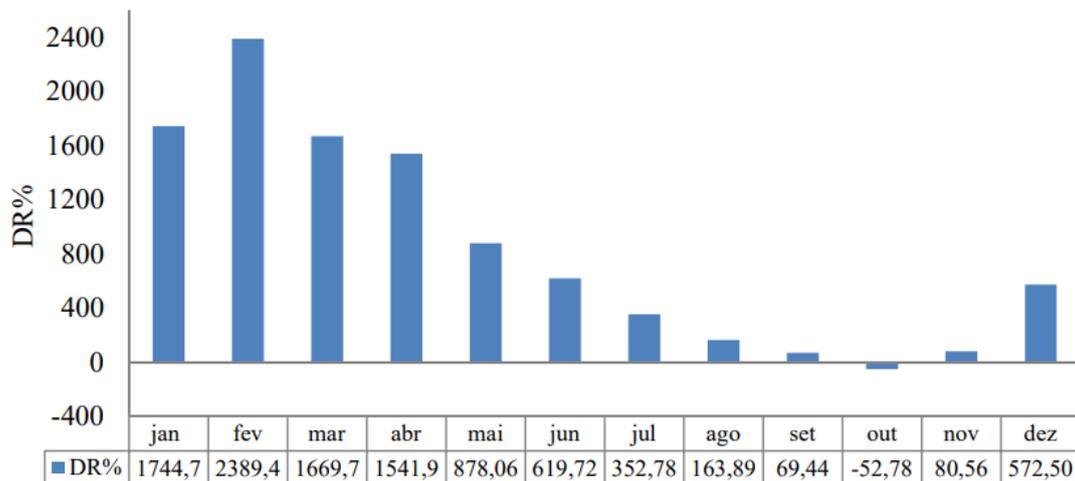


Figura 4.8 – Diferença relativa (DR%) entre as vazões $Q_{7,10}$ anual e mensal

Fonte: COSTA (2015)

As diferenças relativas entre a vazão $Q_{7,10}$ anual e mensal demonstram variações maiores que 100%. Sendo assim, o autor sugere que para o período de dezembro a agosto a vazão mensal pode ser utilizada como critério norteador de uso do recurso hídrico (COSTA, 2015).

Para os meses de setembro, outubro e novembro a diferença relativa é menor que 100%, o que indica que a utilização da $Q_{7,10}$ mensal não impacta na disponibilidade hídrica. Para o mês mais crítico (outubro) a diferença tem resultado negativo, indicando que a referência deve ser a vazão anual.

Medições e acompanhamento realizados pela CODAU

A CODAU realiza o monitoramento da vazão do rio Uberaba, assim como o regime pluviométrico, em estação instalada à montante da captação.

A metodologia utilizada para cálculo da vazão do rio baseia-se na leitura de nível momentânea do rio, utilizando o valor observado na equação de curva chave referente ao ponto de leitura de nível no rio Uberaba (montante da captação). Ressalta-se que essa metodologia de cálculo deve ter sempre a equação atualizada, principalmente por se localizar em trecho a montante de barragem com constante assoreamento.

Os dados das medições da vazão foram fornecidos a partir do ano de 2013, com interrupção na regularidade de medições em certos meses do ano. A título de comparação com os dados da série histórica da ANA, o ano de 2018 apresenta resultados para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho; o ano de 2019 apresenta dados apenas para o mês de dezembro. As vazões apresentadas são médias mensais.

Tabela 4.6 – Dados da vazão do Rio Uberaba em 2018 - CODAU

	Mês	Média (m³/s)
01	Janeiro	15,48
02	Fevereiro	18,81
03	Março	10,41
04	Abril	4,99
05	Maio	4,65
06	Junho	2,05
07	Julho	1,59
08	Agosto	-
09	Setembro	-
10	Outubro	-
11	Novembro	-
12	Dezembro	-

Fonte: CODAU (2022)

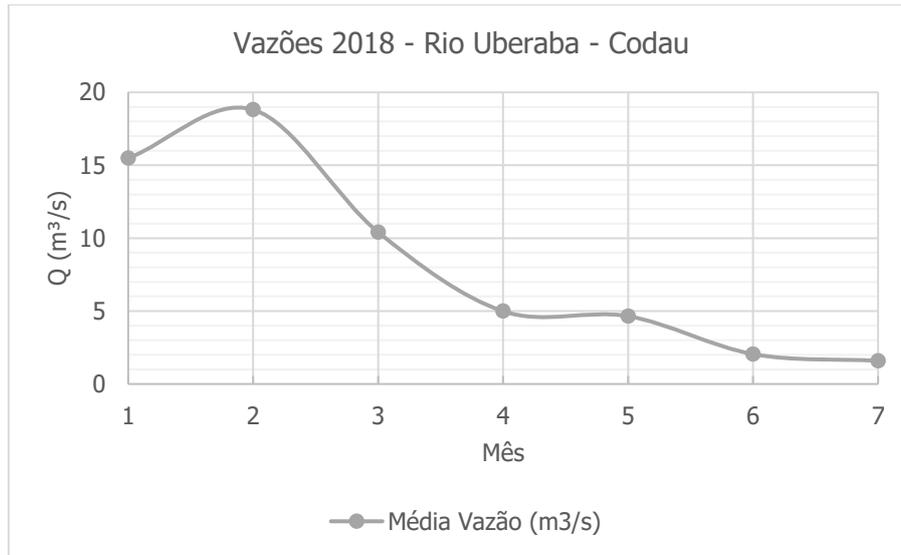


Figura 4.9 – Gráfico da vazão do Rio Uberaba em 2018 - CODAU

Fonte: Projetae, com base em: CODAU (2022)

Tabela 4.7 – Dados da vazão do Rio Uberaba em 2019 - CODAU

	Mês	Média (m³/s)
01	Janeiro	-
02	Fevereiro	-
03	Março	-
04	Abril	-
05	Maio	-
06	Junho	-
07	Julho	-
08	Agosto	-
09	Setembro	-
10	Outubro	-
11	Novembro	-
12	Dezembro	5,32

Fonte: CODAU (2022)

Para os anos de 2020, 2021 e início de 2022 a CODAU possui dados compilados mensais completos.

Tabela 4.8 – Dados da vazão do Rio Uberaba em 2020 - CODAU

	Mês	Média (m ³ /s)
01	Janeiro	6,66
02	Fevereiro	17,79
03	Março	12,55
04	Abril	7,33
05	Maio	5,31
06	Junho	4,82
07	Julho	2,47
08	Agosto	2,06
09	Setembro	1,70
10	Outubro	2,02
11	Novembro	2,34
12	Dezembro	5,63

Fonte: CODAU (2022)

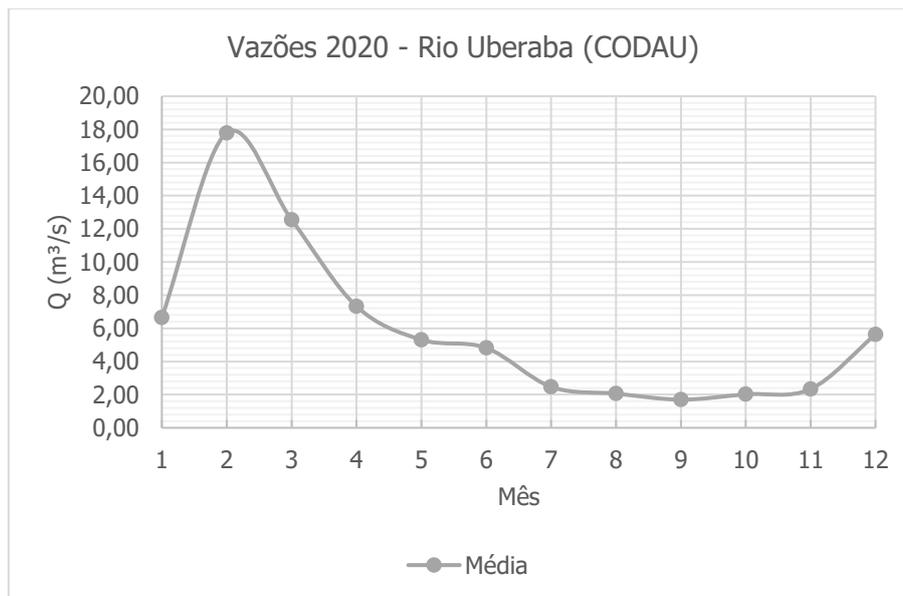


Figura 4.10 – Gráfico da vazão do Rio Uberaba em 2020 - CODAU

Fonte: Projetae, com base em: CODAU (2022)

Tabela 4.9 – Dados da vazão do Rio Uberaba em 2021 - CODAU

	Mês	Média (m ³ /s)
01	Janeiro	5,12
02	Fevereiro	5,15
03	Março	5,80
04	Abril	2,85
05	Mai	2,16
06	Junho	1,90
07	Julho	1,76
08	Agosto	1,78
09	Setembro	0,90
10	Outubro	0,99
11	Novembro	1,23
12	Dezembro	3,41

Fonte: CODAU (2022)

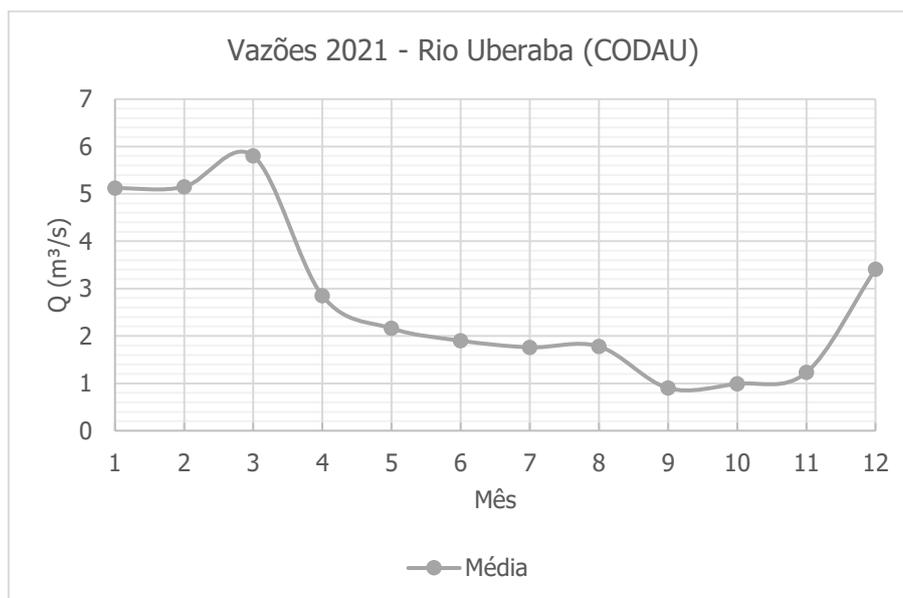


Figura 4.11 – Gráfico da vazão do Rio Uberaba em 2021 - CODAU

Fonte: Projetae, com base em: CODAU (2022)

Tabela 4.10 – Dados da vazão do Rio Uberaba em 2022 - CODAU

	Mês	Média (m³/s)
01	Janeiro	7,54
02	Fevereiro	11,03
03	Março	6,16
04	Abril	4,73
05	Maio	3,25
06	Junho	-
07	Julho	-
08	Agosto	-
09	Setembro	-
10	Outubro	-
11	Novembro	-
12	Dezembro	-

Fonte: CODAU (2022)

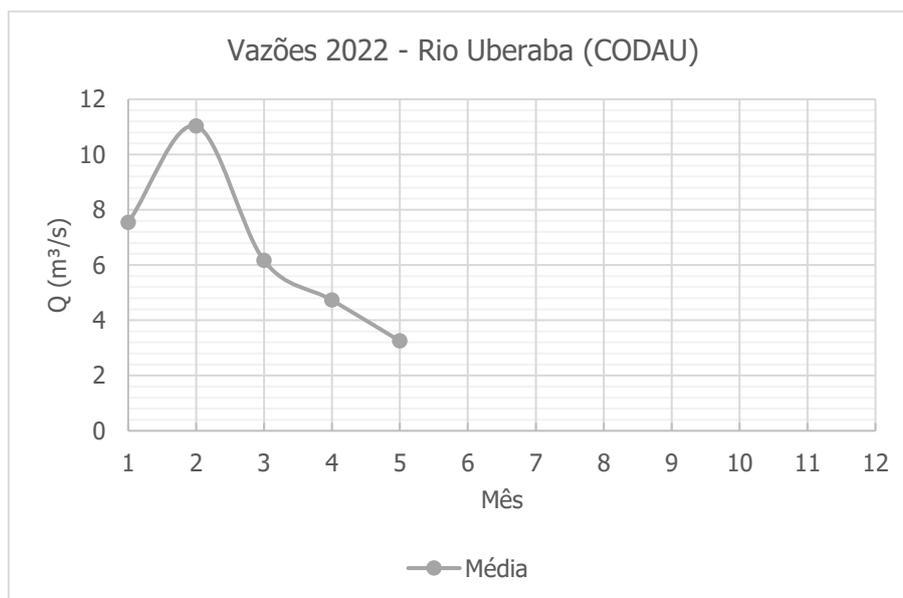


Figura 4.12 – Gráfico da vazão do Rio Uberaba em 2022 - CODAU

Fonte: Projetae, com base em: CODAU (2022)

4.1.1.3 Comparativo vazão do rio

Comparando-se a série histórica de vazões da ANA com os dados da CODAU, para vazões médias, pode-se verificar:

Tabela 4.11 – Dados da vazão do Rio Uberaba em 2018 – Comparativo

	Mês	Média ANA (m ³ /s)	Média CODAU (m ³ /s)
01	Janeiro	58,188	15,48
02	Fevereiro	53,128	18,81
03	Março	20,241	10,41
04	Abril	13,228	4,99
05	Maio	5,354	4,65
06	Junho	3,102	2,05
07	Julho	1,708	1,59
08	Agosto	1,426	-
09	Setembro	1,541	-
10	Outubro	7,673	-
11	Novembro	49,985	-
12	Dezembro	28,158	-

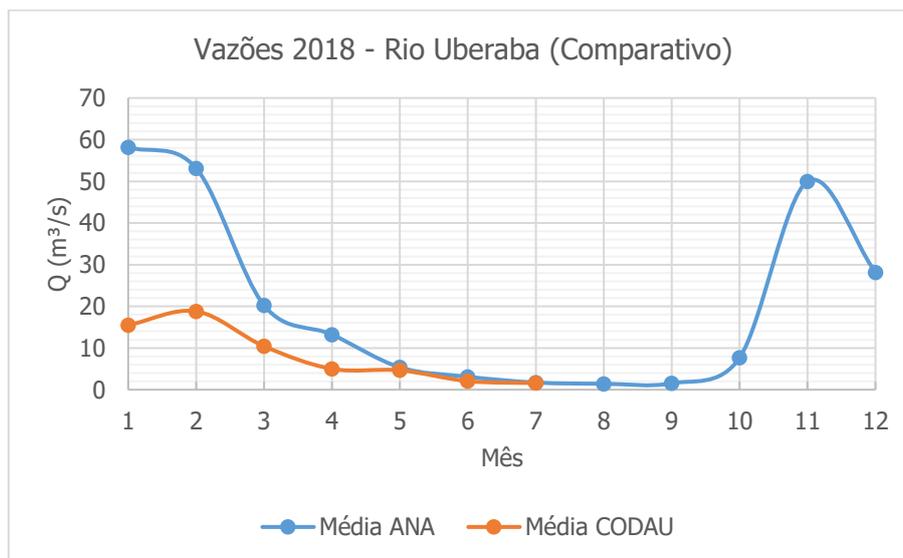


Figura 4.13 – Gráfico da vazão do Rio Uberaba em 2018 - Comparativo

Fonte: Projetae, com base em: CODAU (2022)

Para o ano de 2018, as vazões médias de acordo com a CODAU apresentaram valores mais baixos em relação a série histórica da ANA (de 27 a 50%), principalmente nos meses chuvosos (janeiro a abril), e se aproximam no período seco (maio a julho), para os dados disponíveis.

Tabela 4.12 – Dados da vazão do Rio Uberaba em 2020 – Comparativo

	Mês	Média ANA (m ³ /s)	Média CODAU (m ³ /s)
01	Janeiro	50,445	6,66
02	Fevereiro	55,098	17,79
03	Março	25,638	12,55
04	Abril	10,768	7,33
05	Maio	7,561	5,31
06	Junho	-	4,82
07	Julho	3,513	2,47
08	Agosto	1,672	2,06
09	Setembro	0,875	1,7
10	Outubro	0,425	2,02
11	Novembro	3,268	2,34
12	Dezembro	23,253	5,63

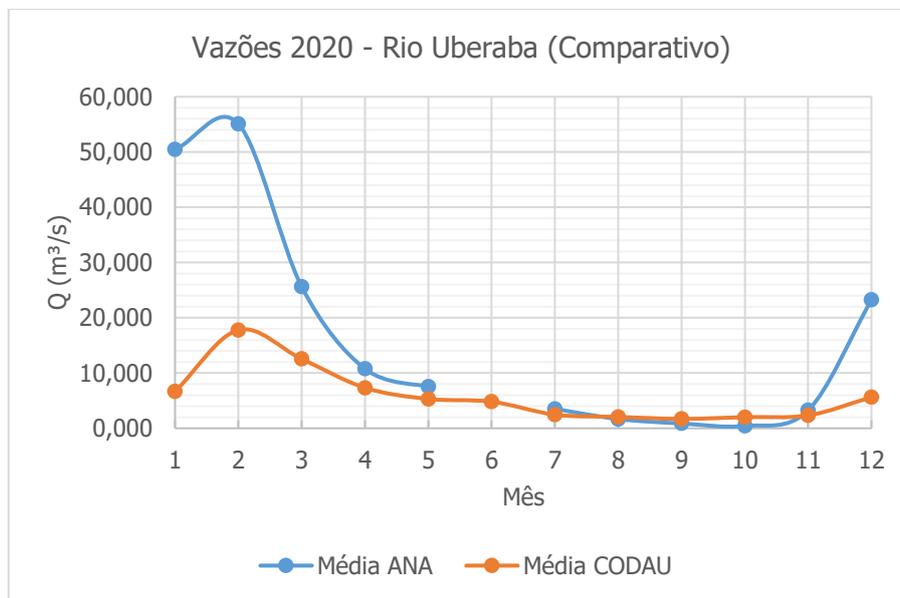


Figura 4.14 – Gráfico da vazão do Rio Uberaba em 2020 - Comparativo

Fonte: Projetae, com base em: CODAU (2022)

Para o ano de 2020, as vazões médias de acordo com a CODAU apresentaram valores mais baixos em relação a série histórica da ANA (de 13 a 50%), principalmente nos meses chuvosos (dezembro a março), e se aproximam no período de estiagem (abril a novembro), para os dados existentes. Destaca-se que parte da diferença, nos meses de estiagem, se deve pois a leitura de vazão da ANA se refere à vazão que permaneceu no rio após a captação de água pelo CODAU

A coleta de dados da estação da CODAU, localizada a montante da captação, realizando, portanto, leitura da vazão disponível a montante da barragem. Esta área possui acúmulo natural de sedimentos no leito do rio, por conta da barragem.

A estação fluviométrica 61794000 da ANA coleta dados referentes as vazões aproximadamente 7 km a jusante da captação da Codau, tendo assim maior área de contribuição da bacia. Apesar de não ser localizada próximo a uma barragem, e a seção ter maior velocidade de escoamento sem estar obstruída, a curva chave no ponto de medição também precisa de calibração frequente, visto que os descartes de sedimento da barragem da captação são direcionados para a área de medição da ANA e podem provocar alteração no perfil do rio no trecho de medição.

Outro ponto a ser observado é em relação da cobertura do solo na bacia de contribuição do Rio Uberaba após a captação de água. A urbanização da bacia na margem esquerda do rio Uberaba após a captação da Codau é intensa, influenciando o coeficiente de deflúvio e impactando nos picos de vazão durante o período de chuvoso.

4.1.1.4 Vazão Outorgável

O percentual de 30% da $Q_{7,10}$ como vazão outorgável foi utilizada para todo o estado de Minas Gerais até a nova resolução da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) em conjunto com o Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM): Resolução Conjunta SEMAD – IGAM nº 1548, de 29 de março de 2012, em que estabelece o limite máximo de captações e lançamento a serem outorgados nas bacias hidrográficas de Minas Gerais. No artigo 2:

"O limite máximo de captações e lançamentos a serem outorgados nas bacias hidrográficas do Estado, por cada seção considerada em condições naturais, será de 50% (cinquenta por cento) da $Q_{7,10}$, ficando garantidos a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% (cinquenta por cento) da $Q_{7,10}$."

Existem bacias que aplicam a antiga resolução, de 30% da $Q_{7,10}$; entretanto, a bacia em que se encontra a área de estudo aplica o percentual de 50%.

Considerando o critério de 50% da $Q_{7,10}$ pode ser outorgada, é possível fazer uma análise crítica da situação do Rio Uberaba.

O ponto outorgado de captação do Rio Uberaba pela CODAU para fins de abastecimento público da cidade localiza-se na sub bacia Difusa 1, nas coordenadas 19°42'52" e 47°56'11", próximo a foz da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uberaba (Ponto "8" do mapa de pontos outorgados).

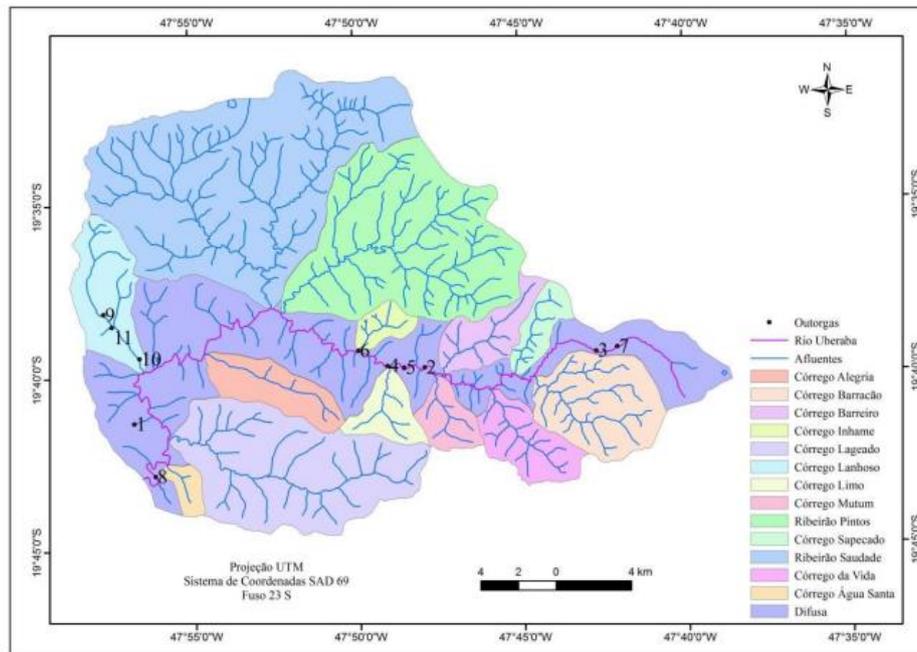


Figura 4.15 – Pontos outorgados na APA de Uberaba

Fonte: COSTA (2015)

Tabela 4.13 – Descrição das outorgas identificadas na APA

Ponto	Coordenadas geográficas		Corpo de água	Finalidade	Vazão outorgada (m³/s)
	Latitude	Longitude			
1	19°41'19"	47°57'46"	Córrego em área difusa	Const. De barramento	0,027
2	19°39'51"	47°48'08"	Rio Uberaba	Irrigação	0,0033
3	19°39'23"	47°42'42"	Rio Uberaba	Irrigação	0,0040
4	19°39'44"	47°49'04"	Córrego Limo	Irrigação	0,0020
5	19°39'44"	47°48'46"	Rio Uberaba	Irrigação	0,0020
6	19°39'18"	47°49'56"	Rio Uberaba	Irrigação	0,0033
7	19°39'25"	47°42'22"	Rio Uberaba	Irrigação	0,0040
8	19°42'52"	47°56'11"	Rio Uberaba	Captação CODAU	0,9000*

Ponto	Coordenadas geográficas		Corpo de água	Finalidade	Vazão outorgada (m³/s)
	Latitude	Longitude			
9	19°38'20"	47°57'28"	Córrego Lanhoso	Dessedentação	0,0051
10	19°38'58"	47°56'58"	Córrego Lanhoso	Irrigação	0,167
11	19°38'48"	47°57'08"	Córrego Lanhoso	Irrigação	0,167

Fonte: COSTA (2015)

* Outorga anterior a renovação de 2019

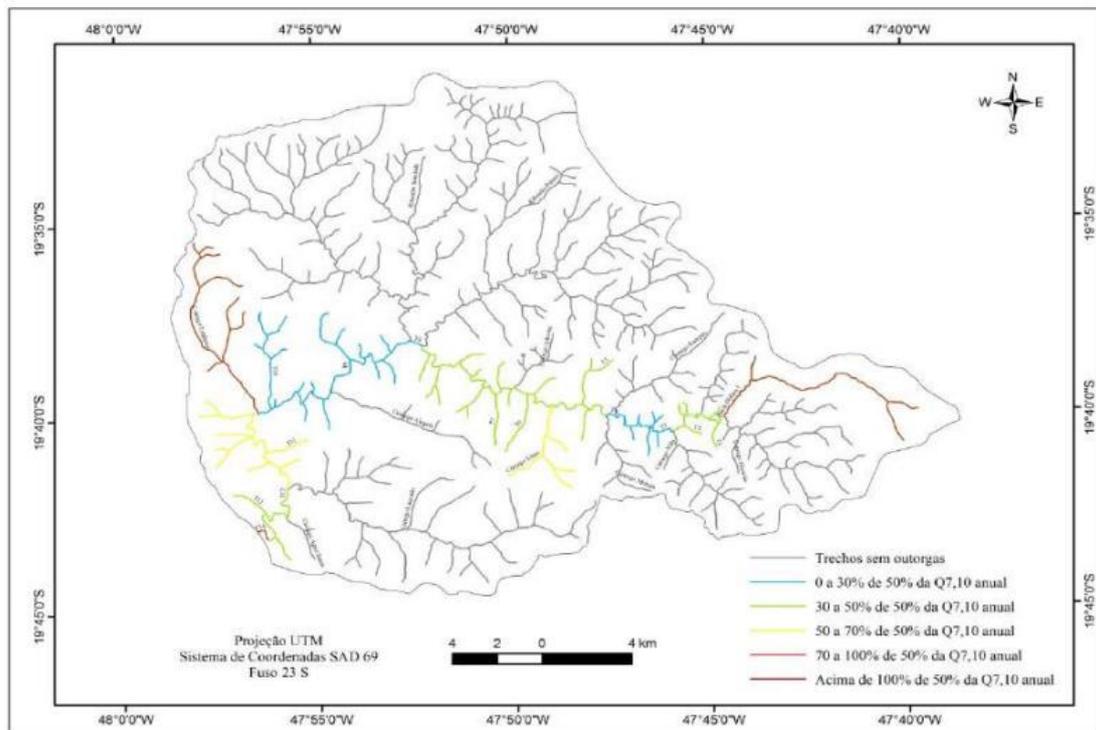


Figura 4.16 – Análise do percentual crítico utilizado, baseado em 50% da vazão $Q_{7,10}$ calculada em base anual

Fonte: COSTA (2015)

O ponto da outorga da captação localiza-se em uma região na qual é utilizada de 30 a 50% da $Q_{7,10}$ anual, porém o trecho inicial do Rio Uberaba na bacia Difusa apresenta situação crítica de disponibilidade hídrica, assim como o trecho após a captação de água da CODAU, com captação acima de 100% da $Q_{7,10}$.

Aplicando o critério de 50% da $Q_{7,10}$ calculada em base mensal, a hidrografia apresentou conflitos em diversos meses, sendo eles, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro. O trecho da bacia Difusa 1 apresentou percentual acima de 100% de utilização de parcela permitida para outorga nos meses de setembro e outubro.

Para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio, a situação otimizada apresentou significativo resultado na disponibilidade hídrica, visto que nesses meses todas as sub-bacias e todos os trechos apresentaram baixo percentual de utilização dos recursos hídricos. Observa-se que nos meses de janeiro e fevereiro todas as sub-bacias e todos os trechos apresentaram percentual de utilização de água de 0 a 30% da parcela permitida para outorga, enquanto nos meses de março, abril e maio esse mesmo cenário prevaleceu, com exceções em dois trechos diferentes.

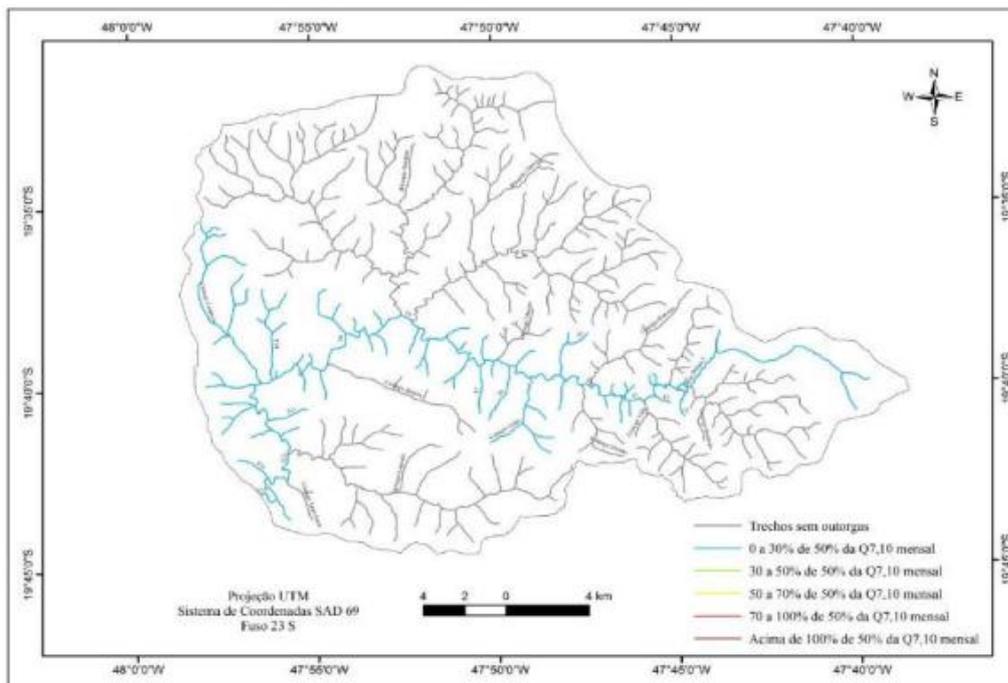


Figura 4.17 – Análise do percentual hídrico utilizado, baseado em 50% da vazão $Q_{7,10}$ calculada em base mensal (janeiro)

Fonte: COSTA (2015)

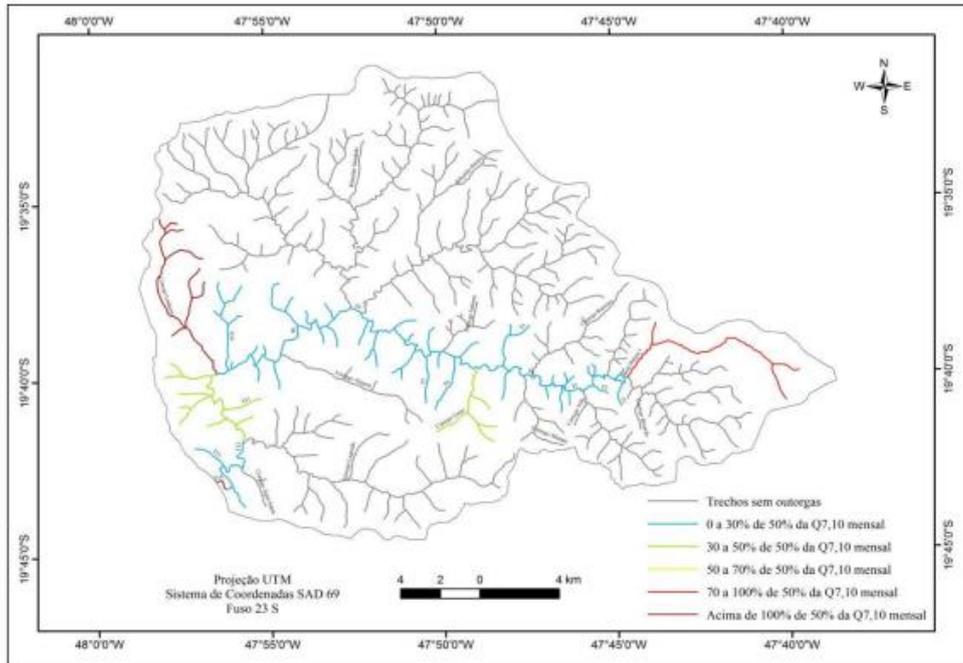


Figura 4.18 – Análise do percentual hídrico utilizado, baseado em 50% da vazão $Q_{7,10}$ calculada em base mensal (setembro)

Fonte: COSTA (2015)

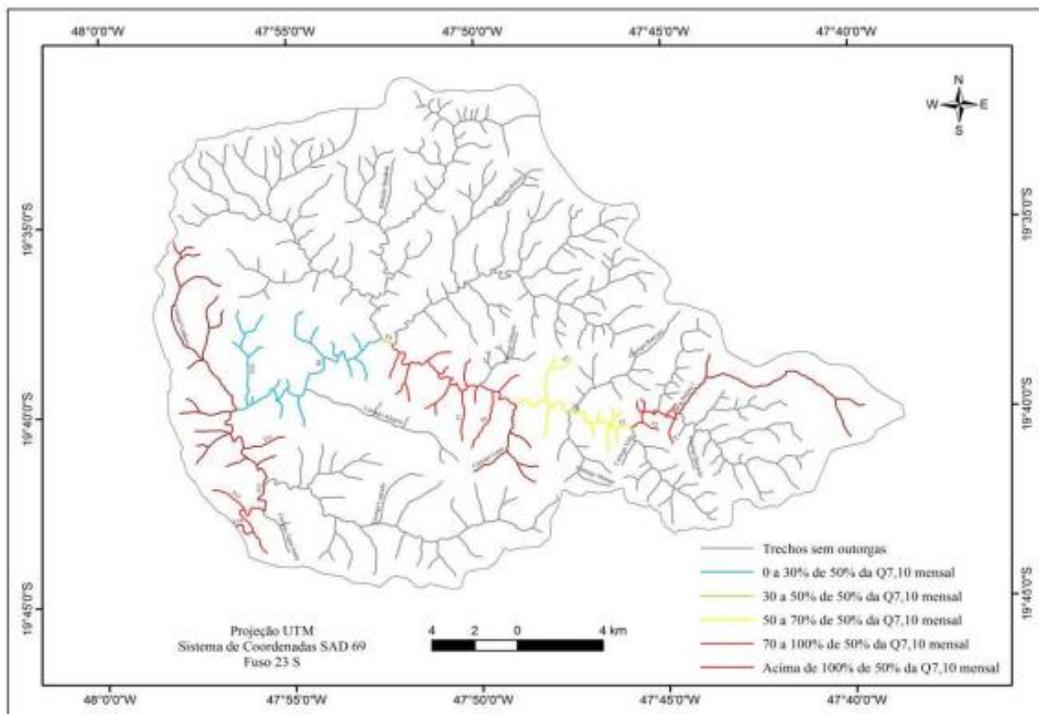


Figura 4.19 – Análise do percentual hídrico utilizado, baseado em 50% da vazão $Q_{7,10}$ calculada em base mensal (outubro)

Fonte: COSTA (2015)

4.1.2 Rio Claro

4.1.2.1 Caracterização geral da bacia

De acordo com o IGAM (2012), o rio Claro é um importante afluente do rio Araguari, que desagua no rio Paranaíba. Sua bacia hidrográfica compreende uma área de 1.106,16 km² pertencente aos municípios de Uberaba, Nova Ponte e Sacramento e constitui importante manancial para abastecimento da população de Uberaba. Também tem importantes funções na manutenção da biodiversidade, bem como é utilizado como fonte de turismo para o município de Nova Ponte. A bacia do rio Claro, em sua totalidade apresenta características de conflito. Em alguns trechos, esse conflito já foi declarado pelo IGAM. Porém, nas demais regiões, a concentração da demanda, associada à condição topográfica de grande parte da bacia, apta ao uso agrícola, tornam a região de grande potencial ao conflito.

A geologia desta região é separada por dois contextos estruturais. A porção leste é marcada por eventos do Pré-Cambriano, representado principalmente pelo Grupo Araxá, parte do setor 8 Diagnóstico da bacia hidrográfica do rio Claro meridional da Faixa Brasília. O restante do Triângulo Mineiro, na margem oeste da Faixa Brasília, é representado por rochas da Bacia Sedimentar do Paraná. O clima tropical da região da bacia do rio Araguari, a qual a bacia do rio Claro está inserida, apresenta duas estações climáticas bem definidas, uma seca e uma úmida.

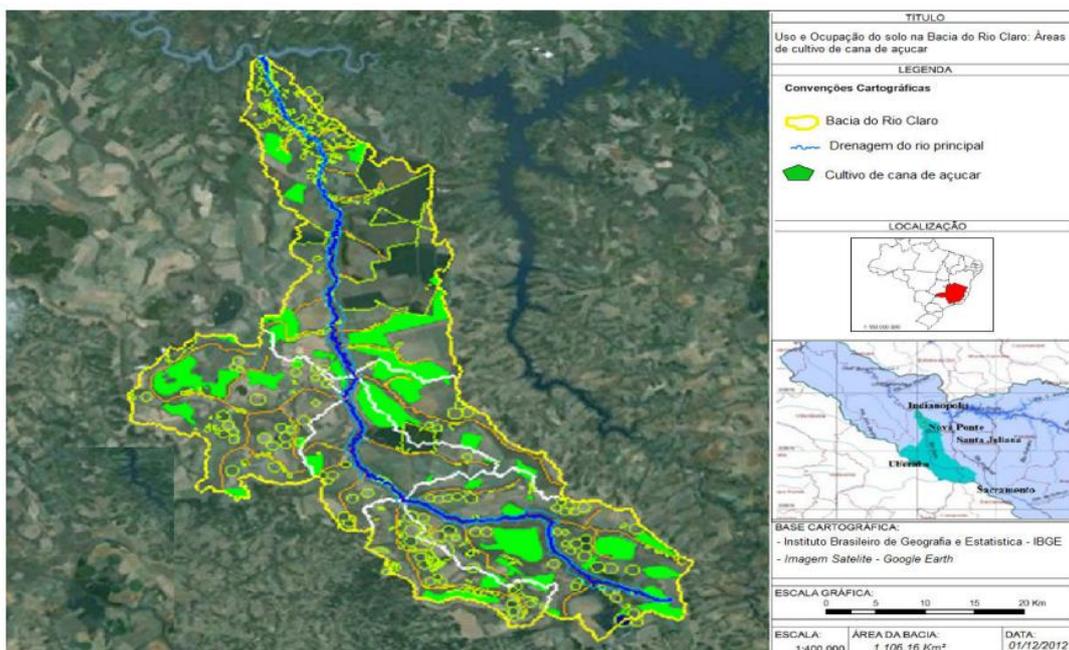


Figura 4.20 – Uso e ocupação do solo na bacia do rio Claro. Fonte: PAULA (2014)

Quanto ao uso e ocupação do solo, a bacia do Rio Claro apresenta áreas extensivas de cultura de cana de açúcar, além de diversas áreas de produção agrícola.

4.1.2.2 Vazão do rio

Em 2012, o IGAM realizou estudo a respeito da caracterização da bacia hidrográfica do rio Claro que será apresentado a seguir. Para a caracterização da disponibilidade e da demanda de cada trecho mapeado na bacia, foi realizada a divisão do rio Claro em três regiões, sendo alto, médio e baixo curso.

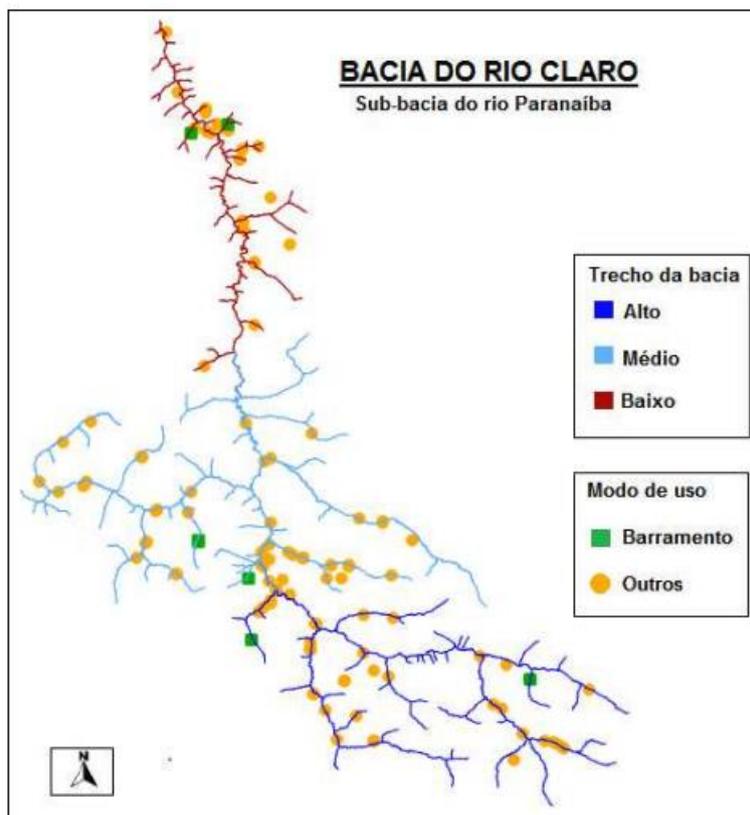


Figura 4.21 - Localização dos processos de outorga e divisões da bacia do rio Claro

Fonte: IGAM (2012)

No alto curso do rio, a disponibilidade hídrica é menor que a demanda. Os trechos onde a demanda é superior à disponibilidade caracterizam áreas de conflito no uso das águas. No mesmo trecho, a

demanda maior é para irrigação (97%), enquanto pequena parte é destinada a abastecimento público (3%).

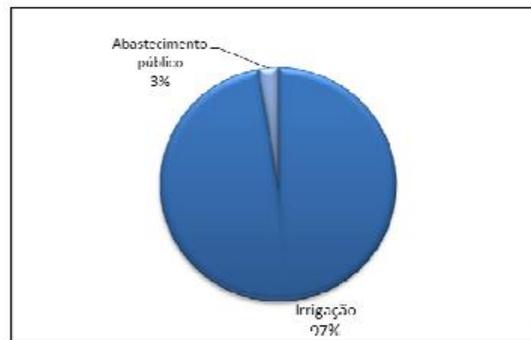


Figura 4.22 – Finalidades do uso da água no alto curso da bacia do rio Claro

Fonte: IGAM (2012)

No médio curso da bacia notam-se trechos nos quais a disponibilidade hídrica é menor que a demanda. Nesse trecho, os usos são mais diversificados se comparados com o alto curso da bacia, sendo representado pela irrigação (50%), irrigação e abastecimento público (15%), consumo humano e dessedentação de animais (15%) como principais.



Figura 4.23 - Finalidades do uso da água no médio curso da bacia do Rio Claro

Fonte: IGAM (2012)

No baixo curso, por sua vez, a demanda é superior a disponibilidade em todos os trechos. A maior parte da água é destinada para dessedentação de animais (23%), para irrigação (20%) e consumo humano e dessedentação de animais (17%).

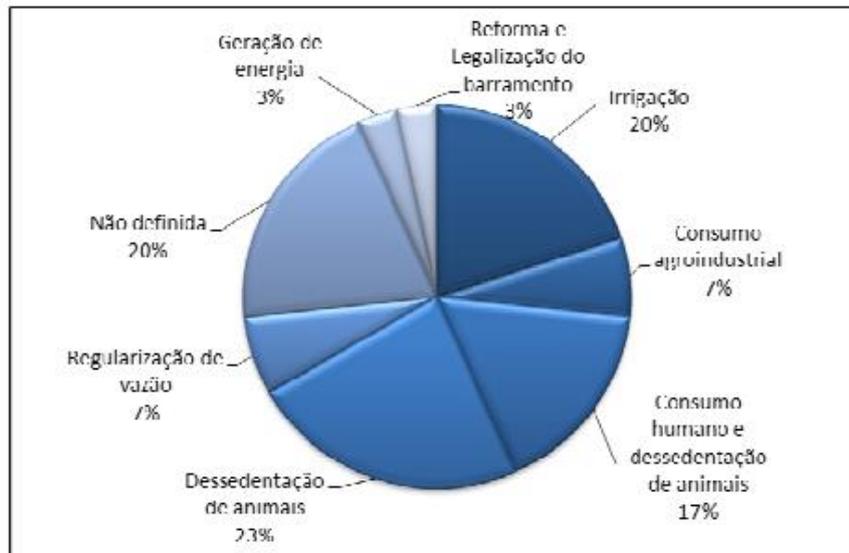


Figura 4.24 - Finalidades do uso da água no médio curso da bacia do Rio Claro

Fonte: IGAM (2012)

Para determinação da disponibilidade hídrica e da vazão $Q_{7,10}$ do rio, foi utilizada a metodologia que associa o rendimento específico de cada região, área de drenagem e características físicas, do solo e meteorológicas das bacias (PAULA, 2014).

Tabela 4.14 – Cálculo da $Q_{7,10}$ da bacia do Rio Claro

Área de drenagem (km²)	108,163
$Q_{7,10}$ na foz (m³/s)	2,938
Vazão outorgável (m³/s)	1,469

Fonte: PAULA (2014)

A $Q_{7,10}$ corresponde a 2,938 m³/s na foz do rio Claro, e vazão outorgável de até 1,464 m³/s, representando 50% da vazão $Q_{7,10}$.

A partir de dados fornecidos pela Agência Nacional das Águas (ANA), é possível acessar a série histórica de vazões para os anos de 2018, 2019 e 2020. Os dados foram retirados das medições referentes à estação fluviométrica 60335500 – UHE Miranda Rio Claro.

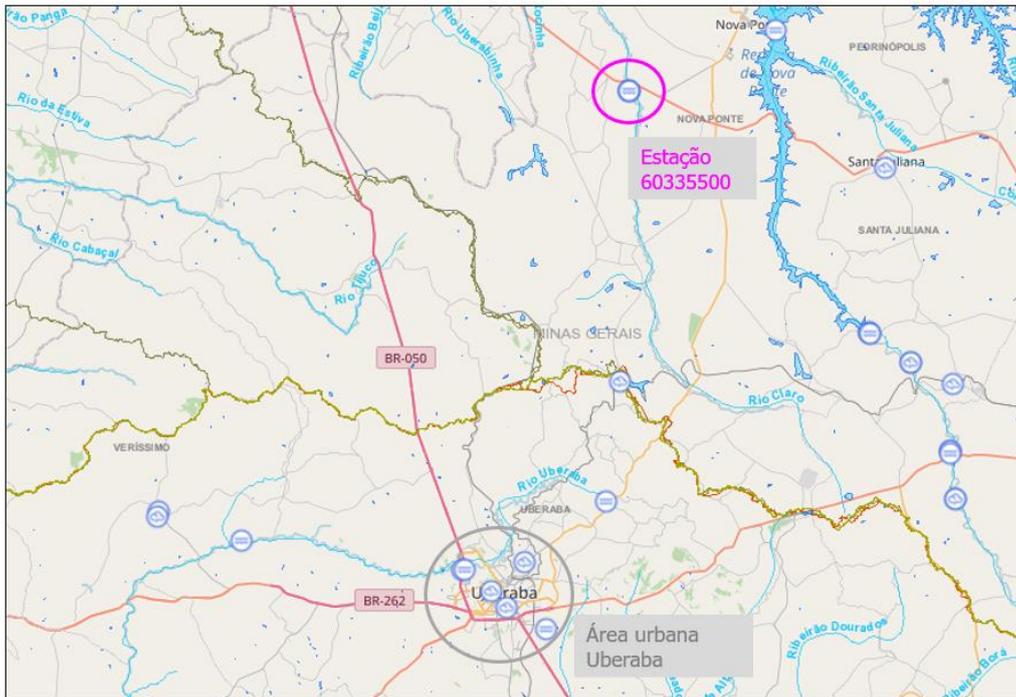


Figura 4.25 – Localização da estação fluviométrica 60335500

Fonte: HIDROWEB - ANA (2022)

A estação de coleta de dados fluviométricos 60335500 está localizada em área rural, na região do baixo rio Claro, mais próximo a sua foz, encontrando-se com o rio Araguari. Existe apenas essa estação para o rio Claro, instalada em local ocupado principalmente por agricultura.

Tabela 4.15 – Série histórica de vazões mensais do Rio Claro em 2018

	Mês	Máxima	Mínima	Média
01	Janeiro	-	-	-
02	Fevereiro	-	-	-
03	Março	-	-	-
04	Abril	-	-	-
05	Maio	-	-	-
06	Junho	-	-	-
07	Julho	-	-	-
08	Agosto	-	-	-
09	Setembro	13,639	4,962	7,75
10	Outubro	31,751	7,083	16,768
11	Novembro	89,933	12,767	35,775
12	Dezembro	77,707	12,767	25,4

Fonte: ANA (2018)

As vazões máximas são obtidas de acordo com o maior valor medido no período (do mês), assim como a vazão mínima a partir da medição de menor valor do mês, e a vazão média como média aritmética das medições diárias do mês correspondente.

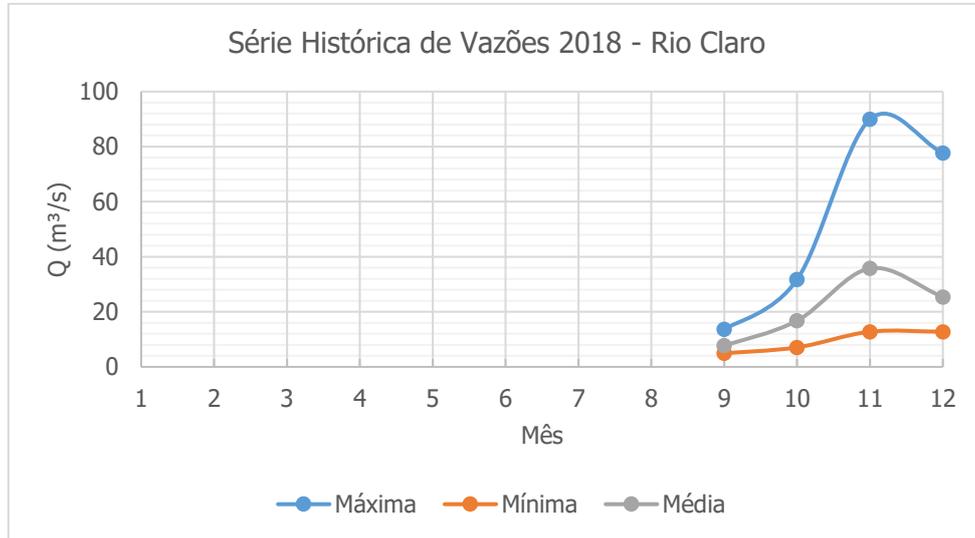


Figura 4.26 - Série histórica de vazões mensais do Rio Claro em 2018

Fonte: Projetae, com base em: ANA (2018)

Destaca-se que para o ano de 2018, foram fornecidos valores referentes aos meses de setembro a dezembro apenas, em que não há dados para os meses de janeiro a agosto, pelo sistema de série histórica fornecido pela ANA, e dessa forma são apresentados apenas os dados consistentes

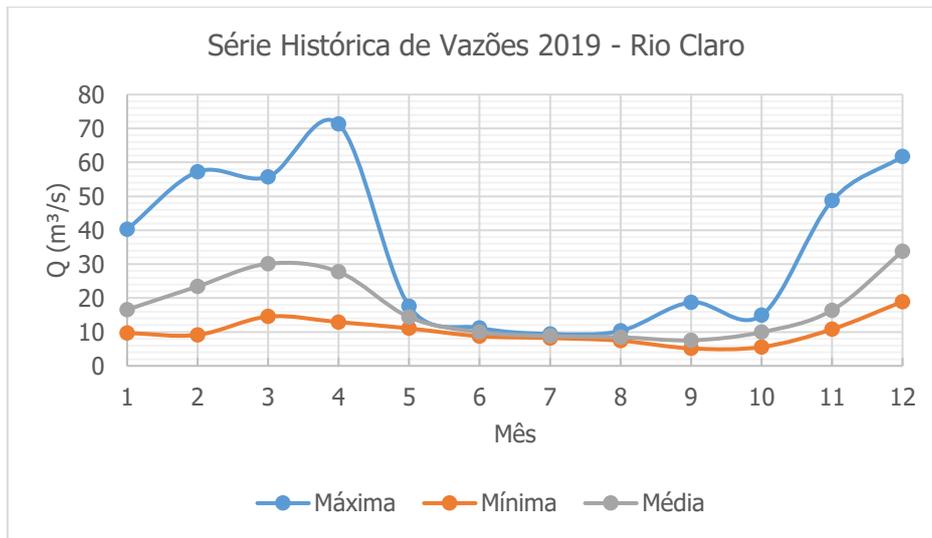
Tabela 4.16 – Série histórica de vazões mensais do Rio Claro em 2019

Mês	Máxima	Mínima	Média
01 Janeiro	40,236	9,702	16,57
02 Fevereiro	57,223	9,142	23,442
03 Março	55,741	14,537	30,117
04 Abril	71,309	12,91	27,721
05 Maio	17,597	11,052	14,374
06 Junho	11,22	8,747	9,938
07 Julho	9,405	8,199	8,787
08 Agosto	10,31	7,414	8,452
09 Setembro	18,744	5,149	7,544
10 Outubro	14,919	5,557	9,941
11 Novembro	48,703	10,802	16,399
12 Dezembro	61,727	18,947	33,77

Fonte: ANA (2019)

As vazões máximas são obtidas de acordo com o maior valor medido no período (do mês), assim como a vazão mínima a partir da medição de menor valor do mês, e a vazão média como média aritmética das medições diárias do mês correspondente.

Figura 4.27 - Série histórica de vazões mensais do Rio Claro em 2019



Fonte: Projetae, com base em: ANA (2019)

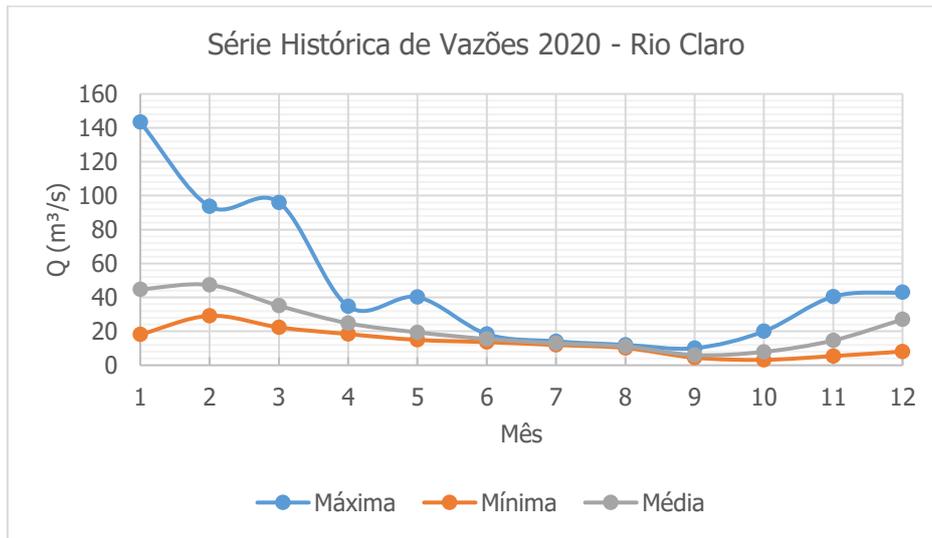
Tabela 4.17 – Série histórica de vazões mensais do Rio Claro em 2020

Mês	Máxima	Mínima	Média
Janeiro	143,305	18,118	44,812
Fevereiro	93,667	29,137	47,345
Março	96,037	22,359	35,098
Abril	34,75	18,371	24,763
Mai	40,145	14,939	19,397
Junho	18,39	13,64	15,49
Julho	14,085	11,921	12,941
Agosto	12,043	10,149	11,022
Setembro	10,084	4,453	6,008
Outubro	19,989	3,192	7,911
Novembro	40,478	5,436	14,646
Dezembro	42,976	8,097	26,989

Fonte: ANA (2020)

As vazões máximas são obtidas de acordo com o maior valor medido no período (do mês), assim como a vazão mínima a partir da medição de menor valor do mês, e a vazão média como média aritmética das medições diárias do mês correspondente.

Figura 4.28 - Série histórica de vazões mensais do Rio Claro em 2020



Fonte: Projetae, com base em: ANA (2020)

4.1.2.1 Vazão outorgável

A vazão $Q_{7,10}$ é utilizada como vazão de referência para emissões de outorga, sendo definida como o valor anual da menor média de 7 vazões diárias consecutivas que ocorre pelo menos 1 vez a cada dez anos (Período de retorno de 10 anos).

Considerando a vazão outorgável de 50% da $Q_{7,10}$, encontram-se trechos nos quais a demanda de uso de água é maior a vazão outorgável do rio, representado em vermelho pelos mapas, para a região do alto, médio e baixo rio Claro.



Figura 4.29 – Cursos d’água com demanda superior a 50% da Q_{7,10} no alto do rio Claro

Fonte: IGAM (2012)

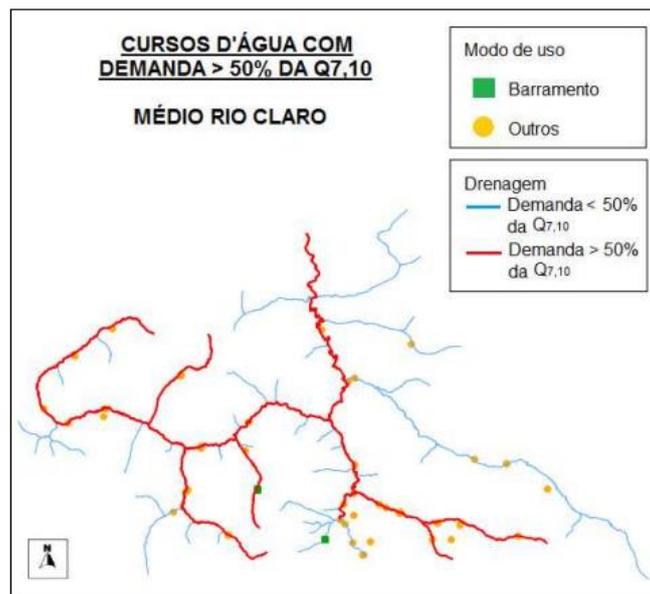


Figura 4.30 - Cursos d’água com demanda superior a 50% da Q_{7,10} no médio rio Claro

Fonte: IGAM (2012)

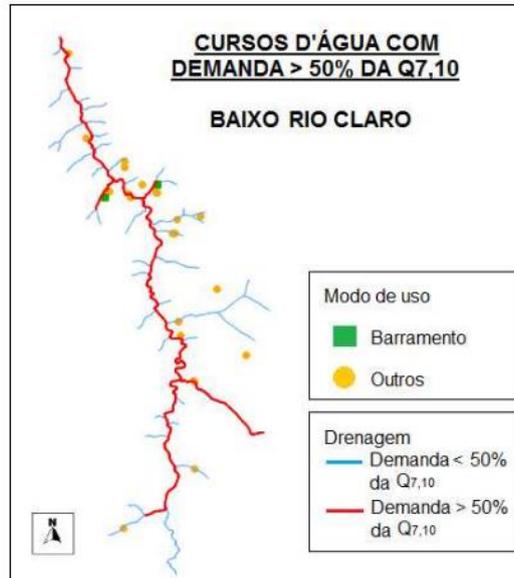


Figura 4.31 - Cursos d'água com demanda superior a 50% da Q_{7,10} no baixo rio Claro

Fonte: IGAM (2012)

Com relação as vazões outorgadas para o rio Claro, tem-se as vazões deferidas, estando aptas a captar água do manancial, as solicitações em análise técnica, e de uso insignificante.

Tabela 4.18 – Relação dos processos de outorga formalizados no órgão ambiental

Processos outorga	Nº de processos	Vazão total (m ³ /s)	Vazão total (L/s)
Deferidas	39	2,979	2978,8
Em análise técnica	14	0,602	601,7
Vencidas	17	-	-
Indeferidas	49	-	-
Canceladas	38	-	-
Uso insignificante	30	0,022	21,46
Total	150	3,602	3601,96

Fonte: COSTA (2015)

No período existiam 150 pedidos de outorga, sendo 39 deferidos através de 16 portarias publicadas, em que 2 são de categoria coletiva (total de 28 pontos de captação), totalizando 2,978 m³/s. Em análise técnica tem-se solicitação de 0,600 m³/s e de uso insignificante 0,0215 m³/s.

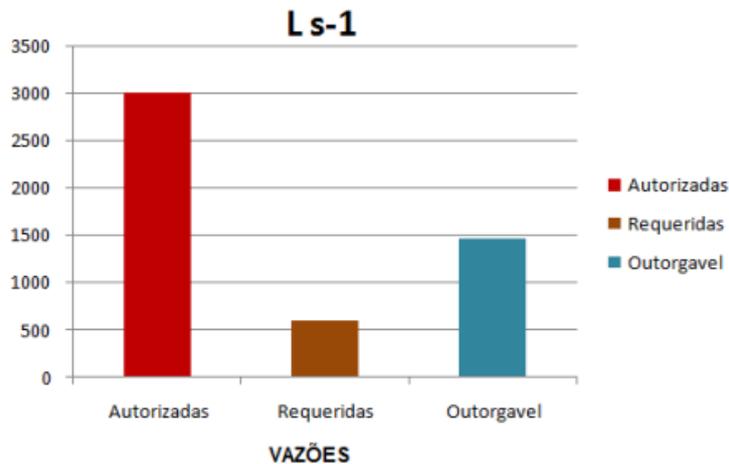


Figura 4.32 – Relação da demanda hídrica e da vazão outorgável para a bacia do rio Claro

Fonte: PAULA (2014)

Verifica-se que existe outorgas deferidas para uma vazão total de 2,978 m³/s, representando 100% da vazão Q_{7,10}. Essa informação traz a posição de conflito em que se encontra o corpo hídrico de rio Claro, devido à captação para uso principal da irrigação e para abastecimento pela CODAU, com outorgas emitidas acima do limite de 50% da Q_{7,10}.

Tabela 4.19 – Relação dos processos de outorga formalizados no órgão ambiental

Processos outorga	Nº de processos	Vazão total (m ³ /s)	Vazão total (L/s)
Deferidas	39	2,979	2978,80
Em análise técnica	14	0,602	601,70
Vencidas	17	-	-
Indeferidas	49	-	-
Canceladas	38	-	-
Uso insignificante	30	0,022	21,46
Total	150	3,602	3601,96

Fonte: COSTA (2015)

Tabela 4.20 – Relação dos processos de outorga formalizados no órgão ambiental

Processos outorga	Nº de processos	Vazão total (m³/s)	Vazão total (L/s)
Irrigação	36	0,242	241,6
Dessedentação Animal e Consumo	-	0,602	601,7
Abastecimento Público	01	0,800	800,0
Consumo Industrial	01	0,017	17,1
Pulverização e combate a incêndios	01	0,016	16,0
Total	39	2,978	2978,8

Fonte: COSTA (2015). Obs: apenas outorgas deferidas

Quanto as finalidades das outorgas, tem-se 2,154 m³/s para irrigação (72%), abrangendo as culturas de soja, milho e feijão, abastecimento público com 0,800 m³/s (27%), consumo industrial com 0,017 m³/s (0,6%), o qual inclui a Usina Uberaba, e pulverização e combate a incêndio com 0,016 m³/s (0,5%), totalizando 2,978 m³/s.

Tabela 4.21 – Dados referentes à área irrigada, culturas e vazão utilizada da bacia do rio Claro

Irrigação	Área cultivada (ha)	Vazão (L/s)	Área irrigada (ha)
Rotação (soja/milho/feijão)	25.100,00	941,90	17800,00
Horticultura	15.300,00	739,00	643,00
Cana de açúcar	19.450,00	339,90	1250,00
Outras atividades	12.000,00	124,90	-
Total	71.850,00	2.145,70	19.693,00

Fonte: COSTA (2015)

Existe a categoria de outorga coletiva, quando é concedida a outorga para dois ou mais consumidores, em que deve existir o comprometimento de retirar no máximo a vazão da outorgada concedida, totalizando o valor da outorga considerando o consumo em conjunto dos consumidores relacionados.

Uma das outorgas coletivas inclui a vazão de transposição de água do rio Claro para o rio Uberaba pela CODAU, com vazão outorgada de 0,800 m³/s, a partir da Portaria 1592 / 2007.

4.1.2.2 Área de conflito

No ano de 2005, verificou-se que uma determinada área da bacia hidrográfica do rio Claro, situada no alto rio Claro, possuía uma grande demanda de uso de recurso hídrico superficial. Após análise técnica, o IGAM constatou que a demanda por recursos hídricos era superior à vazão outorgável, ficando a região declarada como área de conflito através da DAC nº 002/2005. Na época havia um comprometimento de 112% da Q_{7,10} e vários processos já haviam sido indeferidos por indisponibilidade hídrica.

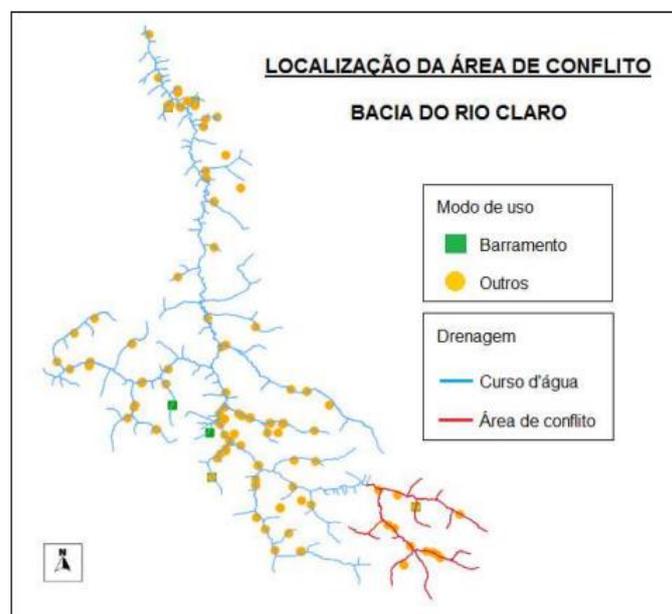


Figura 4.33 – Área de conflito da bacia do rio Claro

Fonte: IGAM (2012)

Apesar do cenário estabelecido como conflito, a partir das considerações estudadas, verifica-se conflito em toda a extensão da bacia do rio Claro, evidenciando a necessidade de cautela quanto a utilização do recurso hídrico.

4.1.2.3 Transposição do Rio Claro

A transposição do rio Claro teve início após o ano de 2002, onde Uberaba enfrentou estiagem severa, com falta de água para abastecimento público, adotando a captação emergencial e de caráter temporário de água do manancial. Inicialmente sendo instalado derivação do afluente ribeirão são Pedro (com 100 L/s), em seguida a captação foi instalada diretamente no Rio Claro (500 L/s) para o afluente do Rio Uberaba ribeirão da Saudade.

Foram instalados poços profundos com a intenção de abastecimento, porém se trata de uma alternativa bastante onerosa pela profundidade de perfuração, de 400 a 600 m, para sua implantação e operação.

O abastecimento de água da cidade de Uberaba é realizado principalmente a partir da captação superficial de água do Rio Uberaba, além da captação de 3 poços profundos. Apesar disso, em períodos de seca, o rio não apresenta vazão suficiente para abastecimento público e é acionada a transposição de água do rio Claro por meio de um sistema de adução. A transposição é feita do rio Claro para o Ribeirão da Saudade, principal afluente da bacia do Rio Uberaba. O sistema entra em funcionamento sempre que há falta de água no período de estiagem, entre os meses de agosto a outubro (COSTA, 2015).

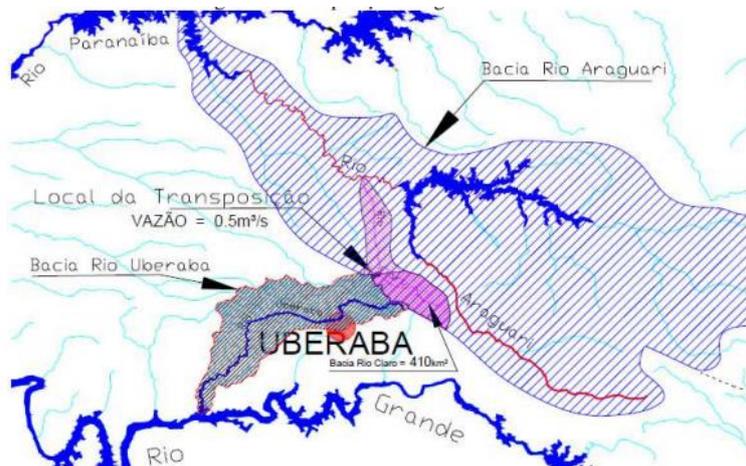


Figura 4.34 – Transposição de água do rio Claro

Fonte: COSTA (2015)

4.1.3 Considerações Finais

Por meio das análises realizadas nos dados disponíveis referentes as vazões no rio Uberaba, foi observado que a disponibilidade hídrica no ponto de captação atual da CODAU não consegue manter a regularidade necessária para o abastecimento da cidade de Uberaba ao longo do ano. Apesar de haver outorga de captação no valor de 1,2 m³/s, o manancial não consegue suprir o valor outorgado em períodos de estiagem, chegando a praticamente a zerar a vazão vertida na barragem. Dessa forma, observa-se que a outorga ultrapassa a razão teórica de 30% a 50% do valor de Q_{7,10} do manancial no ponto de captação.

As alternativas existentes de captação para complementação da vazão de captação são a reversão da bacia do Rio Claro e a captação em poços profundos. Além das alternativas existentes, foi iniciada a execução de barragem de acumulação a montante da captação para regularização da vazão (Barragem Prainha).

A transposição do Rio Claro foi adotada pela CODAU (desde 2003) para complementação da vazão em época de estiagem. A captação do Rio Claro para reversão está outorgada atualmente, mas acaba gerando um conflito pela disponibilidade hídrica. O período de estiagem que penaliza a disponibilidade hídrica do rio Uberaba coincide com o período de necessidade de irrigação mecanizada das lavouras na bacia do Rio Claro. Desta forma, a utilização do Rio claro como solução definitiva para o abastecimento de Uberaba acaba não sendo adequada considerando a segurança hídrica dos usos múltiplos já em vigor.

A implantação de reservatórios de acumulação para regularização da vazão ao longo do ano no Rio Uberaba é uma alternativa interessante, considerando a infraestrutura de captação já existente no município. Entretanto, conforme apresentado no item da barragem prainha, os valores considerados para a disponibilidade hídrica diferem dos observados nas medições da CODAU e da ANA, podendo não resolver o problema de disponibilidade em definitivo. A construção da barragem também prevê a continuação da reversão do Rio Claro, que se encontra atualmente fragilizada nos períodos de estiagem.

4.1.4 Referências

COSTA, E. S. **Estudo de Otimização do Aproveitamento Hídrico Superficial no Alto Curso do Rio Uberaba, UPGRH - GD 08**, 172 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

MINAS GERAIS. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Diagnóstico da bacia hidrográfica do rio Claro**. Belo horizonte: IGAM, 2012.

PAULA, C. O. **Conflitos pelo Uso de Água na Bacia do Rio Claro e seus Impactos na Atividade Agrícola**. 2014. 99 f. Tese (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

4.2 CAPTAÇÕES

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 4.22 –Captações de água para abastecimento de Uberaba e suas respectivas vazões

Origem captação	Vazão máxima (L/s)	Vazão média diária (L/s)	Observações
Rio Uberaba	1200	1200	
Rio Claro	500	500 ⁽¹⁾	Em período de estiagem
Poço profundo (CR06)	73,61	42,94 ⁽²⁾	
Poço profundo (CR010)	80,56	67,13 ⁽²⁾	
Poço profundo (CR11)	33,33	27,78 ⁽²⁾	Obstruído desde fev/2021
Poço profundo (CR13)	-		
Poço profundo (CR14)	-		
Poço profundo (CR15)	-		
Poço profundo (CR16)	-		
Total poços		137,85	
Total SAA Uberaba		1337,85	

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;

4.2.1 Poços Profundos

Até o ano de 2002, o abastecimento da cidade de Uberaba acontecia exclusivamente por captação superficial, porém, em função do crescimento populacional de Uberaba e à disponibilidade hídrica superficial do município sofrer alterações sazonais, o CODAU possui captação de águas subterrâneas.

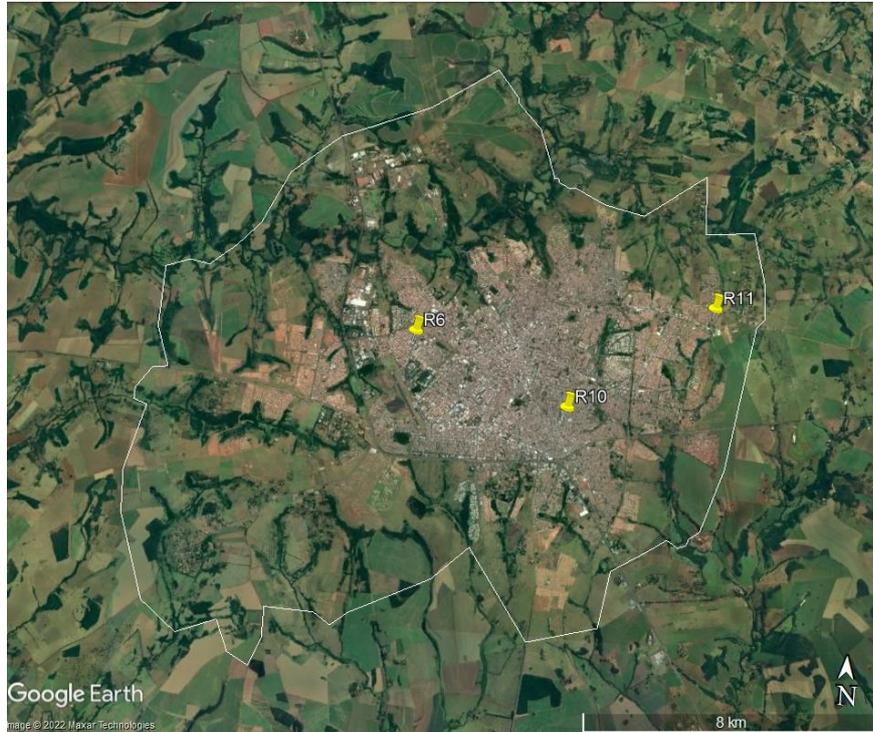


Figura 4.35 – Localização dos poços em relação ao limite urbano do município de Uberaba.

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 4.23 – Características dos poços outorgados

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

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.

Vale ressaltar que o poço do CR 06 não está em operação, devido a complicações em sua manutenção. Assim, apenas o poço do CR 10 encontra-se em operação.

4.2.2 Rio Uberaba

Além da captação de água subterrânea, a cidade de Uberaba também conta com uma outorga para a captação de água superficial do Rio Uberaba com a finalidade do abastecimento da população. A outorga é deferida pela Portaria nº 1902839 de 23 de março de 2019 e estabelece algumas condições para a captação.

Tabela 4.24 – Parâmetros da outorga do Rio Uberaba

Mês	Vazão (L/s)	Horas/dia	Dias/mês	Volume (m ³)
Janeiro	1.200	24	31	3.214.080
Fevereiro	1.200	24	28	3.006.720
Março	1.200	24	31	3.214.080
Abril	1.200	24	30	3.110.400
Maiο	1.200	24	31	3.214.080
Junho	1.200	24	30	3.110.400
Julho	1.200	24	31	3.214.080
Agosto	1.200	24	31	3.214.080
Setembro	1.200	24	30	3.110.400
Outubro	1.200	24	31	3.214.080
Novembro	1.200	24	30	3.110.400
Dezembro	1.200	24	31	3.214.080

Fonte: CODAU (2022)

Vale ressaltar a necessidade de renovação das outorgas tendo em vista um horizonte de projeto de 30 anos, ou seja, ano de fim em 2052, uma vez que as outorgas dos poços profundos têm validade até 2028 e 2030 e a outorga para captação superficial do manancial é válida até 2049.

4.2.2.1 Barragem Prainha

A barragem Prainha localiza-se na posição 19°41'22,57"S e 47°56'06,55"W, a montante do ponto de captação de água pela CODAU no Rio Uberaba.

Está inserida na bacia federal do Rio Grande, à nível estadual na bacia do Rio Uberaba. Se encontra a montante da foz do córrego Lajeado.

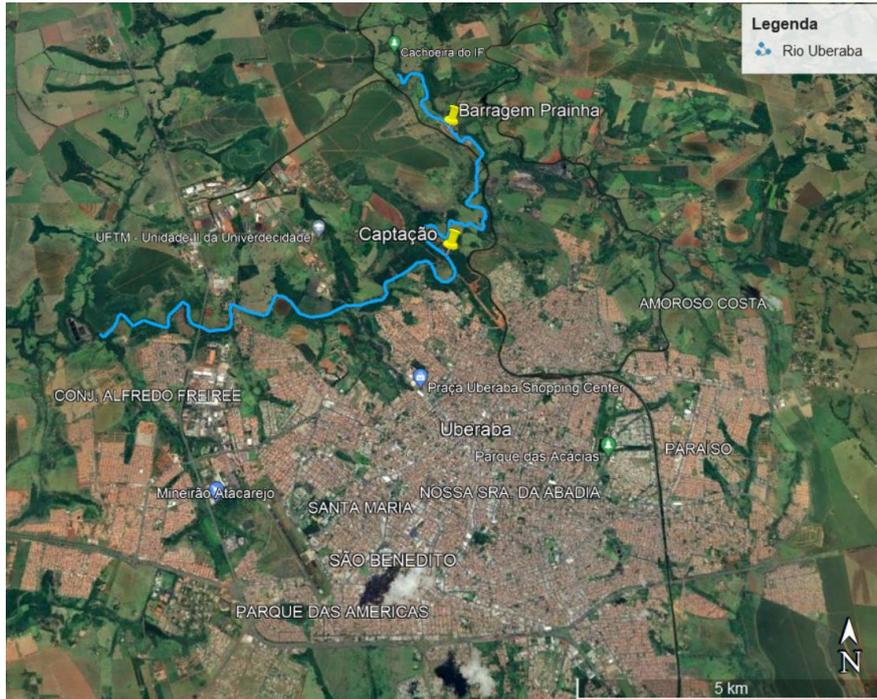


Figura 4.36 – Localização da Barragem Prainha Fonte: Google Earth (2022)

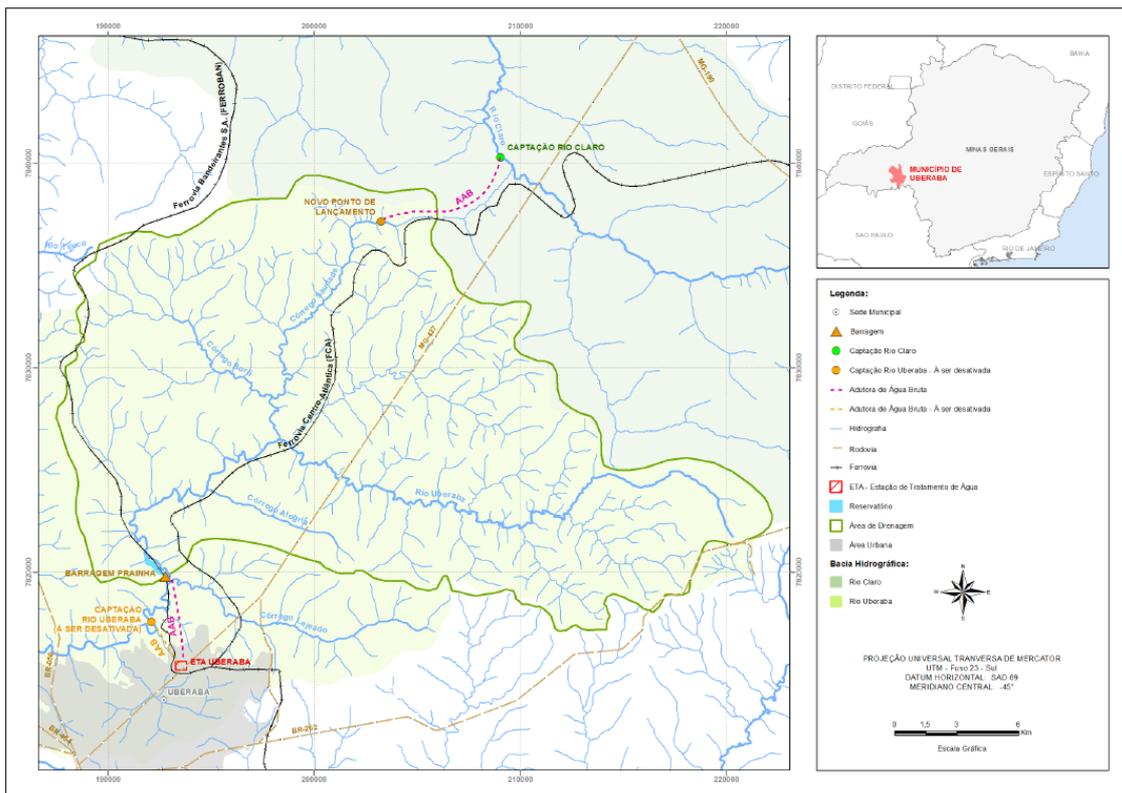


Figura 4.37 – Alternativa proposta para curto prazo com a implantação da Barragem Prainha Fonte: Avaliação da Eficiência Operativa da Barragem Prainha - POTCOD0002-003-1-TC-RTF-0002 (2015)

O projeto da barragem Prainha foi iniciado em 2003 (Projeto básico), como solução emergencial de curto prazo, por conta da estiagem ocorrida de forma mais severa em 2002. O projeto considerou a necessidade de implantação da barragem, em conjunto com a transposição do rio Claro, para suprir a demanda de abastecimento de Uberaba, na época.

Foi elaborada para ser uma solução emergencial de curto prazo; porém como o reservatório não tem capacidade de regularização intra-anual, funcionaria como barragem de elevação de nível, sendo eficiente para a vazão de abastecimento em períodos curtos de 30 a 60 dias, nos meses de estiagens mais críticas.

Em 2013 com a revisão do projeto, a vazão de regularização passou de 1,20 para 1,50 m³/s, prevendo a garantia do fluxo remanescente de 0,30 m³/s.

Na série de vazões médias mensais, estabelecida para o eixo da barragem, de um total de 876 meses (entre janeiro de 1941 e dezembro de 2013), ocorreram 103 meses com vazões inferiores a 1,50 m³/s, indicando uma permanência de falha em 11,76% do tempo.

Segundo o projeto, com a implantação da Barragem Prainha, seria possível regularizar a vazão de 1,50 m³/s em 58 meses dentre os meses deficitários, reduzindo assim para 45 os meses com ocorrência de vazões abaixo desse limiar, reduzindo o percentual de falha para 5,13% do tempo.

Acrescentando a transposição da bacia do rio Claro à operação da Barragem Prainha, supondo que nas estiagens mais críticas seja possível desviar apenas 0,500 m³/s, como ocorreu em 2014, os déficits com vazões abaixo de 1,50 m³/s ficaria ainda mais reduzido, para apenas 10 meses de ocorrência, com permanência no tempo de 1,14%.

Assim, a implantação da Barragem Prainha, associada à transposição das águas do rio Claro, reduziria a ocorrência natural de déficits de **11,76% para 1,14% do tempo**, representando um ganho substancial no atendimento ao abastecimento de Uberaba, considerando medida de curto prazo.

Cálculo da disponibilidade

Tabela 4.25 – Outorgas dos usos da água à montante da barragem Prainha

Número do processo	Ano do processo	Modo de uso	Vazão (m³/s)
7114	2012	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (Área máxima menor ou igual 5,00 ha)	0,018
23	2014	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais etc.)	0,0013
12313	2017	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais etc.)	0,038
27993	2017	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais etc.)	0,0012
55774	2019	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais etc.)	0,013
19327	2021	Captação em barramento em curso de água com regularização de vazão (área máxima menor ou igual 5,00 ha)	0,00365
27074	2021	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais etc.)	0,0085
Total			0,177

Fonte: Parecer Técnico do processo de outorga da Barragem Prainha (URGA TM, 2021)

Tabela 4.26 – Cálculo da Q_{7,10} no Rio Uberaba

Cálculo da Q _{7,10}	
Área de drenagem (km ²)	454,69
Rendimento específico	2,20
Resultado (L/s)	1459,50
Resultado (m ³ /s)	1,46

Fonte: Parecer Técnico do processo de outorga da Barragem Prainha (URGA TM, 2021)

50% da Q_{7,10} = 0,730 m³/s

Disponibilidade hídrica = 50% da Q_{7,10} – Q_{montante} - Q_{jusante} = 0,730 – 0,177 – 0 = 0,553 m³/s

O barramento tem o intuito de regularizar a Q_{7,10}, assim acrescentando vazão no ponto de captação e volume acumulado.

Tabela 4.27 – Cálculos de acréscimos na Q_{7,10}

Dados do acréscimo a Q _{7,10} (45%)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vazão liberada (m ³ /s)	0,657	0,657	0,657	0,657	0,657	0,657	0,657	0,657	0,657	0,657	0,657	0,657
Dia/Mês	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Horas/Dia	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00	24:00
Volume (m ³)	1.758.905	1.758.905	1.758.905	1.758.905	1.758.905	1.758.905	1.758.905	1.758.905	1.758.905	1.758.905	1.758.905	1.758.905

Fonte: Parecer Técnico do processo de outorga da Barragem Prainha (URGA TM, 2021)

A outorga foi fornecida através da Portaria nº 1902848/2019 de 23 de março de 2019 e refere-se à construção de barramento, sem captação, com a finalidade de regularização de mais que 100% da Q_{7,10}. A barragem é considerada de pequeno porte e a outorga é válida por 20 anos.

A área inundada outorgada é de 34,99 ha e o volume acumulado é de 1.903.000 m³.

Foi realizada uma verificação da capacidade hidráulica do vertedouro utilizando a fórmula de Manning, o que demonstrou que tal vertedouro comporta uma vazão de 713,1 m³/s, suportando a vazão máxima de cheia, de 660,05 m³/s.

Segundo relatório técnico de outorga, a tubulação de fundo pretendida para instalação da descarga de fundo (finalidade de regularizar vazões) possui as seguintes características:

- Dimensionamento: atender no mínimo 145% da Q_{7,10} = 2,116 m³/s
- Diâmetro: 0,831 m
- Comprimento: 50 m
- Altura mínima de água acima da cota da tubulação: 1 m

No projeto foi realizada uma verificação da capacidade hidráulica da descarga de fundo utilizando a Equação de Hazen-Willians. Utilizando um coeficiente C = 110 e as dimensões fornecidas no relatório técnico, foi estimada uma vazão de 2,271 m³/s, sendo esta a descarga de fundo capaz de ser suportada. Tal vazão é superior a **145% da Q_{7,10} (2,116 m³/s)**.

4.2.3 Rio Claro

Visando minimizar o problema de falta de água no município, desde 2003, a CODAU tem instalado um sistema de contingência e emergência para situações de falta de água, através da adução de água do Rio Claro para o Rio Uberaba (afluente Ribeirão da Saudade), com uma vazão de até 500 L/s, garantindo vazão de captação para o sistema em caso de diminuição da quantidade de água do rio atual de captação, como é o caso em períodos de estiagem. A menor distância entre os dois rios é de aproximadamente 14 km e a maior é de 87 km.

No ano de 2021, foi concedida outorga emergencial para captação de água do Rio Claro, com vazão outorgada de 500 L/s nos períodos de estiagem, que durou de agosto a novembro de 2021.

No mesmo ano, foi deferida a Portaria nº 00119 de 25 de fevereiro de 2021 para outorga de captação de água do Rio Claro e seus afluentes, com validade de 10 anos, para fins de irrigação da região. De acordo com documento enviado pela CODAU, a vazão outorgada para irrigação é de 3979,28 L/s, aproximadamente 4 m³/s, sendo a captação diretamente do manancial ou por barramento.

O Rio Claro, por sua vez, possui uma vazão outorgada total de 4479,28 L/s, para fins de irrigação e/ou abastecimento público.

Conforme estudo hidrológico para Rio Claro, as vazões deferidas foram avaliadas pelo contexto descrito pelo referido item.

4.2.4 Considerações

O sistema atual de captação superficial implantado atualmente (rio Uberaba + rio Claro) não garante a vazão necessária de abastecimento Uberaba para o horizonte de projeto (2052), principalmente nos períodos de estiagem.

Devido à alta demanda para irrigação na bacia do rio Claro, não existe garantia da disponibilidade da vazão de 0,800 m³/s para a transposição pela CODAU em 100% do tempo, durante as estiagens críticas.

O rio Uberaba não atende vazão de 0,900 m³/s outorgada para a CODAU durante as estiagens mais críticas, como as ocorridas em 2002 e 2014.

Em condições extremas de estiagem, como no ano de 2014, os eventos ocorrem simultaneamente nas bacias dos rios Claro e Uberaba.

A barragem prainha, mesmo após a finalização da obra, não irá garantir solução definitiva para garantir a segurança hídrica de Uberaba, visto que a **captação de rio Claro poderá ser desativada**, devido aos conflitos pela água; e o volume de reservação e regularização de vazão da barragem prainha **não será suficiente para captação a longo prazo** para a demanda de Uberaba.

Os poços implantados possuem características físicas que geram alto custo energético de captação da água e resultam em um longo período de paralização no seu funcionamento para manutenção. Portanto, apesar de ajudarem a combater a escassez hídrica, o sistema acaba apresentando fragilidades na sua operação e continuidade.

Assim, tornam-se necessários projetos para novas instalações de captação além de medidas de controle na distribuição para redução do índice de perdas. As alternativas de mananciais superficiais a serem estudadas para complementação da vazão necessária para o abastecimento em final de plano são o rio Grande e o rio Araguari.

Outro ponto relevante em relação a captação se dá pela localização da captação atual e da ETA (região norte da cidade). Atualmente os principais vetores de crescimento urbano da cidade de Uberaba se localizam ao sul e sudoeste da cidade. Dessa forma o aumento de captação na região norte implica no aumento de todo o sistema centralizado de tratamento e distribuição.

4.3 CAPTAÇÃO – RIO UBERABA

4.3.1 Ponto de captação

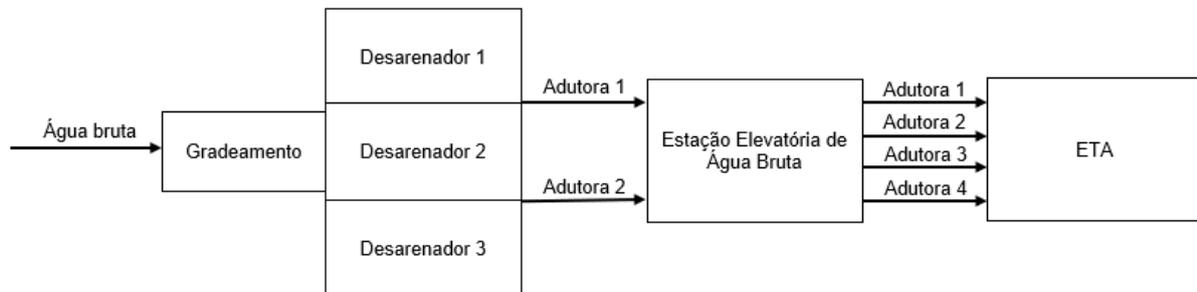


Figura 4.38 – Fluxograma da captação

A captação de água realizada pela CODAU está localizada nas coordenadas 19°42'52"S 47°56'12"W, localizado na porção Norte da área urbana do município.

A estação de captação de água de Uberaba possui uma barragem que foi instalada com o objetivo de aumentar o nível da água, permitindo que o recurso hídrico seja direcionado até as unidades de gradeamento e desarenação.



Figura 4.39 – Barragem do sistema de captação de água do Rio Uberaba



Figura 4.40 - Barragem do sistema de captação de água do Rio Uberaba

A grade da estação de captação é inclinada e de limpeza manual. Está submersa, porém não atinge o fundo do canal de derivação. Assim, nem todos os sólidos grosseiros são removidos após passar pela etapa do gradeamento.



Figura 4.41 – Limpeza da grade da estação de captação sendo realizada

Após passar pela grade, a água é encaminhada para a desarenação, sendo composta por um canal de passagem e 3 módulos.



Figura 4.42 – Caixas de areia da estação de captação de Uberaba



Figura 4.43 - Caixas de areia da estação de captação de Uberaba

A água é então direcionada para duas adutoras que, por gravidade, transportam o recurso hídrico até a estação de recalque de água bruta. Ambas são de concreto, com diâmetro nominal de 1000 mm e outra com DN 500 mm. Existe perdas neste trecho, da ordem de 15%, de forma que a vazão que chega na estação elevatória é menor do que foi captada na barragem do rio, reduzindo o potencial de captação de água do rio Uberaba.

Os módulos de desarenação encontram-se com níveis altos de sólidos em arraste, com baixa eficiência na remoção dos sólidos grosseiros, o qual seria a função da caixa de areia eficiente. Essa realidade pode ser proveniente da quantidade de sólidos e folhas que passam por baixo do sistema de gradeamento, ultrapassam a caixa de areia, e chegam aos poços de sucção, acoplando-se ao crivo da sucção das bombas da elevatória.

Além disso, é constatado que em diversos momentos ocorre a inundação das caixas de areia, demonstrando sua ineficiência para a vazão captada. Uma possível solução seria o alteamento das estruturas da caixa, para suportar a elevação dos níveis coerentes com a vazão.

4.3.2 Elevatória de água bruta

As unidades que fazem o bombeamento da água bruta até a ETA são as estações elevatórias de água bruta ou estações de recalque, localizado na casa de bombas, em terreno diferente do ponto de captação no rio Uberaba.

Os poços de sucção recebem água bruta pelas 02 adutoras da captação, são direcionadas pelo canal de distribuição, localizado na lateral do tanque de sucção desativado, e abastecem as câmaras do poço ativo.

O sistema de recalque apresenta sete (07) conjuntos de motobombas que são responsáveis por elevar a água bruta até a estação de tratamento de água (ETA) por meio de quatro (04) adutoras.

Os motores são do modelo Indução 1LA1 SIEMENS, Rotor de Gaiola, potência de 368 kW e rotação de 1780 rpm; as bombas são do tipo Centrífuga KSB RDL, 250 – 500 A, com vazão nominal de 720 m³/h, potência de 500 cv, rotação de 1750 rpm e altura manométrica de 140 m.c.a.

Existem 04 adutoras, sendo:

- . 1 de aço – DN 570 mm;
- . 1 de ferro – DN 450 mm (a ser substituída);
- . 2 de ferro – DN 350 mm (a ser substituída);
- . 1 de ferro – DN 800 mm (nova).

Duas adutoras possuem juntas de chumbo.

As adutoras de ferro (DN 350 e 450 mm) serão substituídas por adutora nova (projetada), de ferro e DN 800mm. Assim, as adutoras que ficarão em operação serão de aço (DN 570 mm) e de ferro (800 mm).



Figura 4.44 – Canal de distribuição e Tanques de sucção da estação elevatória de água bruta



Figura 4.45 – Conjuntos motobombas da casa de bombas



Figura 4.46 – Conjunto motobomba da casa de bombas

A estação elevatória de água bruta encontrava-se em obra no momento da visita técnica realizada em março de 2022, sendo executada a ampliação dos poços de sucção, com o intuito de atender a capacidade instaladas das bombas, pois são modelos que estão trabalhando abaixo de sua capacidade com a vazão de captação atual.



Figura 4.47 – Obra dos poços de sucção

Conforme observado na visita técnica e analisado pelos dados operacionais, a captação e elevatória de água bruta encontram-se no limite de vazão, de forma que, para vazões superiores, requeridas ao longo do período de 30 anos, a captação necessitará de reformas para ampliação de vazão.

5 DADOS DO SAA

5.1 LIGAÇÕES E ECONOMIAS

Tabela 5.1 – Ligações e economias divididas por categorias de Uberaba em 2020

Mês	L / E	Categorias (unidades)							Total
		Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.	
Janeiro	L	105.281	12.919	286	4.776	507	1.043	957	125.769
	E	128.014	18.174	298	4.824	507	1.060	960	153.837
Fevereiro	L	105.934	12.927	286	4.808	507	1.043	960	126.465
	E	128.667	18.182	298	4.856	507	1.060	963	154.533
Março	L	106.152	12.943	286	4.806	509	1.043	960	126.699
	E	128.884	18.198	298	4.854	509	1.060	963	154.766
Abril	L	106.261	12.950	286	4.802	499	888	960	126.646
	E	128.991	18.203	298	4.850	499	905	963	154.709
Maio	L	106.434	12.965	286	4.804	509	1.045	961	127.004
	E	129.164	18.220	298	4.852	509	1.062	964	155.069
Junho	L	106.471	12.961	286	4.803	510	1.046	961	127.038
	E	129.102	18.213	298	4.851	510	1.063	964	155.001
Julho	L	106.623	12.970	286	4.802	510	1.046	961	127.198
	E	129.351	18.225	298	4.850	510	1.063	964	155.261
Agosto	L	106.876	12.977	285	4.805	510	1.050	963	127.466
	E	129.605	18.232	297	4.853	510	1.067	966	155.530
Setembro	L	107.024	12.991	285	4.805	509	1.055	963	127.632
	E	129.754	18.246	297	4.853	509	1.072	966	155.697
Outubro	L	107.199	12.992	285	4.804	507	1.056	963	127.806
	E	129.927	18.247	297	4.852	507	1.073	966	155.869
Novembro	L	107.494	12.994	285	4.805	509	1.056	963	128.106
	E	130.222	18.249	297	4.853	509	1.073	966	156.169
Dezembro	L	107.566	12.955	277	4.804	506	1.057	963	128.128
	E	130.235	18.219	289	4.852	506	1.074	966	156.141

Tabela 5.2 – Porcentagem de ligações e economias divididas por categoria do município de Uberaba em 2020

Mês	L / E	Porcentagem						
		Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.
Janeiro	L E	83,21%	11,81%	0,19%	3,14%	0,33%	0,69%	0,62%
Fevereiro	L E	83,26%	11,77%	0,19%	3,14%	0,33%	0,69%	0,62%
Março	L E	83,28%	11,76%	0,19%	3,14%	0,33%	0,68%	0,62%
Abril	L E	83,38%	11,77%	0,19%	3,13%	0,32%	0,58%	0,62%
Maiο	L E	83,29%	11,75%	0,19%	3,13%	0,33%	0,68%	0,62%
Junho	L E	83,29%	11,75%	0,19%	3,13%	0,33%	0,69%	0,62%
Julho	L E	83,31%	11,74%	0,19%	3,12%	0,33%	0,68%	0,62%
Agosto	L E	83,33%	11,72%	0,19%	3,12%	0,33%	0,69%	0,62%
Setembro	L E	83,34%	11,72%	0,19%	3,12%	0,33%	0,69%	0,62%
Outubro	L E	83,36%	11,71%	0,19%	3,11%	0,33%	0,69%	0,62%
Novembro	L E	83,39%	11,69%	0,19%	3,11%	0,33%	0,69%	0,62%
Dezembro	L E	83,41%	11,67%	0,19%	3,11%	0,32%	0,69%	0,62%

Tabela 5.3 – Consumo micromedido (consumo faturado) em Uberaba em 2020, dividido por categorias

Mês	L / E	Consumo micromedido - Consumo faturado (m ³)							Total
		Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.	
Janeiro	L	1.434.370	177.373	17.913	58.515	56.543	12.645	6.984	1.764.343
	E	1.712.542	242.402	18.704	66.827	58.165	14.771	10.491	2.123.902
Fevereiro	L	1.329.413	171.214	25.618	51.999	53.949	10.741	6.324	1.649.258
	E	1.636.302	238.327	26.417	61.647	55.664	13.269	10.305	2.041.931
Março	L	1.286.419	164.995	29.042	50.456	48.506	10.288	6.385	1.596.091
	E	1.599.550	232.763	29.876	60.059	50.236	12.975	10.412	1.995.871
Abril	L	1.330.235	171.074	25.235	51.591	55.154	9.623	5.997	1.648.909
	E	1.634.511	235.768	26.003	61.143	56.590	11.696	10.199	2.035.910
Maio	L	1.415.959	137.933	16.991	60.394	48.344	14.393	7.633	1.701.647
	E	1.752.809	221.310	17.947	70.257	51.021	16.662	10.976	2.140.982
Junho	L	1.274.545	135.000	15.733	53.203	46.018	11.547	6.580	1.542.626
	E	1.620.077	214.623	16.663	63.337	48.585	14.045	10.415	1.987.745
Julho	L	1.452.708	156.470	20.912	58.185	58.659	11.329	7.615	1.765.878
	E	1.748.884	227.768	21.796	67.078	60.800	13.708	10.805	2.150.839
Agosto	L	1.409.981	156.032	23.865	55.815	49.098	13.747	7.281	1.715.819
	E	1.716.433	225.671	24.703	64.989	51.170	15.846	10.596	2.109.408
Setembro	L	1.482.058	163.654	24.331	60.651	57.261	13.651	7.896	1.809.502
	E	1.766.285	230.780	25.205	69.436	59.233	15.805	10.986	2.177.730
Outubro	L	1.657.669	185.532	27.698	68.327	53.362	13.288	8.652	2.014.528
	E	1.919.255	247.402	28.445	76.138	55.157	15.376	11.217	2.352.990
Novembro	L	1.600.591	183.246	27.963	62.060	60.619	13.272	7.847	1.955.598
	E	1.868.022	247.009	28.736	70.832	62.294	14.457	10.907	2.302.257
Dezembro	L	1.406.906	181.148	26.067	56.778	55.132	11.276	6.836	1.744.143
	E	1.721.696	248.541	26.987	66.759	58.205	13.856	10.595	2.146.639

Tabela 5.4 – Médias de consumo em Uberaba em 2020, dividido por categorias

Mês	L / E	Médias de consumo (m ³)							
		Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.	Total
Janeiro	L E	11,2	9,46	60,11	12,13	111,52	11,93	7,28	11,47
Fevereiro	L E	10,33	9,42	85,97	10,71	106,41	10,13	6,57	10,67
Março	L E	9,98	9,07	97,46	10,39	95,3	9,71	6,63	10,31
Abril	L E	10,31	9,4	84,68	10,64	110,53	10,63	6,23	10,66
Maio	L E	10,96	7,57	57,02	12,45	94,98	13,55	7,92	10,97
Junho	L E	9,87	7,41	52,8	10,97	90,23	10,86	6,83	9,95
Julho	L E	11,23	8,59	70,17	12	115,02	10,66	7,9	11,37
Agosto	L E	10,88	8,56	80,35	11,5	96,27	12,88	7,54	11,03
Setembro	L E	11,42	8,97	81,92	12,5	112,5	12,73	8,17	11,62
Outubro	L E	12,76	10,17	93,26	14,08	105,25	12,38	8,96	12,92
Novembro	L E	12,29	10,04	94,15	12,79	119,09	12,37	8,12	12,52
Dezembro	L E	10,8	9,94	90,2	11,7	108,96	10,5	7,08	11,17

Tabela 5.5 – Ligações e economias divididas por categorias de Uberaba em 2021

Mês	L / E	Categorias (unidades)							Total
		Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.	
Janeiro	L	107.720	12.938	276	4.805	507	1.057	963	128.266
	E	130.382	18.188	288	4.853	507	1.074	966	156.258
Fevereiro	L	107.719	12.924	276	4.804	506	1.052	963	128.244
	E	130.367	18.174	288	4.852	506	1.069	966	156.222
Março	L	104.687	12.325	255	4.609	486	1.052	952	124.366
	E	126.995	17.484	265	4.658	486	1.069	955	151.912
Abril	L	108.001	12.933	275	4.805	506	1.053	963	128.536
	E	130.650	18.183	287	4.853	506	1.070	966	156.515
Maio	L	108.170	12.934	275	4.806	505	1.053	963	128.706
	E	130.819	18.184	287	4.854	505	1.070	966	156.685
Junho	L	108.312	12.941	276	4.806	506	1.053	963	128.857
	E	130.961	18.191	288	4.854	506	1.070	966	156.836
Julho	L	108.627	12.951	276	4.805	506	1.058	963	129.186
	E	131.275	18.201	288	4.853	506	1.075	966	157.164
Agosto	L	108.486	12.943	277	4.801	503	1.057	963	129.030
	E	131.124	18.190	289	4.849	503	1.074	966	156.995
Setembro	L	108.631	12.945	275	4.801	506	1.058	963	129.179
	E	131.270	18.187	287	4.849	506	1.075	966	157.140
Outubro	L	108.717	12.936	277	4.797	504	1.058	962	129.251
	E	131.346	18.176	289	4.845	504	1.075	965	157.200
Novembro	L	108.558	12.758	275	4.789	498	1.060	967	128.905
	E	131.145	17.931	287	4.837	498	1.077	970	156.745
Dezembro	L	107.919	12.549	270	4.765	485	1.064	969	128.021
	E	130.470	18.665	282	4.813	485	1.081	972	156.768

Tabela 5.6 – Porcentagem de ligações e economias divididas por categoria do município de Uberaba em 2021

Mês	L / E	Porcentagem						
		Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.
Janeiro	L E	83,44%	11,64%	0,18%	3,11%	0,32%	0,69%	0,62%
Fevereiro	L E	83,45%	11,63%	0,18%	3,11%	0,32%	0,68%	0,62%
Março	L E	83,60%	11,51%	0,17%	3,07%	0,32%	0,70%	0,63%
Abril	L E	83,47%	11,62%	0,18%	3,10%	0,32%	0,68%	0,62%
Maiο	L E	83,49%	11,61%	0,18%	3,10%	0,32%	0,68%	0,62%
Junho	L E	83,50%	11,60%	0,18%	3,09%	0,32%	0,68%	0,62%
Julho	L E	83,53%	11,58%	0,18%	3,09%	0,32%	0,68%	0,61%
Agosto	L E	83,52%	11,59%	0,18%	3,09%	0,32%	0,68%	0,62%
Setembro	L E	83,54%	11,57%	0,18%	3,09%	0,32%	0,68%	0,61%
Outubro	L E	83,55%	11,56%	0,18%	3,08%	0,32%	0,68%	0,61%
Novembro	L E	83,67%	11,44%	0,18%	3,09%	0,32%	0,69%	0,62%
Dezembro	L E	83,22%	11,91%	0,18%	3,07%	0,31%	0,69%	0,62%

Tabela 5.7 – Consumo micromedido (consumo faturado) em Uberaba em 2021

Consumo micromedido - Consumo faturado (m ³)									
Mês	L / E	Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.	Total
Janeiro	L	1.463.736	170.202	36.250	62.056	56.943	12.817	7.191	1.809.195
	E	1.771.921	238.958	37.079	71.429	58.844	15.140	10.782	2.204.153
Fevereiro	L	1.359.709	159.869	22.648	57.124	55.988	10.444	6.590	1.672.372
	E	1.687.946	230.447	23.481	66.730	57.800	13.253	10.417	2.090.074
Março	L	1.532.743	175.529	26.138	61.689	59.010	12.147	7.384	1.874.640
	E	1.783.959	234.173	26.845	69.540	60.586	14.638	10.554	2.200.295
Abril	L	1.282.526	139.665	23.265	50.436	61.566	11.939	6.223	1.575.620
	E	1.698.835	224.724	24.197	65.780	64.303	14.414	10.802	2.103.055
Maio	L	1.265.211	142.719	20.262	49.714	59.448	10.685	6.243	1.554.282
	E	1.637.851	221.026	21.213	62.087	61.818	13.533	10.367	2.027.895
Junho	L	1.396.034	160.180	22.116	54.208	55.260	11.209	7.051	1.706.058
	E	1.725.756	233.471	23.035	65.220	57.307	14.018	10.639	2.129.446
Julho	L	1.402.102	162.559	25.407	54.900	54.635	12.078	7.429	1.719.110
	E	1.738.833	233.451	26.249	65.432	56.673	14.579	10.973	2.146.190
Agosto	L	1.543.095	182.933	44.924	57.881	57.245	11.956	7.953	1.905.987
	E	1.839.477	248.250	45.717	67.657	59.145	14.471	11.037	2.285.754
Setembro	L	1.441.478	169.234	30.070	58.679	48.718	14.660	7.448	1.770.287
	E	1.763.849	238.784	30.822	68.303	50.666	16.812	10.787	2.180.023
Outubro	L	1.601.318	182.903	33.903	61.233	49.878	11.948	8.060	1.949.243
	E	1.886.967	247.978	34.605	70.566	51.678	14.417	11.113	2.317.324
Novembro	L	1.321.902	169.924	28.482	53.342	48.392	10.616	6.608	1.639.266
	E	1.679.127	242.486	29.325	64.562	50.296	13.702	10.572	2.090.070
Dezembro	L	1.414.130	163.232	29.120	54.596	49.348	11.570	7.206	1.729.202
	E	1.753.574	235.288	29.965	65.689	51.318	14.387	10.907	2.161.128

Tabela 5.8 – Médias de consumo em Uberaba em 2021

Mês	L / E	Médias de consumo (m ³)							
		Resid.	Com.	Ind.	Soc.	Púb.	Res. Rural	Aposent.	Total
Janeiro	L E	11,23	9,36	125,87	12,79	112,31	11,93	7,44	11,58
Fevereiro	L E	10,43	8,8	78,64	11,77	110,35	9,77	6,82	10,71
Março	L E	12,07	10,04	98,63	13,24	121,42	11,36	7,73	12,34
Abril	L E	9,82	7,68	81,06	10,39	121,67	11,16	6,44	10,07
Maio	L E	9,67	7,85	70,6	10,24	117,72	9,99	6,46	9,92
Junho	L E	10,66	8,81	76,79	11,17	109,21	10,48	7,3	10,88
Julho	L E	10,68	8,93	88,22	11,31	107,97	11,24	7,69	10,94
Agosto	L E	11,77	10,06	155,45	11,94	113,81	11,13	8,23	12,14
Setembro	L E	10,98	9,31	104,77	12,1	96,28	13,64	7,71	11,27
Outubro	L E	12,19	10,06	117,31	12,64	98,96	11,11	8,35	12,4
Novembro	L E	10,08	9,48	99,24	11,03	97,17	9,86	6,81	10,46
Dezembro	L E	10,84	9,24	103,26	11,34	101,75	10,7	7,41	11,1

5.2 PERDAS

São apresentados os resultados disponibilizados pela CODAU, referentes às perdas do sistema de abastecimento de água, para os anos de 2020 e 2021.

2020						
Mês	Ligações (unid.)	Produção por ligação (L/lig.dia)	Consumo por ligação (L/lig.dia)	Perdas (m³)	Índice geral de perdas (%)	Perdas por ligação (L/lig.dia)
Janeiro	125.769	886,7	452,5	1.692.781	49,0	434,2
Fevereiro	126.465	888,4	466,0	1.495.717	47,5	422,4
Março	126.699	879,5	406,4	1.858.320	53,8	473,1
Abril	126.646	847,6	434,0	1.571.297	48,8	413,6
Mai	127.004	863,5	432,3	1.697.822	49,9	431,2
Junho	127.038	869,3	404,8	1.770.284	53,4	464,5
Julho	127.198	879,4	447,9	1.701.391	49,1	431,5
Agosto	127.466	851,4	434,2	1.648.237	49,0	417,1
Setembro	127.632	890,4	472,6	1.599.731	46,9	417,8
Outubro	127.806	916,1	508,5	1.615.077	44,5	407,6
Novembro	128.106	863,1	508,9	1.361.584	41,0	354,3
Dezembro	128.128	864,4	439,2	1.688.804	49,2	425,2
Média	127.163	875,0	450,6	1.641.754	48,5	424,4
Total	-	-	-	19.701.045	-	-

2021						
Mês	Ligações (unid.)	Produção por ligação (L/lig.dia)	Consumo por ligação (L/lig.dia)	Perdas (m ³)	Índice geral de perdas (%)	Perdas por ligação (L/lig.dia)
Janeiro	128.266	833,9	455,0	1.506.452	45,4	378,9
Fevereiro	128.244	814,0	465,8	1.250.648	42,8	348,3
Março	124.366	850,5	486,3	1.403.993	42,8	364,2
Abril	128.536	849,9	408,7	1.701.582	51,9	441,3
Maiο	128.706	849,9	389,6	1.836.770	54,2	460,4
Junho	128.857	848,0	441,3	1.572.179	48,0	406,7
Julho	129.186	839,2	429,3	1.641.403	48,8	409,9
Agosto	129.030	854,1	476,5	1.510.174	44,2	377,6
Setembro	129.179	818,6	456,9	1.401.733	44,2	361,7
Outubro	129.251	788,7	486,7	1.209.862	38,3	302,0
Novembro	128.905	822,9	424,1	1.542.363	48,5	398,8
Dezembro	128.020	786,7	436,2	1.391.153	44,6	350,5
Média	128.379	829,7	446,4	1.497.359	46,1	383,3
Total	-	-	-	17.968.311	-	-

5.3 QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA

A vazão de água bruta afluente à ETA é formada por um *Blend* de duas captações principais: rio Uberaba e rio Claro, que possuem vazão outorgada de 1200 e 500 L/s, respectivamente. O manancial rio Claro é utilizado prioritariamente em situações de escassez hídrica, para complementação da vazão de captação no rio Uberaba.

O histórico da qualidade de água bruta é uma importante base de dados para analisar tendências de qualidade da água, provisionar produtos químicos em quantidade adequada, preparar a operação da ETA para a dosagem mais eficiente de produtos químicos e planejar as remoções de lodo das unidades de decantação. Em geral, é sugerida a análise dos dados de qualidade de água bruta de pelo menos 3 anos consecutivos recentes, a fim de identificar padrões de comportamento da qualidade da água bruta, como a qualidade nos períodos de estiagem e de chuvas intensas. Picos de alteração na qualidade da água também são de grande relevância por indicarem a viabilidade de alteração no regime de funcionamento da ETA, como redução de vazão e até interrupção da captação até a estabilização da qualidade.

Os dados de qualidade fornecidos pela Codau para a análise no Relatório 2 foram somente do mês de janeiro de 2022, não sendo possível traçar tendências ou identificar padrões na variação da qualidade da água.

5.3.1 Turbidez

Foram fornecidos dados de turbidez do *Blend* de água bruta referentes ao mês de janeiro de 2022 e, com isso, foi possível verificar as frequências de ocorrências dos valores da água bruta no mesmo período.

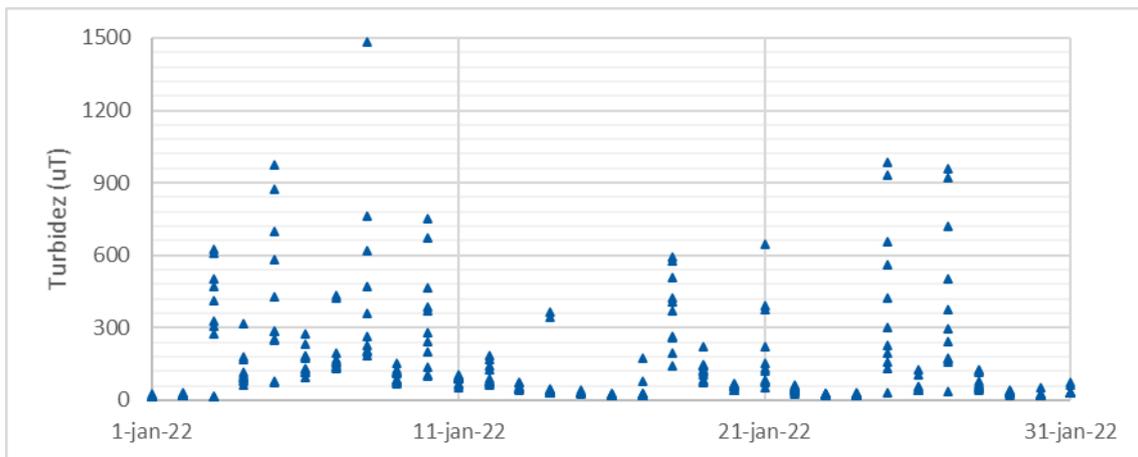


Figura 5.1 – Turbidez da água bruta

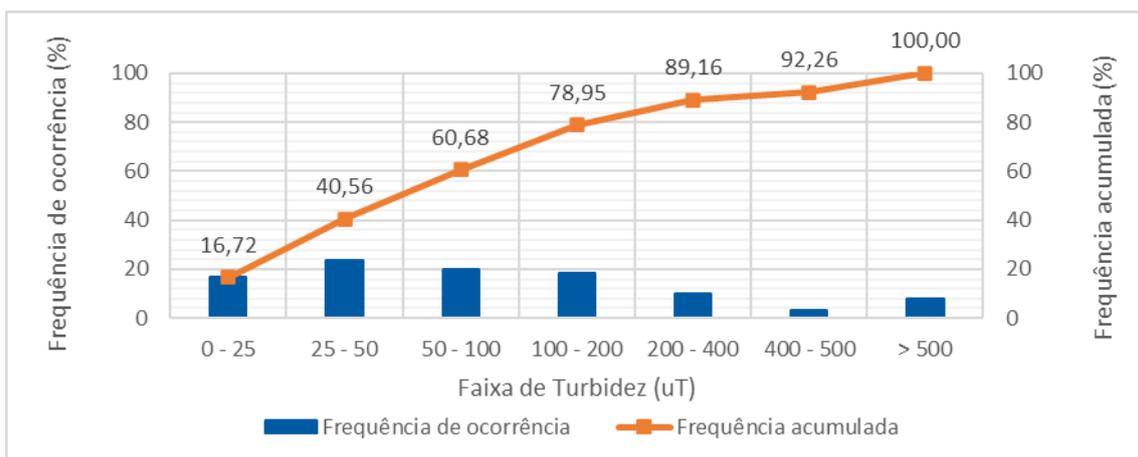


Figura 5.2 – Frequência de ocorrência da turbidez da água bruta

O *Blend* de água bruta apresentou no período analisado, valores abaixo de 200 NTU em 78,95% do tempo e abaixo de 500 uT em 92,26% do tempo. Valores de turbidez acima de 500 uT foram observados em 7,74% do tempo.

5.3.2 pH

Foram fornecidos dados de pH do *Blend* de água bruta referentes ao mês de janeiro de 2022 e, com isso, foi possível verificar as frequências de ocorrências dos valores da água bruta no mesmo período.

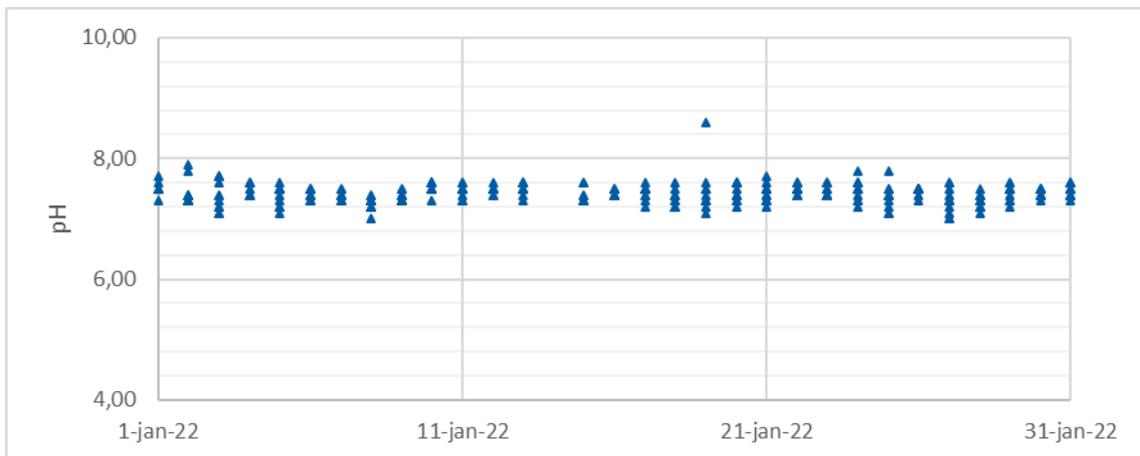


Figura 5.3 – pH da água bruta

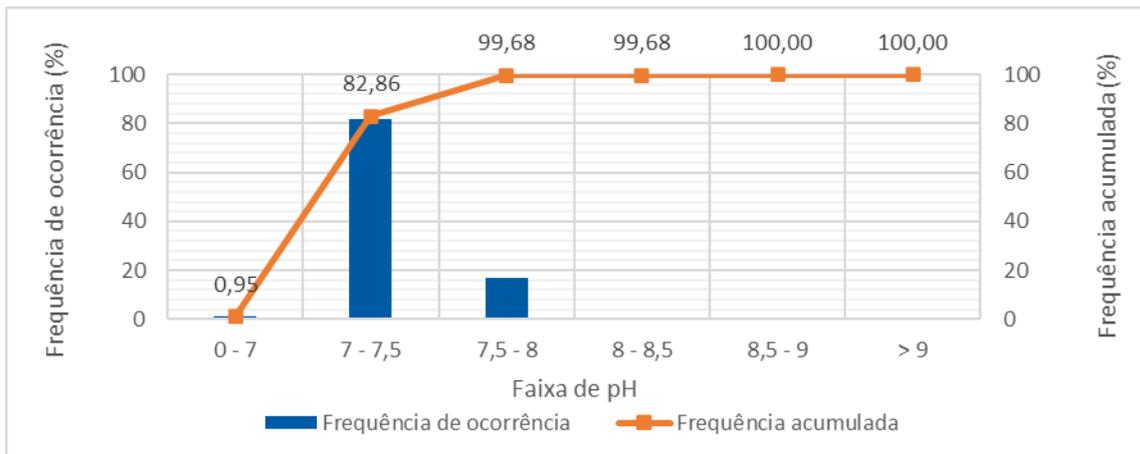


Figura 5.4 – Frequência de ocorrência de pH da água bruta

Observa-se nos dados analisados que os valores de pH se concentram na faixa de 6,0 a 8,0, sendo que valores na faixa de 7,0 a 7,5 foram observados em 81,91% do tempo.

5.3.3 Cor aparente

Foram fornecidos dados de cor aparente do *Blend* de água bruta referentes ao mês de janeiro de 2022 e, com isso, foi possível verificar as frequências de ocorrências dos valores da água bruta no mesmo período.

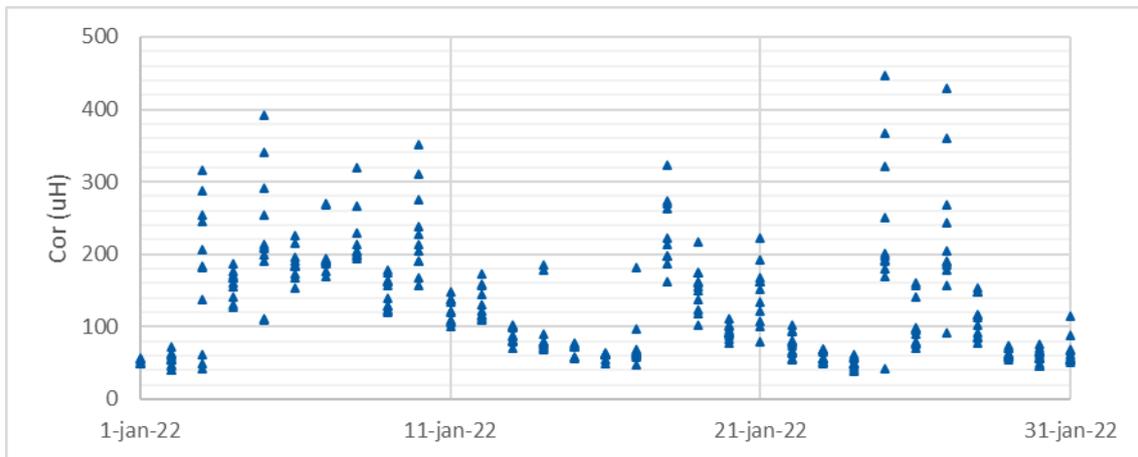


Figura 5.5 – Cor aparente da água bruta

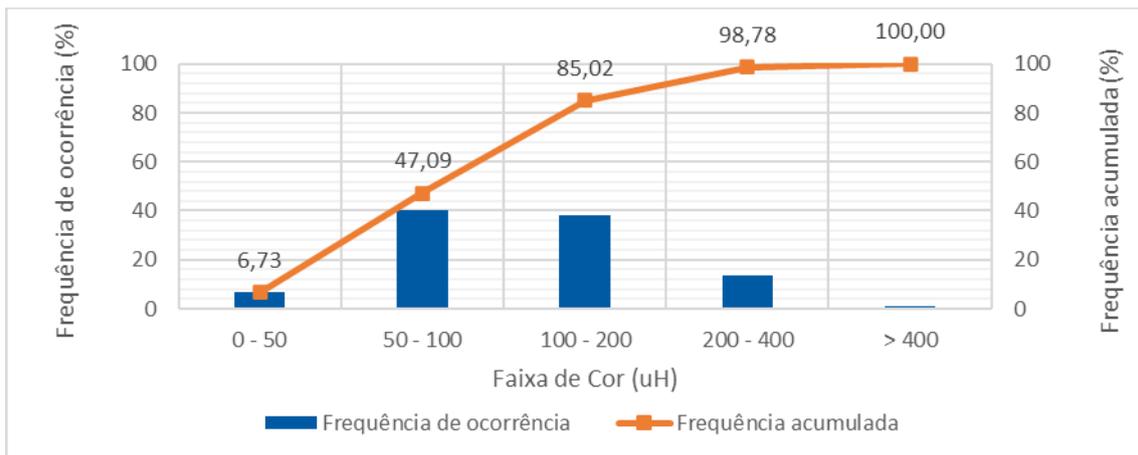


Figura 5.6 – Frequência de ocorrência de cor aparente da água bruta

Por se tratar de cor aparente, e não cor verdadeira, os valores apresentados são diretamente influenciados pelos valores de turbidez da água bruta. Desta forma, os padrões de variação ao longo do tempo são os mesmos da turbidez.

Durante o período analisado, os valores de cor aparente foram inferiores a 200 uH em 85,02% do tempo e superiores a 400 uH em 1,22% do tempo.

5.4 QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA

A qualidade da água tratada é analisada a partir dos parâmetros de qualidade definidos na Portaria GM/MS Nº 888/2021. O não atendimento dos parâmetros de qualidade de água tratada configuram a não potabilidade da água para abastecimento e devem ser identificados com urgência para correção do processo de tratamento de água.

Os parâmetros qualitativos da água tratada foram medidos tanto para a ETA 1 quanto para ETA 2 e, seus valores estão apresentados nos itens a seguir.

5.4.1 Turbidez água filtrada

A turbidez da água filtrada é um parâmetro indireto de qualidade de correlaciona um parâmetro físico de fácil medição (turbidez) com um parâmetro de qualidade biológico de medição demorada (presença de e.coli).

O parâmetro turbidez deve ser analisado individualmente por filtro, buscando a rápida correção do processo de tratamento por meio da lavagem do filtro com qualidade insatisfatória ou pela alteração nas condições de coagulação e floculação.

Existe o monitoramento individual por filtro das ETAs, que serão fornecidos para análise em projeto específico das ETAs.

5.4.1 Turbidez água tratada

Foram fornecidos dados de turbidez da água tratada referentes ao mês de janeiro de 2022 e, com isso, foi possível verificar as frequências de ocorrências dos valores no mesmo período, para as ETAs 1 e 2.

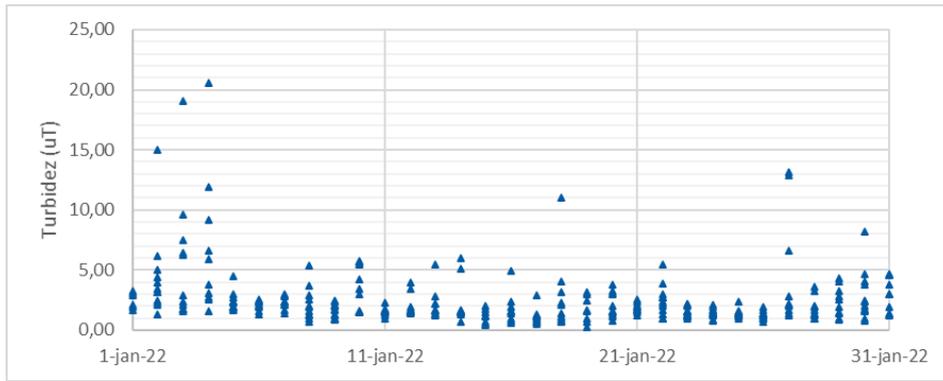


Figura 5.7 – Turbidez da água tratada na ETA 1

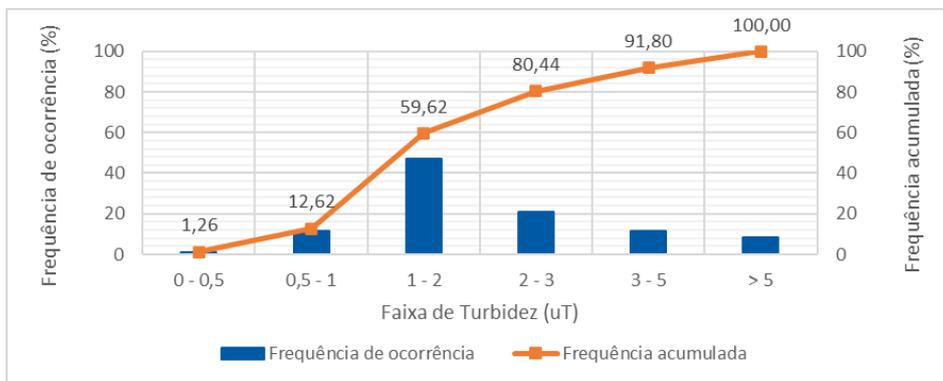


Figura 5.8 – Freqüência de ocorrência de turbidez da água tratada na ETA 1

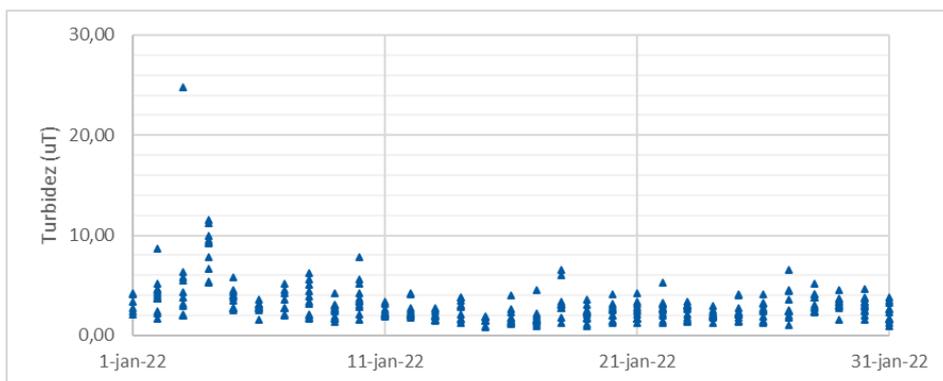


Figura 5.9 – Turbidez da água tratada na ETA 2

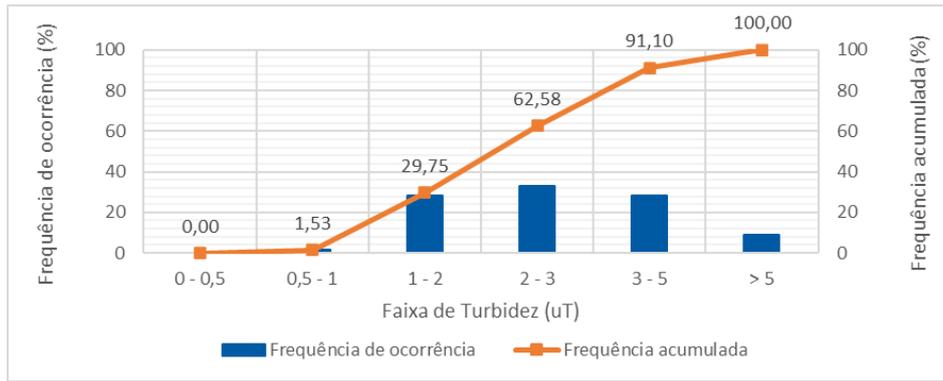


Figura 5.10 – Frequência de ocorrência de turbidez da água tratada na ETA 2

A Portaria GM/MS Nº 888/2021 recomenda que o limite máximo para qualquer amostra pontual de água na rede deve ser de 5,0 NTU. Durante o período analisado, os valores de turbidez da água tratada na ETA 1 foram inferiores a 4 NTU em 87,7% do tempo e inferiores a 5,0 NTU em 91,8% do tempo. Os valores registrados para turbidez foram superiores a 5 NTU em 8,2% do tempo. Para a ETA 2, os valores de turbidez foram inferiores a 4 NTU em 82,82% do tempo e inferiores a 5 NTU em 91,10% do tempo. Os valores foram superiores a 5 NTU em 8,9% do tempo.

Ressalta-se que os dados do período de apenas 1 mês (jan/2022) são inconclusivos para análises e tomadas de decisão quanto a frequência de ocorrência de turbidez fora dos padrões de qualidade. Necessita-se de histórico com maior detalhamento para conclusões acerca da turbidez da água tratada pelas ETAs.

5.4.2 pH

Foram fornecidos dados de pH da água tratada referentes ao mês de janeiro de 2022 e, com isso, foi possível verificar as frequências de ocorrências dos valores no mesmo período, para as ETAs 1 e 2.

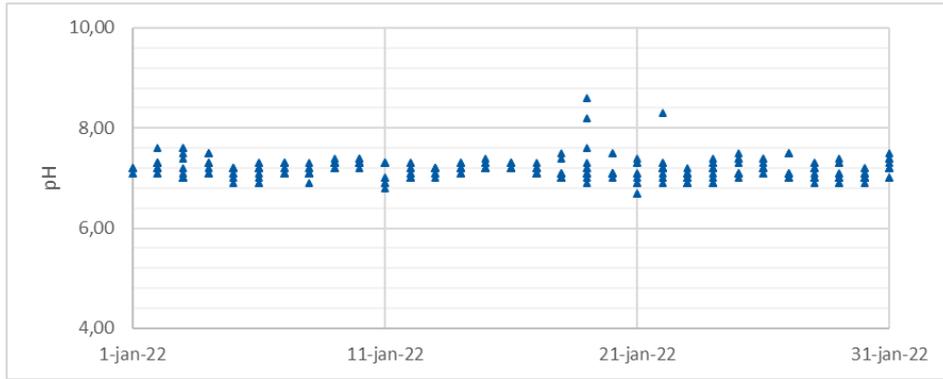


Figura 5.11 – pH da água tratada na ETA 1

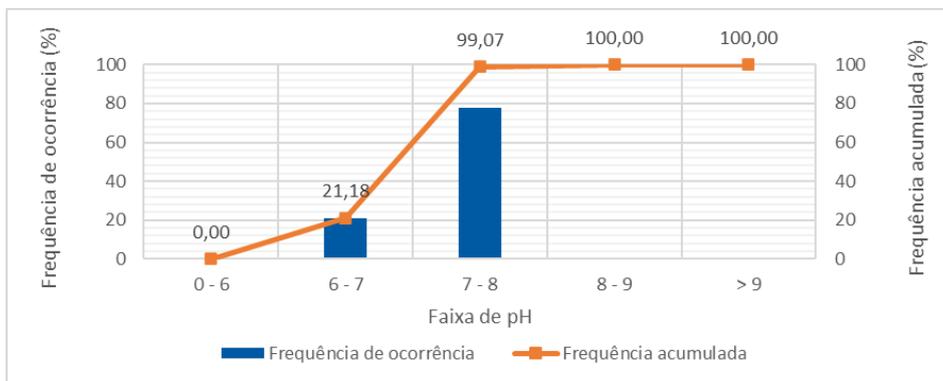


Figura 5.12 – Frequência de ocorrência de pH na água tratada da ETA 1

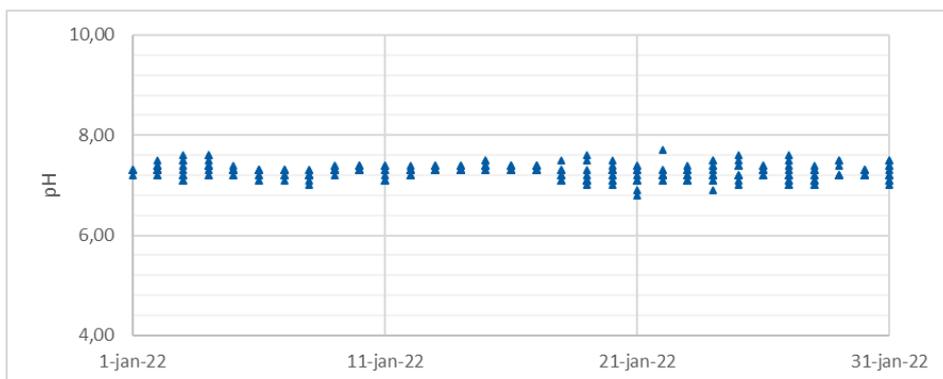


Figura 5.13 – pH da água tratada na ETA 2

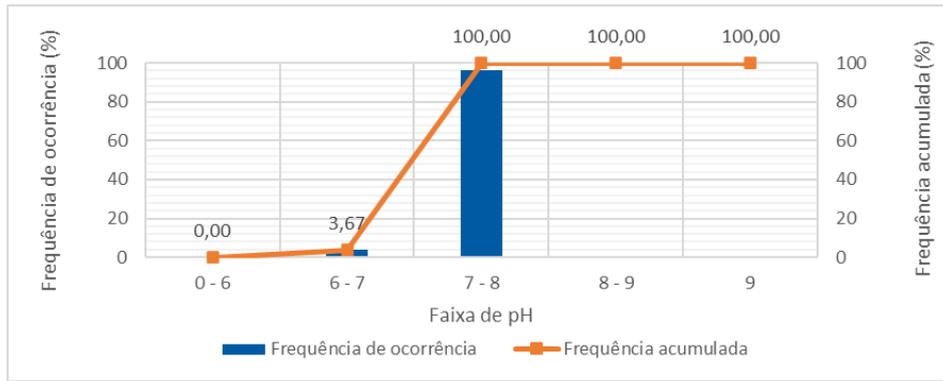


Figura 5.14 – Frequência de ocorrência de pH da água tratada na ETA 2

Os valores de pH da água tratada na ETA 1 apresentaram 99,07% de ocorrência nas faixas de pH entre 6,0 e 8,0. Para a ETA 2 foi verificado 100% de ocorrência de valores na faixa de pH entre 6,0 e 8,0

A Portaria GM/MS Nº 888/2021 recomenda que o pH da água tratada esteja entre 6,0 e 9,5. As ETAs 1 e 2 atenderam este parâmetro em 100% do tempo, não havendo registros de ocorrências de valores de pH abaixo de 6,0 e/ou acima de 9,5.

5.4.3 Cor aparente

Foram fornecidos dados de cor aparente da água tratada referentes ao mês de janeiro de 2022 e, com isso, foi possível verificar as frequências de ocorrências dos valores no mesmo período, para as ETAs 1 e 2.

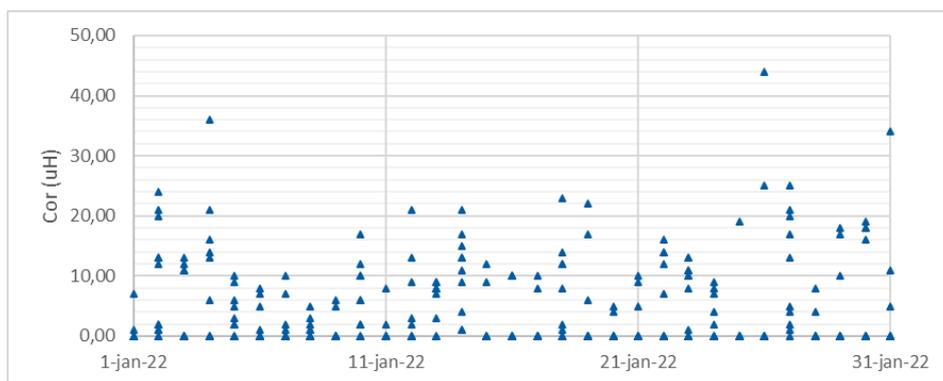


Figura 5.15 – Cor aparente da água tratada na ETA 1

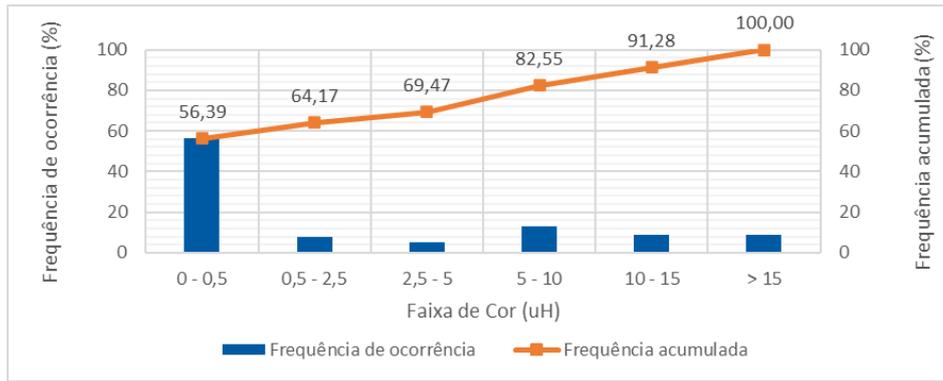


Figura 5.16 – Frequência de ocorrência de cor aparente da água tratada na ETA 1

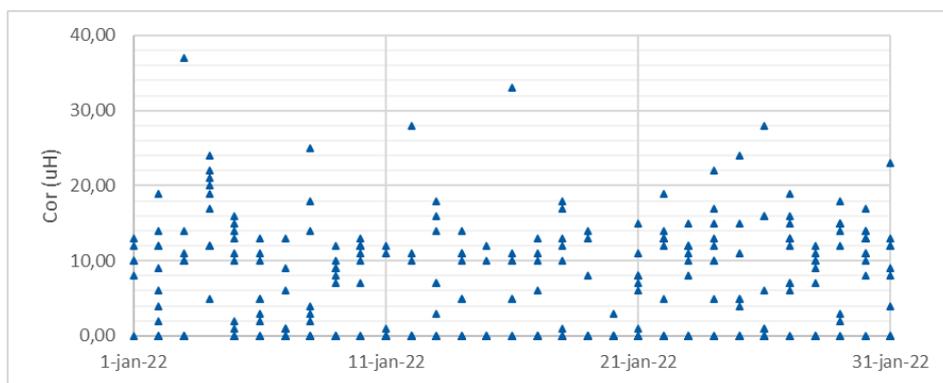


Figura 5.17 – Cor aparente da água tratada na ETA 2

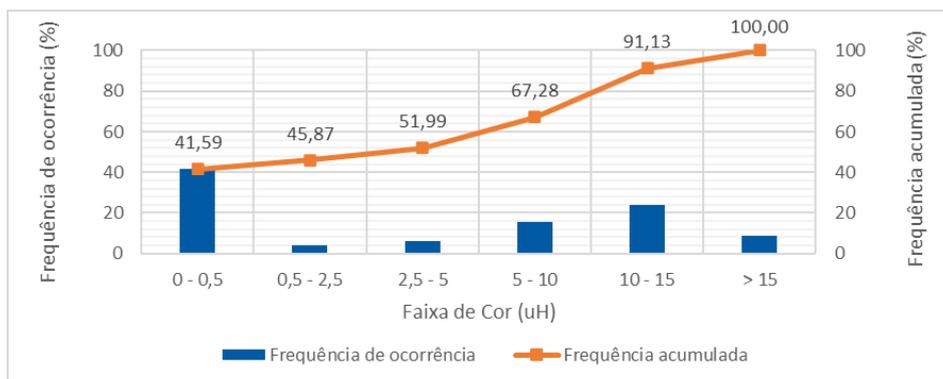


Figura 5.18 – Frequência de ocorrência de cor aparente da água tratada na ETA 2

A Portaria GM/MS Nº 888/2021, estabelece que o valor máximo para cor aparente na água tratada é de 15 uH (Unidade Hazen - mg.Pt.Co/L). A cor aparente da água tratada na ETA 1 apresentou

valores abaixo de 15 uH em 91,28% do tempo. Foram registradas apenas 28 ocorrências acima de 15 uH. A cor aparente da água tratada na ETA 2 apresentou valores abaixo de 15 uH em 91,13% do tempo. Foram registradas 29 ocorrências acima de 15 uH.

5.4.4 Cloro

Foram fornecidos dados de concentração de cloro da água tratada referentes ao mês de janeiro de 2022 e, com isso, foi possível verificar as frequências de ocorrências dos valores no mesmo período, para as ETAs 1 e 2.

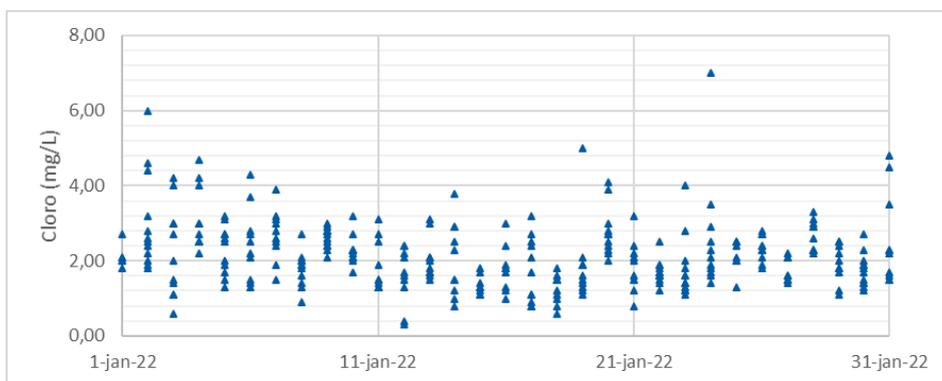


Figura 5.19 – Concentração de cloro na água tratada da ETA 1

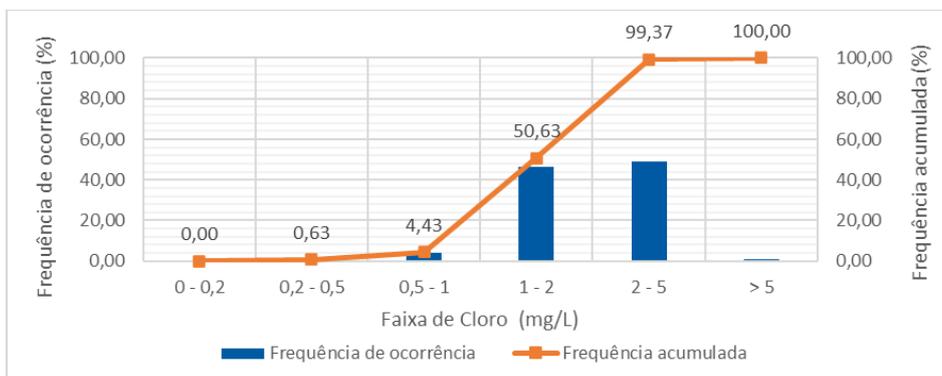


Figura 5.20 – Frequência de ocorrência das concentrações de cloro na água tratada da ETA 1

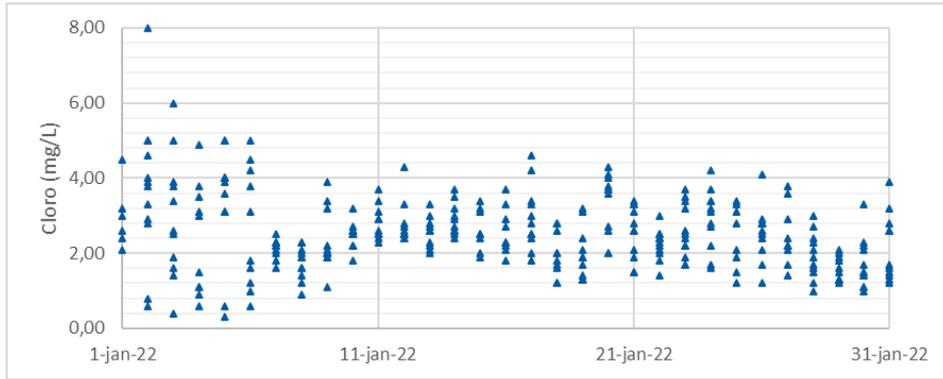


Figura 5.21 – Concentração de cloro na água tratada da ETA 2

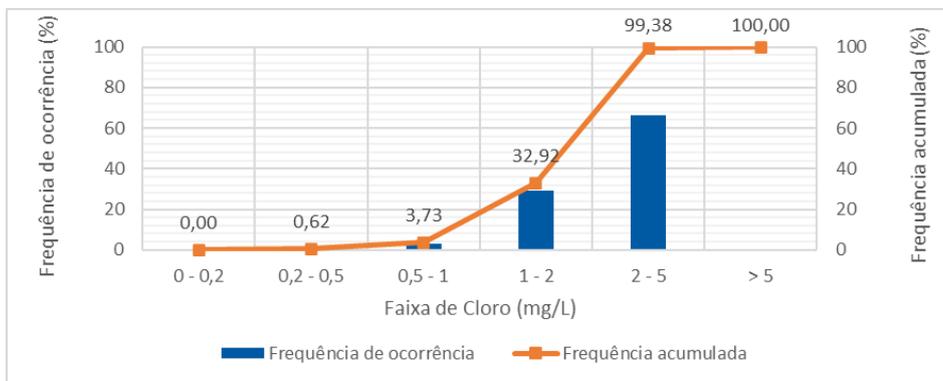


Figura 5.22 - Frequência de ocorrência das concentrações de cloro na água tratada da ETA 2

A portaria GM/MS Nº 888/2022, recomenda manter uma concentração mínima de cloro residual livre na rede de 0,2 mg/L e o máximo valor permitido é de 5 mg/L. Na ETA 1, a concentração de cloro na água tratada permanece dentro da faixa permitida em 99,37% do tempo, uma vez que o menor valor registrado foi de 0,4 mg/L. Foram registradas apenas 2 ocorrências de valores de concentração de cloro acima do valor máximo permitido, o máximo valor registrado foi de 7 mg/L. Na ETA 2, por sua vez, a concentração de cloro na água tratada permanece dentro da faixa permitida em 99,38% do tempo, uma vez que o menor valor registrado foi de 0,3 mg/L. Foram registradas apenas 2 ocorrências de valores de concentração de cloro acima do valor máximo permitido, o máximo valor registrado foi de 8 mg/L.

5.4.5 Flúor

Foram fornecidos dados de concentração de flúor da água tratada referentes ao mês de janeiro de 2022 e, com isso, foi possível verificar as frequências de ocorrências dos valores no mesmo período, para as ETAs 1 e 2.

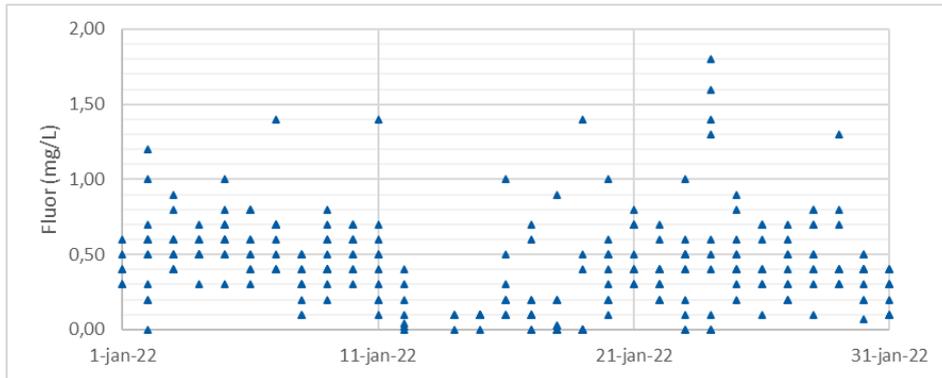


Figura 5.23 – Concentração de flúor na água tratada da ETA 1

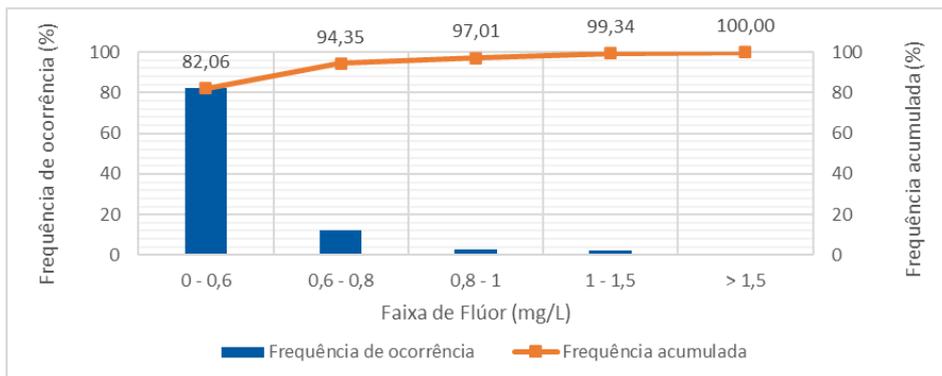


Figura 5.24 - Frequência de ocorrência das concentrações de flúor na água tratada da ETA 1

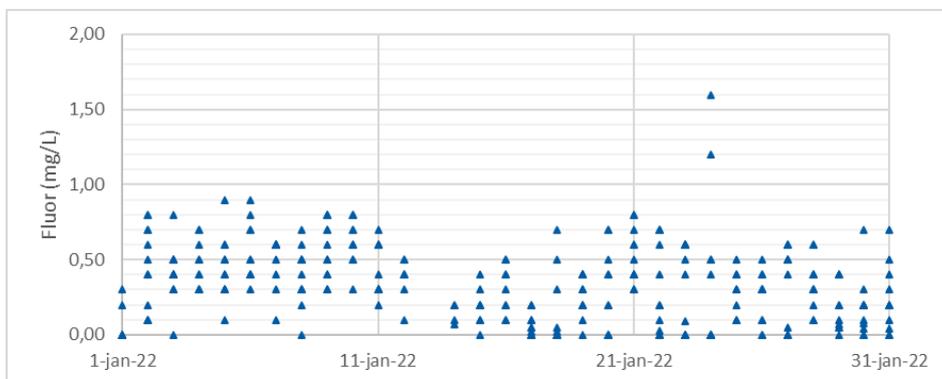


Figura 5.25 – Concentração de flúor na água tratada da ETA 2

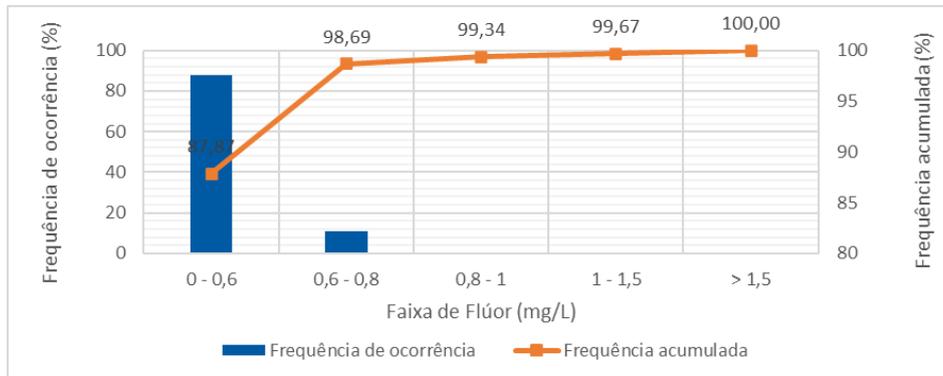


Figura 5.26 - Frequência de ocorrência das concentrações de flúor na água tratada da ETA 2

QUADRO I

Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias.

Média das temperaturas máximas diárias do ar (°C)	Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto (mg/l)		
	mínimo	máximo	ótimo
10,0 - 12,1	0,9	1,7	1,2
12,2 - 14,6	0,8	1,5	1,1
14,7 - 17,7	0,8	1,3	1,0
17,8 - 21,4	0,7	1,2	0,9
21,5 - 26,3	0,7	1,0	0,8
26,4 - 32,5	0,6	0,8	0,7

O máximo valor permitido para concentração de fluoretos em água de abastecimento é definido, segundo a Portaria GM/MS Nº 888/2021, de acordo com a média das temperaturas máximas diárias do ar. Tendo em vista que a média da temperatura máxima do ar é de 29,5°C, os valores recomendados são de 0,6 a 0,8 mg/L. Na ETA 1, a concentração de flúor na água tratada permanece abaixo de 0,6 mg/L em 82% do tempo e acima de 0,8 mg/L em 3% do tempo. Na ETA 2, a concentração de flúor na água tratada permanece abaixo de 0,6 mg/L em 88% do tempo e acima de 0,8 mg/L em 0,7% do tempo. Foram registradas 2 ocorrências de valores superiores a 1,5 mg/L na ETA 1 e 1 ocorrência na ETA 2.

6 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A cidade de Uberaba conta com três estações de tratamento de água (ETAs 1, 2 e 3), todas com a tecnologia de ciclo completo compostas pelas unidades descritas a seguir.

As 3 ETAs possuem unidade comum de recepção e unidade de mistura rápida; após a água bruta passar por essas unidades, ela é encaminhada para as ETAs separadamente, por tubulações individuais.

Após o tratamento a água tratada é encaminhada por recalque para os centros de reservação e para o abastecimento.

A análise das unidades das ETAs foi realizada com base nos documentos fornecidos e na visita técnica às instalações realizada em março de 2022. Dentre os documentos fornecidos está o projeto de adequação da ETA, datado de 2009. Durante a visita técnica foram observadas algumas divergências entre os dados de projeto e as instalações atuais, sendo desconsideradas as informações divergentes nas análises.



Figura 6.1 – Visão geral das ETAs 1, 2 e 3

Na Figura 6.2 está apresentado o fluxograma geral da unidade com as 3 ETAs.

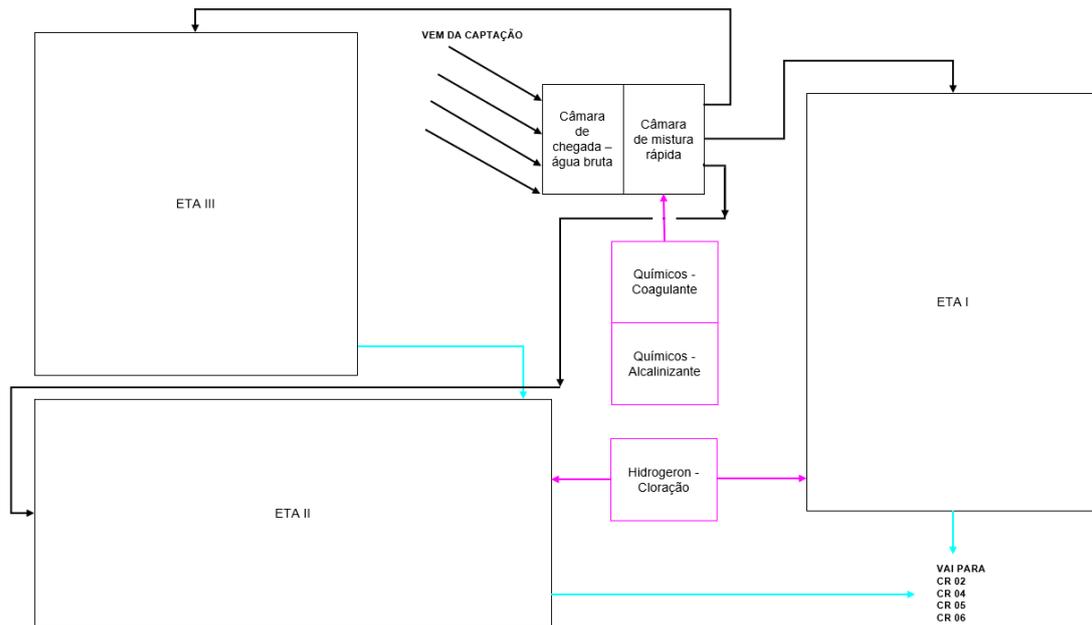


Figura 6.2 – Fluxograma geral das ETAs

Na Tabela 6.1 estão apresentadas as unidades de tratamento que compõe cada ETA. Ressalta-se que as unidades de mistura rápida e de tratamento químico final (cloração, fluoretação e correção de pH são comuns às ETAs).

Tabela 6.1 – Unidades que compõe cada ETA

ETA 1
6 câmaras de floculação mecanizadas
2 decantadores de alta taxa
2 decantadores convencionais
6 filtros rápidos descendentes
ETA 2
18 câmaras de floculação mecanizadas
2 decantadores convencionais
10 filtros rápidos descendentes
ETA 3
6 câmaras de floculação mecanizadas
2 decantadores convencionais
6 filtros rápidos descendentes

O tratamento de lodo atualmente está em fase de implantação, sendo projetado para atendimento de todas as ETAs.

6.1 VAZÃO DAS ETAS

O projeto das ETAs 1, 2 e 3 foram realizadas para a vazão nominal de operação, sendo ETA 1 de 200 L/s, ETA 2 de 600 L/s e ETA 3 de 500 L/s. Atualmente cada uma das ETAs opera com vazões diferentes da projetada, a ETA 1 com 300 L/s, ETA 2 com 700 L/s, e ETA 3 com 200 L/s.

Tabela 6.2 – Vazões das ETAs

ETA	Vazão nominal (projeto) (L/s)	Vazão em operação (atual) (L/s)	Comparativo (L/s)
1	200	300	100 (sobrecarga)
2	600	700	100 (sobrecarga)
3	500	200	300 (dificuldades operacionais)
Total	1300	1200	-

A ETA 1 e 2 operam atualmente em sobrecarga de 100 L/s, em relação a vazão nominal de projeto. A ETA 3 possui capacidade de tratamento de 500 L/s, porém está operando com 200 L/s, representando menos da metade da vazão de projeto.

A recomendação para cada ETA consiste em respeitar a vazão nominal projetada, como vazão máxima, para evitar a sobrecarga no tratamento.

Em relação a ETA 3, recomenda-se a utilização de vazão mais próxima de sua capacidade, com o intuito de liberar a vazão de sobrecarga nas ETAs 1 e 2, e otimizar o tratamento com a capacidade que foi construída.

A ETA 3 está operando com vazão abaixo da nominal devido a dificuldades operacionais com a estrutura existente, principalmente falta de lamelas de decantação e os removedores de lodo, que se encontram inoperantes por problema no equipamento, nos decantadores da ETA.

A capacidade total de tratamento da ETA é de 1300 L/s, e de tratamento atual de 1200 L/s, com operação em sobrecarga da ETA 1 e 2.

6.2 CANAL DE RECEPÇÃO E UNIDADE DE MISTURA RÁPIDA

O canal de recepção recebe água bruta da captação e a encaminha para a unidade de mistura rápida e divisão de vazão. São 2 tanques que recebem aplicação dos químicos:

- Tanque 1 - saída para ETA 1;
- Tanque 2 – saída para ETA 2 e 3.

A saída para cada ETA é realizada por 3 tubulações individuais.

A unidade de mistura rápida encontra-se desativada, operando apenas como caixa de passagem na divisão de vazão.

O alcalinizante e o coagulante são aplicados nos dois tanques que recebem químicos, em 3 pontos de aplicação, em quantidades para as ETAs 1, 2 e 3.

A mistura rápida acontece nessas câmaras pela agitação promovida pelos vertedores com saída livre.

Tabela 6.3 – Características do canal de recepção e da unidade de mistura rápida

Unidade	Quantidade	Característica
Ponto de aplicação de alcalinizante	03	Tanques de encaminhamento para a ETA
Ponto de aplicação de coagulante	03	Tanques de encaminhamento para a ETA
Gradiente de mistura rápida	-	A mistura mecanizada está desativada, não sendo possível especificar o gradiente de mistura rápida provido pelos vertedores das câmaras
Câmara de mistura rápida (Tanques)	02	2,5 m x 2,5 m x 1,5 m NA: 4,65 m Área: 6,25 m ² Volume útil: 29 m ³

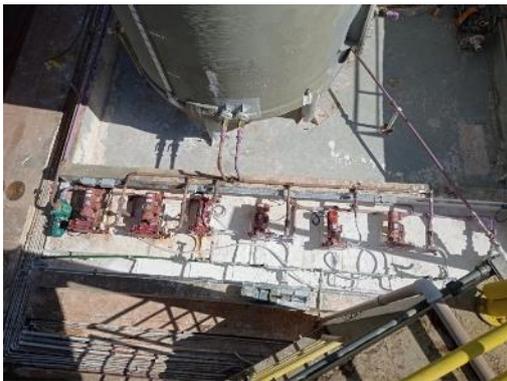


Figura 6.3 - Aplicação de produtos químicos (tanque de mistura rápida), bombas e armazenamento

Após a saída do tanque de mistura rápida a água coagulada segue separadamente por 03 tubulações que encaminham por gravidade a água coagulada para cada uma das 03 ETAs.



Figura 6.4 – Adutoras com saída da mistura rápida para as ETAs

A unidade de mistura rápida e divisão de vazão não se encontra totalmente funcional, tendo estruturas improvisadas para todos os processos de tratamento propostos (recepção, divisão de vazão, coagulação, mistura rápida).

A imprecisão da medição de vazão e desconhecimento do gradiente de velocidade da mistura rápida limitam a otimização do processo de coagulação e conseqüentemente o processo de tratamento.

A adequação dessa estrutura se faz necessária para corrigir os problemas hidráulicos e possibilitar a medição de vazão encaminhada a cada ETA e a dosagem de produto adequada em cada cenário de qualidade.

6.3 ETA 1

A ETA 1 possui uma câmara de entrada, 2 módulos de floculação em paralelo com 3 câmaras em série cada um, 2 módulos de decantação em paralelo com 1 decantador de alta taxa seguido de 1 decantador convencional, 1 bateria de 6 filtros e 1 poço de água filtrada com elevatória.

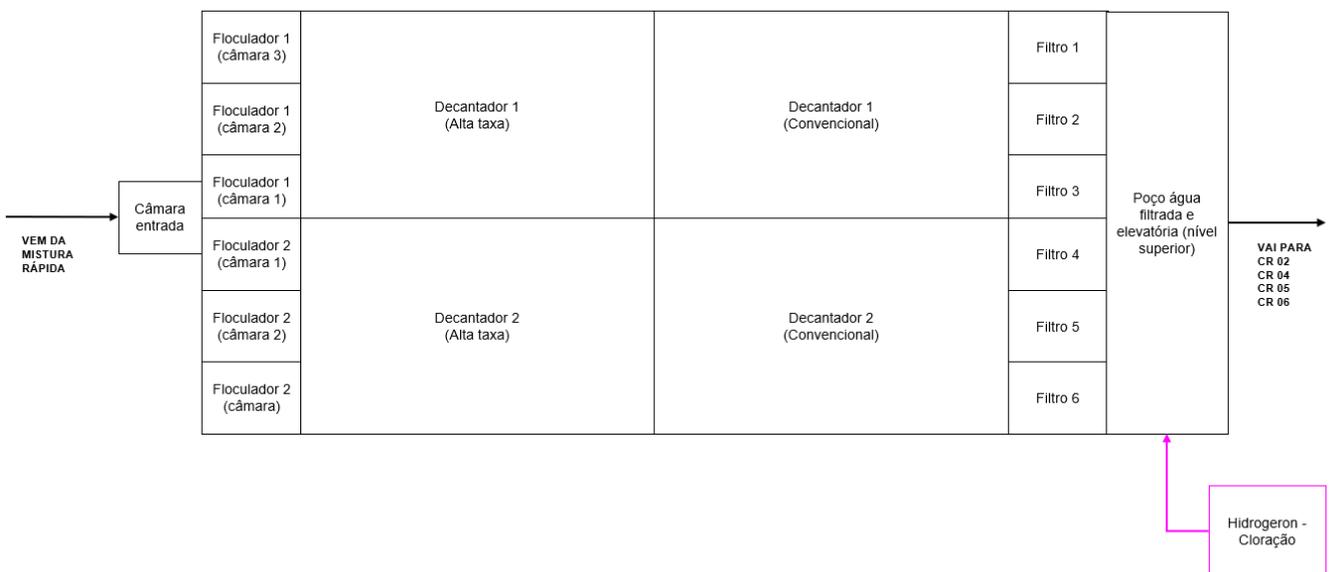


Figura 6.5 – Fluxograma da ETA 1

6.3.1 Floculadores

Após a recepção na ETA 1, a água coagulada é encaminhada aos módulos de floculação da ETA 1.

Tabela 6.4 – Características dos floculadores da ETA 1

ETA 1	
Parâmetro	Característica
Vazão máxima	300 L/s
Tipo	Mecanizado: Turbina axial
Número de módulos	02
Número de câmaras por modulo	03
Dimensões das câmaras	4,4 x 4,7 x 4,4 m
Volume por câmara	91,0 m ³
Volume por modulo de floculação	273,0 m ³
TDH ¹	23 min
Gradiente de velocidade	1ª câmara: 30-70 s ⁻¹
	2ª câmara: 20-50 s ⁻¹
	3ª câmara: 20-40 s ⁻¹

¹ O TDH foi estimado considerando que a vazão máxima é distribuída de forma homogênea entre os módulos de floculação (150L/s por módulo) e a possível existência de zonas mortas nos floculadores (25% do volume).



Figura 6.6 – Floculadores da ETA 1

Os floculadores atendem ao Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) recomendado por norma (de 20 a 40 min), para a vazão máxima (23 min).

A utilização de floculadores do tipo turbina axial para baixos gradientes de velocidade pode ter baixa efetividade. A realização de ensaios para ajuste do gradiente de velocidade dos floculadores deve ser realizada considerando as características do equipamento instalado, visto a limitação de eficiência em baixos gradientes de velocidade.

A formação de flocos na superfície do floculador, conforme observado na visita técnica realizada em março de 2022, pode indicar a presença de contaminantes na água bruta, como microrganismos (algas), surfactantes, óleos e graxas. Em geral, a remoção mecânica periódica do material flotado mitiga possíveis efeitos adversos na ETA. Recomenda-se a investigação da composição do material flotado para identificação das características e proposição de soluções definitivas para o problema.

Caso o material flotado comesse a passar para as unidades de decantação o mesmo deve ser removido com urgência dos floculadores, a fim de evitar a sobrecarga de sólidos nos filtros.

6.3.2 Decantadores

Os decantadores recebem água proveniente dos floculadores da ETA 1, sendo encaminhados primeiramente para os decantadores de alta taxa, e em seguida em decantador convencional. Esse tipo de configuração sequencial de decantadores não é usual e pode acarretar em problemas de qualidade da água decantada e de acúmulo de lodo.

Tabela 6.5 – Características dos decantadores da ETA 1

ETA 1 – Decantador de alta taxa	
Parâmetro	Característica
Tipo	Retangular de alta taxa (fluxo vertical)
Número de decantadores	02
Número de câmaras por decantador	01
Comprimento da câmara	8,60 m
Largura das câmaras	12,10 m
Área superficial	104,06 m ²
Taxa de aplicação superficial	124,54 m ³ /m ² /d (vazão máx. 300 L/s)
Velocidade de sedimentação máxima	1,00 cm/min
Módulos de sedimentação	Tubulares
Comprimento	1,50 m
Inclinação	55°
Distribuição	01 Canal
ETA 1 – Decantador Convencional	
Parâmetro	Característica

ETA 1 – Decantador de alta taxa

Parâmetro	Característica
Tipo	Convencional
Número de decantadores	02
Número de câmaras por decantador	01
Comprimento da câmara	8,60 m
Largura das câmaras	12,10 m
Área superficial	104,06 m ²
Velocidade longitudinal	0,36 cm/s
Taxa de aplicação superficial	124,54 m ³ /m ² /d (vazão máx. 300 L/s)



Figura 6.7 – Decantadores de Alta Taxa - ETA 1



Figura 6.8 – Decantador convencional - ETA 1

O decantador de alta taxa recebe a água floculada, e apresenta parâmetros ($124,54 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$) dentro dos limites teóricos recomendados para de taxa de aplicação superficial (120 a $180 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$) e para a velocidade de sedimentação nos módulos de decantação (apresenta $1,0 \text{ cm}/\text{min}$, sendo máximo de $1,0 \text{ cm}/\text{min}$). Ressalta-se que são necessários testes em jarro para a verificação dos limites velocidade de sedimentação para os diferentes cenários de qualidade da água bruta.

Após passar pelos decantadores de alta taxa a água decantada segue para decantador convencional, em que apresenta parâmetros da taxa de aplicação superficial ($124,54 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$) acima do limite recomendado por norma (de 35 a $45 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$). A velocidade longitudinal está de acordo com a NBR 12.216 (abaixo de $0,75 \text{ cm}/\text{s}$).

As elevadas taxas de aplicação no decantador convencional associada a configuração sequencial de decantadores indicam uma fragilidade no processo de decantação, podendo haver ruptura dos flocos e dificuldade em manter índices adequados de qualidade de água decantada.

Atualmente a limpeza dos decantadores é feita mensalmente, esvaziando totalmente a unidade e utilizando jato de água para a remoção do lodo acumulado.

6.3.3 Filtros

A água decantada é encaminhada para um canal comum de alimentação dos filtros, o qual distribui a água decantada para os filtros da ETA 1. A entrada dos filtros encontra-se afogada atualmente e a saída dos filtros possui um controlador de vazão desativado.

O meio filtrante é duplo, composto por areia e antracito. As características das camadas apresentadas estão baseadas no projeto de 2009. O fundo de filtro originalmente era composto por blocos cerâmicos. No projeto de 2009 foi prevista a alteração para blocos universais, incluindo a adequação para a inclusão de lavagem com ar.

Os filtros originalmente foram projetados para trabalharem com taxa constante de filtração. Foi realizada adaptação para remoção do dispositivo de controle, mantendo a estrutura do sifão na saída individual de água filtrada.

A lavagem com água é realizada com água tratada encaminhada por gravidade do reservatório elevado TQ-001 a galeria dos filtros. A velocidade ascensional de lavagem apresentada em projeto

é de 0,85 cm/min. Os parâmetros para lavagem são tempo de carreira ou elevação na turbidez da água filtrada. O procedimento de lavagem é realizado somente com água, isolando a entrada do filtro e realizando a lavagem em contrafluxo por até 10 min. Durante a lavagem a vazão da ETA não é diminuída.

Tabela 6.6 – Características dos filtros da ETA 1

ETA 1	
Parâmetro	Característica
Tipo	Retangular Rápido Descendente
Fluxo	Descendente
Número de unidades	06
Meio Filtrante	Areia (0,25 m) * Antracito (0,75 m) *
Dimensões	3,80 x 4,4 x 2,65 m (C x L x A) *
Área superficial total	100,3 m ²
Taxa média de filtração	258,37 m ³ /m ² /d (vazão total de 300 L/s)
Taxa média de filtração durante a lavagem	310,05 m ³ /m ² /d (vazão total de 300 L/s)
Número de calhas de coleta de água de lavagem por filtro	02
Carreira de filtração	8 - 12 h
Tipo de lavagem	Lavagem com água
Origem	Reservatório Elevado (gravidade)
Volume disponível para lavagem dos filtros	300 m ³
Tempo de lavagem	10 min
Velocidade ascensional	0,85 cm/min*

*Referência do projeto de 2009



Figura 6.9 – Filtros da ETA 1

Os filtros da ETA 1 apresentam taxa média de filtração adequada para filtros rápidos descendentes de camada dupla. Ressalta-se, entretanto, que o método de controle dos filtros, originalmente de taxa constante, atualmente funciona sem característica definida entre taxa constante e taxa declinante. A falta de controle operacional pode implicar em taxas máximas muito superiores à média em filtros mais limpos, podendo comprometer a qualidade da água filtrada. Não foi possível analisar a qualidade da água filtrada individual de cada filtro por não ter sido disponibilizado o controle operacional.

A camada de material filtrante, caso esteja como o projeto, é adequada aos parâmetros de filtração. Ressalta-se que o material filtrante deve ser analisado periodicamente para acompanhamento das suas características.

A velocidade ascensional prevista em projeto é adequada para o meio filtrante especificado em projeto. Os dados operacionais da ETA não apresentam a vazão de lavagem dos filtros, não sendo possível avaliar a situação da lavagem atual.

A ausência de lavagem com ar para filtros com meio filtrante duplo não é adequada e pode resultar na formação de bolas de lodo, comprometimento das características do meio filtrante e conseqüentemente piora da qualidade da água filtrada.

O reservatório elevado possui atualmente o volume necessário para a lavagem de um filtro. Ressalta-se que o reservatório elevado TQ-001 atende a ETA 1, tendo o volume suficiente para a lavagem de somente um filtro.

6.3.4 Cloração, Fluoretação, Correção de pH

Após a filtração, a água é encaminhada pela tubulação comum de água filtrada para o tanque de água tratada localizada logo após os filtros, abaixo da galeria dos filtros.

A desinfecção (cloro), a fluoretação (flúor) e a correção de pH (geocálcio) são aplicadas diretamente no tanque de água tratada da ETA 1.

O Flúor é dosado por bombas dosadoras (1+1R) com capacidade de dosagem de 17 a 25 L/h, com pressão de 10mca. O motor das bombas possui potência de 0,25 cv.

A cloração é realizada por meio de aplicação hipoclorito de sódio gerado na ETA pelo sistema Hidrogeron. A dosagem é realizada por bombas dosadoras (2+2R) com vazão de 4,2 m³/h, pressão de 32 mca e potência de 1,5 CV.

A correção de pH é realizada pela aplicação de geocálcio por meio de bombas dosadoras (1+1R) com capacidade de 100 a 300 L/h, pressão de 2 bar e potência de 0,25 CV.

6.4 ETA 2

A ETA 2 possui uma câmara de entrada, 2 módulos de floculação em paralelo com 3 câmaras em paralelo cada um, 2 módulos de decantação convencional, 1 bateria de 10 filtros e 1 poço de água filtrada com elevatória.

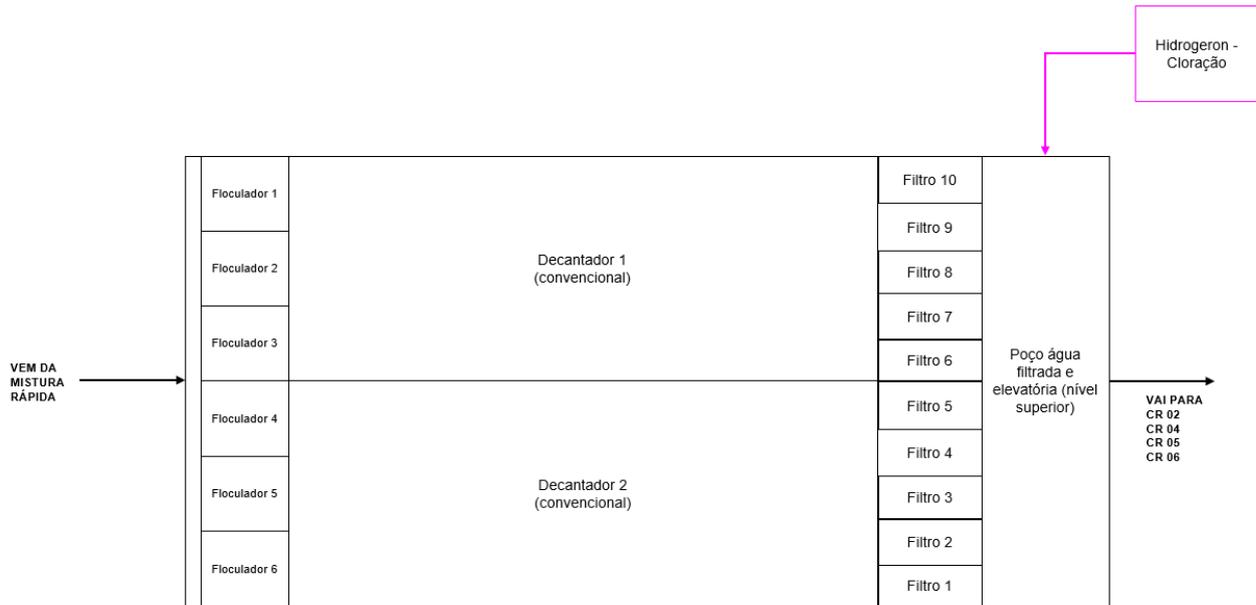


Figura 6.10 – Fluxograma da ETA 2

6.4.1 Floculadores

Após a recepção na ETA 2 a água coagulada é encaminhada aos módulos de floculação da ETA 2. A distribuição de água decantada aos floculadores é feita por meio de um canal comum, sendo o ajuste de distribuição de vazão realizado por uma comporta na entrada de cada floculador.

Cada módulo de decantação encaminha água floculada para um dos módulos de decantação. A configuração é de 3 unidades de floculação em paralelo por módulo.

Tabela 6.7 – Características dos floculadores da ETA 2

ETA 2	
Parâmetro	Característica
Vazão máxima	700 L/s
Tipo	Mecanizado: Turbina axial
Número de módulos	02
Número de câmaras por modulo	03
Dimensões das câmaras	4,80 x 4,80 x 3,90 m
Volume por câmara	89,9 m ³
Volume por modulo de floculação	269,7 m ³

ETA 2	
Parâmetro	Característica
Vazão máxima	700 L/s
TDH*	12,8 min
Gradiente de velocidade	1ª câmara: 30-70 s ⁻¹

*O TDH foi estimado considerando que a vazão máxima é distribuída de forma homogênea entre os módulos de floculação (350 L/s por módulo). Não foi considerada a zona morta nas unidades.



Figura 6.11 – Floculadores da ETA 2

A configuração dos floculadores com unidades em paralelo e o sistema de distribuição por canal comum implica em grande dificuldade de realizar a divisão equitativa da vazão entre as câmaras de floculação.

Por não possuírem câmaras em série não é possível trabalhar com gradiente de velocidade regressivo, diminuindo a possibilidade de ajustes operacionais mais finos no processo de tratamento. Outro ponto relevante é a estimativa de até 50% de zonas mortas em sistemas de floculação sem câmaras em série. Tal fato limita consideravelmente a eficiência da unidade de tratamento.

Os floculadores apresentam Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) abaixo do recomendado pela NBR 12.216 (20 a 40 min), sem considerar as zonas mortas estimadas em 50% na configuração de unidades de floculação sem câmaras em série.

A formação de flocos na superfície do floculador, conforme observado na visita técnica realizada em março de 2022, pode indicar a presença de contaminantes na água bruta, como microrganismos (algas), surfactantes, óleos e graxas. Em geral, a remoção mecânica periódica do material flotado mitiga possíveis efeitos adversos na ETA. Recomenda-se a investigação da composição do material flotado para identificação das características e proposição de soluções definitivas para o problema.

Caso o material flotado comesse a passar para as unidades de decantação o mesmo deve ser removido com urgência dos floculadores, a fim de evitar a sobrecarga de sólidos nos filtros.

6.4.2 Decantadores

Os decantadores da ETA 2 são do tipo convencional e recebem água dos floculada da ETA 2. Na entrada da unidade de decantação existe uma cortina de difusão e a coleta de água decanta é realizada no final da unidade por calha posicionada no final do decantador.

Foram instalados alguns módulos de decantação de alta taxa no terço final dos decantadores.

A remoção de lodo dos decantadores é realizada por meio de descarga de fundo.

Tabela 6.8 – Características dos decantadores da ETA 2

ETA 2	
Parâmetro	Característica
Tipo	Convencional
Número de decantadores	02
Número de câmaras por decantador	02
Comprimento da câmara	25,0 m
Largura das câmaras	14,80 m
Área superficial	740,00 m ²
Taxa de aplicação superficial	81,73 m ³ /m ² /d (vazão total de 700 L/s)
Velocidade de sedimentação	5,78 cm/min (vazão total de 700 L/s)

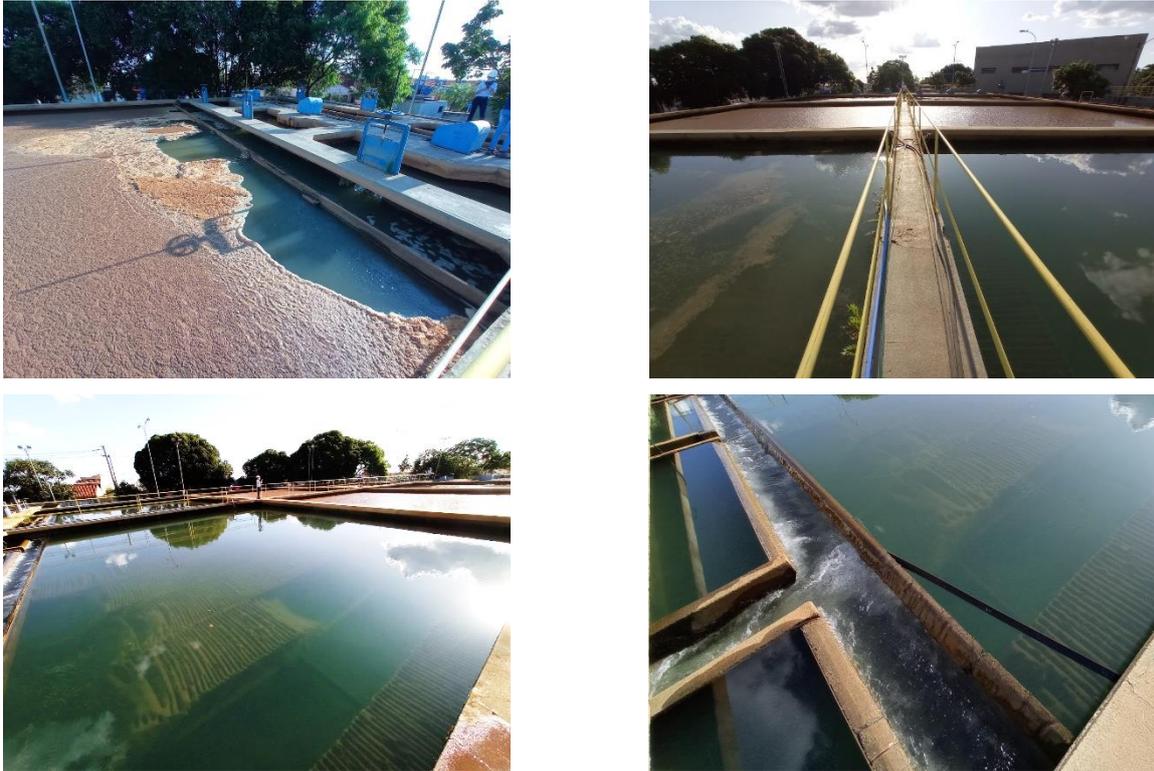


Figura 6.12 – Decantadores convencionais da ETA 2

A taxa de aplicação superficial ($81,73 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$) nos decantadores da ETA 2 é superior ao recomendado pela NBR 12.216 ($35 \text{ a } 45 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$), para vazão máxima. A velocidade longitudinal encontra-se dentro dos limites estabelecidos pela NBR (abaixo de $0,75 \text{ cm/s}$).

A elevada taxa de aplicação superficial indica sobrecarga hidráulica no decantador. A instalação de módulos de alta taxa no terço final do decantador auxilia na retenção de algumas partículas, mas não garante a qualidade da água decantada. A condição atual dos módulos está bastante deteriorada e deve ser ajustada com urgência.

Atualmente a limpeza dos decantadores é feita mensalmente, esvaziando totalmente a unidade e utilizando jato de água para a remoção do lodo acumulado.

6.4.3 Filtros

A água decantada é encaminhada para um canal comum de alimentação dos filtros, o qual distribui a água decantada para os filtros da ETA 2. A entrada dos filtros encontra-se afogada atualmente e a saída dos filtros encaminha a água coletada pelas calhas para o tanque de água filtrada da ETA 2.

O meio filtrante é composto por camada de areia e antracito. Atualmente está sendo realizada reforma nos filtros para instalação de blocos universais.

Atualmente o procedimento para lavagem dos filtros é realizado apenas com água, com o tempo estabelecido de até 10 min.

A água de lavagem para a ETA 2 vem do reservatório elevado TQ-001, por gravidade. A velocidade ascensional de projeto é de 0,85 cm/min, ajustada por válvula de entrada. Os parâmetros para início da lavagem são tempo de carreira ou elevação na turbidez da água filtrada. A ordem de lavagem dos filtros não é definida.

Tabela 6.9 – Características dos filtros da ETA 2

ETA 2	
Parâmetro	Característica
Tipo	Rápido Descendente
Número de unidades	10 (7 em funcionamento devido a obra)
Meio Filtrante	Areia (0,25 m) * Antracito (0,75 m) *
Dimensões	4,8 x 6,10 x 3,2 m (C x L x A) *
Área superficial total	292,8 m ² (10 filtros em operação)
Taxa média de filtração	206,6 m ³ /m ² /d (vazão total de 700 L/s)
Taxa média de filtração durante a lavagem	229,51 m ³ /m ² /d (vazão total de 700 L/s)
Número de calhas de coleta de água de lavagem por filtro	02 e 03
Carreira de filtração	16 – 24 h
Tipo de lavagem	Lavagem com água
Origem	Reservatório elevado TQ-002 - Gravidade
Volume disponível para lavagem dos filtros	300 m ³
Tempo de lavagem	10 min
Velocidade ascensional*	0,85 m/min

*Referência do projeto de 2009



Figura 6.13 – Filtros da ETA 2

A taxa média de filtração dos filtros da ETA 2 (considerando 10 filtros em operação) é inferior ao recomendado pela NBR 12.216. Ressalta-se que atualmente, com 7 filtros em operação a ETA 2 trabalha no limite de taxa média de filtração.

A camada de material filtrante, caso esteja como o projeto, é adequada aos parâmetros de filtração. Ressalta-se que o material filtrante deve ser analisado periodicamente para acompanhamento das suas características.

A velocidade ascensional prevista em projeto é adequada para o meio filtrante especificado em projeto. Os dados operacionais da ETA não apresentam a vazão de lavagem dos filtros, não sendo possível avaliar a situação da lavagem atual.

A ausência de lavagem com ar para filtros com meio filtrante duplo não é adequada e pode resultar na formação de bolas de lodo, comprometimento das características do meio filtrante e consequentemente piora da qualidade da água filtrada.

O reservatório elevado possui atualmente o volume necessário para a lavagem de um filtro. Ressalta-se que o reservatório elevado TQ-002 atende a ETA 2 e 3, tendo o volume suficiente para a lavagem de somente um filtro.

Atualmente os filtros da ETA 2 estão em reforma, com a substituição do fundo por blocos universais.

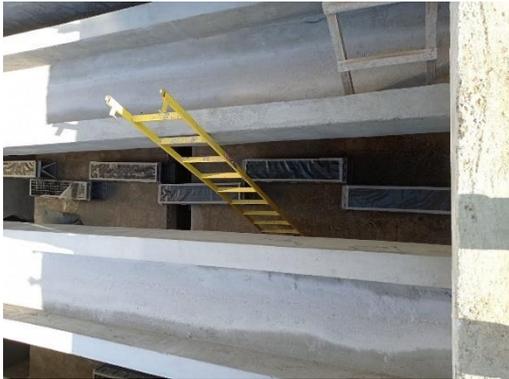


Figura 6.14 - Blocos universais – fundo filtros ETA 2

A estrutura desse tipo de bloco de fundo do filtro proporciona maior resistência, principalmente no momento de retrolavagem. Fabricados em PEAD, com alta resistência a impactos e compressões, e à prova de colapsos. O pequeno espaçamento entre os orifícios de passagem ar/água permite diminuição de perda de carga, inibe a formação de “zonas mortas” no leito filtrante, garante alta eficiência de retrolavagem e prolonga a vida útil do leito filtrante.

Após a instalação dos blocos nos filtros da ETA 2, serão instalados nos filtros da ETA 1, e em seguida da ETA 3.

6.5 ETA 3

A ETA 3 possui uma câmara de entrada, 2 módulos de floculação em paralelo com 3 câmaras em série cada um, 2 módulos de decantação convencional em paralelo, 1 bateria de 6 filtros.



Figura 6.15 – Fluxograma da ETA 3

6.5.1 Floculadores

Após a recepção na ETA 3, a água coagulada é encaminhada aos módulos de floculação da ETA 3.

Tabela 6.10 – Características dos floculadores da ETA 3

ETA 3	
Parâmetro	Característica
Vazão máxima	200 L/s
Tipo	Mecanizado: Turbina Axial
Número de módulos	02
Número de câmaras por modulo	03
Dimensões das câmaras	4,7 x 4,7 x 3,9 m
Volume por câmara	86,1 m ³
Volume por modulo de floculação	258,45 m ³
TDH ¹	32 min
Gradiente de velocidade	1ª câmara: 30-70 s ⁻¹
	2ª câmara: 20-50 s ⁻¹
	3ª câmara: 20-40 s ⁻¹

¹ O TDH foi estimado considerando que a vazão máxima é distribuída de forma homogênea entre os módulos de floculação (200L/s por módulo) e a possível existência de zonas mortas nos floculadores (25% do volume).



Figura 6.16 – Floculadores da ETA 3

Os floculadores atendem o Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) recomendado (de 20 a 40 min), para a vazão máxima (32 min).

A utilização de floculadores do tipo turbina axial para baixos gradientes de velocidade pode ter baixa efetividade. A realização de ensaios para ajuste do gradiente de velocidade dos floculadores deve ser realizada considerando as características do equipamento instalado, visto a limitação de eficiência em baixos gradientes de velocidade.

A formação de flocos na superfície do floculador, conforme observado na visita técnica realizada em março de 2022, pode indicar a presença de contaminantes na água bruta, como microrganismos (algas), surfactantes, óleos e graxas. Em geral, a remoção mecânica periódica do material flotado mitiga possíveis efeitos adversos na ETA. Recomenda-se a investigação da composição do material flotado para identificação das características e proposição de soluções definitivas para o problema.

Caso o material flotado comesse a passar para as unidades de decantação o mesmo deve ser removido com urgência dos floculadores, a fim de evitar a sobrecarga de sólidos nos filtros.

6.5.2 Decantadores

Os decantadores recebem água proveniente dos floculadores da ETA 3.

Tabela 6.11 – Características dos decantadores da ETA 3

ETA 3	
Parâmetro	Característica
Tipo	Convencional
Número de decantadores	02
Número de câmaras por decantador	01
Comprimento da câmara	15,1 m
Largura das câmaras	14,5 m
Área superficial	437,9 m ²
Taxa de aplicação superficial	39,46 m ³ /m ² /d (vazão total de 200 L/s)



Figura 6.17 – Decantadores da ETA 3

A taxa de aplicação superficial nos decantadores convencionais da ETA 3 (39,46 m³/m²/d) estão dentro do limite máximo recomendado pela NBR 12.216 (de 35 a 45 m³/m²/d), para vazão máxima. A velocidade longitudinal também está de acordo com a NBR 12.216 (abaixo de 0,75 cm/s).

A limpeza dos decantadores foi projetada considerando a utilização de removedor de lodo mecanizado móvel por aspiração. Na ocasião da visita em março de 2022 foi informado que o equipamento não conseguiu funcionar corretamente desde sua instalação e encontra-se desativado (mas não removido). A remoção do lodo é realizada atualmente mensalmente com o esvaziamento completo da unidade.

6.5.3 Filtros

A água decantada é encaminhada para um canal comum de alimentação dos filtros, o qual distribui a água decantada para os filtros da ETA 3. A entrada dos filtros encontra-se afogada atualmente e a saída dos filtros encaminha a água coletada pelas calhas para tubulação comum de água filtrada, e segue para poço de água filtrada individual da ETA 2, para receber desinfecção e tratamento final.

O meio filtrante é composto por camada de areia e antracito, com reforma sendo prevista para instalação de blocos universais.

O procedimento para lavagem dos filtros inicia com ar, por sopradores, e em seguida retrolavagem, de acordo com o tempo estabelecido de 10 min.

Os sopradores encontram-se instalados ao lado dos filtros da ETA 3, sendo 2 sopradores (1+1R), de potência 75 cv, aplicação de 32 Nm³ ar/min, e pressão de 5 mca.

A água de lavagem para a ETA 3 vem do reservatório elevado TQ-002, por gravidade, e realiza a retrolavagem com velocidade ascensional de 0,85 cm/min, ajustada por válvula de entrada. Os parâmetros são tempo de carreira ou elevação na turbidez da água filtrada. A ordem de lavagem dos filtros não é definida.

Tabela 6.12 – Características dos filtros da ETA 3

ETA 3	
Parâmetro	Característica
Tipo	Rápido Descendente
Número de unidades	06
Meio Filtrante	Areia (0,42-1,41 mm) * Antracito (0,71-2,00 mm) *
Dimensões	6,9 x 4,7 x 2,95 m (C x L x A) *
Área superficial total	194,6 m ²
Taxa média de filtração	88,81 m ³ /m ² /d (vazão total de 200 L/s)
Taxa média de filtração durante a lavagem	106,57 m ³ /m ² /d (vazão total de 200 L/s)
Número de calhas de coleta de água de lavagem por filtro	03
Carreira de filtração	16 – 24 h
Tipo de lavagem	Lavagem com água e ar
Origem	Reservatório elevado TQ-002 - Gravidade

ETA 3	
Parâmetro	Característica
Volume disponível para lavagem de 01 filtro	300 m ³
Tempo de lavagem	10 min
Velocidade ascensional*	0,85 m/min

*Referência do projeto de 2009

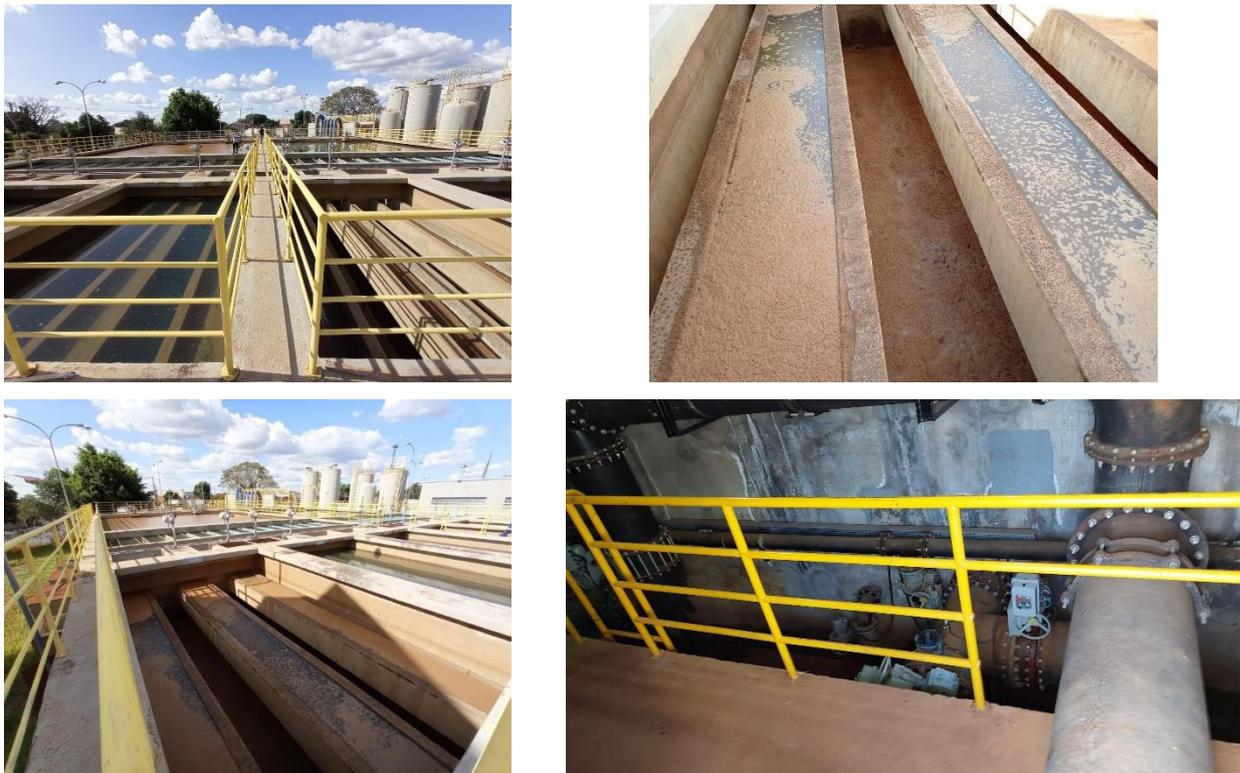


Figura 6.18 – Filtros da ETA 3

Os filtros da ETA 3 apresentam taxa média de filtração relativamente baixa para filtros rápidos descendentes de camada dupla. O sistema de controle dos filtros por taxa declinante variável exige atenção operacional para garantir a ordem de lavagem dos filtros e condições similares de perda de carga entre eles. A falta de controle operacional pode implicar em taxas máximas muito superiores à média em filtros mais limpos, podendo comprometer a qualidade da água filtrada. Não foi possível analisar a qualidade da água filtrada individual de cada filtro por não ter sido disponibilizado o controle operacional.

A camada de material filtrante, caso esteja como o projeto, é adequada aos parâmetros de filtração. Ressalta-se que o material filtrante deve ser analisado periodicamente para acompanhamento das suas características.

A velocidade ascensional prevista em projeto é adequada para o meio filtrante especificado em projeto. Os dados operacionais da ETA não apresentam a vazão de lavagem dos filtros, não sendo possível avaliar a situação da lavagem atual.

Os filtros da ETA 3 são lavados com ar seguido de lavagem com água. A utilização da lavagem com ar é recomendada para filtros com material filtrante de camada dupla.

Em relatos da equipe da operação foi informado que os sopradores tiveram problemas operacionais e acabaram aspirando água após o processo de lavagem. É necessário adequar o sistema prevendo a instalação de tubulação de ar acima do nível de água (pescoço de ganso) para evitar o refluxo após as manobras de lavagem.

O reservatório elevado possui atualmente o volume necessário para a lavagem de um filtro. Ressalta-se que o reservatório elevado TQ-002 atende a ETA 2 e 3, tendo o volume suficiente para a lavagem de somente um filtro.

6.6 SISTEMA HIDROGERON

O sistema Hidrogeron é utilizado na etapa de cloração da ETA e consiste em um Gerador de Cloro (hipoclorito de sódio) *in Loco* a partir da eletrólise da salmoura. O sistema se alimenta da água filtrada do processo de tratamento. A planta recebe água no Saturador produzindo uma salmoura a 30% e reservatório de água. Dosadores de salmoura e água produzirão salmoura a 3% que será aplicada no reator eletrolítico, que, alimentado por uma fonte de corrente produzirá uma eficiente e segura solução de hipoclorito de sódio com concentração de 0,5% a 0,8% de cloro ativo. Um reservatório de solução oxidante a base de hipoclorito, será continuamente alimentado pela planta e terá a partir dele um sistema de dosagem, bombas dosadoras ou hidrojetor, responsável pela desinfecção da água.

A planta é composta por diferentes equipamentos, como destacado abaixo.

Tabela 6.13 – Funções dos equipamentos do sistema Hidrogeron

Equipamento	Funcionamento
Abrandador	Remover a dureza da água (íons de cálcio e magnésio) através da troca iônica que ocorre na resina catiônica em seu interior
Reator Eletrolítico	Transformar salmoura a 3% em solução de hipoclorito de sódio com concentração entre 0,5% e 0,8% de cloro ativo
Painel Elétrico	Prover corrente e tensão adequados para ocorrer eletrólise no reator
Controlador de Vazão	Controle de vazão de água, utilizado na corrente de água de diluição de salmoura que alimenta o gerador de cloro
Hidrojeter Simples	Dosagem de salmoura e produtos químicos no gerador (um para cada). Funciona através do princípio de Venturi.
Pós Decantador Saturador	Minimizar o arraste de insolúveis para o sistema de dosagem de salmoura.
Saturador de Salmoura	Produzir solução saturada de cloreto de sódio de forma automatizada e por batelada.
Reservatório de Hipoclorito	Armazenamento da solução oxidante a base de hipoclorito de sódio, gerado no reator eletrolítico
Separador de Hidrogênio	Separação de fluidos, separa a fase líquida da fase gasosa do H ₂
Conjunto Bomba Centrífuga	Duas bombas (uma reserva). Garantir a vazão e pressão suficiente de água no sistema





Figura 6.19 – Sistema Hidrogeron da ETA

6.7 ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

Atualmente, o abastecimento dos CRs é realizado a partir do recalque da própria ETA. Junto a galeria dos filtros estão instaladas bombas de recalque direto para os reservatórios (CR 02, CR 03, CR 04, CR 05 e CR 06), sendo:

- Caixa baixa - Vai para CR 02 por gravidade;
- 2 bombas de 20 CV - Vai para CR 02;
- 2 bombas de 75 VC - Vai para CR 04;
- 1 bomba de 40 CV - Vai para CR 04;
- 2 bombas de 250 CV - Vai para CR 03, CR 04, CR 05;
- 1 bomba de 100 CV - Vai para CR 05;
- 1 bomba de 400 CV - Vai para CR 06.



Figura 6.20 – Elevatórias de água tratada

As adutoras existentes são:

- ✓ Adutoras de Água Tratada: 5 Conexões com as linhas existentes, nos diâmetros: 350, 350 e 350 mm que saem dos recalques da ETA 1 e 350 e 450 mm que saem da ETA 2;

A água tratada é encaminhada para distribuição e abaste os centros de reservação 2, 4, 5 e 6, além dos bairros Parque do Mirante, Conjunto Frei Eugenio, Conjunto Guanabara, Residencial Estados Unidos, Quinta da Boa Esperança e parte do Boa Vista.

6.8 ESTRUTURAS SEM OPERAÇÃO

6.8.1 Tanque de contato

Existe um tanque de contato construído no subsolo, porém, atualmente não está operante.

Tabela 6.14 – Características do tanque de contato

Parâmetro	Característica
Tanque de contato	Enterrado com chicanas
Dimensões	21,77 x 11,06 x 3,5 m (C x L x A) *
Aplicação de cloro	-
Aplicação de flúor	-

*Referência do projeto de 2009



Figura 6.21 – Local do Tanque de Contato (subsolo)

Os dados referentes ao Tanque de Contato são provenientes dos projetos encaminhados pela CODAU, com a data de 2011. O tanque de contato único foi construído com o intuito de receber a água filtrada das três ETAs, receber aplicação de cloro, flúor e geocálcio e encaminhar para EEAT única de recalque para os CRs que recebem diretamente da ETA. Até o presente momento não está em funcionamento por impeditivos operacionais e práticos da ETA.

6.8.2 Elevatória de Água Tratada Nova

Está sendo implantada uma estação elevatória de água tratada próxima ao Tanque de Contato, composta por poço de sucção, bombas para recalque de água tratada, para lavagem e químicos em que havia intenção de encaminhar a água tratada das 03 ETAs diretamente para os CRs, após tratamento no tanque de contato.

A operação da elevatória não foi iniciada, sendo operada apenas as elevatórias individuais de cada ETA.



Figura 6.22 – EEAT desativada

Em visita a ETA, foram observados alguns problemas hidráulicos na concepção da Elevatória implantada. O principal deles se dá pela presença de barrilete único de recalque das bombas com controle de vazão de encaminhamento para os CR por meio de ajuste em válvulas de bloqueio. Tal configuração não é recomendada devido a influência do ajuste de uma válvula na perda de carga das demais e ao gasto energético desnecessário ao introduzir perda de carga na restrição de seção de escoamento pelo fechamento de válvulas.

Recomenda-se avaliar a individualização dos recalques e a utilização de controle de vazão por meio de medidor de vazão associado ao inversor de frequência dos motores das bombas de recalque.

Para que esta unidade seja funcional, devido a paralisações no processo e falhas de concepção, necessita-se de adequações.

6.8.3 Sistema de tratamento de lodo

O sistema de tratamento de lodo gerado nas ETAs 1,2 e 3 está sendo implantado no mesmo terreno das ETAs. A obra do STL está atualmente parada devido à problemas com a construtora, não tendo previsão para ser retomada.

O STL projetado é composto por 01 unidade de recepção de lodo (poço de sucção), 02 unidades de recirculação e bombeamento de lodo em paralelo, 01 unidade de equalização e alimentação dos adensadores mecânicos, 04 adensadores mecânicos e 02 desaguadores mecânicos.



Figura 6.23 – Tanques de recepção de lodo e recirculação de lodo



Figura 6.24 – Tanques de equalização e alimentação dos adensadores mecanizados



Figura 6.25 – Unidade de adensamento e desaguamento de lodo da ETA

A unidade de adensamento e desaguamento de lodo conta com 04 centrífugas instaladas com a função de adensamento do lodo, e outras 02 para desaguamento.

Os resíduos desaguados foram projetados para serem removidos em caçambas posicionadas no nível do solo.

6.9 ETA - DISTRITO PONTE ALTA

O distrito de Ponte Alta localiza-se à nordeste do município de Uberaba, cerca de 20 km de distância da região urbana de Uberaba.



Figura 6.26 – Localização do distrito de Ponte Alta

O distrito de Ponte Alta possui duas ETAs. As duas contam com captação superficial e poço para a complementação de vazão.

6.9.1 ETA 1

A ETA 1 é composta por 01 filtro lento, 01 reservatório e 01 sistema de cloração.

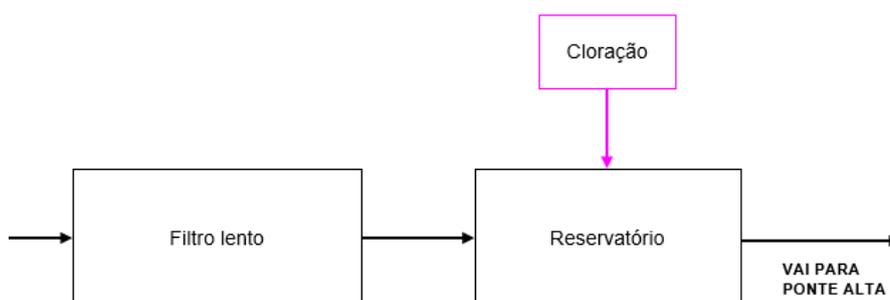


Figura 6.27 – Fluxograma – Ponte Alta (ETA 1)

O primeiro ponto de captação ocorre próxima dos primeiros mananciais após a nascente do rio Uberaba e a água bruta é tratada por meio do processo de filtração lenta, além de receber cloração.

O filtro lento possui 1 câmara de 11 m de comprimento, 10 de largura e 6 de altura e sua camada filtrante é composta por 1 m de areia, 1 m de cascalho e 2,5 m de água como nível mínimo. A água filtrada segue para o reservatório enterrado, e recebe aplicação de cloro para desinfecção.



Figura 6.28 – Filtro lento – Ponte Alta (ETA 1)



Figura 6.29 – Reservatório (vista superior) e armazenamento de cloro

O ponto de captação de água bruta se mantém com disponibilidade hídrica durante todo o ano, sem apresentar problemas de escassez para abastecimento da população de Ponte Alta. Esse ponto se localiza a cerca de 1 km de distância em relação às instalações do filtro. A CODAU realiza a coleta e análise de amostras duas vezes na semana.

No terreno existe um poço profundo desativado.

6.9.2 ETA 2

A ETA 2 é composta por 02 filtros lentos, 01 reservatório e 01 sistema de cloração.

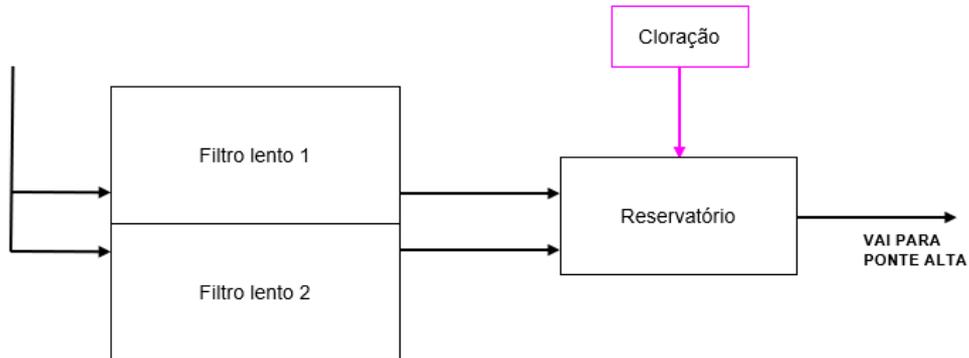


Figura 6.30 – Fluxograma – Ponte Alta (ETA 2)

A ETA 2 possui captação superficial e um poço que é ativado para complementação da vazão.



Figura 6.31 – Filtro lento – Ponte Alta (2º ponto)



Figura 6.32 – Poço profundo e armazenamento de cloro

O poço apresenta momentos de escassez na captação, ao longo do mesmo dia, podendo operar por poucas horas, e aguardar para retornar a captar.

A CODAU realiza a coleta e análise de amostras duas vezes na semana.

Toda a população de Ponte Alta é abastecida pela água tratada distribuída a partir dos dois pontos de captação apresentados. Os dois locais se encontram em cota elevada em relação à região urbanizada de Ponte Alta, abastecendo assim por gravidade.

7 DISTRIBUIÇÃO

O sistema de abastecimento de água de Uberaba é composto por 12 Centros de Reservação (CR). O reservatório 1 localiza-se nas dependências da própria estação de tratamento de água (ETA 1 e 2) e serve como passagem, abastecendo diretamente o CR2, o CR3, o CR4, o CR5 e o CR6; a adutora das duas bombas de 250 cv da ETA é compartilhada entre CR03, CR04 e CR05. O fluxograma apresentado demonstra as interligações entre CRs.

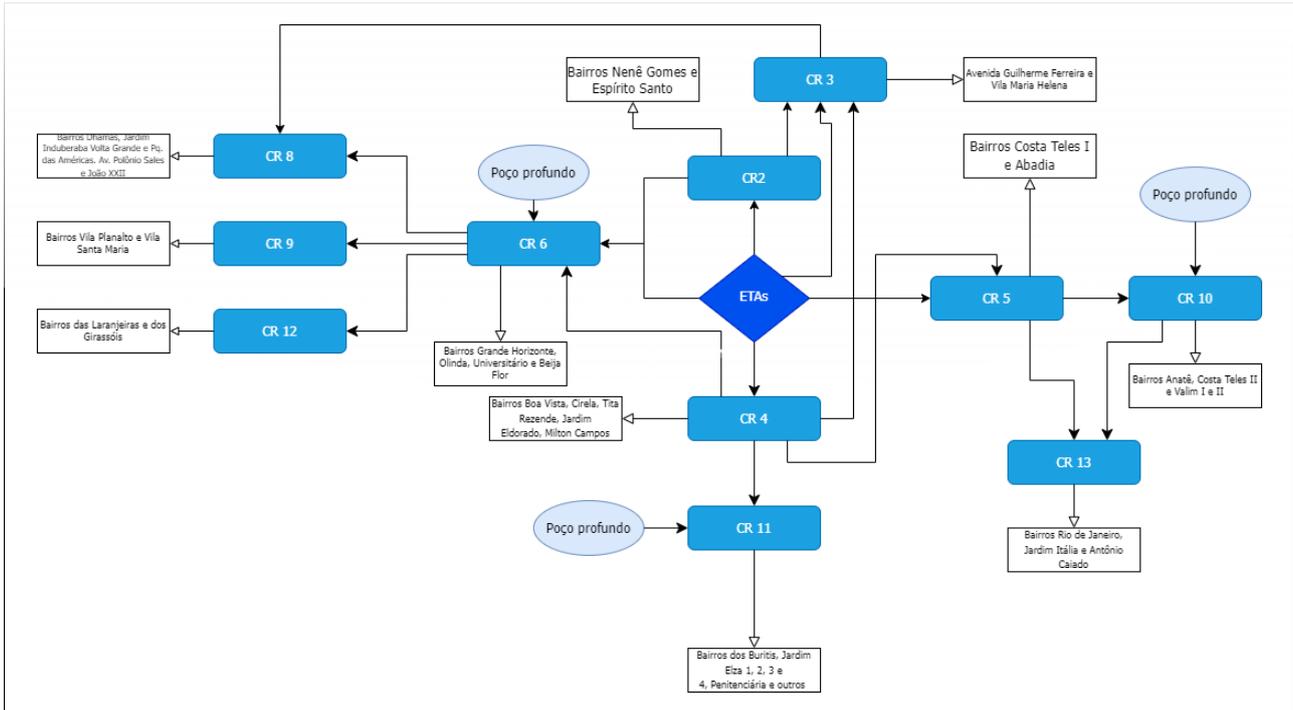


Figura 7.1 – Fluxograma dos CRs do SAA de Uberaba

Tabela 7.1 – Características dos centros de reservação do limite urbano de Uberaba.

CR	Disposição no solo	Capacidade (m ³)	Localização	Observações
1	-	Não há reservação	19°44'1.98"S 47°55'28.17"O	Não há reservação - R1 localiza-se nas dependências da própria estação de tratamento de água. Alimenta CR2, CR4, CR5
2	Semienterrado	2500	19°43'59.52"S 47°56'5.08"O	Recalca água para o reservatório elevado do próprio centro de reservação e para o CR6. Alimentado pelo CR1
	Elevado	500		
3	Elevado	500	19°45'33.11"S 47°56'28.19"O	Recalca água para o reservatório elevado do próprio centro de reservação e para o CR8.
	Semienterrado	2500		
4	Elevado	300	19°43'59.17"S 47°54'46.92"O	Recalca água para o reservatório elevado do próprio centro de reservação e para o CR11. Alimentado pelo CR1.
	Semienterrado	1500		
	Semienterrado	2500		
5	Elevado	500	19°45'40.68"S 47°55'30.36"O	Ampliado em 2020. Recalca água para o reservatório elevado do próprio centro de reservação e para o CR10 e CR13. Alimentado pelo CR1.
	Semienterrado	2500		
	Semienterrado	2500		
6	Semienterrado	2500	19°45'0.20"S	

CR	Disposição no solo	Capacidade (m³)	Localização	Observações
	Semienterrado	3000	47°57'51.00"O	Abastecido com água proveniente da ETA e por um poço profundo. Recalca água para o reservatório elevado do próprio centro de reservação e para o CR 8, CR9 e CR12. Alimentado pelo CR2.
	Elevado	400		
	Apoiado	5500		
7	Elevado	-	-	Desativado
8	Elevado	300	19°46'21.64"S	Alimentado pelo CR3 e CR6.
	Apoiado	5500	47°56'46.22"O	
9	Elevado	300	19°46'2.33"S	Recalque de água para o reservatório elevado do próprio centro de reservação. Alimentado pelo CR6.
	Apoiado	5500	47°57'35.85"O	
10	Apoiado	5500	19°46'9.97"S	Água proveniente da ETA através do CR5 e do poço profundo.
	Elevado	500	47°55'21.67"O	
11	Apoiado	5500	19°44'23.23"S 47°53'8.95"O	Obstruído desde fev/2021 - CODAU está em processo de contratação de empresa para tentar realizar a desobstrução. Abastecido pela água da ETA e por captação subterrânea através de um poço profundo. Alimentando pelo CR4.
	Semienterrado	Desativado		
	Apoiado	Desativado		
12	-	5000	19°46'10.40"S 47°58'21.91"O	Inaugurado em 2020. Previsto para atender a região sudoeste de Uberaba. Implantação necessária devido ao crescimento da área de abrangência do R6. Abastecido pelo CR6.
	Elevado	500		
13	-	5000	19°46'52.45"S 47°55'3.69"O	Inaugurado em 2020. Implantação necessária devido ao crescimento da área de abrangência do CR10, na região sudeste da cidade, que não consegue suprir a demanda de água para esta localidade. Abastecido pelo CR10.
	Elevado	500		

Os centros de reservação abastecem diferentes localidades.

Tabela 7.2 – Localidades atendidas pelos centros de reservação

CR	Localidades atendidas
1	-
2	Centro, bairros Fabrício, São Benedito e Mercês, Residencial Nenê Gomes, Residencial Monte Castelo e Jardim Espírito Santo.
3	

CR	Localidades atendidas
	Jardim Alexandre Campos, a Vila Maria Helena, a região da Rua José de Alencar até a Rua Paulo Pontes e a Rua Duque de Caxias. Rua José de Alencar, Avenida Apolônio Sales, Avenida Guilherme Ferreira e Avenida Santa Beatriz.
4	Bairro Boa Vista, Residencial Tita Rezende e o bairro Fabrício (em caso de emergência)
5	Abadia e Costa Telles I e a Avenida Orlando Rodrigues da Cunha.
6	Conjunto Alfredo Freire I, II e III, do Distrito Industrial I e dos bairros Pontal, Palmeiras, Dom Eduardo e Ilheia. Bairros Olinda, Grande Horizonte, Recanto das Torres, Universitário, Beija-flor I e II, Pacaembu, Morumbi, Dupark e Jardim Copacabana. Responsável pelo fornecimento de água a consumidores especiais, como as indústrias SEARA e DURATEX.
7	-
8	Parque das Américas, Jardim Induberaba, Dahma, Terra Nova, Recreio dos Bandeirantes e São Cristóvão
9	Vila Planalto, Conjunto Estrela da Vitória, Vila Ozanan, Vila Santa Maria e Conjunto Volta Grande.
10	Costa Telles II, São Vicente, São Geraldo, Jardim Maracanã, Recreio dos Bandeirantes e parte do Conjunto Cartafina. Conjuntos Chica Ferreira, Gameleira I, Jardim Metrôpole, Residencial Anita, Conquistinha, Conjunto Bento de Assis Vallim e Residencial Thiago e Jéssica.
11	Jardim Elza Amui I, II, III e IV, Penitenciária, Residencial Antônia Cândida, Antônio Barbosa, Bairro de Lourdes, Cidade Nova, Esplanada, Jardim Califórnia, Jardim Manhathán, José Bernardino I e II, José Barbosa, Mangueiras, Manoel Mendes, Maringá I e II, Mônica Cristina, Oneida Mendes, Residencial 2000, São José, Siriema, Terra Santa e parte da Vila Esperança.
12	Ozanan, Planalto, Morada Du Park, Jardim Copacabana, Chácaras Mariítas, Mário Franco e Jardim Morumbi.
13	José Vallim, Jardim Itália, Parque das Aroeiras, Jardim Metrôpole, Jardim Alvorada e novos lançamentos como o Uberaba Power Center, Residencial Rio de Janeiro I e II e Loteamento Antônio Caiado

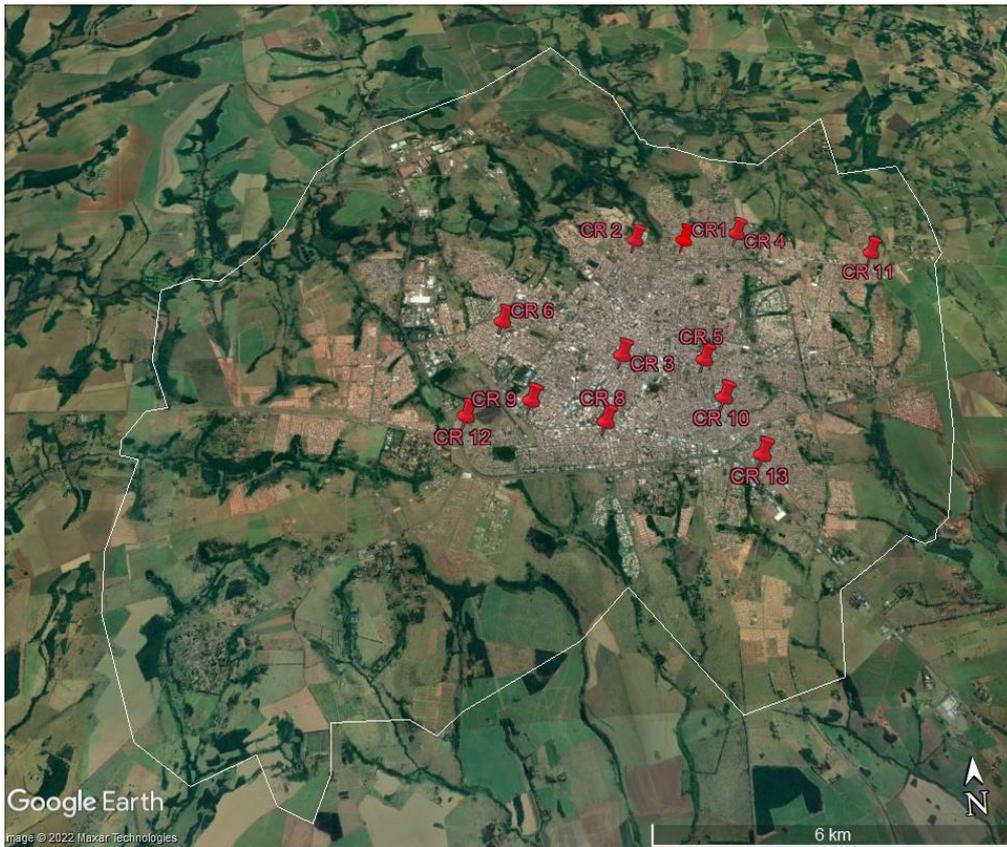


Figura 7.2 – Localização dos centros de reservação da cidade de Uberaba.

Para o abastecimento do município de Uberaba, a distribuição de água é feita a partir da comunicação dos centros de reservação com a ETA que está posicionada junto ao ponto CR1. Tem-se as vazões de entrada e saída de cada um dos centros de reservação (CR 02 ao CR 13), assim como o caminho percorrido pela água nas redes de abastecimento, a partir dos dados enviados pela CODAU. Vale ressaltar que todos os dados são referentes ao ano de 2021.

Tabela 7.3 – Vazões de entrada e saída dos centros de reservação instalados em Uberaba do ano de 2021

Reservatório CR02			
	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
Vazões de Entrada	01	ETA para CR2 (R2A)	74,33
	02	ETA para CR2 (R2B)	192,09
	Total	FIT 01 + FIT 02	248,15
Vazões de saída	03	CR2 (R2B) para Centro	93,32

04	CR2 Castelo para Nenê Gomes	9,08
05	CR2 Castelo para Espírito Santo	15,67
06	CR2 BBAS 1 e 2 para CR6 Metálico	0,84
Total	FIT 03 + FIT 04 + FIT 05 + FIT 06	20,09

Reservatório CR03

	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
Vazões de Entrada	01	CR2 (R2A) para CR3 (R3B)	1,73
	02	CR4 Castelo para CR3 (R3A/B)	87,42
	Total	FIT 01 + FIT 02	87,92
Vazões de saída	03	CR3 Castelo para Guilherme Ferreira	16,22
	04	CR3 (R3A) para Vila Maria Helena	2,64
	05	CR3 BBAS 2 e 3 para CR8 Castelo	47,8
Total	FIT 03 + FIT 04 + FIT 05	64,3	

Reservatório CR04

	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
Vazões de Entrada	01	ETA para CR4 (R4A)	37,73
	03	ETA para CR4 Castelo	72,58
	04	ETA para CR4 (R4B)	79,92
	Total	FIT 01 + FIT 03 + FIT 04	214,09
Vazões de saída	02	CR4 Metálico para CR11	66,81
	05	CR4 Castelo para Tita Rezende	0
	06	CR4 Castelo para Jd. Eldorado	12,94
	07	CR4 Catselo para Milton Campos	0
	08	CR4 Castelo para Rede após Viaduto Fepasa	10,88
	09	CR4 Castelo para R5B/R3AB/R6	9,69
	10	R4A/CR4 Castelo para Boa Vista	73,94
	11	R4B para Cirella	6,42
	12	CR4 BBAS para CR11 Metálico	91,74
	Total	FIT 02 + FIT 05 ao FIT 12	203,39
Vazão	13	CR4 BBAS para CR4 Castelo	55,67

Reservatório CR05

	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
Vazões de Entrada	01	ETA para CR5 (R5B)	79,78
	02	ETA, CR4 para CR5 (R5A)	8,34
	03	ETA, CR4 para CR5 (R5A)	-2,19
	Total	FIT 01 + FIT 02 + FIT 03	81,89
Vazões de saída	04	CR5 Castelo para Costa Telles 1	20,57
	05	CR5 Castelo para Abadia (Parte Alta)	27,32
	06	CR5 (R5B) para Abadia (Parte baixa)	19,33
	07	CR5 BBAS 1 e 2 para CR10 Metálico	130,58

16 3412 3995

contato@projetae.com
  /projetae | www.projetae.com

São Carlos – SP, Brasil

08	CR5 BBAS 7 e 8 para CR10 Metálico	72,46
09	CR5 BBAS 5 e 6 para CR13 Metálico	24
Total	FIT 02 + FIT 05 ao FIT 12	264,09

Reservatório CR06

	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
Vazões de Entrada	01	ETA para CR6 Metálico	102,1
	02	ETA/C4 para R6B	42,16
	03	ETA para C4 Castelo, (R5B), (R6B)	48,5
	04	CR2 BBAS 3 e 4 para CR8 - CR9 Metálico	-2,13
	05	CR2 BBAS 3 e 4 para CR6 Metálico	44,39
	12	CR6 Poço para CR6 (R6 A/B)	27,41
	Total	FIT 01 ao FIT 05 + FIT 12	214,11
Vazões de saída	06	CR6 Castelo para Grande Horizonte	8,12
	07	CR6 Castelo para Bairro Olinda	19,4
	08	CR6 Castelo para Bairro Universitário	22,24
	09	CR6 Castelo para Bairro Beija Flor	64,37
	10	CR6 BBAs 5 e 6 para CR9 Castelo	60,12
	11	CR6 (R6B) Bifurcação para Distrito Industrial	-3,69
	13	CR6 BBAS 1 e 2 para CR9 Metálico	103,75
Total	FIT 06 ao FIY 11 + FIT 13	278,09	

Reservatório CR08C

	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
Vazões de Entrada	03	CR3 BBAS para CR8 Castelo	140,7
Vazões de saída	02	CR8 Castelo para Polônio Sales	1,29
	03	CR8 Castelo para Volta Grande	1,28
	04	CR8 Castelo para AV. João XXIII	1,28
	05	CR8 Castelo para Pq. Das Américas	3,81
	Total	FIT 02 ao Fit 05	4,19

Reservatório CR08M

	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
Vazões de Entrada	03	CR6 para CR8 Metálico	52,79
Vazões de saída	01	CR8 Metálico para Dhamas	12,8
	02	CR8 Metálico ara Jd. Induberaba	12,46
	04	CR8 Metálico para CR8 Castelo	69,59
	Total	FIT 01 + FIT 02 + FIT 04	96,13

Reservatório CR09

	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
--	------------------------	---------	-------------

	01	CR6 BBAs para CR9 Castelo	-4,74
Vazões de Entrada	02	CR6 BBAs 1 e 2 para CR9 Metálico	46,6
	Total	FIT 01 + FIT 02	43,3
	03	CR9 Castelo para Vila Planalto	1,59
Vazões de saída	04	CR9 Castelo para Vila Santa Maria	37,8
	Total	FIT 03 + FIT 04	39,51
	Vazão	05	CR9 BBAS para CR9 Castelo

Reservatório CR10

	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
Vazões de Entrada	01	CR5 BBAS para CR10 Metálico	95,39
	02	CR10 poço para CR10 Metálico	41,37
	Total	FIT 01 + FIT 02	62,79
Vazões de saída	03	CR10 Castelo para Costa Telles 2	90,84
	04	CR10 Castelo para Valim 1 e 2	46,34
	06	CR10 Metálico para Abatê	7,64
	Total	FIT 03 + FIT 04 + FIT 06	110,95
Vazão	05	CR10 BBAS para CR10 Castelo	35,28

Reservatório CR11

	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
Vazões de Entrada	01	CR4 BBAS 1 e 2 para CR11 Metálico	82,03
	02	CR11 poço para CR11 Castelo	23,63
	03	CR11 poço para CR11 Metálico	22,02
	Total	FIT 01 + FIT 02 + FIT 03	65,96

Reservatório CR12

	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
Vazões de Entrada	01	CR6 Metálico para CR12 Metálico	11,11
	Total	FIT 01	11,37

Reservatório CR13

	Medidor de vazão (FIT)	Caminho	Média (L/s)
Vazões de Saída	01	CR13 Metálico Saída 1	23,28
	02	CR13 Metálico Saída 2	0
	03	CR13 Metálico Saída 3	1,13
	Total	FIT 01 + FIT 02 + FIT 03	35,29

A área de abrangência dos CRs é apresentada a seguir, com a avaliação da distribuição de cada Reservatório individualmente.

7.1 CR 01



Figura 7.3 – Localização do CR 01



Figura 7.4 – Área de abastecimento da ETA

O CR 01 encontra-se instalado na área da ETA de Uberaba (ETAs 1 e 2), não há reservação, apenas o encaminhamento de água tratada para os demais reservatórios (CR 02, CR3, CR 04, CR5 e CR 06).

A área destacada em azul delimita a região que recebe abastecimento diretamente da ETA.

7.2 CR 02

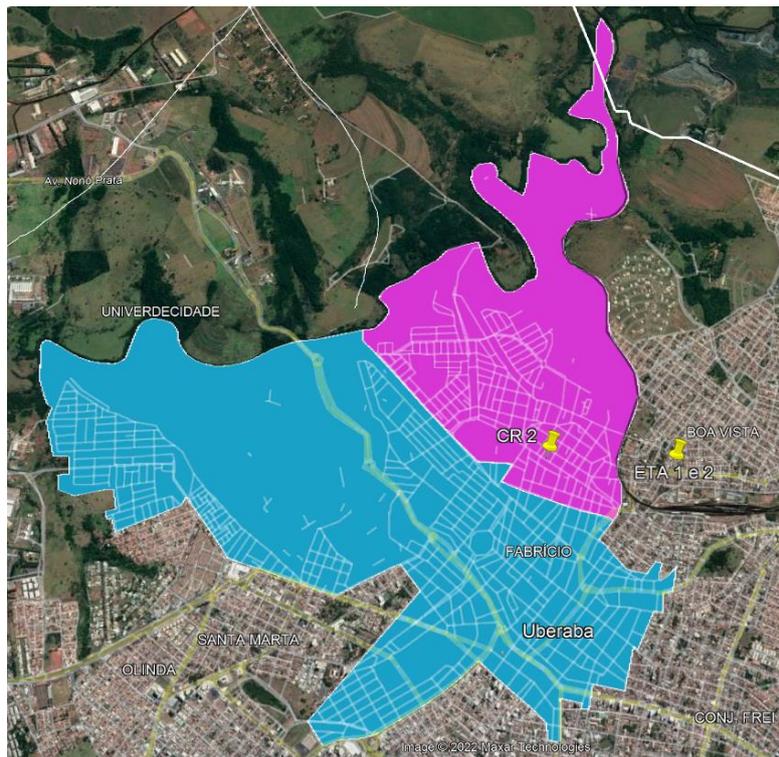


Figura 7.5 – Localização e abrangência do CR 02

O CR 02 encontra-se instalado na Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) Fabrício, próximo à ETA, de forma que abastece a região de abrangência apresentada, a qual inclui os bairros: Centro, bairros Fabrício, São Benedito e Mercês, Residencial Nenê Gomes, Residencial Monte Castelo e Jardim Espírito Santo. A área em rosa é abastecida pelo reservatório elevado C 02, e a área em azul é abastecida pelo reservatório apoiado B 02 (semienterrado).

O documento que referencia as áreas de abrangência dos reservatórios fornecido pela CODAU é o documento "Abrangencia_crs".

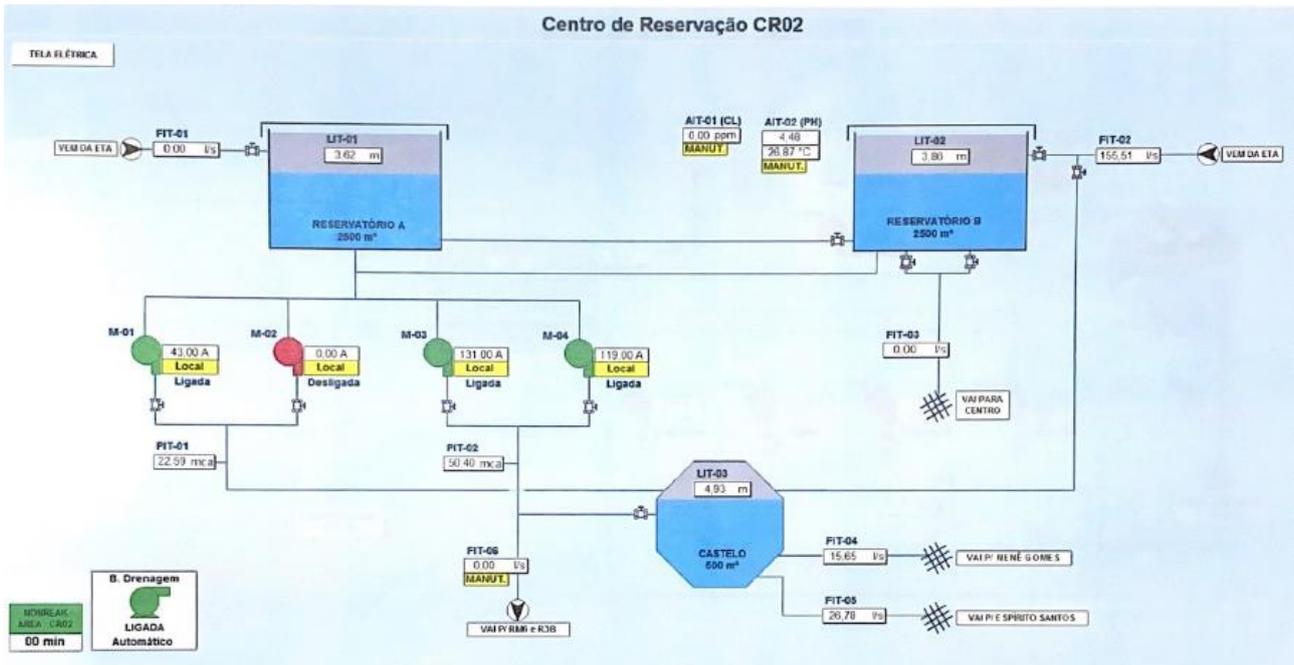


Figura 7.6 – Fluxograma do centro de reservação CR02

O centro de reservação CR 02 possui dois reservatórios semienterrados (A e B), cada um com capacidade para 2500 m³, e um reservatório elevado (castelo) com capacidade de 500 m³. Os reservatórios A e B recebem água da ETA e são interligados entre si. O reservatório A encaminha a água para o centro de reservação CR 06 por meio de um conjunto motobomba (1 + 1R), sendo M-03 e M-04. O conjunto M-01 e M-02 recalca água para o abastecimento do reservatório castelo. O reservatório B, por sua vez, encaminha a água para o centro, enquanto o reservatório elevado encaminha para os bairros Nenê Gomes e Espírito Santo, ambos por sistema gravitacional.

Tabela 7.4 – Cotas e pressões do CR 02

CR	Tipo	Cota CR Terreno (m)	Nível Reserv. (m)	Nível mín. Reserv. (m)	Nível máx. Reserv. (m)	Cota Ponto mais baixo (m)	Cota Ponto mais alto (m)	Maior pressão (mca)	Menor pressão (mca)
02	CASTELO (ELEVADO)	803,0	7,3	821,4	828,7	740,0	803,0	88,7	18,4
02	RESERVATÓRIO APOIADO (B)	803,0	4,0	803,0	807,0	702,0	790,0	105,0	13,0

O nível do reservatório está referenciado pelas cotas topográficas fornecidas pela CODAU (arquivo: CURVASNIVEL; disponibilizado em abril de 2022), além da compatibilização com a base de dados do Google Earth.

De acordo com a NBR 12.218 / 1994, os limites de pressões devem ser de no mínimo 10 mca para pressão dinâmica e 50 mca como pressão máxima estática na rede. A pressão estática é definida como a pressão em determinado ponto da rede, em consumo nulo; a pressão dinâmica como pressão em um ponto de consumo não nulo. Os limites de pressões são importantes para garantir o abastecimento em todos os pontos da rede (pressão mínima), assim como evitar o vazamento ou rompimento de tubulações (pressão máxima).

Como os dados fornecidos proporcionam análise apenas em relação a topografia, as pressões são consideradas como estáticas.

Verifica-se que o Reservatório elevado e apoiado (B) atendem de forma satisfatória sua área de abastecimento, com pressões mínimas adequadas em relação aos intervalos recomendados, e máximas acima da norma.

Cabe ressaltar a efetividade da setorização, entre área de abastecimento do reservatório castelo e dos reservatórios semienterrados ou apoiados, uma vez que se há interligação da rede em toda a malha urbana, fica reduzido a real setorização do abastecimento de acordo com as áreas em destaque pela abrangência dos CRs. Dessa maneira podem ocorrer contrafluxos, além de sobrecarregar um dos sistemas (principalmente o castelo).

Uma alternativa que pode contribuir para redução das sobrepressões (acima de 50 mca), é a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP), para alívio de pressões acima do recomendado. Devem ser verificadas em modelagem.

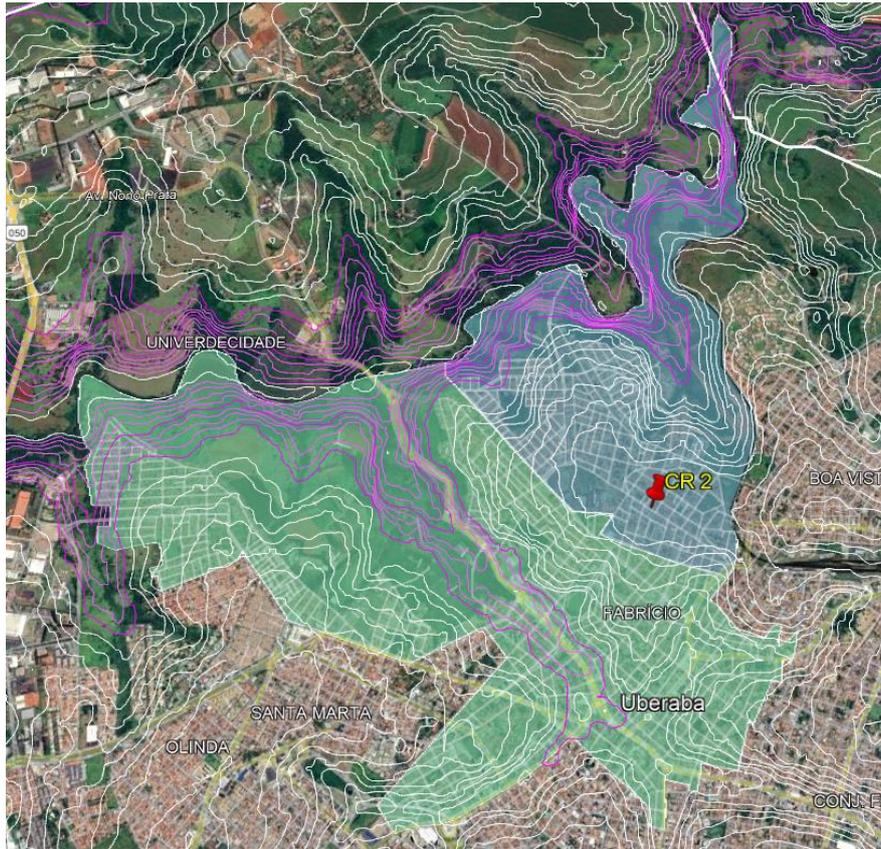


Figura 7.7 – Área de sobrepressão

As curvas de nível em rosa identificam as regiões de sobrepressão (acima de 50 mca) em relação a ao CR 02. Existem poucas áreas urbanizadas que estão em sobrepressão, com maior área sem habitação. Vale a consideração de avaliação em modelagem, da setorização e uso de VRP.



Figura 7.8 – Reservatório elevado do CR2



Figura 7.9 – Reservatórios semienterrados do CR2



Figura 7.10 – Casa de bombas do CR2

7.3 CR 03

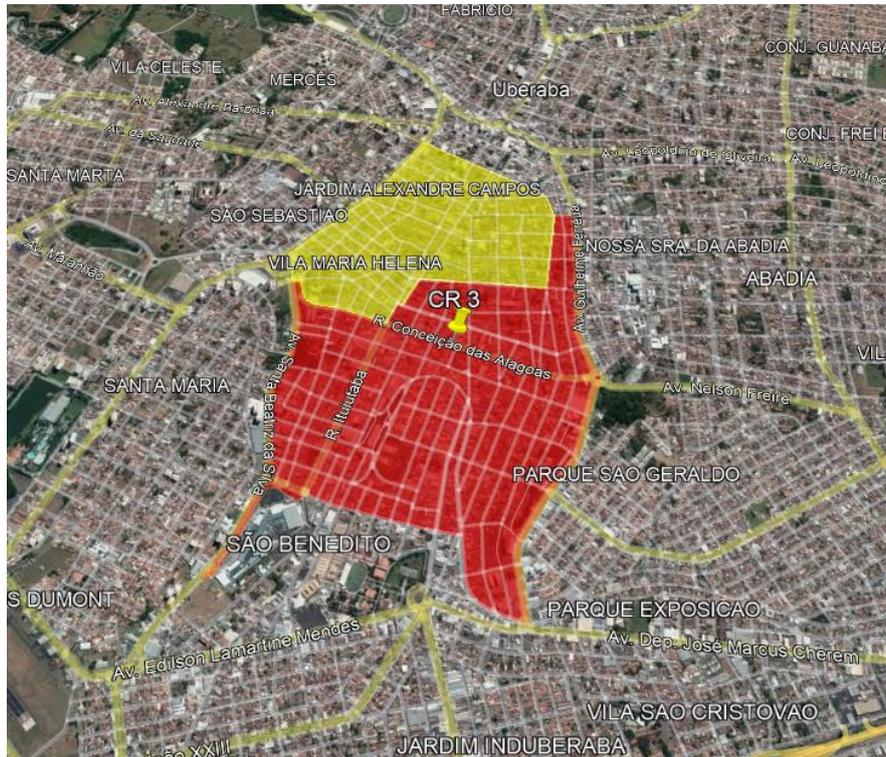


Figura 7.11 – Localização e abrangência do CR 03

O CR 03 encontra-se instalado nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) Centro e São Benedito, de forma que abastece a região de abrangência apresentada, a qual inclui os bairros: Jardim Alexandre Campos e Vila Maria Helena, além de abastecer a região das ruas José de Alencar até a rua Paulo Pontes e rua Duque de Caxias. Também abastece a Avenida Apolônio Sales, Avenida Guilherme Ferreira e Avenida Santa Beatriz. A área em amarelo é abastecida pelo reservatório elevado C 03, e a área em azul é abastecida pelo reservatório apoiado R 03 (semienterrado).

O documento que referencia as áreas de abrangência dos reservatórios fornecido pela CODAU é o documento "Abrangencia_crs".

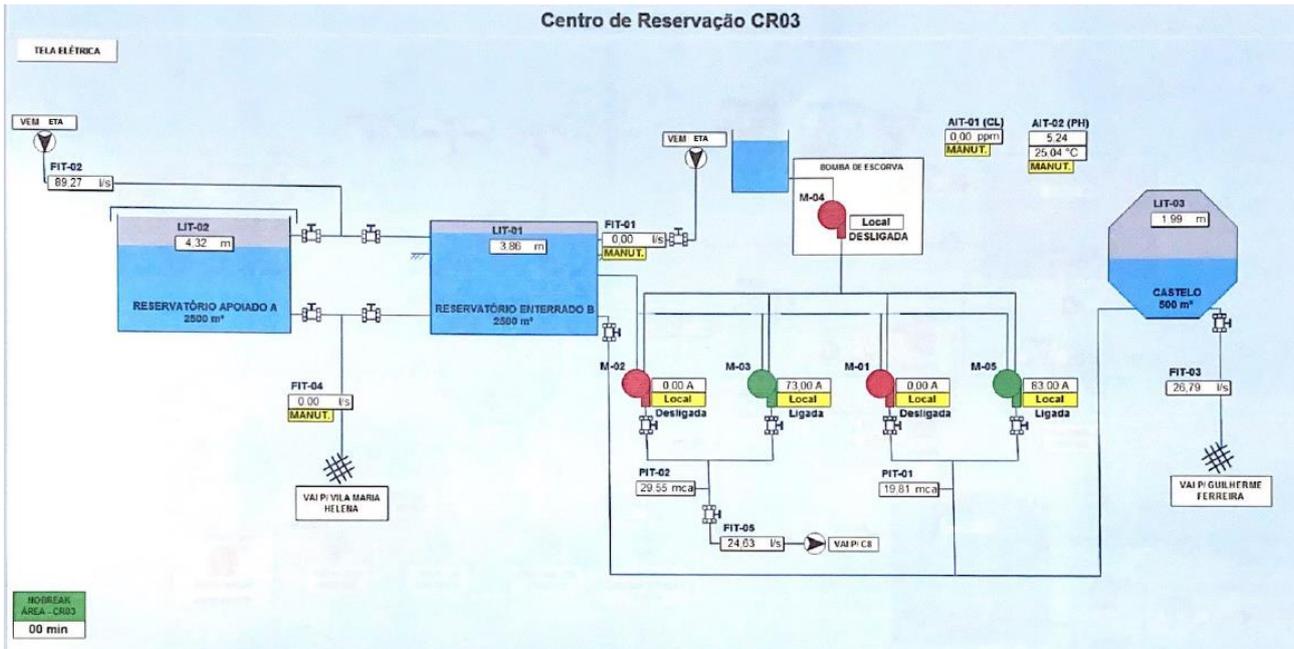


Figura 7.12 – Fluxograma do centro de reservação CR03

O centro de reservação CR 03 possui um reservatório apoiado (R3A) com capacidade de 2500 m³, um reservatório enterrado (R3B) com capacidade de 2500 m³ e um reservatório elevado (castelo) com capacidade de 500 m³. O R3A e R3B são abastecidos pela ETA. O reservatório R3A abastece a Vila Maria Helena, enquanto o reservatório R3B abastece o centro de reservação CR8 por meio de um conjunto motobomba (1 + 1R), sendo M-02 e M-03. O reservatório castelo, por sua vez, abastece a Avenida Guilherme Ferreira por sistema gravitacional e é abastecido por um conjunto motobomba (1 + 1R), sendo M-01 e M-05.

Tabela 7.5 – Cotas e pressões do CR 03

CR	Tipo	Cota CR Terreno (m)	Nível Reserv. (m)	Nível mín. Reserv. (m)	Nível máx. Reserv. (m)	Cota Ponto mais baixo (m)	Cota Ponto mais alto (m)	Maior pressão (mca)	Menor pressão (mca)
03	CASTELO (ELEVADO)	795,0	6,4	811,2	817,6	760,0	795,0	57,6	16,2
03	RESERVATÓRIO APOIADO (A)	795,0	5,0	795,0	800,0	760,0	785,0	40,0	10,0
03	RESERVATÓRIO ENTERRADO (B)	795	4,50	790,50	795,0	760	776	35,0	14,5

O nível do reservatório está referenciado pelas cotas topográficas fornecidas pela CODAU (arquivo: CURVASNIVEL; disponibilizado em abril de 2022), além da compatibilização com a base de dados do Google Earth.

De acordo com a NBR 12.218 / 1994, os limites de pressões devem ser de no mínimo 10 mca para pressão dinâmica e 50 mca como pressão máxima estática na rede. A pressão estática é definida como a pressão em determinado ponto da rede, em consumo nulo; a pressão dinâmica como pressão em um ponto de consumo não nulo. Os limites de pressões são importantes para garantir o abastecimento em todos os pontos da rede (pressão mínima), assim como evitar o vazamento ou rompimento de tubulações (pressão máxima).

Como os dados fornecidos proporcionam análise apenas em relação a topografia, as pressões são consideradas como estáticas.

Verifica-se que o Reservatório elevado atende de forma satisfatória sua área de abastecimento, com pressões mínimas adequadas em relação aos intervalos recomendados, e máximas acima da norma. Os reservatórios apoiado e enterrado atendem de forma satisfatória sua área de abastecimento, com pressões mínimas e máximas adequadas.

Cabe ressaltar a efetividade da setorização, entre área de abastecimento do reservatório castelo e dos reservatórios semienterrados ou apoiados, uma vez que se há interligação da rede em toda a malha urbana, fica reduzido a real setorização do abastecimento de acordo com as áreas em destaque pela abrangência dos CRs. Dessa maneira podem ocorrer contrafluxos, além de sobrecarregar um dos sistemas (principalmente o castelo).

Uma alternativa que pode contribuir para redução das sobrepressões (acima de 50 mca), é a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP), para alívio de pressões acima do recomendado. Devem ser verificadas em modelagem.



Figura 7.13 – Área de sobrepressão

As curvas de nível em rosa identificam as regiões de sobrepressão (acima de 50 mca) em relação a ao CR 03. Para a área de abrangência do CR 03, pontos de sobrepressão ocorrem ao final da área de abastecimento, em relação ao nível máximo do castelo; assim a maior área está dentro limites de pressão em norma. Vale a consideração de avaliação em modelagem, da setorização e uso de VRP.



Figura 7.14 – Reservatório elevado e enterrado do CR3



Figura 7.15 – Reservatórios enterrado e semienterrado do CR3



Figura 7.16 – Casa de bombas do CR3

7.4 CR 04

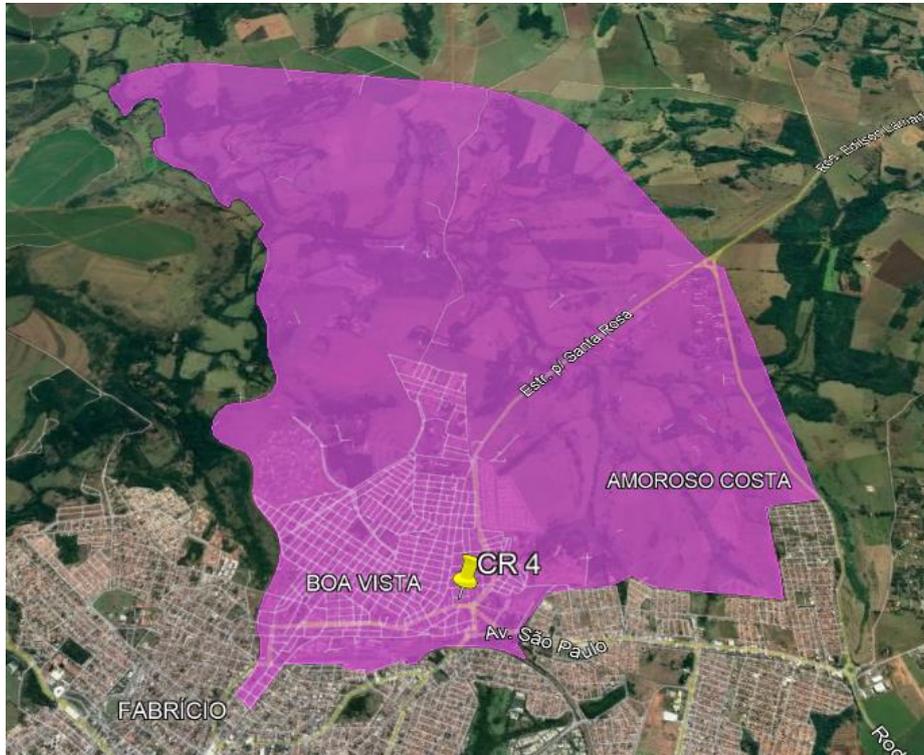


Figura 7.17 – Localização e abrangência do CR 04

O CR 04 encontra-se instalado nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) Boa Vista, Lageado, APA Norte e parte de Fabrício e Esperança, de forma que abastece a região de abrangência apresentada, a qual inclui os bairros: Boa Vista, Jardim Eldorado e Residencial Tita Rezende. A área destacada é abastecida pelo reservatório elevado C 04.

O documento que referencia as áreas de abrangência dos reservatórios fornecido pela CODAU é o documento "Abrangencia_crs".

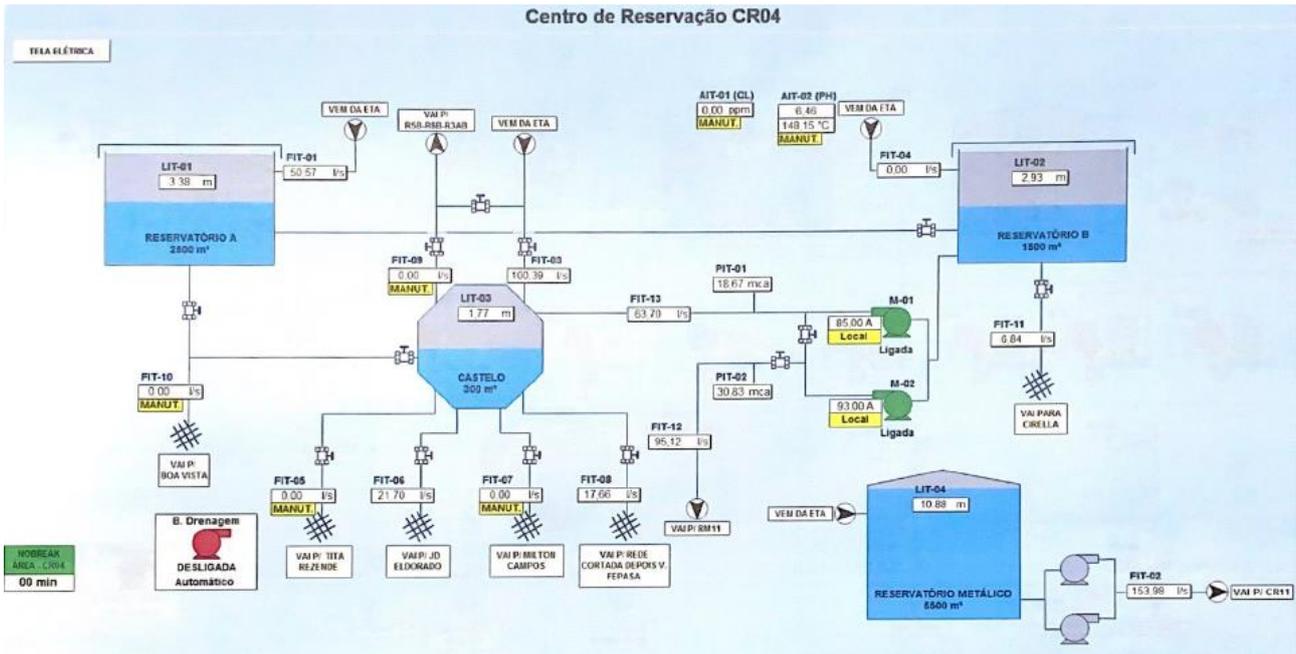


Figura 7.18 – Fluxograma do centro de reservação CR04

O centro de reservação CR 04 possui dois reservatórios semienterrados (R4A e R4B), um com capacidade de 1500 m³ e outro com 2500 m³. Além disso, possui um reservatório elevado (castelo) com capacidade de 300 m³ e um reservatório metálico com capacidade para 5500 m³. O R4A recebe água diretamente da ETA e, por sistema gravitacional, abastece o bairro de Boa Vista e o reservatório elevado do próprio centro de reservação.

O R4B, assim como o R4A, recebe água diretamente da ETA e abastece o condomínio residencial Cirela. Ambos são interligados entre si. O R4B, por meio de um conjunto motobomba (1 + 1R) sendo M-01 e M-02, abastecem o reservatório metálico do CR11 (RM11) e o reservatório elevado do próprio centro de reservação. O reservatório elevado, por sua vez, recebe água das bombas do próprio centro de reservação, e abastece por meio de sistema gravitacional: Tita Rezende, Jardim Eldorado, Milton Campos e reservatórios R5B, R6B e R3AB. Por fim, o reservatório metálico recebe água diretamente da ETA e a encaminha para o centro de reservação CR11 por meio de conjunto motobomba.

Tabela 7.6 – Cotas e pressões do CR 04

CR	Tipo	Cota CR Terreno (m)	Nível Reserv. (m)	Nível mín. Reserv. (m)	Nível máx. Reserv. (m)	Cota Ponto mais baixo (m)	Cota Ponto mais alto (m)	Maior pressão (mca)	Menor pressão (mca)
04	CASTELO (ELEVADO)	828,0	3,1	843,7	846,8	733,0	829,0	113,8	14,7

O nível do reservatório está referenciado pelas cotas topográficas fornecidas pela CODAU (arquivo: CURVASNIVEL; disponibilizado em abril de 2022), além da compatibilização com a base de dados do Google Earth.

De acordo com a NBR 12.218 / 1994, os limites de pressões devem ser de no mínimo 10 mca para pressão dinâmica e 50 mca como pressão máxima estática na rede. A pressão estática é definida como a pressão em determinado ponto da rede, em consumo nulo; a pressão dinâmica como pressão em um ponto de consumo não nulo. Os limites de pressões são importantes para garantir o abastecimento em todos os pontos da rede (pressão mínima), assim como evitar o vazamento ou rompimento de tubulações (pressão máxima).

Como os dados fornecidos proporcionam análise apenas em relação a topografia, as pressões são consideradas como estáticas.

Verifica-se que o Reservatório elevado atende de forma satisfatória sua área de abastecimento, com pressões mínimas adequadas em relação aos intervalos recomendados, e máximas acima da norma. De acordo com o documento "Abrangencia_crs", a área do CR4 é totalmente abastecida pelo Castelo. Vale a confirmação sobre o atendimento dos bairros pelos reservatórios semienterrados.

Cabe ressaltar a efetividade da setorização, entre área de abastecimento do reservatório castelo e dos reservatórios semienterrados ou apoiados, uma vez que se há interligação da rede em toda a malha urbana, fica reduzido a real setorização do abastecimento de acordo com as áreas em destaque pela abrangência dos CRs. Dessa maneira podem ocorrer contrafluxos, além de sobrecarregar um dos sistemas (principalmente o castelo).

Uma alternativa que pode contribuir para redução das sobrepressões (acima de 50 mca), é a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP), para alívio de pressões acima do recomendado. Devem ser verificadas em modelagem.

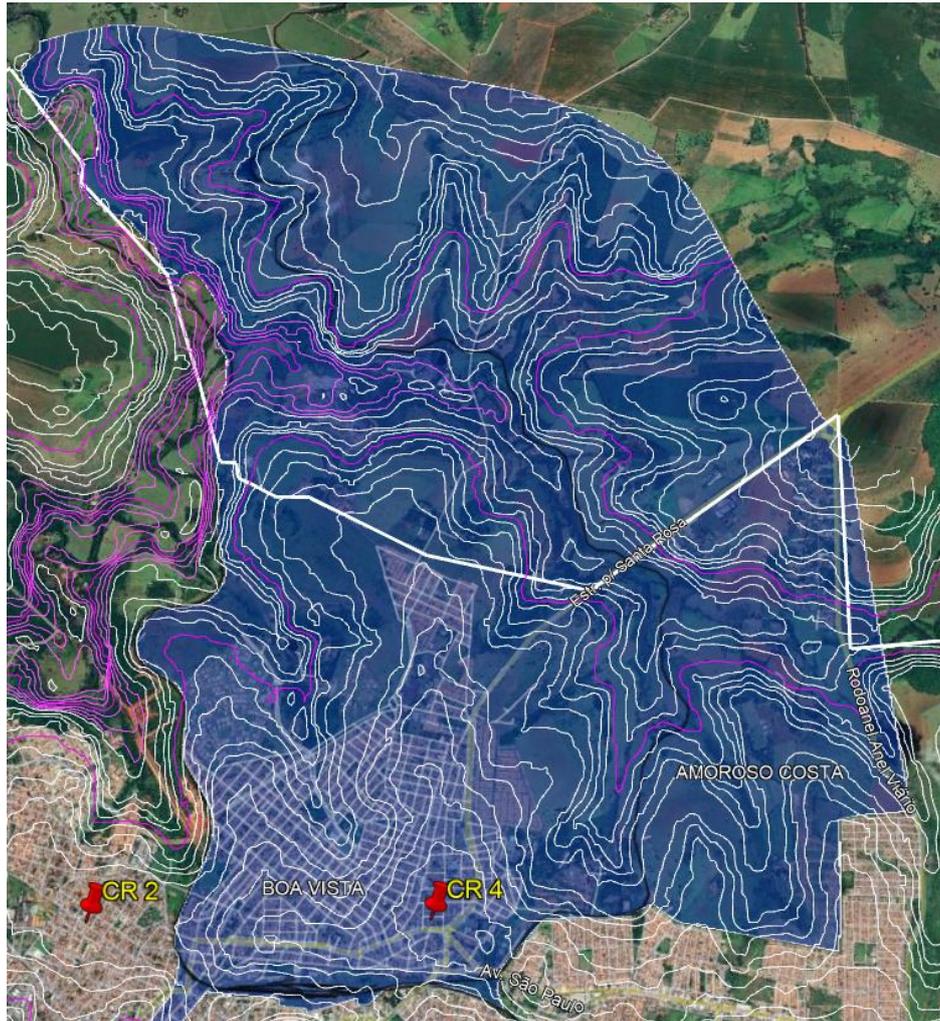


Figura 7.19 – Área de sobrepressão

As curvas de nível em rosa identificam as regiões de sobrepressão (acima de 50 mca) em relação a ao CR 04. Existem poucas áreas urbanizadas que estão em sobrepressão, com maior área sem habitação. Vale a avaliação em modelagem, e uso de VRP.



Figura 7.20 – Reservatório elevado do CR4



Figura 7.21 – Reservatórios semienterrados do CR4



Figura 7.22 – Reservatório metálico apoiado do CR4



Figura 7.23 – Casa de bombas do CR4

7.5 CR 05

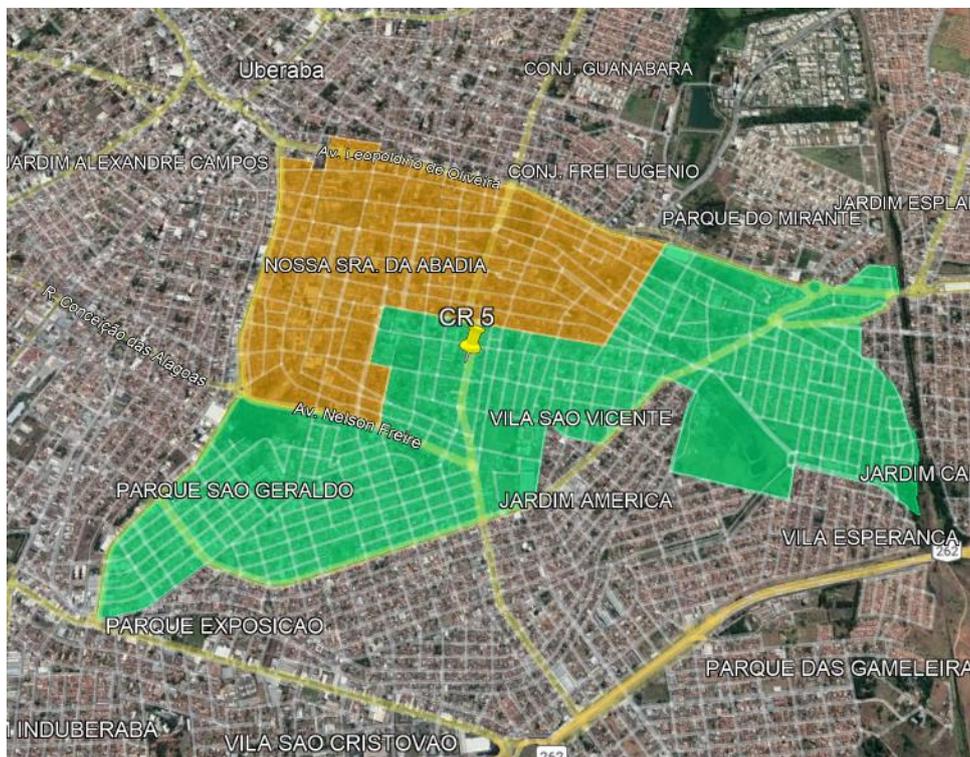


Figura 7.24 – Localização e abrangência do CR 05

O CR 05 encontra-se instalado nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) Leblon, Costa Teles e Abadia, de forma que abastece a região de abrangência apresentada, a qual inclui os bairros: Abadia, Costa Teles I e Parque São Geraldo, além de abastecer a Avenida Orlando Rodrigues da Cunha. A área em laranja é abastecida pelos reservatórios semienterrados (R 05) enquanto a área em verde é abastecida pelo reservatório elevado (C 05).

O documento que referencia as áreas de abrangência dos reservatórios fornecido pela CODAU é o documento "Abrangencia_crs".

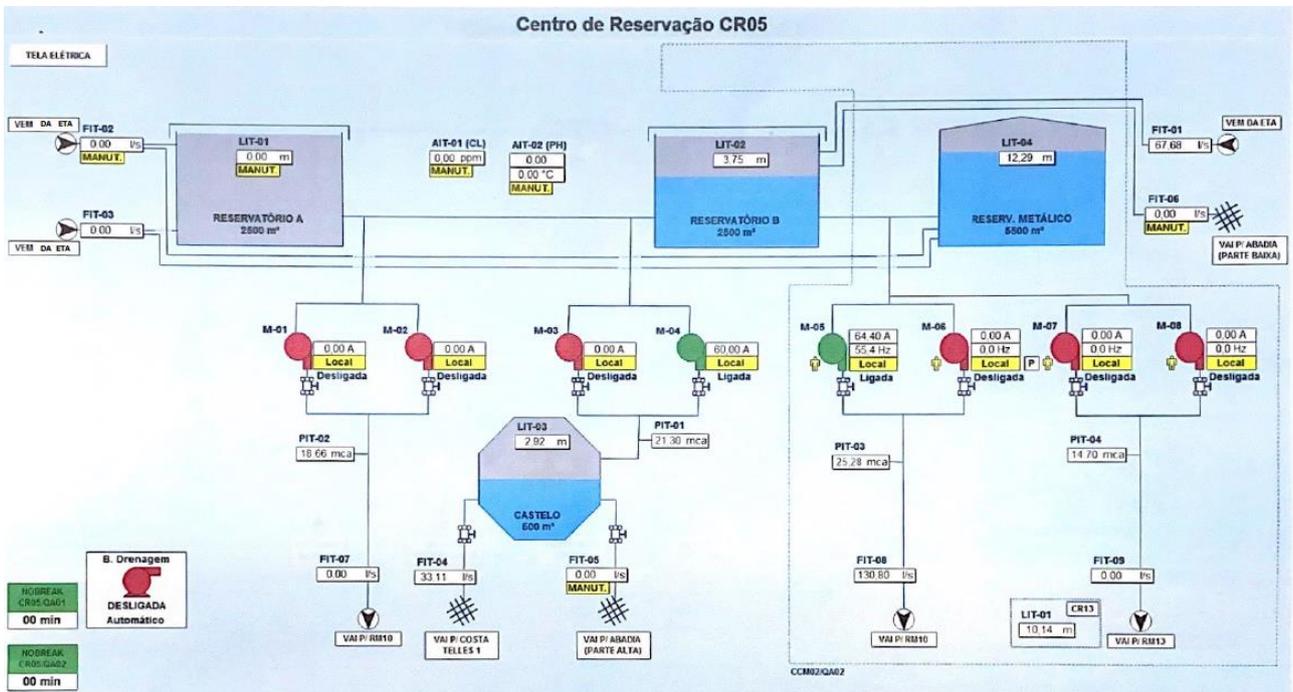


Figura 7.25 – Fluxograma do centro de reservaçao CR05

O centro de reservaçao CR 05 possui dois reservat6rios semienterrados (R5A e R5B), ambos com capacidade de 2500 m³. Al6m disso, possui um reservat6rio elevado (castelo) com capacidade de 500 m³ e um reservat6rio met6lico com capacidade para 5500 m³.

O R5A recebe 6gua da ETA e possui conex6o com o R5B. Os R5A e R5B, por meio de um conjunto motor bomba (1 + 1R) sendo M-01 e M-02, abastecem o reservat6rio met6lico RM10 e, por meio de outro conjunto motor bomba (1 + 1R) sendo M-03 e M-04, abastecem o reservat6rio elevado do pr6prio centro de reservaçao.

O R5B recebe 6gua diretamente da ETA e abastece a parte baixa do bairro de Abadia por meio de sistema gravitacional. O RM05 recebe 6gua da ETA, sendo independente em relaçao aos reservat6rios semienterrados. O R5B e o RM05, por meio de dois conjuntos motor bomba (1 + 1R), abastecem o RM10 (M-05 e M-06) e o RM13 (M-07 e M-08). O reservat6rio castelo, por sua vez, abastece o bairro de Costa de Teles 1 e a parte alta do bairro de Abadia.

Tabela 7.7 – Cotas e pressões do CR 05

CR	Tipo	Cota CR Terreno (m)	Nível Reserv. (m)	Nível mín. Reserv. (m)	Nível máx. Reserv. (m)	Cota Ponto mais baixo (m)	Cota Ponto mais alto (m)	Maior pressão (mca)	Menor pressão (mca)
05	CASTELO (ELEVADO)	815,0	6,0	836,2	842,2	775,0	815,0	67,2	21,2
05	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (A)	815,0	5,0	815,0	820,0	764,0	805,0	56,0	10,0
05	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (B)	815,0	5,0	815,0	820,0	764,0	805,0	56,0	10,0

O nível do reservatório está referenciado pelas cotas topográficas fornecidas pela CODAU (arquivo: CURVASNIVEL; disponibilizado em abril de 2022), além da compatibilização com a base de dados do Google Earth.

De acordo com a NBR 12.218 / 1994, os limites de pressões devem ser de no mínimo 10 mca para pressão dinâmica e 50 mca como pressão máxima estática na rede. A pressão estática é definida como a pressão em determinado ponto da rede, em consumo nulo; a pressão dinâmica como pressão em um ponto de consumo não nulo.

Como os dados fornecidos proporcionam análise apenas em relação a topografia, as pressões são consideradas como estáticas.

Verifica-se que o Reservatório elevado e semienterrados atendem de forma satisfatória sua área de abastecimento, com pressões mínimas adequadas em relação aos intervalos recomendados, e máximas acima da norma.

Cabe ressaltar a efetividade da setorização, entre área de abastecimento do reservatório castelo e dos reservatórios semienterrados ou apoiados, uma vez que se há interligação da rede em toda a malha urbana, fica reduzido a real setorização do abastecimento de acordo com as áreas em destaque pela abrangência dos CRs. Dessa maneira podem ocorrer contrafluxos, além de sobrecarregar um dos sistemas (principalmente o castelo).

Uma alternativa que pode contribuir para redução das sobrepressões (acima de 50 mca), é a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP), para alívio de pressões acima do recomendado. Devem ser verificadas em modelagem.

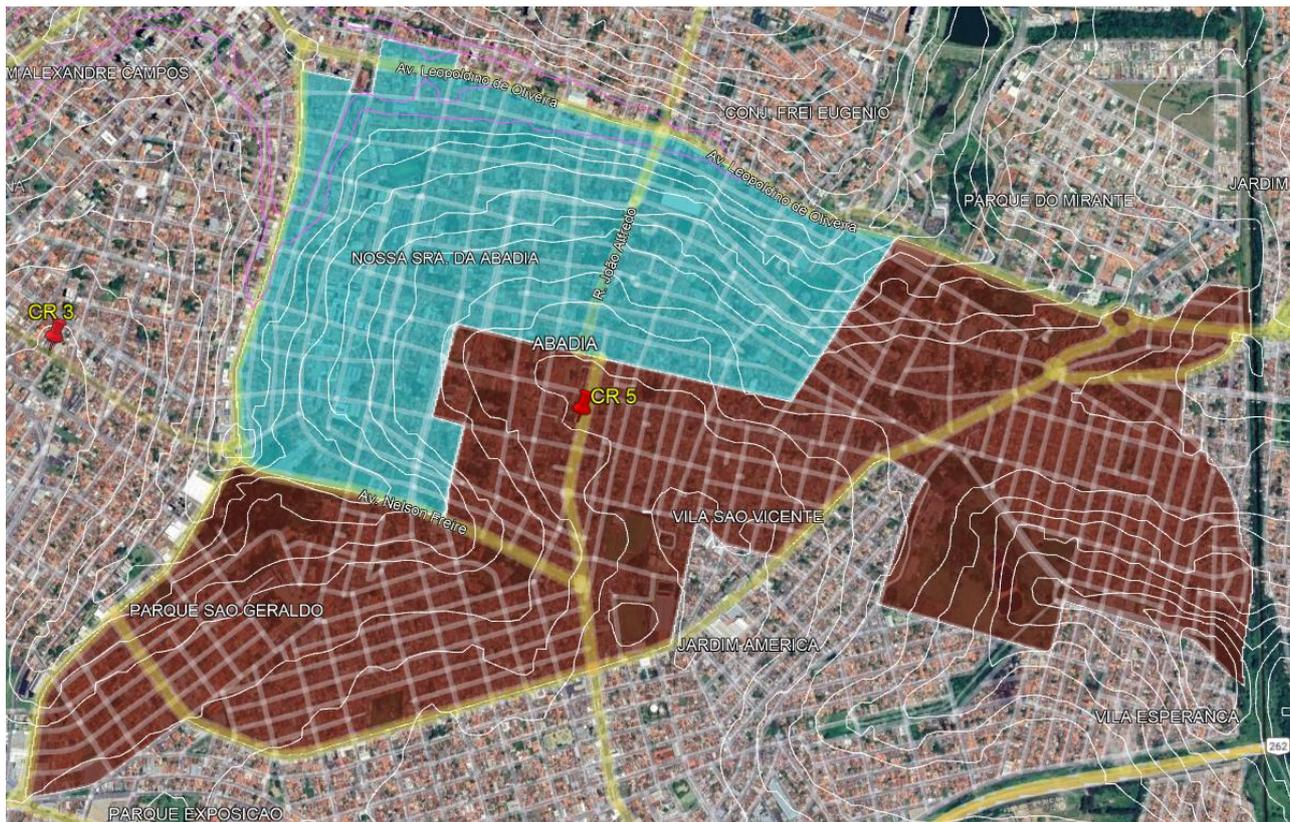


Figura 7.26 – Área de sobrepressão

As curvas de nível em rosa identificam as regiões de sobrepressão (acima de 50 mca) em relação a ao CR 05. Existem poucas áreas urbanizadas que estão em sobrepressão, com maior área dentro do limite de pressão estática. Vale a avaliação em modelagem, e uso de VRP.



Figura 7.27 – Reservatório metálico apoiado do CR5



Figura 7.28 – Reservatório elevado e semienterrados do CR5



Figura 7.29 – Reservatório semienterrado e casa de bombas (à esquerda)

7.6 CR 06

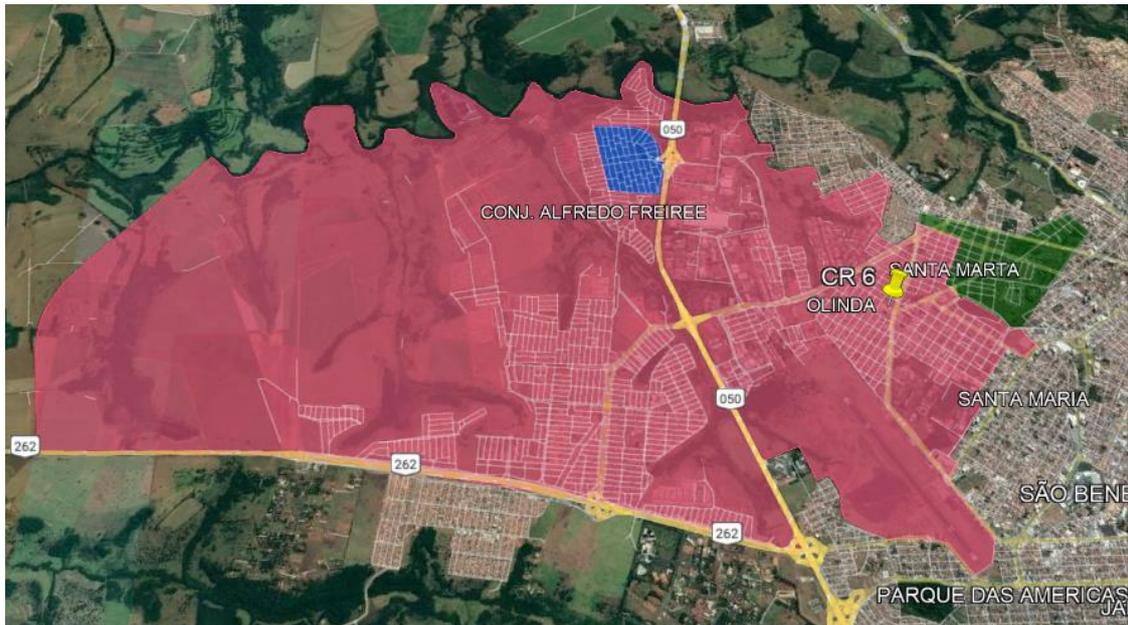


Figura 7.30 – Localização e abrangência do CR 06

O CR 06 encontra-se instalado nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) Marajó, Morumbi, Aeroporto, Santa Maria, mercês, Grande Horizonte, Distrito Industrial I e Alfredo Freire, de forma que abastece a região de abrangência apresentada, a qual inclui os bairros: Conjunto Alfredo Freire I, II e III, Distrito Industrial I, Pontal, Palmeiras, Dom Eduardo, Ilheia, Olinda, Grande Horizonte, Recanto das Torres, Universitário, Beija-flor I e II, Pacaembu, Morumbi, Dupark e Jardim Copacabana. As áreas em verde e azul são abastecidas pelos reservatórios semienterrados (R 06) enquanto a área em rosa é abastecida pelo reservatório elevado (C 06).

O documento que referencia as áreas de abrangência dos reservatórios fornecido pela CODAU é o documento "Abrangencia_crs".

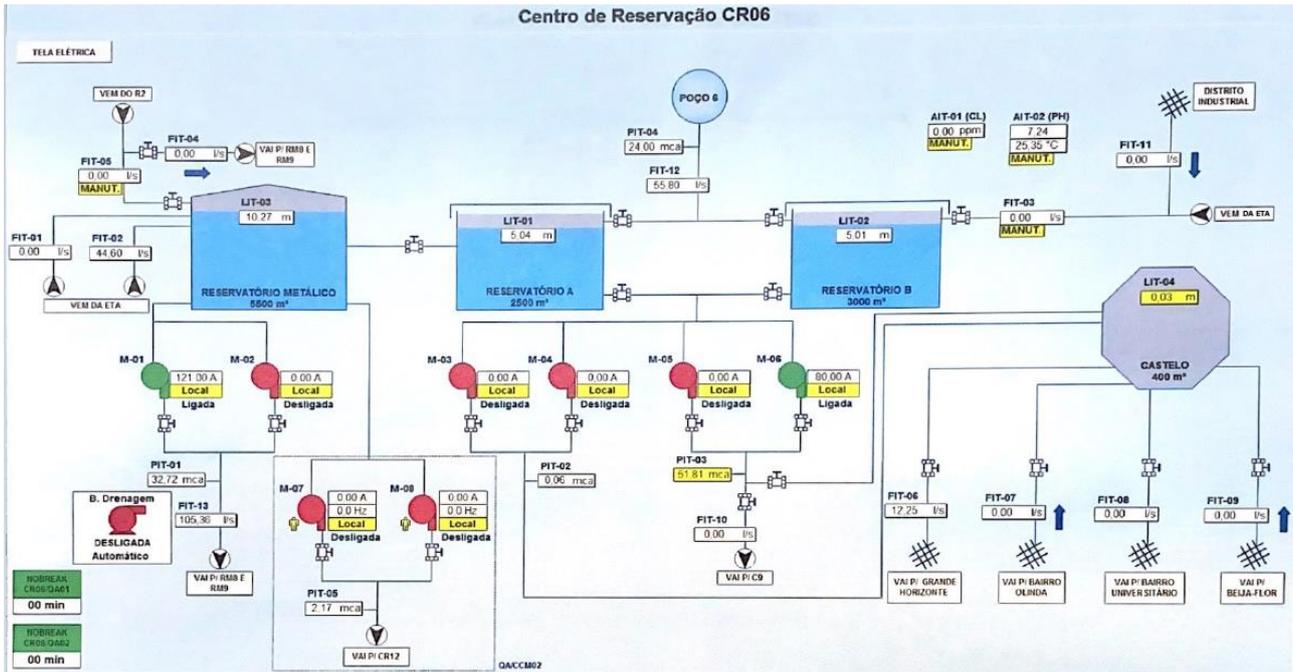


Figura 7.31 – Fluxograma do centro de reservação CR06

O centro de reservação CR 06 possui dois reservatórios semienterrados (R6A e R6B), com capacidade de 2500 m³ e 3000 m³, respectivamente. Além disso, possui um reservatório elevado (castelo) com capacidade de 400 m³ e um reservatório metálico com capacidade para 5500 m³. O R6B recebe água da ETA, é interligado com o R6A e ambos recebem água do poço, por meio de dois conjuntos motor bomba (1 + 1 R), abastecem o C9 e o reservatório castelo do próprio centro de reservação. O C9 é abastecido pelo conjunto motor bomba M-05 e M-06 enquanto o castelo é abastecido pelo conjunto M-03 e M-04 e M-05 e M-06. O reservatório castelo, por sua vez, abastece os bairros: Grande Horizonte, Olinda, Universitário e Beija Flor. O reservatório metálico apoiado recebe água diretamente da ETA e do R2, sendo interligado com o R6A. Abastece por meio do conjunto motor bomba (1 + 1 R) M-01 e M-02 os reservatórios RM8 e RM9; por meio de outro conjunto motor bomba (1 + 1R), sendo M-07 e M-09, abastece o centro de reservação 12.

Tabela 7.8 – Cotas e pressões do CR 06

CR	Tipo	Cota CR Terreno (m)	Nível Reserv. (m)	Nível mín. Reserv. (m)	Nível máx. Reserv. (m)	Cota Ponto mais baixo (m)	Cota Ponto mais alto (m)	Maior pressão (mca)	Menor pressão (mca)
06	CASTELO (ELEVADO)	805,0	3,8	820,0	823,8	705,0	805,0	118,8	15,0
06	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (B)	805,0	5,9	805,0	810,9	750,0	765,0	60,9	40,0
06	RESERVATÓRIO SEMIENTERRADO (A)	805,0	7,8	805,0	812,8	750,0	765,0	62,8	40,0

O nível do reservatório está referenciado pelas cotas topográficas fornecidas pela CODAU (arquivo: CURVASNIVEL; disponibilizado em abril de 2022), além da compatibilização com a base de dados do Google Earth.

De acordo com a NBR 12.218 / 1994, os limites de pressões devem ser de no mínimo 10 mca para pressão dinâmica e 50 mca como pressão máxima estática na rede. A pressão estática é definida como a pressão em determinado ponto da rede, em consumo nulo; a pressão dinâmica como pressão em um ponto de consumo não nulo.

Como os dados fornecidos proporcionam análise apenas em relação a topografia, as pressões são consideradas como estáticas.

Verifica-se que o Reservatório elevado e semienterrados atendem de forma satisfatória sua área de abastecimento, com pressões mínimas adequadas em relação aos intervalos recomendados, e máximas acima da norma.

Cabe ressaltar a efetividade da setorização, entre área de abastecimento do reservatório castelo e dos reservatórios semienterrados ou apoiados, uma vez que se há interligação da rede em toda a malha urbana, fica reduzido a real setorização do abastecimento de acordo com as áreas em destaque pela abrangência dos CRs. Dessa maneira podem ocorrer contrafluxos, além de sobrecarregar um dos sistemas (principalmente o castelo).

Uma alternativa que pode contribuir para redução das sobrepressões (acima de 50 mca), é a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP), para alívio de pressões acima do recomendado. Devem ser verificadas em modelagem.

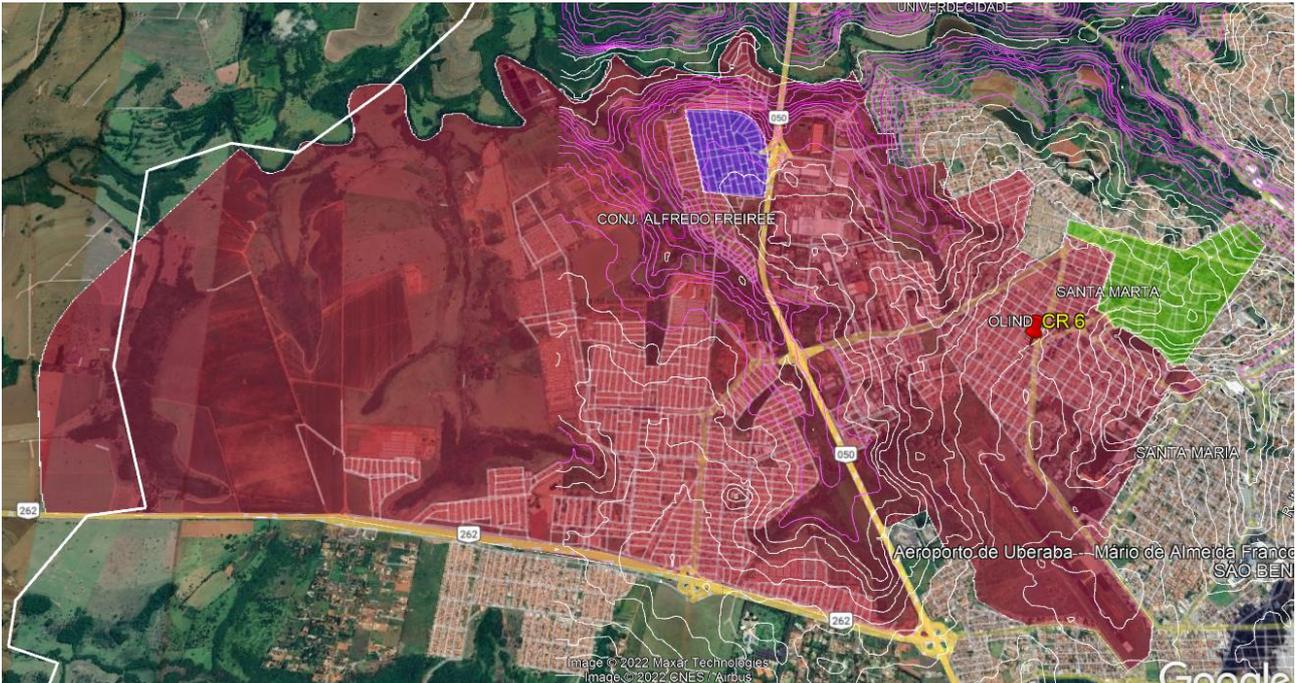


Figura 7.32 – Área de sobrepressão

As curvas de nível em rosa identificam as regiões de sobrepressão (acima de 50 mca) em relação a ao CR 06. Existem áreas urbanizadas que estão em sobrepressão; a maior área se encontra dentro do limite de pressão estática. Vale a avaliação em modelagem, e uso de VRP.



Figura 7.33 – Reservatório elevado do CR6



Figura 7.34 – Reservatórios semienterrados do CR6



Figura 7.35 – Reservatório metálico apoiado do CR6



Figura 7.36 – Casa de bombas do CR6

7.7 CR 08



Figura 7.37 – Localização e abrangência do CR 08

O CR 08 encontra-se instalado nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) Parque das Américas e São Benedito, de forma que abastece a região de abrangência apresentada, a qual inclui os bairros:

Parque das Américas, Jardim Induberaba, Dhamas e São Benedito. A área destacada é abastecida pelo reservatório elevado (C 08).

O documento que referencia as áreas de abrangência dos reservatórios fornecido pela CODAU é o documento "Abrangencia_crs".

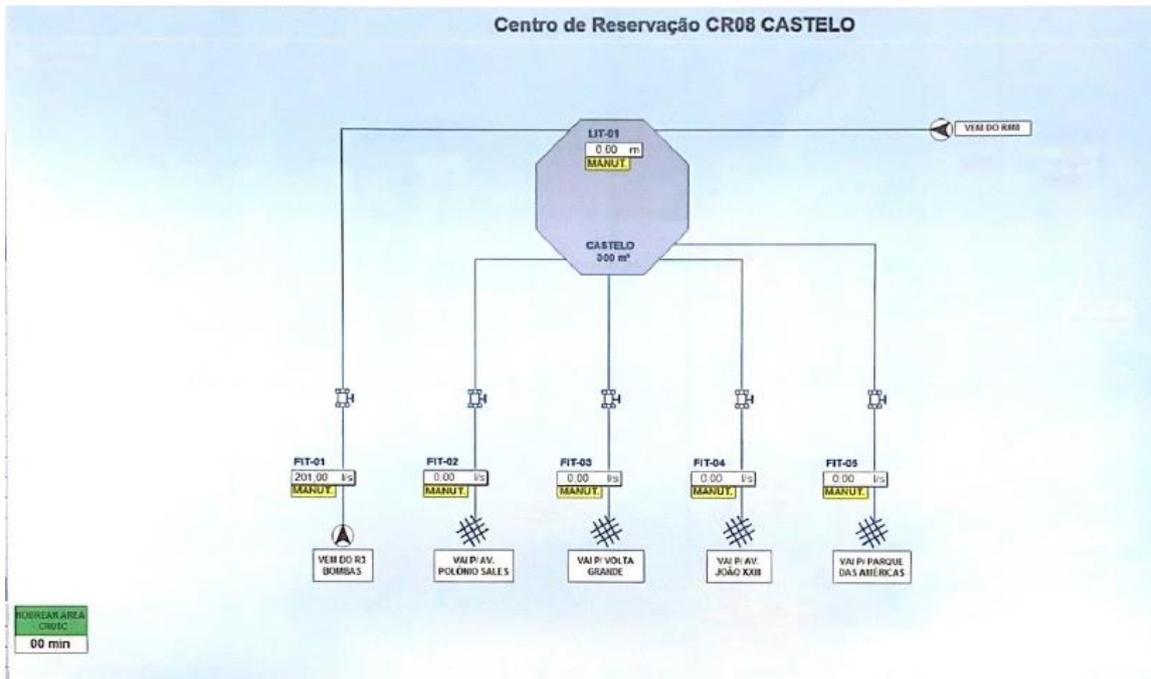


Figura 7.38 – Fluxograma do centro de reservação CR08 Castelo (Elevado)

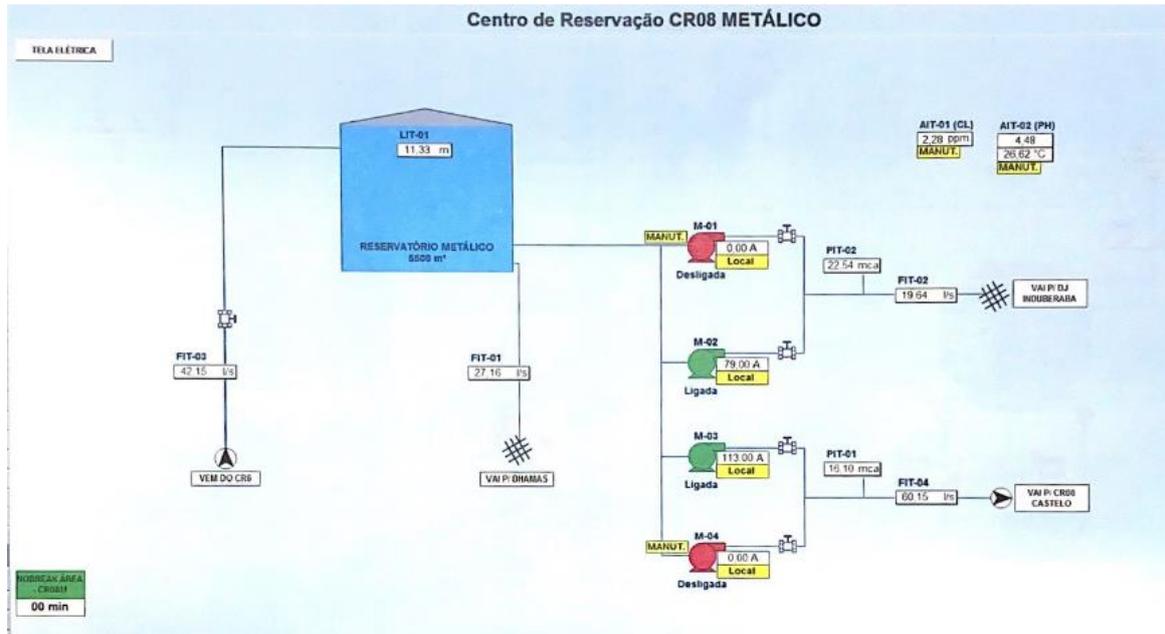


Figura 7.39 - Fluxograma do centro de reservação CR08 Metálico (Apoiado)

O centro de reservação CR 08 possui dois reservatórios: um apoiado (metálico) com capacidade de 5500 m³ e outro elevado (castelo) com capacidade de 300 m³.

O reservatório apoiado RM08 é abastecido pelo CR6 e abastece o bairro Dhamas por meio de um sistema de bombeamento e o Jardim Induberaba por meio de conjunto motor bomba (1 + 1 R), sendo M-01 e M-02. Além disso, por meio de outro conjunto motor bomba, sendo M-03 e M-04, abastece o reservatório elevado C 08. O C 08, por sua vez, também é abastecido pelo R3, e abastece a Avenida Polônio Sales e Avenida João XXII, além de Volta Grande e Parque das Américas por meio de sistema gravitacional.

Tabela 7.9 – Cotas e pressões do CR 08

CR	Tipo	Cota CR Terreno (m)	Nível Reserv. (m)	Nível mín. Reserv. (m)	Nível máx. Reserv. (m)	Cota Ponto mais baixo (m)	Cota Ponto mais alto (m)	Maior pressão (mca)	Menor pressão (mca)
08	CASTELO (ELEVADO)	810,0	3,8	825,0	828,8	775,0	810,0	53,8	15,0

O nível do reservatório está referenciado pelas cotas topográficas fornecidas pela CODAU (arquivo: CURVASNIVEL; disponibilizado em abril de 2022), além da compatibilização com a base de dados do Google Earth.

De acordo com a NBR 12.218 / 1994, os limites de pressões devem ser de no mínimo 10 mca para pressão dinâmica e 50 mca como pressão máxima estática na rede. A pressão estática é definida como a pressão em determinado ponto da rede, em consumo nulo; a pressão dinâmica como pressão em um ponto de consumo não nulo.

Como os dados fornecidos proporcionam análise apenas em relação a topografia, as pressões são consideradas como estáticas.

Verifica-se que o Reservatório elevado atende de forma satisfatória sua área de abastecimento, com pressões mínimas adequadas em relação aos intervalos recomendados, e máximas acima da norma. De acordo com o documento "Abrangencia_crs", a área do CR 08 é totalmente abastecida pelo Castelo. Vale a confirmação sobre o atendimento dos bairros pelo reservatório metálico.

Cabe ressaltar a efetividade da setorização, entre área de abastecimento do reservatório castelo e do reservatório metálico, uma vez que se há interligação da rede em toda a malha urbana, fica reduzido a real setorização do abastecimento de acordo com as áreas em destaque pela abrangência dos CRs. Dessa maneira podem ocorrer contrafluxos, além de sobrecarregar um dos sistemas (principalmente o castelo).

Uma alternativa que pode contribuir para redução das sobrepressões (acima de 50 mca), é a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP), para alívio de pressões acima do recomendado. Devem ser verificadas em modelagem.

A unidade do reservatório elevado se encontra em um terreno separado do reservatório metálico apoiado e da casa de bombas. O reservatório Castelo está na Av. João XXIII, Nº 136, e o reservatório apoiado e a casa de bombas na rua Pres. John Kenedy, Nº entre 110 e 150.



Figura 7.40 – Área de sobrepressão

As curvas de nível em rosa identificam as regiões de sobrepressão (acima de 50 mca) em relação a ao CR 03. Para a área de abrangência do CR 08, pontos de sobrepressão ocorrem ao final da área de abastecimento, em relação ao nível máximo do castelo; assim a maior área está dentro limites de pressão em norma. Vale a consideração de avaliação em modelagem, da setorização e uso de VRP.



Figura 7.41 – Reservatório elevado do CR8



Figura 7.42 – Reservatório metálico apoiado do CR8



Figura 7.43 – Casa de bombas do CR8

7.8 CR 09



Figura 7.44 – Localização e abrangência do CR 09

O CR 09 encontra-se instalado nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) Parque das Américas, Aeroporto e Santa Maria, de forma que abastece a região de abrangência apresentada, a qual inclui os bairros: Vila Planalto, Conjunto Estrela da Vitória, Vila Ozanan, Vila Santa Maria e Conjunto Volta Grande. A área destacada é abastecida pelo reservatório elevado (C 09).

O documento que referencia as áreas de abrangência dos reservatórios fornecido pela CODAU é o documento "Abrangencia_crs".

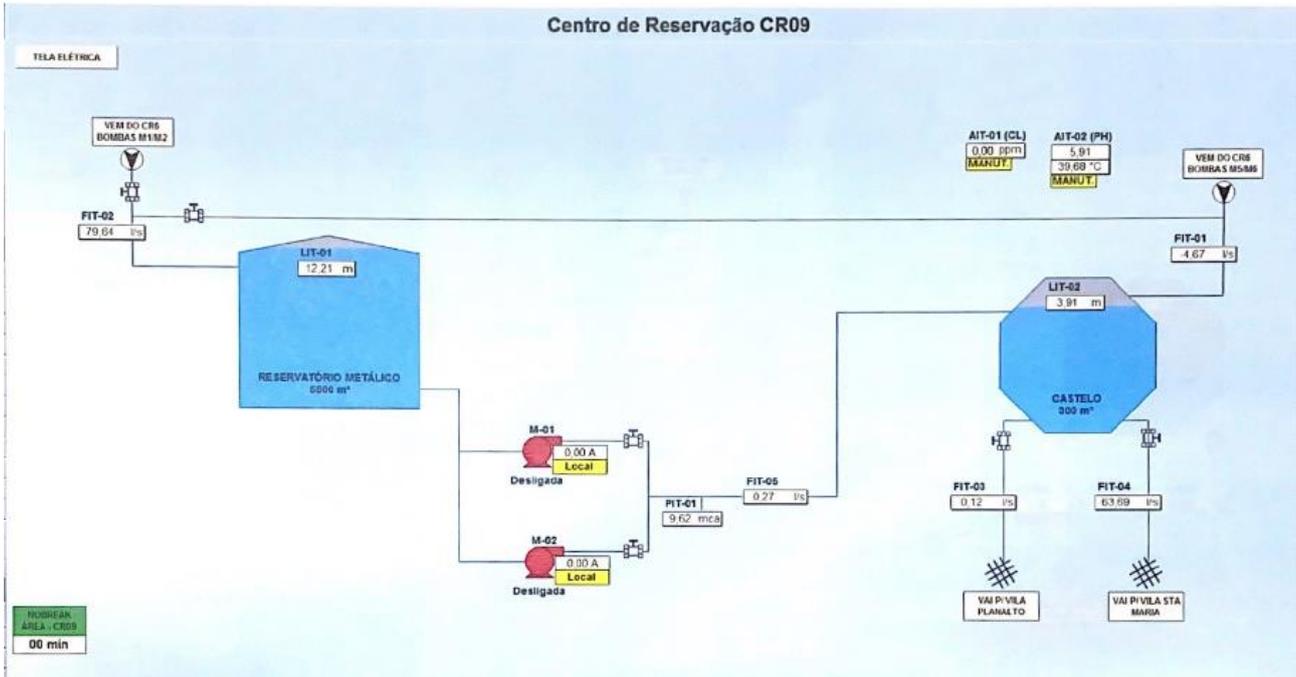


Figura 7.45 – Fluxograma do centro de reservação CR09

O centro de reservação CR 09 possui dois reservatórios: um apoiado (metálico) com capacidade de 5500 m³ e outro elevado (castelo) com capacidade de 300 m³. O reservatório apoiado RM09 e o elevado são abastecidos pelo CR6. O reservatório apoiado abastece o castelo por meio de um conjunto motor bomba (1 + 1R), sendo M-01 e M-02. O reservatório elevado, por sua vez, abastece a Vila Planalto e a Vila Santa Maria por meio de sistema gravitacional.

Tabela 7.10 – Cotas e pressões do CR 09

CR	Tipo	Cota CR Terreno (m)	Nível Reserv. (m)	Nível mín. Reserv. (m)	Nível máx. Reserv. (m)	Cota Ponto mais baixo (m)	Cota Ponto mais alto (m)	Maior pressão (mca)	Menor pressão (mca)
09	CASTELO (ELEVADO)	812,0	3,8	827,1	830,9	760,0	812,0	70,9	15,1

O nível do reservatório está referenciado pelas cotas topográficas fornecidas pela CODAU (arquivo: CURVASNIVEL; disponibilizado em abril de 2022), além da compatibilização com a base de dados do Google Earth.

Verifica-se que o Reservatório elevado atende de forma satisfatória sua área de abastecimento, com maiores e menores pressões adequadas em relação aos intervalos recomendados, sendo mínimo de 10 mca e máxima de 70 mca.

De acordo com o documento "Abrangencia_crs", a área do CR 09 é totalmente abastecida pelo Castelo. Vale a confirmação sobre o atendimento dos bairros pelo reservatório apoiado.



Figura 7.46 – Reservatório elevado do CR9



Figura 7.47 – Reservatório metálico apoiado do CR9



Figura 7.48 – Casa de bombas do CR9

7.9 CR 10



Figura 7.49 – Localização e abrangência do CR 10

O CR 10 encontra-se instalado nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) Leblon, Costa Teles, Santa Clara, São Cristóvão, Maracanã e Conquistinha, de forma que abastece a região de abrangência apresentada, a qual inclui os bairros: Costa Telles II, São Vicente, São Geraldo, Jardim Maracanã, Recreio dos Bandeirantes e parte do Conjunto Cartafina, além dos conjuntos Chica

Ferreira, Gameleira I, Jardim Metr pole, Residencial Anita, Conquistinha, Conjunto Bento de Assis Vallim e Residencial Thiago e Jéssica. A  rea destacada é abastecida pelo reservatório (C 10).

O documento que referencia as áreas de abrangência dos reservatórios fornecido pela CODAU é o documento "Abrangencia_crs".

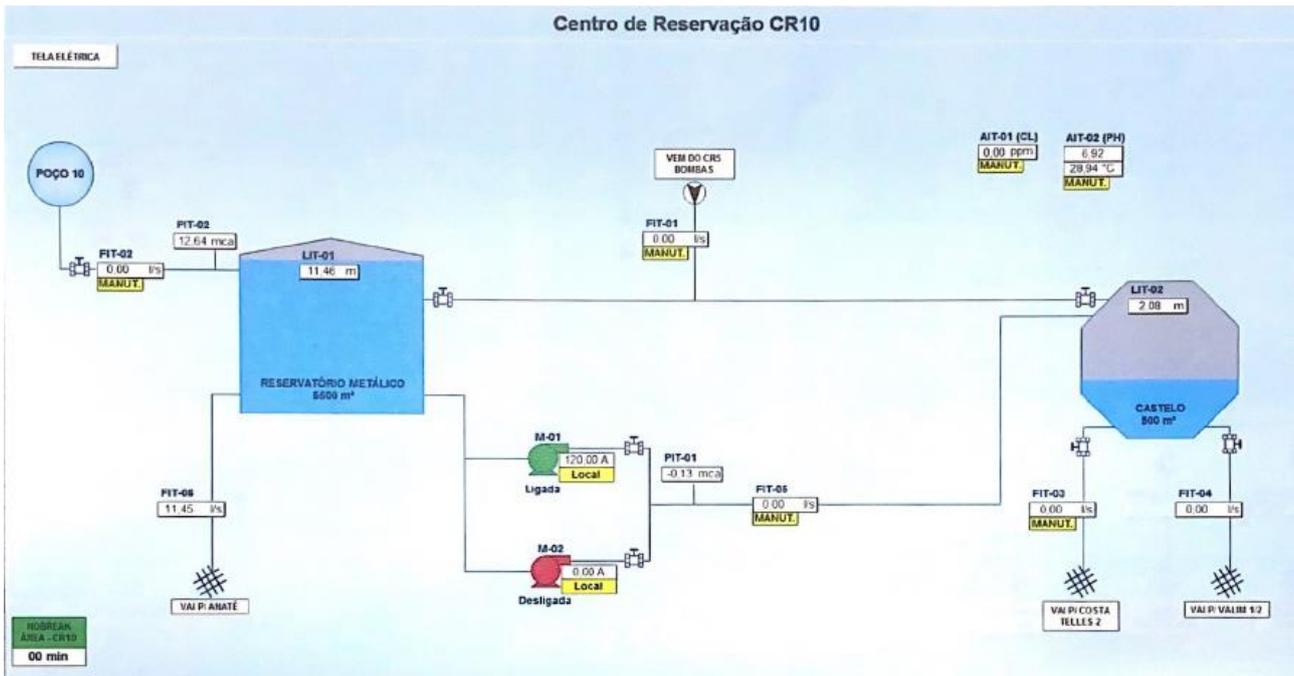


Figura 7.50 – Fluxograma do centro de reserva o CR10

O centro de reserva o CR 10 possui dois reservatórios: um apoiado (metálico) com capacidade de 5500 m³ e outro elevado (castelo) com capacidade de 300 m³. O reservatório apoiado RM10 e o elevado são abastecidos pelo CR5. O RM10 também   abastecido pelo poço profundo da região e está interligado com o reservatório elevado. O RM10 também abastece o bairro de Anat  por meio de sistema gravitacional e o reservatório castelo a partir do conjunto motor bomba (1 + 1R), sendo M-01 e M-02. O reservatório castelo abastece os bairros de Costa Telles 2 e Valim 1 e 2 por meio de sistema gravitacional.

Tabela 7.11 – Cotas e pressões do CR 10

CR	Tipo	Cota CR Terreno (m)	Nível Reserv. (m)	Nível mín. Reserv. (m)	Nível máx. Reserv. (m)	Cota Ponto mais baixo (m)	Cota Ponto mais alto (m)	Maior pressão (mca)	Menor pressão (mca)
10	CASTELO (ELEVADO)	818,0	7,0	836,8	843,8	735,0	818,0	108,8	18,8

O nível do reservatório está referenciado pelas cotas topográficas fornecidas pela CODAU (arquivo: CURVASNIVEL; disponibilizado em abril de 2022), além da compatibilização com a base de dados do Google Earth.

Verifica-se que o Reservatório elevado atende de forma satisfatória sua área de abastecimento, com maiores e menores pressões adequadas em relação aos intervalos recomendados, sendo mínimo de 10 mca e máxima de 70 mca.

As pressões máximas acima de 70 mca devem ser verificadas pelo modelo de abastecimento, com instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP) para alívio de pressões acima do recomendado.

De acordo com o documento "Abrangencia_crs", a área do CR 10 é totalmente abastecida pelo Castelo. Vale a confirmação sobre o atendimento dos bairros pelos reservatórios semienterrados e o metálico.



Figura 7.51 – Reservatório elevado (esquerda) e reservatório apoiado (direita) do CR10



Figura 7.52 – Casa de bombas CR10

7.10 CR 11

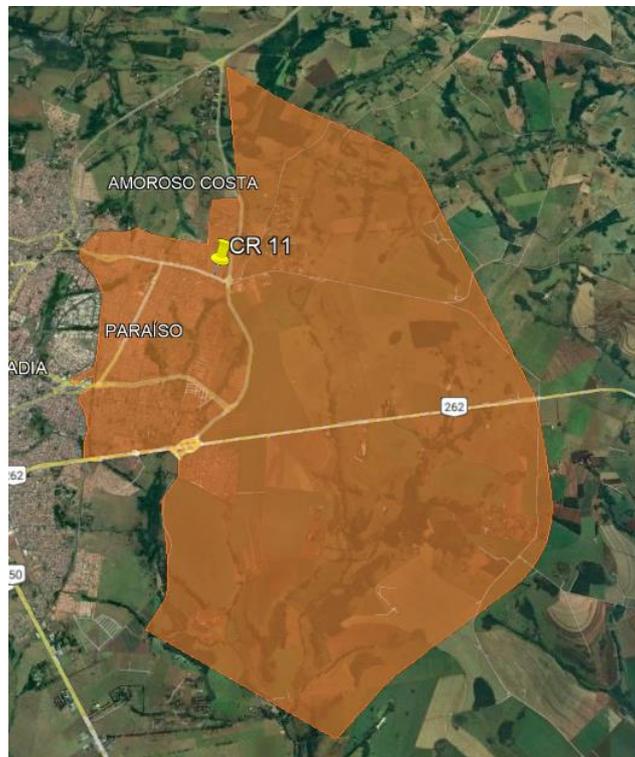


Figura 7.53 – Localização e abrangência do CR 11

O CR 11 encontra-se instalado nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) APA Nordeste, Portal, Amoroso Costa, Paraíso, Três Córregos, Lourdes, Residencial 2000, Parque do Café, Conquistinha, Santa Clara e São Francisco, de forma que abastece a região de abrangência apresentada, a qual inclui os bairros: Jardim Elza Amui I, II, III e IV, Penitenciária, Residencial Antônia Cândida, Antônio Barbosa, Bairro de Lourdes, Cidade Nova, Esplanada, Jardim Califórnia, Jardim Manhathan, José

Bernardino I e II, José Barbosa, Mangueiras, Manoel Mendes, Maringá I e II, Mônica Cristina, Oneida Mendes, Residencial 2000. A área destacada é abastecida pelo reservatório (C 11).

O documento que referencia as áreas de abrangência dos reservatórios fornecido pela CODAU é o documento "Abrangencia_crs".

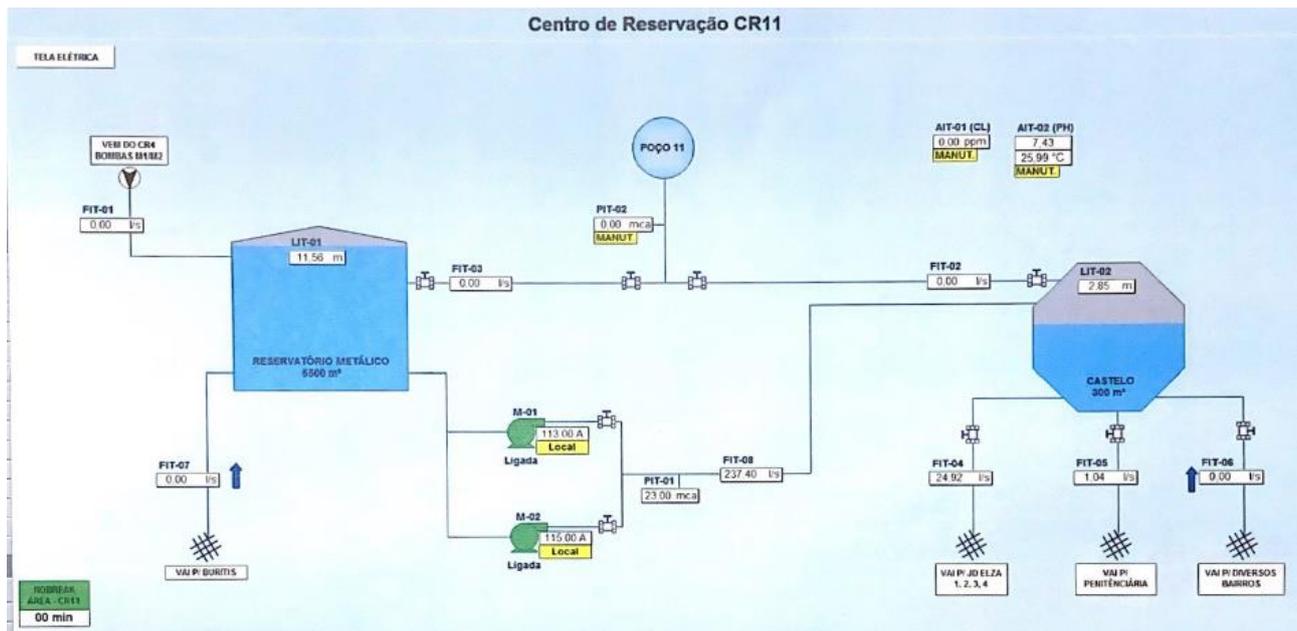


Figura 7.54 – Fluxograma do centro de reservação CR11

O centro de reservação CR 11 possui dois reservatórios: um apoiado (metálico) com capacidade de 5500 m³ e outro elevado (castelo) com capacidade de 300 m³. O reservatório apoiado RM11 é abastecido pelo CR4 e está interligado com o reservatório elevado. Os dois reservatórios do centro de reservação são abastecidos pelo poço profundo da região. O RM10 também abastece o bairro dos Buritis por meio de sistema gravitacional e o reservatório castelo a partir do conjunto motor bomba (1 + 1R), sendo M-01 e M-02. O reservatório castelo abastece os bairros de Jardim Elza 1, 2, 3 e 4, Penitenciária e outros por meio de sistema gravitacional. O centro de reservação também abastece o bairro Amoroso Costa.

Tabela 7.12 – Cotas e pressões do CR 11

CR	Tipo	Cota CR Terreno (m)	Nível Reserv. (m)	Nível mín. Reserv. (m)	Nível máx. Reserv. (m)	Cota Ponto mais baixo (m)	Cota Ponto mais alto (m)	Maior pressão (mca)	Menor pressão (mca)
11	CASTELO (ELEVADO)	837,0	3,2	850,5	853,7	760,0	837,0	93,7	13,5

O nível do reservatório está referenciado pelas cotas topográficas fornecidas pela CODAU (arquivo: CURVASNIVEL; disponibilizado em abril de 2022), além da compatibilização com a base de dados do Google Earth.

Verifica-se que o Reservatório elevado atende de forma satisfatória sua área de abastecimento, com maiores e menores pressões adequadas em relação aos intervalos recomendados, sendo mínimo de 10 mca e máxima de 70 mca.

As pressões máximas acima de 70 mca devem ser verificadas pelo modelo de abastecimento, com instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP) para alívio de pressões acima do recomendado.

De acordo com o documento "Abrangencia_crs", a área do CR 11 é totalmente abastecida pelo Castelo. Vale a confirmação sobre o atendimento dos bairros pelos reservatórios semienterrados e o metálico.

Além disso, a unidade do CR 11 conta com um poço de captação subterrânea, de vazão 60 L/s (vazão anterior à obstrução do poço).



Figura 7.55 – Reservatório elevado do CR 11



Figura 7.56 – Reservatório metálico apoiado do CR 11



Figura 7.57 – Casa de bombas do CR 11



Figura 7.58 – Poço de captação do CR 11

7.11 CR 12



Figura 7.59 – Localização e abrangência do CR 12

O CR 12 encontra-se instalado nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) Jockey Park, São Geraldo, Lemes, Vila Real e Buriti, de forma que abastece a região de abrangência apresentada, a qual inclui os bairros: Ozanan, Planalto, Morada Du Park, Jardim Copacabana, Chácaras Mariútas, Mário Franco e Jardim Morumbi. A área destacada é abastecida pelo reservatório (C 12).

O documento que referencia as áreas de abrangência dos reservatórios fornecido pela CODAU é o documento "Abrangencia_crs".

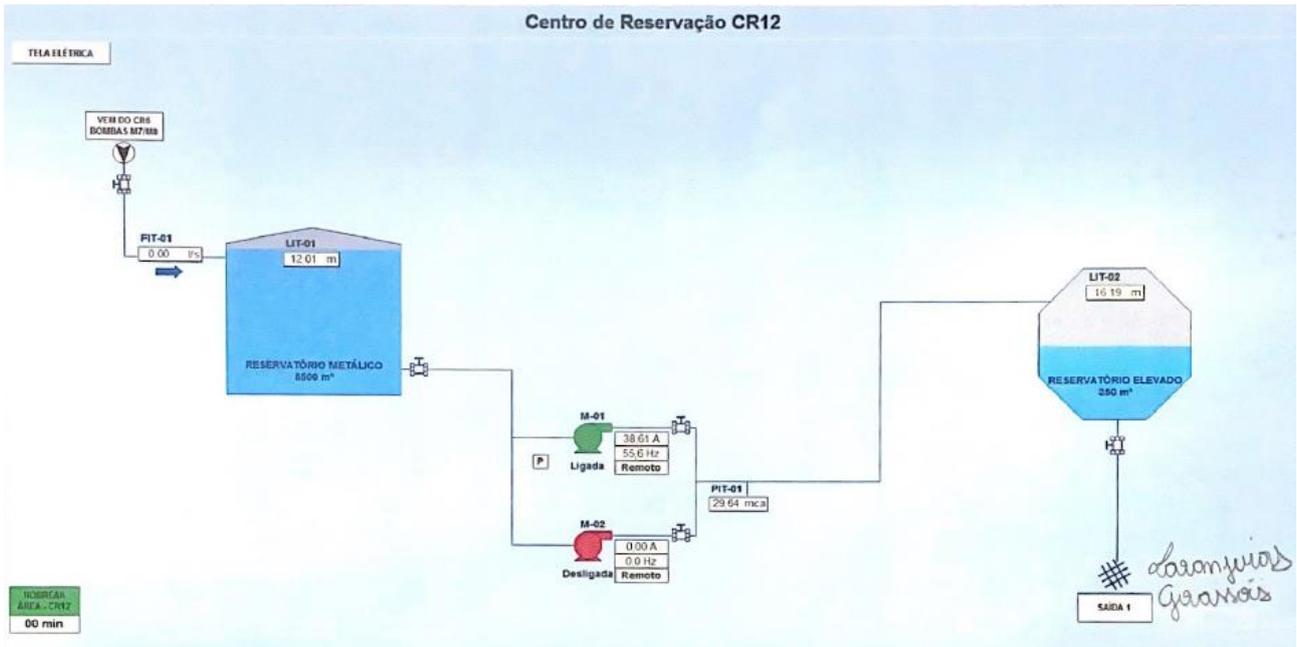


Figura 7.60 – Fluxograma do centro de reservação CR12

O centro de reservação CR 12 possui dois reservatórios: um apoiado (metálico) com capacidade de 5500 m³ e outro elevado (castelo) com capacidade de 350 m³. O reservatório apoiado RM12 é abastecido pelo CR6 e abastece o reservatório castelo a partir do conjunto motor bomba (1 + 1R), sendo M-01 e M-02. O reservatório castelo abastece o bairro das Laranjeiras e Girassóis por meio de sistema gravitacional.

Tabela 7.13 – Cotas e pressões do CR 12

CR	Tipo	Cota CR Terreno (m)	Nível Reserv. (m)	Nível mín. Reserv. (m)	Nível máx. Reserv. (m)	Cota Ponto mais baixo (m)	Cota Ponto mais alto (m)	Maior pressão (mca)	Menor pressão (mca)
12	CASTELO (ELEVADO)	794,0	22,0	794,0	816,0	734,0	784,0	82,0	10,0

O nível do reservatório está referenciado pelas cotas topográficas fornecidas pela CODAU (arquivo: CURVASNIVEL; disponibilizado em abril de 2022), além da compatibilização com a base de dados do Google Earth.

Verifica-se que o Reservatório elevado atende de forma satisfatória sua área de abastecimento, com maiores e menores pressões adequadas em relação aos intervalos recomendados, sendo mínimo de 10 mca e máxima de 70 mca.

As pressões máximas acima de 70 mca devem ser verificadas pelo modelo de abastecimento, com instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP) para alívio de pressões acima do recomendado.

De acordo com o documento "Abrangencia_crs", a área do CR 12 é totalmente abastecida pelo Castelo. Vale a confirmação sobre o atendimento dos bairros pelo reservatório metálico.



Figura 7.61 – Reservatório metálico apoiado do CR12



Figura 7.62 – Reservatório elevado do CR12

A unidade do CR 12 é recente, inaugurada em 2020, e o reservatório elevado é do tipo torre. Possui 32 m de altura, porém opera apenas entre 22 e 23 m, sendo o nível suficiente para abastecimento.

7.12 CR 13



Figura 7.63 – Localização e abrangência do CR 13

O CR 13 encontra-se instalado nas Unidades de Planejamento e Gestão (UPG) Valim, Santa Clara, São Francisco, Santa Cecília, Bandeirantes e Conquistinha, de forma que abastece a região de abrangência apresentada, a qual inclui os bairros: José Vallim, Jardim Itália, Parque das Aroeiras, Jardim MetrÓpole, Jardim Alvorada e novos lançamentos como o Uberaba Power Center, Residencial Rio de Janeiro I e II e Loteamento Antônio Caiado. A área destacada é abastecida pelo reservatório (C 13).

O documento que referencia as áreas de abrangência dos reservatórios fornecido pela CODAU é o documento "Abrangencia_crs".

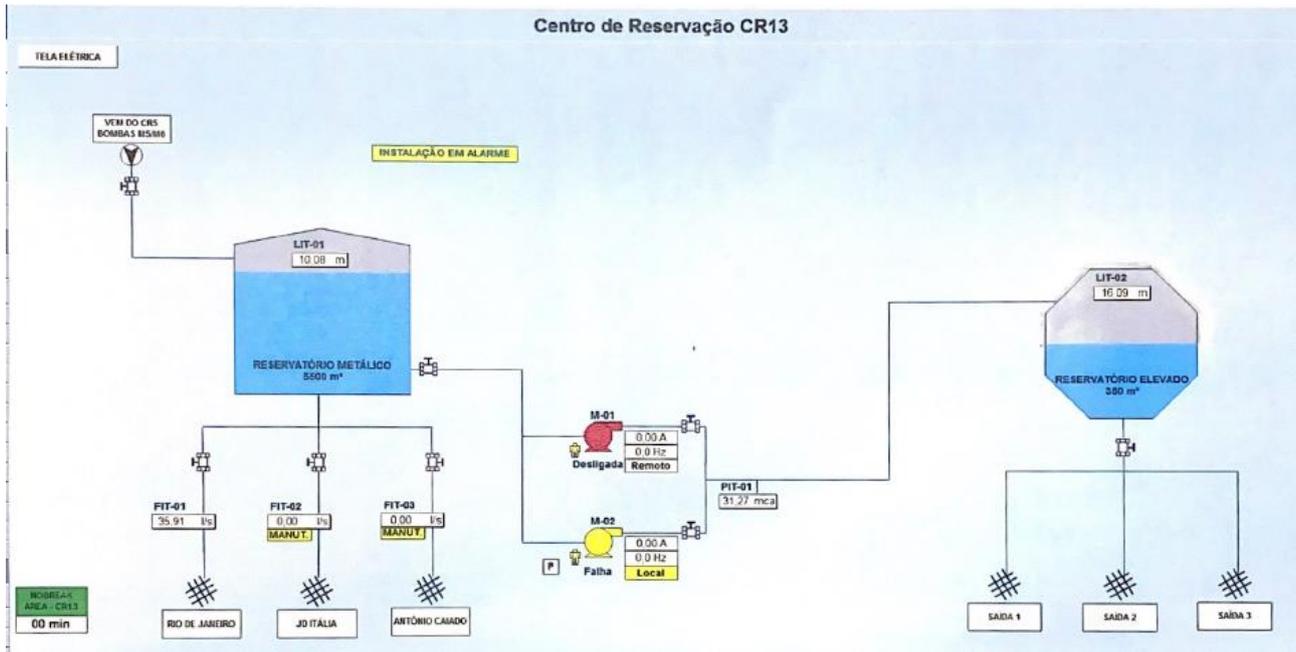


Figura 7.64 – Fluxograma do centro de reservação CR13

O centro de reservação CR 13 possui dois reservatórios: um apoiado (metálico) com capacidade de 5500 m³ e outro elevado (castelo) com capacidade de 350 m³. O reservatório apoiado RM13 é abastecido pelo CR5 e abastece o reservatório castelo a partir do conjunto motor bomba (1 + 1R), sendo M-01 e M-02. O reservatório castelo abastece a cidade por meio das saídas 1, 2 e 3, enquanto o RM 13 abastece os bairros de Rio de Janeiro, Jardim Itália e Antônio Caiado por meio de sistema gravitacional.

Tabela 7.14 – Cotas e pressões do CR 13

CR	Tipo	Cota CR Terreno (m)	Nível Reserv. (m)	Nível mín. Reserv. (m)	Nível máx. Reserv. (m)	Cota Ponto mais baixo (m)	Cota Ponto mais alto (m)	Maior pressão (mca)	Menor pressão (mca)
13	CASTELO (ELEVADO)	810,0	22,0	810,0	832,0	710,0	800,0	122,0	10,0
13	METÁLICO (APOIADO)	810,0	10,0	800,0	810,0	669,0	790,0	141,0	10,0

O nível do reservatório está referenciado pelas cotas topográficas fornecidas pela CODAU (arquivo: CURVASNIVEL; disponibilizado em abril de 2022), além da compatibilização com a base de dados do Google Earth.

Verifica-se que o Reservatório elevado atende de forma satisfatória sua área de abastecimento, com maiores e menores pressões adequadas em relação aos intervalos recomendados, sendo mínimo de 10 mca e máxima de 70 mca.

As pressões máximas acima de 70 mca devem ser verificadas pelo modelo de abastecimento, com instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP) para alívio de pressões acima do recomendado.

De acordo com o documento "Abrangencia_crs", a área do CR 13 é totalmente abastecida pelo Castelo. Vale a confirmação sobre o atendimento dos bairros pelo reservatório metálico apoiado.



Figura 7.65 – Reservatório elevado do CR13



Figura 7.66 – Reservatório apoiado do CR13



Figura 7.67 – Casa de bombas do CR13

A unidade do CR 13 é recente, inaugurada em 2020, e o reservatório elevado é do tipo torre. Possui 32 m de altura, porém opera apenas entre 22 e 23 m, sendo o nível suficiente para abastecimento.

8 NOVAS INSTALAÇÕES

Existem projetos em andamento para construção dos Centro de Reservação CR 14, CR 15 e CR 16.

As reformas das ETAs que estão ocorrendo estão detalhadas pelo item 6 neste relatório.

O cadastro das redes do SAA em modelagem digital foi contratado pela CODAU e está sendo desenvolvido por terceirizado com previsão de finalização em 35 meses.

9 BALANÇO HÍDRICO

Para avaliar o déficit de água para abastecimento de Uberaba, o balanço hídrico apresenta cálculos e considerações, contribuindo com a tomada de decisão sobre novos projetos.

O estudo apresentado pelo Relatório 1 (PR-022-001-PL-HID-MD-001-01), considera 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 9.1 – 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 9.2 – 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 9.3 - 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	1529,45
2032	374.768	797,72	957,26	33,1	1281,71	1538,06
2042	415.418	884,24	1061,09	30,0	1358,29	1629,94
2052	447.938	953,47	1144,16	30,0	1464,62	1757,54

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.**

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 (1200 L/s).**

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 9.4 - 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 ⁽¹⁾	Em período de estiagem
Poço profundo (CR06)	73,61	42,94 ⁽²⁾	
Poço profundo (CR10)	80,56	67,13 ⁽²⁾	
Poço profundo (CR11)	33,33	27,78 ⁽²⁾	Obstruído desde fev/2021
Poço profundo (CR13)	-		
Poço profundo (CR14)	-		
Poço profundo (CR15)	-		
Poço profundo (CR16)	-		
Total poços		137,85	
Total SAA Uberaba		1337,85	

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, na prática, conforme relatado no item 4.1.2.

Vale ressaltar que atualmente apenas o poço do CR 10 está em operação. Nessas condições, a vazão de captação para abastecimento, atualmente, fica muitas vezes, abaixo de **de 1000 L/s durante a estiagem severa, apontando grave estresse hídrico e risco de desabastecimento em Uberaba**. Conforme mostrado no item 4.2.2, mesmo com a construção da barragem prainha, ainda haverão 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.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação ao SAA de Uberaba, o ano de **2022 já se encontra em déficit de captação (191,16 L/s), e 419,69 L/s para 2052**, considerando o sistema atual da CODAU. Dessa forma, é de fundamental importância que sejam realizados projetos em manancial complementar para captação das vazões em déficit apresentadas. **Considerando que um ou dois poços possam entrar em manutenção, recomenda-se que o novo sistema tenha capacidade mínima de 550 L/s.**

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.**

Com relação a barragem prainha, embora mitigue o risco de falta de água, indo de 11,76% para 1,14% com a construção da barragem (**segundo o projeto da mesma**), acredita-se que o volume reservado não seja suficiente para suprir as demandas de abastecimento atuais e nem futuras. As premissas adotadas no projeto diferem dos dados de disponibilidade hídrica observados pela Codau e a captação do rio Claro provavelmente será descontinuada por não conseguir suprir continuamente a vazão necessária para complementar o abastecimento da cidade.

Assim, tornam-se necessárias alternativas para captação de água bruta em Uberaba. Os mananciais superficiais **rio Grande e rio Araguari apresentam-se como potenciais fontes para abastecimento**, considerando produção (captação) de água de acordo com o consumo projetado para Uberaba (1760,00 L/s em 2052).

Os dados gerais do SAA identificam as economias, ligações e principalmente perdas, de forma que se deve atentar para a taxa de perdas (de 38 a 54%) representam grande atenção para melhoria do sistema do SAA de Uberaba para redução contínua desta taxa (até 30% em 2035). Assim, pode-se garantir menor perda da água tratada, auxiliando na eficiência da vazão total captada.

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.

Na ETA existem estruturas construídas ainda sem operação, como o Tanque de Contato, EEAT, e sistema de tratamento de lodo. Atualmente a ETA não possui tratamento de lodo em funcionamento, gerando um passivo ambiental significativo para a unidade de tratamento. A unidade que está sendo implantada apresenta algumas limitações técnicas de projeto e está com sua implantação interrompida sem prazo de retomada.

A ETA Uberaba não consegue atender continuamente a necessidade de tratamento atual, de captação de 1200 L/s. Para cenário futuro, com o aumento de demanda de consumo, a captação de água bruta precisará ser adequada para captar próximo de 1630 L/s, considerando rio Uberaba e alternativas de mananciais.

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

O aumento de vazão de tratamento nas ETAs existentes é tecnicamente possível nas unidades existentes, porém, por se tratar de única unidade de tratamento e operar no limite de alguns processos, a parada completa de uma das ETAs por um longo período não é possível na prática.

O sistema de distribuição do SAA de Uberaba é composto por 13 CR (Centros de Reservação), em que cada CR possui 1 unidade elevada (Castelo), e unidades semienterradas ou apoiadas, a depender de cada CR. Os detalhes do funcionamento dos CRs são apresentados pelo item 7.

Atualmente para o abastecimento de bairros mais afastados da ETA a água tratada passa por diversos reservatórios, gerando maior demanda de energia no sistema de distribuição e diminuindo a eficiência na distribuição de água tratada.

A região de expansão da cidade encontra-se atualmente no setor sul e sudoeste da cidade, sendo a região mais afastada das estruturas de captação e de tratamento atuais. A implantação de nova unidade de tratamento nessa região pode trazer ganhos em termos de produção e distribuição no sistema de abastecimento de água.

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.

O distrito de Ponte Alta possui 2 captações superficiais, 2 ETAs por filtração lenta e cloração, e 2 poços profundos para complementação da vazão. As estruturas estão funcionais, porém precisam de manutenção. A tecnologia de filtração lenta para distritos como o de Ponte alta é recomendada pela simplicidade e eficiência no tratamento.

1.1 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