

**ESCOLA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL**

***ESTUDO DO RETORNO DA AFLUÊNCIA DAS ÁGUAS DO RIO
DOCE ÀS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE RESPLENDOR E
ITUETA - MINAS GERAIS***

***RELATÓRIO FINAL DE ESTUDO DE TRATABILIDADE EM ESCALA REAL NA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ITUETA***

MARCELO LIBÂNIO

Belo Horizonte

Maio 2025

1 - APRESENTAÇÃO

Após o rompimento da Barragem do Fundão em 05/11/2015, o aporte de elevadíssima carga de sólidos suspensos ao Rio Doce resultou na paralisação de 16 captações e o abastecimento das cidades afetadas por meio de água envasada e caminhões-pipa. Progressivamente, as águas do Rio Doce voltaram a afluir a 14 estações de tratamento em Minas Gerais e Espírito Santo, à exceção das estações de Itueta e Resplendor.

Na perspectiva do retorno à operação da captação no Rio Doce em ambas cidades, realizaram-se inicialmente em novembro/dezembro de 2024 ensaios de tratabilidade para definir as condições ótimas de coagulação passíveis de serem aplicadas em escala real nas estações de tratamento de Resplendor e Itueta. Após a definição das condições ótimas para seis águas de estudo – produzidas a partir de amostras de água e sedimentos coletados nas proximidades dos dois pontos de captação -, realizou-se *in loco* em março de 2025 a avaliação da afluência das águas do Rio Doce à estação de tratamento de Itueta.

Neste cenário, o presente relatório apresenta essencialmente os resultados em escala real do retorno do emprego do Rio Doce como manancial de abastecimento de Itueta, a partir da operação da estação de tratamento por períodos da ordem de 2~3 h em cinco dias de março de 2025.

2 - METODOLOGIA

2.1 – Características da estação de tratamento de água de Itueta

A estação de tratamento de Itueta apresenta tecnologia convencional de potabilização, responsável pelo abastecimento de mais de 70% da população brasileira¹. Todavia, a estação apresenta algumas peculiaridades, tais como mistura rápida no canal de entrada, um floculador hidráulico com apenas cinco câmaras, dois decantadores de escoamento horizontal de formato circular e compartimentação interna, e apenas um filtro rápido de escoamento descendente de camada dupla.

A vazão média afluyente à estação é da ordem de 13~14 L/s. Em relação à filtração, o funcionamento da estação por aproximadamente 15~17 h diárias minimiza a limitação de uma única unidade de filtração durante a lavagem do meio filtrante. Após a paralisação da captação no Rio Doce, passou a fluir à estação água do rio Manhuaçu por meio de caminhões-pipa².

Similarmente ao realizado para estação de tratamento de Resplendor, a partir das

¹ OLIVEIRA, M. D.; BIANCHI, D. Z.; FONSECA, J. F.; GORZA JÚNIOR, N. & LIBÂNIO, M. - *Avaliação de fatores intervenientes no desempenho de estações de tratamento de água*, Engenharia Sanitária e Ambiental, v.26, n.4, p.613-625, agosto 2021.

² OeM Engenharia – *Projeto Conceitual – Estudo de Concepção da Captação Alternativa e ETA*, 159 p., março de 2021.

características físicas e dos limites estabelecidos pela NBR 12.216³ para cada parâmetro de projeto – num processo inverso ao dimensionamento das unidades que integram a estação –, elaborou-se a Figura 1. Nesta figura, evidenciam-se as vazões máximas possíveis de afluir a cada unidade da estação a partir dos parâmetros de projeto listados na NBR 12.216. Por exemplo, a partir do tempo mínimo de floculação preconizado pela NBR 12.216 para unidades hidráulicas (20 min), pode afluir ao floculador da estação de Itueta vazão da ordem de 7,3 L/s, apontando significativa sobrecarga nesta etapa para atual vazão média afluyente à estação de tratamento.

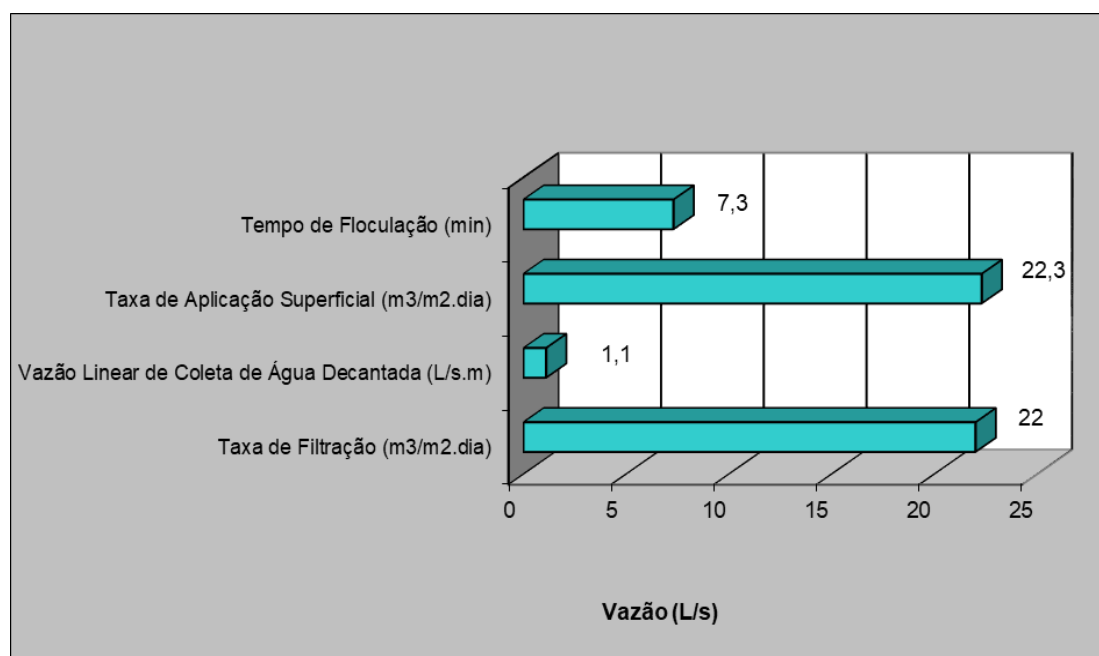


Figura 1. Parâmetros hidráulicos e respectivas vazões máximas afluentes à estação de tratamento de água de Itueta estimadas a partir das premissas da NBR 12.216.

Em relação aos parâmetros hidráulicos apresentados na Figura 1, cabe salientar o formato peculiar dos decantadores da estação de Itueta, dotados de compartimento internos que acabam por complementar a formação dos flocos. Tal situação também se sucede em decantadores retangulares de escoamento horizontal, nos quais a formação e sedimentação dos flocos dá-se antes e logo após a cortina perfurada de distribuição. Neste cenário, eventual formação insatisfatória dos flocos decorrente do menor tempo de floculação acaba por ser minimizada.

³ ABNT - *Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público*, NBR 12.216, Rio de Janeiro, ABNT, 18 p., 1992.

2.2 – Ensaios de tratabilidade

Similarmente ao mencionado no relatório direcionado à estação de tratamento de Resplendor, realizaram-se no laboratório da Limnos em Vespasiano/MG, diversos ensaios de tratabilidade em equipamento de *Jar Test* para seis águas de estudo coletadas no Rio Doce nas cercanias da captação de Itueta. Nestes ensaios, utilizaram-se parâmetros hidráulicos condizentes à afluência de 14 L/s à estação, cloreto de polialumínio como coagulante primário, hidróxido de sódio como alcalinizante e polímero catiônico como auxiliar de coagulação. Na Tabela 1 apresentam-se algumas características das seis águas de estudo passíveis de afluir à estação de tratamento de Itueta utilizadas nos ensaios de tratabilidade, as condições ótimas de coagulação com cloreto de polialumínio e a turbidez remanescente após sedimentação.

Tabela 1. Características médias das seis águas de estudo referentes à captação do Rio Doce em Itueta e condições ótimas de coagulação com cloreto de polialumínio

Água de Estudo	Turbidez (uT)	pH	Cor aparente (uH)	Dose ótima (mg/L)	pH de coagulação	Turbidez remanescente (uT)
Água natural	171	6,6	500	22±2	7,7±0,2	3,5±0,5
Tipo I	219	7,5	500	22±2	7,7±0,2	3,5±1,0
Tipo II	318	7,1	1000	25±2	7,7±0,2	3,3±0,5
Tipo III	517	6,9	1000	34±2	8,5±0,2	2,7±0,5
Tipo IV	950	7,1	1000	53±2	7,0±0,2	3,5±0,5
Tipo V	3870	6,7	5000	145±5	7,5±0,2	0,5±0,2

Para as seis águas de estudo a turbidez após filtração da amostra em papel de filtro apresentou-se inferior a 0,72 uT e para as águas Tipo III, IV e V utilizou-se polímero catiônico como auxiliar de coagulação com doses de até 1,8 mg/L.

2.3 – Ensaios em escala real

Os ensaios em escala real iniciaram-se em 09~10 de março de 2025 e se repetiram em 11, 16 e 18 do mesmo mês com duração de ao menos duas horas. Estabeleceu-se com a equipe da Copasa, iniciá-los após o enchimento total dos reservatórios do sistema de abastecimento de Itueta, pois o efluente tratado durante os ensaios seria novamente descartado no Rio Doce como se deu em Resplendor. Desta forma, a afluência de água por meio de caminhões-pipa foi interrompida e iniciou-se o recalque à estação das águas do Rio Doce no início da noite.

Após período de aproximadamente 3,5 h⁴, as doses de cloreto de polialumínio definidas nos ensaios de tratabilidade confirmatórios realizados nas dependências da estação de Itueta passaram ser aplicadas em escala real. Coletaram-se amostras da água filtrada a cada 15 min, durante duas horas totalizando oito amostras, para posterior envio ao laboratório da Limnos, procedimento repetido por mais três dias totalizando 32 amostras. Para todas as amostras determinaram-se os 102 parâmetros que integram o padrão de potabilidade vigente⁵, perfazendo 3.264 resultados.

3 - RESULTADOS

Avaliação inicial do desempenho da estação de tratamento de Itueta com o retorno da afluição das águas do Rio Doce balizou-se inicialmente nas análises *in loco* de turbidez, cor aparente e pH das 32 amostras coletadas nos quatro dias de março realizadas pela Limnos.

No primeiro dia de teste em escala real (09-10 de março), a água bruta apresentou turbidez da ordem de 17,2 uT, cor aparente de 120 uH e pH de 6,7. Nestas condições, com coagulação com cloreto de polialumínio, os resultados das amostras do efluente do filtro apresentaram turbidez inferior a 0,5 uT (média 0,4 uT), cor aparente inferior a 5 uH (limite de quantificação do método) e pH da ordem de 6,6~7,2, atendendo plenamente ao mencionado padrão de potabilidade.

Em dois dos três dias subsequentes dos testes em escala real, as águas do Rio Doce afluentes à estação de tratamento de Itueta apresentaram características similares com turbidez da ordem de 15~22 uT, cor aparente de 120 uH e pH de 6,4. Apenas no dia 16 de março as características das águas apresentaram elevação significativa para turbidez (103 uT) e principalmente cor aparente (500 uH), e em menor magnitude do pH (6,8). Nestes três dias, novamente todos resultados das análises da água filtrada apresentaram turbidez inferior a 0,4 uT. Destacam-se todos registros com turbidez inferior ao limite de quantificação do método (0,2 uT) - mesmo para turbidez da água bruta de 103 uT - e com cor aparente inferior a 5 uH, consoante os limites do padrão de potabilidade.

Em relação à turbidez das águas do Rio Doce, conforme mencionado no relatório anterior, no período de agosto de 2017 a fevereiro de 2024, a turbidez apresentou violação de enquadramento para águas Classe 2 de acordo com a Resolução 357⁶ do Conama (100 uT) em 167 (~28%) do total de 598 registros. Em outras palavras, os valores da turbidez da água

⁴ Em função das dimensões das unidades de floculação, decantação e filtração, para vazão afluyente da ordem de 13 L/s, estimou-se o tempo de detenção como da ordem de 3,5 h na estação de tratamento de Itueta.

⁵ MINISTÉRIO DA SAÚDE - Portaria nº 888. Normas e padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano, Brasília, 29 p., maio de 2021. Esta Portaria estabelece turbidez inferior a 0,5 uT para 95% das amostras mensais da água filtrada e inferior a 1,0 uT para as restantes (Anexo 2).

⁶ CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) – Resolução 357, 23 p., março 2005.

bruta afluenta à estação de Itueta durante os testes em escala real coadunam-se com as características históricas do Rio Doce.

Para as 32 amostras, foram analisados no laboratório Limnos em Vespasiano 102 parâmetros contemplados na mencionada Portaria 888/2021. Não se verificou nenhuma violação dos limites do padrão de potabilidade para nenhuma das 3.264 análises realizadas. Por fim, da mesma forma do verificado em fevereiro para a estação de tratamento de Resplendor, vale destacar a observância de concentrações inferiores aos limites do padrão de potabilidade para os metais e metais-traço, tais como alumínio, ferro e manganês, e arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, níquel, entre outros. Para os sete compostos orgânicos, bifenilas policloradas denominados PCBs, ainda não inseridos no padrão de potabilidade, os resultados apresentaram-se mais uma vez consistentemente abaixo do limite de quantificação ($<0,0009 \text{ ug/L}$).

4 - CONCLUSÕES

A partir dos resultados das 32 amostras do efluente dos filtros da estação de tratamento de Itueta durante a afluição das águas do Rio Doce é possível concluir que:

- i) Os 3.264 resultados das análises dos 102 parâmetros de qualidade de água filtrada apresentaram-se integralmente atendendo os limites do padrão de potabilidade vigente, confirmando a perspectiva de retomada da captação das águas do Rio Doce para o abastecimento de Itueta;
- ii) Como ficou demonstrado para estação de Resplendor, o cloreto de polialumínio confirmou sua adequação como coagulante primário nas quatro campanhas e pode continuar a ser utilizado na coagulação na estação de tratamento de água de Itueta. Contudo, novamente, a turbidez máxima de 103 uT (no teste realizado em 16 de março) não permite afirmar que possa ser dispensável o emprego de polímero como auxiliar de coagulação, caso precipitações mais significativas na bacia hidrográfica concorram para elevação da turbidez das águas do Rio Doce. Desta forma, da mesma forma do recomendado para estação de tratamento de Resplendor, caberá à Copasa avaliar a necessidade de dispor deste produto químico para eventual uso, principalmente por ocasião de eventos de precipitação intensa na Bacia do Rio Doce.



Marcelo Libânio

Professor Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG