

**Análise da qualidade da água para o abastecimento humano
na cidade de Caçapava do Sul - RS entre 2006 e 2016****Drinking water quality analysis in the city of Caçapava do Sul -
RS between 2006 and 2016****Análisis de la calidad del agua potable en la ciudad de
Caçapava do Sul - RS entre 2006 y 2016****Pedro Daniel da Cunha Kemerich**

Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Professor do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.
pedro.kemerich@ufsm.br / <http://orcid.org/0000-0002-9369-769X>

Luciano Marquetto

Doutor em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Professor do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.
luciano.marquetto@ufsm.br / <http://orcid.org/0000-0003-0943-3729>

Ary Sá de Figueiredo

Mestre em Engenharia Mineral pela Universidade Federal do Pampa – Unipampa.
ary3eng@gmail.com / <http://orcid.org/0009-0009-1937-4401>

Ítalo Gomes Gonçalves

Doutor em Engenharia de Minas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Professor do Campus Caçapava do Sul da Universidade Federal do Pampa – Unipampa.
italogoncalves@unipampa.edu.br / <http://orcid.org/0000-0002-5546-6102>

Recebido: 20/12/2023; Aceito: 06/07/2024; Publicado: 28/06/2026.

Resumo

A avaliação dos principais parâmetros químicos da água potável ao longo do tempo é importante para garantir que a qualidade do abastecimento público se mantenha e que os processos de tratamento evoluam de acordo com as necessidades locais. Este trabalho avalia a qualidade da água bruta e tratada da cidade de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, utilizando 160.986 análises realizadas ao longo de uma década (2006 a 2016) e coletadas na Estação de Tratamento de Água (ETA) da CORSAN. Os objetivos da avaliação consistiram em verificar a eficiência do processo de tratamento aplicado na ETA e compreender a influência das precipitações na qualidade da água bruta. A eficácia do tratamento é discutida em relação aos parâmetros Ferro, Manganês, Alumínio Residual, Cor, Turbidez, pH, Alcalinidade, Dureza Total, Oxigênio Dissolvido, DBO_{5,20}, Matéria Orgânica, Flúor, Cloro Residual Livre, Odor e Gosto. Os resultados indicam conformidade com normativas vigentes de qualidade das águas, mas com visível impacto de variações sazonais e eventos climáticos na qualidade da água bruta.

Palavras-chave: Tratamento de Água; Padrões de Qualidade; Saneamento Ambiental.

Abstract

Monitoring key chemical parameters of drinking water over time is essential to ensure that the quality of public supply is maintained and that treatment processes evolve according to local needs. This study assesses the quality of raw and treated water in the city of Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul state, Brazil, based on 160,986 water analyses conducted over a decade (2006 to 2016) and collected at the CORSAN Water Treatment Plant (WTP). The objectives of the assessment were to verify the efficiency of the treatment process applied at the WTP and to understand the influence of precipitation on the quality of raw water. The effectiveness of the treatment is discussed in relation to Iron, Manganese, Residual Aluminum, Color, Turbidity, pH, Alkalinity, Total Hardness, Dissolved Oxygen, BOD_{5,20}, Organic Matter, Fluoride, Free Residual Chlorine, Odor, and Taste. Results indicate compliance with current Brazilian water quality regulations, but with a visible impact of seasonal variations and climatic events on the quality of raw water.

Keywords: Water Treatment; Quality Standards; Environmental Sanitation.

Resumen

La evaluación de los principales parámetros químicos del agua potable a lo largo del tiempo es importante para garantizar que se mantiene la calidad del suministro público y que los procesos de tratamiento evolucionan según las necesidades locales. Este trabajo evalúa la calidad del agua cruda y tratada en la ciudad de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, utilizando 160.986 análisis realizados durante una década (2006 a 2016) y recolectados en la Estación de Tratamiento de Agua (ETA) de CORSAN. Los objetivos de la evaluación fueron verificar la eficiencia del proceso de tratamiento aplicado en la ETA y comprender la influencia de las precipitaciones en la calidad del agua cruda. La efectividad del tratamiento se discute en relación a los parámetros Hierro, Manganeseo, Aluminio Residual, Color, Turbidez, pH, Alcalinidad, Dureza Total, Oxígeno Disuelto, DBO_{5,20}, Materia Orgánica, Fluoruro, Cloro Libre Residual, Olor y Sabor. Los resultados indican el cumplimiento de la normativa vigente sobre calidad del agua, pero con un impacto visible de las variaciones estacionales y los eventos climáticos en la calidad del agua cruda.

Palabras clave: Tratamiento de Agua; Normas de Calidad; Saneamiento Ambiental.

Introdução

A poluição ambiental é um assunto amplamente discutido no mundo. Tanto os países desenvolvidos quanto os em desenvolvimento estão sendo afetados devido ao aumento do crescimento econômico, que está associado à exploração dos recursos naturais. É possível exemplificar a preocupação mundial por meio da ONU, através de suas conferências de Estocolmo em 1972 e do Rio de Janeiro em 1992. A escassez de água potável para o consumo nas grandes cidades agrava-se continuamente, como decorrência do crescimento progressivo da demanda e poluição das fontes de suprimento (Mishra et al., 2021).

Outro fator a ser levado em conta quando se trata do assunto é a distribuição geográfica da água, onde 97% do volume total de água é salgada, 2% são geleiras inacessíveis e apenas 1% são águas de rios, lagos e fontes subterrâneas. Em vista deste quadro, faz-se cada vez mais necessário o “monitoramento e a avaliação da qualidade das

águas superficiais e subterrâneas para a adequada gestão dos recursos hídricos” (Trindade et al., 2016).

As águas doces, que compreendem 1% do volume total de água disponível, estão organizadas em várias classes, de acordo com a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n° 357/05, que determina a classificação das águas como Classe especial, Classe I, Classe II e Classe III.

A água para consumo humano sofre um ou vários processos de tratamento para obedecer a Portaria GM/MS n° 888/2021 do Ministério da Saúde, que além de caracterizar a água para consumo humano propriamente dito, estabelece um controle físico-químico e bacteriológico, e os tipos de análises e frequência a que deve ser submetida à água destinada para abastecimento humano.

No tocante ao serviço de abastecimento de água se, em um primeiro momento, a preocupação com a qualidade da água se relacionava com a forma que este serviço seria fornecido ao consumidor, se em quantidade e características adequadas, agora está prevalecendo “uma visão orientada também por princípios de sustentabilidade, na qual se preocupa assegurar a sustentabilidade da prestação de serviços e a sustentabilidade ambiental” (Vieira, 2009).

Diante do exposto, surge a preocupação em como está, em termos de qualidade, a água que é utilizada para tratamento e posteriormente consumida pela população de Caçapava do Sul, município com cerca de 33 mil habitantes, localizado no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, distante 260 km da capital Porto Alegre. Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade da água bruta e tratada no município de Caçapava do Sul nos anos entre 2006 e 2016.

Área de estudo e contextualização

Caçapava do Sul possui uma população de 32.515 habitantes (IBGE 2022) e está localizado no centro do estado do Rio Grande do Sul, na latitude 30°30'44" S e longitude 53°29'29" O, com altitude de 450 metros acima do nível médio do mar, abrangendo uma área de 3.047,1 Km².

Diante da necessidade de tratar água para atender a população caçapavana, a prefeitura municipal cedeu, em modelo de concessão, à Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), todo o sistema de captação, tratamento e distribuição de água tratada em meados do ano de 1986.

| Pedro Daniel da Cunha Kemerich | Luciano Marquetto | Ary Sá de Figueiredo |
| Ítalo Gomes Gonçalves |

A CORSAN possui uma Estação de Tratamento de Água (ETA) pertencente à Unidade de Saneamento 028, situada na rua XV de Novembro, no centro da cidade, de aproximadamente 4200 m² de área e sendo responsável pelo tratamento, análise e distribuição da água utilizada no abastecimento público; além de um escritório da unidade de saneamento situado na rua XV de novembro, n° 703, centro.

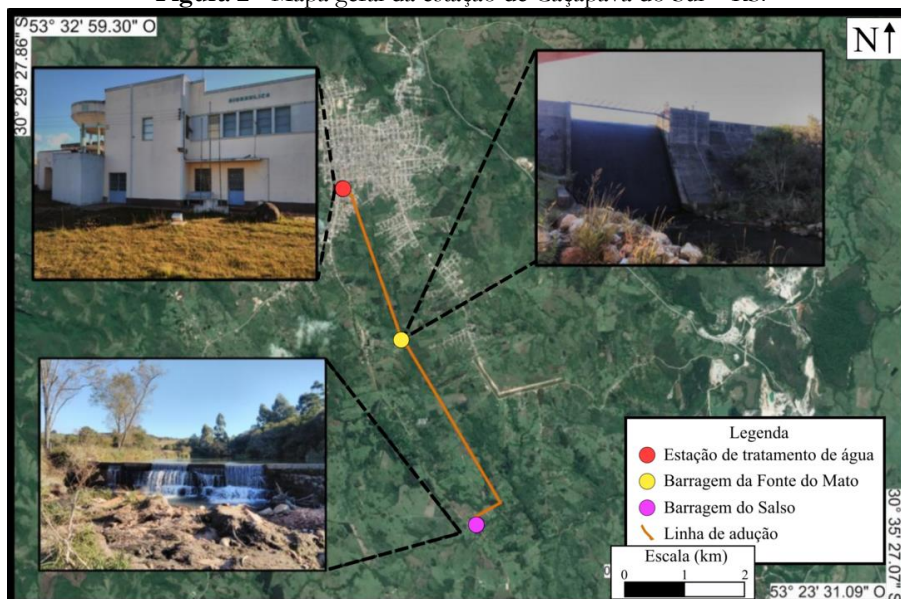
A captação de água bruta destinada ao tratamento ocorre em dois locais diferentes. A barragem do Salso, situada a 6,3 Km da ETA (Figura 1a), é responsável por 60% da água bruta do tratamento. Já a barragem da Fonte do Mato (Figura 1b), situada a aproximadamente 2,5 km da ETA, complementa os demais 40% da vazão utilizada para o tratamento. Ainda, é possível observar na Figura 2 uma visão da distribuição espacial das barragens, da linha das estações de recalque e da ETA de Caçapava do Sul.

Figura 1 - Localização da Barragem do Salso (a) e da Barragem da Fonte do Mato (b).



Fonte: Adaptado do Google Earth Pro.

Figura 2 - Mapa geral da estação de Caçapava do Sul – RS.



Fonte: Adaptado do Google Earth Pro.

Para que a água bruta chegue à ETA, é utilizado um sistema de adução dimensionado para atender a demanda do tratamento, somando cerca de 6,3 Km de tubulações mistas de PVC e ferro, com diâmetro nominal de 250 mm e 300 mm.

As barragens do Salso e da Fonte do Mato estão classificadas em Classe II, de acordo com a CONAMA 357/05, na qual se faz necessário um tratamento convencional para que a água tratada atenda aos padrões de potabilidade da Portaria GM/MS nº 888/2021, que também exige que determinados parâmetros sejam monitorados com frequências específicas. A ETA em estudo obedece às frequências estipuladas por tal portaria, sendo os parâmetros analisados e sua periodicidade de análise apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Análises realizadas indicando a unidade dos resultados, tipo de água utilizada e periodicidade.

PARÂ-METRO	UNI-DAD E	Água Bruta				Água Floculada				Água Decantada				Água Filtrada				Água Tratada			
		Frequência				Frequência				Frequência				Frequência				Frequência			
		H	D	S	M	H	D	S	M	H	2 D	S	M	H	D	S	M	H	D	S	M
Ferro	mg.L ⁻¹			X																	X
Manganês	mg.L ⁻¹			X																	X
Alumínio Residual	mg.L ⁻¹				X									X				X			
Cor	mg.L ⁻¹ Pt-Co		X															X			
Turbidez	uT ou NTU	X				X				X				X				X			
pH	mg.L ⁻¹	X				X												X			
Alcalinidade	mg.L ⁻¹		X																X		
Dureza Total	mg.L ⁻¹			X																	X
Oxigênio Dissolvido	mg.L ⁻¹			X																	X
DBO5,20	mg.L ⁻¹			X																	X
Matéria Orgânica	mg.L ⁻¹		X											X				X			
Flúor	mg.L ⁻¹																	X			
Cloro Residual Livre	mg.L ⁻¹									X								X			
Odor	mg.L ⁻¹	X																X			
Gosto	mg.L ⁻¹																	X			

H = a cada hora de operação; D = uma vez ao dia; S= uma vez por semana; M = uma vez ao mês; 2D = duas vezes ao dia.

Fonte: Elaboração Própria com os dados tabulados da ETA/CORSAN Caçapava do Sul – RS.

Metodologia e resultados

Coleta de dados

A pesquisa foi realizada utilizando como base os dados dos controles laboratoriais preenchidos ao longo dos anos de 2006 a 2016, que indicam os resultados dos parâmetros analisados da água bruta, água floculada, água decantada, água filtrada e água tratada. Os dados foram disponibilizados pela CORSAN, na própria estação, com acesso aos arquivos mortos.

Os dados pluviométricos foram obtidos junto ao Serviço Geológico Brasileiro (SGB, antiga Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM), para verificar se a chuva influenciou em algum resultado das análises entre diferentes amostras de água.

Processamento de dados

Durante o período de pesquisa, os resultados das 160.986 análises foram digitados em planilha eletrônica Excel versão 2016, agrupados ano a ano, mês a mês e dia a dia, por análise, e de acordo com a sazonalidade. Foram considerados meses quentes (outubro a março) e meses frios (abril a setembro).

Após o agrupamento dos resultados, foi utilizado o programa *RStudio Desktop* 1.0.44 para elaborar os gráficos com as correlações que demonstraram a eficiência da estação.

O sistema de tratamento foi projetado e construído para atender a demanda da cidade pelo período de 25 anos, independente da época do ano, inverno ou verão.

Na análise realizada não foram encontradas análises bacteriológicas fora do padrão estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (água tratada) porém, observou-se algumas alterações na qualidade da água bruta. Os dados demonstraram que existem picos de formação de colônias de bactérias termotolerantes no período de verão para a Barragem da Fonte do Mato, mas como a mesma se localiza próxima ao grande centro urbano e a precipitação diminuiu durante o período de estudo, existe a possibilidade de haver lançamento clandestino de efluentes biológicos próximo à captação.

Os resultados das análises de cloro atendem ao padrão de potabilidade determinado pela Portaria GM/MS nº 888/2021 em todo período avaliado. Apenas uma amostra de água tratada teve seu resultado abaixo de 0,40 mg.L⁻¹. Foi constatado que existe um

controle local de conscientização do operador da ETA, para que as dosagens sejam suficientes para que o cloro residual livre na rede de distribuição não seja menor que 0,20 mg.L⁻¹.

Variações temporais do volume de produção

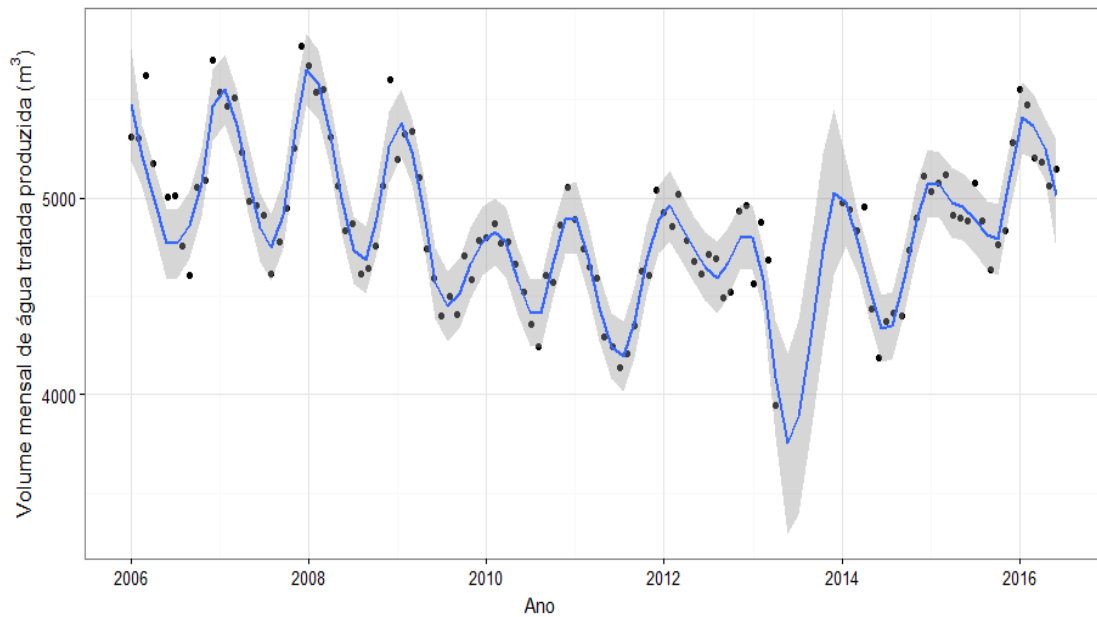
A Figura 3 demonstra o volume de água tratada produzida durante os anos de 2006 a 2016. Segundo Vercelli (2011), a quota per capita para uma pequena localidade, com população entre 10.000 e 50.000 habitantes varia entre 110 e 180 L.hab⁻¹.d⁻¹. A ETA de Caçapava do Sul produziu cerca de 5.500 m³.d⁻¹, totalizando 183,3 L.hab⁻¹.d⁻¹, ou seja, acima da média nos anos de 2006 a 2009 no período em que há tendência de aumento da produção. Em geral, espera-se que meses de calor gerem um aumento no consumo diário de água e conseqüentemente um aumento da produção de água tratada, em 20%. Ainda em relação ao período de 2006 - 2009, observa-se que nos meses de inverno a produção da ETA fica dentro da média esperada, com aproximadamente 5.000 m³.d⁻¹, correspondente a 160 L.hab⁻¹.d⁻¹.

Também foi observado que, a partir do ano de 2010, houve um decréscimo na produção, tanto nos meses de calor quanto nos meses de frio. Tal fato foi verificado nos arquivos da empresa e observou-se que houve uma mudança na gestão, foi implantada uma nova fase do PMG. A partir de então, todas as ligações de água passaram a ser micromedidas. Com esta medida, é possível afirmar que o hidrômetro ajuda o usuário a controlar o consumo de água (SABESP, 2014).

Durante o ano de 2013, não foram encontrados dados de macromedição, apenas médias diárias para cálculos de consumo de produtos químicos. Houve uma falha no equipamento de macromedição, que foi substituído no ano de 2014.

A partir do final de 2013 e início de 2014 percebe-se um início de tendência de aumento do volume de água tratada no município, fato que está relacionado ao aumento do número de ligações de água e às constantes manutenções caracterizadas por Heller (2013) como perdas físicas ou reais, que são operações de descargas nas redes de distribuição e limpeza de reservatórios.

Figura 3 – Volume de água tratada produzida vs ano (2006 a 2016).



Fonte: Elaboração Própria com os dados tabulados da ETA/CORSAN Caçapava do Sul – RS.

Eficiência de filtragem durante os meses do ano

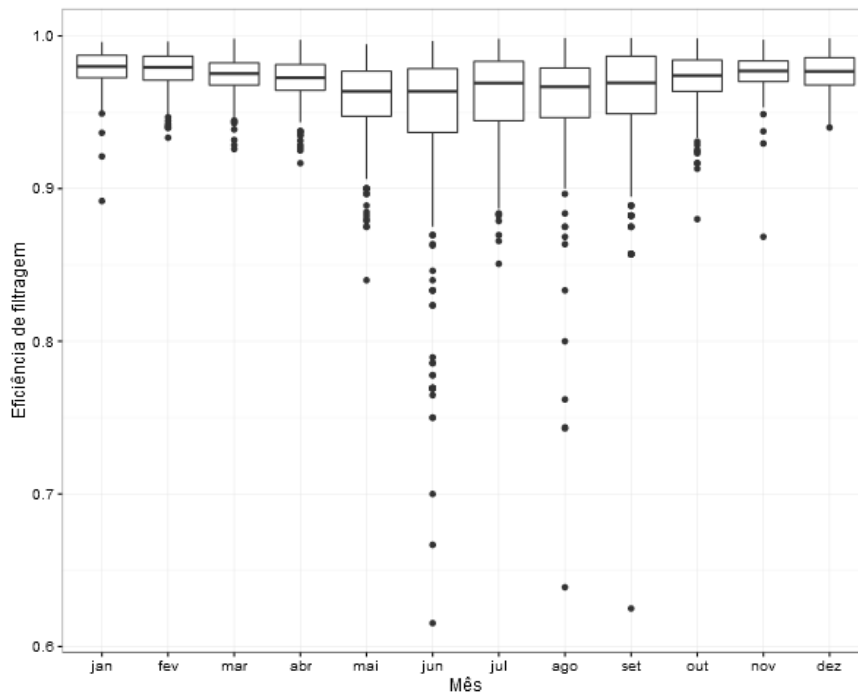
A ETA apresentou uma eficiência na taxa de filtração maior que 90% durante os 10 anos estudados. A determinação deste indicador de referência para o processo de tratamento de água é uma importante medida para o monitoramento da qualidade do processo realizado, o que permite eventuais correções nas etapas anteriores do processo de tratamento. De acordo com Francisco, Pohlman e Ferreira (2011), “o controle rigoroso dos fatores que influenciam na eficiência da ETA permite que as condições ótimas para cada etapa sejam mantidas, resultando em uma água com maior qualidade”.

Em meses mais frios, com altos índices de precipitação, observados na Figura 4, nos meses de junho e agosto houve uma maior distribuição do rendimento da taxa de filtração. Neste ponto deve-se observar que a estação teve tempo para adaptar aos ajustes de dosagem devido à mudança na qualidade da água bruta.

Segundo Vieira (2009), há de se considerar que turvações mais altas originadas por fortes precipitações são mais fáceis de remover do que turvações mais baixas.

Seria de esperar que o menor desempenho estivesse associado aos valores de menor turvação. No entanto, os ajustes nas dosagens foram realizados a cada alteração na qualidade da água bruta, fato este que gerou uma maior distribuição entre o primeiro e o terceiro quartis.

Figura 4 – Eficiência de filtragem mensal ao longo do período de 2006 a 2016.



Fonte: Elaboração Própria com os dados tabulados da ETA/CORSAN Caçapava do Sul – RS.

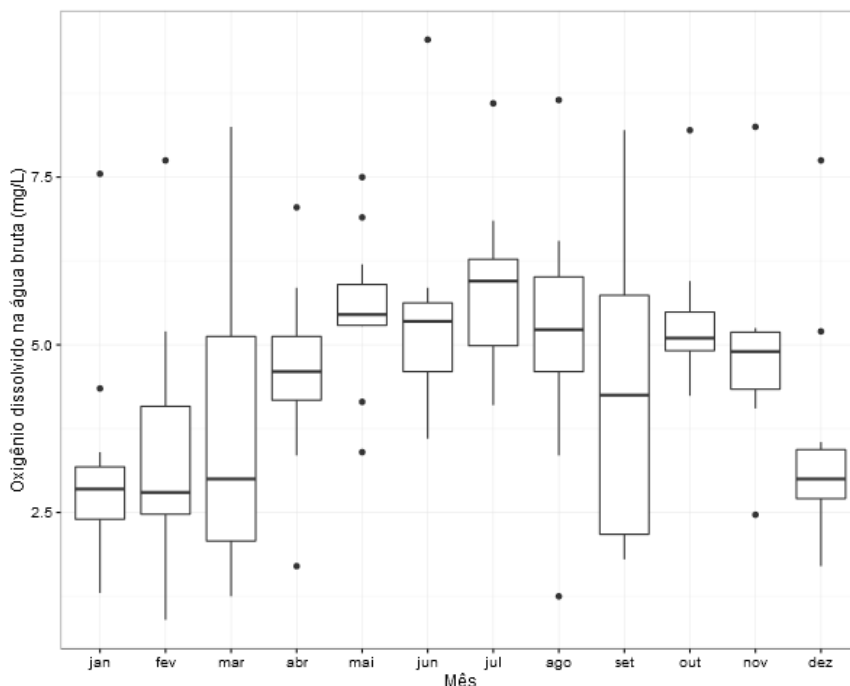
Variações mensais no oxigênio dissolvido na água bruta

A distribuição de oxigênio em um curso d'água se dá em função da temperatura, da agitação das águas, da natureza e abundância de organismos que nelas vivem (seres clorofilados), reoxigenação fotossintética, da velocidade de deslocamento da água, profundidade, acidentes topográficos, ação dos ventos, intensidade luminosa e entrada de oxigênio dissolvido contribuinte de outros afluentes.

Nos meses de inverno, de acordo com a Figura 5, as taxas de oxigênio dissolvido ultrapassaram $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$, acompanhadas da maior taxa de precipitação nos referidos meses. Porém, a DBO verificada não atingiu o limite estipulado pela Resolução CONAMA 357/05 ($5,0 \text{ mg.L}^{-1}$) em nenhum dia durante os 10 anos estudados, mantendo a classificação como água doce classe II.

A barragem da Fonte do Mato possui muita vegetação em sua superfície, impedindo que os raios luminosos atinjam profundamente o curso d'água. De acordo com a empresa, são vegetais aquáticos da espécie *Eichornia crassipes*, popularmente conhecidos como aguapés. Devido à falta de luminosidade e altas temperaturas durante os meses de verão, houve um decréscimo nos valores de Oxigênio dissolvido, sendo necessário realizar análise com diluição de 50%, mas a DBO5 manteve-se, ainda, abaixo de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Figura 5 – Oxigênio dissolvido na água bruta vs Mês.



Fonte: Elaboração Própria com os dados tabulados da ETA/CORSAN Caçapava do Sul – RS.

Valores médios de matéria orgânica relacionados à precipitação mensal

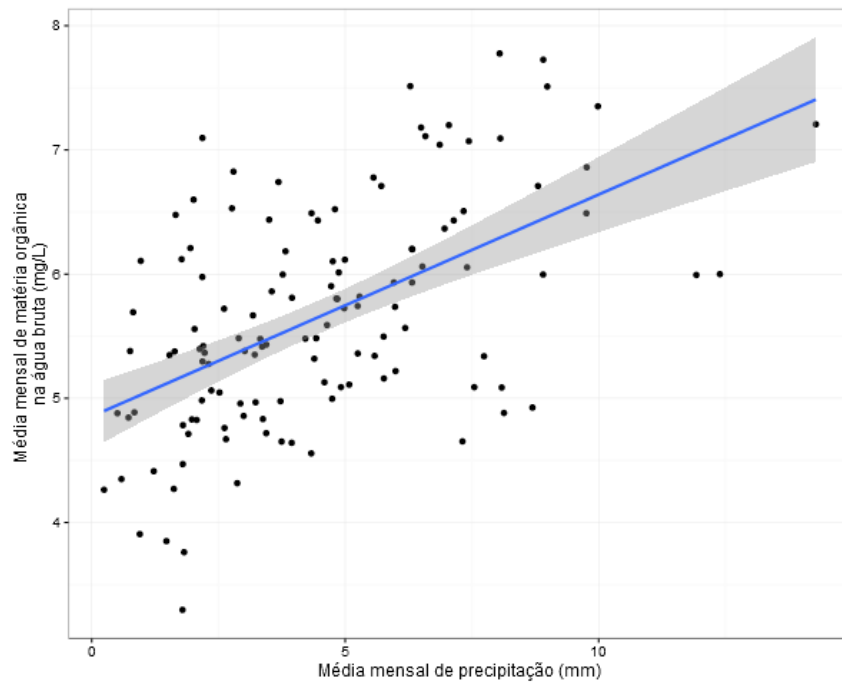
De acordo com Ferreira et al. (2021):

A matéria orgânica do solo é uma complexa e variada mistura de substâncias orgânicas, as quais contêm, por definição, o elemento carbono, que, em média, compreende cerca de metade da massa das substâncias orgânicas do solo. O termo matéria orgânica do solo tem sido usado de diferentes maneiras para descrever os constituintes orgânicos do solo.

Este dado vem ao encontro dos valores obtidos na Figura 6, pois o aumento da precipitação é acompanhado pelo aumento da matéria orgânica (M.O.) na barragem estudada.

A linha azul, na figura 6, demonstra que nos 10 anos de dados processados, a M.O. apresentou concentrações entre 4,8 e 7,4 mg.L⁻¹ quando a precipitação média mensal foi de 0 a 10 mm³. Houve alterações fora da faixa constante porque as análises de M.O. foram realizadas uma vez ao dia, fato que pode não coincidir com o dia de maior precipitação. Como o índice pluviométrico é medido diariamente às 07h00min, observou-se que choveu muito durante a tarde em determinado dia e a matéria orgânica teve o acréscimo nas primeiras horas do dia posterior.

Figura 6 – Média mensal de matéria orgânica na água bruta X Média mensal da precipitação.



Fonte: Elaboração Própria com os dados tabulados da ETA/CORSAN Caçapava do Sul – RS.

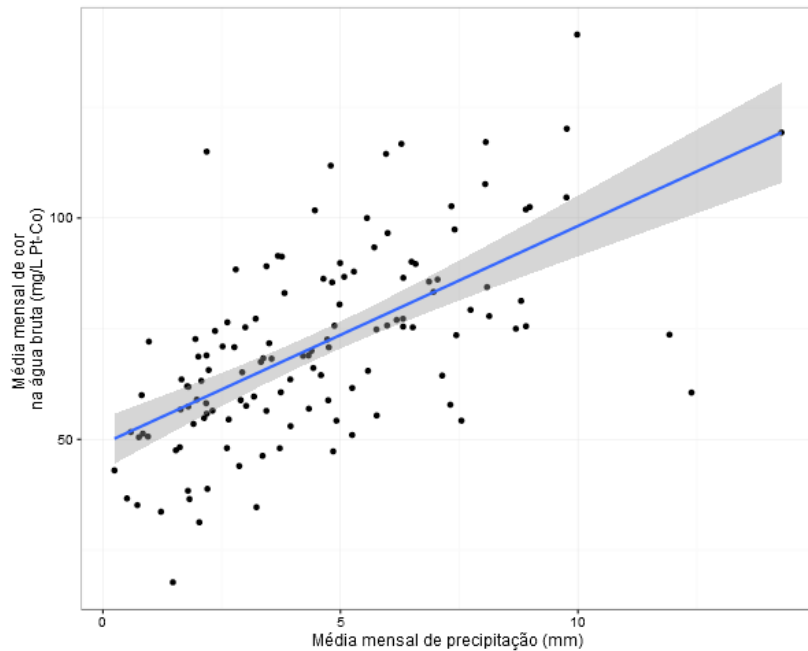
As diferenças ocasionadas no que se refere à medição e a aquisição de dados de chuva de boa qualidade é bastante difícil, embora a medição e os aparelhos sejam simples (sendo de fácil manuseio e de tecnologia de baixa complexidade). Segundo Cabral et al. (2016), quantificar a distribuição das precipitações sobre a terra é de suma importância para a compreensão da hidrologia de superfície. Essa quantificação pode desempenhar um importante papel na previsão e no monitoramento de fenômenos hidrometeorológicos. Entretanto, muitas das áreas propensas a esses fenômenos sofrem com a falta de dados pluviométricos confiáveis e sem falhas em sua série.

Média da cor da água bruta relacionada à precipitação mensal

A média dos valores do parâmetro cor da água bruta da ETA é de $50 \text{ mg.L}^{-1} \text{ Pt-Co}$, porém à medida que existe a ocorrência de chuva, a cor da água bruta tende a aumentar gradativamente. A linha azul no gráfico da Figura 7 demonstra a correlação da precipitação e da cor da água bruta ao longo de 10 anos.

Pode-se observar que existem pontos fora da curva que são caracterizados como pontuais, possivelmente pelo erro na medição do pluviômetro, ou pela diferença de distância entre os locais de captação e instalação do aparelho medidor (cerca de 2,5 Km).

Figura 7 – Média mensal de cor na água bruta vs Média mensal de precipitação.



Fonte: Elaboração Própria com os dados tabulados da ETA/CORSAN Caçapava do Sul – RS.

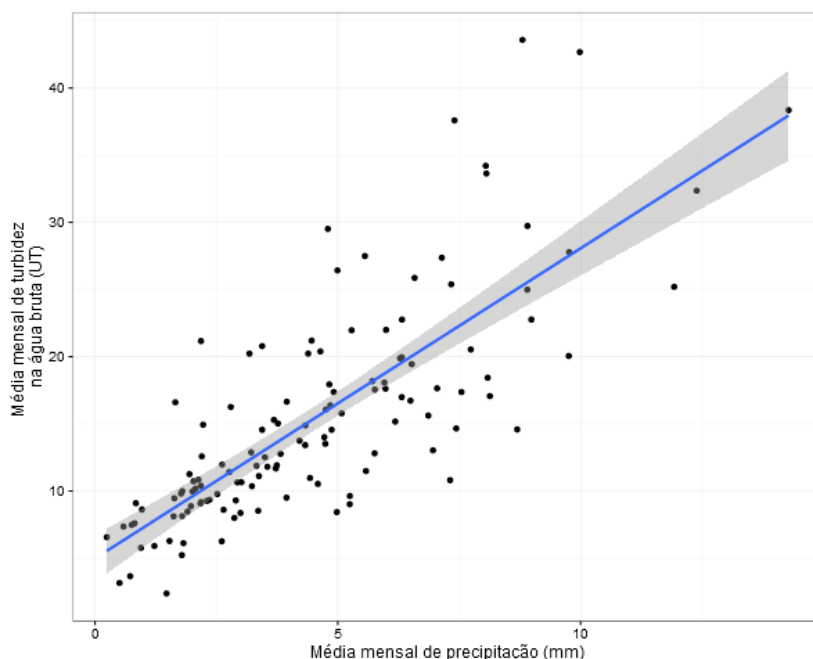
Variação da turbidez de acordo com o volume de precipitação

A turbidez é um parâmetro indicador da presença de argila, silte, substâncias orgânicas ou inorgânicas. Ela pode ser entendida como uma “medida indireta da quantidade de sólidos em suspensão” e varia de acordo com a quantidade de chuvas (Stevenson; Bravo, 2019).

Em sistemas de tratamento de água a variação repentina dos valores de turbidez prejudica a eficiência nos processos de coagulação e filtração. E a obtenção de seus valores garante uma dose correta de coagulante necessária à clarificação da água (Soros et al., 2019).

A linha azul na figura 8 mostra a tendência do aumento da turbidez de acordo com o aumento da precipitação. Durante a pesquisa, foi observado que a turbidez aumenta quando chove. Os valores médios obtidos não demonstram momentos exatos da alta, porém, nos arquivos avaliados foi possível detectar o aumento do parâmetro horas após a ocorrência do evento.

Figura 8 – Média mensal de turbidez na água bruta X Média mensal de precipitação.



Fonte: Elaboração Própria com os dados tabulados da ETA/CORSAN Caçapava do Sul – RS.

Medida da eficiência de remoção da cor pela estação

O sistema convencional de tratamento de água de Caçapava do Sul é composto por dois floculadores de fluxo vertical, dois decantadores de fluxo ascendente e 3 filtros de areia com fluxo descendente. Segundo Francisco, Pohlman e Ferreira (2011, p. 08):

Por se tratarem de etapas sequenciais, o mau funcionamento de um dos processos envolvidos no tratamento convencional de água para abastecimento humano compromete a eficiência dos subsequentes, comprometendo a qualidade da água tratada.

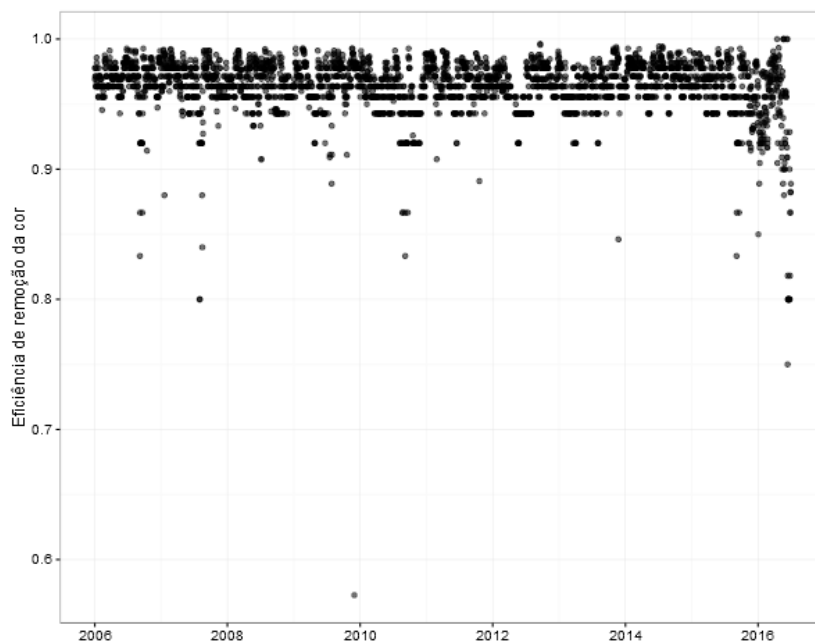
Foi possível verificar que a vazão máxima de tratamento da ETA é de 120,0 L.s⁻¹, mas na verdade ela opera com apenas 79% de sua capacidade, atendendo assim a demanda atual da cidade.

Em termos de qualidade, não operar na vazão máxima ocasiona um maior rendimento nas etapas sequenciais de tratamento, pois quanto maior a vazão nominal, menor será a velocidade de sedimentação dos flocos formados na floculação e maior a eficiência na remoção da cor aparente.

É possível observar na Figura 9, que a eficiência de remoção da cor está concentrada na faixa de 95% em quase todos os meses do ano, porém, ocorreu uma maior dispersão nos meses correspondentes à estação no verão. Nos dias quentes, ocorre o

aumento da demanda na produção de água tratada. Com este aumento, há um acréscimo no volume produzido. Assim sendo, verificou-se que o aumento do consumo de água tratada pela população, causa naturalmente o aumento da produção da ETA. Com o aumento da produção, as carreiras de operação dos 3 filtros em paralelo aumentam de uma média de 38 para 45 horas, diminuindo a taxa de filtração por excesso de material colmatado no leito filtrante. Como consequência destes fatos, tem-se a diminuição na eficiência de remoção da cor.

Figura 9 – Eficiência de remoção da cor X Ano.



Fonte: Elaboração Própria com os dados tabulados da ETA/CORSAN Caçapava do Sul – RS.

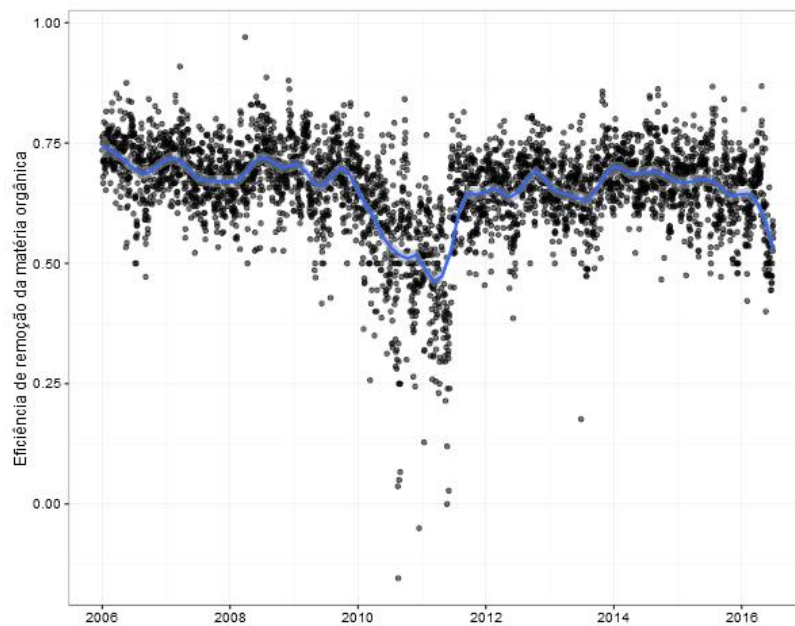
Eficiência de remoção de MO anual

O sistema adotado na ETA contempla uma seqüência de etapas onde a matéria orgânica é removida gradativamente. Inicialmente o processo de pré desinfecção, onde tem-se a oxidação da MO e posteriormente tem-se a aplicação do coagulante sulfato de alumínio que reage com a MO formando pequenos coágulos que se agregam entre si formando flocos mais densos do que a água.

Pode-se observar na Figura 10, que o rendimento diminuiu no ano de 2011. Os resultados registrados das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos dos mananciais de captação atingiram concentrações acima da média esperada pelo sistema de tratamento no referido período.

Devido à qualidade da água bruta foi necessário aumentar as dosagens de coagulante, o que implicou em maior tempo de detenção do sistema e o aumento nas horas das carreiras dos filtros. O aumento das médias das carreiras de filtros permitiu que houvesse maior quantidade de material colmatado no leito filtrante. Como consequência dos fatos citados acima, ocorreu um menor rendimento na redução de M.O no período compreendido entre os anos de 2011 e 2012.

Figura 10 – Eficiência de remoção da matéria orgânica X Ano.



Fonte: Elaboração Própria com os dados tabulados da ETA/CORSAN Caçapava do Sul – RS.

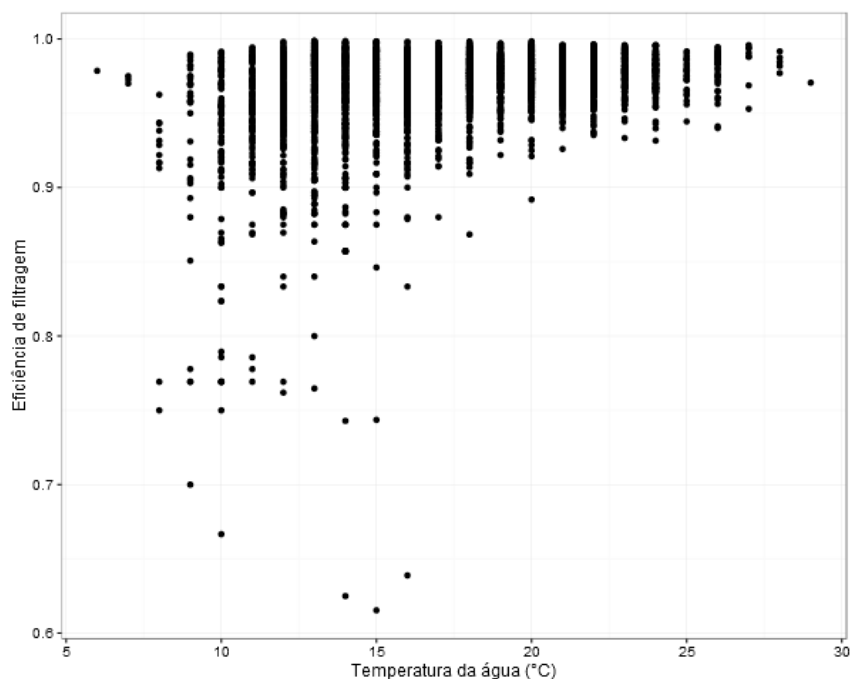
Eficiência da filtração em função da temperatura da água

É de grande importância conhecer as possíveis variações de temperatura ao longo dos processos e operação dos sistemas de tratamento de água, visto que, para Pavanelli (2001), “a temperatura tem influência no desempenho das unidades de mistura rápida, floculação, desinfecção e nas reações de hidrólise do coagulante e solubilidade de gases”.

Corroborando as informações da Figura 11, Zand & Hoveidi (2015) afirmam que o coagulante sulfato de alumínio é amplamente utilizado como floculante nas ETAs devido à sua alta eficiência na remoção de coloides.

Conforme pode ser observado na Figura 11, o maior rendimento na filtração ocorre nos períodos de verão, quando as temperaturas da água atingem a faixa de 19°C a 25°C. Já no período de inverno, onde a temperatura da água varia de 7 a 15°C, existe uma maior dispersão na eficiência da filtragem.

Figura 11 – Eficiência de filtragem X Temperatura da água.



Fonte: Elaboração Própria com os dados tabulados da ETA/CORSAN Caçapava do Sul – RS.

Considerações Finais

A legislação brasileira é antiga, porém na medida em que novas causas de doenças são descobertas, o Ministério da Saúde intervém com adaptações ao texto original, através de portarias, para, assim, minimizar problemas de saúde futuros por falta de saneamento básico.

Conclui-se, então, que houve um planejamento eficiente por parte da CORSAN que resultou na construção de uma estação de tratamento de água capaz de atender à demanda da população de Caçapava do Sul – RS, pois não basta somente ter água em abundância, é necessário ter eficácia na operação da ETA, e agregar conhecimento técnico aos trabalhadores engajados na política da empresa.

A estação estudada apresentou resultados satisfatórios, pois atende à legislação vigente e está sob constante inspeção do órgão fiscalizador.

Existe um investimento em programas como o PMG que auxiliam na qualificação constante do corpo técnico e na diminuição dos custos operacionais, para assim levar à comunidade uma certeza de estar consumindo não apenas uma mercadoria, mas um bem necessário à vida, disponível em cada torneira de suas residências.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CORSAN e seus funcionários pela disponibilização dos dados e pela luta em entregar um direito básico e fundamental à população gaúcha, água potável.

Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 357/2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: MMA, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 888 de 04 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: MS, 2021. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html>. Acesso em: 02 jul. 2024.

CABRAL, S. L.; CAMPOS, J. N. B.; SILVEIRA, C. S.; RODRIGUES, J. M. O intervalo de tempo para uma máxima previsibilidade da precipitação sobre o Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 2, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631220130034>>. Acesso em 02 jul. 2024.

FERREIRA, N. K. F.; LIMA, C. F.; DE AZEVEDO, É. B. M.; MARINHO, A. F.; DE OLIVEIRA ARAÚJO, F.; DE AZEVEDO, F. D. F. M. Disponibilidade de metais pesados e sua correlação com a matéria orgânica do solo em áreas produtoras de hortaliças na Região Metropolitana de Belém/PA/Availability of heavy metals and their correlation with a soil organic material in vegetable producing areas in the Metropolitan Region of Belém/Pa. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 11, p. 109022-109032, 2021.

FRANCISCO, A.; POHLMANN, P. H.; FERREIRA, M. Tratamento convencional de águas para abastecimento humano: Uma abordagem teórica dos processos envolvidos e dos indicadores de referência. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2., 2011, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina-PR: UNOPAR, 2011. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/IX-005.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

HELLER, L. A ética do capitalismo e o saneamento no Brasil. **Le Monde Diplomatique Brasil**, 2013. Disponível em: <<https://diplomatique.org.br/a-etica-do-capitalismo-e-o-saneamento-no-brasil/>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da População - Dados digitais**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

MISHRA, B. K.; KUMAR, P.; SARASWAT, C.; CHAKRABORTY, S.; GAUTAM, A. Water security in a changing environment: Concept, challenges and solutions. **Water**, v. 13, n. 4, p. 490, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4441/13/4/490>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada**. 2001. 233 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia São Carlos, Universidade de São Paulo. 2001.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Manual do usuário SABESP**. 2014. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/manual_usuario_sabesp.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2024.

SOROS, A.; AMBURGEY, J. E., STAUBER; C. E., SOBSEY; M. D.; CASANOVA, L. M. Turbidity reduction in drinking water by coagulation-flocculation with chitosan polymers. **Journal of water and health**, v. 17, n. 2, p. 204-218, 2019. Disponível em: <<https://iwaponline.com/jwh/article/17/2/204/65912/Turbidity-reduction-in-drinking-water-by>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

STEVENSON, M.; BRAVO, C. Advanced turbidity prediction for operational water supply planning. **Decision Support Systems**, v. 119, p. 72-84, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923619300375>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

TRINDADE, A. L. C. [et al.]. Tendências temporais e espaciais da qualidade das águas superficiais da sub-bacia do Rio das Velhas, estado de Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 13-24, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/4n83rTXFZGHBc5Q5kL7cbcn/?format=html&lang=pt>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

VERCELLI, L. C. A. Estação Ciência: espaço educativo institucional não formal de aprendizagem. ENCONTRO DE PESQUISA DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO DA UNINOVE, 4., 2011, São Bernardo do Campo. **Anais...** São Bernardo do Campo: UNINOVE, 2011.

VIEIRA, P. A. R. **Avaliação de desempenho de Estações de Tratamento de Água para consumo humano**. 2009. 662 f. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologias do Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Faro, Portugal. 2009.

ZAND, A. D.; HOVEIDI, H. Comparing aluminium sulfate and poly-aluminium chloride (PAC) performance in turbidity removal from synthetic water. **Journal of Applied Biotechnology Reports**, v. 2, n. 3, p. 287-292, 2015. Disponível em: <https://www.biotechrep.ir/article_69189.html>. Acesso em: 02 jul. 2024.

Como citar:

ABNT

KEMERICH, P. D. da C. [et al.]. Análise da qualidade da água para o abastecimento humano na cidade de Caçapava do Sul – RS entre 2006 e 2016. **Interespaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 12, n. 01, e22876, 2026. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e22876>>. Acesso em: 28 jun. 2026.

APA

Kemerich, P. D. da C. [et al.]. Análise da qualidade da água para o abastecimento humano na cidade de Caçapava do Sul – RS entre 2006 e 2016. *InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, v. 12, n. 01, e22876, 2026. Recuperado em 28 junho, 2026, de <http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e22876>



This is an open access article under the CC BY Creative Commons 4.0 license.
Copyright © 2026, Universidade Federal do Maranhão.

