

Obras de reabilitação da fábrica de água de Chelas

*Patrícia Anselmo^a, Maria da Graça Lopes^{b, *}*

^a Águas do Tejo Atlântico, S.A., Avenida de Ceuta, Lisboa, Portugal

^b Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Rua Conselheiro Emídio Navarro, 1, Lisboa, Portugal

Resumo

As estações de tratamento de águas residuais ou fábricas de água (FA), como mais recentemente são designadas, podem, com o tempo de utilização e se não forem efetuadas as manutenções ou reabilitações adequadas, sofrer deteriorações significativas nas infraestruturas e nos equipamentos, dadas as características das águas residuais afluentes e o conjunto de operações físicas e de processos químicos e biológicos que lhe são aplicados para descarga segura no ambiente ou para reutilização. Embora as obras de manutenção/reabilitação sejam suscetíveis de originar impactes ambientais, são de extrema importância, quer para a sustentabilidade do serviço, quer para a segurança dos que operam nas instalações. Neste artigo descrevem-se as principais obras de reabilitação/manutenção realizadas em 2022 na FA de Chelas, uma das 103 fábricas de água da Águas do Tejo Atlântico, S.A. (AdTA), responsável pela gestão e exploração do sistema multimunicipal de saneamento de águas residuais da Grande Lisboa e Oeste. Referem-se os materiais utilizados para minimizar futuras manutenções, o desafio das intervenções terem de ser realizadas numa instalação em funcionamento, e a opção tomada de, aproveitando as coberturas para contenção da libertação de odores desagradáveis, aumentar a produção de energia solar, com vista à neutralidade energética preconizada pela AdTA e pela expectável evolução da legislação europeia relativa ao tratamento de águas residuais urbanas.

palavras-chave: estação de tratamento de águas residuais (ETAR), fábrica de água (FA), neutralidade energética, obras de reabilitação/manutenção

doi: 10.22181/aer.2023.1206

* Autor para correspondência.
E-mail: graca.lopes@isel.pt

Rehabilitation works of Chelas water factory

*Patrícia Anselmo^a, Maria da Graça Lopes^{b, *}*

^a Águas do Tejo Atlântico, S.A., Avenida de Ceuta, Lisboa, Portugal

^b Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Rua Conselheiro Emídio Navarro 1, Lisboa, Portugal

Abstract

Wastewater treatment plants or water factories, as they are more recently designated, may, over time and if adequate maintenance or rehabilitation is not carried out, suffer a significant deterioration in their equipment and infrastructures, given the characteristics of the influent wastewater and the set of physical operations and chemical and biological processes applied for its safe discharge into the environment or for reuse. Although the maintenance /rehabilitation works are likely to cause environmental impacts, they are essential for the sustainability of the service and for the safety of those operating in the facilities. This paper describes the main rehabilitation works carried out in 2022 at Chelas water factory, one of the 103 wastewater treatment plants of Águas do Tejo Atlântico S.A. (AdTA), responsible for the management and operation of the multi-municipal wastewater sanitation system of Greater Lisbon and West. References were made, in particular, to the materials used to minimize future maintenance, to the challenge of carrying out the interventions in a facility in operation, and to the option of, taking advantage of the roofs to contain the release of unpleasant odors, increasing the production of solar energy to address the energy neutrality envisaged by AdTA and the expected evolution of European legislation on urban wastewater treatment.

keywords: energy neutrality, improvement works, wastewater treatment plant, water factory

doi: 10.22181/aer.2023.1206

* Corresponding author.
E-mail: graca.lopes@iscl.pt

1 Introdução

As estações de tratamento de águas residuais (ETAR) ou fábricas de água (FA), como mais recentemente são designadas, podem, com o tempo de utilização e se não forem efetuadas as manutenções ou reabilitações adequadas, sofrer deteriorações significativas nas infraestruturas e nos equipamentos, dadas as características das águas residuais afluentes e o conjunto de operações físicas e de processos químicos e biológicos que lhe são aplicados para descarga segura no ambiente ou para reutilização. As obras de reabilitação/manutenção, embora suscetíveis de originar impactes ambientais, são de extrema importância, quer ao nível da sustentabilidade das empresas gestoras, quer ao nível da segurança dos intervenientes que operam nas instalações.

Foi no contexto acima referido que foram realizadas, em 2022, as obras de reabilitação na FA de Chelas, uma das 103 ETAR da empresa Águas do Tejo Atlântico, S.A. (AdTA), do Grupo Águas de Portugal, responsável pela gestão e exploração do sistema multimunicipal de saneamento de águas residuais da Grande Lisboa e Oeste. Estas obras, cujo investimento foi de 4 791 402 € (AdTA 2021a), englobaram a reabilitação dos edifícios industriais, órgãos de tratamento, redes de drenagem de águas residuais e de escoamentos (fase 1) e o fornecimento e a montagem de equipamentos metalomecânicos, eletromecânicos, elétricos e instrumentação de controlo do processo, bem como a remodelação das instalações elétricas, automação e sistema de supervisão (fase 2).

Neste artigo descrevem-se as principais obras de reabilitação/manutenção realizadas durante a fase 1, na Fábrica de Água de Chelas, fazendo-se referência aos materiais utilizados, para minimizar futuras manutenções, aos desafios das intervenções terem de ser realizadas numa instalação em funcionamento, e à opção tomada no sentido de aumentar a produção de energia solar e consequentemente a produção própria de energia nas infraestruturas sob a exploração e gestão da AdTA, no cumprimento do Programa ZERO de neutralidade energética em 2030 (AdTA 2020) e de acordo com as orientações da revisão da Diretiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Comissão Europeia 2022).

2 Fábrica de Água de Chelas

2.1 Características gerais

A FA de Chelas (Figura 1) está situada na estrada de Chelas e é responsável pelo tratamento das contribuições do subsistema de Chelas. Entrou em funcionamento no final de 1989 com tratamento primário e desinfecção com cloro gasoso (AdTA 2021b). Foi dimensionada para uma população equivalente de 255 000 habitantes, para um caudal médio de 70 320 m³/dia e um caudal de ponta de 111 960 m³/dia (Dantas 2020, Macedo 2021). O subsistema que drena as águas residuais para a FA de Chelas é composto por 3 interceptores gravíticos, um emissário, 12 descarregadores e cinco estações elevatórias.

Atualmente a Fábrica de Água de Chelas trata as águas residuais urbanas provenientes das freguesias da zonal central da cidade de Lisboa, servindo uma população equivalente de 230 000 habitantes, para um caudal médio de 52.500 m³/dia, que corresponde a um caudal de ponta em tempo seco de 2.500 m³/h e em tempo húmido de 4.500 m³/h (Dantas 2020, Macedo 2021).



Tratamento da fase líquida:	Tratamento da fase sólida:	Tratamento de biogás e sua alimentação ao grupo de cogeração:
1 - Pré-tratamento	6 - Espessamento	10 - Gasómetros
2 - Decantação primária	7 - Tanque de mistura de lamas	11 Grupo de cogeração
3 - Tratamento biológico	8 - Digestão anaeróbia	
4 - Decantação secundária	9 - Desidratação de lamas	
5 - Tratamento terciário		

Figura 1. Vista área da FA de Chelas (Google s.f.)

2.2 Manutenções anteriores a 2022

As intervenções realizadas entre 1998 e 1999 na FA de Chelas contemplaram a instalação de digestores anaeróbios das lamas, em regime mesofílico, com produção de biogás aproveitado para produção de energia elétrica e térmica, por queima em dois grupos de cogeração. As lamas digeridas são desde então desidratadas em centrífugas e estabilizadas com cal, tornando-as adequadas para utilização agrícola em solos ácidos como os da região de Lisboa. Como complemento da integração ambiental, os órgãos de tratamento que geram odores desagradáveis foram confinados, sendo o ar extraído e desodorizado em torres de lavagem química e filtro de carvão ativado, antes de ser libertado na atmosfera. Com as obras de melhoramento realizadas em 1999, a ETAR de Chelas ficou dotada de tratamento de nível terciário, por filtração em filtros abertos de areia e desinfecção final por radiação UV. O tratamento de afinação foi implementado para permitir a reutilização da água tratada em usos compatíveis, tais como água de serviço da ETAR e a lavagem de arruamentos. Entretanto, o sistema de desinfecção por UV foi desativado, sendo a fração do efluente filtrado a reutilizar submetida a desinfecção através da adição de hipoclorito de sódio (Perdigão 2018).

Já na primeira década de 2000, a fábrica de água de Chelas passou por diversas intervenções de remodelação, fundamentalmente ao nível das etapas de tratamento de lamas, com a substituição da desidratação de lamas e instalação de silo de armazenamento (Dantas 2020).

3 Descrição dos trabalhos de reabilitação/manutenção realizados na fase 1

3.1 Descrição geral dos trabalhos realizados na fase 1

Os principais trabalhos de reabilitação/manutenção realizados durante a fase 1 estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos principais trabalhos de reabilitação/manutenção realizados na fase 1 (adaptado de AdTA 2019)

Órgão de Tratamento	Local de Intervenção	Descrição Geral dos Trabalhos
<i>Desarenadores e Decantadores primários</i>	Edifícios	- Remoção das coberturas existentes - Execução de novas coberturas planas - Instalação de central fotovoltaica nas coberturas - Drenagem das águas pluviais - Execução de escada de acesso às coberturas - Execução da nova cobertura dos decantadores ao nível do plano da água
<i>Desarenadores/Desengorduradores</i>	Canais de alimentação, paredes exteriores dos órgãos, canal de by-pass	- Reabilitação geral
<i>Edifício da cogeração</i>	Edifício da Cogeração	- Reabilitação da cobertura - Drenagem das águas pluviais - Nova escada de acesso à cobertura (estrutura metálica)
<i>Rede de escorrências</i>	Rede de Ecorrências	- Substituição de tubagens e caixas de visita da rede de drenagem de escorrências da fase sólida, na envolvente do hangar do silo de lamas e do edifício de tratamento de lamas
<i>Decantadores primários</i>	Canais de alimentação e reunião, by-pass dos decantadores primários	- Reabilitação geral
<i>Ampliação do Edifício de Espessamento de lamas</i>	A construir	- Estrutura em betão armado nova para acréscimo ao edifício existente
<i>Tanques de lamas</i>	Tanque de lamas mistas espessadas Tanques de lamas digeridas	- Reabilitação geral
<i>Espessador gravítico</i>	Espessador	- Reabilitação geral - Maciço e telheiro para equipamento - Nova plataforma para apoio de equipamento ao nível da cobertura (estrutura metálica)
<i>Flotador</i>	Flotador	- Reabilitação geral
<i>Edifício de Tratamento de lamas</i>	Sala de desidratação e sala de espessamento	- Reabilitação do pavimento e das caleiras da sala de desidratação de lamas e da sala da mesa de espessamento de lamas
<i>Silo de lamas desidratadas</i>	Silo	- Substituição/reparação da estrutura metálica e dos revestimentos
<i>Filtros de areia</i>	Filtros F01 a F04	- Reabilitação geral das paredes - Substituição das lajes de suporte/planas filtrantes - Fornecimento e montagem de ralos para fundo dos filtros - Fornecimento e montagem de estruturas de inox nos descarregadores de água filtrada
<i>Redes enterradas</i>	A construir	- Novo sistema de redes enterradas de processo, complementar ao existente
<i>Bacia de retenção do Cloreto Férrico</i>	A construir	- Nova bacia em betão armado (junto ao desareador)
<i>Telheiro para preparação de Polieletrólito</i>	A construir	- Novo telheiro e maciço para colocação e proteção de compressores

Estes trabalhos tiveram de enfrentar alguns desafios, nomeadamente o ambiente agressivo existente na ETAR e o facto destas intervenções terem de ser realizadas numa instalação em funcionamento. Tal exigiu que o seu planeamento e execução fossem efetuados de forma conjugada e sequencial, de modo a minimizar as áreas de execução dos trabalhos e os tempos de interrupção do funcionamento de alguns órgãos, uma vez que para realizar determinadas intervenções foi necessário proceder à paragem ou à desativação parcial de diversas linhas de tratamento.

Na fase 1 foram consideradas 5 etapas de intervenção, sendo a etapa 1 nos edifícios da desarenação e decantação primária e na rede de escorrências, a etapa 2 na instalação do novo equipamento de espessamento de lamas primárias, nas redes enterradas, na bacia de retenção de cloreto férrico e no telheiro para preparação do polieletrólito, a etapa 3 na adaptação do sistema de flotação e desidratação de lamas, a etapa 4 nos gasómetros e digestores e a etapa 5 nos filtros de areia. Neste artigo serão descritos os trabalhos realizados durante a etapa 1.

3.2 Faseamento da etapa 1 da fase 1 das obras

Nesta etapa, para que não ocorresse a interrupção total do funcionamento da FA, as intervenções realizadas foram repartidas, tendo havido paragem faseada da linha de tratamento. Para tal, foi considerada a paragem simultânea de uma linha da obra de entrada, uma linha de desarenação/desengorduramento e duas linhas de decantação primária (a vermelho na Figura 2) mantendo-se sempre em funcionamento uma linha da obra de entrada, desarenação/desengorduramento e quatro linhas de decantação primária. Após as intervenções realizadas nos órgãos referidos foi possível proceder à reativação e desativação dos restantes órgãos paralelos (a verde e amarelo na Figura 2).

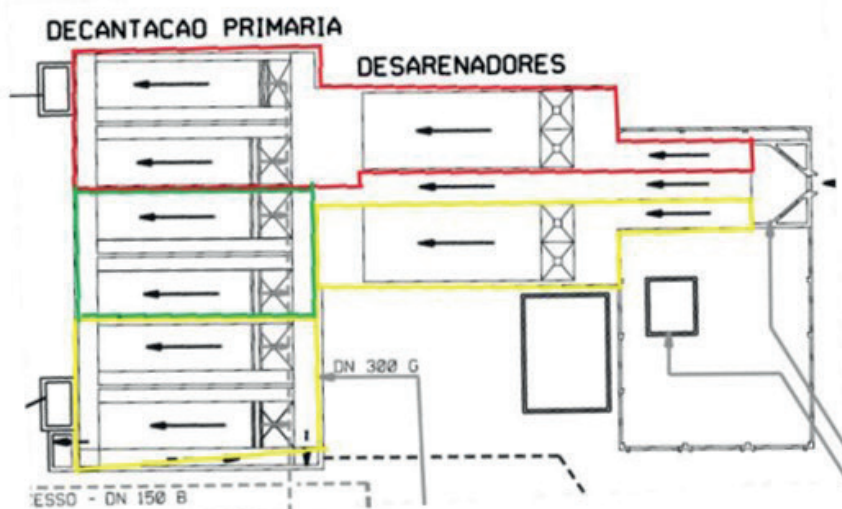


Figura 2. Intervenções realizadas na etapa 1, repartidas e com paragem faseada da linha de tratamento

Tendo em conta a necessidade de expansão do edifício de tratamento de lamas existente, para instalação do novo equipamento de espessamento de lamas mistas e reabilitação do pavimento e das caleiras da sala de desidratação de lamas e da sala da mesa de espessamento de lamas, estas intervenções foram incluídas nesta primeira etapa. Assim, esta etapa compreendeu os trabalhos a seguir indicados.

3.3 Edifícios dos desarenadores e decantadores primários

3.3.1 Remoção das coberturas existentes nos desarenadores e decantadores primários

As coberturas existentes nos desarenadores e decantadores primários são compostas por chapas metálicas (revestidas com um sistema de isolamento térmico contínuo à base de poliuretano, projetado pelo exterior), intercaladas por chapas acrílicas (para entrada de luz). As chapas estão apoiadas em “cachorros” metálicos e numa estrutura periférica com vigas e pilares de betão armado. As fundações da estrutura são compostas por sapatas corridas de betão armado e funcionam de forma independente das estruturas dos órgãos.

As coberturas apresentavam elevado desgaste, quer pela atmosfera interior, que provocou a oxidação das chapas metálicas e dos apoios das mesmas, quer pelo exterior, onde as condições climáticas aceleraram o desgaste do isolamento, o que inviabilizou a estanqueidade das coberturas. Nomeadamente, verificava-se a existência de focos e incidências de pontos de oxidação e corrosão das chapas metálicas autoportantes e das caleiras metálicas, que não cumpriam o objetivo mínimo de impermeabilização e contenção, dos espaços interiores que cobriam. Em algumas das chapas autoportantes que terão sido recortadas para inserção de chapas acrílicas, para maior iluminação interior, os efeitos da corrosão evidenciavam serem preocupantes ao nível da estabilidade e resistência das mesmas. Como se pretendia também fazer a instalação de painéis fotovoltaicos nas coberturas (o que implica a necessidade de coberturas planas), optou-se pela substituição integral das coberturas existentes por coberturas em betão e pelo necessário reforço das suas fundações, de modo a dotá-las de capacidade resistente para receber os referidos painéis, e de durabilidade adequada para fazer face às condições climáticas. Esta opção vem no sentido de aumentar a utilização de energia solar e consequentemente a produção própria de energia renovável nesta infraestrutura, no cumprimento do Programa “ZERO de Neutralidade Energética em 2030” da AdTA (AdTA 2020) e de acordo com a expectável revisão da Diretiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Comissão Europeia 2022).

Nos edifícios utilizaram-se betões da classe C35/45 (classe de exposição ambiental XA3, de acordo com a NP EN 206-1:2013) e aços das classes A500NR em varões e A500EL em redes eletrossoldadas (malhasol). Foi também utilizado um betão da classe C30/37, como betão de regularização do solo de fundação. Nos diversos órgãos usaram-se betões da classe C40/50 (classe de exposição ambiental XA3, de acordo com a NP EN 206-1:2013) de modo a garantir uma maior resistência em termos de exposição ambiental. As betonagens foram planeadas de modo a minimizar os efeitos da retração do betão, nomeadamente através da minimização do calor de hidratação libertado. Durante as operações de colocação do betão (fresco) foram realizados ensaios sistemáticos para avaliar a sua trabalhabilidade, nomeadamente o slump test (NP EN 12350-2:2009). No betão (endurecido) foram efetuados ensaios para verificar a sua resistência (NP EN 12390:2003).

Na Figura 3 mostram-se os trabalhos de remoção das coberturas, que incluíram lavagem das chapas (a), remoção do revestimento em poliuretano e acondicionamento dos resíduos em big-bags (b), corte dos apoios laterais das chapas (c) e por fim remoção das chapas metálicas (d).

Uma vez que as chapas metálicas retiradas possuem grandes dimensões, foi necessário proceder ao seu corte, para acondicionamento temporário em estaleiro, e posterior encaminhamento para valorização ou destino adequado, de acordo com o Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (PPGRCD). Este plano, realizado para o efeito, descreve como deve ser efetuada a prevenção e reutilização dos resíduos, as operações de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento,

valorização e eliminação. No estaleiro foi previsto um “parque de resíduos” para acondicionar e identificar os resíduos com os respectivos códigos LER, com particular atenção para os resíduos potencialmente perigosos.

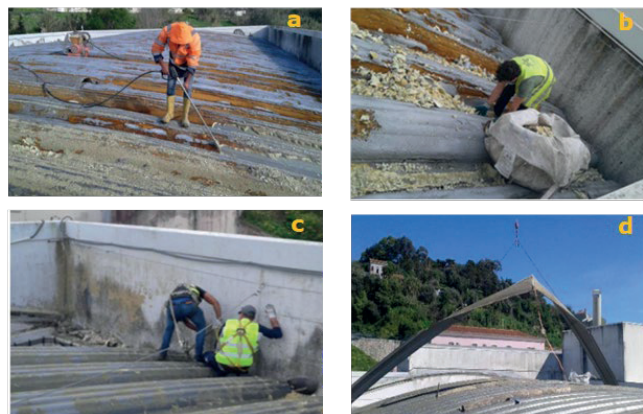


Figura 3. Trabalhos de remoção da cobertura existente no edifício dos desarenadores e decantadores primários

3.3.2 Reforço das fundações, pilares e vigas

Antes da colocação das novas coberturas e uma vez que a nova estrutura terá de acomodar cargas consideravelmente superiores às atuais (para suportar as cargas devidas aos painéis solares), foi necessário proceder ao reforço das fundações, pilares e vigas (Figura 4). Estes trabalhos incluíram a realização de sondagens e reforço das sapatas na periferia e no interior do edifício (a), picagem e reforço das vigas e pilares (b), realização de novas armaduras e sua ligação às existentes (c), execução de cofragem de vigas e pilares (d), betonagem desses elementos (e) e posterior descofragem, após a cura.

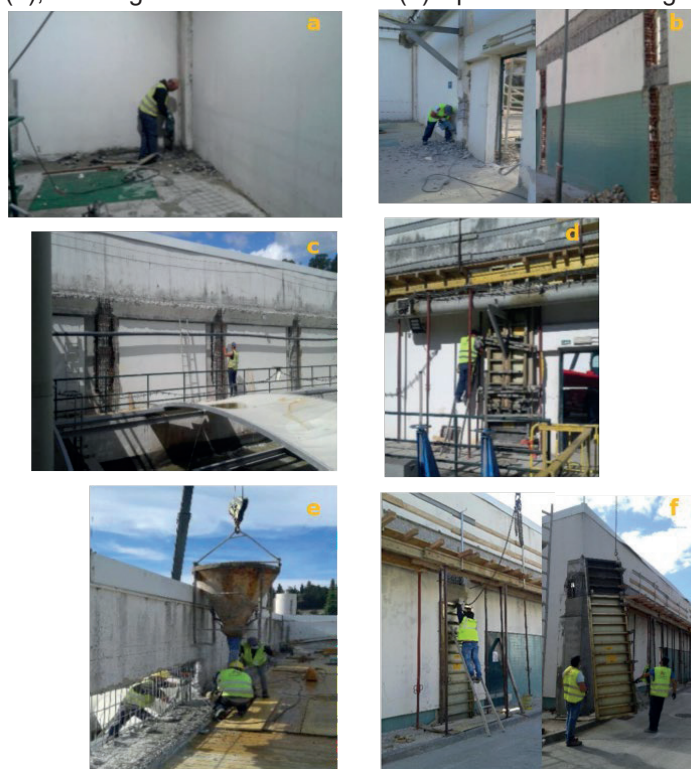


Figura 4. Trabalhos de reforço das fundações, pilares e vigas no edifício dos desarenadores e decantadores primários

3.3.3 Colocação das novas coberturas planas e instalação da central fotovoltaica

Para minimizar as intervenções na estrutura existente e uma vez que uma solução metálica seria inviável (apenas poderia ser executada pelo exterior, em conflito com o posicionamento dos painéis fotovoltaicos), optou-se por uma solução de asnas e lajes pré-fabricadas em betão, com benefícios também ao nível da rapidez e facilidade de montagem. De referir que na face inferior da cobertura foi prevista a colocação de monorails, cuja estrutura metálica de suporte é fixada à nova estrutura da cobertura.

Na Figura 5 mostra-se a sequência dos trabalhos para realização das novas coberturas, nomeadamente a colocação da armadura malhasol e armaduras de reforço nas aberturas dos tubos solares na cobertura (a), a betonagem da laje de compressão da cobertura (b), a cofragem e betonagem do aumento de platibanda na cobertura (c), a preparação das superfícies da laje para execução da membrana de betuminosa de impermeabilização com proteção de xisto (d), a execução de alvenarias em fecho de vãos (e) e a execução do fechamento de alvenaria com tijolos de vidro (f) para entrada de luz natural no edifício.

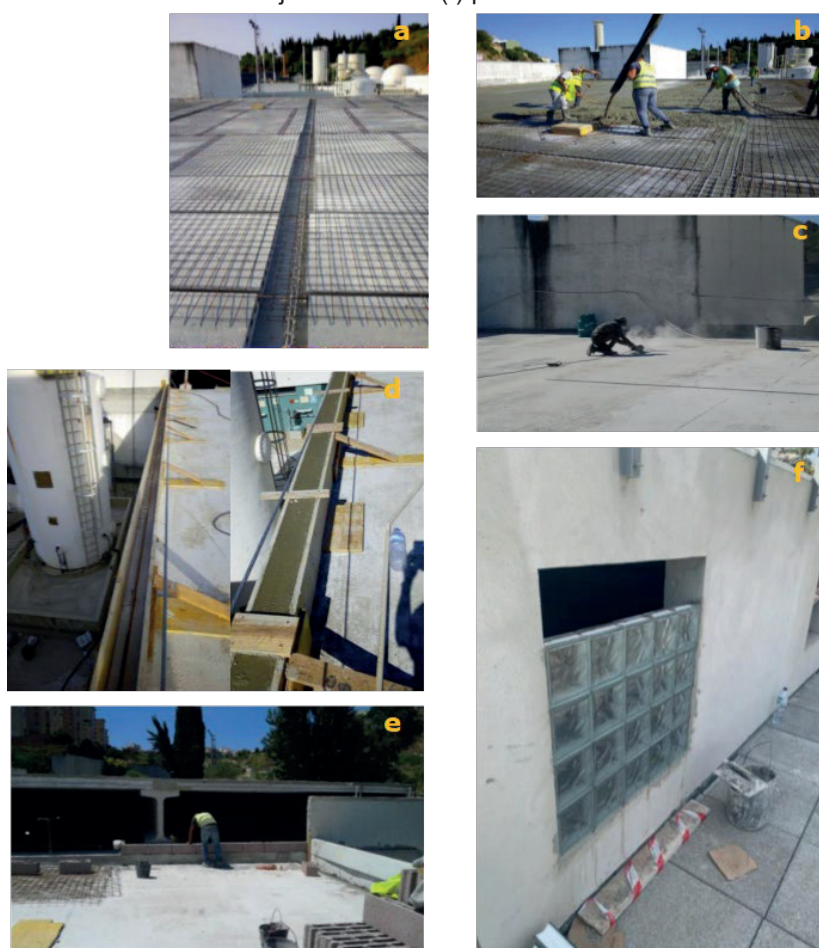


Figura 5. Trabalhos de realização da nova cobertura do edifício dos desarenadores e decantadores primários

A reduzida inclinação da cobertura foi dada pela própria estrutura. Para a impermeabilização da cobertura colocou-se uma membrana betuminosa com proteção de xisto, para minimizar o seu desgaste (Figura 6). Este tipo de membrana foi escolhido por apresentar boa flexibilidade a baixas temperaturas, grande resistência a agentes atmosféricos e elevado ponto de amolecimento, além de ser fácil de aplicar.



Figura 6. Colocação da membrana betuminosa na nova cobertura do edifício dos desarenadores e decantadores primários

Uma vez que se vão instalar painéis fotovoltaicos, para a sua manutenção, as coberturas têm de ser acessíveis. Assim, logo após a colocação da impermeabilização colocaram-se lajetas térmicas de 60 cm x 60 cm. Estas lajetas são constituídas por uma camada inferior (30 mm de espessura) de isolamento de XPS (placa rígida de espuma de poliestireno extrudido), que atua como isolamento térmico, e uma camada superior (25 mm de espessura) de betonilha aditivada e reforçada com fibras de polipropileno, que é simultaneamente uma proteção mecânica da camada isolante e uma superfície acessível. Este sistema “invertido”, em que se aplica primeiro a impermeabilização e só depois o isolamento térmico, tem a vantagem de permitir a proteção da impermeabilização das variações térmicas, das radiações UV e de outras agressões, melhorando assim o seu desempenho e durabilidade. O facto de se juntar num só produto estes dois componentes (isolamento e pavimento) torna as lajetas térmicas uma solução que oferece inúmeras vantagens em termos de economia de custos e de tempo, de facilidade de aplicação e de versatilidade. Estas lajetas são colocadas lado a lado, sem qualquer fixação extra, pois o encaixe com junta sobreposta (meia madeira) é o suficiente para garantir a fixação entre elas. De salientar ainda que, em caso de necessidade, as lajetas podem ser levantadas, retiradas e recolocadas.

Nas coberturas, foi depois instalada uma central fotovoltaica composta por 369 módulos fotovoltaicos monocristalinos com 380 Wp de potência, instalados em estrutura de suporte triangular e assentes em estrutura autossuportante com lastro próprio (Figura 7). A energia produzida destina-se a autoconsumo na FA de Chelas.



Figura 7. Instalação dos módulos fotovoltaicos

Foram previstas zonas de circulação para poder ser realizada a manutenção dos painéis fotovoltaicos. Nas zonas entre os painéis também foram colocados tubos solares, que permitem a iluminação natural dos espaços interiores (Figura 8).



Figura 8. Instalação dos tubos solares

Em toda a periferia das coberturas colocaram-se guarda-corpos em polímero reforçado com fibra de vidro (PRFV), por terem grande resistência ao calor e corrosão, não necessitando, por isso, de manutenções constantes, para além da sua facilidade e rapidez de colocação (Figura 9). Na transição entre coberturas, a cotas diferentes, colocou-se também uma escada em PRFV.

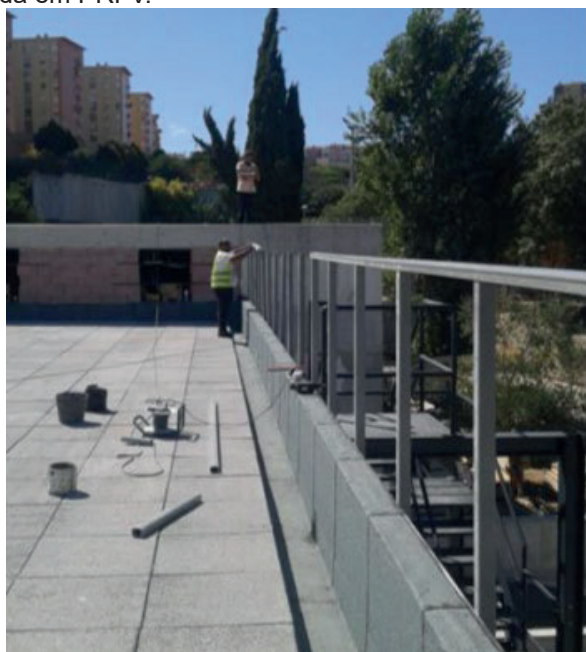


Figura 9. Colocação de guarda-corpos em PRFV

Como referido, pretendendo-se que as novas coberturas fossem acessíveis para efeitos de manutenção, optou-se por um acesso pelo exterior através de uma escada em estrutura metálica, que se desenvolve, em patamares, na fachada Norte do edifício dos desarenadores.

3.3.4 Execução da drenagem de águas pluviais

A solução de drenagem de águas pluviais existente, e que foi substituída, baseava-se na recolha de água das coberturas em caleiras metálicas, que se encontravam inoperantes devido aos focos e incidências de pontos de oxidação e corrosão, pela exposição ao meio ambiente interior dos edifícios. Mas, como também houve necessidade de fazer novas coberturas, o novo sistema de recolha de águas pluviais baseia-se numa recolha por via de caleiras pré-formadas na camada de compressão aplicada sobre os elementos alvéolares pré-esforçados que constituem a estrutura resistente da nova laje cobertura. Para os elementos de condução e drenagem vertical das águas pluviais, manteve-se a utilização de tubagens de PVC (Figura 10), pelo exterior, tendo o sistema de drenagem sido ligado à rede de drenagem existente.



Figura 10. Execução das caleiras na cobertura

3.3.5 Execução da nova cobertura dos decantadores ao nível do plano da água

O significado de “cobertura ao nível do plano de água” refere-se à cobertura a colocar o mais próximo do nível do líquido (que pode conter elevados níveis de gás sulfídrico, resultantes da decantação do efluente), por forma a evitar a acumulação excessiva deste gás, nos decantadores, pela diminuição de espaço (cota/altura) entre o plano do líquido e o plano da cobertura de contenção, conseguindo-se assim que o gás seja extraído pelas condutas, ao ritmo em que é produzido, e conduzido à torre de desodorização para a sua inertização e posterior libertação controlada para a atmosfera. Ao nível do plano de água, a intervenção envolveu, nos seis decantadores primários, apenas a substituição das coberturas (em policloreto de vinil (PVC)) já degradadas.

3.3.6 Reabilitação dos decantadores primários

Apenas três dos decantadores primários apresentavam as paredes deterioradas, com destaque do betão e argamassas de revestimento, bem como oxidação/corrosão avançada das armaduras no interior das paredes. Este processo de degradação deve-se à reação dos revestimentos com o efluente, ou seja, quando as camadas superficiais das paredes/fundos se encontram carbonatadas, a permeabilidade/porosidade do betão aumenta, quer a líquidos quer a gases, levando à sua deterioração química e à oxidação /corrosão das armaduras que, pelo efeito mecânico do aumento de volume pela corrosão, promovem o destaque do recobrimento.

Os referidos três decantadores foram sujeitos a uma reabilitação geral das suas paredes e fundo, que incluiu os seguintes trabalhos:

- i) Execução de bypass nos decantadores. Para garantir o isolamento dos decantadores e a realização de ensecadeiras, foram executados bypass por manobra de comportas provisórias de alimentação.

- ii) Remoção das tubagens de aço e/ou de outros materiais danificados e encaminhamento para valorização.
- iii) Remoção e ou reabilitação e recolocação dos descarregadores de superfície. Para a execução das intervenções nas paredes e fundo foi necessário desmontar os descarregadores de superfície e as lamelas (Figura 11), realizando-se a proteção adequada dos elementos de construção civil e dos equipamentos eletromecânicos a manter e/ou em funcionamento durante a realização dos trabalhos.

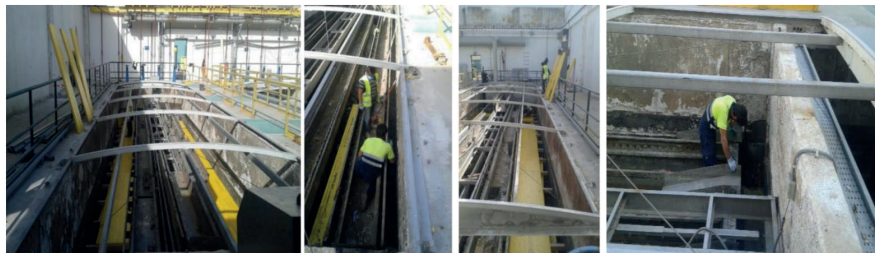


Figura 11. Desmontagem de elementos de um dos decantadores primários

- iv) Reparação das paredes e fundo dos descarregadores. Estes trabalhos começaram pela limpeza e remoção das superfícies degradadas, com recurso a lavagem a jato de água de alta pressão (Figura 12a). Seguiu-se a picagem das superfícies com martelo pneumático (Figura 12b). Durante estes trabalhos foi necessário garantir a proteção adequada dos elementos de construção civil e dos equipamentos eletromecânicos, a manter e/ou em funcionamento.



Figura 12. Trabalhos de hidrodecapagem e picagem

- v) Reposição de armaduras e betonagem (Figura 13).



Figura 13. Reposição das armaduras e betonagem

- vi) Revestimentos e pinturas. Foi feito um revestimento, numa altura de 2 m, com membrana em polietileno de alta densidade (PEAD) de 3 mm de espessura, com juntas por termofusão, com uma largura mínima de 25 mm (Figura 14). Optou-se por membranas de PEAD em detrimento das membranas de PVC, por as membranas de PEAD serem muito mais resistentes quimicamente (Vandervoort 1992) e por isso

apropriadas para ambientes quimicamente agressivos. Na restante altura fez-se a aplicação de pintura com tinta betuminosa, própria também para estes ambientes.

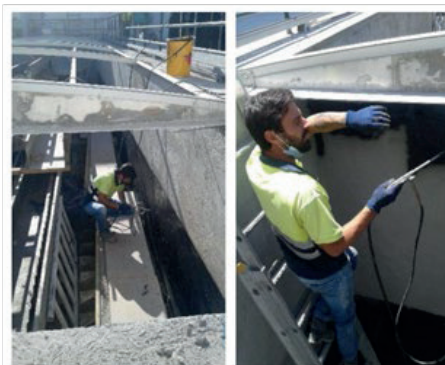


Figura 14. Aplicação da membrana em PEAD e pintura com tinta betuminosa

3.4 Edifício de espessamento e desidratação de lamas

3.4.1 Ampliação do edifício de espessamento e desidratação de lamas

A ampliação do edifício de espessamento e desidratação de lamas foi necessária para se conseguir instalar um novo equipamento (um tambor adicional para tratamento de lamas biológicas). Para a ampliação, optou-se por manter a estrutura do edifício existente, em betão armado convencional, com sapatas, pilares, vigas e laje, solidarizando-se devidamente à parte existente, o que incluiu os trabalhos a seguir indicados e cuja sequência se mostra na Figura 15: remoção/desvio de infraestruturas existentes no edifício de espessamento e desidratação de lamas (a), marcações e escavação para a implantação das novas sapatas na zona a ampliar (b), picagem da estrutura existente para permitir a solidarização à parte a acrescentar (c), execução de armaduras e cofragens, incluindo as das fundações (d), betonagem dos pilares, vigas lajes e fundações (e), descofragem e fecho das paredes em alvenaria e sua preparação para revestir a reboco, com acabamento semelhante ao existente (f) e instalação das tubagens no exterior do edifício (g).



Figura 15. Sequência dos trabalhos de ampliação do edifício de espessamento e desidratação de lamas

3.4.2 Reabilitação dos tanques de lamas

Nos tanques de lamas mistas e de lamas digeridas, após o seu esvaziamento, foi efetuada a reparação das superfícies em betão e argamassas de revestimento, o que incluiu os trabalhos a seguir indicados e cuja sequência se mostra na Figura 16: limpeza e remoção das superfícies degradadas (incluindo a cobertura), com recurso a lavagem a jato de água

de alta pressão (a), picagem das superfícies com martelo pneumático, numa altura de 3 m, nas paredes (b), impermeabilização dessa área com membrana de PEAD, de 3 mm de espessura (c), própria para ambientes quimicamente agressivos, como já foi referido. Na restante altura foi efetuada a aplicação de argamassa de selagem (com espessura média de 3 cm) para ligação do revestimento de PEAD ao betão existente, tendo para o efeito sido necessário recorrer a cofragem.

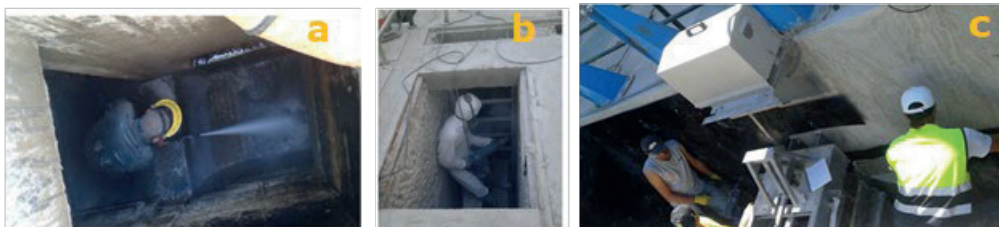


Figura 16. Sequência dos trabalhos de reparação das superfícies em betão dos tanques

3.4.3 Reabilitação do pavimento e das caleiras

Tanto na sala de espessamento, como na sala de desidratação das lamas do edifício, o pavimento, executado em betonilha de cimento/betão, apresentava escarificações, desníveis e zonas com destaque de material, pelo que houve a necessidade de o renovar. Inicialmente estava previsto efetuar um revestimento à base de resinas epóxi, mas optou-se pela aplicação de revestimento cerâmico anti-derrapante, uma vez que os pavimentos destas duas salas se encontram sistematicamente sujeitos à projeção/acumulação de água e lamas, provenientes do processo de tratamento, por espessamento e desidratação das lamas.

Nas caleiras, o processo de corrosão do betão superficial em algumas zonas já era acentuado. Nestas zonas, o betão foi hidro-demolido por projeção de água a elevada pressão, sendo depois as superfícies reparadas e impermeabilizadas com argamassas cimentícias, resistentes ao ambiente/águas quimicamente agressivas.

4 Considerações finais

Neste artigo foram apresentadas as principais obras de reabilitação/manutenção (etapa 1 da fase 1) da Fábrica de Água de Chelas, realizadas no ano de 2022, que incluíram nomeadamente: a remoção das coberturas existentes nos desarenadores e decantadores primários, o reforço das fundações, pilares e vigas, a colocação de novas coberturas e instalação de uma central fotovoltaica, a execução da nova rede de drenagem de águas pluviais nessas coberturas, a execução de nova cobertura dos decantadores ao nível do plano da água, a reabilitação dos decantadores primários, a ampliação do edifício de espessamento e desidratação de lamas e a reabilitação dos tanques de lamas. Nas intervenções realizadas fez-se referência, nomeadamente:

- aos novos materiais usados, de maior resistência química, e às soluções implementadas, para minimizar futuras manutenções;
- aos desafios acrescidos para a concretização das intervenções, pois, para além do ambiente agressivo existente nestas unidades, estas intervenções foram realizadas com a FA de Chelas em funcionamento, o que exigiu a paragem ou a desativação parcial de diversas linhas de tratamento. Assim, o planeamento e execução das intervenções teve de ser efetuado de forma conjugada e sequencial, de modo a minimizar as áreas de execução dos trabalhos e os tempos de interrupção do funcionamento dos órgãos;

- à opção tomada no sentido de aumentar a produção de energia solar e consequentemente a produção própria de energia renovável nesta instalação, no âmbito do compromisso da empresa e do Grupo AdP de atingir a neutralidade energética em 2030 e de acordo com da revisão prevista da legislação europeia relativa ao tratamento de águas residuais urbanas.

Agradecimentos

Este artigo foi realizado com base na dissertação, ainda em elaboração, de Patrícia Anselmo, para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil pelo Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Esta autora agradece à AdTA, S.A., em especial ao Eng. Hugo Pereira que lhe permitiu realizar o trabalho de acompanhamento da obra em questão. Agradece ainda à Eng.^a Manuela Almeida, que lhe deu a oportunidade de fazer parte da sua equipa de trabalho e de acompanhar tanto a parte de segurança, como a parte de desenvolvimento da obra, ao Eng. Hugo Ferreira e ao Eng. Carlos Oliveira pelo contínuo apoio.

Referências

- AdTA (2019). *Empreitada de conceção-construção da beneficiação da Fábrica de Água de Chelas – Fase 1*, Caderno de encargos - Concurso Público, DR n.º 165 de 29 de agosto
- AdTA (2020). *Grupo Águas de Portugal será energeticamente autossustentável com energia 100% renovável*. <https://www.adp.pt/pt/atividade/neutralidade-energetica/?id=224> acedido em 20 de fevereiro de 2023
- AdTA (2021a). *Empreitada de Beneficiação da Fábrica de Água de Chelas – Fase 1*. <https://www.aguasdoejoatlantico.adp.pt/noticias/empreitada-de-beneficiacao-da-fabrica-de-agua-de-chelas-fase-1> acedido em 20 de fevereiro de 2023
- AdTA (2021b). *Águas do Tejo Atlântico investe 4,7 milhões em obras em ETAR*. <https://www.industriaeambiente.pt/noticias/aguas-tejo-atlantico-investe-4-7-milhoes-obras-etar/> acedido em 20 de fevereiro de 2023
- Comissão Europeia (2022). *Proposta legislativa sobre a revisão da Diretiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas*. Documento de trabalho dos serviços da comissão. Resumo do relatório da avaliação de impacto, Bruxelas, 26 de outubro
- Dantas E. (2020). *Antes e depois. Fábrica de água de Chelas*. Revista Tejo Atlântico n.º 8
- Google (s.f.). *[Fábrica de Água de Chelas]*. ETAR de Chelas - Google Maps acedido em 20 de fevereiro de 2023
- Macedo, C. (2021). *Águas do Tejo Atlântico dá continuidade à reabilitação da ETAR de Chelas*. <https://www.ambientemagazine.com/aguas-do-tejo-atlantico-da-continuidade-a-reabilitacao-da-etar-de-chelas/> acedido em 20 de fevereiro de 2023
- NP EN 206-1:2013. *Betão. Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade*. Instituto Português da Qualidade, Portugal
- NP EN 12350-2:2009. *Ensaio do betão fresco. Parte 2: Ensaio de abaixamento*. Instituto Português da Qualidade, Portugal
- NP EN 12390:2003. *Ensaio do betão endurecido*. Partes 1 a 8. Instituto Português da Qualidade, Portugal
- Perdigão M. (2018). *Controlo do funcionamento das ETAR de Alcântara, Beirolas e Chelas*. Relatório anual do controlo do funcionamento 2017. Águas do Tejo Atlântico
- Vandervoort J. (1992). *The use of extruded polymers in the containment of hazardous wastes*. Schlegel Lining Technology, Inc.. The Woodlands, TX