



Bruna Alexandra Blanco Valente

Licenciada em Engenharia Química e Bioquímica

**Gestão de captações hídricas, minimização e
reutilização de água:
Caso de estudo na indústria corticeira**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química e Bioquímica

Orientadora: Eng^a Ana Maria Fernandes de Matos, Responsável
do Departamento de Sistemas Integrados, Amorim & Irmãos
Co-orientador: Prof. Mário Eusébio, Prof. Auxiliar, Faculdade de
Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Isabel Maria Rôla Coelho

Vogal: Doutora Yolanda Patrícia Dionísio Rebelo

Vogal: Eng.^a Ana Maria Fernandes de Matos

Bruna Alexandra Blanco Valente

Licenciada em Engenharia Química e Bioquímica

**Gestão de captações hídricas, minimização e
reutilização de água:
Caso de estudo na indústria corticeira**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química e Bioquímica

Orientadora: Eng^a Ana Maria Matos, Responsável do
Departamento de Sistemas Integrados, Amorim & Irmãos
Co-orientador: Prof. Mário Eusébio, Prof. Auxiliar, Faculdade de
Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Isabel Maria Rôla Coelho

Vogal: Doutora Yolanda Patrícia Dionísio Rebelo

Vogal: Eng.^a Ana Maria Fernandes de Matos

Setembro de 2018

Gestão de captações hídricas, minimização e reutilização de água: Caso de estudo na indústria corticeira

Copyright © Bruna Alexandra Blanco Valente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Aos meus pais, a quem devo tudo.

Agradecimentos

Esta dissertação não existiria sem o apoio, conhecimento e entusiasmo de todos aqueles que me acompanharam durante este percurso e que merecem a minha mais profunda gratidão.

Quero, em primeiro lugar, agradecer à Amorim e Irmãos, S.A. onde toda esta jornada se desenrolou e que me acolheu de uma maneira irrepreensível, dando-me o gosto de como funciona uma empresa com tamanha influência nacional e internacional.

À Engenheira Ana Matos pela orientação, apoio, interesse e ambição que criaram a base para este projeto e cuja personalidade ajudou a aliviar o *stress* que todo este processo inevitavelmente provocou. Ao Professor Mário Eusébio que, apesar de ter estado a quilómetros de distância, me acompanhou e frisou pontos que muitas vezes nunca me teriam ocorrido.

Aos diretores das Unidades Industriais, responsáveis de departamentos e todos aqueles que durante sete meses sempre se demonstraram disponíveis para esclarecer as inúmeras dúvidas que surgiram e contribuíram de forma imprescindível para a conclusão desta tese.

Um obrigado especial à Eng^a. Ana Maria Moreira, Eng^a. Catarina Pina, Eng^a. Ana Mendes, Goreti Sá, Emília Magalhães e Teresa Branco por terem tornado a minha estadia na Amorim ainda mais memorável do que esperava.

Aos meus pais, cujo amor incondicional me trouxeram até aqui e que nunca conseguirei retribuir, à minha irmã, que é simplesmente insubstituível, e aos meus avós, cujo carinho e preocupação sempre me acompanharam.

À Inês, pela amizade que dura há já quase duas décadas e que nunca envelhece.

Resumo

Foi utilizado o polo de Lamas pertencente à Amorim & Irmãos, S.A. que alberga as Unidades Industriais de Lamas e De Sousa, como caso de estudo assentando em três grandes pilares: a gestão das captações existentes, a minimização da água utilizada e reutilização da mesma, de forma a colmatar a fragilidade que a escassez de água representa para a empresa.

Procedeu-se ao levantamento histórico de volumes extraídos, consumidos (a nível teórico e valores reportados às entidades competentes) que indicaram discrepâncias na ordem dos 33% no balanço mássico. Elaboraram-se planos de ação para a identificação de toda a rede hídrica, estando esta atualmente em execução, a adição de contadores, a serem implementados após a identificação mencionada, retificação de fugas, agendadas para Dezembro, implementação de rotinas de manutenção e a criação de um sistema automatizado de captação de água otimizado para apenas serem extraídos os volumes mínimos necessários à produção, estando à espera de aprovação por parte da administração.

Foram identificados como principais consumidores de água as Lavações (30% na UI Lamas) e as Estufas ROSA (33% na UI Lamas e 93% na UI DS), tendo sido concluído que a minimização de vapor e a reutilização das águas de lavação não são formas de atuação exequíveis devido às implicações na redução de TCA, um dos pontos fulcrais da empresa.

Contudo, a preferência por lavações de baixo consumo específico e a substituição de máquinas antigas por outras de maiores capacidades, permitiriam poupanças de 78% e 64% em consumos de água e reagentes químicos na UI Lamas, respetivamente. A recirculação de vapor nas estufas ROSA, apesar de implicarem altos valores de investimento com um *payback* estimado de 16 anos, permitiriam uma poupança de 29%, essencial ao aumento de produção expansão pretendido pela empresa.

Palavras-chave: Cortiça; Recursos Hídricos; Sustentabilidade; Minimização; Reutilização.

Abstract

This case study is focused on the industrial centre at Lamas, propriety of Amorim & Irmãos, S.A. and built upon three major topics: the management of water fonts, the minimization of water needed for the process and the reuse of effluents.

After the gathering of all the available data concerning extracted and consumed water volumes (both theoretical values and those reported back to the concerning entity), which indicated a discrepancy of 33% when a mass balance is done, and the detection of problems along the water network. A specialized company was hired in order to identify the entire network so then leaks could be fixed, new automatic meters could be installed in strategic points and a new maintenance routine was planned in order to increase the efficiency in detecting and solving problems along the pipes and equipment, plus the sketching of an automated management system of water extraction, optimized to only utilize the minimum of water necessary for production.

When it came to minimizing and reusing water, Washers (30% at UI Lamas) and ROSA's heating chambers (33% at UI Lamas and 93% at UI DS) were clearly the main consumers of water. The minimization of vapor on ROSA and the reuse of effluents from Washers were concluded to be unusable considering the characteristics of the process and product.

However, the preference for low specific water consumption washing and the replacement of old machinery for new with higher capacities, would allow for savings of 78% and 64% in water and chemical reagents respectively, which along with the reuse of vapor on ROSA, despite the high investment, could make both factories much more independent from the natural resources they currently explore, make their processes much more environmentally friendly and meet the growing demands and concerns of their clients.

Keywords: Cork; Hydraulic Resources; Sustainability; Reuse; Water.

Índice de Matérias

1.	Enquadramento e Motivação	1
1.1.	Panorama Nacional e Internacional	1
1.2.	Amorim & Irmãos	2
2.	Introdução	7
2.1	Legislação, normas e boas práticas	7
2.2	Economia Circular e Tecnologias de Recuperação.....	14
2.3	Exemplos a seguir	17
3.	Metodologia	21
4.	Tratamento e Discussão de Resultados	23
4.1.	Regime de exploração	23
4.2.	Mínimização	29
4.2.1.	Unidade Industrial de Lamas	30
4.2.2.	Unidade Industrial De Sousa.....	37
4.3.	Reutilização.....	40
4.3.1.	Vapor.....	41
4.3.2.	Lavações	44
5.	Conclusão.....	46
6.	Referências Bibliográficas	50

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Evolução da produção na UI Lamas no período 2012-2017 (Milhões de rolhas).....	3
Figura 1.2 - Evolução da produção na UI De Sosa no período 2012-2017 (Milhões de rolhas)	3
Figura 1.3 - Volumes de água consumidos e captados anualmente (milhares m ³)	4
Figura 1.4 - Espinha de Peixe sobre as causas da gestão inadequada em vigor.....	6
Figura 2.1 - Resumo Cronológico da Legislação Nacional e Internacional referentes a Recursos Hídricos	13
Figura 2.2 - Tipos de sistema de recuperação de vapor utilizados na indústria.....	16
Figura 3.1 - Sistematização da metodologia utilizada ao longo da dissertação	22
Figura 4.1- Volumes de água extraídos no período de 2012-2016 e em 2017 (milhares m ³).....	23
Figura 4.2 - Pareto do volume de água captada por cada captação em 2017 (milhares m ³)	24
Figura 4.3 - Volumes de água captados no período de Janeiro-Julho em 2017 e 2018 (milhares m ³)	25
Figura 4.4 - Pareto do volume de água captada por cada captação no período Janeiro-Julho de 2018 (milhares m ³).....	25
Figura 4.5 - Distribuição do consumo de água na Unidade de Lamas no ano de 2017	30
Figura 4.6 - Distribuição dos consumidores de vapor na Unidade de Lamas no ano de 2017	31
Figura 4.7 - consumo específico de água por tipo de lavação e máquina, considerando os valores de hr mais reduzidos e calibres mais comuns (mL).....	34
Figura 4.8 - Volume de água consumido em lavações em relação à quantidade produzida na Unidade de Lamas em 2017	35
Figura 4.9 - Consumo específico total de reagentes por tipo de lavação e máquina utilizada (mL).....	36
Figura 4.10- Distribuição do consumo de água na unidade de sousa no ano de 2017	37
Figura 4.11 - Distribuição dos consumidores de vapor na unidade de sousa no ano de 2017	38
Figura 4.12 - Quantidade de água consumida para a produção na unidade de sousa no ano de 2017	39

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Medidas definidas no PNUEA para o Setor Industrial [8]	9
Tabela 2.2- Parâmetros a serem corrigidos em efluentes aquosos	17
Tabela 4.1 - Balanço de Massa ao polo industrial de Lamas em 2017 (m3)	28
Tabela 4.2- Lavações efetuadas para cada tipo de produto	33
Tabela 4.3- Quantidades de água e poupança financeira correspondente considerando a manutenção dos valores de produção (produção atual)	39
Tabela 4.4 - Quantidades de rolhas adicionais produzidas e lucro associado considerando a manutenção dos valores de consumo de água (produção atual)	40
Tabela 4.5 - Parâmetros analisados (Vapor)	42
Tabela 4.6 - Dimensionamento do Permutador de Calor das estufas ROSA	44

1. Enquadramento e Motivação

1.1. Panorama Nacional e Internacional

Ao longo das últimas décadas, os crescimentos a nível populacional e de consumo levaram ao agravamento da sobre-exploração da água potável disponível a nível mundial [1]. Os países desenvolvidos, com destaque para os europeus, têm vindo a testemunhar alterações substanciais no clima e eventos naturais que condicionam de forma acrescida a água disponível, o que em adição à diminuição da qualidade da mesma devido à atividade industrial e agrícola, tem levado ao agravamento da competição de recursos entre as atividades socioeconómicas e o consumo humano [2].

Para os países Mediterrânicos a situação torna-se ainda mais urgente devido ao clima naturalmente mais repartido quando comparado com o resto da Europa. Os países do Sul sofrem a maioria da precipitação anual num período de poucos meses, não havendo chuva significativa nos restantes. No caso Português a zona a Norte do Tejo é aquela em que a precipitação é mais sentida, facilitando a manutenção das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima, em comparação com a zona Sul, cuja média de precipitação é significativamente inferior, tornando-a especialmente seca e ameaçando as bacias a Sul [3].

Com ambientalistas a perspetivar secas mais recorrentes e maiores níveis de poluição aquática (provocada tanto por deficiências no saneamento em países em desenvolvimento como devido à atividade industrial e pecuária) a situação promete tornar-se progressivamente mais insustentável, razão pela qual a União Europeia tenha definido a conservação de recursos hídricos uma das principais prioridades europeias para a década 2020-2030 [4] e numa aposta na Economia Circular [5].

No caso Português, o *stress* hídrico nacional tem atingindo novos valores recorde nos últimos anos, em particular no Sul do país, tendo sido inclusive decretado situação de seca severa em 56% do território nacional em Fevereiro deste ano [6]. A União Europeia realça que atualmente “cerca de 20% da população vive sob *stress* hídrico” [7] na zona do Mediterrâneo, expectando-se que em 2040 o rácio entre o uso e as reservas nacionais vai estar na gama dos 40% a 80%, indicando um *stress* hídrico acentuado em Portugal [7].

Em Junho de 2012 foi elaborado o *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água* (PNUEA) que particulariza e adapta os objetivos definidos na *Blueprint* para o panorama português [8]. A nível industrial, o grande objetivo é a diminuição do desperdício hídrico, causado especialmente por perdas no armazenamento, transporte e distribuição de água, dos 22.5% (2009) para os 15% (2020). Para isso, foram propostas medidas específicas para o setor:

- A minimização do consumo de água através de alterações a nível processual;
- Diminuição da água captada através da reutilização e recirculação dos efluentes processuais;
- Recuperação de vapor;
- Melhoria dos sistemas de distribuição de forma a minimizar perdas.

Apesar da relevância destas medidas e da gravidade da situação, análises preliminares do Ministério do Ambiente apontam para um cumprimento insuficiente das metas definidas, em particular nos setores industriais e agrícolas [9]. O levantamento efetuado pelo comité europeu destacado para estudar a implementação de medidas definidas na *Blueprint* nos vários países da UE confirma a conclusão do Ministério do Ambiente, com a principal causa para as medidas não estarem implementadas se dever a questões de financiamento estatal, apesar de 58% das que estão em vigor serem mantidas através de fundos europeus [10].

Com o setor da indústria a ter maior incidência na zona Norte do País, a utilização de recursos hídricos para fins industriais e volume de efluentes destas atividades dispara, comprometendo de forma acrescida a sustentabilidade dos recursos hídricos existentes. É com a noção da importância vital que a água exerce, não só a nível comunitário como processual, que este projeto foi desenvolvido, utilizando o polo industrial de Lamas, pertencente à Amorim & Irmãos, S.A., como caso de estudo.

1.2. Amorim & Irmãos

O polo instalado em Santa Maria de Lamas engloba duas Unidades Industriais: a de Lamas (AI), onde são produzidas rolhas naturais, e a De Sousa (DS), onde o produto final são rolhas técnicas. Com ambas a necessitarem de água para as suas produções e a explorarem os mesmos recursos, foram estudadas as necessidades e impactos de ambas, com o intuito de assegurar a continuidade da produção e o futuro crescimento da empresa. Foram assim definidos três grandes pilares de ação: alterações à gestão das captações hídricas exploradas e a implementação de sistemas que permitam a minimização e reuso das águas industriais.

A ausência de água, mesmo que temporariamente, impossibilita a continuação da atividade e implica perdas consideráveis. No ano de 2017 houve um período de dois dias cuja a água captada das diversas fontes exploradas não foi suficiente para o ritmo de produção, tendo obrigado à paragem de ambas as fábricas e a um prejuízo tanto a nível financeiro como a falhas na entrega de encomendas.

A situação torna-se ainda mais urgente segundo as perspetivas negativas consequentes das alterações climáticas em relação aos níveis de precipitação e aos períodos chuvosos. Espera-se, por isso, um agravamento do *stress* hídrico a nível nacional, piorado pela deterioração dos recursos disponíveis devido ao desleixo de tratamento de efluentes e à exploração despreocupada de fontes de consumo.

A produção tem vindo sistematicamente a crescer na Unidade Industrial de Lamas (Figura 1.2.1), com a exceção do ano de 2015, e na Unidade Industrial de De Sousa (Figura 1.2.2).

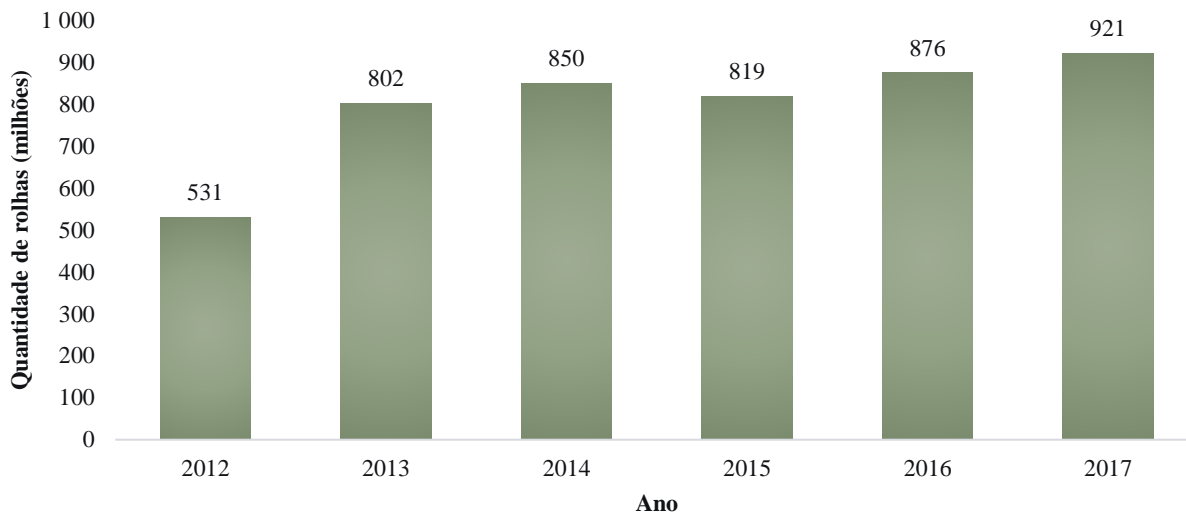


FIGURA 1.1 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO NA UI LAMAS NO PERÍODO 2012-2017 (MILHÕES DE ROLHAS)

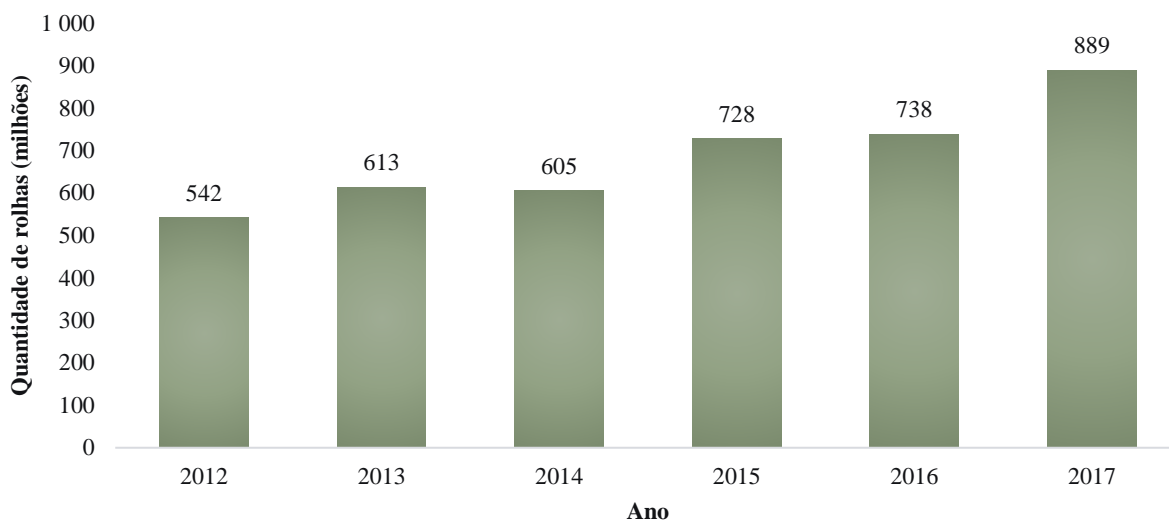


FIGURA 1.2 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO NA UI DE SOSA NO PERÍODO 2012-2017 (MILHÕES DE ROLHAS)

Através dos dados recolhidos em relação à água captada desde 2012 até 2017 (Figura 1.2.3) é clara a necessidade cada vez mais acentuada deste recurso devido à evolução produtiva, mas especialmente pela instalação de novas máquinas e tratamentos que obrigam a maiores volumes de água necessários à produção.

De notar que em 2015 os registos de consumo superam os captados, o que se deveu a problemas nos contadores referentes às captações, sendo que as pequenas discrepâncias nesse sentido nos restantes anos se deveram a erros nas contagens. Em 2017 houve a ausência de contagem em alguns dos pontos normalmente registados, o que em adição às fugas e problemas nos contadores, justifica a diferença significativa entre o consumo e a captação nesse ano.

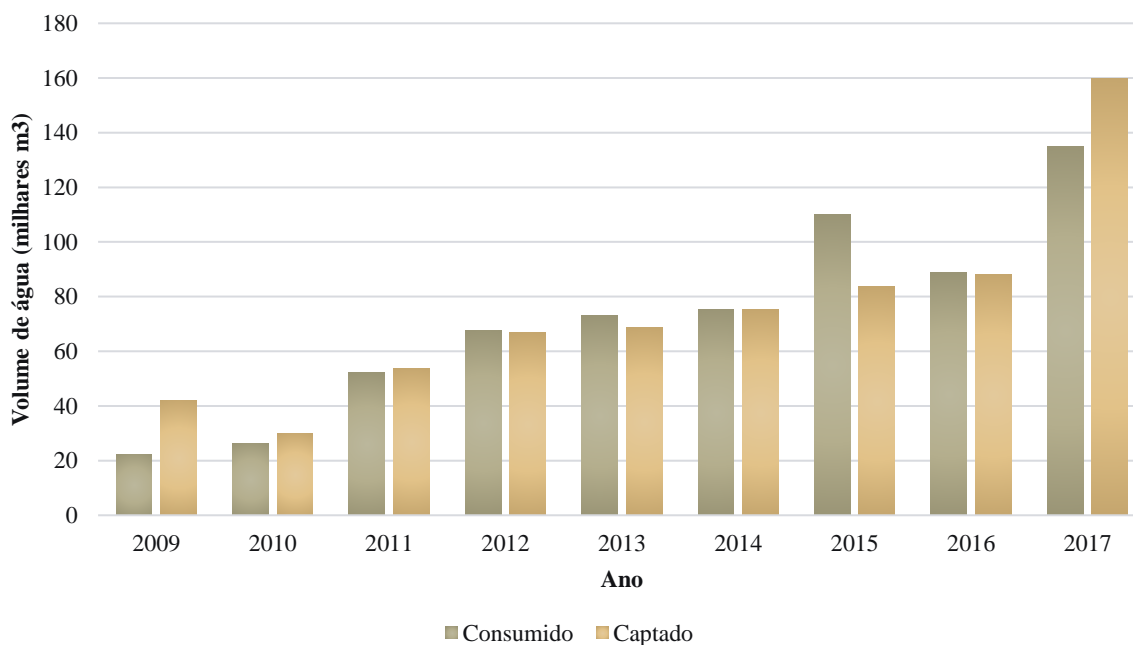


FIGURA 1.3 - VOLUMES DE ÁGUA CONSUMIDOS E CAPTADOS ANUALMENTE (MILHARES M³)

O aumento desta necessidade obriga por isso à existência de um sistema de gestão de extração de água que garanta ao máximo a sustentabilidade dos lençóis freáticos explorados, minimizando o risco que a escassez de água representa para a empresa. Uma gestão adaptada para que apenas sejam extraídos os volumes mínimos necessários ao processo permitiria, não só uma menor pressão sobre as fontes utilizadas, como também uma poupança a nível energético e financeiro. Menores volumes implicam menos energia envolvida no processo de extração, levando à poupança de biomassa, sendo esta a principal fonte energética usada no polo, e quebras nas tarifas de uso de recursos hídricos a pagar mensalmente ao Estado.

Para que esta gestão seja possível é necessário um conhecimento profundo sobre a situação presente no polo, no entanto, o que atualmente se verifica é um profundo desconhecimento em diversas áreas essenciais a um sistema sustentável. Na espinha de peixe abaixo (Figura 1.2.4) estão explícitos os problemas encontrados e que levam a uma gestão inadequada dos recursos hídricos.

Um dos maiores problemas é o déficit de conhecimento relativo à rede de distribuição instalada ao longo do polo, fazendo com que grande parte dos consumos, nomeadamente na Unidade de Lamas, não esteja especificada, impossibilitando uma estipulação de medidas de controlo. Problemas de contagem, quer por avarias de contadores não detetadas atempadamente, quer por erros humanos, leva também a uma ignorância no que toca aos volumes de água efetivamente captados, utilizados e desperdiçados ao longo do processo. A ausência de bombas de nível impede também um controlo dos níveis dos lençóis, pondo em risco uma sobre-exploração dos mesmos.

Em adição a isto, a gestão é atualmente feita de forma empírica, em que a experiência dos operadores define a seleção de captações a explorar, não havendo qualquer consideração pelo estado atual dos recursos ou pelos limites definidos por parte da entidade reguladora, algo que é extremamente arriscado para a sustentabilidade dos lençóis.

Considerando a fraca viabilidade oferecida pelo sistema de gestão hídrica atual e as necessidades cada vez mais acentuadas de água, torna-se, portanto, imprescindível a implantação de um sistema que se baseie na sustentabilidade dos recursos e formas de recirculação de água, de forma a aliviar a pressão exercida sobre as fontes exploradas. É por isso fundamental a obtenção de um panorama real da situação em ambas as Unidades, já que não é possível proceder-se à gestão do que se desconhece.

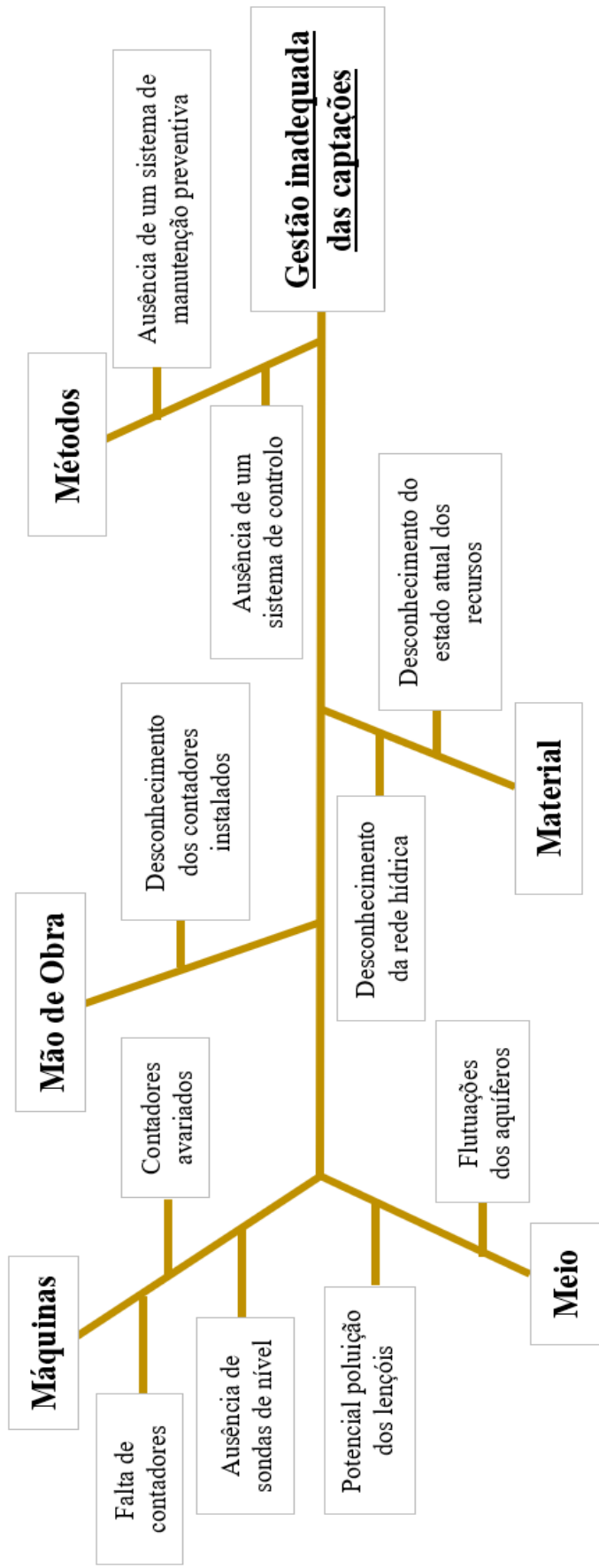


FIGURA 1.4 - ESPINHA DE PEIXE SOBRE AS CAUSAS DA GESTÃO INADEQUADA EM VIGOR

2. Introdução

2.1 Legislação, normas e boas práticas

Tal como foi referido no Capítulo 1, os responsáveis mundiais estão cada vez mais determinados a proteger os países das consequências ambientais, financeiras e sociais que a exploração caótica de recursos naturais implica. Contudo, não só é necessária uma preocupação acentuada com o uso efetivo da água, mas também as formas de eliminação de águas residuais e industriais, já que a diminuição da qualidade da água potável disponível é um dos fatores que tem levado ao declínio acentuado da água disponível para consumo.

A preocupação ambiental está explícita desde o Tratado da União Europeia nos Artigos 130º -R e 130º-S [11], em que estão expressos os objetivos da política comunitária na área ambiental, sendo estes a “preservação, proteção e a melhoria da qualidade do ambiente; a proteção da saúde das pessoas; a utilização prudente e racional dos recursos naturais; a promoção, no plano internacional, de medidas destinadas a enfrentar os problemas regionais ou mundiais do ambiente” [11].

De forma a proteger a qualidade da água destinada ao consumo humano, foi elaborada a Diretiva de 98/83/CE [12] exatamente com o propósito de estabelecer os requisitos mínimos da água potável a nível europeu. A uniformização dos valores paramétricos a serem respeitados permitiu a elaboração da Diretiva *Quadro da Água* (DQA) em 2000 [13] e que permanece atualmente como a fundação da política de recursos hídricos europeia.

A água foi então definida como um “património que deve ser protegido” [13], havendo a consciencialização de que a elaboração de legislação comunitária que promova a gestão sustentável deste recurso é essencial para a preservação ecológica de toda a zona euro.

Devido às características específicas de cada país, esta Diretiva foi elaborada de forma a definir matrizes de proteção dos ecossistemas aquáticos e outros que deles diretamente dependam, um consumo sustentável que permita a sua sustentabilidade a longo prazo, a preservação da qualidade da água através da minimização de poluentes aquíferos.

A preservação das águas subterrâneas subsiste no equilíbrio entre a exploração de captações e as recargas naturais das mesmas, sendo essencial ritmos de utilização que respeitem esse equilíbrio e a toma de medidas que impeçam a poluição destas águas, estando estas dependentes das características da região e das fontes poluentes em que nela se encontram identificadas.

De forma a promover boas práticas de consumo de água, é proposto o princípio do poluidor-pagador, tendo sido culminado na Diretiva relativa à responsabilidade ambiental de 2004 [14], de forma a que os preços de água praticados sejam amortizados consoante a eficiência de consumo, tanto para o utilizador particular como a nível industrial e agrícola.

No que toca a efluentes, o Conselho Europeu elaborou em 1991 uma Diretiva do Conselho [15] baseada nas discussões e conclusões provenientes do Seminário ministerial sobre a política comunitária da água (Frankfurt, 1988). Esta Diretiva estabelece os limites químicos e biológicos de descarga consoante a fonte do efluente e a zona em que a mesma é efetuada, tendo recebido posterior clarificação e retificação através da Diretiva 98/15/CE [16]. Apesar de ser incentivado que cada país explore soluções específicas à sua situação, foi admitida uma uniformização nos requisitos de descarga já que o “tratamento insuficiente das águas residuais num Estado-membro afeta frequentemente as águas de outro Estado-membro e se torna necessário atuar ao nível comunitário” [15].

A atividade industrial graças à sua natureza leva à formação de efluentes cujas características obrigam a tratamentos específicos para águas industriais antes que estas sejam encaminhadas para coletores municipais e estações de tratamento de águas residuais urbanas, sendo necessário que os resultados após os tratamentos estejam de acordo com as regulamentações explícitas no Artigo 18º da presente Diretiva.

As indústrias que sejam responsáveis pelo tratamento dos seus efluentes, ou que recebam efluentes de outras fábricas, além de estarem sujeitas a monitorizações periódicas por parte da entidade competente do que toca aos efluentes tratados e a lamas resultantes desses tratamentos estão igualmente sujeitas a regulação.

De forma a minimizar o impacto ambiental, é incentivada a reutilização das mesmas e a sua progressiva minimização, sendo obrigatória a prova de que as lamas não reutilizadas e encaminhadas para reguladores de efluentes obedecem aos limites das quantidades totais de “materiais tóxicos, persistentes ou bioacumuláveis” [15]

Cada Estado-membro está obrigado, sob esta Diretiva, a enviar bienalmente estatísticas nacionais sobre os métodos de tratamento e controlo, as zonas sensíveis identificadas (locais que já se apresentam como eutróficos ou cuja vulnerabilidade seja acentuada, em que os níveis de nitratos ameacem ultrapassar os limites máximos permitidos ou cujas características químicas obriguem a tratamentos adicionais) e os cuidados acrescidos a elas associados, o respeito pelos valores delineados e as causas para discrepâncias encontradas.

Estes planos nacionais seguem os pontos explícitos na Decisão de Execução da Comissão em 2014 [17] que seguem os objetivos pretendidos na Diretiva 2000/60/CE e que em Portugal estão expressos no PNUEA.

A nível europeu, o *Programa Geral de Ação da União para 2020 em matéria de ambiente* [18] tem como principais metas a proteção e reforço da resiliência ecológica, através da preservação da biodiversidade (*Estratégia de Biodiversidade para 2020* [19]) e da qualidade das águas europeias (*Plano Destinado a Preservar os Recursos Hídricos da Europa* [20]), o aumento da eficiência no uso de recursos,

com ênfase na melhoria do ciclo de vida de produtos, e a redução das ameaças à saúde pública, já que “os fatores ambientais podem ser responsáveis por até 20% de todas as mortes na Europa” [18].

A minimização dos riscos para a saúde pública está dependente da diminuição dos níveis de poluição hídrica, atmosférica e terrestre, estando em vigor várias diretivas com esse mesmo propósito. A fundação para as medidas e tecnologias impulsionadas são os “princípios da precaução e da ação preventiva, da correção, prioritariamente nas fontes, dos danos causados ao ambiente, e do poluidor-pagador” [11], tendo sido oficializadas diretivas para o combate à poluição atmosférica proveniente da indústria [21], formas de prevenção e controlo integrado da poluição [22], limites de emissões atmosféricas por combustão [23], efluentes [24] e os requisitos ambientais para a aprovação de projetos públicos e privados [25], sendo esta uniformização de requisitos uma forma de combater as “disparidades entre as legislações em vigor nos diferentes Estados-membros em matéria de avaliação dos efeitos no ambiente (...) podem criar condições de concorrência desiguais” [25], afetando o mercado comunitário.

O *Plano Destinado a Preservar os Recursos Hídricos da Europa*, coloquialmente denominado por *Blueprint* [26] define a matriz para a preservação de recursos hídricos tendo como base a Diretiva do Quadro da Água, especificando várias ações práticas para responder aos artigos definidos na DQA.

Tal como foi referido no Capítulo 1, a Agência Portuguesa do Ambiente desenvolveu a partir da *Blueprint* e da DQA um plano adaptado às especificidades nacionais, com especial atenção às bacias hidrográficas a Sul devido às condições de pluviosidade da região, tendo sido denominado por *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água* (PNUEA). Os parâmetros acompanhados estão em linhas com os pontos a serem comunicados bienalmente à Comissão Europeia do Ambiente e seguem as diversas Diretivas já referidas, estando as medidas relativas à indústria, explicitadas na Tabela 2.1.

TABELA 2.1 - MEDIDAS DEFINIDAS NO PNUEA PARA O SETOR INDUSTRIAL [8]

Medida 73	Adequação de procedimentos da utilização da água na unidade industrial
Medida 74	Otimização da utilização da água na unidade industrial
Medida 75	Redução de perdas de água na unidade industrial
Medida 76	Utilização de águas residuais do processo de fabrico
Medida 77	Substituição ou adaptação do processo de fabrico
Medida 78	Recirculação de água no processo de fabrico
Medida 79	Recirculação de água no sistema de arrefecimento industrial
Medida 80	Utilização de água de outros processos no sistema de arrefecimento industrial
Medida 81	Utilização para outros fins de água de arrefecimento industrial
Medida 82	Utilização de água de outros processos no sistema de aquecimento industrial
Medida 83	Utilização de água de condensado para outros fins
Medida 84	Adequação de procedimentos na gestão de resíduos
Medida 85	Utilização de equipamento para limpeza a seco das instalações
Medida 86	Utilização de dispositivos portáteis de água sob pressão
Medida 87	Reutilização ou uso de água de qualidade inferior

A reutilização de água é vista como a melhor aposta para atingir os objetivos a nível de minimização da poluição ambiental e preservação de recursos. Em Portugal, apesar do PNUMA realçar a importância da reutilização de água e vapor a nível industrial, o Decreto-Lei nº 226-A/2007 [27] que rege a utilização dos recursos hídricos em todos os setores socioeconómicos não especifica requisitos de qualidade, quantidade ou de tecnologia. A única menção à reutilização está no Artigo 57º do presente Decreto, frisando que “as águas residuais tratadas devem ser reutilizadas, sempre que tal seja possível ou adequado” [27] a nível técnico e económico.

Atualmente, apenas sistemas de reutilização de águas residuais cinzentas e pluviais (ETA 0905 [28] e ETA 0701 [29]), nomeadamente para a rega paisagística (NP 4434:2005) se encontra legislado, ficando aquém das linhas europeias que promovem a reutilização e que já expressam os requisitos de qualidades mínimos para o reuso de água nos vários setores de desenvolvimento [30].

Em 2016 foi elaborada uma matriz com a intenção de promover métodos de reutilização de água desde a projeção dos projetos desenvolvidos, tendo em conta os pontos expressos na DQA (*Guidelines on Integrating Water Reuse into Water Planning and Management in the context of the WFD* [31]). A indústria é um dos pontos fulcrais desta matriz, já que métodos eficientes para o tratamento e reutilização de efluentes permite a quebra significativa de água potável na maioria dos setores industriais e minimiza as descargas, já que os efluentes seriam reciclados e reintegrados no processo.

Linhas adicionais para esta reutilização estão expressas no relatório europeu de 2014 [32], onde a importância destas medidas para a preservação de recursos é frisada e os principais obstáculos à implementação plena a nível europeu das mesmas. O relatório final de 2016 que sustenta a avaliação do impacto da reutilização de água nos Estados-membros [33] identificou a falta de legislação comunitária que uniformize as estratégias relativas ao reuso de recursos como um dos principais motivos para os resultados aquém dos esperados (1 bilhão de metros cúbicos de águas residuais reutilizadas invés dos 6 bilhões estimados [34]).

Em 2015 foi emitida a Norma ISO 14001:2015 em substituição da ISO 14001:2004, sendo que o período de transição termina este ano (2018), deixando por isso de ser válida a certificação de 2004. Esta certificação internacional é delineada pela Organização Internacional para a Padronização (ISO) e consiste numa série de requisitos que comprovam a preocupação e adaptação da empresa no sentido de inculcar o menor impacto possível no ambiente, sendo, sucintamente, um Sistema de Gestão Ambiental (ESM).

O principal objetivo desta ISO é “proporcionar às Organizações um enquadramento para proteger o ambiente e responder às alterações das condições ambientais, em equilíbrio com as necessidades socioeconómicas” [35]. A nível europeu existe também a certificação ambiental *European Union Eco-Management and Audit Scheme* (EMAS) cujos critérios são mais específicos às exigências europeias e, consequentemente, mais rigorosos e difíceis de atingir [36]. A escolha de qual certificação é mais benéfica

para a empresa recai sobretudo sobre o mercado explorado, já que fora da Comunidade Europeia o EMAS pode não ser aceite enquanto que a ISO 14001 é universal.

A preocupação do estado dos recursos hídricos estende-se a nível global, sendo a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio de Janeiro, 1992) um dos encontros mais emblemáticos da importância que a sustentabilidade ambiental representa para os países representados no Conselho das Nações Unidas. Da Eco-92 resultou a Agenda 21, um documento consistindo em “práticas e técnicas de desenvolvimento sustentável para nações, estados e cidades” [37], englobando desde a preservação da água à reciclagem e o turismo ecológico. Ao longo dos anos esta agenda serviu como base de ação para agências ambientais internacionais e impulsionou a realização de reuniões posteriores de forma a acompanhar os resultados provenientes da aplicação destas medidas.

Tendo em conta a importância crescente da proteção ambiental e o aumento da consciencialização nomeadamente por parte das populações, levou a que a ONU decretasse a década 2018-2028 como a Década Internacional para Ação, Água e Desenvolvimento Sustentável [38], estando a Agenda para 2030 focada em medidas de preservação ambiental [39], sendo o objetivo 6 focado na gestão sustentável da água, desde a minimização de água em atividades socioeconómicas a metodologias de reutilização de efluentes [40].

Pressão para o cumprimento do Acordo de Paris e para o seguimento das medidas expressas na Agenda 2030 é cada vez maior [41], numa tentativa de impulsionar formas de apoio técnico e financeiro aos países que implementem as medidas acordadas.

Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) estabeleceu em 1948 a base para a *Clean Water Act* (CWA), tendo sido aprimorada em 1972 e cujo principal objetivo é a manutenção da qualidade das águas do país, inclusive estipulando os parâmetros e valores a serem respeitados [42].

Dos limites de descarga presentes no CWA foi criado o *National Pollutant Discharge Elimination System* (NPPDES), um sistema de avaliação ambiental que após a análise aos efluentes a serem descarregados (os tratamentos envolvidos e se apresentam valores dentro dos limites estipulados) permite que haja essa mesma descarga, sendo criminalmente punida qualquer descarga industrial, agrícola ou urbana por parte de entidades que não possuam essa licença [43].

Apesar dos parâmetros considerados essenciais serem transversais a todos os estados, alguns estados apresentam requisitos mais ou menos flexíveis no que toca às exigências de reutilização da água, sendo que apenas 30 possuem legislação específica neste âmbito [44]. Contudo, a recirculação de água é uma prática comum nos Estados Unidos, inclusive a nível estatal como é o caso da Califórnia, cuja baixa pluviosidade impulsionou a políticas de tratamento e reutilização de águas residuais [45]. De forma a fomentar o uso de água reutilizada, estão disponíveis diversos programas federais, sendo o mais emblemático o *Clean Water State Revolving Fund* (CWSRF) [46], que tal como o Fundo de Coesão

existente na Europa [47] financia projetos que promovam a sustentabilidade das empresas, sendo processos de tratamento e reutilização de água os mais usuais.

Independentemente do Estado americano em estudo, os regulamentos aplicáveis dependem sobretudo do fim dado às águas tratadas, sendo a água destinada à irrigação urbana e à agricultura a que mais Estados estipulam limites e tratamentos obrigatórios [48]. Apenas nove Estados não possuem regulamentação ou matrizes específicas para qualquer tipo de uso, sendo as recomendações dadas consoante a especificidade do caso [44].

No geral, as linhas orientadoras para a sustentabilidade de recursos hídricos e a sua reutilização vão de encontro com as europeias, havendo assim uma maior probabilidade de acordos internacionais ao nível da sustentabilidade e preservação da água como é o caso da Agenda para 2030 da ONU.

O mesmo acontece no caso da China em que no período de 2002 a 2005, devido ao agravamento da deterioração e disponibilidade da água provocados pelo aumento populacional vertiginoso, principalmente em centros urbanos, obrigou a uma célere sistematização de poupança e reutilização de recursos hídricos. Apesar da implementação de métodos de recuperação de águas residuais e da sua essencialidade para a continuidade do acesso a água potável por parte das populações, a opinião pública continua a oferecer resistência à água reutilizada, sendo fundamentais ações de esclarecimento e sensibilização junto da população [49].

Ao contrário do que acontece na Europa, China e Estados Unidos, o Brasil além de carecer de regulamentação a nível de qualidade da água reutilizada [50], apresenta uma baixa adesão a métodos de recuperação de água, inclusive a nível industrial [51]. A Agência Nacional de Águas (ANA) Brasileira encontra-se a desenvolver matrizes que vão de encontro às exigências já definidas noutros países para que futuramente sejam estipuladas normas oficiais que promovam uma maior salvaguarda dos recursos hídricos [52].

A responsabilidade ambiental é cada vez mais um fator de preocupação por parte dos clientes da Amorim, havendo um interesse crescente acerca do uso responsável de recursos e métodos de reutilização dos mesmos, não estando satisfeitos com apenas as medidas cobertas pelas certificações e legislações ambientais asseguradas pela empresa. A expectativa de que uma empresa líder a nível mundial, como é o caso da Amorim & Irmãos, S.A., aposte enfaticamente na proteção ambiental e na otimização dos seus processos é partilhada por todos os seus clientes significativos, indiciando ainda mais a importância que um caminho mais sustentável representa para o crescimento e bom nome da empresa.

Legislação

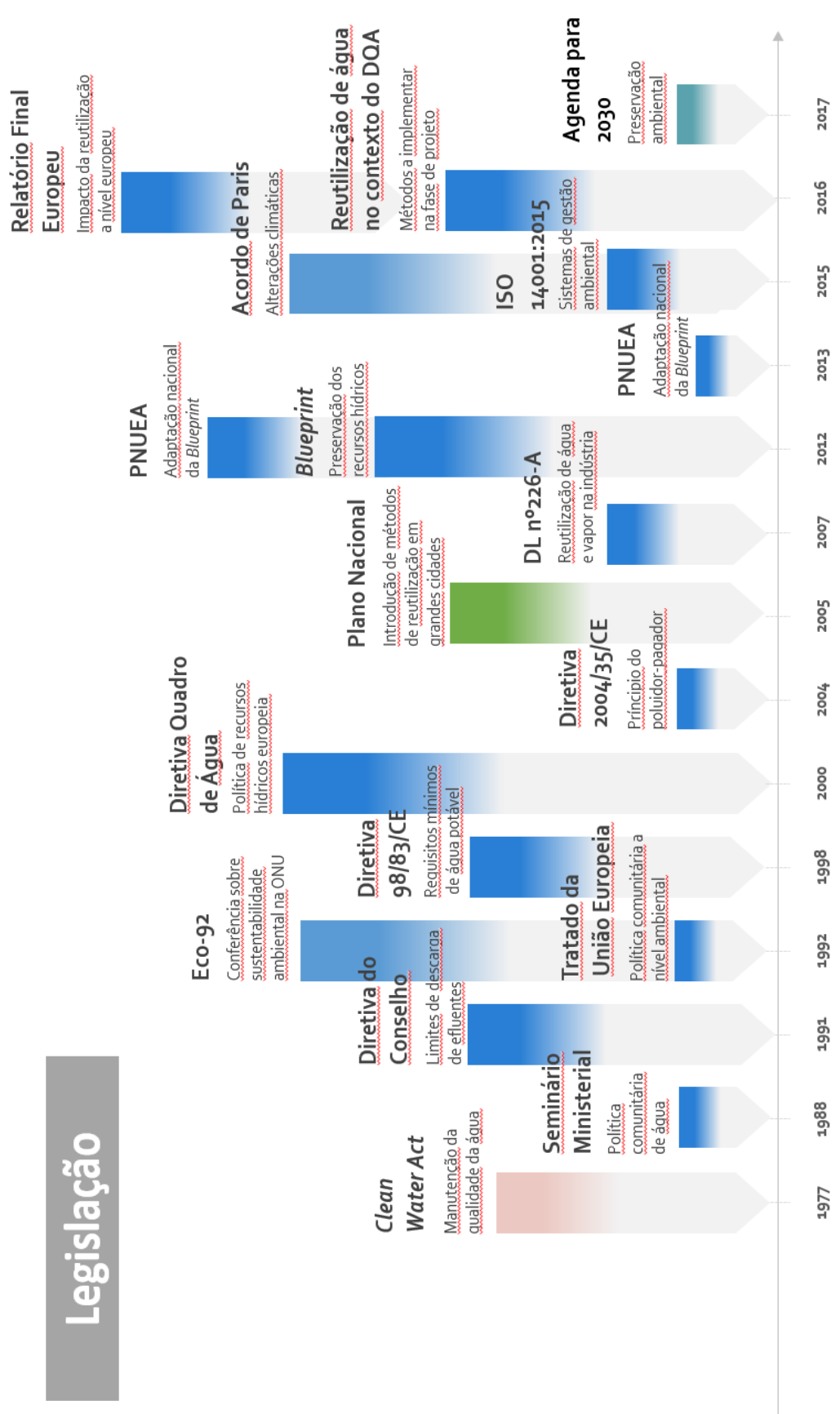


FIGURA 2.1 - RESUMO CRONOLÓGICO DA LEGISLAÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL REFERENTES A RECURSOS HÍDRICOS

2.2 Economia Circular e Tecnologias de Recuperação

A otimização do uso de recursos, a minimização de resíduos produzidos ao longo do processo produtivo e a valorização dos produtos estão na gênese da Economia Circular, cujo equilíbrio entre o sistema produtivo e o consumo permite uma utilização mais sustentável dos recursos. Os seus principais princípios são a projeção de métodos que reduzam ou eliminem por completo a poluição e os resíduos, a conservação dos recursos o mais longa possível e a regeneração de sistemas biológicos, preservando a sustentabilidade ambiental [53].

Estes fatores traduzem-se no fecho dos ciclos materiais e energéticos, o que na idealidade levaria à total eliminação do desperdício [54]. Sendo este um conceito que impulsiona a preservação de recursos e vai de encontro às ambições europeias já descritas anteriormente, a Comissão Europeia criou um plano de ação exatamente no sentido de “assegurar o quadro normativo adequado para o desenvolvimento da economia circular no mercado único” [55].

No âmbito do pacote para a economia circular na Europa, foram então estipulados cinco pilares a nível hídrico: a integração de métodos de recuperação de efluentes desde o início de novos projetos industriais e a implementação em outros já em funcionamento, tornando-a algo importante na gestão empresarial, os requisitos mínimos necessários para a reutilização de água para recargas de aquíferos e irrigação, a reutilização como uma das formas para melhorar a gestão de água, tanto a nível municipal como nacional, o apoio à investigação de métodos e equipamentos que facilitem essa reutilização e o encorajamento a nível financeiro para empresas que priorizem a minimização e reutilização de água e para ajudar a implementação de medidas nesse sentido por parte dos estados membros [5].

A luta por uma economia cada vez mais circular é o cerne do Conselho Ambiental Europeu, havendo uma tentativa de sensibilização não só da população e empresários, mas também de líderes políticos cujos incentivos nesse sentido são fundamentais para a minimização drástica que se pretende a nível de resíduos, matérias-primas, recursos hídricos e energéticos. Com este intuito e em concordância com o Projeto 2020, há um foco em especial no âmbito industrial e agrícola devido às necessidades que estes acarretam.

Não só o tratamento e reutilização de efluentes é geralmente uma opção mais barata do que o recurso a fontes alternativas, como é o caso da dessalinização de água do mar [56], permite também uma poupança global da água utilizada, diminuindo os custos associados a esse mesmo uso, menores volumes de efluentes levando a poupanças no tratamento dos mesmos para coletores, e existe um ganho potencial através da venda de recursos em excesso a outras fábricas numa relação simbiótica [57].

Considerando a importância que a água representa na maioria das indústrias instaladas a nível global, a Comissão expressou o quão essencial é haver técnicas de recuperação deste recurso, apesar da

admissão em como a falta de legislação comunitária em relação às exigências de qualidade das águas tratadas dificulta a implementação dessas mesmas técnicas. Em adição a isto, a presença de produtos químicos nos recursos a tratar foi identificada como um *handicap* já que grande parte dos exemplos analisados pela comitiva que estudou o impacto de produtos químicos na economia circular, envolvia químicos que, apesar de inofensivos para o ambiente, podem dificultar, ou mesmo impedir, o processo de reciclagem, quer seja por motivos técnicos, quer seja por motivos financeiros [58].

Para além disto, existe também outros possíveis problemas associados à implementação do conceito da Economia Circular, nomeadamente em termos energéticos [59] que continuam a ser explorados dentro e fora da Comunidade Europeia, não deixando, no entanto, de ser uma meta ambiciosa e positiva em termos de sustentabilidade.

Apesar deste caminho obrigar a investimentos significativos a nível de tratamento e a possíveis mudanças a nível processual de forma a adaptar os equipamentos a reutilizações diretas ou após tratamentos [60], há um interesse cada vez maior por parte de responsáveis industriais já que alterações neste sentido permitem poupanças financeiras a médio e longo prazo, havendo atualmente opções de financiamento nacional [61] e incentivos europeus aliviando os custos de investimento envolvidos.

É de frisar que a sustentabilidade financeira é igualmente importante para que as empresas apostem neste tipo de tecnologias. No caso da água, as tarifas aplicadas à sua captação e descarga em conjunto com o princípio do poluidor-pagador, ajudem a suportar o investimento e custos de funcionamento e manutenção associados à reutilização deste recurso [62].

Em relação à recuperação de vapor esta consiste na condensação do efluente gasoso ou apenas na diminuição da sua temperatura caso a reentrada no processo exija estado líquido ou gasoso, respetivamente. De forma a divulgar e incentivar o uso destas tecnologias, a Comissão Europeia aglomerou as técnicas que melhores resultados apresentam a nível técnico e que melhor se enquadram com a legislação em vigor [63], sendo por isso uma base sólida para uma seleção segura e eficaz.

Consoante as necessidades específicas do processo (intervalos de temperaturas a serem conseguidos, quantidade de vapor a ser processado, energia a ser consumida, meio de refrigeração, espaço físico disponível...), estão disponíveis diversos métodos de recuperação (Figura 2.2).

O tipo de sistema selecionado deve ter igualmente em conta as especificidades do vapor a ser tratado, já que a presença de certos compostos químicos pode ter efeitos indesejados a nível da corrosão, a formação de depósitos e a aglomeração de compostos orgânicos nas tubagens. Caso as características do efluente gasoso se encontrarem aquém das especificidades requeridas pelo processo, tratamentos ao mesmo, como por exemplo o uso de filtros de carvão ativado, são imprescindíveis antes da entrada no sistema de recuperação de vapor, já que após a sua passagem pelo sistema a sua entrada é direta para o processo.

Considerando os pontos de preocupação levantados em termos de legislação ambiental europeia, o documento referente à recuperação de efluentes gasosos acima referido está igualmente organizado para demonstrar quais as melhores opções para cada um dos mesmos, estando os tópicos abrangidos expressos na Tabela 2.2.

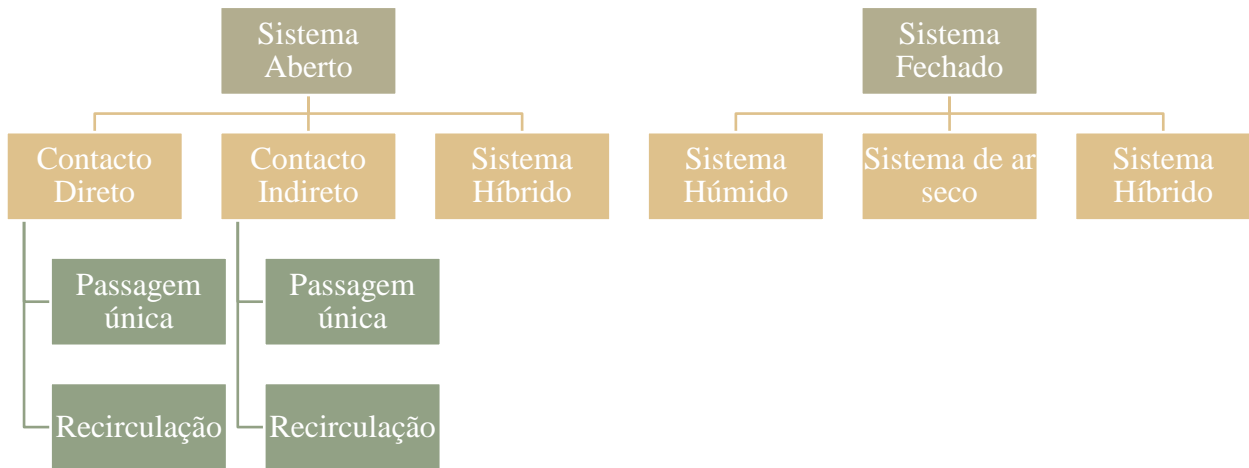


FIGURA 2.2 - TIPOS DE SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE VAPOR UTILIZADOS NA INDÚSTRIA

- **Consumo energético** – Consumo energético diretamente e indiretamente associados aos permutadores de calor. A priorização de configurações que permitem a redução dos gastos energéticos indiretos, uma manutenção atenta que permita manter no mínimo a resistência às trocas de calor do sistema e a escolha o mais eficiente possível de bombas e ventiladores, de forma a diminuir quedas de pressão e, conseqüentemente, reduzir os gastos energéticos associados;
- **Água requerida** – Minimização da água necessária ao arrefecimento assim como o controlo do impacto que as descargas de água quente impõem no meio hídrico;
- **Aglomerção de componentes químicos** – Aglomerção de compostos provenientes da composição dos meios tratados, da corrosão do equipamento de reutilização, compostos presentes na água de arrefecimento, entre outros, que condicionam a eficiência do processo;
- **Contaminação atmosférica** – Ar proveniente de permutadores que o utilizem como meio de arrefecimento podem possuir contaminantes potencialmente nocivos para a qualidade do ar;
- **Ruído** – Nível de ruído medido durante o funcionamento do equipamento, sendo esta variável consoante as especificações dos equipamentos, com especial destaque para as bombas e ventiladores;

- **Riscos** – Avaliação dos riscos associados ao funcionamento das torres de arrefecimento, desde o risco de fuga dos meios a serem tratados, à contaminação microbiana do meio atmosférico quando o ar é o meio de arrefecimento selecionado.

Assim, consoante as necessidades e prioridades da empresa, é possível uma seleção mais facilitada de uma tecnologia que à partida assegura bons resultados e que vai de encontro com os requisitos legais em vigor. De forma análoga, existe um documento relativo à reutilização de efluentes aquosos [64] igualmente direcionado para o cumprimento das exigências europeias. No caso deste tipo de efluentes, o foco recai sobre o tipo de elementos a eliminar invés de uma preocupação a nível energético, por exemplo, já que a eliminação indevida de águas não propriamente tratadas pode ter consequências desastrosas a nível ambiental.

Os principais parâmetros a serem corrigidos estão expressos na Tabela 2.2, e as tecnologias a serem implementadas e o custo de tratamento associado dependem dos valores presentes em análises aos efluentes destes mesmos compostos.

TABELA 2.2- PARÂMETROS A SEREM CORRIGIDOS EM EFLUENTES AQUOSOS

Parâmetros ambientais
Carga Química de Oxigénio
Compostos Orgânicos Totais
Carga Bioquímica de Oxigénio
Quantidade de sólidos em suspensão
Metais
Compostos de Nitrogénio
Total de Fósforo
Fenóis
Cloro
Sulfato
Toxicidade

2.3 Exemplos de boas práticas na preservação de recursos hídricos

A escassez hídrica a nível global tem, como já foi referido, levado a um aumento da legislação em vigor, maiores dificuldades na obtenção de licenças de exploração de captações, aumentos nas tarifas de

captação e limitações ao crescimento industrial, o que tem levado a que empresas optem pelo investimento na área da sustentabilidade.

Uma das empresas empenhada em reduzir o impacto ambiental dos seus processos é a DIAGEO, cujo uma das ambição para 2020 é conseguir um aumento de 50% de eficiência no uso de água através de um trabalho direto com os seus fornecedores de cevada, no intuito de reduzir as quantidades de água usada nas plantações, e investimentos em equipamentos e tecnologias nas suas fábricas que permitem reduções extremamente significativas deste recurso [65]. Com estas ações, a DIAGEO conseguiu que dois dos seus produtos mais vendidos, a cerveja *Guinness* e o rum *Captain Morgan*, implicassem anualmente menos 87 milhões de litros [66] e 1.7 milhões [67], respetivamente.

No caso da P&G, foi possível atingir-se uma diminuição de 60 mil metros cúbicos, em que 40 mil se deveu à minimização da água requerida para os processos e 20 mil à reutilização. Segundo os resultados apresentados pela empresa, o plano de sustentabilidade hídrica iniciou-se pela elaboração detalhada da rede hídrica da fábrica em Taicang, onde este projeto piloto ocorreu, de forma a determinar todos os pontos de consumo da Unidade Industrial. De seguida, para efeitos de minimização de consumo, todo o processo principal foi refeito de forma a facilitar a limpeza dos equipamentos e a substituição de água por vapor nessa mesma limpeza.

Em termos de reutilização, foram estudadas as características das águas processuais e instaladas tecnologias de tratamento e recirculação de água, sendo que foi possível utilizar 60% para torres de refrigeração e 12% para o próprio processo. Estas medidas permitiram uma maior independência das fontes municipais, redução de custos para a purificação e aquecimento de água, e menores gastos no tratamento de efluentes [68].

Por sua vez a Nestlé tem tido a diminuição de água consumida como grande objetivo da empresa desde 2010, com planos de ação em mais de 80 fábricas e uma redução global de 16%, uma poupança de 3.7 milhões m³ anualmente. No entanto foi em 2014 que foi desenvolvida a tecnologia que permite a reutilização da água obtida através da evaporação de leite, cuja composição é normalmente 88% água [69]. Este método de recuperação de água permite uma poupança de 1.6 milhões de litros de água diariamente, o que em conjunto com medidas adicionais planeadas pela empresa, permitiriam que a Unidade Industrial em estudo fosse totalmente independente de fontes de água, podendo sustentar todo o processo produtivo através de métodos de reutilização. Espera-se que este projeto, após a sua conclusão no final deste ano (2018), totalize uma poupança de 286 milhões de litros anuais [70].

No entanto, um dos projetos mais ambiciosos e representativos da simbiose industrial, em que várias Unidades Industriais garantem entre si os recursos necessários ao funcionamento de cada uma delas, é o polo industrial de Kalundborg na Dinamarca, instalado desde 1972. Um conjunto de nove Unidades estão interligadas entre si em termos de água, energia e resíduos, em que cada uma utiliza os recursos

necessários e reencaminha o excesso e os efluentes resultantes de volta à rede do polo. Todos os resíduos e recursos que não sejam necessários à produção das Unidades instaladas, são reencaminhados para as comunidades vizinhas para serem utilizadas, como é o caso das lamas que são utilizadas na agricultura local como fertilizantes [71].

Milhões de metros cúbicos de água são extraídos anualmente do lago Tisso, junto ao polo, invés de serem explorados os lençóis freáticos presentes no local. Esta água é dirigida ao centro de utilidades do polo e posteriormente distribuído pelas várias UI, sendo utilizada como água de refrigeração por três delas, e como elemento de extração de enxofre de efluentes gasosos noutra. Esta água é tratada numa das unidades devido à necessidade de água desmineralizada em alguns dos processos no polo, sendo no final reencaminhada para a produção de vapor [71].

Todo o vapor produzido é igualmente distribuído, sendo que a maioria dele é excedente da fábrica Asnæsværke, produtora de eletricidade, sendo usado para diversas aplicações ao longo do polo como em refinaria, limpeza, processos de esterilização e de destilação. Em adição à água e vapor, há também a recirculação de leveduras, provenientes da produção de insulina, gipsita, resultante da produção de revestimentos, lamas, após o tratamento de águas residuais, entre outros materiais e recursos, culminando numa economia mais sustentável [71].

3. Metodologia

Todo o processo que levou à elaboração desta dissertação encontra-se sistematizado no esquema seguinte (Figura 3.1). Apesar dos diferentes âmbitos explorados, todos assentaram na recolha de informação de forma a ser possível delinear o estado atual da empresa e encontrar as áreas com potencial de intervenção.

A primeira parte deste trabalho recaiu sobre a gestão das captações exploradas, tendo sido por isso reunida informação referente ao estado das captações através de visitas ao local. De forma a identificar o porquê da paragem de produção sentida em 2017 e se esses motivos representam um risco futuro para a empresa ou se foi apenas uma situação pontual. Para isso foram analisados os registos de intervenção efetuadas a cada uma das captações, o motivo dessas intervenções e a análise da sua periodicidade. Também foi feita a análise das licenças em vigor e o cruzamento de dados com os valores extraídos em todos os anos disponíveis em arquivo, de forma a serem sinalizados momentos de sobre-exploração caso estes existissem.

A partir da informação recolhida, foi contratado um Engenheiro Hidráulico externo à empresa e realizadas várias reuniões de brainstorming de forma a colmatar os problemas encontrados e delineados planos de ações a serem implementados.

Para se compreenderem as necessidades hídricas das Unidades Industriais em estudo foram realizados balanços de massa à água, utilizando os valores registados e cruzando-os com os valores teóricos previstos nas fichas de processo, de forma a haver a identificação dos principais pontos de consumo, a percentagem de perdas a nível da rede de distribuição e problemas a nível de contagem. Foram posteriormente elaborados planos de ação para a correção dos problemas detetados, tanto ao nível de equipamento como no caso dos contadores, como para a identificação de toda a rede hídrica, com várias intervenções já a decorrer ou previstas para ainda este ano.

Através de uma análise detalhada à legislação nacional e internacional, incluindo certificações que permitem a valorização do produto e da empresa, essenciais considerando o mercado em que a Amorim & Irmãos, S.A. está envolvida, foram delineados passos que permitam a manutenção das certificações existentes e a possibilidade de adquirir outras que se encontram atualmente em estado de desenvolvimento, respondendo assim às preocupações ambientais cada vez mais comuns por parte dos clientes.

A minimização de recursos recaiu sobretudo sobre um estudo de Mix de Vendas, já que após a análise aos processos se concluiu a necessidade de um estudo a médio-longo prazo do efeito que mudanças significativas a nível da água requerida pelas fichas técnicas provocariam no produto.

Por fim, foram analisadas diversas tecnologias de reutilização de água, em especial aquelas recomendadas pela União Europeia por se encaixarem com as medidas delineadas no Plano 2020, e quais as que melhor se incluíam nas especificidades dos processos que decorrem nas Unidades e quais as previsões de *payback* para os investimentos propostos.

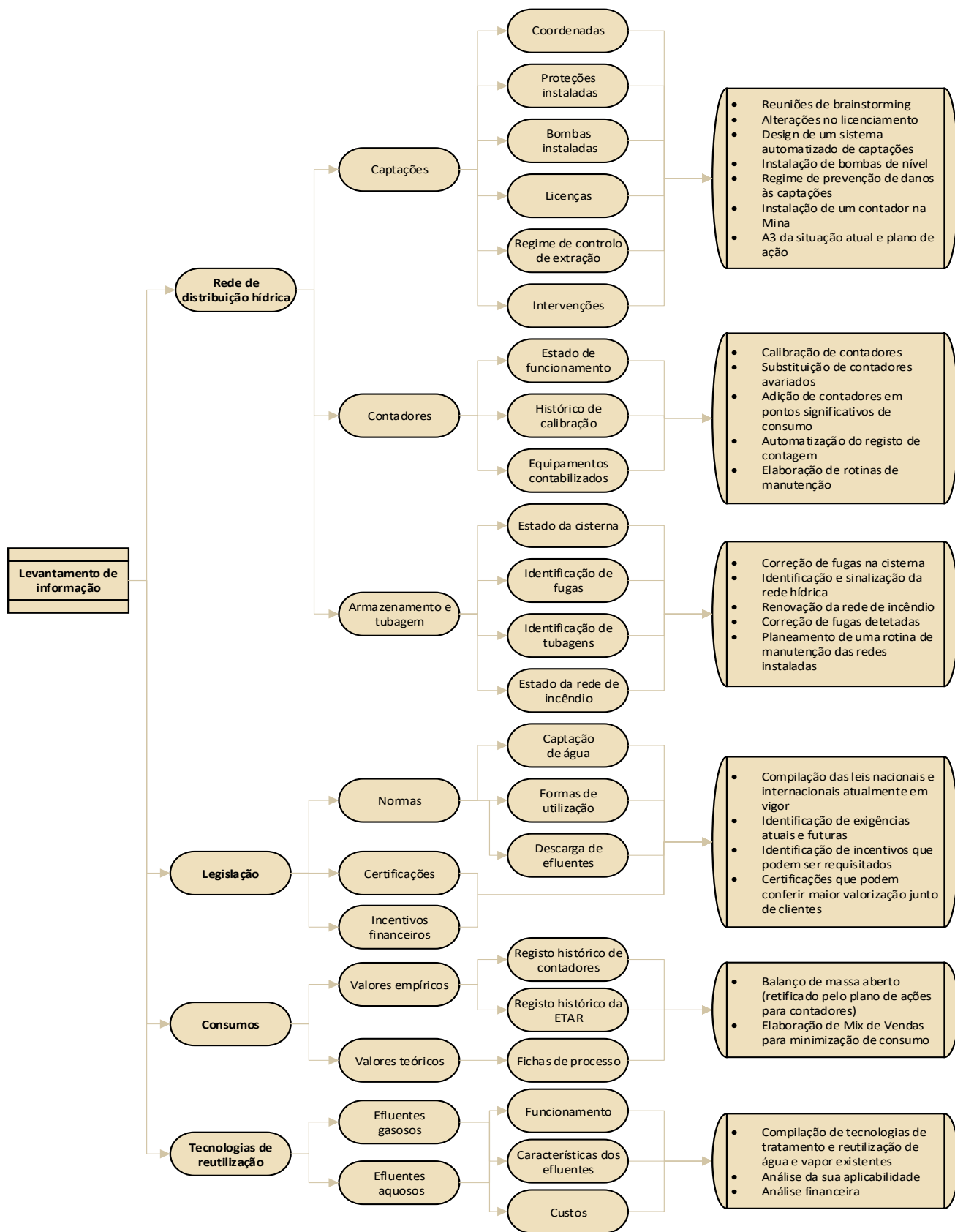


FIGURA 3.1 - SISTEMATIZAÇÃO DA METODOLOGIA UTILIZADA AO LONGO DA DISSERTAÇÃO

4. Tratamento e Discussão de Resultados

4.1. Regime de exploração

A água é um elemento essencial ao processo fabril de ambas as UI sendo por isso fundamental a sua perseveração através de uma exploração sustentável. Para isso, é essencial compreender a lógica de exploração ao longo do ano, tendo sido feita uma análise aos registos de contagem da empresa a partir do ano de 2012.

De forma a ser possível uma visão geral dos volumes captados e como para o propósito não são necessários valores discriminados anualmente, foi realizada uma média dos valores registados no período 2012-2016 e a comparação com os valores de 2017 (Figura 4.1).

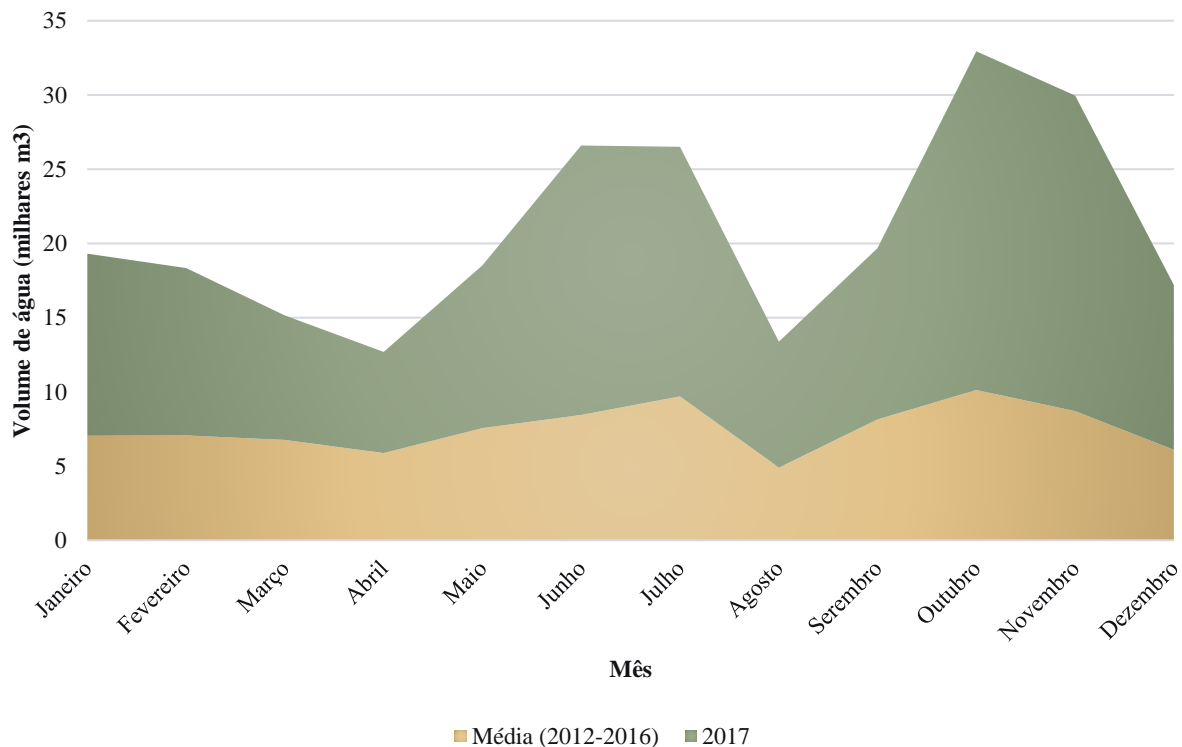


FIGURA 4.1- VOLUMES DE ÁGUA EXTRAÍDOS NO PERÍODO DE 2012-2016 E EM 2017 (MILHARES M³)

Apesar dos erros associados aos problemas referidos no Capítulo 1, verifica-se que os valores de 2017 seguem a tendência de consumo verificada no período 2012-2016 indiciando que as alterações a nível de volume produtivo não levaram a alterações relativamente aos meses de maior e menor consumo.

Considerando a diminuição significativa de produção durante o mês de Agosto devido às semanas de paragem de produção, a água é direcionada principalmente para ações de manutenção e limpeza dos

equipamentos nas unidades invés dos processos em si, levando à diminuição da água necessária. O mesmo acontece durante o mês de Dezembro, apesar de forma não tão significativa já que o tempo de paragem é menor.

Os períodos de Maio a Julho e de Setembro a Novembro representam assim os pontos mais acentuados de consumo, sendo por isso necessária especial atenção aos níveis presentes nos aquíferos de forma a antecipar potenciais faltas de água e ajustar a extração (e em último caso a produção) em conformidade. É de notar que a partir de Outubro de 2017, há um aumento muito significativo de consumo devido à instalação de novos ROSA.

Tendo em conta que o ano de 2017 é o que mais se aproxima das condições atuais de produção, foi esse o que foi considerado. Realizando um pareto dos volumes totais captados de cada captação (Figura 4.2), a Mina é de forma clara a fonte preferencial.

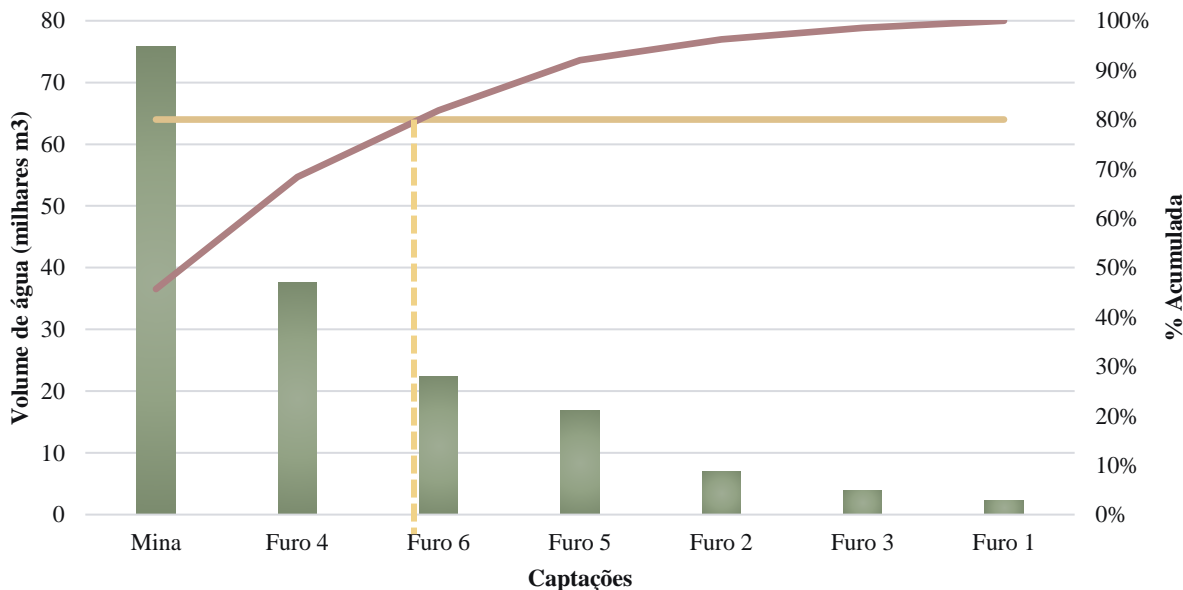


FIGURA 4.2 - PARETO DO VOLUME DE ÁGUA CAPTADA POR CADA CAPTAÇÃO EM 2017 (MILHARES M³)

No entanto, os valores atribuídos à Mina não são medições diretas, mas sim a diferença entre o contador presente na bomba geral, que encaminha a água para as bombas iniciais de cada uma das Unidades Industriais, e os valores registados em cada um dos furos. Assim, qualquer problema de leitura, quer por avarias de contadores quer por erro humano, implica erros nos valores associados à Mina.

Comparando os valores registados no período de Janeiro a Julho em 2017 e 2018 (Figura 4.3), ao contrário do que seria expectável considerando o aumento de produção sentida este ano, os valores de 2018 são inferiores aos de 2017. Isto explica-se porque houve avarias em vários contadores no final de Fevereiro,

não tendo havido a sua substituição até Julho devido às obras a ocorrerem em ambas as Unidades Industriais, e dois dos furos estiveram fora de serviço devido a problemas com as bombas instaladas.

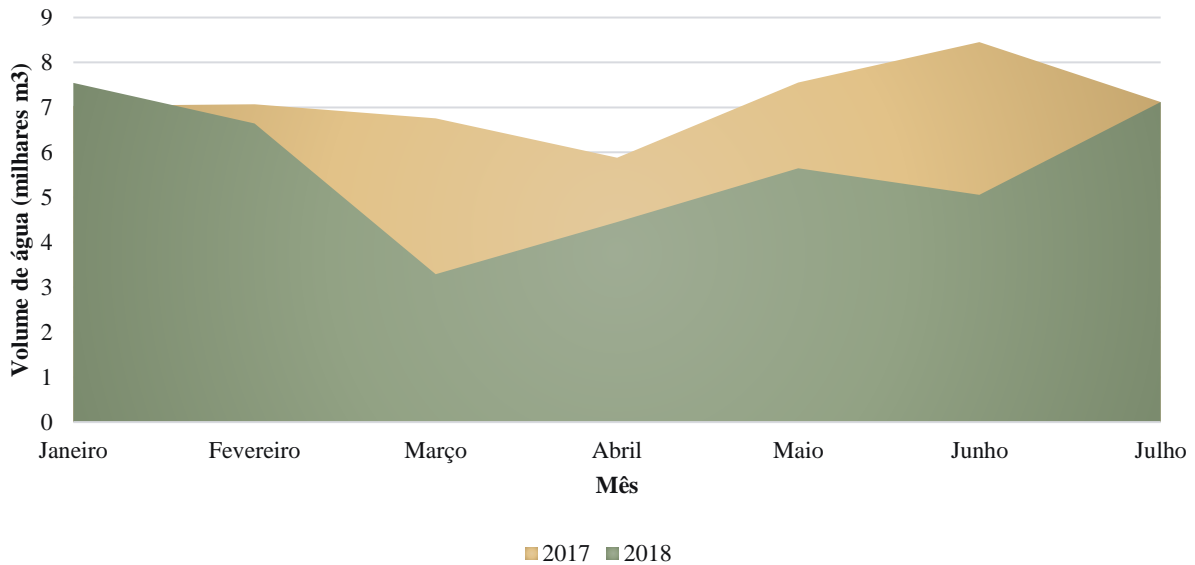


FIGURA 4.3 - VOLUMES DE ÁGUA CAPTADOS NO PERÍODO DE JANEIRO-JULHO EM 2017 E 2018 (MILHARES M³)

Devido aos problemas nas contagens dos furos e como os valores da Mina estão dependentes dos mesmos, verifica-se um volume total baixo obtido através da Mina, com os furos 4 e 6 a serem os mais explorados (Figura 4.4).

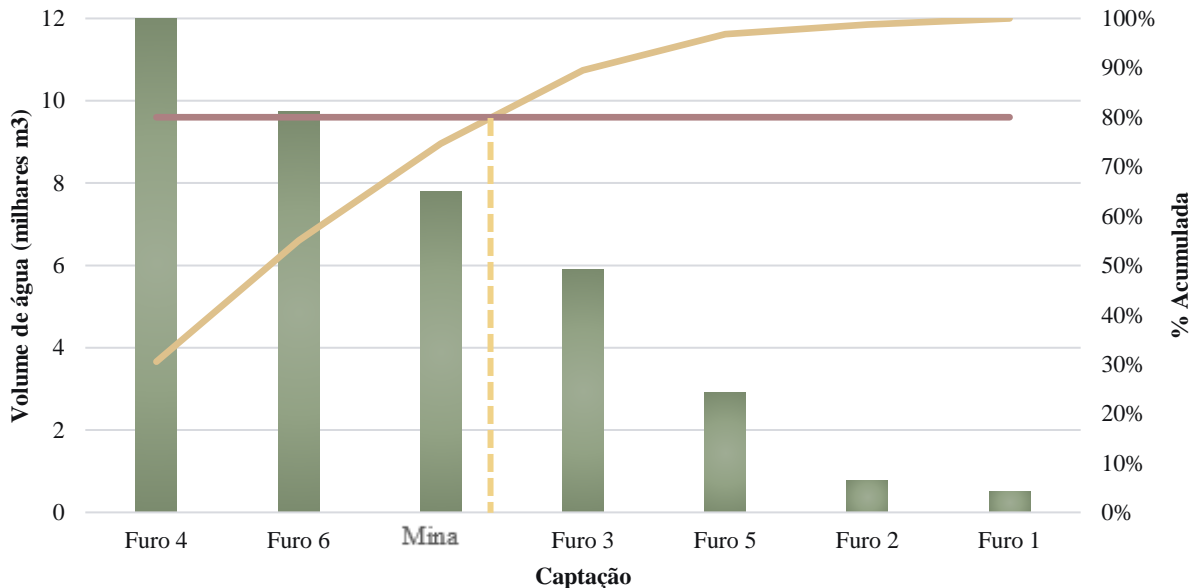


FIGURA 4.4 - PARETO DO VOLUME DE ÁGUA CAPTADA POR CADA CAPTAÇÃO NO PERÍODO JANEIRO-JULHO DE 2018 (MILHARES M³)

Avaliando os registos disponíveis apesar dos erros já referidos, os responsáveis pela seleção das fontes a serem exploradas confirmam a preferência dos furos mais recentes, especialmente o Furo 4, devido aos volumes elevados obtidos. Contudo os furos 4 a 6 partilham o mesmo lençol freático e estão a meros metros entre si. A exploração preferencial destes furos aumenta substancialmente o risco de sustentabilidade do lençol e da própria qualidade da água captada.

De forma a haver uma análise especializada do estado das captações houve o recurso a um Engenheiro Hídrico externo à empresa, para que haja uma seleção apropriada das sondas, bombas, sustentabilidade dos aquíferos, estado da mina e projeção de recursos considerando as características da região de forma a prever futuras flutuações significativas nos níveis de água disponíveis para captação.

No plano de ação resultante das diversas reuniões de *brainstorming* e da análise por parte do consultor, frisou-se a urgência de garantir que o ritmo de extração exercido se encontra dentro dos limites legais estabelecidos para cada uma das captações, já que este assegura a sustentabilidade das mesmas. A forma que minimiza os riscos neste aspeto é um sistema de bombagem automatizado que alterne pelos furos ativos e que tenha em consideração:

- a) O caudal máximo de extração permitido por cada captação;
- b) O volume máximo extraído anualmente;
- c) O nível do aquífero explorado;
- d) O nível de água presente na cisterna.

Assim, a bomba instalada em cada uma delas seria ativada em regime de alternância de forma a equilibrar os consumos de acordo com a disponibilidade de cada um, sendo desativadas assim que algum dos parâmetros saísse fora dos valores estabelecidos.

Enquanto que os dois primeiros pontos dependem em exclusivo da autorização legal em vigor, a constante monitorização dos níveis dos aquíferos através da instalação de bombas de nível permitiriam detetar situações em que os níveis de água se encontrassem abaixo do desejável para a manutenção do lençol e imediatamente parar a extração, já que a exploração contínua pode comprometer a sua sustentabilidade mesmo sob os limites legais.

No caso do nível de água na cisterna, para ser possível a otimização da água a ser explorada, esta deve ser limitada ao ponto de ser apenas o volume suficiente para garantir os processos diários das unidades fabris, atendendo aos picos de consumo. Idealmente, haveria uma coordenação entre as reuniões dos diretores de produção e quem supervisiona o processo de extração, de forma a prever as necessidades hídricas e assim limitar o volume captado de forma o mais exata possível.

Assim, considerando os volumes reportados como consumidos em 2017 e um período de produção de 320 dias, 24 horas diárias, estima-se uma necessidade média de cerca de 422 m³ por dia (18 m³/h), sendo este o *set point* considerado para o nível de água presente na cisterna, contrariamente à habitual capacidade total da cisterna instalada.

Tendo tudo isto em consideração foi elaborado um ficheiro em Excel no sentido dos responsáveis pela produção introduzirem semanalmente as quantidades de rolhas a serem produzidas (divididas por tipo, calibre e máquina utilizada), sendo esta informação automaticamente traduzida nas quantidades de água diárias imprescindíveis para o processo produtivo.

A secção a ser preenchida pelos diretores de produção e automaticamente associa os valores de água necessária ao número de ciclos pretendidos. Estes valores são posteriormente adicionados à informação inserida pelo responsável na UI Lamas e clarificando os volumes por turno e por dia.

Esta compilação de forma automática e que segue as intenções produtivas, permite ao responsável pela gestão de captações inserir a informação no sistema e, com o *set point* do volume no interior da cisterna otimizado para haver um balanço próximo de zero na coluna de “Água Armazenada”, procede-se a uma extração limitada, evitando o desperdício de recursos.

A partir daí, considerando o volume da cisterna e 10% de perdas ao longo da rede hídrica e durante o processo em si [8], é possível haver uma estimativa razoável das quantidades de água gastas diariamente para que o sistema automático de extração se limite a esse mesmo valor, limitando o desperdício.

Durante os fins-de-semana os níveis de produção diminuem e, apesar de serem realizadas ações de limpeza a filtros, isso leva a que as necessidades hídricas diminuam. Como a Mina é uma fonte natural não controlada, o seu escoamento para o interior da cisterna continua mesmo durante os períodos de menor produção (como é o caso dos fins-de-semana) o que atualmente leva a um transbordo do limite da cisterna e a perda de água por não ser tido em conta esse volume. Assim, seria importante garantir que no final da semana (Sexta) o volume total captado é baixo o suficiente para permitir a retenção de toda a água proveniente da Mina sem que haja o risco de paragem de produção no fim-de-semana por falta de recursos e aproveitando ao máximo esta fonte natural.

É de notar que devido ao desconhecimento relacionado com outros pontos de consumo, não estando por isso identificadas ou monitorizadas, será necessário atualizar o ficheiro de forma a tê-las em consideração e com isso conseguir valores o mais próximos possíveis da situação real. Adicionalmente, apesar de todo este sistema diminuir a probabilidade de erros de registo e o desperdício de água, é aconselhável um acompanhamento periódico por parte dos responsáveis de forma a que problemas relativos ao próprio sistema sejam precocemente detetados.

O impacto que o desconhecimento da rede hídrica representa é verificável com a elaboração de um balanço de massa através da compilação dos registos referentes à água total captada mensalmente por todas

as captações, os valores de entrada na ETAR, para onde são encaminhados os efluentes, e valores de emissão de efluentes gasosos, e comparando os valores de consumo provenientes dessa diferença com aqueles que foram registados nos contadores dos pontos de consumo de ambas as Unidades Industriais. Na tabela 4.1, por motivos de confidencialidade, estão expressas as percentagens mensais tendo como base de cálculo os valores referentes ao mês de Abril (mês de menor consumo). A diferença média de volumes consumidos é de 33%.

O facto das contagens dos volumes consumidos serem inferiores aos esperados, tendo em conta os valores registados à entrada e saída do polo, indicia a existência de fugas e a falta de contadores em pontos de consumo relevantes. Um dos exemplos é o setor de lavagem de carros cuja contabilização da água utilizada seria importante ser monitorizada e limitada, ao contrário do uso livre que atualmente se encontra em vigor.

TABELA 4.1 - BALANÇO DE MASSA AO POLO INDUSTRIAL DE LAMAS EM 2017 (M3)

Mês	Entrada (m ³)	Saída (m ³)	Consumido (Entrada - Saída) (m ³)	Consumido (Leituras) (m ³)	Discrepância entre volumes consumidos (%)
Janeiro	45%	46%	42%	-28%	30%
Fevereiro	40%	47%	24%	-59%	26%
Março	19%	33%	-18%	-123%	18%
Abril	0%	0%	0%	0%	-55%
Maio	38%	47%	17%	-79%	29%
Junho	63%	44%	75%	-45%	73%
Julho	60%	50%	68%	-17%	58%
Agosto	20%	37%	-37%	-135%	10%
Serembro	41%	48%	27%	-15%	2%
Outubro	70%	42%	83%	-97%	86%
Novembro	68%	49%	79%	-23%	74%
Dezembro	39%	43%	32%	-75%	40%

É por isso essencial proceder-se ao delineamento da rede hídrica implementada ao longo do polo, não só para se conseguir obter uma visão acertada da realidade da empresa, mas também por motivos legais, já que é obrigatório haver ficheiros com as redes de distribuição atualizadas, e para efeito de rotinas de manutenção que permitam deteções atempadas de problemas a nível de equipamentos e fugas, tendo em conta que, tipicamente, a maioria do desperdício a nível industrial é devido a perdas ao longo da rede de armazenamento e distribuição [8].

Por estes motivos, foi sugerido uma série de etapas no sentido de solucionar esta situação, tendo sido contratada uma empresa externa para realizar a identificação de toda a tubagem que abrange o polo de Lamas. Foi escolhido pelos responsáveis o uso de etiquetas para essa mesma identificação, tendo sido

aproveitada a ocasião para identificar todos os equipamentos existentes que estejam ligados à rede e fugas para posterior intervenção, tendo esta fase sido iniciada na segunda quinzena de Setembro e sendo esperada a sua conclusão para meados de Outubro.

Para que esteja sempre disponível e de fácil consulta, inclusive para momentos de auditoria, está prevista a atualização do ficheiro informático onde se encontrava a planta desatualizada das instalações para que este inclua a rede integralmente identificada, destacando os pontos mais suscetíveis a complicações.

Com esta identificação realizada, a prioridade será a substituição de todos os aparelhos de contagem avariados e a adição de contadores automatizados em pontos estratégicos para que seja possível a análise de consumos hídricos de forma o mais exata possível, tal como já foi referido. A recolha automática de dados eliminará erros de contagem por parte dos funcionários responsáveis pelo registo manual e permitirá uma deteção imediata de avarias e anomalias na extração, possibilitando correções céleres de forma a que não haja um arrastamento de problemas facilmente solucionáveis devido ao desconhecimento desses mesmos problemas.

Em adição a isto, foi considerado como necessário a implantação de um plano de manutenção cabal, cuja verificação rotineira da rede de distribuição permitirá a identificação e intervenção mais atempada no que toca a fugas e avarias, com especial ênfase nos pontos da rede identificados como sensíveis, numa tentativa de limitar ao máximo o desperdício.

Foi também calendarizada uma intervenção a nível da cisterna para correção de fugas. Como esta se encontra internamente dividida em três partes, está prevista uma ação faseada através do isolamento de cada um dos tanques, mantendo os restantes em funcionamento. Apesar deste método permitir uma continuidade de alimentação de água ao processo, de forma a minimizar o risco à produção, foi agendada para o mês de Dezembro já que é o mês em que ocorre o segundo período de paragem das Unidades Industriais.

4.2. Minimização

Tal como já foi referido no Capítulo 1, referente ao Enquadramento desta dissertação, um dos problemas encontrados foi a falta de registos consistentes a partir de contadores. Tendo isto em consideração, e para se obter valores mais próximos da realidade da empresa, os valores de consumo considerados neste subcapítulo para o ano de 2017 foram baseados nas necessidades teóricas dos processos.

Apesar do erro associado a esta assunção, a percentagem de perda durante o processo é semelhante entre os casos estudados, permitindo uma viabilidade bastante significativa dos resultados atingidos.

4.2.1. Unidade Industrial de Lamas

A Unidade de Lamas envolve a maior quantidade de água devido aos processos que nela são realizados. Abaixo podem ser vistas as percentagens de consumo para o ano de 2017 (Figura 4.5), evidenciando a necessidade já mencionada de uma caracterização adequada da rede hídrica, já que uma parte substancial do consumo de água (33%) se encontra indiferenciada. Esta indiferenciação torna impossível ações de poupança de água específicas.

No entanto, a ação principal e mais facilmente executável a curto prazo é a correção das fugas identificadas ao longo da unidade por parte do Departamento da Manutenção, já que estas acabam por globalizar vários metros cúbicos mensalmente.

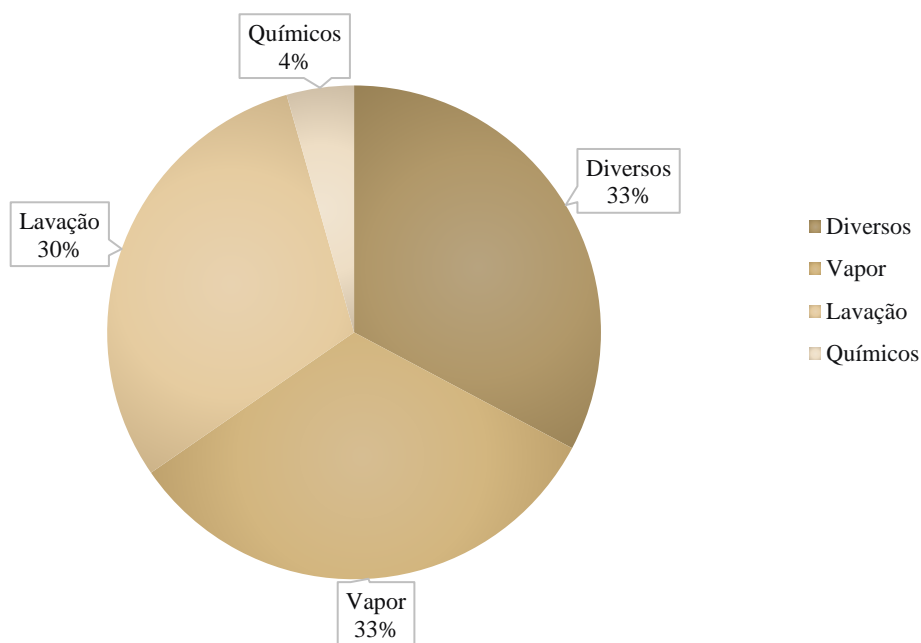


FIGURA 4.5 - DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NA UNIDADE DE LAMAS NO ANO DE 2017

Assim, as áreas principais para ações de minimização consistem no uso de vapor e nas lavações de rolhas, já que o uso de água para a produção de químicos não apresenta relevância em comparação às mencionadas. Para uma análise mais correta, a secção termina com uma análise aos tipos de produto produzidos, envolvendo todas as etapas de produção já que isso leva a variações no foco da minimização.

4.2.1.1. Vapor

No caso do vapor, este é utilizado em três locais, sendo o tratamento efetuado nos equipamentos ROSA o que mais exige recursos hídricos, representando 84% do consumo de vapor na Unidade (Figura 4.6).

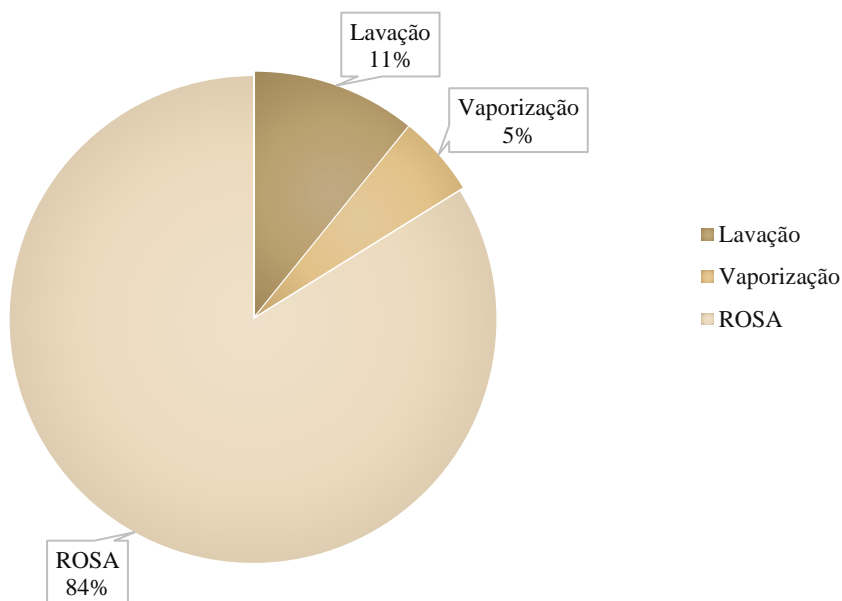


FIGURA 4.6 - DISTRIBUIÇÃO DOS CONSUMIDORES DE VAPOR NA UNIDADE DE LAMAS NO ANO DE 2017

A eliminação de 2,4,6-trichloroanisole (TCA), produto do metabolismo de um fungo, responsável pelo aroma a mofo é dos maiores desafios da Amorim e a sua principal prioridade há mais de uma década, tendo sido desenvolvidas tecnologias que contribuem para a obtenção dos valores mínimos ambicionados. Um destes métodos, e o que permite uma maior taxa de sucesso, é a passagem de todas as rolhas produzidas pelo tratamento ROSA, estando atualmente em funcionamento três versões deste tratamento (ROSA, ROSA Evolution e Super ROSA), adaptados aos diferentes tipos de rolhas.

No caso das rolhas naturais (inclusive as colmatadas) produzidas nesta unidade, são utilizados os ROSA Evolution e os Super ROSA. O ROSA Evolution foi desenvolvido de forma a que o processo seja praticamente contínuo. As rolhas são colocadas no tapete rolante que percorre toda a dimensão da máquina, permitindo que o tratamento aplicado ao longo dessa mesma passagem seja uniforme e facilitado, permitindo que as rolhas estejam prontas ao fim de apenas duas horas.

Contudo, o baixo tempo de residência não permitia a obtenção das novas metas estipuladas para a concentração de TCA, tendo sido por isso desenvolvido o Super ROSA. Apesar de ambos consistirem na aplicação de calor e a posterior humidificação das rolhas tratadas, os Super ROSA ao funcionarem como um processo *batch* (sendo que as rolhas são colocadas no interior das máquinas em contentores ou sacos) implicam um tempo de residência de 3 dias para que todas as rolhas recebam um tratamento eficaz. A fase de calor demanda temperaturas estritamente controladas de forma a impedir a deformação das rolhas durante o processo, sendo seguida pela fase de humidificação para devolver a humidade desejada às rolhas, de forma a que a cortiça mantenha o pico das suas propriedades físicas. O longo período de tratamento permite melhores resultados em comparação com o seu antecessor, apesar de ser o *bottleneck* do processo.

De momento encontram-se instaladas quatro Super ROSA e cinco ROSA Evolution, sendo a sua utilização indiferenciada (sendo utilizadas as máquinas que estiverem disponíveis na altura em que as lavações terminam). Totalizando um consumo de cerca 18 mil m³ de água em forma de vapor no ano de 2017, os ROSA Evolution representaram 60.2% desse consumo. A falta de equidade na distribuição do consumo pelos dois tipos de tratamento deve-se ao facto de apenas se ter instalado uma Super ROSA no 2º semestre do ano. Tendo em conta que as restantes foram no início de 2018, é de esperar um equilíbrio de consumo entre ambas as opções além de um consumo neste setor significativamente superior ao registado em 2017.

Atualmente ambas as opções estão desenhadas de forma a maximizar a redução de TCA, sendo a minimização de vapor utilizado condicionada devido às implicações temporais do processo e às características finais das rolhas, tornando por isso alterações neste âmbito pouco plausíveis.

No entanto, espera-se a implementação de novas formas de tratamento que permitam resultados superiores aos conseguidos de momento e que se esperam que apresentem menores consumos de vapor em comparação com os ROSA, estando os protótipos projetados para ainda este ano.

Tendo isto em conta e a irrelevância que o vapor utilizado nos processos de Lavação (cuja função é de aquecimento) e Vaporização representam, não foram encontradas formas relevantes de minimização do consumo de vapor de água na Unidade.

4.2.1.2. Lavações

A lavação de rolhas abrange todas as rolhas fabricadas na Unidade de Lamas, podendo algumas ser sujeitas à análise NDTech, uma tecnologia desenvolvida pelo Departamento de Pesquisa e

Desenvolvimento da Amorim e que consiste na “triagem individual nas linhas de produção das rolhas de cortiça” [72] através de uma cromatografia gasosa efetuada em cerca de 20 segundos, antes de seguirem para a lavação.

Apesar de, como já foi referido no Capítulo 1, a Corticeira Amorim oferecer uma gama considerável de rolhas naturais e colmatadas de forma a cobrir as necessidades dos seus clientes, muitas delas partilham o mesmo tipo de lavação básica, sendo as variações causadas por segundas lavações ou diferentes composições na fase da colmatagem, tal como pode ser verificado na Tabela 4.2.

TABELA 4.2- LAVAÇÕES EFETUADAS PARA CADA TIPO DE PRODUTO

Produto	Lavação
Acquamark	Clean 2000 Colmatagem
CL2000 / RARO 6 + INOS II	Clean 2000
CL2000 C	Clean 2000 + Clean C
Clean 0	Clean 0
Colmatado Relimo	Clean 2000 Colmatagem
Colmatado Branco	Clean 2000 Colmatagem
Colmatado Cristal	Clean 2000 Colmatagem
Colmatado Rosado	Clean 2000 Colmatagem
Dark	Clean 2000
Dark Natural	Clean 0
LIGHT	Pré-Light + Light
NATURE	Clean 0 + Nature
Nova 101	N101
Nova Colmatagem/Crémant	Clean 2000 Colmatagem

Assim, foram analisados os consumos específicos em termos das lavações individuais e posteriormente relacionados com os tipos de rolha que as utilizam. Em relação às lavações em si, a água necessária varia consoante a humidade residual das rolhas e as máquinas a serem utilizadas, já que as características das mesmas permitem consumos significativamente diferentes para o mesmo tipo de lavação.

Um dos principais aspetos responsável pelas diferenças a nível de máquinas é a quantidade de rolhas processadas por ciclo, em que as máquinas numeradas de 1 a 18 admitem até 20 mil rolhas, a máquina 19, 30 mil, e as máquinas de 20 a 24 processam no máximo 100 mil. As receitas foram por isso adaptadas às diferentes quantidades em termos de quantidades de reagentes, número de enxaguamentos, água envolvida nos mesmos, tempos de residência e temperaturas aplicadas. De forma a obter uma comparação mais viável dos consumos específicos de cada lavação, foram utilizados os valores associados à humidade residual (HR) mais baixa e aos calibres tipicamente mais produzidos (Figura 4.7).

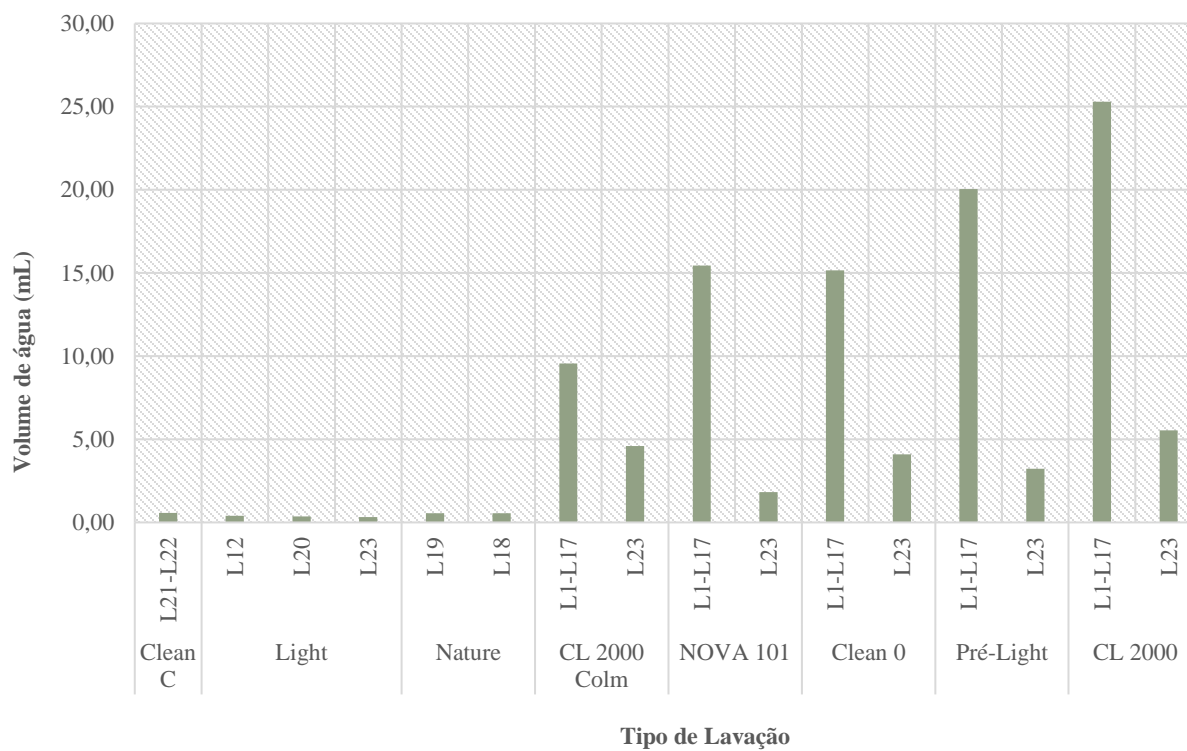


FIGURA 4.7 - CONSUMO ESPECÍFICO DE ÁGUA POR TIPO DE LAVAÇÃO E MÁQUINA, CONSIDERANDO OS VALORES DE HR MAIS REDUZIDOS E CALIBRES MAIS COMUNS (ML)

É possível verificar-se que a lavagem *Clean 2000* é a que apresenta valores de consumo específico mais elevados, sendo seguida pela *Pré-Light*, cujo impacto é extremamente significativo nos consumos globais tendo em conta que é aplicada às rolhas *Light*, sendo este o tipo mais produzido (22% da produção em 2017).

As máquinas mais recentes (L23-L24) admitem um maior número de rolhas por tratamento (podendo chegar às 100 mil rolhas consoante o calibre processado), permitindo a clara diminuição dos consumos de água, podendo, no entanto, implicar maiores tempos de residência devido ao aumento de dificuldade em atingir os valores de humidade residual requeridos.

Isto faz com que o uso preferencial de máquinas com maiores capacidades e a continuação do investimento da empresa neste sentido seja o modo mais significativo de minimizar as necessidades hídricas neste âmbito.

Tendo em conta as características técnicas das lavagens e as máquinas utilizadas, foram calculadas as quantidades de água gastas em 2017 e comparadas com a quantidade produzida (Figura 4.8). Tal como seria de esperar, considerando o volume de produção e o facto da rolha *Light* envolver uma lavagem que

representa o segundo maior gasto de água, este tipo de rolha levou ao maior consumo de água no ano considerado. Apesar das rolhas *CL2000 C* representarem apenas 11% da produção total, implicam o segundo maior consumo de água devido à aplicação da *Clean 2000*. As rolhas *Acquamark*, apesar de serem o segundo tipo de rolhas mais produzido, implicam um consumo global de água muito inferior à *Light* e *CL2000 C*, devido a sofrerem uma lavação com baixo consumo específico. E por último, a *Nova 101* já que é um produto que tem vindo a experienciar um aumento de produção e apresenta um consumo significativo.

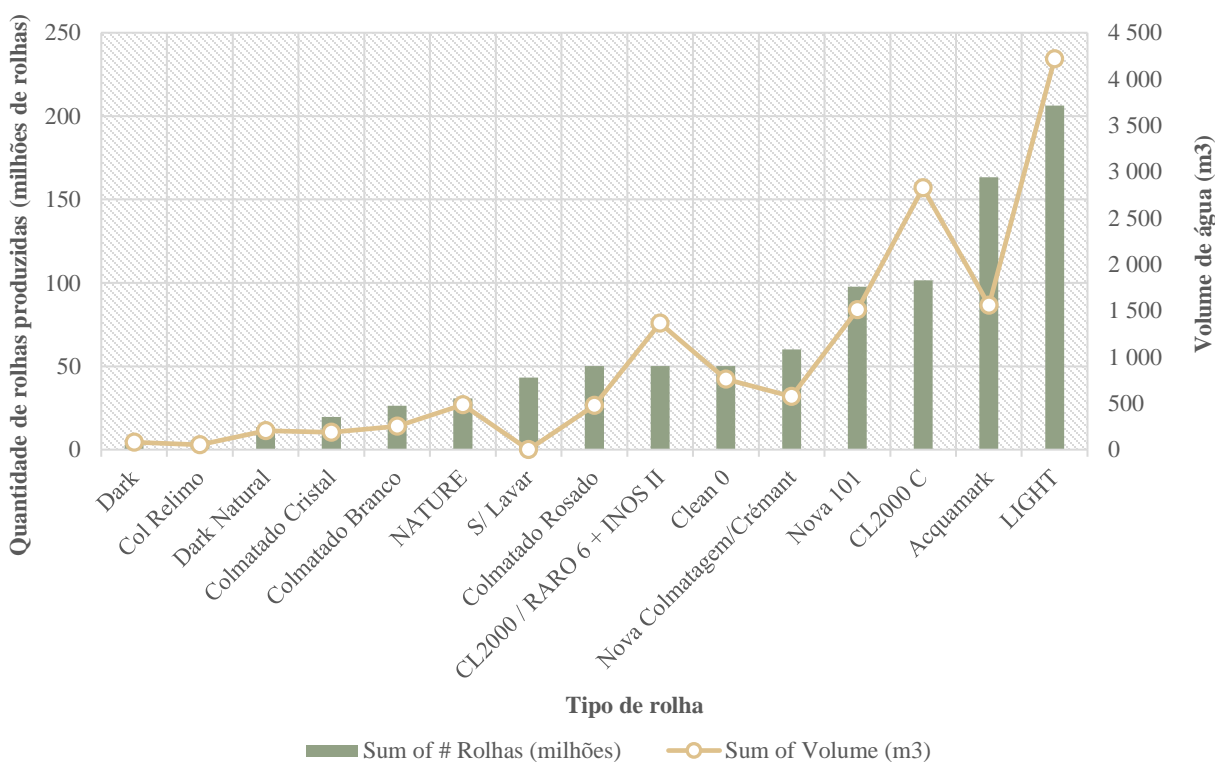


FIGURA 4.8 - VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO EM LAVAÇÕES EM RELAÇÃO À QUANTIDADE PRODUZIDA NA UNIDADE DE LAMAS EM 2017

Demonstra-se assim que as lavações *Pré-Light*, *Clean 2000* e *Nova 101* são as que mais interesse levantam no que toca a alterações processuais que permitam a diminuição da água envolvida, nomeadamente a nível dos enxaguamentos, cujos volumes variam entre 300 e 500 L por ciclo nas máquinas que apresentam maiores consumos.

Para além dos elevados consumos de água que estas lavações envolvem, são também as que exigem maiores quantidades de reagentes, tal como está representado no gráfico seguinte (Figura 4.9). Por motivos

de confidencialidade não estão especificados os tipos de reagente, no entanto, é perfeitamente visível os elevados consumos específicos de reagentes a nível global, em particular na *Clean 2000*.

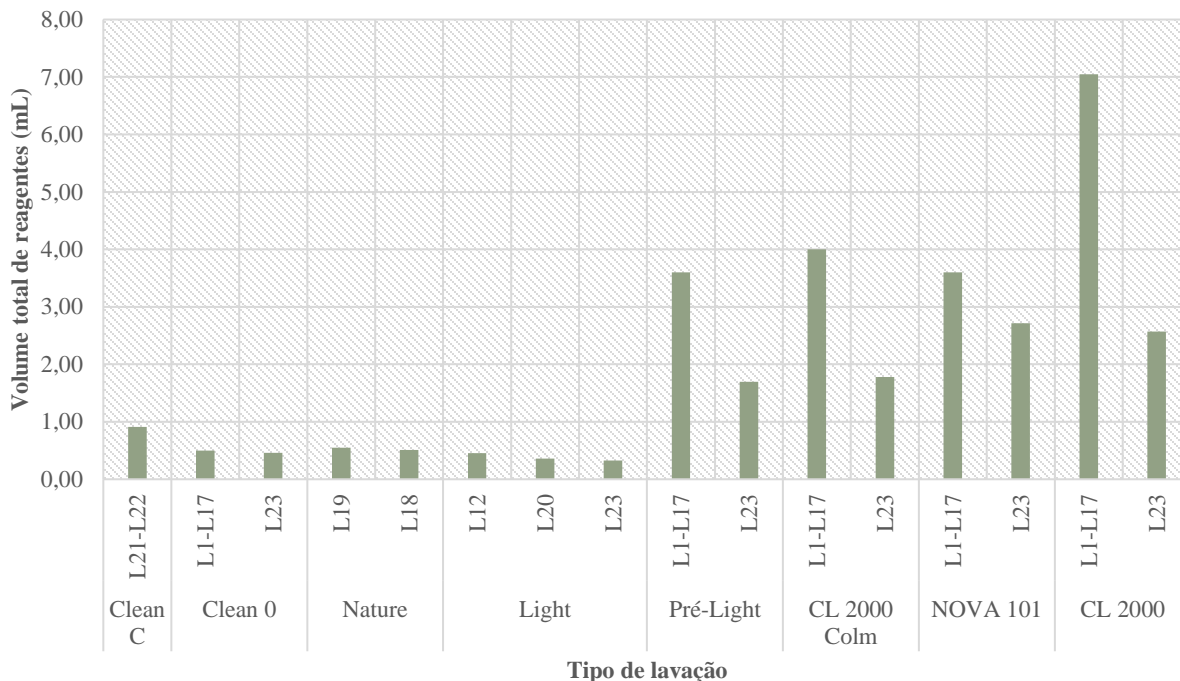


FIGURA 4.9 - CONSUMO ESPECÍFICO TOTAL DE REAGENTES POR TIPO DE LAVAÇÃO E MÁQUINA UTILIZADA (ML)

Tal como acontece no consumo de água, a utilização de máquinas de maior capacidade permite também diminuições bastante significativas nas quantidades de reagentes utilizados, atingindo uma redução de 64% para as *Clean 2000*. Um investimento no sentido da total substituição das máquinas antigas por novas de maiores capacidades permitiria assim uma poupança a nível hídrico e a nível de compostos envolvidos no processo, algo que permitiria poupanças na síntese de reagentes e nos tratamentos de efluentes das lavagens na ETAR, requisito obrigatório para a descarga nos coletores municipais.

Alterações a nível das receitas de lavagens é algo pouco plausível, já que os responsáveis pelo desenvolvimento de produto e de produção alertam para os aumentos dos produtos químicos envolvidos em casos de alterações significativas na quantidade de água, além das potenciais consequências que essa diminuição poderia ter nos valores de humidade residual nas rolhas tratadas, prejudicando as características físicas finais do produto e, por consequência, a qualidade do mesmo.

Assim, mudanças significativas a este nível obrigariam a estudos extensivos a nível da eficiência do tratamento e das características das rolhas obtidas após essas alterações, algo que é infazível no âmbito desta tese e algo fora das prioridades da empresa devido ao risco de mercado que isso poderia implicar.

No entanto, a urgência de mudanças a nível processual pode ser colmatada no sentido de promover rolhas cujas lavagens apresentem menores consumos específicos e a instalação de máquinas com

capacidades semelhantes à L23 e L24 já presentes no polo, cuja eficiência e características processuais já se encontram validadas e em pleno funcionamento, permitindo uma ação mais célere na sustentabilidade dos recursos.

Para além disso, a substituição de equipamento antigo por novas soluções que permitam maior eficiência é uma das medidas mais frisadas no âmbito nacional e internacional, tal como foi referido no Capítulo 2.1, sendo uma clara demonstração ao mercado da preocupação ambiental da Amorim e a sua intenção em ser um símbolo de excelência e sustentabilidade na indústria corticeira.

4.2.2. Unidade Industrial De Sousa

Ao contrário do que acontece na Unidade de Lamas, o consumo de água na De Sousa recai sobretudo sobre o vapor (Figura 4.10). Segundo os responsáveis de desenvolvimento de produto, isto deve-se particularmente às características das rolhas produzidas nesta unidade (*Neutrocork*).

No caso destas rolhas, o *bottleneck* do processo é o processo de Moldação que tem vindo a substituir o de Extrusão, já que permite uma menor probabilidade de não conformidades, melhores performances, maior flexibilidade e menor instabilidade já que o tempo de processamento é muito superior.

Esta fase consiste na compactação de granulado e cola em moldes específicos, sendo a polimerização efetuada numa estufa aquecida através de termofluído, cujo uso invés de vapor elimina a necessidade de elevadas quantidades de água na etapa mais exigente em termos de recursos do processo.

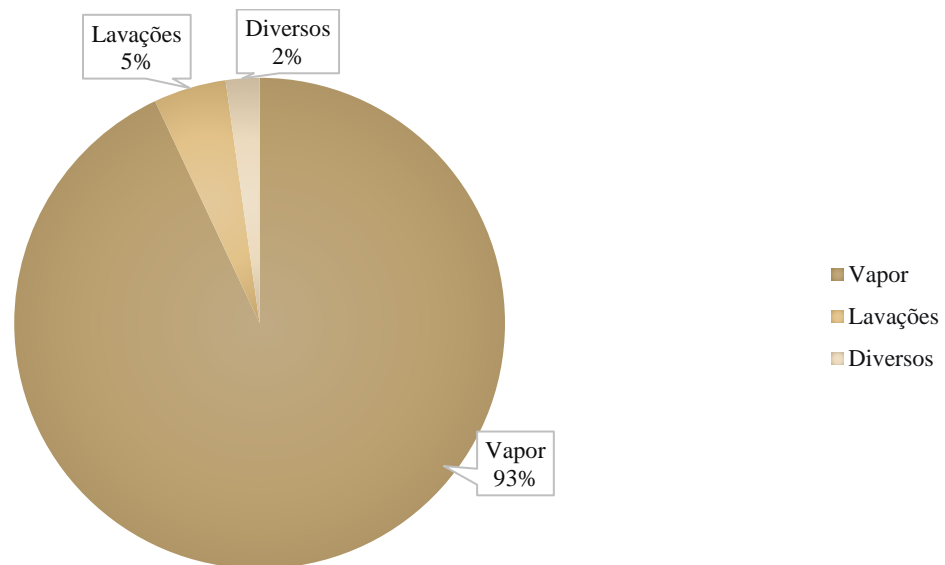


FIGURA 4.10- DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NA UNIDADE DE SOUSA NO ANO DE 2017

Tendo em conta que as quantidades de águas utilizadas nas lavações se encontram atualmente otimizadas (não ultrapassando os 200 L por ciclo) de forma a não comprometerem a eficiência das colas utilizadas, totalizando apenas 5% do consumo global, não há por isso compensação significativa na alteração das receitas de lavação.

4.2.2.1. Vapor

O tratamento ROSA aplicado na Unidade De Sousa, contrariamente ao que acontece em Lamas, utiliza exclusivamente vapor a altas temperaturas (120°C) de forma a atingir altos níveis de eficácia num curto espaço de tempo (cerca de meia hora de tempo de residência) e representa quase a totalidade de vapor na UI (Figura 4.11). Como a cortiça a tratar está em forma de granulado e não de rolha, como no caso das Rolhas Naturais, é possível atingir-se tal temperatura e tempo, já que as deformações resultantes destas condições são desprezáveis, tendo em conta que o granulado é posteriormente compressado no processo de Moldação.

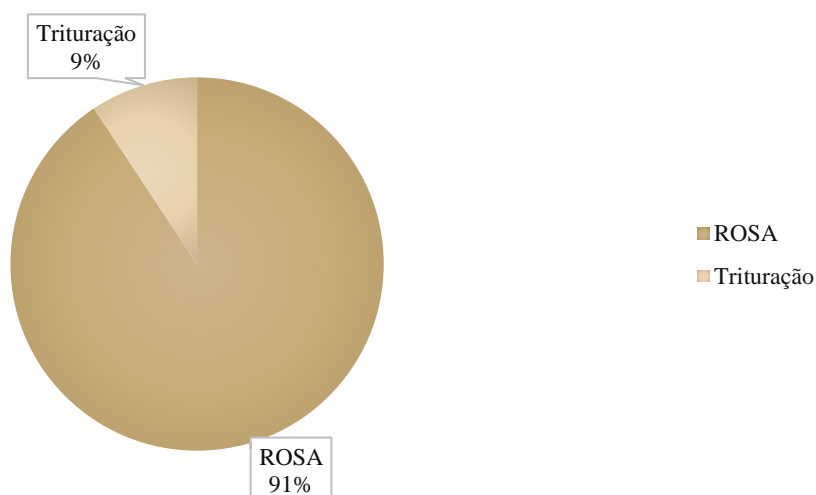


FIGURA 4.11 - DISTRIBUIÇÃO DOS CONSUMIDORES DE VAPOR NA UNIDADE DE SOUSA NO ANO DE 2017

Tendo em conta as condições processuais e as elevadas quantidades de granulado processadas, o vapor envolvido supera fortemente o experienciado na Unidade Industrial de Lamas, o que demonstra que condições mais moderadas poderiam potencialmente diminuir as quantidades de vapor envolvido em contrapartida de tempos de residência mais longos.

Estudos nesse sentido ganham um caráter urgente tendo em conta que a expansão a entrar em vigor ainda em 2018 vai implicar um aumento de consumo de vapor em 28%, traduzindo-se num aumento de quase 9 mil metros cúbicos de água.

As rolhas *Neutrocork* são produzidas em três tipos: Cerveja, Branco e Natural, sendo a Cerveja o claro preferido no mercado, representando 52% da produção da Unidade. Não é por isso surpreendente que este tipo tenha sido o responsável pela maioria da água consumida em 2017 (Figura 4.12).

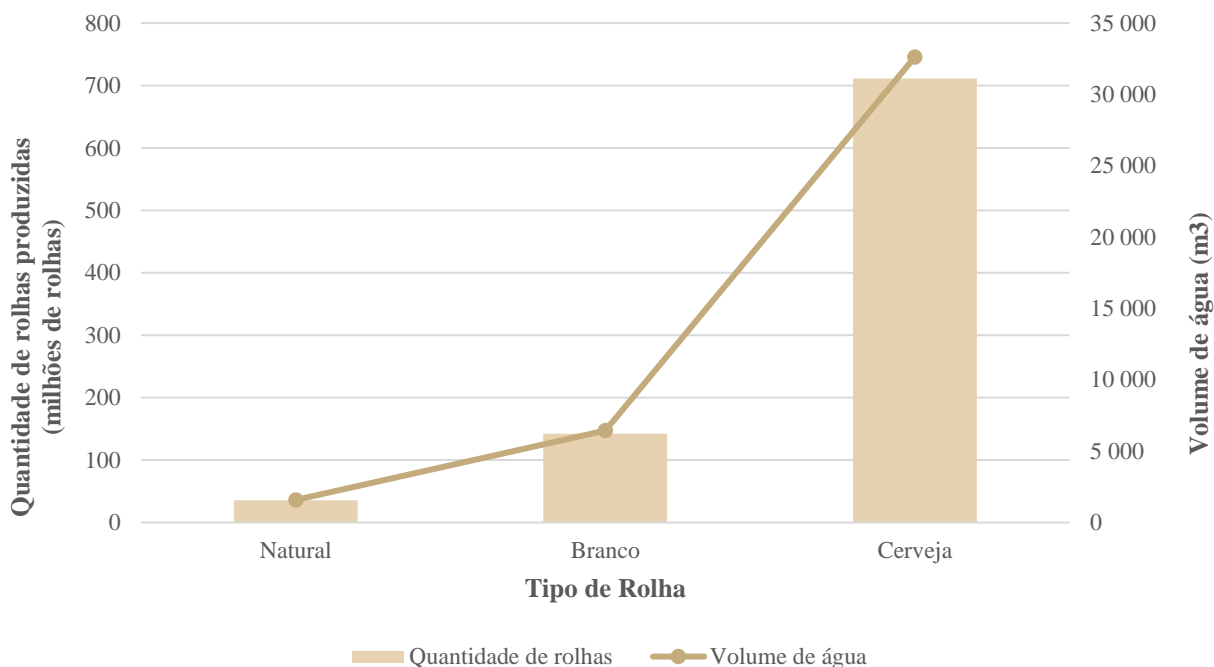


FIGURA 3.12 - QUANTIDADE DE ÁGUA CONSUMIDA PARA A PRODUÇÃO NA UNIDADE DE SOUSA NO ANO DE 2017

Em termos de quantidades de água envolvida, os seus consumos específicos acabam por ser praticamente indiferenciados, tornando alterações ao *Mix* de Produção algo pouco relevante no contexto de minimização de recursos hídricos (Tabela 4.3).

TABELA 4.3- QUANTIDADES DE ÁGUA E POUPANÇA FINANCEIRA CORRESPONDENTE CONSIDERANDO A MANUTENÇÃO DOS VALORES DE PRODUÇÃO (PRODUÇÃO ATUAL)

Tipo de rolha	Alteração	Água poupada (m3)	Poupança (€)
Branco	Menos 4% Cerveja	17	42,51 €
Natural	Menos 10% Cerveja	87	222,67 €

Simulando vários cenários de quebra de produção de rolhas *Cerveja*, verifica-se que, mantendo os níveis de produção constantes, as quantidades de água poupada através da produção de outros tipos para

colmatar essa quebra não são significativas e consequentemente não compensa o distúrbio que isso iria implicar no mercado.

Caso a decisão seja manter as quantidades de água consumidas, então a substituição de 10% da produção atual de rolhas tipo *Cerveja* por rolhas *Natural*, seria possível aumentar em quase dois milhões a quantidade de rolhas produzidas globalmente (Tabela 4.4).

TABELA 4.4 - QUANTIDADES DE ROLHAS ADICIONAIS PRODUZIDAS E LUCRO ASSOCIADO CONSIDERANDO A MANUTENÇÃO DOS VALORES DE CONSUMO DE ÁGUA (PRODUÇÃO ATUAL)

Tipo de rolha	Alteração	Quantidade de rolhas adicionais	Vendas (€)
Branco	Menos 4% Cerveja	368.082	14.723,29 €
Natural	Menos 10% Cerveja	1.955.678	78.227,10 €

No contexto do aumento de produção pretendido, considerando que 80% desse aumento recai sobre o tipo *Cerveja*, os cenários estudados indicam que só a partir de uma diminuição em 15% deste tipo levaria à poupança de água para valores de produção constantes, mas tal como na situação atual, as poupanças seriam mínimas.

Mesmo considerando a manutenção dos valores de água invés de produção, só acima de 14% de quebra é que seria economicamente benéfico, o que torna pouco provável a viabilidade deste caminho considerando as características do mercado explorado.

4.3. Reutilização

No caso do polo em estudo, já há uma estratégia simbiótica em relação à cortiça: as rolhas rejeitadas, aparas e desperdícios provenientes da de rolhas naturais é posteriormente transferida para a zona de trituração da De Sousa, sendo utilizado como granulado para a produção de rolhas técnicas ou como biomassa (pó de cortiça) para a alimentação das caldeiras, usadas para a produção de vapor. As alterações realizadas para este tipo de funcionamento levaram a poupanças substanciais a nível das caldeiras, já que o uso de pó de cortiça permitiu uma quebra drástica do gás natural requerido no polo, provando que a circulação melhorada de recursos é uma opção interessante a nível financeiro.

É também com a consciencialização de que a otimização do uso de recursos hídricos é vital para a continuação e expansão da atividade da empresa, formas de tratamento e posterior reciclagem de água e

vapor, ou até mesmo a reciclagem imediata caso as especificações processuais e estado dos efluentes o permitam, são extremamente relevantes também a nível de sustentabilidade.

Foram por isso analisadas as lavações e os tratamentos de rolhas que exigem o uso de vapor de forma a encontrar potenciais oportunidades de reutilização de água e as consequentes implicações financeiras.

4.3.1. Vapor

No que toca à reutilização de vapor, tal como já foi referido, a prioridade deve ser dada ao reencaminhamento do efluente gasoso para uma fase do processo cujos parâmetros exigidos sejam conformes com os apresentados pelo efluente.

Considerado que em ambas as unidades as maiores quantidades de vapor estão associadas ao uso das estufas ROSA (ROSA, ROSA Evolution, Super ROSA), serão estes os principais focos de estudo no que toca aos efluentes gasosos.

O elemento mais vital a ter em conta, visto que é ele a razão pelo tratamento em si, é o TCA. O objetivo do tratamento ROSA é a eliminação deste composto através do arraste para o exterior através da temperatura, sendo a sua volatilidade o parâmetro que permite uma extração eficiente. Tendo isso em conta, condensações dos efluentes gasosos levariam ao retorno do TCA na composição do condensado, impossibilitando a sua reutilização. No entanto, testes efetuados no Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Amorim demonstraram que o TCA é facilmente adsorvido por membranas de carvão ativado [73], uma filtração que já está atualmente instalada nas diversas chaminés do polo devido aos requisitos ambientais em vigor na legislação referente aos efluentes gasosos.

Assim, tendo em conta que já está em vigor uma forma de assegurar que os efluentes gasosos a serem recuperados estão livres de TCA, há uma alta viabilidade de serem reintroduzidos no processo sem consequências à eficiência do tratamento.

Segundo os relatórios de análises realizadas no ano de 2017, os efluentes provenientes das diferentes estufas ROSA são caracterizados segundo os parâmetros da Tabela 4.3.1.1. De acordo com as especificações exigidas para o funcionamento das estufas, para além dos requisitos microbianos, no caso da recuperação de vapor os pontos mais sensíveis são os compostos orgânicos totais voláteis (COV) e o oxigénio.

TABELA 4.5 - PARÂMETROS ANALISADOS (VAPOR)

Parâmetros analisados (efluente gasoso)
Compostos orgânicos totais e voláteis
Dióxido de carbono
Dióxido de enxofre
Humidade
Monóxido de carbono
Óxidos de azoto
Oxigénio
Partículas
Sulfureto de hidrogénio
Parâmetros analisados (entrada)
Cheiro
Cloro residual disponível total
Cloro residual livre
Ferro total
Manganês total
Oxibilidade ao permanganato
Turvação

Os COV consistem em compostos químicos que possuam carbono na sua composição e apresentam extrema volatilidade, evaporando facilmente a temperatura ambiente graças à sua alta pressão de vapor. Devido a esta volatilidade, a sua integração na atmosfera é facilitada afetando de forma significativa a qualidade do ar, promovendo a formação do aumento da camada do ozono [73] além de danos à saúde pública, sendo a sua inalação potenciadora de doenças cancerígenas [74]. Tendo em conta as consequências associadas à emissão destes compostos, este é um dos parâmetros exigidos na monitorização das fontes fixas, sendo a sua contabilização realizada através de um analisador de compostos orgânicos por ionização por chama.

No caso concreto dos gases efluentes destas estufas, todas elas apresentam concentrações de COV abaixo dos limites legais, estando inclusive o seu caudal mássico abaixo dos limiares mássicos mínimos estipulados em Diário da República [75]. Isto permite uma monitorização trienal devido à sua insignificância [76] não havendo probabilidade de afetação ao processo caso seja efetuada uma reentrada direta no sistema de vaporização da estufa.

Da mesma forma, a percentagem de oxigénio determinada por um analisador automático de gases de combustão está dentro das especificidades definidas para o funcionamento das estufas, não havendo necessidade de intervenção a este nível.

Comparando as necessidades de vapor com as análises aos efluentes, conclui-se que o maior impeditivo para um reencaminhamento direto é a temperatura dos mesmos, já que a temperatura de entrada estipulada é de 50°C invés de 72°C¹.

Seria por isso necessário um sistema que diminuísse a temperatura do efluente para o valor desejado sendo isso possível através de um permutador de calor. Através do *software Aspen* foram realizadas simulações nesse sentido de forma a determinar as características necessárias à refrigeração, tendo em conta as necessidades de água necessária.

Considerando que as estufas além de vapor também produzem condensados que, segundo as análises efetuadas se encontram a uma temperatura de cerca de 20°C, uma das opções consideradas foi utilizar este mesmo condensado como opção para um permutador de calor. Admitindo que não há qualquer contacto entre as fases, as características do condensado não são relevantes no que toca a potenciais efeitos nocivos ao processo.

É, no entanto, verificável que em várias análises efetuadas ao longo do tempo a condensados provenientes das diversas fontes foram detetados valores significativos de ferro, por vezes atingindo o dobro do Valor Máximo Admissível (VMA). Apesar de tal não ilustrar o estado normal dos condensados, podendo ser possível utilizar materiais para os permutadores que não possuam obrigatoriamente alta resistência à corrosão como é o caso do aço inoxidável, é aconselhável uma atenção periódica ao estado, tanto dos condensados como da tubagem em que este corre, de forma a garantir que não surgem depósitos ferrosos. Caso a tubagem comece a revelar sinais de danos, é importante que sejam exercidas medidas corretivas a esse nível, de forma a evitar danos significativos do material e, conseqüentemente, custos bastantes significativos na sua reposição. Após o seu uso como fluído de refrigeração, seria reencaminhado para a ETAR existente no polo para a receção de um tratamento que permita a sua eliminação.

Assim foi realizada uma simulação em que cada estufa funciona de forma independente, sendo o seu efluente gasoso tratado por completo pelo seu próprio condensado, tendo sido o dimensionamento dos condensadores posteriormente feito no *Aspen* (Tabela 4.6).

¹ Valor de temperatura média considerando as análises mais recentes realizadas aos ROSA instalados em ambas as unidades.

TABELA 4.6 - DIMENSIONAMENTO DO PERMUTADOR DE CALOR DAS ESTUFAS ROSA

Parâmetro	Resultado
<i>Pitch</i>	2.38 cm
Padrão da tubagem	30-Triangular
Tipo de <i>Baffle</i>	Segmentação Singular
Orientação do corte do <i>baffle</i>	Horizontal
ID\OD	65\67 mm
Comprimento do tubo	2.55 m
Número de <i>baffles</i>	2
Número de tubos	454
Número de passagens	2
Superfície em excesso	152%
Custo	159.323 €

O custo estimado é bastante elevado, em especial quando se considera que existem onze estufas instaladas, totalizando um investimento de 1.752.553 €. Considerando os valores registados de consumo global de água para as estufas e o valor da água em vigor na altura desta dissertação, o uso de todos os ROSAs implica um custo aproximado de 112.653 €/ano, sendo que após a expansão projetada este valor aumentaria para cerca de 150.094 €/ano. Assumindo uma manutenção dos custos pós-expansão e do custo da água, o investimento inicial estaria coberto ao fim de dezasseis anos.

Apesar do longo período necessário ao *payback*, o corte de um volume tão acentuado na extração de água abriria portas para aumentos de produção significativos, ajudando a diminuir o impacto financeiro representado por esta aposta.

4.3.2. Lavações

No caso das lavações a situação complica-se devido ao facto da água processual estar em contacto direto com as rolhas, estando, portanto, sob as exigências de Segurança Alimentar previstas no ISO 22000. A maioria do volume utilizado para esta fase de produção é para as diversas etapas de enxaguamento, sendo posteriormente purgado para a ETAR.

Como esta recebe efluentes não só de diversos pontos do polo mas também de fábricas externas à empresa, o tratamento em vigor está desenhado para abrigar as diversas caracterizações recebidas, não atingindo de todo as especificidades exigidas ao processo.

Em adição a este aspeto, as máquinas de lavagem estão preparadas para realizar diferentes programas o que por consequência faz com que tratamentos específicos associados a cada uma das

máquinas fosse pouco produtora, já que o tratamento teria que ter um carácter dinâmico de forma a ser eficaz o suficiente para o nível de exigência necessária.

Considerando também o elevado número de máquinas instaladas e a individualidade de tratamento já acima referido, em termos de lavagens a reutilização de água não é uma opção viável em termos logísticos e financeiros.

5. Conclusões e propostas de trabalho futuro

A tendência crescente de escassez hídrica a nível nacional representa um risco cada vez mais relevante para a sustentabilidade e crescimento de indústrias que possuem a água como elemento fulcral do processo. No caso do polo em estudo, a água é fundamental aos processos de tratamento e lavação, tornando a ausência deste recurso uma ameaça de extrema relevância para a empresa. Considerando o aumento de produção pretendido de 500 milhões de rolhas anuais já para o ano de 2018, medidas que permitam uma menor pressão sobre os lençóis freáticos explorados e que diminuam as quantidades totais gastas em ambas as unidades revelam-se urgentes.

Após a análise da gestão de recursos atualmente em vigor foi possível identificar-se uma série de problemas que impossibilitam uma exploração sustentável dos recursos. A ausência de uma identificação detalhada da rede hídrica instalada ao longo do polo de Lamas dificulta a identificação de todos os consumidores hídricos e de problemas na rede de distribuição, tal como é comprovado pela discrepância média mensal de 33% no ano de 2017 encontrada no balanço de massa entre os valores expectáveis e os registados.

O plano de ação em relação à gestão hidráulica começa pela contratação de uma equipa externa para a identificação no terreno de toda a extensão da rede e dos pontos mais sensíveis a problemas já foi efetuada e espera-se que os trabalhos estejam concluídos em meados de Outubro. Após esta etapa, serão substituídos, calibrados e instalados novos contadores automatizados em todos os pontos de consumo identificados, de forma a ser possível ter uma noção real das necessidades da fábrica e quais os locais com maior desperdício.

A recolha digital em tempo real, não só permitirá a redução de erros de leitura como também uma célere deteção de anomalias, sendo depois possível detalhar-se ainda mais o ficheiro elaborado para a otimização do volume captado, cuja viabilidade de previsão da água necessária diariamente é mais fraca do que seria desejável, visto que se baseia apenas em dados teóricos do processo e estimativas de perda ao longo da rede, não tendo em conta os gastos adicionais que serão identificados no final da delineação da rede.

Está também prevista a instalação de bombas de nível, de forma a ser implementado um regime de extração baseado nos níveis efetivos dos lençóis freáticos explorados e nas necessidades concretas de água em ambas as Unidades Industriais, minimizando o desperdício identificado a nível da cisterna, garantindo que esta se mantém cheia apenas o suficiente para cobrir as necessidades diárias de produção.. Como um dos principais pontos para uma exploração equilibrada das diferentes captações passa pela preservação do bom estado da fonte, o respeito pelos limites estabelecidos nas licenças de exploração minimiza o risco de sobreexploração.

Em relação à minimização de água ao longo do processo, apesar da assumida dificuldade da aplicação de mudanças a nível processual nas lavagens a curto e médio prazo, devido à necessidade de reformulação de receitas e de estudos que comprovem a manutenção da qualidade do produto, verificou-se que alterações a nível do *Mix* de Produção podem permitir reduções significativas em termos de consumo. A priorização e *marketing* junto dos clientes no sentido de promover lavagens com menores consumos específicos e a substituição de máquinas de lavagem antigas por outras de maior capacidade, levariam a um impacto bastante positivo na minimização do uso de água e de reagentes. Apesar de alterações de equipamento obrigarem a investimentos iniciais, considerando o potencial de poupança de água sem que isso implicasse mudanças nos hábitos de consumo dos clientes, seria um benefício relevante.

No caso exemplificativo da *Clean 2000*, estas ações permitiriam um corte de 78% e de 64% no consumo de água e de reagentes, respetivamente. Isto não só permitiria a menores custos com a produção de químicos específicos para a lavagem e custos relativos às tarifas de captação da água, mas também a poupanças nos tratamentos de água antes e após as lavagens.

Na minimização de vapor concluiu-se que seria necessário um estudo aprofundado das consequências a nível da eficiência do tratamento e da qualidade do produto obtido, já que de momento as estufas ROSA se encontram otimizadas para a extração máxima de TCA, o grande objetivo da empresa e que não pode ser, de forma alguma, comprometido. Contudo, espera-se a instalação de novos protótipos ainda em 2018 que se estimam ser mais eficientes em termos hídricos e energéticos, podendo ser uma boa forma de unir os objetivos da empresa e a necessidade de redução de vapor produzido.

Por fim, em termos de reutilização, devido às exigências alimentares e variabilidade de processos nas máquinas de lavagem, não seria exequível em termos financeiros ou logísticos instalar tecnologias de tratamento que permitam a recirculação dos efluente. Isto indica que a melhor solução aplicável seria a minimização dos consumos existentes.

O vapor por sua vez, graças aos filtros de carvão ativado já instalados e aos valores muito abaixo detetados em análises quando comparados aos requeridos para as estufas ROSA, é possível haver uma reentrada no processo, sendo apenas necessária uma passagem por uma torre de refrigeração alimentada com os condensados da própria estufa, de forma a que a temperatura atinja os parâmetros exigidos. Isto significaria um investimento total estimado de cerca de 1.8 milhões de euros para cobrir todas as estufas existentes no polo, o que, considerando que os valores das tarifas de água captada se manteriam iguais aos valores atuais na região, significaria um *payback* de 16 anos.

Apesar do longo tempo de retorno que o investimento em torres de refrigeração e novas máquinas de lavagem exigiriam, estas medidas permitiriam assegurar que o volume correspondente à água recuperada poderia ser utilizado invés disso para permitir o aumento de produção previsto. Para além de assegurar a existência de água suficiente para a produção dos milhões de rolhas pretendidos, permitiria também uma

maior solidez em caso de seca, um processo mais sustentável e ambientalmente responsável, maior facilidade na manutenção das certificações ambientais já conquistadas e argumentos fortes para outros reconhecimentos externos, oferecendo uma resposta às preocupações e exigências dos clientes, frisando a responsabilidade social e ambiental característica da Amorim & Irmãos, S.A como líder mundial no setor da cortiça.

Futuramente, é essencial que a empresa continue a apostar no sentido da preservação dos recursos hídricos que explora. Com um novo sistema de gestão automática implementado, deve seguir-se um acompanhamento da tendência da água disponível nos diversos lençóis usados. Esta análise permitiria apanhar precocemente o decaimento dos seus níveis, permitindo uma interrupção imediata do uso dessa captação. Em adição a isso, caso se verificassem valores substancialmente superiores aos previstos pela empresa responsável pela perfuração, poderia proceder-se a alterações a nível do licenciamento de forma a aumentar o volume máximo de extração, podendo levar a aumentos ainda maiores de produção.

Complementariamente, e tal como foi verificado anteriormente, o caminho mais eficaz para a preservação dos recursos hídricos é minimizar a quantidade de água necessária em cada passo do processo, em especial nas lavações da Unidade de Lamas, já que a nível do vapor há o condicionamento a nível do TCA. Assim, uma das prioridades a ter neste âmbito é o desenvolvimento de metodologias que permitam menores consumos específicos de água e, se possível, de reagentes, e substituir assim que possível as presentemente usadas.

Por fim, seria interessante proceder-se a uma análise cuidada aos apoios europeus disponíveis para financiamento de permutadores de calor para a reutilização de vapor, no âmbito da preservação e responsabilidade ambiental. Uma candidatura forte não só permitiria reduzir as necessidades de investimento por parte da empresa, mas também transmitir uma imagem de proactividade para a preservação de recursos hídricos.

6. Referências Bibliográficas

- [1] EEA, 2015a, *European environment — state and outlook 2015: Assessment of global megatrends*, Agência Europeia do Ambiente, Copenhaga;
- [2] EEA, 2016, *Water Scarcity & Droughts in the European Union*, Acedido em 23 de Junho de 2018, no *website* da Comissão Europeia do Ambiente: http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity_en.html;
- [3] *Água em Portugal*, Conselho Nacional da Água, Acedido em 21 de Junho de 2018, em: <https://conselhonacionaldaagua.weebly.com/aacutegua-em-portugal.html>;
- [4] EEA, 2012, *Uma matriz destinada a preservar os recursos hídricos da Europa*, Agência Europeia do Ambiente, Bruxelas;
- [5] EEA, 2018, *Water Reuse – An Action Plan within the circular economy*, Acedido em 23 de Junho de 2018, no *website* da Comissão Europeia do Ambiente: <http://ec.europa.eu/environment/water/reuse-actions.htm>;
- [6] LUSA, 31 de Janeiro de 2017, *Comissão Europeia quer Portugal e países europeus a reutilizar mais água*, Jornal Público, Acedido em 21 de Junho de 2018, em: <https://www.publico.pt/2017/01/31/sociedade/noticia/comissao-europeia-quer-portugal-e-paises-europeus-a-reutilizar-mais-agua-1760293>
- [7] 2015, *Portugal será “altamente” afectado pelo stress hídrico em 2040*, Acedido em 21 de Junho de 2018, em: <http://www.flfrevista.pt/2015/10/portugal-sera-altamente-afectado-pelo-stress-hidrico-em-2040/>;
- [8] APA, 2012, *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*, Agência Portuguesa do Ambiente, Lisboa;
- [9] LUSA, 2017, *Medidas para combater seca sem avaliação ou execução, diz associação Zero*, Acedido em 24 de Maio de 2018 em: <https://www.dn.pt/lusa/interior/medidas-para-combater-seca-sem-avaliacao-ou-execucao-diz-associacao-zero-8681513.html>;
- [10] EEA, 2015b, *Assessment of Member States’ progress in the implementation of Programmes of Measures during the first planning cycle of the Water Framework Directive – Portugal*, Agência Europeia do Ambiente, Copenhaga;
- [11] Conselho das Comunidades Europeias, 1992, *Tratado da União Europeia*, Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Bruxelas;
- [12] Diretiva 98/83/CE, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L330, (3-11-1998), p.0032-0054;
- [13] Diretiva 2000/60/CE, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L327, (23-10-2000), p.0001-0072;
- [14] Diretiva 2004/35/CE, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L143, (30-04-2004), p.0056-0075;
- [15] Diretiva 91/271/CEE, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L135, (30-05-1991), p.0040-0052;

- [16] Diretiva 98/15/CE, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L67, (07-03-1998), p.0029-0030;
- [17] Diretiva 2014/431/EU, Jornal Oficial da União Europeia, L197, (04-07-2014), p0077-0086;
- [18] Comissão Europeia, 2016, *Viver bem, dentro dos limites do nosso planeta: 7º PAA – O Programa Geral de Ação da União para 2020 em matéria de ambiente*, Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Bruxelas;
- [19] Comissão Europeia, 2011, *Estratégia de Biodiversidade da EU para 2020*, Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Bruxelas;
- [20] Comissão Europeia, 2012, *Ambiente: Comissão apresenta plano destinado a preservar os recursos hídricos da Europa*, Comunicado de Imprensa, Acedido em 6 de Maio de 2018 em: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-1216_pt.html;
- [21] Diretiva 84/360/CEE, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L188, (28-06-1984), p.0020-0025;
- [22] Diretiva 96/61/CE, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L257, (24-09-1996), p.0026-0040;
- [23] Diretiva 88/609/CEE, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L336, (07-12-1988), p.0001-0013;
- [24] Decreto-Lei nº 236/98, D.R. I Série A, 176, (01-08-1998), p. 3676-3722;
- [25] Diretiva 85/337/CEE, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L175, (27-06-1985), p.0040-0048;
- [26] Comissão Europeia, 2013, *A Water Blueprint for Europe*, Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo;
- [27] Decreto-Lei nº 226-A/2007, D.R. I Série, 105, (31-05-2007), p. 3644(24)-3644(49);
- [28] ANQIP, 2011, *ETA 0905 – Sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC)*, Acedido em 21 de Julho de 2018 em: https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2166/7/ETA_0905.pdf;
- [29] ANQIP, 2011, *ETA 0701 – Sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios (SAAP)*, Acedido em 21 de Julho de 2018 em: https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2166/2/ETA_0701.pdf;
- [30] Instituto Português da Qualidade, 2005, *NP: 4434 - Norma Portuguesa sobre Reutilização de Águas Residuais Urbanas Tratadas na Rega*, Caparica;
- [31] Comissão Europeia, 2016, *Guidelines on Integrating Water Reuse into Water Planning and Management in the context of the WFD*, Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Bruxelas;
- [32] Sanz, Laura A., Gawlik, Bernd M., 2014, *Water Reuse in Europe: Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation*, Publications Office of the European Union, Luxemburgo;
- [33] Comissão Europeia, 2016, *EU-level instruments on water reuse: Final report to support the Commission's Impact Assessment*, Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo;

- [34] Water Briefing, 2017, *European Commission progresses proposed water reuse legislation*, Acedido em 21 de Julho de 2018 em: <https://www.waterbriefing.org/home/regulation-and-legislation/item/14491-european-commission-progresses-proposed-water-reuse-legislation>;
- [35] APCER, 2016, *Guia do Utilizador: ISO 14001:2015*, Porto, Portugal;
- [36] Hammar, Mark, 2018, *ISO 14001:2015 vs. EMAS: Which one to go for?*, 14001 Academy, Acedido em 21 de Julho de 2018 em: <https://advisera.com/14001academy/blog/2018/04/03/iso-140012015-vs-emas-which-one-to-go-for/>;
- [37] Meneghetti, Diego, 2018, *O que foi a Eco-92?*, SUPER Interessante, Acedido em 21 de Julho de 2018 em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-foi-a-eco-92/>;
- [38] UNESCO, 2018, *2018-2028 – Década Internacional para Ação, Água para o Desenvolvimento Sustentável*, Acedido em 21 de Julho de 2018 em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/about-this-office/prizes-and-celebrations/2018-2028-international-decade-for-action-water-for-sustainable-development/>;
- [39] Centro Regional de Informação das Nações Unidas, 2016, *Mensagem do Secretário-geral da ONU para o Dia Mundial da Água*, Acedido em 21 de Julho de 2018 em: <https://www.unric.org/pt/actualidade/32235-mensagem-do-secretario-geral-da-onu-para-o-dia-mundial-da-agua-22-de-marco-de-2016/>;
- [40] Nações Unidas no Brasil, *Objetivo 6: Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos*, Acedido em 21 de Julho de 2018 em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>;
- [41] Centro Regional de Informação das Nações Unidas, 2017, *União Europeia tem urgência na implementação da Agenda 2030 da ONU*, Acedido em 21 de Julho de 2018 em: <https://www.unric.org/pt/actualidade/32378-uniao-europeia-tem-urgencia-na-implementacao-da-agenda-2030-na-on/>;
- [42] Red Lodge Clearing House, 2010, *Clean Water Act*, Acedido em 21 de Julho de 2018 em: <http://rlch.org/content/clean-water-act>;
- [43] EPA, *National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES)*, Acedido em 22 de Julho de 2018 em: <https://www.epa.gov/npdes/npdes-permit-basics/>;
- [44] EPA, *Water Reuse and Recycling: Community and Environmental Benefits*, Acedido em 22 de Julho de 2018 em: <https://www3.epa.gov/region9/water/recycling/#regs>;
- [45] Pacific Institute, 2014, *Water Reuse Potential in California*, Acedido em 22 de Julho de 2018 em: <http://pacinst.org/wp-content/uploads/2014/06/ca-water-reuse.pdf>;

- [46] WaterReuse Association, 2014, *Financing Industrial Water Reuse with the Clean Water State Revolving Fund*, Acedido em 22 de Julho de 2018 em: <https://watereuse.org/wp-content/uploads/2015/01/Industrial-Reuse-CWSRF-WP.pdf>;
- [47] Comissão Europeia, *Fundo de Coesão*, Acedido em 22 de Julho de 2018 em: http://ec.europa.eu/regional_policy/pt/funding/cohesion-fund/;
- [48] EPA, 2004, *Guidelines for Water Reuse*, Washington, DC;
- [49] Yi L L, Jiao W T, Chen X N, Chen W P, 2011, *An overview of reclaimed water reuse in China*, Journal of Environmental Sciences, 23(10): 1585-1593;
- [50] Agência Brasil, 2017, *Brasil carece de legislação para reuso de água, diz coordenador da ANA*, Acedido em 22 de Julho de 2018 em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-03/brasil-carece-de-legislacao-para-reuso-de-agua-diz-coordenador-da-ana>;
- [51] Rede Brasil Atual, 2017, *No Dia Mundial da Água, ONU critica desperdício e pede ações de reaproveitamento*, Acedido em 22 de Julho de 2018 em: <https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2017/03/no-dia-mundial-da-agua-onu-critica-desperdicio-e-pede-acoes-de-reaproveitamento>;
- [52] Portal Tratamento de Água, 2017, *Reuso de água ganha espaço para crescer no Brasil*, Acedido em 22 de Julho de 2018 em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/reuso-de-agua-no-brasil/>;
- [53] Ellen Macarthur Foundation, *Circular Economy*, Acedido em 22 de Julho de 2018 em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/overview/concept>;
- [54] Circular Economy Portugal, *Sobre a Economia Circular*, Acedido em 22 de Julho de 2018 em: <https://www.circulareconomy.pt/sobre-economia-circular/#principios>;
- [55] Comissão Europeia, 2015, *Fechar o Ciclo – Plano de ação da UE para a economia circular*, Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Estrasburgo;
- [56] EEA, 2016, *Minimum quality requirements for reused water in the EU (new EU legislation)*, Agência Europeia do Ambiente, Copenhaga;
- [57] Kalundborg Symbiosis, *Business strategy*, Acedido em 2 de Julho de 2018 em: <http://www.symbiosis.dk/en/>;
- [58] Comissão Europeia, 2018, *Comunicação sobre a aplicação do pacote de medidas relativas à economia circular: opções para examinar a relação entre as legislações relativas aos produtos químicos, aos produtos e aos resíduos*, Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Estrasburgo;
- [59] Korhonen J, Honkasalo A, Seppala J, 2018, *Circular Economy: The Concept and its Limitations*, Ecological Economics, Volume 143, p.37-46;
- [60] Pain, Andrea; Spuhler, Dorothee, 2018, *Wastewater Reuse in Industry*, Acedido em 7 de Julho de 2018 em: <https://www.sswm.info/water-nutrient-cycle/water-use/hardwares/optimisation-water-use-industries/wastewater-reuse-in-industry>;

- [61] POSEUR, 2018, *Eixo III – Proteger o ambiente e promover a eficiência dos recursos*, Acedido em 2 de Agosto de 2018 em: <https://poseur.portugal2020.pt/pt/eixos-de-investimento/eixo-iii/>;
- [62] Tribunal de Contas Europeu, 2015, *Financiamento de estações de tratamento de águas residuais urbanas na bacia do rio Danúbio: são necessários mais esforços para auxiliar os Estados-Membros a concretizarem os objetivos da política da EU em matéria de águas residuais*, Serviço das Publicações da União Europeia, Luxemburgo;
- [63] Comissão Europeia, 2001, *Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems*, Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo;
- [65] DIAGEO, *Reducing our environmental impact*, Acedido em 16 de Agosto de 2018 em: <https://www.diageo.com/en/in-society/reducing-our-environmental-impact/>;
- [66] DIAGEO, 2017, *Knowing our footprint: Guinness*, Acedido em 16 de Agosto de 2018 em: https://www.diageo.com/PR1346/aws/media/3965/diageo_knowing_our_footprint_guinness.pdf;
- [67] DIAGEO, 2017, *Knowing our footprint: Captain Morgan*, Acedido em 16 de Agosto de 2018 em: https://www.diageo.com/PR1346/aws/media/3964/diageo_knowing_our_footprint_captain_morgan.pdf;
- [68] P&G, 2017, *Water reduction and reuse in a P&G Beauty Care manufacturing facility: a Procter & Gamble case study*, Acedido em 16 de Agosto de 2018 em: <https://ceowatermandate.org/wp-content/uploads/2017/11/BAFWAC - Procter & Gamble 11.3.pdf>;
- [69] Nestlé South Africa, 2018, *Nestlé launches zero water technologies site in Mossel Bay*, Acedido em 16 de Agosto de 2018 em: <http://technomaps.veoliawatertechnologies.com/processes/lib/pdfs/3855-Nestle-launches-zero-water-technolo.pdf>;
- [70] Nestlé, *Zero Water*, Acedido em 16 de Agosto de 2018 em: <https://www.nestle.com/stories/zero-water-factory>;
- [71] Kalundborg Symbiosis, *Explore the Kalundborg Symbiosis*, Acedido em 7 de Maio de 2018 em: <http://www.symbiosis.dk/en/>;
- [72] Amorim, 2016, *Corticeira Amorim lança rolhas naturais com garantia de TCA não detetável*, Acedido em 16 de Março de 2018 em: <https://www.amorim.com/media/noticias/Corticeira-Amorim-lanca-rolhas-naturais-com-garantia-de-TCA-nao-detetavel/1512/>;
- [73] COSTELLOE-KUEHN, B, *Volatile organic compounds*, Salem Press Encyclopedia, 2013;
- [74] Md. Aynul, Bari, Warren B. Kindzierski, *Ambient volatile organic compounds (VOCs) in Calgary, Alberta: Sources and screening health risk assessment*, School of Public Health, University of Alberta, 2018;
- [75] Decreto-Lei nº 78/2004, D.R. I Série B, 80, (2006-01-23), p. 513-515;
- [76] CCDR Algarve, *Emissões Atmosféricas*, Acedido em 4 de Agosto de 2018 em: <https://www.ccdr-alg.pt/site/info/emissoes-atmosfericas>;

