

DESAFIOS DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS NO MINDELO, SÃO VICENTE (CABO VERDE)

Filipa Ferreira¹, Ruth Lopes², Carla Monteiro³, Luca Bernasconi⁴, José Saldanha Matos⁵

¹Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa/Professora Auxiliar, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa. filipamferreira@tecnico.ulisboa.pt

²Hidra, Hidráulica e Ambiente Lda./Engenheira do Ambiente, Av. Defensores de Chaves, 31 1ºEsq., 1000-111 Lisboa. r.lopes@hidra.pt

³Câmara Municipal de São Vicente/Vereadora do Ambiente, Saneamento e Abastecimento, Praça Pidjiguiti, C.P. 25, São Vicente, Cabo Verde. carlad.monteiro@cmsv.gov.cv

⁴Lux-Development – Assistente Técnico Internacional do Programa de Apoio ao Setor de Água e Saneamento (PASEA- CVE/082) da cooperação Luxemburguesa, Edifício do Ministério da Agricultura e Ambiente, R/C Dto Plateau - Ponta Belém, Cabo Verde. luca.bernasconi@luxdev.lu

⁵Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa/Professor Catedrático, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa. jsm@civil.ist.utl.pt

RESUMO

Face ao panorama de stress hídrico em Cabo Verde, a utilização de água residual (AR) é vista como uma estratégia promissora para atender à crescente indisponibilidade de água. Em São Vicente, os efluentes são maioritariamente drenados para a ETAR de Ribeira de Vinha, que trata, por lagunagem, um caudal de cerca de 1 700 m³/dia, dos quais cerca de 1 500 m³/dia são disponibilizadas para irrigação. No entanto, o efluente tratado apresenta valores relativamente elevados da condutividade elétrica (CE) e de parâmetros microbiológicos. O presente artigo divulga os resultados do “Estudo detalhado sobre melhoria do tratamento das águas residuais de Mindelo para reutilização das águas tratadas e tratamento das lamas”, que inclui a realização de campanhas de monitorização e foi desenvolvido com o principal objetivo de detalhar as intervenções necessárias para a reabilitação do sistema de drenagem e da ETAR, com vista à reutilização segura e sem restrições das AR na irrigação. Os resultados evidenciaram que não tem lugar a entrada significativa da água do mar no sistema, sendo os valores de CE justificados pela ocorrência de afluências indevidas à rede, com origem no aquífero salobro.

Palavras-Chave: Reutilização de Água, Condutividade Elétrica, Rede de Drenagem.

1. INTRODUÇÃO

Face ao panorama de stress hídrico em Cabo Verde, o seu potencial agravamento em cenários de alterações climáticas e dada as expectáveis consequências a nível da saúde pública, do ambiente, do desenvolvimento e da competitividade do País, a utilização de água residual tratada (AR) para usos compatíveis é vista, pelo Governo, como uma estratégia promissora para fazer face aos receios de indisponibilidade de água. Atualmente, em Cabo Verde, já se recorre a AR, como fonte de água, em particular, para a irrigação agrícola. Em São Vicente, grande parte dos efluentes são drenados para a ETAR de Ribeira de Vinha, que trata, por lagunagem, um caudal de cerca de 1 700 m³/dia, dos quais, cerca de 1 500 m³/dia são disponibilizadas para irrigação agrícola na zona de Ribeira de Vinha e do Tchon D’ Holanda (cerca de 50 ha).

No entanto, as análises da qualidade do efluente tratado têm vindo a demonstrar valores relativamente elevados da condutividade elétrica (CE) e de parâmetros microbiológicos, pelo que a Lux-Development, em colaboração com a ANAS, financiou o “Estudo detalhado sobre melhoria do tratamento das águas residuais de Mindelo para reutilização das águas tratadas e tratamento das lamas” (Hidra, 2019), com o principal objetivo de detalhar as intervenções necessárias para a reabilitação do sistema de drenagem e da ETAR, com vista à reutilização segura e sem restrições das AR na irrigação. O trabalho inclui campanhas experimentais de medição de CE e E-Coli.na

ETAR de Ribeira de Vinha, na rede de drenagem da Cidade de Mindelo e noutros pontos de interesse e cujos resultados principais são apresentados neste artigo.

2. ENQUADRAMENTO

A ilha de São Vicente tem cerca de 76 140 habitantes (INE, 2010), sendo que a maioria (69 904 habitantes) se encontra na zona urbana do Mindelo. A cidade é servida por uma rede de drenagem gerida pela Câmara Municipal (CM) de São Vicente, com uma taxa de cobertura da ordem dos 50%. Os efluentes são encaminhados para tratamento na ETAR da Ribeira da Vinha, também gerida pela CM de São Vicente. À ETAR aflui caudal da zona urbana do Mindelo (a Este), que é encaminhado à primeira linha de tratamento da ETAR, designada por “linha antiga” e, da zona do Lazareto (a Oeste), que aflui à designada “linha nova”.

As campanhas analíticas de CE e E-Coli foram realizada nas semanas de 8 a 12 de outubro e de 20 a 23 de novembro de 2018, tendo-se efetuado medições em secções específicas da ETAR de Ribeira de Vinha. Foram também realizadas medições de CE no sistema de saneamento do Mindelo (em quinze câmaras de visita e nas quatro estações elevatórias), em pontos da rede de abastecimento de água e em poços de abastecimento de água (2 inativos e 3 ativos), bem como no mar (2 pontos). As medições de *E-Coli* foram realizadas com recurso ao *Kit Compartment Bag Test* (CBT) da Aquagenx, um equipamento inovador recente, que permite determinar de forma expedita o número mais provável de E-coli em 100 ml de amostra.

3. RESULTADOS

Os resultados das campanhas de medição, na ETAR de Ribeira de Vinha, permitiram verificar que existe um variabilidade da concentração de E-Coli (entre 10^7 NMP/100 ml e 10^9 NMP/100 ml) no afluente à linha antiga da ETAR, tal como ilustrado na Figura 1. Na água residual tratada a encaminhar para rega (“L1-E. Maturação”), as amostras apresentaram valores entre 1×10^3 e 1×10^4 , valores esses superiores aos permitidos para rega de culturas consumidas a cru (100 NMP/100 ml) e estipulados no Anexo I (Quadro 1) do projeto de “Regulamento da Qualidade para as Águas de Rega” (ANAS, 2017). Duas das medições indicaram, igualmente, valores superiores aos valores máximo admissível (VMA) para a rega de culturas processadas e de rega de espaços verdes (10 000 NMP/100 ml), estabelecidos no regulamento referido.

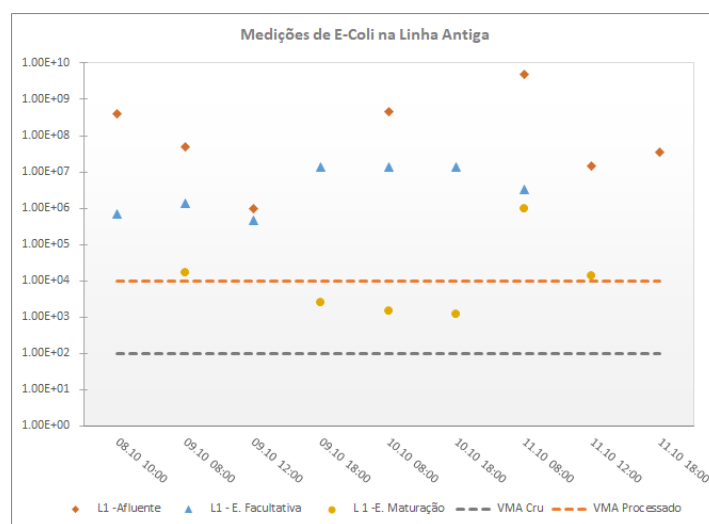


Figura 1. Resultados de medições de E-Coli na linha antiga da ETAR de Ribeira de Vinha.

Na linha nova, verificam-se valores médios de E-Coli à entrada, inferiores em média aos da linha antiga (4×10^6 NMP/100ml). No entanto, mediram-se valores praticamente nulos à saída da lagoa facultativa, que poderão ocorrer devido ao feito adverso da salinidade e da radiação, que contribui para o “die off” das bactérias (o tempo de residência no sistema superior a 6 meses). As medições à saída da lagoa de maturação foram limitadas, visto ocorrerem dias, durante a campanha, em que não ocorreram descargas de efluente (esta linha

encontra-se dimensionada para privilegiar a evaporação). A única amostra recolhida apresentou um valor da ordem dos 10^3 de E-Coli em 100 ml, que se considera indicativo.

Outra questão relevante, que as análises realizadas ao afluente e efluente final da ETAR evidenciaram, foi a concentração elevada de condutividade elétrica, em ambas as linhas de tratamento, tal como ilustrado na Figura 2. Os valores de CE do afluente bruto à linha antiga da ETAR variam entre 3,18 mS/cm e 4,13 mS/cm, valores da ordem de grandeza dos observados na rede de drenagem e superiores, em cerca de dez vezes, ao da água potável. Relativamente aos valores do efluente tratado (valor médio de 3,14 mS/cm) utilizado para rega, estes são semelhantes aos valores do afluente, e superiores ao VMA estipulado no projeto regulamentar citado, tal como indicado na Figura 2.

Os valores de CE medidos na linha nova (linha industrial) são muito elevados, quer no afluente (valor médio de 8 mS/cm), quer na saída da lagoa de maturação (valor médio de 15 mS/cm), o que torna o efluente incompatível com a reutilização na rega. No afluente, os valores resultam do processo industrial da Frescomar, unidade de conserva de pescado. Adicionalmente, nesta linha de tratamento, propicia-se a evaporação, podendo ser esta a explicação para se medirem valores, em geral, mais elevados nas lagoas facultativas e de maturação.

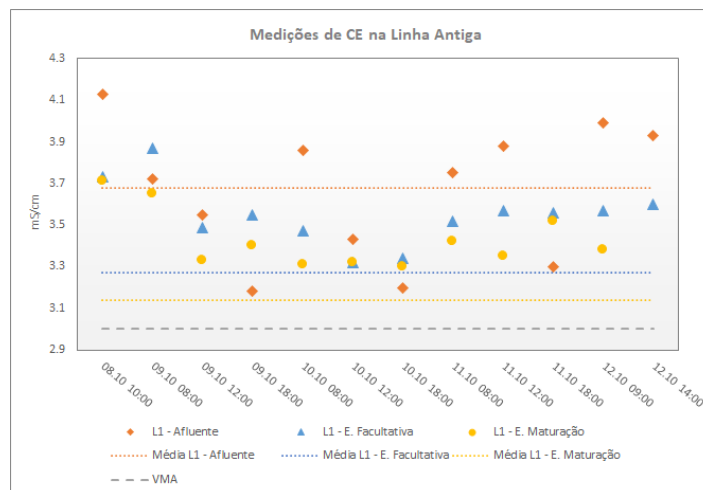


Figura 2. Resultados de medições de CE na linha antiga da ETAR de Ribeira de Vinha.

Dados os elevados valores de CE no afluente à ETAR foram realizadas campanhas de medição em pontos específicos do sistema de drenagem, onde se mediu a condutividade e a temperatura do efluente, tendo-se verificado que o efluente possui, em média, uma temperatura de 28,8°C e uma condutividade elétrica de 3,2 mS/cm (variando entre 1,9 e 6,2 mS/cm). O valor da CE do efluente é consistente com o valor médio medido a montante da ETAR, entre os dias 20 e 23 de novembro (3,3 mS/cm).

Como hipóteses para a origem dos valores obtidos, surgiram a água de consumo humano (em particular, por ser maioritariamente dessalinizada), a água do mar (que poderia entrar na rede, através de “overflows” e descarregadas pelas estações elevatórias) e a água salobra dos aquíferos, que poderia ser salobra (e que poderia entrar na rede já mais envelhecida, por infiltração). Adicionalmente, considerou-se como potenciais fontes de compostos químicos que aumentam a condutividade da água residual, a descarga na rede de unidades industriais (neste caso, a Atunlo) e a água do aquífero envolvendo as caves (que estão, geralmente, abaixo do nível freático). A hipótese da água de consumo poder contribuir para o aumento da CE da água residual foi excluída, visto os resultados das medições terem sido consistentemente inferiores a 400 μ S/cm.

A verificação da entrada de água do mar levou a que se analisassem, em conjunto, as tabelas de maré e os valores da condutividade medidos, em particular, nas câmaras mais próximas da linha de costa e nas EE, que têm *by-pass* de emergência para o mar. Os resultados obtidos indiciam que não existe uma relação direta entre a altura de maré e os valores de CE, ou seja, não se mediram valores consistentemente maiores quando a maré estava mais alta e menores quando a maré está mais baixa. Estes resultados são consistentes, na medida que, através das inspeções visuais e da análise de alguns elementos de projeto, se estimou que as cotas dos *by-pass* eram superiores aos valores da altura da maré, em preia-mar. Adicionalmente, verifica-se que mesmo nas



14.ª SILUSBA

câmaras na Av. da Marginal, os valores de CE são semelhantes aos obtidos em outras câmaras a cotas mais elevadas, o que não ocorreria se tivesse lugar entrada de água do mar.

Para analisar a potencial contribuição da água dos aquíferos fizeram-se medições em alguns poços e, também, na cave de um hotel, tendo-se obtido valores de CE relativamente elevados, inclusivamente em poços ativos localizados a cotas de terreno entre 5 e 7.5 m (valor médio medido de 8 mS/cm). Os valores medidos na cave do hotel (6.1 mS/cm) e na ligação da cave à câmara de visita (5.6 mS/cm) são cerca do dobro do valor da CE do afluente à rede a montante da ligação (2.5 mS/cm). Desta forma, e também porque a rede de drenagem da cidade do Mindelo tem, maioritariamente, mais de 30 anos, acredita-se que a probabilidade de ocorrerem aflúências indevidas à rede, por exemplo, por infiltração da água do aquífero, é elevada. Essa infiltração, que tem lugar junto à linha do litoral, será a principal fonte dos valores mais elevados da condutividade elétrica. Aliás, fazendo-se um balanço de massas simplificado à CE, verifica-se que basta a entrada de cerca de 20% a 30% de caudal de água subterrânea, com valores de CE entre 8 e 15 mS/cm, para que a CE no afluente à ETAR seja semelhante ao valor médio medido (3.5 mS/cm).

Relativamente ao caso pontual da Atunlo, esta unidade industrial contribui, igualmente, para o aumento da CE da água residual da rede. A CE medida na câmara de descarga do efluente na rede (Câmara 2) atinge valores da ordem dos 6.2 mS/cm, quando existe descarga da Atunlo, valor esse superior ao valor da câmara a montante da Atunlo (valor médio de 2.81 mS/cm).

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que a qualidade das AR da ETAR de Ribeira de Vinha que é encaminhada para rega agrícola, no que respeita a parâmetros de qualidade microbiológica, nomeadamente E-Coli (valores medidos entre 1×10^3 e 1×10^4 NMP/100 ml), e de CE (em média, 3.1 mS/cm), não satisfaz, em regra, os requisitos estabelecidos no Anexo I (Quadro 1) do projeto de “Regulamento da Qualidade para as Águas de Rega” (ANAS, 2017), caso se pretenda uma reutilização sem restrições nem de culturas nem de tipo de rega. A análise dos resultados evidenciaram, igualmente, que não ocorre a entrada significativa da água do mar no sistema de drenagem. De facto, os resultados obtidos indiciam que não existe uma relação direta entre a altura de maré e os valores de CE da massa líquida. Desta forma, os valores relativamente elevados de CE (em média 3.2 mS/cm) no efluente são justificados pela ocorrência de aflúências indevidas à rede, por infiltração da água do aquífero, que é salobra, nomeadamente através de bombagens de água de caves e de bombagem do aquífero em empreitadas de construção. Adicionalmente a descarga de efluentes industriais na rede de drenagem pública contribui para o aumento da CE e poderá ter impacto relevante no seu desempenho.

Com base nos resultados e diagnóstico realizado, propuseram-se as seguintes intervenções principais no sistema de drenagem: a) a implementação de sistema de monitorização e alerta da condutividade elétrica na rede, para deteção atempada; b) reabilitação pontual da rede, junto ao litoral, para minimização de risco de aflúências indevidas de água salobra. Na ETAR, propôs-se: a) construção de plataformas de secagem, para desidratação das lamas a retirar das lagoas anaeróbias da linha antiga (que poderão ser reconvertidas em locais de empilhamento e higienização das lamas secas provenientes dos leitos de secagem, durante a operação normal da ETAR); b) implantação de leitos de secagem, para desidratação das lamas das lagoas, incluindo construção de circuito de lamas e escorrências; c) instalação de tratamento complementar de higienização das lamas desidratadas dos leitos de secagem, por calagem; d) instalação de sistema de tratamento complementar de desinfeção do efluente da linha antiga, com recurso a microtamização e cloragem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hidra (2019). “Estudo detalhado sobre melhoria do tratamento das águas residuais de Mindelo para reutilização das águas tratadas e tratamento das lamas”. 2º Relatório de Progresso – Diagnóstico e Avaliação de Desempenho do Sistema de Saneamento da Cidade do Mindelo. Desenvolvido para Lux-Development e Câmara Municipal de São Vicente.

INE (2010). Recenseamento Geral da População e Habitação de 2010.

ANAS (2017). Projeto de “Regulamento da Qualidade para as Águas de Rega”.