

NOTA TÉCNICA

Sustentabilidade ambiental, eficiência e mudança de paradigma na gestão de estações de tratamento de água para consumo humano

Margarida Santos, Nuno Borges*

Águas do Norte S.A., Sernancelhe, Portugal

Resumo

Um dos desafios mais abrangentes de uma economia globalizada, nos dias de hoje, é a preservação dos recursos naturais existentes, traduzindo-se numa preocupação cada vez mais proeminente. Seguindo os princípios da ecoeficiência, uma estação de tratamento de água (ETA) na sua boa gestão de recursos, é de facto um dos pilares fundamentais de sustentabilidade ambiental, cultural, social, económico e financeira. Neste enquadramento, e em particular na ETA de Vilar, no decorrer de 2021, tomando por base o Plan-Do-Check-Act, seguiu-se a metodologia do Planejar, Fazer, Verificar e Agir, com resultados muito positivos na redução de custos mensais. Com objetivos bem definidos, e num contexto de eficiência aliada à boa gestão, à capacidade de inovar, à dedicação, à organização e trabalho em equipa, o custo de energia por volume de água produzida baixou de cerca de 0,126 €/m³ para 0,084 €/m³ e o consumo específico de reagentes por volume de água produzida baixou de 265 g/m³ para 209 g/m³. A aplicação de medidas incluíram mudanças no processo de tratamento da água e organização das equipas de trabalho. É de realçar o baixo patamar de custos específicos conseguidos cujo impacto importa avaliar.

palavras-chave: sustentabilidade ambiental, eficiência, reagentes, energia

doi: 10.22181/aer.2023.1201

* Autor para correspondência.
Email: n.borges@adp.pt

TECHNICAL NOTE

Environmental sustainability, efficiency and paradigm change in drinking water treatment plants

*Margarida Santos, Nuno Borges**

Águas do Norte S.A., Sernancelhe, Portugal

Abstract

One of the most comprehensive challenges of a globalized economy today is the preservation of existing natural resources, translating into an increasingly prominent concern. Following the principles of eco-efficiency, a water treatment plant (ETA) in its good management of resources is in fact one of the fundamental pillars of environmental, cultural, social, economic and financial sustainability. In this context, and in particular at the ETA Vilar, during 2021, based on the Plan-Do-Check-Act, the Plan, Do, Check and Act methodology was followed, with very positive results in the reduction of monthly costs. With well-defined objectives, and in a context of efficiency combined with good management, the ability to innovate, dedication, organization and teamwork, the cost of energy per volume of water produced fell from 0.126 €/m³ to 0.084 €/m³ and the specific consumption per volume of water produced dropped from 265 g/m³ to 209 g/m³. The application of measures included changes in the water treatment process and organization of work teams. It is worth noting the low level of specific costs achieved, the impact of which must be evaluated.

keywords: environmental sustainability, efficiency, reagents, energy

doi: 10.22181/aer.2023.1201

* *Corresponding author.*
Email: n.borges@adp.pt

1 Introdução

A água é sem dúvida um dos mais importantes recursos naturais existentes no planeta Terra. No âmbito da sustentabilidade ambiental, económica e financeira, o conhecimento e a otimização dos custos de exploração são fundamentais na gestão de recursos de uma estação de tratamento de água (ETA). O tratamento de água deve ser eficaz na sua purificação e na remoção de substâncias indesejáveis na água bruta, podendo estas ser de origem química, microbiológica e biológica. Nesta medida, a adição de reagentes e o consumo de energia ao longo do processo de tratamento deve ser regida de uma forma eficiente e adequada para garantir uma produção de água com elevada qualidade e com excelentes características organoléticas. A monitorização da qualidade da água captada e tratada segue um Plano de Controlo Operacional (PCO) que se associa ao Programa de Controlo da Qualidade da Água (PCQA) aprovado pela ERSAR.

Os objetivos traçados pela entidade gestora em agosto de 2020, e que têm vindo a ser postos em prática na ETA de Vilar, caracterizam-se pela otimização do processo de tratamento de água, particularmente na qualidade da água tratada, no consumo de reagentes e energia, e orientação e organização das equipas de trabalho. O Plan-Do-Check-Act (PDCA) é uma metodologia muito usada para identificação e implementação de medidas de melhoria e na elaboração de um plano de ação. Nesta nota técnica são apresentadas as oportunidades de melhoria que foram implementadas na ETA do Vilar e que foram fundamentais para alcançar os resultados e atingir os objetivos traçados.

2 Metodologia

A ETA do Vilar está concebida para satisfazer as necessidades de abastecimento de água em alta de parte dos municípios de Sernancelhe, Moimenta da Beira e Tabuaço, sendo estes constituintes do sistema de abastecimento em baixa. O sistema de tratamento da ETA é caracterizado pela seguinte sequência de operações unitárias: pré-oxidação com ozono, recarbonatação correção da agressividade e de pH, mistura rápida coagulação, adição de carvão ativado em pó, floculação, decantação, filtração e desinfecção final.

Seguindo a metodologia PDCA, foram identificados os problemas existentes, recolha e análise da informação disponível sistematizada sobre os custos associados à exploração, estabelecimento de metas, identificação de melhorias e elaboração de um plano de ação (Plan). De seguida, foram implementadas as ações previstas no plano de ação definido, que incluíram mudanças quer ao nível da organização e atuação das equipas de trabalho, quer ao nível do processo de tratamento tendo em consideração a matéria orgânica presente na água bruta, com implementação de um ajuste gradual da dosagem das quantidades de reagentes nas etapas de tratamento (Do). Com a implementação do plano, foi possível verificar (Check) e analisar os resultados obtidos, permitindo desta forma identificar erros ou falhas no processo. Com a aplicação das ações anteriores (Act), os objetivos inicialmente previstos foram alcançados.

Os parâmetros e indicadores utilizados foram os consumos de reagentes mais relevantes no processo de tratamento da água – pré-oxidação, recarbonatação e correção da agressividade e pH, coagulação, floculação e decantação. Foram também analisados o consumo de energia na captação, na ETA de Vilar e no SAA, e a eficiência na gestão da organização de trabalho.

3 Resultados e discussão

3.1 Parâmetros processuais mais relevantes e consumos de reagentes

3.1.1 Volume de água

A quantidade de água fornecida no 1.º semestre de 2021 foi de 1 001 333 m³, valor este superior à quantidade de água faturada nos períodos homólogos dos anos anteriores (Figura 1). Com as ações tomadas, e que a seguir se identificam, conseguiu-se reduzir os custos por m³ inerentes à produção de água, contribuindo para um melhor desempenho económico e ambiental.

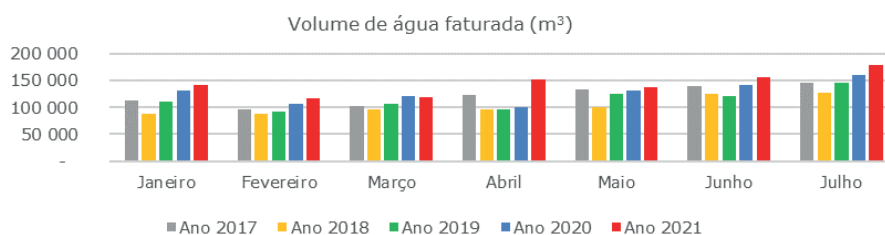


Figura 1. Volume de água faturado desde 2017 a 2021

3.1.2 Pré-oxidação (ozonização)

Em 2021, procedeu-se à redução progressiva do doseamento de ozono em função da matéria orgânica presente na água. Com esta ação de melhoria, verificou-se uma redução de consumo de oxigénio em comparação com o ano anterior, em média de cerca de 10,54 g/m³ (Figura 2), mantendo o cumprimento da qualidade da água. Nos anos anteriores, nesta etapa de tratamento, era adicionalmente injetado hipoclorito de sódio, com a finalidade de oxidar de forma mais avançada a matéria orgânica. O doseamento de hipoclorito de sódio deixou de ser efetuado, e a pré-oxidação é atualmente realizada apenas com ozono.

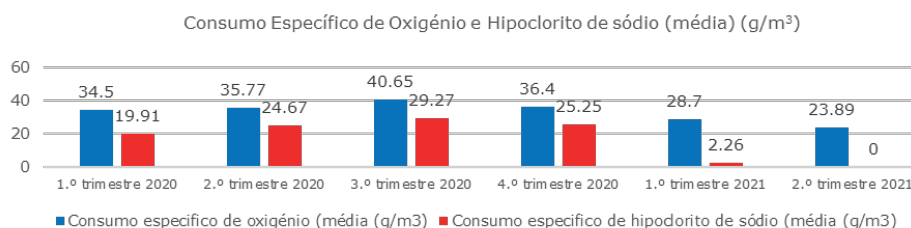


Figura 2. Consumo de oxigénio e hipoclorito de sódio (g/m³)

3.1.3 Recarbonatação, correção da agressividade e de pH

A correção de agressividade é feita através da adição de CO₂ seguido de adição de leite de cal. Conforme o disposto no decreto-lei 152/2017 de 7 de dezembro, o pH de uma água destinada a consumo humano deve situar-se entre 6,5 e 9,5 unidades de pH. A correção do pH depende da natureza das substâncias presentes na água bruta em particular do equilíbrio calco-carbónico. Nos meses de junho, julho e agosto de 2021, a água bruta caracteriza-se por apresentar, em média, valores de pH de 9,6 unidades de pH, com valores superiores aos valores do mesmo período homólogo do ano anterior (Figura 3). Tendo em conta as características calco-carbónicas da água bruta, realizou-se um ajustamento progressivo no set point para injeção de CO₂, tendo como base um set point de 6,9 unidades de pH.

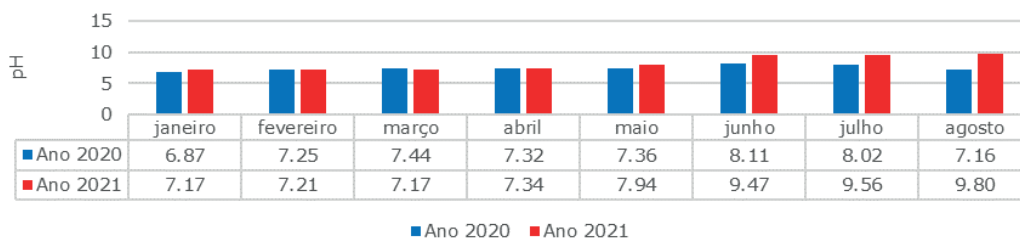


Figura 3. Valores médios de pH na água bruta

3.1.4 Mistura rápida, coagulação e floculação

Na ETA do Vilar eram utilizados em simultâneo dois coagulantes, um químico (PAX XL) e outro orgânico (Floquat) numa solução diluída. Desde janeiro de 2021, foi retirado o coagulante orgânico, sendo apenas doseado o coagulante químico PAX XL. Esta alteração no processo trouxe vantagens ao nível da redução do número de lavagem de filtros, melhoria na decantação dos flocos nos decantadores, com redução dos valores de turvação de 2,4 UNT para 0,5 UNT (Figura 4). Na Figura 4 identificam-se os valores de turvação após a decantação entre 2015 e 2020.

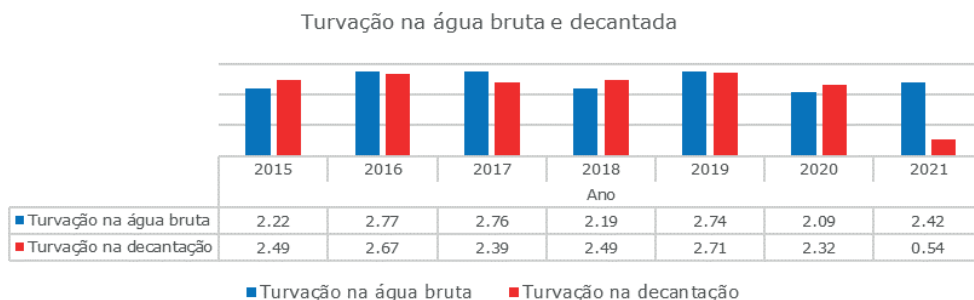


Figura 4. Valores de turvação (UNT) na água bruta e decantada

Para promover a etapa de floculação é adicionado um polímero de carácter aniónico baixo. A taxa de tratamento relativamente ao polímero também foi ajustada, contribuindo para uma diminuição do consumo deste reagente de 1,58 g/m³, no primeiro trimestre de 2019 para valores de 0,3 g/m³, no segundo trimestre de 2021 (Figura 5).

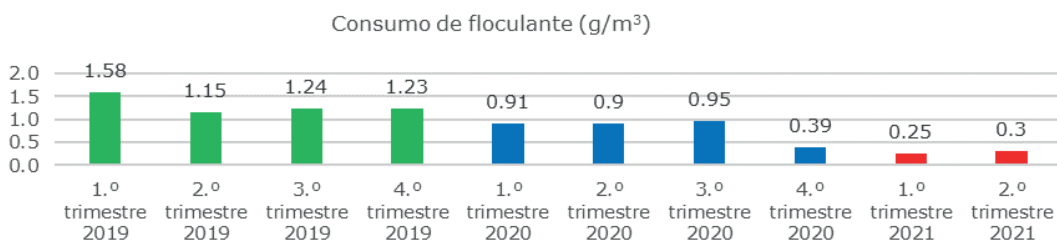


Figura 5. Consumo médio de floculante (g/m³)

3.1.5 Decantação Lamelar

Na etapa de decantação, a água é encaminhada para dois decantadores lamelares. Estes órgãos permitem um regime laminar na zona onde se processa a sedimentação, evitando a formação de correntes de convecção e de curto-circuitos. A água decantada é recolhida à superfície, e os flocos, após decantação são retirados sob a forma de lama e encaminhados para a linha de tratamento das lamas. Nesta etapa importante no tratamento de água da ETA de Vilar, foi ajustada a purga de águas sujas. Além disso, no

âmbito da economia circular, e com a identificação de várias oportunidades de melhoria em junho de 2021, foi efetivada a ligação das águas sujas à rede de saneamento, e juntamente com as águas residuais urbanas são encaminhadas graviticamente para a ETAR de Vilar. Com este procedimento, pode aproveitar-se o efeito positivo que as águas sujas geradas na ETA possam ter no sistema de tratamento da ETAR, bem como na produção/desidratação de lamas com melhor qualidade com o incremento da sicidade final de forma muito significativa.

3.2 Consumo de energia

3.2.1 Consumo específico de energia na captação

Relativamente à captação, a cota atualmente está a 546,9 m de altura, o que contribui para uma altura manométrica de elevação superior (maior consumo e esforço do grupo de bombagem) face ao mesmo período sazonal do ano de 2020, em que a cota naquele ano estava na ordem dos 549,6 m. O consumo específico normalizado da estação elevatória da captação em 2021 foi em média de 0,559 kWh/m³/100m (Figura 6), valor acima do valor de referência ERSAR para bom desempenho (0,40 kWh/m³/100 m), mas abaixo do valor definido pela EG (0,584 kWh/m³/100m). Uma das medidas adotadas passou por aumentar o caudal captado para tratamento, conseguindo desta forma reduzir o número de horas diárias de funcionamento da ETA, e reduzir o consumo específico de energia, como podemos verificar na Figura 6.

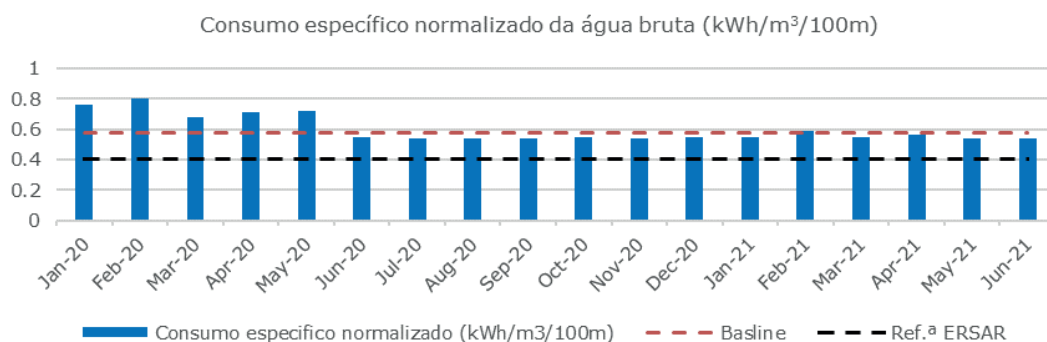


Figura 6. Consumo específico normalizado da água bruta (kWh/m³/100m)

3.2.2 Consumo específico de energia na ETA do Vilar

Relativamente ao consumo de energia na ETA, através da implementação da ISO 50001 e com a monitorização dos consumos de energia, constatamos que o ozonizador deixou de ser um Uso Significativo de Energia (USE) da ETA de Vilar, com redução do consumo de energia em cerca de 50 % face aos anos anteriores (Figura 7). Assim, o consumo específico de energia na ETA de Vilar reduziu em cerca 0,058 kWh/m³.

3.2.3 Consumo específico de energia no SAA

O arranque e paragem dos grupos eletrobomba tem um impacto importante no consumo global dos grupos elevatórios. Neste contexto, fez-se a calibração de todos os ultrassónicos que se encontram instalados nos reservatórios e pontos de entrega, e verificamos que efetivamente alguns equipamentos de medição de nível de água nos reservatórios não estavam a funcionar corretamente, indicando erros de leitura do nível da água disponível nos reservatórios até à descarga de superfície, induzindo o arranque desnecessário do grupo de bombagem. Com a medição rigorosa do volume de água disponível nos reservatórios, a gestão dos bombeamentos foi igualmente otimizada com a

redução de arranque e paragem dos grupos de elevação que se encontram instalados na ETA, bem como nos restantes oito grupos de elevação do sistema adutor.

A ETA dispõe de duas EE para bombear a água para o Sistema de Abastecimento de Água (SAA), tendo sido imposto o funcionamento em simultâneo de duas eletrobombas em cada grupo de bombagem (ROM e ROS), com melhores rendimentos dos mesmos.

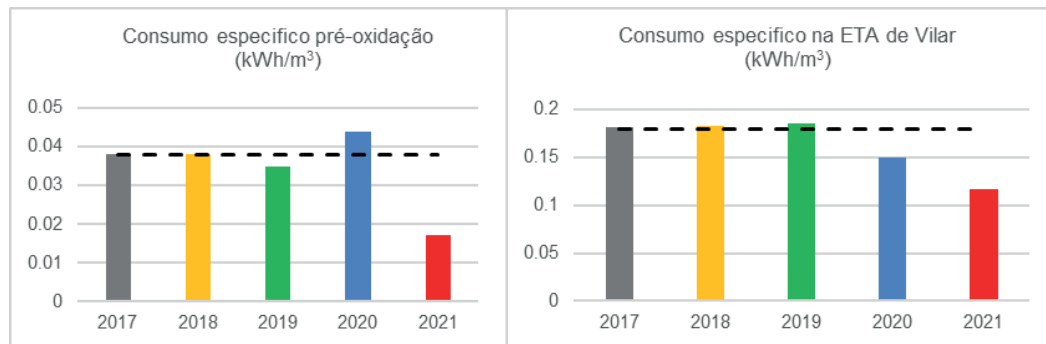


Figura 7. Consumo de energia na pré-oxidação (kWh/m³) e globalmente na ETA de Vilar (kWh/m³)

3.3 Eficiência na gestão da organização de trabalho

As tarefas no âmbito da operação têm que ser otimizadas, quer seja em deslocações, quer seja no planeamento diário das mesmas, evitando-se deslocações desnecessárias e focando as equipas na manutenção de 1.º nível dos equipamentos da ETA e do SAA. A manutenção preventiva tem um papel fundamental, pois tem um carácter importante na gestão de uma infraestrutura, contribuindo desta forma para o aumento de vida útil dos equipamentos e evitar paragens prolongadas prejudicando o normal funcionamento. Com objetivos bem definidos e uma adequada organização do trabalho foi possível diminuir as horas de trabalho suplementar.

4 Conclusões

Com a identificação dos problemas existentes na ETA do Vilar, e uma análise dos custos de exploração que lhe estavam associados, foi possível elaborar um plano de ação.

Adotando uma visão estratégica, num enquadramento ajustado à realidade das necessidades, e com uma adequada monitorização das características da água bruta e da boa gestão da solução do tratamento, foi possível otimizar o processo, na pré-oxidação com a redução progressiva do doseamento de oxigénio líquido de, em média, 36 g/m³ para 25 g/m³ e eliminação do doseamento de hipoclorito de sódio. Na etapa de correção da agressividade e de pH com o ajuste de set point do doseamento do dióxido de carbono com injeção do gás na linha de tratamento para 6,9 de unidades de pH. A etapa de floculação/decantação foi também otimizada com ajuste na diminuição do doseamento de floculante, contribuindo para a redução do número de lavagens diárias dos filtros.

Concluimos também que se verificou uma redução do consumo de energia através da otimização do funcionamento de alguns equipamentos. Neste âmbito, no grupo de elevação da captação com a redução do consumo específico normalizado de 0,616 kWh/m³/100m para 0,549 kWh/m³/100m. Na etapa da pré-oxidação, com a redução progressiva do doseamento do ozono, uma redução do consumo específico de 0,044 kWh/m³ para 0,017 kWh/m³. Esta redução do consumo elétrico também é refletida com a redução do número de horas de funcionamento dos compressores devido à diminuição do número de lavagem diária dos filtros com, da parametrização das eletrobombas tendo em

conta os horários de menores tarifas de custos de energia e set point de arranque, e da verificação e calibração dos ultrassônicos nos reservatórios com otimização do arranque e paragem dos grupos de elevação.

A operação e manutenção de 1.º nível dos equipamentos é de extrema importância, e neste contexto, uma gestão orientada para a eficiência e ao incentivo das equipas de operação conferindo-lhes confiança, foi possível melhorar a organização de trabalho, bem como melhorar o planeamento e execução das tarefas diárias.

O trabalho desenvolvido teve um impacto positivo na melhoria da qualidade da água e redução dos custos associados desde a captação, tratamento e distribuição de água.

Agradecimentos

Por todo este esforço e dedicação que apresentamos ao longo deste último ano, fazem parte deste foco e empenho pessoas que lidaram com a sua máxima atenção a realização deste Núcleo Operacional. Como tal, estes resultados refletem uma postura honesta e sensata que cada um teve, para gerir e incentivar o grupo de trabalho. Ao Eng.º Correia Alves pela visão que teve de sugerir e propor este grupo de trabalho (Responsável de Operação / Supervisor), onde hoje se verifica a eficiência dessa visão. Obrigado pela persistência e pela confiança depositada. Ao Eng.º Pedro Bastos, por sempre se mostrar disponível, por sempre ter incentivado o nosso foco, pelas opiniões, pela interajuda, por aceitar sempre um desafio, e por aceitar as nossas mudanças. À Eng.ª Cristiana Barbosa, por ter aceitado esta sugestão de grupo de trabalho, por ter tido uma ação de confiança, por estar sempre presente, e pelas opiniões enriquecedoras.

Referências

- ADNORTE (2021). Águas do Norte, SA.
[https://onossoadn.adnorte.pt/dra/exp/Paginas/P%C3%A1ginas%20Reagentes/Reagentes_Base Trabalho-DEX.aspx](https://onossoadn.adnorte.pt/dra/exp/Paginas/P%C3%A1ginas%20Reagentes/Reagentes_Base%20Trabalho-DEX.aspx), acessado a 25 de agosto.
- Brito A.G., Oliveira J. M., Peixoto- J. M. (2010). *Tratamento de água para consumo humano e uso industrial*. Porto, Engebook – Conteúdos de Engenharia e Gestão, Lda, ISBN: 978-989-20-1923-9.
- Decreto-lei 152/2077 de 7 de dezembro.