



Hinc patriam sustinet

**Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa**

Gestão da Água
no Centro de Produção de Alhandra
da CIMPOR – Indústria de Cimentos, S.A.

Ricardo Jorge Lavareda de Carvalho

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do
Ambiente

Mestrado em Engenharia do Ambiente – Tecnologias Ambientais

Orientador: Eng.º Rodrigo da Fonseca

Co-orientadora: Prof. Dr.ª Elizabeth Duarte

Juri:

Presidente: Doutor José Luis Monteiro Teixeira, Professor Associado do Instituto Superior de
Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutora Elizabeth da Costa Neves Fernandes de Almeida Duarte, Professora
Catedrática do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutor Rui Marçal de Campos Fernando, Professor Associado do Instituto Superior
de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Engenheiro Rodrigo Eusébio da Fonseca na qualidade de especialista

Lisboa, 2009

Abstract

This paper concerns a Master Thesis in Environmental Engineering. The main subject is the water management in the industrial sector, particularly in the cement industry. As we all know water is an essential resource for life, and it has been mistreated in the last decades by Men. The major water consumer in the world is agriculture, followed by industry and finally by the domestic sector. So it is very important to understand if industry is taking the right choices in going towards a sustainable water use. In this case-study, Centro de Produção de Alhandra, one of the biggest cement plants in Portugal will be analyzed in several aspects concerning water care and water management, such as: networks of water supply, water treatment plants, wastewater discharge points into natural environment, wastewater monitoring, water treatment plants maintenance plans, water consumption and actions for its rationalization. Finally, some possible improvements in the existing system are pointed out with the ultimate objective of reducing water consumption or increasing the efficiency of water use.

Keywords: cement industry, water management, wastewater treatment.

Resumo

Este trabalho consiste no levantamento de todas as questões relacionadas com a gestão da água na indústria cimenteira, nomeadamente, no Centro de Produção de Alhandra da CIMPOR – Indústria de Cimentos, S.A.. Serão analisadas as redes de abastecimento de águas, as linhas de tratamento de águas, os pontos de descarga de águas no meio natural, a monitorização de águas residuais, os planos de manutenção dos sistemas de tratamento de águas, os consumos de água e descargas de águas residuais e ainda as medidas de racionalização do consumo de água implantadas na empresa. Após a análise detalhada de todos estes aspectos apresentam-se algumas propostas de melhoria que podem conduzir a um uso mais eficiente da água ou à redução do seu consumo.

Palavras-chave: indústria cimenteira, gestão da água, tratamento de águas.

Extended Abstract

All living things depend on water to support their live functions. Water is a strategic and fundamental resource for Humanity as it keeps life on planet, supports biodiversity, food production and all natural cycles.

Planet Earth is covered by water in 70 % of its surface. The total amount of water on Earth is estimated in approximately 1,4 billion km³ of witch 97,5 % are salt water and only 2,5 % are freshwater. In these 2,5 % we have 70 % of it held in ice, permafrost and permanent snow. Groundwater and soil moisture account for 30 % of the freshwater, lakes and wetlands for 0,3 % and finally rivers with 0,01 %.

On the other hand, the distribution of population in the world doesn't match the one of water. So we have, for example, Asia with approximately 60 % of the world population and about 30 % of the available freshwater, whereas South America has 5 % of the worlds population and 26 % of the total freshwater available.

Water usage by Man is distributed by three main uses: agricultural, industrial and domestic. In the world, 70 % of the total freshwater is used in agriculture, 22 % in industry and 8 %. However, these numbers hide two distinct realities: high income-countries and low and middle-income countries. In high-income countries, industry is responsible for 59 % of freshwater consumption, being the major consumer, while in low and middle-income countries this number is about 10 %. Industry through its several activities and processes is one of the biggest water consumers.

Industry is divided in three major groups concerning to water consumption – power stations, manufacture and mining. Of these, power plants are the major consumer with almost 80 % of the total amount of water consumed. Then comes the manufacture with about 19 % and finally mining with 1 %. In manufacture the biggest consumers are paper industries (32 %), primary metals industries (21 %), food industries (18 %), chemical industries (7 %), petroleum and coal products (5 %) and finally all others (17 %).

Cement industry, although being responsible for producing the second most traded product in the world – cement, is not a big consumer of water. Cement production can occur in two ways: the wet process and the dry process. The wet process uses a bigger amount of water in the production once all raw materials have to be mixed up with a high content of water (about 40% of the mix is water). This mixture than goes to the cement kilns. In the dry process, the raw materials are mixed together in the right proportions and go to the cement kilns without any water addition.

Regardless of the production process (wet or dry), cement industry requires water for other purposes: cooling lubrication systems, cooling kilns (when cooling is not done with air pumps), gas conditioning, flame cooling in kiln burners, watering to reduce dust emissions, domestic use, irrigation of green areas and gardens, vehicle and pavement washing. In the modern

cement industry there is any industrial wastewater production, only domestic wastewater is produced.

This case study refers to a Portuguese cement plant – Centro de Produção de Alhandra which is composed by the plant itself and a quarry in the vicinity for raw material collection. This cement plant doesn't produce industrial wastewaters, only domestic wastewaters. Water for industrial use in this plant represents about 75 to 90 % of the total water needs. Most of this water comes from superficial and groundwater collections. All the water for domestic use comes from the municipal distribution net.

There are four groundwater abstraction points in the quarry and one superficial water abstraction point (river Tejo) in the cement plant itself. The water abstracted from river Tejo undergoes a preliminary treatment process so that it gains the appropriate characteristics for its use in the cooling systems in the plant. The groundwater abstracted in the quarry is kept in two tanks and is then used for vehicle washing, and part of watering system for dust reduction and irrigation of green areas and gardens.

Centro de Produção de Alhandra has 21 water treatment plants, being 13 of these in the plant itself and the remaining 8 in the quarry. These treatment plants are essentially of three types: sewage treatment plants, oil separators and decanters. All these treatment plants are covered by maintenance plans that periodically check the systems.

Centro de Produção de Alhandra has 19 points of water discharge in the natural environment, 15 of these are superficial and 4 are infiltration wells. In the plant itself there are 15 superficial discharge points and in the quarry there are 3 superficial discharge points and 4 infiltration wells. Some of these points discharge only rainwater, others rainwater and treated water from the treatment plants and others only treated water.

Wastewater monitoring is done in all treatment plants. Different parameters in different periods are analyzed in the treatment lines. Some of these analyses are made by the plant laboratory and other by external laboratories.

Several rationalizing water measures have been taken in Centro de Produção de Alhandra in the past 20 years. The most relevant were the replacement of the kiln cooling system from water to air and conversion of the lubrication cooling systems to a closed circuit system instead of the open system.

In order to increase the water use efficiency in Centro de Produção de Alhandra some measures could be undertaken. The construction of a rainwater retention basin in one of the deactivated quarry fronts so that municipal net water would be used only in strictly necessary purposes, and groundwater could also be less consumed, thus reducing the pressure on this precious resource. In the quarry, as well as in the plant itself, irrigating and watering systems should all be using rainwater or treated water. For this purpose it is suggested that in the plant itself, 2 or 3 rainwater retention tanks are made.

Abreviaturas

CBO₅ – Carência Bioquímica de Oxigénio

CQO – Carência Química de Oxigénio

CO – Monóxido de carbono

CO₂ – Dióxido de carbono

CPA – Centro de Produção de Alhandra

EMAS – Sistema Comunitário de Ecogestão e Economia

ETAI – Estação de tratamento de águas para uso industrial

ETAR – Estação de tratamento de águas residuais

F_p – Factor de ponta horário

INAG – Instituto da Água

LT – Linha de tratamento

NO_x – Óxidos de azoto

NP – Norma Portuguesa

OD – Oxigénio dissolvido

PARP – Plano Ambiental de Recuperação Paisagística

Q_{mh} – Caudal médio horário

Q_{ph} – Caudal de ponta horário

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

SO₂ – Dióxido de enxofre

SST – Sólidos suspensos totais

TCG – Torres de condicionamento de gases

UNDP – United Nations Development Programme

UNEP – United Nations Environment Programme

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância

VLE – Valor limite de emissão

V_{útil} – Volume útil

WBCSD – World Business Council for Sustainable Development

WHO – Organização Mundial de Saúde

WRI – World Resources Institute

Índice

| | |
|--|----|
| I. Introdução | 3 |
| I.1 Enquadramento e oportunidade do tema | 3 |
| I.2 Objectivo | 4 |
| I.3 Estrutura do trabalho | 5 |
| II. Revisão bibliográfica | 6 |
| II.1 A água e a sua importância | 6 |
| II.1.1 Ciclo hidrológico | 7 |
| II.1.2 Reservas de água do planeta | 9 |
| II.1.3 A água na sociedade | 10 |
| II.1.4 Consumos de água | 12 |
| II.2 A água no sector industrial | 15 |
| II.2.1 A Revolução Industrial | 15 |
| II.2.2 Consumo de água no sector industrial | 16 |
| II.2.3 A água na indústria cimenteira | 18 |
| III. Caso de estudo: Centro de Produção de Alhandra da CIMPOR – Indústria de Cimentos, S.A. | 20 |
| III.1 O Centro de Produção de Alhandra | 20 |
| III.1.1 Localização | 20 |
| III.1.2 Evolução histórica | 20 |
| III.1.3 Produtos | 21 |
| III.1.4 Processo de fabrico de cimento no CPA | 21 |
| III.2 A gestão do ambiente no CPA | 26 |
| III.2.1 Política do ambiente | 26 |
| III.2.2 Sistema de gestão ambiental | 28 |
| III.2.3 Aspectos e impactes ambientais | 28 |
| III.3 Gestão da água no CPA | 31 |

| | |
|--|----|
| III.3.1 Redes de abastecimento de água | 32 |
| III.3.1.1 Fábrica | 32 |
| III.3.1.2 Pedreira | 32 |
| III.3.2 Linhas de tratamento de águas | 33 |
| III.3.2.1 Fábrica | 33 |
| III.3.2.2 Pedreira | 49 |
| III.3.3 Pontos de descarga de águas no meio natural | 56 |
| III.3.3.1 Fábrica | 57 |
| III.3.3.2 Pedreira | 59 |
| III.3.4 Monitorização de águas residuais | 62 |
| III.3.5 Planos de manutenção dos sistemas de tratamento de águas | 64 |
| III.3.6 Consumos de águas e descargas de águas residuais | 66 |
| III.3.7 Medidas de racionalização do consumo de água | 68 |
| IV. Considerações finais | 72 |
| V. Bibliografia | 74 |

I. Introdução

I.1 Enquadramento e oportunidade do tema

Como sabemos, a água constitui um recurso essencial a toda a vida no planeta e, no caso do Homem essencial também em termos sociais, económicos, industriais e recreativos.

Desde sempre e até há relativamente pouco tempo, por ignorância do Homem e também devido à sua imensidão em termos quantitativos, este recurso foi encarado como sendo inesgotável, auto-depurador e até mesmo “impoluível”, o que levou a que durante séculos, fosse descurado de uma forma muito perigosa, de tal modo que neste momento, ou num futuro próximo, poderá estar comprometida a sua sustentabilidade na maioria das regiões do planeta.

Actualmente é consensual a ideia de que a água potável está, enquanto recurso, gravemente afectada e que é extremamente urgente serem tomadas medidas de fundo para a sua preservação. Por todo o mundo assistimos a grandes eventos locais e/ou internacionais (como o caso do Fórum Mundial da Água, exposições exclusivamente dedicadas à água, seminários, congressos, ...), são criados grupos de trabalho de diversas organizações (governamentais e não governamentais), nova legislação é aplicada todos os anos de forma a restringir cada vez mais o uso irracional da água, reduzir os seus níveis de poluição, aumentar os níveis de tratamento, preservar rios, lagos, e ecossistemas directamente ligados a massas de água.

Neste sentido é importante actuar, em todos os sectores (agrícola, industrial, doméstico/residencial, serviços, recreativo, etc.) na redução do consumo de água, aumento da eficiência do seu uso, criação de sistemas que permitam a reciclagem e reutilização da água, mas sobretudo, na sensibilização da sociedade para a escassez e vulnerabilidade deste recurso.

De entre os vários sectores, o industrial encontra-se em segundo lugar no que respeita ao consumo de água doce, com 22% do total. É portanto muito importante perceber até que ponto o sector industrial está a tomar as devidas medidas no sentido da preservação deste recurso. Neste trabalho será estudada a indústria cimenteira em Portugal, tendo como caso de estudo o Centro de Produção de Alhandra do Grupo CIMPOR – Indústria de Cimentos, S.A..

I.2 Objectivo

A presente dissertação tem por objectivo identificar, descrever e avaliar todas as operações de uso e gestão de água nas instalações de uma indústria cimenteira em Portugal, nomeadamente o Centro de Produção de Alhandra da CIMPOR – Indústria de Cimentos, S.A., bem como identificar falhas e oportunidades de melhoria e propor algumas medidas concretas com vista ao aumento da eficiência do uso da água, à redução do consumo ou ainda à redução de custos com este recurso.

I.3 Estrutura do trabalho

O trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos principais:

- I.** Introdução
- II.** Revisão bibliográfica
- III.** Caso de estudo: Centro de Produção de Alhandra da CIMPOR, Indústria de Cimentos, S.A.
- IV.** Considerações finais
- V.** Bibliografia

No presente Capítulo (I. Introdução) é apresentado o trabalho em linhas gerais, através do seu enquadramento e justificação da escolha do tema, descrevem-se os seus objectivos e é apresentada a estrutura resumida do mesmo.

No Capítulo II (Revisão bibliográfica) são revistas e apresentadas informações sobre a água enquanto recurso indispensável à vida e às actividades humanas, incluindo as suas funções principais, o ciclo hidrológico, a interacção com a sociedade e as reservas existentes no planeta. Serão de igual modo apresentados os consumos médios de água por sector (agrícola, industrial, ...) e por continente bem como o impacto do forte crescimento demográfico e do aumento geral do nível de vida no consumo de água à escala global.

Ainda no Capítulo II será dado destaque às questões relacionadas com a água e seu uso no sector industrial, nomeadamente através de uma contextualização histórica com referencia à revolução industrial do século XVIII, apresentação dos consumos de água dentro do sector industrial e finalmente focalizando-se na industria cimenteira.

O Capítulo III (Caso de estudo: Centro de Produção de Alhandra da CIMPOR – Indústria de Cimentos, S.A.) é relativo ao caso de estudo propriamente dito. Neste capítulo é feita uma apresentação e descrição geral da CIMPOR – Indústria de Cimentos, S.A. e em particular do Centro de Produção de Alhandra (CPA), nomeadamente em relação à sua localização, evolução histórica, produtos finais e descrição do processo de fabrico de

cimento. Serão ainda abordados de forma geral, aspectos e impactes ambientais do CPA, a política ambiental da empresa e o sistema de gestão ambiental.

A problemática da gestão da água no CPA será também abordada no capítulo III e consiste num levantamento exaustivo de todos os usos e actividades que envolvam a água nas instalações industriais (fábrica e pedreira), desde as redes de abastecimento de água, linhas de tratamento de águas residuais e pluviais, pontos de descarga em águas superficiais, monitorização de águas residuais nos pontos de descarga, consumos de água, medidas de racionalização do consumo de água e planos de manutenção dos sistemas de tratamento de águas.

No Capítulo IV (Considerações finais) serão apresentadas algumas inexactidões detectadas na gestão da água no Centro de Produção de Alhandra e propostas concretas para melhoria dos sistemas em funcionamento de forma a proporcionar um aumento da eficiência do uso da água ou de redução do seu consumo.

II. Revisão bibliográfica

II.1 A água e a sua importância

Água é vida!

Todos os seres vivos dependem da água como suporte das suas funções vitais. Desde a alimentação, à reprodução, à termoregulação até ao próprio habitat de milhões de espécies, a água é sem dúvida parte da vida.

A água é um recurso estratégico e fundamental para a humanidade, pois mantém a vida no planeta Terra, sustenta a biodiversidade e a produção de alimentos e suporta todos os ciclos naturais. A água tem, portanto, importância ecológica, económica e social. As grandes civilizações do passado e do presente, assim como as do futuro, dependem e dependerão da água para sua sobrevivência económica e biológica e para o desenvolvimento económico e cultural.

“A água é, provavelmente, o único recurso natural que tem que ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade”. (Koichiro Matsuura, ex-Director Geral da UNESCO).

Embora dependam da água para a sua sobrevivência e para o desenvolvimento económico e social, as sociedades humanas desde há muito que vêm poluindo e degradando este recurso – tanto as águas superficiais como as subterrâneas. A diversificação de usos múltiplos, a deposição de resíduos sólidos e líquidos em rios, lagos e represas, e a desflorestação e ocupação de bacias hidrográficas têm produzido crises de abastecimento e crises na qualidade das águas. Todas as avaliações actuais sobre a distribuição, quantidade e qualidade das águas apontam para mudanças substanciais na direcção do planeamento e gestão de águas superficiais e subterrâneas.

A água desempenha uma série de funções e serve várias necessidades:

- Função biológica – não serve apenas ao Homem para beber e manter o equilíbrio do seu organismo, uma vez que nela vive e se desenvolve toda a fauna e flora aquáticas que lhe podem servir de alimento, directa ou indirectamente. Serve ainda para irrigar a terra, possibilitando a

germinação de sementes e favorecendo o crescimento e frutificação que constituirão alimentação não só para o Homem como para outros seres vivos;

- Função físico-química – a sua estrutura molecular torna-a num ótimo solvente. Apresenta também um elevado calor específico que lhe confere o poder de elemento termoregulador. A sua estrutura química faz com que, quando em estado sólido seja menos densa que em estado líquido permitindo que o gelo flutue sobre a água possibilitando o desenvolvimento de vida sobre e sob esse gelo. A água exibe também alguma viscosidade que possibilita a existência de maior biodiversidade na medida em que espécies mais pequenas podem viver junto das margens e fundo dos cursos de água onde a corrente é menor, enquanto que outras maiores podem nadar mais eficientemente no centro dos mesmos onde a corrente é mais forte. Por outro lado a viscosidade é também responsável pela formação de *eddies*, criando turbulência que contribui para a melhor mistura do ar com a água, aumenta o poder de solvente e proporciona melhor distribuição de organismos microscópicos;
- Função energética – a produção de energia a partir da água. A energia hídrica desde há muito é uma das principais fontes de energia renováveis existentes;
- Função ecológica e de lazer – a água é fundamental para o suporte de ecossistemas, essencialmente devido às suas funções biológica e físico-química, acima descritas. A função de lazer ou recreativa é uma função mais recente e consiste no prazer que a água pode proporcionar ao Homem que a desfruta das mais variadas formas.
- Função de transporte – o meio aquático foi dos primeiros meios de transporte de pessoas e bens utilizados pelo Homem. Serve também para transporte de sedimentos, sementes, etc.

II.1.1 Ciclo hidrológico

A água na Terra distribui-se por três reservatórios principais – os oceanos, os continentes e a atmosfera – entre os quais existe uma circulação contínua a que se dá o nome de ciclo hidrológico ou ciclo da água.

Este ciclo é responsável pela renovação da água no planeta e as suas forças motrizes são a energia solar e a energia da gravidade.

A água é a única substância que existe naturalmente nos três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso) na natureza. A coexistência destes três estados implica que existam transferências contínuas de água de um estado para outro. Esta sequência fechada de fenómenos pelos quais a água passa do globo terrestre para a atmosfera, e vice-versa, é designado por ciclo hidrológico.

A água presente em oceanos, mares, lagos e rios, bem como em todas as plantas, através da evaporação e da transpiração, é libertada para a atmosfera onde atinge um certo nível em que se condensa, formando as nuvens. Nas nuvens o vapor de água condensa-se ainda mais, formando gotículas que permanecem em suspensão na atmosfera. Estas gotículas, sob certas condições, agregam-se formando gotas maiores que vão originar a precipitação, seja sob a forma de chuva, neve ou granizo. Por sua vez, a água sob forma de precipitação pode seguir dois caminhos: pode infiltrar-se e formar/recarregar um aquífero ou um lençol freático ou pode simplesmente escoar superficialmente (*run-off*) até chegar a um rio, lago ou oceano, onde o ciclo continua. Na Figura II.1 é apresentada uma representação simplificada do ciclo hidrológico e das suas várias fases.



Figura II.1 – Ciclo hidrológico (adaptado de United States Geological Survey).

II.1.2 Reservas de água do planeta

O planeta Terra está coberto por água em cerca de 70 % da sua superfície (UNESCO 2003).

As estimativas para o cálculo das reservas globais de água do planeta são baseadas em vários métodos diferentes e já produziram diversos resultados. Segundo Shiklomanov e Gleick, a quantidade total de água presente na Terra é de aproximadamente 1,4 biliões de km^3 , dos quais 97,5 % correspondem a água salgada e apenas 2,5 % a água doce. Destes 2,5 % de água doce, cerca de 70 % está retido sob a forma de gelo em glaciares, calotes polares ou neve permanente. As águas subterrâneas e a humidade retida no solo correspondem a cerca de 30 % da totalidade da água doce existente, enquanto que os lagos de água doce e pântanos retêm apenas 0,3 %. Finalmente, os rios, que constituem a forma mais visível de água doce, correspondem a apenas menos de 0,01 % da água doce existente. Na Figura II.2 é apresentada uma representação esquemática da distribuição da água (salgada e doce) na Terra.



Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999.

Figura II.2 – Distribuição da água na Terra. Relação ente água salgada e água doce.

As estimativas indicam ainda que, devido ao facto de cerca de 20 % da água doce disponível estar em áreas demasiado remotas para serem captadas pelo Homem e os restantes 80% virem no local e tempo errados (cheias e monções), o total de água doce disponível para ser utilizada pelos ecossistemas e pelos humanos é de apenas 200.000 km^3 ,

o que consiste em menos de 1 % do total dos recursos de água doce existente e em cerca de 0,01 % do total de água existente na Terra (Shiklomanov e Gleick, 1999).

As águas subterrâneas são, indiscutivelmente, a fonte mais abundante de água doce facilmente acessível, seguida pelos lagos, reservatórios (barragens e outros), rios e pântanos.

As águas subterrâneas representam mais de 90 % dos recursos de água doce facilmente acessíveis (Boswinkel, 2000). Cerca de 1,5 biliões de pessoas dependem directamente das águas subterrâneas para o abastecimento do seu sistema de distribuição de água potável (WRI, UNEP, UNDP, World Bank, 1998).

A maior parte dos lagos de água doce estão localizados a elevadas altitudes, sendo que quase metade dos lagos de todo o mundo estão localizados num único país – Canadá. Por outro lado, muitos lagos, especialmente aqueles localizados em regiões áridas, tornam-se salgados através da evaporação que proporciona a concentração de sais que fluem para a albufeira ao longo do tempo. Como exemplos deste fenómeno temos o Mar Cáspio, o Mar Morto e o Grande Lago Salgado.

II.1.3 A água na sociedade

Para além da distribuição da água no planeta com base no seu tipo (doce ou salgada, subterrânea ou superficial, lago ou rio, etc.) interessa também perceber que esta não se encontra uniformemente distribuída pelos vários continentes em função da população, o que pode conduzir a problemas sociais e de saúde pública gravíssimos.

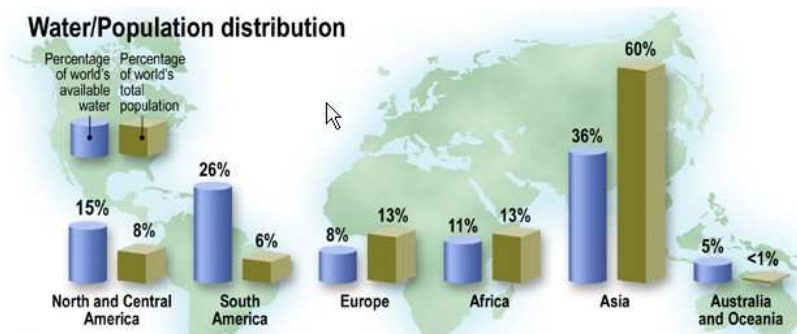


Figura II.3 – Relação entre a disponibilidade de água doce e a população. (Environment Canada, 2004)

Através da análise da Figura II.3 facilmente se percebe que a distribuição das nações não coincide com a distribuição geografia da água. Enquanto que a Ásia tem aproximadamente 60 % da população mundial e apenas cerca de 36 % da água doce disponível, a América do Sul tem 5 % da população mundial e cerca de 26 % da água doce disponível (Gleick, Peter H., 1993). Esta situação conduz a sérios problemas sociais e de saúde pública na grande maioria dos países asiáticos.

Nos anos 90, a maior redução na distribuição de água *per capita* foi em África (2,8 vezes), seguida pela Ásia (2 vezes) e América Latina e Caraíbas (1,7 vezes), enquanto que na Europa essa redução foi de apenas 16 %, ou seja, 0,32 vezes (WHO/UNICEF 2000).

O problema da escassez de água pode também ser encarado do ponto de vista do contraste entre países desenvolvidos e países subdesenvolvidos. Actualmente, a descarga de um autoclismo num país desenvolvido utiliza o mesmo volume de água que um habitante de um país subdesenvolvido consome, em média, num dia inteiro para a sua higiene, alimentação e limpezas (UNESCO 2003).

A dieta média actual de um Norte-americano requer mais de 1 800 m³ de água/pessoa/ano, enquanto que a de um Africano que viva num país da zona Sub-sahariana requer menos de 650 m³ de água/pessoa/ano (Gleick *in* The Worlds Water: 2008 – 2009). Assim como uma criança nascida no mundo desenvolvido consome 30 a 50 vezes mais água que uma criança nascida no mundo subdesenvolvido (UNESCO 2003).

No mundo subdesenvolvido mais de 90 % dos esgotos domésticos e 70 % dos efluentes industriais são descarregados sem qualquer tratamento nas águas superficiais, conduzindo à redução da qualidade da água e ao aumento das doenças relacionadas com a ingestão de águas não potáveis (UNESCO, 2003).

No mundo existem cerca de 1,1 biliões de pessoas sem acesso a água potável, 2,6 biliões sem acesso ao saneamento básico e estima-se que daí resultem cerca 1,8 milhões de mortos diariamente devido a doenças associadas a esta falta, dos quais 90 % são crianças com menos de 5 anos (WHO/UNICEF, 2004).

A falta de acesso a água potável e serviços de saneamento está directamente relacionada com a pobreza extrema. Os custos humanos directos e indirectos decorrentes destas situações são enormes para um governo e para uma sociedade, incluindo problemas de saúde generalizados, uso excessivo de mão-de-obra (particularmente as mulheres que se vêm obrigadas a caminhar longas distâncias para obter água) e graves limitações para o desenvolvimento económico (Gleick, 1995). A existência de sistemas de abastecimento de água e saneamento proporcionam benefícios significativos aos níveis social e económico bem como ao nível da redução da pobreza (WHO/UNICEF 2000).

Para enfrentar este problema, as Nações Unidas formularam um conjunto de medidas chamadas “Millennium Development Goals”, com o objectivo de reduzir a pobreza e assegurar o desenvolvimento sustentável. Destas medidas, destaca-se a medida numero 7.10: “Reduzir para metade, até 2015, a proporção de pessoas sem acesso sustentável a água potável e saneamento básico.”

II.1.4 Consumos de água

Nas últimas décadas, os aumentos de procura de água foram sendo satisfeitos essencialmente com o incremento da oferta, através da construção de grandes reservatórios ou pelo aumento da exploração de águas subterrâneas, com a perfuração de poços e furos.

A sociedade, cada vez mais exigente no que respeita a qualidade de vida, segurança alimentar, lazer, bens e serviços, etc. exige quantidades de água cada vez maiores para utilizar em três grandes sectores:

- Agrícola
- Industrial
- Doméstico

Assim como existem diferenças na distribuição da água a nível mundial e ao nível do grau de desenvolvimento dos países, também nos padrões de consumo de água os cenários são bem diferentes.

Na Figura II.4 é apresentado um diagrama que confronta os padrões de consumo de água nos três grandes sectores (agrícola, industrial e doméstico) a nível global, a nível dos países desenvolvidos e a nível dos países subdesenvolvidos.

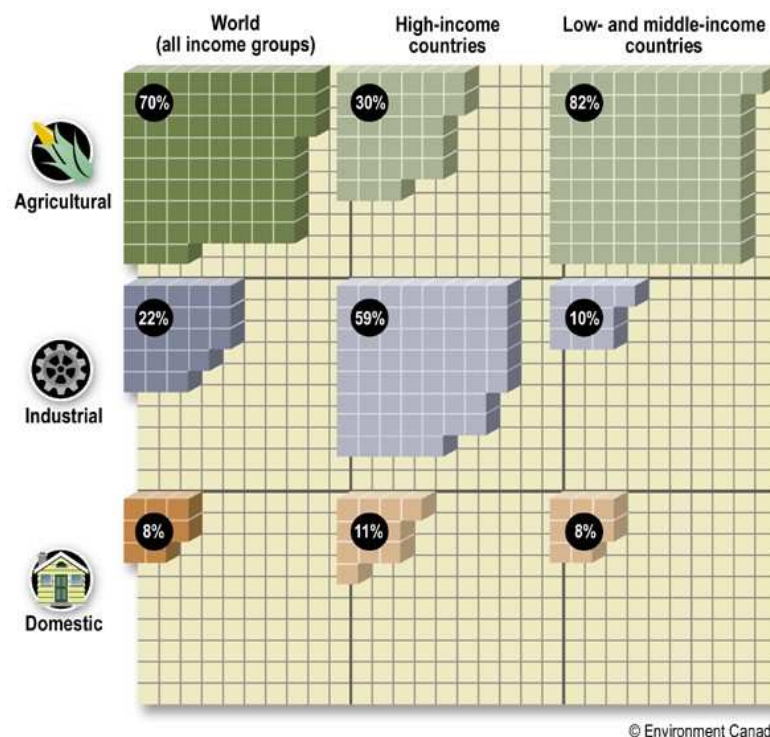


Figura II.4 – Usos de água para fins agrícolas, industriais e domésticos à escala global, em países desenvolvidos e em países subdesenvolvidos. (Environment Canada, 2004)

As diferenças entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos, mais uma vez, são claras. Por um lado, nos países desenvolvidos o sector que representa o maior consumo de

água é o industrial, com cerca de 59 % do total, enquanto que nos países subdesenvolvidos esse valor não ultrapassa os 10 %. Já nos países subdesenvolvidos é o sector agrícola que domina claramente os consumos de água com cerca de 82 % do total, enquanto que nos países desenvolvidos esse valor é de 30 %. A nível mundial, o sector agrícola surge como o maior consumidor de água (essencialmente para irrigação) com 70 % do total, seguido do sector industrial com 22 % e por fim o sector doméstico com 8%.

Em 1997 existiam cerca de 268 milhões de hectares de áreas de agricultura de regadio no mundo (Gleick *in* The Worlds Water: 2008 – 2009). Destes, cerca de 70 % estão localizados no continente Asiático (World Water Council 2000). Para satisfazer as necessidades de uma população mundial em crescimento, a área de agricultura de regadio quase dobrou nas últimas quatro décadas do século XX, essencialmente na Ásia e Estados Unidos (World Water Council 2000).

Outra questão muito importante relacionada com os consumos de água é o aumento da população mundial e a sua implicação na procura deste recurso.

O forte crescimento populacional que se fez sentir na última metade do século XX é directamente responsável por um aumento inédito da procura/consumo dos recursos de água doce disponíveis.

Os consumos de água no século XX aumentaram para valores superiores em 6 vezes aos valores do início do século, continuando ainda a aumentar a um ritmo cerca de 2 vezes superior ao crescimento populacional (World Water Council 2000).

Os estudos mostram que a população mundial quase triplicou nos últimos 50 anos – passando de, aproximadamente, dois biliões e meio em 1950, para mais de seis biliões em 2000 – prevendo-se que ultrapasse os nove biliões em 2050 (Figura II.5).

| Year | Total world population (mid-year figures) | Ten-year growth rate (%) |
|-------------------|---|--------------------------|
| 1950 | 2,556,000,053 | 18.9% |
| 1960 | 3,039,451,023 | 22.0 |
| 1970 | 3,706,618,163 | 20.2 |
| 1980 | 4,453,831,714 | 18.5 |
| 1990 | 5,278,639,789 | 15.2 |
| 2000 | 6,082,966,429 | 12.6 |
| 2010 ¹ | 6,848,932,929 | 10.7 |
| 2020 ¹ | 7,584,821,144 | 8.7 |
| 2030 ¹ | 8,246,619,341 | 7.3 |
| 2040 ¹ | 8,850,045,889 | 5.6 |
| 2050 ¹ | 9,346,399,468 | — |

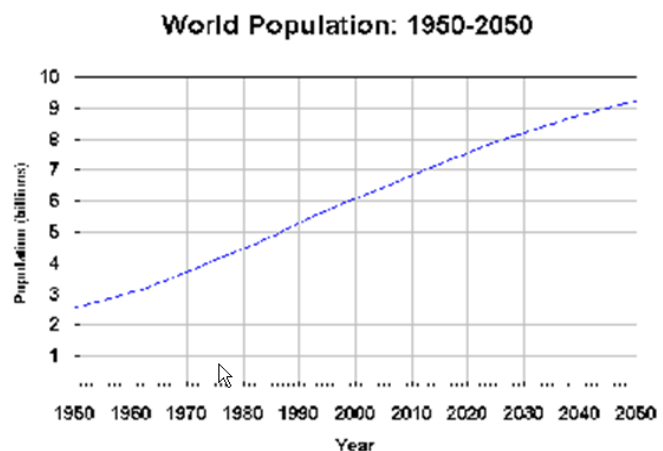


Figura II.5 – Crescimento da população mundial por décadas – histórico e projectado. (U.S. Census Bureau, International Database, April 2005 version)

O aumento da população gera o conseqüente aumento do consumo de água. Actualmente, o consumo de água doce acessível ao homem é de 30 % mas os estudos prevêem uma subida para os 70 % até 2025 (UNESCO 2003). Prevê-se também que nas próximas décadas será necessário mais 17 % de água doce para cultivar alimentos nos países subdesenvolvidos e que a utilização da água crescerá em cerca de 40 % (UNESCO 2003).

II.2 A água no sector industrial

II.2.1 A Revolução Industrial

A sociedade humana atravessou ao longo dos tempos duas grandes e duradouras mudanças que mereceram o nome de revolução. A primeira, a Revolução Neolítica (ou Revolução Agrícola) começou ainda na Pré-história por volta do ano 8 000 AC e prolongou-se por milhares de anos. Esta revolução marcou o fim dos povos nómadas e o início da sedentarização do *homo sapiens*, com o aparecimento das primeiras vilas e cidades. Neste período o Homem desenvolveu técnicas de cultivo agrícolas e passou a ter condições de armazenar alimentos uma vez que passou a fixar-se por mais tempo numa região.

A segunda, a Revolução Industrial, teve o seu início na Inglaterra no século XVIII e está ainda em curso actualmente em alguns lugares no mundo. A Revolução Industrial pode ser definida como a aplicação do poder da maquinaria para a manufacturação. Esta revolução alterou drasticamente a estrutura social e económica.

Ao nível social provocou a migração das pessoas das zonas rurais e agrícolas para cidades e vilas de crescimento muito rápido, ou seja, o chamado êxodo rural. Por um lado tornou o trabalho numa actividade disciplinada e principalmente de *indoor*, enquanto que por outro, contribuiu para a crescente diferenciação entre proprietários, gestores e empresários relativamente aos simples trabalhadores.

Ao nível económico a Revolução Industrial veio consolidar e globalizar o sistema capitalista, permitir o aumento da produção em quantidade e rapidez (o que conduziu a uma redução de custos no processo produtivo) e proporcionar ainda o aparecimento e expansão de novos mercados e o reforço dos existentes.

Contudo, entre uma série de outros factores que se combinaram na Inglaterra no século XVIII estava a água, sem a qual a revolução não seria possível. Pode mesmo dizer-se que o primeiro motor da Revolução Industrial foi o poder da água.

O relevo acidentado do país fazia com que existissem numerosos cursos de água que viriam a constituir a força motriz para o funcionamento das máquinas industriais. Por outro lado, os rios amplificados desde 1971 por uma rede de canais em desenvolvimento, vieram facilitar bastante o transporte de bens e matérias-primas numa época em que as estradas ainda não constituíam uma alternativa viável.

Foi também com a Revolução Industrial que a poluição dos recursos aquáticos ganhou uma nova dimensão. Desde os tempos mais remotos o Homem costumava lançar os seus detritos nos cursos de água. Contudo, até à Revolução Industrial esse procedimento não

causava problemas, já que os rios, lagos e oceanos têm considerável poder de auto-depuração e de purificação. Com a industrialização, a situação começou a sofrer profundas alterações. O volume de detritos e resíduos despejados nas águas tornou-se cada vez maior, superando a capacidade de depuração e purificação destes recursos, que é limitada. Além disso, passou a ser despejada na água uma grande quantidade de elementos não biodegradáveis e tóxicos, como plásticos, detergentes e pesticidas que se vão acumulando, diminuindo a capacidade de retenção de oxigénio das águas e, conseqüentemente, prejudicando a vida aquática. Os recursos aquáticos eram encarados como autênticas lixeiras.

II.2.2 Consumo de água no sector industrial

A indústria, através das mais variadas actividades que desenvolve, representa um sector de actividade com grandes consumos de água. É portanto fundamental estar atento aos meios disponíveis para se utilizar de forma mais eficiente este recurso natural.

De acordo com Arreguín-Cortés (1994), de uma forma geral pode-se dizer que a água encontra as seguintes aplicações na indústria:

- Consumo humano: água utilizada em ambientes sanitários, vestiários, cozinhas e refeitórios, bebedouros, equipamentos de segurança (lava-olhos, por exemplo) ou em qualquer actividade doméstica com contacto humano directo;
- Matéria-prima: como matéria-prima a água será incorporada no produto final, a exemplo do que ocorre nas indústrias de cervejas e refrigerantes, de produtos de higiene pessoal, de alimentos, entre tantas outras, ou então, a água pode também ser utilizada para a obtenção de outros produtos, por exemplo, o hidrogénio por meio da electrólise da água;
- Fluido auxiliar: a água, como fluido auxiliar, pode ser utilizada em diversas actividades, destacando-se a preparação de suspensões e soluções químicas, compostos intermediários, reagentes químicos, meio de transporte dentro da indústria, ou ainda, para as operações de lavagem;
- Produção de energia: para este tipo de aplicação, a água pode ser utilizada através da transformação da energia cinética, potencial ou térmica, acumulada em si, em energia mecânica e posteriormente em energia eléctrica;
- Fluido de aquecimento e/ou arrefecimento: nestes casos, a água é utilizada como fluido de transporte de calor para remoção do calor de misturas reactivas ou outros dispositivos que necessitem de arrefecimento devido à geração de calor, ou então, devido às condições de operação estabelecidas, pois a

elevação de temperatura pode comprometer o desempenho do sistema, bem como danificar algum equipamento. Para o aquecimento, em geral utiliza-se a geração de vapor através de caldeiras que realizam a combustão de carvão, petróleo, gás ou mais recentemente, combustíveis alternativos (essencialmente à base de resíduos);

- Outros Usos: utilização de água para combate a incêndios, rega de áreas verdes ou incorporação em diversos subprodutos gerados nos processos industriais, seja na fase sólida, líquida ou gasosa.

De um modo geral a quantidade e a qualidade da água necessária para o desenvolvimento das diversas actividades consumidoras numa indústria dependem do seu ramo de actividade e capacidade de produção. O ramo de actividade de uma indústria, que define as actividades desenvolvidas, determina as características de qualidade da água a ser utilizada, no entanto, numa mesma indústria podem ser utilizadas águas com diferentes níveis de qualidade. Por outro lado a dimensão da indústria, que está relacionada com a sua capacidade de produção, irá definir qual a quantidade de água necessária para cada tipo de uso.

De acordo com o Departamento de Estatística do Canadá, o sector industrial divide-se em três grandes grupos: centrais termoeléctricas, indústria transformadora e industria mineira. Destes três grupos destacam-se com quase 80 % do total de água consumida, as centrais termoeléctricas, seguidas pela indústria transformadora com cerca de 19 % e finalmente a industria mineira com 1 %.

Relativamente ao sector da indústria transformadora, importa perceber de entre os inúmeros tipos de indústria, quais são os maiores consumidores. No Figura II.6 estão representadas as indústrias transformadoras com maiores consumos de água no Canadá. Através da análise do gráfico conclui-se que existem cinco grandes consumidores de água que são responsáveis por mais de 83 % do total de consumos: indústria papeleira (32 %), indústria metalúrgica (21 %), indústria alimentar (18 %), indústria química (7 %) e indústria petrolífera (5%).

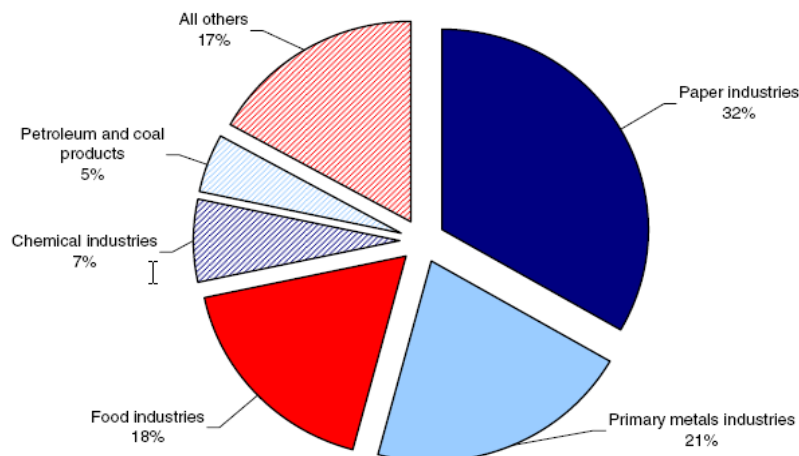


Figura II.6 – Consumos de água na indústria transformadora (Statistics Canada *in* Industrial Water Use 2005).

Como referido no capítulo II.1.3 o consumo de água no sector industrial varia significativamente conforme se tratem de países desenvolvidos ou países subdesenvolvidos, ou ainda de continente para continente. Assim, os valores apresentados, relativamente à realidade Canadiana, devem ser tomados como indicativos para países desenvolvidos ou para continentes como a Europa ou a América do Norte.

II.2.3 A água na indústria cimenteira

A indústria cimenteira, apesar de ser responsável pela produção do segundo bem mais transaccionado no mundo – o cimento (sendo o primeiro a água) – não é uma das principais consumidoras de água (WBCSD *in* Cement Sustainability Initiative, 2002).

A produção de cimento pode ser efectuada segundo dois processos: via húmida e via seca. Como o próprio nome indica, uma das diferenças entre estes dois processos é a presença ou ausência de água (na mistura das matérias-primas), as outras diferenças são ao nível do processo de moagem das matérias-primas e da cozedura.

No processo de produção de cimento por via húmida, as matérias-primas, na proporção certa, são misturadas com água de forma a formarem uma espécie de lama (cerca de 40 % da mistura é água de modo a garantir a sua fluidez e homogeneização) que é depois encaminhada para o forno.

No processo de produção de cimento por via seca, as matérias-primas são misturadas na proporção certa e introduzidas no forno sem qualquer adição de água.

No final, independentemente do processo de produção, o produto será igual.

O processo de produção por via húmida é o mais antigo e está a ser cada vez menos utilizado pois conduz a elevados gastos de energia para secar e cozer a mistura no forno, assim como corresponde também a maiores consumos de água.

Para além do consumo de água no processo de produção por via húmida, qualquer indústria cimenteira, independentemente do seu processo produtivo, necessita de água para outras finalidades:

- Arrefecimento de sistemas de lubrificação;
- Arrefecimento do clínquer produzido nos fornos (em alguns casos: arrefecedor de satélites);
- Condicionamento de gases;
- Arrefecimento da chama nos queimadores principais dos fornos;
- Aspersão de água para redução das emissões difusas de poeiras;
- Utilizações sanitárias, balneários e refeitórios;
- Rega de espaços verdes e ajardinados;
- Lavagens de veículos, máquinas e pavimentos.

A indústria cimenteira mais moderna, não produz águas residuais industriais provenientes directamente do seu processo produtivo. Produz no entanto, águas residuais domésticas e outras provenientes de operações de lavagem e manutenção de veículos, assim como de escorrências de águas pluviais em zonas de armazenagem de matérias-primas, combustíveis sólidos e resíduos. Os sistemas de arrefecimento são, na sua maioria, em circuito fechado permitindo a reutilização de grandes quantidades de água e evitando a produção de águas residuais industriais. Por outro lado, a utilização de água para condicionamento de gases e arrefecimento de chama também não gera quaisquer efluentes, uma vez que é evaporada na totalidade.

III. Caso de estudo: Centro de Produção de Alhandra da CIMPOR – Indústria de Cimentos, S.A.

III.1 O Centro de Produção de Alhandra

III.1.1 Localização

O Centro de Produção de Alhandra (CPA) fica localizado na Vila de Alhandra, Concelho de Vila Franca de Xira, na margem direita do rio Tejo. Distando cerca de 25 km de Lisboa (para Norte), beneficia de bons acessos rodoviários (através da EN10 e A1), ferroviários (está ligado à linha de caminhos de ferro do Norte através de ramal ferroviário próprio) e marítimos (dispõe de um porto fluvial).

Associada à actividade do CPA está a Pedreira de calcário do Bom Jesus, situada a cerca de 2 km da fábrica. O Centro de Produção cobre uma área total de 374 hectares, sendo 346 hectares correspondentes à área dos terrenos da pedreira e 28 hectares relativos à área fabril.

III.1.2 Evolução histórica

O CPA teve origem na antiga Companhia de Cimento Tejo, que iniciou a sua laboração em 1894, com a instalação de um forno horizontal contínuo de 6 000 t/ano de clínquer. Desde então, foi sujeito a transformações e ampliações profundas.

Em 1931 entrou em laboração o primeiro forno rotativo e 3 anos mais tarde o segundo, ambos a funcionar pelo processo de via húmida.

Em 1977 com a entrada em funcionamento do forno 6 deu-se início da produção pelo processo de via seca e em 1985 fez-se a reconversão de um forno já existente dando origem ao actual forno 7.

O estatuto da empresa foi alterado em 1991, passando a designar-se CIMPOR – Cimentos de Portugal, S.A. e em 1996 o CPA foi integrado na CIMPOR – Indústria de Cimentos, S.A..

Actualmente com duas linhas fabris de produção em funcionamento (linha 6 e linha 7), a fábrica de Alhandra tem uma capacidade de 2,2 milhões t/ano de clínquer e 2,65 milhões de t/ano de cimento e dispõe das tecnologias mais modernas utilizadas pela indústria cimenteira.

Emprega actualmente cerca de 190 trabalhadores, funcionando em laboração contínua, com três turnos diários nas actividades relacionadas com a fabricação de cimento. O CPA

recorre ainda a serviços prestados em regime de outsourcing numa média mensal, de 348 trabalhadores contratados (em 2008).

O CPA deu início à valorização energética de resíduos através do processo de co-incineração no forno 7 em 2007 e no forno 6 em 2008.

III.1.3 Produtos

O cimento é um ligante de origem mineral constituído essencialmente por silicatos e aluminatos de cálcio que se apresenta sob a forma de pó. Devido à sua natureza hidráulica, quando amassado com água forma uma pasta que faz presa, endurece e conserva a sua resistência mecânica e estabilidade, mesmo debaixo de água.

O CPA tem como actividade principal o fabrico e expedição dos seguintes tipos de cimento, obtidos a partir da moagem de diferentes proporções de clínquer, gesso (regulador de presa) e aditivos:

- Cimento Portland EN 197-1 – CEM I 52,5 R;
- Cimento Portland EN 197-1 – CEM I 42,5 R;
- Cimento Portland de calcário EN 197-1 – CEM II / A-L 42,5 R;
- Cimento Portland de calcário EN 197-1 – CEM II / B-L 32,5 N;
- Cimento Pozolânico EN 197-1 – CEM IV / B (V) 32,5 N.

O clínquer, produto da cozedura, pode também ser expedido como produto final.

III.1.4 Processo de fabrico de cimento no CPA

O diagrama da Figura III.1 esquematiza as diferentes operações unitárias conducentes ao fabrico de cimento e que representam o processo de produção do CPA, cuja operação é iniciada na pedreira com a extracção de matérias-primas seguindo até à embalagem e expedição do cimento.

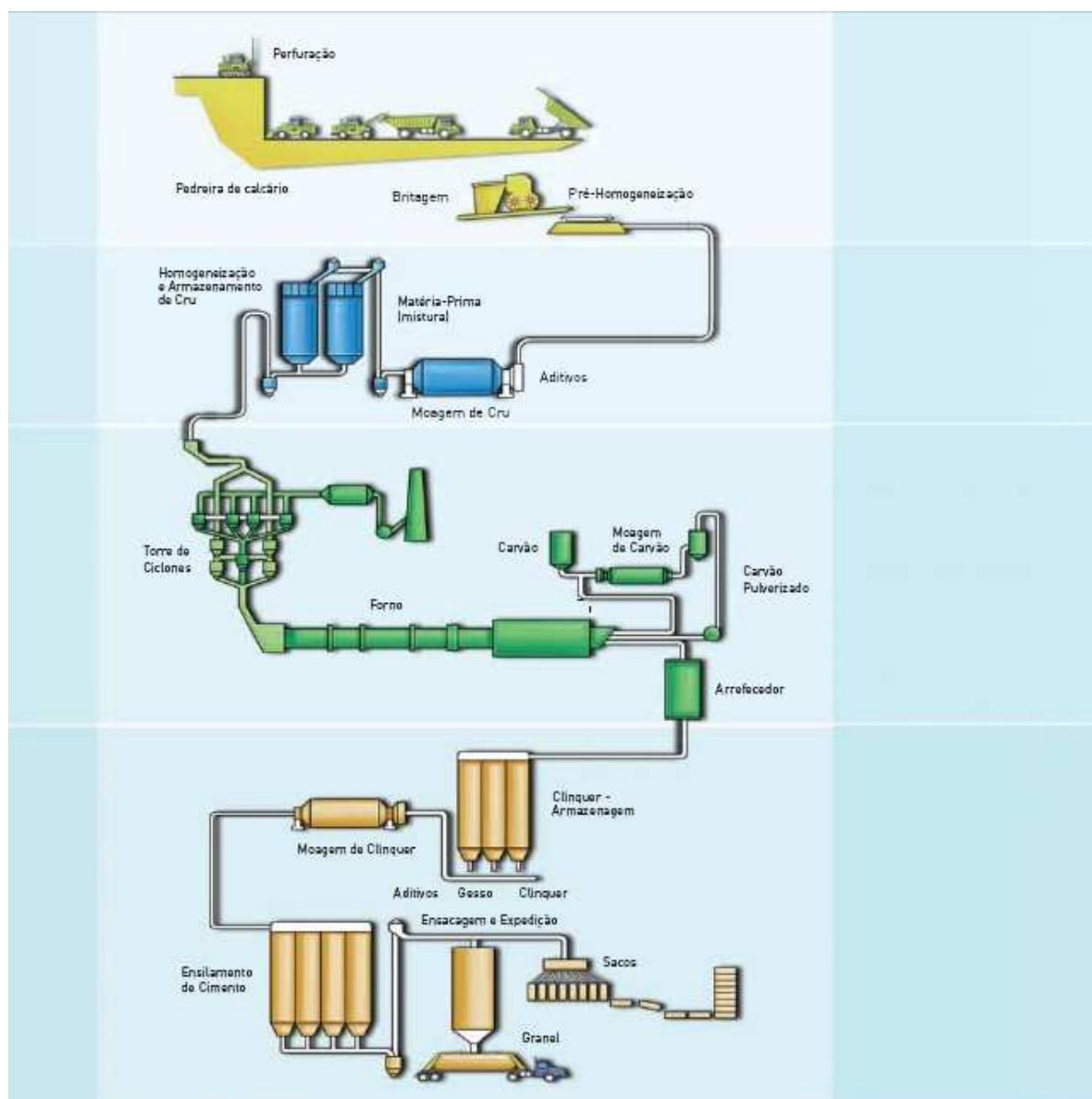


Figura III.1 – Operações unitárias que representam o processo de produção de cimento no CPA (Declaração Ambiental CPA 2006).

Extracção da matéria-prima:

A matéria-prima principal para a produção de cimento é o calcário, o qual é explorado na pedreira do Bom Jesus, situada a 2 km da fábrica. A extracção é feita por desmorte com utilização de explosivos.

Britagem:

O calcário extraído é britado em duas instalações de britagem (Britador KRUPP e Britador O&K). Posteriormente são adicionadas outras matérias-primas, tais como areia, calcário rico, cinzas de pirite e matérias-primas alternativas (valorização de resíduos provenientes de outros sectores de actividade) formando-se as pilhas de pré-homogeneização com o fim de garantir a composição química pretendida para o clínquer

(produto resultante da cozedura das matérias-primas referidas). O material obtido, designado “mistura”, é armazenado em dois parques de pré-homogeneização com as capacidades de 30 000 e 60 000 t. A composição química das pilhas é controlada por um analisador “*on-line*” instalado no circuito de transporte à saída de cada britador.

Preparação da matéria-prima:

Para que as operações subsequentes se processem é necessário que a mistura tenha uma granulometria e humidade adequadas de forma a permitir uma melhor homogeneização e cozedura. Assim, a “mistura” proveniente das pré-homos (Pré-Homo I e Pré-Homo II), é moída para uma dimensão inferior a 200 μm , em duas instalações de moagem (uma por cada linha de produção de clínquer) constituídas por moinhos de bolas (esferas em aço de dimensões variadas) em circuito fechado, com posterior secagem. No processo de secagem são aproveitados os gases quentes provenientes dos fornos.

O produto resultante da moagem - a “farinha” ou “cru” - é armazenado e homogeneizado em silos com uma capacidade total de 31 000 t.

Preparação dos combustíveis:

Os combustíveis normalmente usados na operação de cozedura são o coque de petróleo e o carvão, sendo utilizado o fuelóleo no aquecimento dos fornos após paragens prolongadas. No entanto tem-se vindo a verificar, desde 2007 com o início da co-incineração, uma crescente utilização de combustíveis alternativos (resíduos orgânicos e inorgânicos). O CPA dispõe de um parque fechado para armazenagem de combustíveis sólidos e de um reservatório para armazenagem do fuelóleo. A preparação dos combustíveis sólidos é realizada em duas instalações de moagem (uma por cada linha de produção de clínquer) constituídas por moinhos de bolas (esferas em aço de dimensões variadas) em circuito fechado, com secagem utilizando os gases dos fornos. No caso do fuelóleo este tem de ser pré-aquecido, através da utilização de duas caldeiras a gás, a cerca de 120 °C antes de ser injectado nos queimadores principais dos fornos.

Clinquerização (cozedura):

Um tratamento térmico adequado transforma a farinha num produto intermédio - o clínquer. Este tratamento térmico desenvolve-se nas seguintes etapas:

1. A farinha moída e previamente seca (com uma humidade final residual na ordem dos 0,5%) é pré-aquecida em torres de ciclones de 4 e 5 andares, para a linha 6 e 7 respectivamente, em contra-corrente com os gases de escape dos fornos, até à temperatura de cerca de 850 °C à entrada dos fornos. Nas torres de ciclones ocorrem as fases de secagem final e início da descarbonatação da farinha. Na

torre da linha 7 existe um pré-calcinador, que recebe ar quente para a combustão (ar terciário) a partir do arrefecedor, onde é queimado até 60% do combustível, permitindo aumentar substancialmente o grau de descarbonatação da “farinha” (a cerca de 90%) antes da sua entrada no forno. Na torre da linha 6 existe uma “falsa” pré-calцинаção na qual pode ser introduzido até cerca de 20% do total de combustível ao forno.

2. A farinha pré-aquecida e descarbonatada entra no forno, tendo aí lugar as reacções de clínquerização a temperaturas muito elevadas, da ordem dos 1 450 – 1 500 °C.

À saída do forno 6, o clínquer passa por um arrefecedor de satélites, onde é submetido a um arrefecimento brusco por ar frio em contracorrente. O calor libertado neste arrefecimento é recuperado, sendo o ar de arrefecimento utilizado como ar secundário de combustão no forno.

No caso do forno 7, o clínquer passa por um arrefecedor de grelhas, onde é submetido a um arrefecimento brusco por uma corrente de ar frio transversal. O calor libertado neste arrefecimento é recuperado, sendo o ar de arrefecimento, agora aquecido, utilizado como ar de combustão no forno (ar secundário 1 000°C) e no pré-calcinador (ar terciário 850°C).

Armazenagem de clínquer:

O clínquer produzido é armazenado em dois silos cilíndricos e num stock polar coberto com capacidade total para 120 000 t.

Moagem de cimento:

O cimento é produzido a partir da moagem de clínquer e gesso, com adição de outros materiais (filler calcário e cinzas volantes) para a produção dos diferentes tipos de cimento.

No CPA existem quatro instalações de moagem de cimento em circuito fechado (moagens 9 a 12), constituídas por moinhos de bolas (esferas em aço de dimensões variadas) e separadores de alta eficiência de terceira geração.

A armazenagem dos diferentes tipos de cimento faz-se em silos separados existindo 13 silos com uma capacidade total de 56 500 t.

Embalagem e expedição:

O cimento produzido é expedido em saco (de 35 e 50 kg) e a granel, por rodovia, ferrovia ou via marítima.

A ensacagem processa-se através de quatro máquinas automáticas. Os sacos podem ser carregados sobre camião, segundo dois modos:

- em paletes de madeira reutilizáveis envolvidas em filme plástico, através de duas paletizadoras e empilhadores;
- em pacotão, com invólucro de plástico, através de uma empacotadora e empilhadores (também para ferrovia).

O carregamento a granel por rodovia processa-se em oito postos a funcionar em sistema de “self-service”, enquanto que o carregamento a granel em ferrovia se processa em dois postos e o de via marítima é assegurado por um carregador.

A expedição de clínquer é realizada numa instalação própria de carregamento a granel.

III.2 A gestão do ambiente no CPA

A aprovação da Política do Ambiente da Cimpor em 1995, foi sem dúvida, o marco mais importante para o início de uma gestão sistematizada dos aspectos e impactes ambientais associados à sua actividade.

Decorrente da Política do Ambiente, foi iniciada a concepção do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) do CPA. Este SGA, após alguns anos de aperfeiçoamento e implementação com muito bons resultados passou por um processo de certificação, sendo desde 2003, um SGA certificado de acordo com a Norma NP EN ISO 14001.

Em 27 de Dezembro de 2005 foi atribuído o registo no EMAS (Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria) ao CPA, que passou a ser a segunda cimenteira nacional, a seguir ao Centro de Produção de Loulé, a obter esse registo, como confirmação por parte das autoridades competentes, da postura do Centro relativamente aos compromissos ambientais assumidos superiormente:

- Implementação e manutenção do seu SGA;
- Avaliação sistemática e periódica do Sistema implementado;
- Formação e aperfeiçoamento profissional dos seus colaboradores de modo a estimular o seu envolvimento activo na melhoria do desempenho ambiental do Centro;
- Informação periódica do comportamento e desempenho ambientais do Centro, numa postura de diálogo com todas as partes interessadas.

Todos estes compromissos se enquadram no objectivo geral de Melhoria Contínua de Desempenho Ambiental, que por sua vez, se associa às responsabilidades assumidas na promoção do Desenvolvimento Sustentável.

III.2.1 Política do Ambiente

A Política do Ambiente seguida no CPA não é exclusiva deste Centro, mas sim comum a todos os restantes Centros de Produção do Grupo Cimpor em Portugal, sendo a mesma estabelecida a nível central.

Assim, a CIMPOR Indústria de Cimentos, S.A., empresa líder nacional na fabricação de cimento, consciente das implicações ambientais da sua actividade industrial, pretende contribuir para o desenvolvimento sustentável, através de uma estratégia responsável e consequente em matéria de ambiente, assegurando a melhoria contínua do seu desempenho.

Tendo em conta a relevância de alguns impactes ambientais característicos da sua actividade, a Cimpor continuará a modernizar tecnologicamente as suas instalações industriais, no sentido de compatibilizar os princípios da protecção do ambiente com a competitividade da sua actividade industrial, indispensável ao desenvolvimento e progresso da economia do país.

É este posicionamento que fundamenta a opção da Cimpor pela manutenção dos Sistemas de Gestão Ambiental, de acordo com a Norma NP EN ISO 14001:2004, nos seus Centros de Produção, bem como pelo registo no Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria (EMAS) dessas suas unidades industriais de produção de cimento.

No respeito destes princípios, a Cimpor compromete-se a:

1. Cumprir todos os requisitos legais aplicáveis, bem como quaisquer outros requisitos, nomeadamente os resultantes de decisões voluntárias da empresa relativos aos seus aspectos ambientais.
2. Assegurar a aplicação das boas práticas de gestão ambiental, no sentido de garantir:
 - a avaliação dos impactes ambientais da sua actividade;
 - a definição e revisão periódica dos objectivos e metas ambientais dos seus Centros de Produção;
 - a melhoria contínua do seu desempenho ambiental, tendo em conta os princípios da prevenção da poluição e as Melhores Técnicas Disponíveis, minimizando as suas emissões e os seus consumos de energia e água;
 - a melhoria contínua da utilização de matérias-primas e recursos naturais;
 - a minimização dos riscos ambientais da sua actividade e uma correcta gestão de resíduos.
3. Promover a formação e sensibilização dos seus colaboradores, internos e externos, em matéria de ambiente, estimulando a sua participação no processo de melhoria contínua.
4. Divulgar a todos os níveis da empresa, ao público e a outras partes interessadas, os seus compromissos, desempenho e aspectos ambientais, mantendo ao mesmo tempo uma abordagem activa e aberta no que diz respeito ao diálogo com as mesmas.
5. Disponibilizar os meios humanos, técnicos e financeiros necessários para atingir os objectivos traçados.

III.2.2 Sistema de gestão ambiental

O sistema de gestão ambiental do CPA é um sistema estabelecido, documentado e mantido como meio para garantir que a protecção ambiental constitua de forma sistemática e contínua, um dos importantes elementos de gestão quotidiana das suas operações.

Este SGA foi desenvolvido atendendo aos requisitos do Regulamento EMAS 2000, em que é contemplada a Secção 4 da NP EN ISO 14001:1999.

A sua efectiva implementação decorreu durante o ano de 2002 tendo sido sujeito no decorrer de 2003 a auditorias externas por um organismo de certificação que culminou, em Novembro, com a certificação ambiental do SGA, de acordo com os requisitos da NP EN ISO 14001:1999.

Com a publicação da nova versão da norma de referência e após a necessária adaptação do SGA, foi realizada em Dezembro de 2006 a Auditoria de Renovação para a NP EN ISO 14001:2004, tendo sido emitido em Fevereiro de 2007, o novo certificado. O CPA passou assim, a ter a certificação do seu SGA, segundo este novo referencial, para a Produção de Cimento e Exploração da Pedreira do Bom Jesus.

O SGA assegura uma estratégia de envolvimento e sensibilização de todos os níveis hierárquicos da Empresa para os compromissos resultantes da adopção da Política de Ambiente.

A Equipa do Ambiente do CPA efectua periodicamente a revisão do SGA, avaliando o grau de cumprimento dos objectivos e metas, o desempenho ambiental e a conformidade com os requisitos aplicáveis, de modo a assegurar, em coerência com o compromisso de melhoria contínua, a sua adequação ao cumprimento da Política do Ambiente

Além disso, de modo a garantir a sua eficácia, o SGA do CPA é, pelo menos uma vez por ano, auditado por colaboradores técnicos pertencentes à bolsa de auditores internos da Cimpor e com a devida formação para o efeito.

III.2.3 Aspectos e impactes ambientais

Entendem-se por aspectos ambientais todas as formas possíveis da empresa interagir com o ambiente, ou seja, todos os consumos de recursos naturais e/ou energia, bem como a produção de efluentes líquidos e gasosos, de resíduos, ou a emissão de ruído para o exterior da instalação.

No caso da indústria cimenteira, esta apresenta ao longo das várias etapas do processo de fabrico de cimento, diversos impactes no ambiente, como resultado dos seus aspectos ambientais, sendo os mais significativos a emissão de poluentes atmosféricos, emissões de

ruído, a utilização de combustíveis fósseis e os efeitos resultantes da exploração das pedreiras.

No início do processo de concepção e implementação do SGA, o CPA procedeu à identificação e avaliação dos aspectos ambientais directos e indirectos associados às suas actividades, produtos e serviços.

Posteriormente, em consequência dos trabalhos desenvolvidos, a nível local, pela Equipa do Ambiente e a nível central pela Comissão de Coordenação do Ambiente, assim como dos resultados das auditorias realizadas, essa identificação e avaliação tem sido sujeita a melhorias que permitem ao CPA manter actualizada essa informação na forma de um registo criado para o efeito.

A avaliação da significância dos aspectos ambientais identificados é realizada de forma a serem determinados aqueles que têm, ou possam ter, um impacte ambiental significativo.

No Quadro III.1 são apresentados de forma resumida e agregada, os aspectos ambientais directos e indirectos associados a impactes ambientais significativos (negativos) resultantes das actividades do CPA.

Quadro III.1 – Aspectos ambientais directos e indirectos associados a impactes ambientais significativos resultantes das actividades do CPA.

| ASPECTO AMBIENTAL | | ACTIVIDADE | IMPACTE AMBIENTAL |
|---|--------|--|---|
| 1. Ar | | | |
| Emissões de partículas nas chaminés principais | Ⓧ | Fornos, arrefecedor, moagens de carvão e de cimento (desgaste e ruptura de mangas e outras situações de disfuncionamento) | Acréscimo de concentração de partículas no ar ambiente e deposição na envolvente fabril |
| Emissão de NO _x | Ⓧ | Fornos (situações de arranque e paragem ou mau funcionamento) | Poluição atmosférica (nevoeiro fotoquímico, chuvas ácidas); potenciais efeitos na saúde |
| Emissão de SO ₂ | Ⓧ | Fornos (situações de mau funcionamento, utilização de matérias-primas com teores de enxofre elevados) | Poluição atmosférica Chuvas ácidas Potenciais efeitos para a saúde |
| Emissão de CO | Ⓧ | Fornos (situações de acendimento a frio e mau funcionamento) | Poluição atmosférica; potenciais efeitos na saúde |
| Emissão de CO ₂ | Ⓧ Ⓢ | Fornos (queima de combustíveis, descarbonatação das matérias-primas); Produção da energia eléctrica consumida | Aumento do efeito de estufa |
| Emissões difusas de partículas | Ⓧ | Armazenagem, carga e descarga de combustíveis sólidos e matérias-primas; Instalações fabris (situações de roturas de mangas dos filtros, derrames de materiais...) | Acréscimo de concentração de partículas no ar ambiente e deposição na envolvente fabril |
| Emissão de gases de escape e partículas | Ⓧ Ⓢ | Movimentação de veículos na pedreira e no exterior – Transporte de matérias-primas, combustíveis, produtos, etc. | Poluição atmosférica (efeito de estufa, chuvas ácidas, nevoeiro fotoquímico); potenciais efeitos na saúde |
| 2. Águas Residuais | | | |
| Eventual descarga de águas residuais deficientemente tratadas | Ⓧ | Tratamento de águas residuais - Decantadores, separadores de óleos, ETAR's (eventual mau funcionamento dos equipamentos) | Poluição dos cursos de água |

| | | | |
|---|---|--|--|
| Eventual descarga de águas de escorrência superficial deficientemente tratadas no rio Tejo | Ⓣ | Armazenagem de combustíveis sólidos em pilhas a céu aberto (situações de mau funcionamento dos equipamentos de tratamento das águas) | Poluição dos cursos de água |
| Derrames no abastecimento de tanques e veículos | Ⓣ | Armazenagem e manuseamento de gasóleo e fuelóleo (situações de sobreenchimento ou rotura) | Poluição dos cursos de água Poluição dos solos e águas subterrâneas |
| 3. Ruído e Vibrações | | | |
| Emissão de ruído para o exterior e nos locais de trabalho | Ⓣ | Funcionamento de máquinas e equipamentos (britagens, moagens, ventiladores, salas de compressores, movimentação de veículos,...) | Incomodidade para trabalhadores e vizinhança Risco de doenças profissionais |
| 4. Energia | | | |
| Consumo de combustíveis (carvão, coque de petróleo, gasóleo, gás propano) | Ⓣ | Forno (cozedura), caldeiras, embalagem, infraestruturas sociais, movimentação de veículos | Diminuição das disponibilidades em recursos energéticos |
| Consumo de energia eléctrica | Ⓣ | Funcionamento de máquinas e equipamentos | Diminuição das disponibilidades em recursos energéticos |
| 5. Recursos Naturais | | | |
| Consumo de matérias-primas | Ⓣ | Extracção de matérias-primas em pedreiras | Diminuição de disponibilidades |
| Consumo de combustíveis fósseis | Ⓣ | Forno, caldeiras, veículos | Diminuição de disponibilidades |
| 6. Impacte Visual | | | |
| Alteração da paisagem natural | Ⓣ | Extracção de calcário da Pedreira do Bom Jesus | Degradação paisagística; intrusão visual |
| 7. Biota | | | |
| Alteração de áreas naturais não exploradas e deposição de partículas sobre a vegetação e o solo | Ⓣ | Exploração da Pedreira | Degradação de habitats, pressão sobre as fauna e flora locais |

Ⓣ – Aspecto ambiental directo; ⓘ – Aspecto ambiental indirecto

O objectivo da gestão ambiental por intermédio das actividades de controlo previstas no SGA, é garantir, através de uma adequada gestão dos aspectos ambientais, a prevenção da ocorrência e minimização dos impactes ambientais significativos.

III.3 Gestão da água no CPA

O impacto ambiental da utilização de água numa fábrica de cimento é relativamente reduzido, especialmente nas unidades mais modernas (como é o caso do CPA), devido ao processo de produção de cimento não originar águas residuais industriais.

No entanto são geradas águas residuais domésticas e outras provenientes de operações de lavagem e manutenção de veículos, assim como de escorrências de águas pluviais em zonas de armazenagem de matérias-primas, combustíveis sólidos e resíduos.

A água de uso industrial representa cerca de 75 a 90% do total de água consumida, sendo essencialmente utilizada em circuitos de refrigeração do óleo dos componentes mecânicos dos equipamentos, nas torres de condicionamento de gases (TCG) e para arrefecimento da chama nos queimadores principais dos fornos. A água utilizada no arrefecimento da chama e grande parte da água utilizada nas TCG é totalmente evaporada durante o processo de fabrico não dando origem a quaisquer efluentes líquidos.

Além disso existem necessidades de água para uso doméstico (instalações sanitárias, balneários e refeitório), para rega de espaços verdes, zonas ajardinadas e de caminhos de circulação de veículos na pedreira, para sistemas de aspersão automáticos com vista à minimização das emissões difusas de poeiras e para lavagens, essencialmente de veículos, realizadas em instalações próprias existentes na zona da fábrica e da pedreira.

A maior parte da água utilizada é proveniente de captações próprias de águas subterrâneas e superficiais, sendo sujeita a um tratamento adequado consoante as necessidades. A totalidade da água de uso doméstico e de rega de alguns espaços verdes provém da rede municipal de abastecimento de água.

Dentro de uma política de conservação e gestão racional da água e de modo a minimizar as quantidades de água captadas, o CPA dispõe de sistemas de circulação de água em circuito fechado, permitindo assim a reutilização de grandes quantidades de água sendo necessário repor apenas a que se perde, principalmente por evaporação.

Com vista a preservar a qualidade das águas e prevenir a sua contaminação, principalmente nas zonas de armazenamento de matérias-primas, combustíveis sólidos e resíduos, existem no CPA diversos sistemas e estações de tratamento de águas residuais (ETARs) antes da sua descarga no meio receptor.

A qualidade das águas descarregadas é regularmente controlada de acordo com planos de monitorização, cujos requisitos relativos aos parâmetros analisados e periodicidades de amostragem respeitam, no mínimo, as exigências legais aplicáveis.

III.3.1 Redes de abastecimento de água

O CPA apresenta necessidades de água para uso industrial, uso doméstico, rega de espaços verdes e caminhos de circulação de veículos na pedreira, sistemas automáticos de aspersão para redução das emissões difusas de poeiras e para lavagens de veículos e outras máquinas.

Para fazer face a estas necessidades o CPA recorre a captações próprias de águas subterrâneas e superficiais e ainda à rede pública de abastecimento de água. No Anexo 1.1 (Desenho CPA n.º 33793) encontram-se identificadas as captações de águas subterrâneas (AC1 a AC4) e a captação superficial de águas a partir do Rio Tejo (AC5).

III.3.1.1 Fábrica

Na zona da fábrica a água utilizada provém apenas da rede pública de abastecimento de água e da captação superficial a partir do Rio Tejo, como se pode ver no Anexo 1.2 (Desenho CPA n.º 33775).

A água superficial captada directamente do Rio Tejo destina-se exclusivamente a uso industrial. Depois de captada, é encaminhada para uma estação de tratamento de águas industriais (ETAI) onde é tratada de forma a adquirir as características adequadas ao seu posterior uso na instalação fabril.

A água destinada ao uso não industrial, ou seja, instalações sanitárias, balneários, refeitório, rega de espaços verdes e zonas ajardinadas, lavagem de veículos e outras máquinas/aparelhos é proveniente, na sua totalidade, da rede pública de abastecimento de água. Na fábrica existem três pontos de ligação à rede (AC7 a AC9) com contadores independentes, sendo que a ligação AC8 se encontra actualmente desactivada (Anexo 1.2 – Desenho n.º 33775).

III.3.1.2 Pedreira

Na zona da pedreira, a água utilizada provém da rede pública de abastecimento de água, de três captações de águas subterrâneas e de um poço (Anexo 1.4 – Desenho n.º 33787).

A água é utilizada na pedreira essencialmente para rega de caminhos de circulação de veículos, para sistemas de aspersão automáticos com vista à minimização das emissões difusas de poeiras, para lavagens de veículos e para rega de espaços verdes e ajardinados e de espécies arbóreas e arbustivas no âmbito dos trabalhos de reflorestação integrados no Plano Ambiental de Recuperação Paisagista (PARP). Outras utilizações são de carácter doméstico, nomeadamente instalações sanitárias, balneários e refeitório.

Nos usos de carácter doméstico e na rega de espaços verdes e ajardinados é utilizada água proveniente da rede de abastecimento público. Nos restantes é utilizada água das captações subterrâneas (AC1 a AC3) ou do poço (AC4). Os furos de captação AC1 e AC3 abastecem dois reservatórios de 145 m³ cada, que por sua vez abastecem o sistema de aspersão automática com vista à minimização das emissões difusas de poeiras, bem como as instalações de lavagem de veículos na oficina auto do edifício social da pedreira.

A extracção de águas subterrâneas do furo AC2 é feita para um depósito de 49,5 m³ a partir do qual se abastece um camião auto-tanque, para rega de zonas da pedreira não abrangidas pelo sistema de aspersão automática, incluindo não só caminhos de passagem de veículos como também zonas de reflorestação do PARP.

Existe ainda o poço de captação AC4, cuja água é também utilizada para rega de zonas da pedreira não abrangidas pelo sistema de aspersão automática, não existindo nenhuma rede de abastecimento associada e portanto não consta no Desenho CPA n.º 33787 relativo às redes de abastecimento de água da pedreira, mas consta no Desenho CPA n.º 33793 (Anexo 1.1) relativo às captações de água da fábrica e da pedreira.

A água proveniente da ligação à rede pública de abastecimento de água (ponto AC6 no Desenho CPA n.º 33787 do Anexo 1.3) é destinada exclusivamente ao uso doméstico nas instalações sanitárias, balneários e refeitório, excepto em situações excepcionais de falta de água nas captações subterrâneas e no poço.

III.3.2 Linhas de tratamento de águas

O CPA apresenta em todo o seu perímetro, fábrica e pedreira, 21 linhas de tratamento de águas (LTs) e uma Estação de Tratamento de Águas para uso Industrial. Neste capítulo serão descritos todos estes sistemas de tratamento em relação à sua implantação/localização no CPA, a alguns critérios utilizados para o seu dimensionamento e escolha do tipo de tecnologia/tratamento utilizado. Em anexo são apresentados alguns desenhos/cartas para melhor visualização da implantação e localização das respectivas LTs quer na fábrica, quer na pedreira, sendo que para uma visão geral se apresenta o Anexo 2.1 (Desenho CPA n.º 33774).

III.3.2.1 Fábrica

Estação de Tratamento de Águas Industriais

A água captada directamente do Rio Tejo é de seguida encaminhada para a ETAI para que possa receber um tratamento adequado à sua posterior utilização.

A linha de tratamento da ETAI compreende numa primeira fase uma operação de floculação, seguida de uma sedimentação e finalmente uma desinfecção. Os produtos utilizados nesta linha de tratamento são:

- Coagulante – EQ C106;
- Floculante – EQ F208;
- Agente desinfectante – EQ BOX 13.

Depois de tratada a água é armazenada num reservatório com 1 200 m³ de capacidade, a partir do qual é enviada para os diversos pontos de utilização, de onde se destacam os circuitos de refrigeração do óleo dos componentes mecânicos dos equipamentos, as TCG e os sistemas de arrefecimento da chama nos queimadores principais dos fornos.

Para garantir uma boa eficiência no circuito de refrigeração e conseqüentemente uma redução de consumos de água e energia, são usados inibidores de incrustação e corrosão (Kurita T6802) na água deste circuito. Para um controlo microbiológico da água em recirculação e redução da presença de biofilmes, é usada uma estratégia combinada de biocidas não oxidantes (EQ B91) e oxidantes (EQ BOX13).

No Anexo 2.2 (Diagrama Linear da Rede de Abastecimento e Retorno de Água Industrial) é apresentado, de forma esquemática, todo o percurso das águas captadas superficialmente no Rio Tejo bem como os circuitos de retorno, uma vez que todo o sistema de circulação de águas industriais se encontra em circuito fechado.

Linha de Tratamento 1 (LT1)

A LT1 é uma linha de tratamento de águas residuais domésticas localizada na zona da fábrica e é composta por uma ETAR compacta do tipo Minibloco AP[®] 200, da *Sétal Degrémont*.

Esta ETAR recebe as águas residuais domésticas produzidas em todas as instalações sanitárias da fábrica bem como dos balneários e refeitório (Edifício Social) como se pode ver no Diagrama Linear de Recolha de Águas Residuais (Anexo 2.3).

O dimensionamento da ETAR foi feito para uma capacidade de tratamento das águas residuais produzidas por 200 trabalhadores, que corresponde ao valor ligeiramente superior ao actual n.º de trabalhadores (190) e que se afigura como adequado, tendo em conta a presença não permanente dos mesmos. Esse número teve também em conta a presença de algumas dezenas de subcontratados que utilizam as instalações sanitárias e balneários da instalação.

Para efeitos de dimensionamento, foi considerada uma captação de 150 l/habitante equivalente/dia, obtendo-se um caudal médio teórico de 30 m³/dia. O caudal efectivo é inferior ao real, devido ao facto da maior parte dos trabalhadores só estar presente nas instalações fabris em dias úteis e durante o período diurno.

Para o cálculo do caudal de ponta horário (Qph) considerou-se um factor de ponta horário (Fp) de 3,7, visto tratar-se de uma população muito reduzida, e um caudal médio horário teórico (Qmh) de 1,25 m³/h, pelo que o caudal de ponta horário foi de 4,6 m³/h.

$$Q_{mh} = \frac{30 \text{ m}^3}{24 \text{ h}} = 1,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$F_p = 1,5 + 2,5 / \sqrt{Q_{mh}} = 3,7$$

$$Q_{ph} = Q_{mh} \times F_p = 4,6 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Em termos de carga orgânica, foi considerada uma produção de 60 g CBO₅/habitante equivalente/dia, o que perfaz 12 kg CBO₅/dia.

A rede de esgotos domésticos existente a montante da ETAR contém diversas caixas de visita e poços de bombagem (P1 a P7), estando estes identificados na planta da fábrica apresentada no Anexo 2.2 (Desenho CPA n.º 33774).

A ETAR é do tipo Minibloco AP® 200, da *Sétal Degrémont* e consiste num equipamento pré-fabricado de tipo compacto. A sigla “AP” significa arejamento prolongado (tipo de tratamento: lamas activadas), enquanto que a designação “200” se refere ao número de habitantes equivalentes a servir.

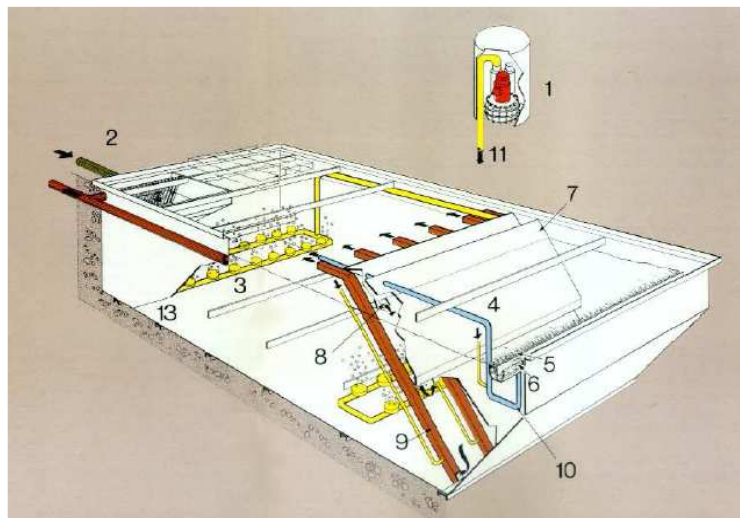
A ETAR é constituída por um compartimento inicial onde ocorre o arejamento forçado dos efluentes (através de difusores *Vibrair*®) seguindo-se uma fase de decantação num segundo compartimento de dimensões mais reduzidas. O arejamento é efectuado por um compressor instalado externamente que é também responsável pela recirculação de lamas do compartimento de decantação para o início da ETAR de forma a manter uma comunidade microbiana estável.

As principais características técnicas da ETAR são as que constam da Tabela III.1, sendo de referir que para além destas informações e dos dados de base referidos anteriormente, os restantes elementos justificativos do seu dimensionamento não são conhecidos, uma vez que correspondem a critérios estabelecidos pelo próprio fabricante, visto tratar-se de uma ETAR compacta pré-fabricada.

Tabela III.1 – Características Técnicas da ETAR Minibloco AP® 200

| | | |
|-----------------------------------|---------------------|-------|
| Comprimento | (m) | 9,18 |
| Largura | (m) | 2,20 |
| Altura | (m) | 2,96 |
| Volume Arejamento | (m ³) | 33,30 |
| Superfície de Decantação | (m ²) | 5,80 |
| Volume de Decantação | (m ³) | 9,00 |
| N.º de difusores <i>Vibrair</i> ® | | 20 |
| Caudal de ar | (m ³ /h) | 125 |
| Potência consumida | (kW) | 3,1 |

Na Figura III.2, para efeitos de melhor visualização, apresentam-se as imagens que representam o princípio de funcionamento e disposição dos órgãos que compõem o Minibloco AP®.



- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 - Grupo electrocompressor | 8 - Orifício de transferência |
| 2 - Entrada de água bruta | 9 - Recirculação de lamas |
| 3 - Arejamento prolongado | 10 - Bombagem de escumas opcional |
| 4 - Decantação | 11 - Alimentação de ar |
| 5 - Recolha de água tratada | 12 - Orifício anti-impulsão |
| 6 - Recolha de escumas (opcional) | 13 - Difusores <i>Vibrair</i> ® |
| 7 - Parede deflectora | |

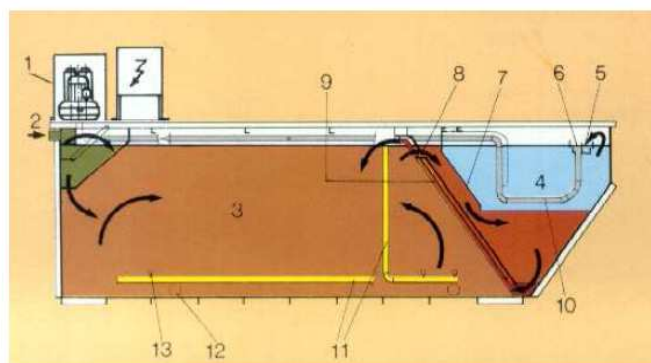


Figura III.2 – Corte do princípio de funcionamento e disposição dos órgãos do Minibloco AP®.

Depois de tratadas, estas águas são descarregadas no meio natural receptor sendo frequentemente analisadas, de acordo com o Plano de Monitorização das Águas Residuais Descarregadas, para avaliação da conformidade legal.

No Anexo 2.4 (Desenho CPA n.º 33794) está representada a implantação desta linha de tratamento na fábrica.

Linha de tratamento 3 (LT3)

A LT3 é uma linha de tratamento de águas residuais provenientes de lavagens de veículos na Garagem/Oficina Auto da fábrica e é composta por um decantador com quatro compartimentos.

Esta linha de tratamento foi dimensionada para um caudal de 10 m³/semana, considerando que existem, em média, 10 lavagens por semana com um consumo médio de 1 m³ por lavagem.

Inicialmente, o sistema de tratamento era constituído por três câmaras de betão em série, nomeadamente:

- Uma câmara de decantação;
- Uma câmara separadora de hidrocarbonetos (com uma cuba de retenção e remoção de óleos anexa);
- Uma câmara de descarga do efluente tratado.

As três câmaras de betão com comprimentos de 1,83 m, 1,4 m e 1,0 m e uma largura de 1,18 m, perfaziam um $V_{\text{útil}}$ de cerca de 5 m³, para uma altura do nível de água de 1,0 m. Na primeira câmara de decantação depositavam-se as partículas sólidas mais pesadas (areias e lamas) existentes no afluente. Na segunda câmara, as substâncias oleosas mantidas à superfície, eram evacuadas para a cuba de retenção (caixa de visita isolada de Ø 80 cm), através de um tubo perfurado colocado acima o nível de água. O efluente era depois encaminhado através de uma abertura, a cerca de 70 cm abaixo do nível da água, para a câmara de descarga de onde saía por um colector de Ø 200 mm.

Posteriormente foram realizadas algumas alterações no interior da estrutura de betão existente para otimizar o funcionamento do sistema de tratamento, sendo apresentada na Figura III.3 uma representação esquemática do percurso do efluente:

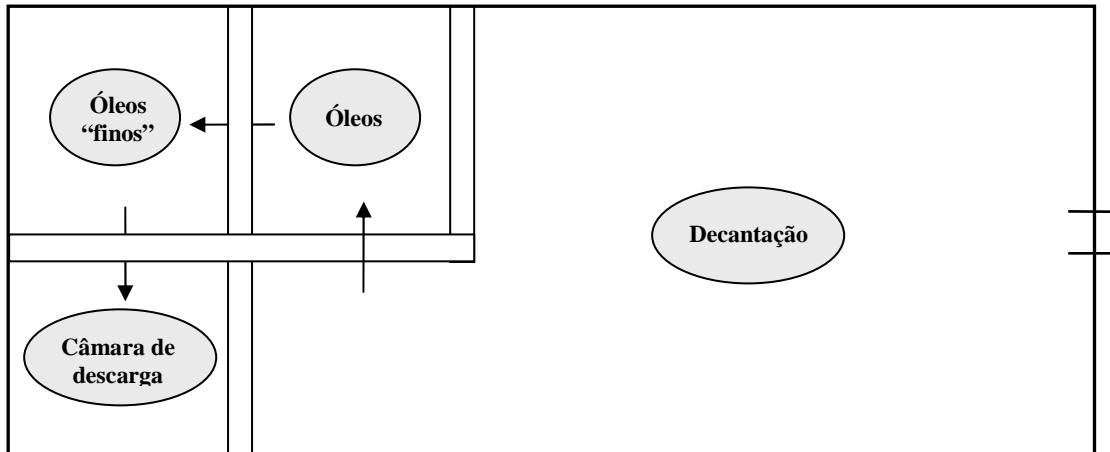


Figura III.3 – Diagrama, em planta, do percurso do efluente na LT3.

Em relação à câmara de decantação, foi aumentado o comprimento da câmara inicial, para 2,46 m, existindo ainda uma área adicional de decantação que fazia parte da 2.^a câmara de betão (1,15 × 0,51 m).

O depósito de recolha dos óleos foi desactivado, uma vez que o sistema de recolha por gravimetria não se mostrou eficaz. A câmara separadora de hidrocarbonetos estava sobredimensionada para as características do efluente, originando uma maior dispersão dos óleos à superfície, dificultando o seu encaminhamento para a caixa de visita onde eram depois recolhidos. Assim, a zona de separação de hidrocarbonetos foi reduzida em volume (passando de 1,65 para 0,78 m³) e dividida em dois, aproveitando-se parte da área da câmara de descarga, de modo a facilitar a recolha de óleos mais densos na primeira câmara (0,95 × 0,51 m), e de “óleos finos” na segunda (0,80 × 0,51 m), fazendo-se a passagem do efluente entre as duas câmaras por uma abertura no fundo do muro de separação, melhorando assim as características do efluente final. A recolha periódica dos óleos é agora feita manualmente utilizando utensílios adaptados.

A câmara de descarga ficou com menores dimensões, recebendo o efluente tratado proveniente da segunda câmara de separação de hidrocarbonetos, por uma abertura na zona inferior do muro de separação, mantendo-se a saída do efluente por um colector de Ø 200 mm, localizado a uma altura de 0,82 m.

O $V_{\text{útil}}$ do sistema de tratamento existente é agora de 4,20 m³.

No Anexo 2.5 (Desenho CPA n.º 33800) está representada a implantação desta linha de tratamento na fábrica.

Linha de tratamento 5 (LT5)

Esta LT trata as águas residuais provenientes da Estação de Lavagem de viaturas da fábrica e é constituída por um decantador com três compartimentos.

A LT5 foi dimensionada para um caudal instantâneo de 1 l/s nos períodos de lavagem. A zona de lavagem, impermeabilizada com um pavimento em betão, tem uma área de 52 m² com inclinação adequada (3,5 e 5%), de modo a garantir que toda a água utilizada é encaminhada para tratamento.

O sistema de tratamento é constituído por três compartimentos de betão em série, nomeadamente:

- Uma câmara de decantação;
- Uma câmara separadora de hidrocarbonetos (com filtro coalescente);
- Uma câmara de filtragem de hidrocarbonetos e a câmara de descarga do efluente tratado.

As três câmaras de betão com comprimentos de 4,0 m, 0,6 m e 0,6 m e uma largura de 1,6 m, perfazem um $V_{\text{útil}}$ de cerca de 12 m³, para uma altura do nível de água de 1,5 m. As águas residuais resultantes das lavagens entram no decantador onde se depositam as matérias sólidas mais pesadas (areias e lamas). Após a sedimentação, o efluente livre de material em suspensão, constituído por água e óleos, é encaminhado para uma câmara separadora de hidrocarbonetos. Os óleos ficam retidos à superfície sendo evacuados para uma câmara onde se encontra instalado um filtro coalescente que permite aumentar a superfície de separação, isto é, as gotículas de óleos agrupam-se em gotas de maiores dimensões que flutuam mais facilmente. A posterior recolha dos óleos feita manualmente utilizando utensílios adaptados. O efluente final é encaminhado para a câmara de descarga, antes de ser lançado para o colector de drenagem, de \varnothing 200 mm, que o encaminha para o meio receptor.

No Anexo 2.6 (Desenho CPA n.º 33796) está representada a implantação desta linha de tratamento na fábrica.

Linha de tratamento 6 (LT6)

A LT6 é uma linha de tratamento de águas pluviais que atravessam a Zona de Armazenagem Temporária de Resíduos da fábrica e é composta por um decantador com dois compartimentos.

As águas pluviais que atravessam a Zona de Armazenagem Temporária de Resíduos da fábrica (cuja área de cerca de 7 000 m² se encontra totalmente impermeabilizada com pavimento em betão) são recolhidas por uma caleira e encaminhadas para um sistema de tratamento constituído por dois compartimentos de betão em série, nomeadamente:

- Uma câmara de decantação e de separação de hidrocarbonetos;

- Uma câmara de descarga do efluente tratado.

As duas câmaras de betão com comprimentos de 1,88 m e 0,995 m e uma largura de 0,96 m perfazem um $V_{\text{útil}}$ de cerca de $2,35 \text{ m}^3$, para uma altura do nível de água de 0,85 m. Na primeira câmara de decantação depositam-se as partículas sólidas mais pesadas (areias e lamas) arrastadas pelas águas pluviais, sendo retidos/removidos à superfície eventuais hidrocarbonetos que possam estar presentes nas mesmas. O efluente final é encaminhado através de uma abertura a cerca de 60 cm abaixo do nível da água, para a câmara de descarga de onde sairá por um colector de $\varnothing 360 \text{ mm}$.

A jusante da câmara de descarga está instalada uma válvula de maré que impede a entrada de água do Rio Tejo, quando ocorram aumentos anormais do nível da água.

Na Zona de Armazenagem Temporária de Resíduos, a área específica para armazenagem de óleos usados e resíduos oleosos, convenientemente acondicionados em tambores metálicos (bidões de 200 litros), fechados com tampa hermética e devidamente identificados e limpos após enchimento, tem uma impermeabilização reforçada e um decantador próprio (D1) de tratamento de águas pluviais localizado a montante do referido anteriormente. Este decantador foi dimensionado para um volume total de 2 m^3 , servindo também como meio de contenção de eventuais derrames de hidrocarbonetos na área de armazenagem dos bidões sendo constituído por uma câmara de retenção de hidrocarbonetos e uma câmara de descarga do efluente tratado após a qual são encaminhados para a vala afluyente do decantador existente, antes da descarga no meio receptor.

No Anexo 2.7 (Desenho CPA n.º 33648) está representada a implantação desta linha de tratamento na fábrica.

Linhas de tratamento 7 a 10 (LT7 a LT10)

As LTs 7 a 10 são linhas de tratamento de águas de drenagem pluvial que atravessam o Parque de Combustíveis Sólidos na zona da fábrica, e são compostas por decantadores constituídos por três câmaras, nas LT7 e LT10, e quatro câmaras, nas LT8 e LT9.

As águas pluviais que atravessam o Parque de Combustíveis Sólidos, com uma área de drenagem total de 7,3 hectares, são escoadas e recolhidas por uma rede de caleiras superficiais (V1 a V16) em betão envolvendo todo o perímetro, sendo encaminhadas para quatro decantadores (S1 a S4), cujas características, em função das diferentes áreas de bacias de drenagem associadas, se apresentam na Tabela III.2.

No Anexo 2.8 é apresentada a planta (Desenho CPA n.º 33723) de implantação do projecto de drenagem e tratamento de águas pluviais desta zona, com identificação e

localização das caleiras V1 a 16, dos tanques de decantação (S1 a S4) e das bacias de drenagem.

Tabela III.2 – Características/dimensionamento dos decantadores das LT7 a LT10.

| Tanque n.º (LT) | Bacia (área - ha) | Comprimento (m) | Largura (m) | Altura total (m) | Profundidade enterrada (m) | Profundidade do nível freático (m) |
|-----------------|----------------------|-----------------|-------------|------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1 (LT7) | 1 (0,96) | 10,40 | 2,60 | 2,60 | 1,80 | 1,00 |
| 2 (LT8) | 2 (2,98) | 15,40 | 2,60 | 2,90 | 2,50 | 1,70 |
| 3 (LT9) | 3 (1,33) 4 (1,47) | 12,40 | 2,60 | 2,95 | 2,25 | 1,55 |
| 4 (LT10) | 5 (0,56) | 9,00 | 2,60 | 2,70 | 2,30 | 1,50 |

O terreno de implantação está colocado a uma cota geral da plataforma fronteira ao Rio Tejo, 80 cm acima da cota máxima de nível freático, influenciado directamente pela maré (máxima preia-mar de águas vivas) de ZH +4,00.

Os decantadores são estruturas de betão armado constituídas por paredes periféricas, lajes de fundo e septos internos, sendo constituídos por uma zona de decantação, constituída por três (LT7 e LT10) ou quatro (LT8 e LT9) câmaras em série, e uma zona de filtragem, por telas de geotêxtil não tecido, de modo a aumentar a eficácia do tratamento das águas pluviais contaminadas, provenientes das zonas de armazenagem de combustíveis sólidos ao ar livre. Em cada LT e após passagem pelo sistema de filtração, o efluente final tratado é encaminhado para uma câmara de descarga de onde sai através de tubagens de betão de Ø 400 mm.

Os tanques de decantação dispõem, por motivos de segurança, de cobertura metálica, constituída por painéis autoportantes em chapa xadrez de 6/8 mm, apoiada em cantoneira 50 × 50 × 60 mm.

De seguida serão apresentados e descritos os principais critérios de dimensionamento utilizados.

➤ Intensidade de Pluviosidade

A chuvada típica adoptada tem um período de retorno de $t = 5$ anos, e uma duração de 10 minutos, pelo que a intensidade será:

$$I_{mm/h} = a \times t_c^b \text{ em que:}$$

$$a = 259,26, b = - 0,562 \text{ e } t_c = 10 \text{ min}$$

O que resulta numa intensidade horária máxima de 71,1 mm/hora ou cerca de 200 litros / segundo / hectare. Não se justificou a consideração de chuvadas mais improváveis.

➤ **Coeficiente de escoamento**

Considerou-se o seguinte coeficiente de escoamento para precipitações pouco intensas e mais frequentes:

$$C = 0,17 \text{ (Fórmula Racional)}$$

(in Manual de Drenagem Superficial em Vias de Comunicação, IEP, 2002).

➤ **Caudais de dimensionamento**

Foram definidos os seguintes caudais de dimensionamento para cada bacia contribuinte e correspondente linha de tratamento associada:

Tabela III.3 – Caudais de dimensionamento das LT.

| Sub-bacia | Litro/segundo | Linha de tratamento |
|-----------|---------------|---|
| 1 | 33 | LT7 |
| 2 | 101 | LT8 |
| 3 | 45 | LT9 |
| 4 | 50 | ($Q_{\text{total}} = 90 \text{ l/s}$) |
| 5 | 19 | LT10 |

➤ **Erodibilidade do solo**

Foi calculado um valor para a produção anual de sedimentos, provenientes da base de fundação da plataforma de cerca de 30 t material / ano / hectare, os quais são, em grande parte, retidos por decantação e filtração nos separadores ou nas caleiras.

Este valor exige uma manutenção frequente e adequada das linhas de tratamento, seja para retirar sedimentos/lamas, seja para substituir telas de geotêxtil, assim como a limpeza periódica das caleiras de drenagem.

O valor calculado provém da aplicação da Equação Universal da Perda de Solo (UEPS) ou de Wischmeier.

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

A – erosão média anual (tons / hectare / ano)

R – factor de heroicidade de precipitação – 180

K – factor de erodibilidade do solo – 0,35

L – factor topográfico do comprimento da vertente

S – factor topográfico da inclinação da vertente

C – factor de cobertura do solo – 0,45

P – factor de práticas de conservação do solo – 1,3

Sendo “s” a inclinação do solo <1% e “L” o comprimento em metros de cada sub-bacia = 0,2 m, LS pode ser estimado a partir de:

$$LS = \left(\frac{65,41 \times s^2}{s^2 + 10000} + 4,56 \times \frac{s}{\sqrt{s^2 + 10000}} + 0,065 \right) \times \left(\frac{L}{72,5} \right)^m$$

➤ **Decantabilidade do material em suspensão**

Foram realizadas análises granulométricas do terreno de modo a confirmar que a maior parte de material em presença é do tipo silte (“pó de pedra”) médio/grosso (\varnothing entre 0,02 e 0,05 mm), de modo a garantir uma eficiência elevada de decantação/filtragem.

➤ **Tipo de tela de geotêxtil**

Para o sistema de filtragem de sedimentos presentes nas águas residuais são utilizadas telas geotêxtil com as seguintes características:

- - Geotêxtil não tecido 100% polipropileno;
- - Gramagem próxima de 350 g/m²;
- - Abertura efectiva de poros Dw – 0,05 mm.

Actualmente e após a construção da instalação de expedição de clínquer por rodovia e ferrovia, que iniciou o seu funcionamento no início do 2.º semestre de 2004, não existe a necessidade de armazenagem de clínquer ao ar livre, que anteriormente era realizada na área da Bacia 1 identificada no Desenho CPA n.º 33723 (Anexo 2.8) como “Matéria-prima clínquer”.

De igual modo, com a conclusão da construção e arranque do funcionamento do novo armazém coberto de combustíveis sólidos que inclui sistemas de manuseamento automáticos, em Janeiro de 2006, passou a não ser necessário o armazenamento ao ar livre, pelo que o stock existente foi gradualmente consumido até à sua desactivação total. No entanto a instalação mantém activa uma dessas áreas (área da Bacia 2) para garantir o abastecimento de combustível em eventuais situações de falhas de funcionamento ou emergências no armazém, assim como o respectivo sistema de tratamento de águas de escorrência pluvial.

As LT7 a 10 encontram-se ainda todas em funcionamento uma vez que, embora em muito menor escala, se mantém a possibilidade de arrastamento de partículas pelas águas de escorrência pluvial das bacias de drenagem associadas às áreas anteriormente destinadas ao armazenamento de combustíveis sólidos a céu aberto.

Linha de tratamento 12 (LT12)

A LT12 trata as águas residuais provenientes da Zona de Abastecimento e de Enchimento do reservatório de gasóleo da fábrica e é composta por um separador de hidrocarbonetos Techneau DHF101E.

Esta zona encontra-se totalmente impermeabilizada com pavimento em betão e declives adequados, de modo a encaminhar todas as águas pluviais para uma grelha ligada através de uma tubagem de PVC de \varnothing 160 mm, ao sistema de tratamento a jusante, dimensionado um caudal de 1,5 l/s.

O sistema de tratamento é apenas constituído por um separador de hidrocarbonetos tipo DHF101E em polietileno com filtro coalescente, decantador e obturação automática, igual ao existente na LT11 (na pedreira) para tratamento das águas pluviais da Zona de Abastecimento de gasóleo da pedreira.

No separador de hidrocarbonetos DHF101E as águas residuais passam por uma fase inicial de decantação, permitindo a separação por gravidade de materiais sólidos que possam estar ainda presentes. O efluente daí resultante, essencialmente água e óleo (hidrocarbonetos) atravessa em fluxo ascendente, um filtro de placas coalescentes constituído por vários módulos em PVC rígido, numa estrutura cruzada que vai provocar a aglomeração das menores “gotas” de hidrocarbonetos (que isoladamente não teriam capacidade para subir até à superfície), favorecendo a sua subida até à parte superior do aparelho, onde ficam retidas.

O efluente é descarregado num colector (\varnothing 160 mm) de ligação á rede de drenagem de águas pluviais através do obturador automático, após remoção das lamas e dos hidrocarbonetos. Este dispositivo assegura que os hidrocarbonetos não sejam descarregados para o meio receptor quando a capacidade de retenção do separador é atingida.

No Anexo 2.6 (Desenho CPA n.º 33796) está representada a implantação desta linha de tratamento na fábrica.

Linha de tratamento 18 (LT18)

Esta LT trata as águas de drenagem pluvial contaminadas da área adjacente ao Armazenamento de Fuelóleo/Gasóleo da fábrica e é constituída por um separador de hidrocarbonetos.

O separador de hidrocarbonetos da marca Resmat S. L., de 6 000 litros de capacidade, recebe os efluentes provenientes de duas bacias de retenção das zonas envolventes do

reservatório de fuelóleo (com uma capacidade de 114 m³) e do depósito de gasóleo (de 12 m³), incluindo a zona de descarga dos camiões de abastecimento.

À saída das bacias de retenção existem válvulas que impedem a passagem de fluidos provocada por eventuais derrames. Estas válvulas estão sempre fechadas e são abertas apenas para descarga das águas contaminadas.

O separador de hidrocarbonetos é de modelo coalescente, constituído por um decantador, um filtro coalescente e uma câmara de descarga com dispositivo de obturação automática. No decantador é feita a separação das partículas sólidas (areias e lamas). De seguida o efluente é encaminhado para o filtro, que promove a coalescência das micro-partículas de hidrocarbonetos. Uma vez agrupadas em gotas maiores, as partículas de hidrocarbonetos separam-se mais facilmente do filtro, subindo até à superfície da massa de água. A jusante do filtro encontra-se uma câmara de descarga, cuja saída do efluente possui um obturador que impede a saída de hidrocarbonetos em caso de derrames.

Na Figura III.4 está representado esquematicamente o separador de hidrocarbonetos e o seu esquema de funcionamento.

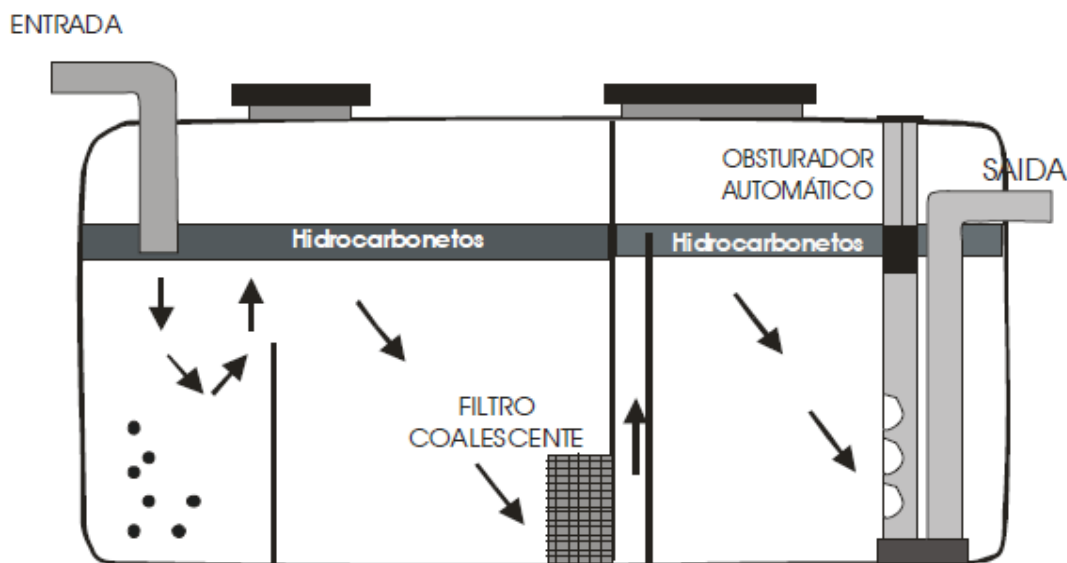


Figura III.4 – Separador de hidrocarbonetos Resmat S. L. de 6000 litros (Fonte: memória descritiva do equipamento).

As águas residuais provenientes do separador são de seguida encaminhadas para um poço, ligado à rede de esgotos pluviais da fábrica.

No Anexo 2.9 (Desenho CPA n.º 33799) está representada a implantação desta linha de tratamento na fábrica.

Linha de tratamento 19 (LT19)

A LT19 é uma linha de tratamento diferente das anteriores, na medida em que não trata águas residuais propriamente ditas, correspondendo a um sistema de tratamento de águas resultantes da ETAI.

A ETAI da fábrica produz, em cada captação, um efluente carregado de lamas resultantes da operação de decantação, que é bombeado durante um período de cerca de 5 minutos, através de uma bomba com um caudal de 30 m³/h, para um decantador composto por duas câmaras de decantação, localizado junto à mesma (do lado do Rio).

As duas câmaras de decantação com comprimentos de 5,5 m e 1,0 m e uma largura de 2,4 m perfazem um $V_{\text{útil}}$ de cerca de 33 m³ para uma altura do nível de água de 2,1 m. Na primeira depositam-se as partículas sólidas mais pesadas, enquanto que a segunda corresponde à câmara de descarga do efluente tratado.

O sistema de tratamento foi dimensionado em resultado de um estudo realizado no âmbito da remodelação da ETAI. A descarga do efluente era realizada para o colector da rede de drenagem de águas pluviais, existente junto à ETAI. No entanto, após conclusão dos trabalhos de reformulação da ETAI, o efluente resultante passou a ser totalmente recirculado, a partir da câmara de descarga do decantador de lamas, para o tanque de água tratada da ETAI, eliminando assim qualquer tipo de descarga de águas residuais para o meio receptor.

No Anexo 2.10 (Desenho CPA n.º 33798) está representada a implantação desta linha de tratamento na fábrica.

Linha de tratamento 20 (LT20)

A LT20 trata águas de drenagem pluvial que potencialmente poderão estar contaminadas com poeiras de farinhas animais na zona de armazenagem e de recepção/descarga das mesmas e é composta por um decantador constituído por três compartimentos, dando cumprimento aos requisitos do Decreto-Lei n.º 85/2005 e às condições impostas na licença de instalação associada à operação de co-incineração.

A recepção das farinhas animais no CPA é feita em camiões cisterna, com descarga e transporte pneumático para o silo de armazenagem, sendo todo o sistema desenhado de modo a permitir a sua estanquicidade e a ausência de qualquer contacto das farinhas com o exterior ou com a água.

As águas de escorrência pluvial que potencialmente poderão ficar contaminadas com poeiras de farinhas animais na zona de armazenagem e de recepção/descarga das mesmas, cuja área de drenagem de cerca de 100 m² está totalmente impermeabilizada com

pavimento em betão, são drenadas para uma caleira (com grelhas metálicas), ligada a um decantador composto por três câmaras de decantação, cobertas com tampas de betão amovíveis.

O sistema de retenção e tratamento está destinado a prevenir qualquer contaminação de águas ou solos por partículas de farinhas animais. Permite, aquando da eventual ocorrência de derrames, incêndios ou outros incidentes e durante operações de limpeza dos pavimentos, a contenção, tratamento, e armazenamento de águas provenientes dessas operações bem como das águas pluviais que ali escorram.

O caudal de ponta considerado para efeitos de dimensionamento foi calculado para uma área de drenagem de 500 m², estando portanto sobredimensionado para a área de drenagem associada à caleira de recolha de águas pluviais da zona do silo (100 m²), e de descarga de farinhas animais.

O decantador é constituído, conforme referido anteriormente, por três câmaras de decantação com comprimentos de 2,64 m, 1,25 m e 1,25 m e uma largura de 1,75 m, correspondendo a um $V_{\text{útil}}$ de cerca de 9,4 m³, para uma altura do nível de água de 1,05 m.

Na primeira câmara de decantação depositam-se as partículas sólidas mais pesadas arrastadas pelas águas. Na segunda câmara, uma vez que parte das farinhas animais (nomeadamente poeiras), por serem leves e compostas de gorduras se mantêm à superfície, estas serão recolhidas para uma caixa de visita isolada.

Em volta de toda a zona de implantação do silo de farinhas animais existe uma caleira que garante uma capacidade de armazenamento de água de cerca de 10 m³. Na tubagem de entrada das águas provenientes desta zona no decantador, assim como na de saída da terceira câmara do mesmo, estão instaladas válvulas de segurança, de modo a permitir que as águas, principalmente as que forem utilizadas no combate a eventuais incêndios, possam ser retidas e analisadas antes da sua descarga na rede pluvial, ou envio para destino final adequado. Em caso de incêndios existe ainda um sistema de inertização com CO₂ para o interior do silo de farinhas animais, pelo que a utilização de água para combate a incêndios só será necessária se o incêndio abranger outros equipamentos da zona.

As águas tratadas, depois de separadas das farinhas, serão lançadas através de uma nova rede de drenagem num dos colectores de águas pluviais existentes na fábrica, que as encaminhará para o ponto de descarga EH7.

No Anexo 2.11 (Desenho CPA n.º 33795) está representada a implantação desta linha de tratamento na fábrica.

Linha de tratamento 21 (LT21)

A LT21 trata as águas pluviais da Zona de Recepção/Descarga de camiões para armazenagem de resíduos e as águas de eventuais combates a incêndios, que fiquem retidas no interior das tremonhas e é composta por um decantador constituído por três câmaras.

As águas pluviais da Zona de Armazenagem de Resíduos, cuja área está totalmente impermeabilizada (armazém coberto e pavimento em betão no interior do armazém e acessos), são drenadas para um conjunto de caixas e caleiras (com grelhas metálicas) que envolvem toda a zona. Estas caleiras estão ligadas à rede de drenagem de águas pluviais existente uma vez que não é expectável, neste caso, o contacto das águas pluviais com os resíduos.

As águas pluviais da área correspondente à Zona de Recepção/Descarga de camiões e águas de eventuais combates a incêndios, que fiquem retidas no interior das tremonhas, são drenadas para caleiras/tubagens que estão ligadas ao decantador constituído por três câmaras, nomeadamente:

- Uma câmara de decantação para material mais grosseiro;
- Uma câmara de decantação e de separação de hidrocarbonetos;
- Uma câmara de descarga do efluente tratado.

As três câmaras estão dispostas em linha e apresentam comprimentos de 1,1 m, 2,0 m e 0,95 m e uma largura de 1,45 m, correspondendo a um $V_{\text{útil}}$ de cerca de $6,5 \text{ m}^3$, para uma altura do nível de água de 1,1 m.

Esta LT permite prevenir, aquando da eventual ocorrência de derrames, incêndios ou outros incidentes e durante operações de limpeza dos pavimentos na zona de descarga, a contenção, tratamento, e armazenamento de águas provenientes dessas operações bem como das águas da chuva que ali escorram.

No entanto, grande parte das águas utilizadas em caso de eventuais incêndios no interior do armazém ficará retida nas bacias de armazenagem de resíduos (uma de 140 m^3 e quatro de 550 m^3), sendo a restante encaminhada para o decantador, não existindo portanto outras estruturas de retenção das águas.

Na tubagem de saída da terceira câmara do decantador está instalada uma válvula de segurança, de modo a permitir que as águas, principalmente as que forem utilizadas no combate a eventuais incêndios, possam ser retidas e analisadas antes da sua descarga na rede pluvial ou envio para destino final adequado.

As águas tratadas são lançadas através de uma rede de drenagem, num dos colectores de águas pluviais existentes na fábrica, que as encaminhará para o ponto de descarga EH8.

No Anexo 2.12 (Desenho CPA n.º 33797) está representada a implantação desta linha de tratamento na fábrica.

III.3.2.2 Pedreira

Linha de tratamento 2 (LT2)

A LT2 é uma linha de tratamento de águas de drenagem pluvial localizada na zona da pedreira e é composta por um decantador de cinco compartimentos.

As águas pluviais que drenam para a área adjacente ao Edifício do Britador Krupp, na qual se localiza também o armazém coberto de cinzas de pirite, são recolhidas numa caleira situada no lado Oeste da zona, sendo encaminhadas para o decantador localizado no extremo Sudoeste junto à estrada de acesso, como se pode ver nos Anexos 2.13 (Desenho CPA n.º 33665) e 2.14 (Desenho CPA n.º 33802).

Toda a zona de acesso e circulação de viaturas pesadas para alimentação de matérias-primas à tremonha do britador encontra-se totalmente impermeabilizada, com pavimento em betão e declive adequado, de modo a encaminhar todas as águas pluviais para a referida caleira a montante do decantador.

Inicialmente, o decantador projectado e construído, em meados de 2003, era composto por dois compartimentos de decantação com comprimentos de 4,0 m e 1,0 m e uma largura de 1,5 m, perfazendo um $V_{\text{útil}}$ de cerca de 17 m^3 para uma altura do nível de água de 2,3 m. Na primeira câmara de decantação existia também um sistema de filtração em filtro de areia e britas, com uma tela de geotêxtil entre as camadas. As camadas de areia e britas tinham 60 cm de altura cada, e ocupavam cerca de $7,5 \text{ m}^3$. O segundo compartimento servia de câmara de descarga do efluente tratado.

Durante o funcionamento verificou-se que a argila arrastada pelas águas do afluente colmatava facilmente o filtro de areia e a tela geotêxtil, tornando ineficaz o funcionamento do sistema de tratamento.

Para anular este disfuncionamento o CPA procedeu a trabalhos de ampliação do decantador existente, sendo actualmente composto por cinco compartimentos. Destes, quatro são utilizados para o tratamento das águas e o quinto para a descarga e recolha de amostras. Os quatro compartimentos de decantação estão colocados em série, têm 3,0 m de largura e um comprimento total de 6,4 m, apresentando um $V_{\text{útil}}$ de cerca de 26 m^3 para uma altura do nível de água de 1,4 m. No primeiro compartimento depositam-se as partículas sólidas mais pesadas arrastadas pelas águas, nos restantes depositam-se

progressivamente as partículas mais leves. A câmara de descarga do efluente final tem 1,0 m de comprimento.

Linha de tratamento 4 (LT4)

A LT4 é, à semelhança da LT3, uma linha de tratamento de águas residuais provenientes de lavagens de veículos na Garagem/Oficina Auto e é composta por um decantador com cinco compartimentos.

Inicialmente, o sistema foi dimensionado para um caudal médio de 4 m³/semana, resultantes de duas lavagens com consumo aproximado de 2 m³ por lavagem, tendo sido considerado um caudal instantâneo de projecto de 4 l/s. Posteriormente o decantador foi ampliado para possibilitar o tratamento de um caudal afluente de 25 m³/semana, de modo a diminuir a frequência de limpeza da zona de decantação e melhorar o tratamento final.

Actualmente o sistema de tratamento é constituído por cinco compartimentos de betão em série, nomeadamente:

- Duas câmaras de decantação;
- Duas câmaras separadoras de hidrocarbonetos, apresentando a primeira um filtro coalescente.
- Uma câmara de descarga e de recolha de amostras do efluente tratado.

As cinco câmaras de betão com comprimento total de 11,75 m e 2 m de largura perfazem um $V_{\text{útil}}$ de cerca de 34 m³, para alturas do nível de água entre 1,7 m (na primeira câmara de decantação) e 1,55 m (nas restantes). Nos dois primeiros compartimentos de decantação depositam-se as partículas sólidas mais pesadas existentes no afluente (areias e lamas). No terceiro, as substâncias oleosas mantêm-se à superfície, onde se encontra instalado um filtro coalescente (que permite aumentar a superfície de separação, isto é, as gotículas de óleos agrupam-se em gotas de maiores dimensões que flutuam mais facilmente), para que, no compartimento seguinte as partículas oleosas com menores dimensões sejam reunidas e mantidas à superfície. O efluente é então encaminhado através de uma abertura no fundo do muro de separação, para a câmara de descarga, de onde sairá para o meio receptor por uma outra abertura de 0,35 × 0,15 m.

No Anexo 2.15 (Desenho CPA n.º 33808) está representada a implantação desta linha de tratamento na pedreira.

Linha de tratamento 11 (LT11)

A LT11 trata as águas de escorrência pluvial provenientes da Zona de Abastecimento de gasóleo na pedreira e é composta por um decantador com três compartimentos.

Esta zona encontra-se totalmente impermeabilizada com pavimento em betão e declive adequado, de modo a encaminhar todas as águas pluviais para as caleiras existentes a montante do sistema de tratamento.

As caleiras foram construídas sobre uma laje em betão, apresentam forma oval, com 0,80 m de largura e 0,15 m de profundidade. O estacionamento dos veículos da pedreira é efectuado no interior da área de drenagem para as duas caleiras que envolvem a zona de abastecimento de gásóleo, de modo a que sejam encaminhados para a LT, todos os eventuais derrames ou fugas de hidrocarbonetos que ali possam ocorrer.

O sistema de tratamento funciona graviticamente e é constituído por três câmaras de betão em série, com um comprimento total de 4,9 m, nomeadamente:

- Duas câmaras de decantação de materiais sólidos (areias e lamas);
- Uma câmara onde se encontra instalado um separador de hidrocarbonetos (Techneau DHF101E), com filtro coalescente.

As águas residuais são encaminhadas para um tratamento prévio no decantador constituído por duas câmaras, onde sedimentam, ficando as partículas mais pesadas no fundo da câmara. Após a sedimentação, são encaminhadas para a câmara onde está localizado um separador de hidrocarbonetos com um filtro coalescente, decantador e obturação automática (modelo DHF101E, da Techneau).

O separador de hidrocarbonetos Techneau, modelo DHF101E em cuba de polietileno está preparado para tratar um caudal nominal de 1,5 l/s. Este equipamento encontra-se dividido em dois compartimentos:

- Decantador com um volume de 150 l;
- Separador de hidrocarbonetos com um volume de 440 l equipado com um filtro de placas coalescentes.

No separador de hidrocarbonetos DHF101E as águas residuais passam por uma fase inicial de decantação, permitindo a separação por gravidade de materiais sólidos que possam estar ainda presentes. O efluente daí resultante, essencialmente água e óleo (hidrocarbonetos) atravessa em fluxo ascendente, um filtro de placas coalescentes constituído por vários módulos em PVC rígido, numa estrutura cruzada que vai provocar a aglomeração das menores “gotas” de hidrocarbonetos (que isoladamente não teriam capacidade para subir até à superfície), favorecendo a sua subida até à parte superior do aparelho, onde ficam retidas.

O efluente livre de lamas e hidrocarbonetos sai do separador através do dispositivo de obturação automático. Este dispositivo assegura que os hidrocarbonetos não sejam descarregados para o meio receptor quando a capacidade de retenção do separador é atingida.

No Anexo 2.16 (Desenho CPA n.º 33804) está representada a implantação desta linha de tratamento na pedreira.

Linha de tratamento 13 (LT13)

Esta LT trata as águas residuais domésticas do Edifício da Oficina e do Edifício Social da pedreira, resultantes da utilização do refeitório, do balneário e dos sanitários e é composta por uma fossa séptica de três câmaras.

Inicialmente, o sistema de tratamento de efluentes domésticos era constituído por uma fossa séptica, dimensionada para 20 habitantes, com uma capacidade de 3,0 m³/dia e por um órgão de infiltração (poço absorvente). Adicionalmente a estes órgãos de tratamento, o CPA procedeu à instalação de uma ETAR por onde passa o efluente proveniente da fossa séptica, sendo posteriormente encaminhado para a rede de colectores ligada ao poço de infiltração.

A fossa séptica funciona graviticamente e é constituída por três câmaras dispostas em série:

- Câmara de decantação de gorduras e sabão;
- Câmara para tratamento biológico dos materiais orgânicos;
- Câmara de descarga do efluente tratado.

As três câmaras em betão com comprimentos de 1,4 m, 0,7 m e 1,1 m e uma largura de 1,2 m, perfazem um $V_{\text{útil}}$ de cerca de 5,4 m³, para uma altura do nível de água de 1,4 m. À superfície da primeira câmara ficam retidos os sabões e as gorduras. O efluente resultante entra na segunda câmara, onde se realiza o tratamento biológico dos materiais orgânicos. Este efluente é depois encaminhado da câmara de descarga da fossa séptica, através de uma ligação by-pass, para a ETAR de tipo compacta.

O dimensionamento da ETAR foi feito para uma capacidade de tratamento das águas residuais produzidas por 40 trabalhadores, obtendo-se um caudal médio de projecto de 8 m³/dia com uma carga orgânica de 2,40 kg CBO₅/dia, admitindo os seguintes parâmetros característicos em águas residuais do tipo urbano ou doméstico por habitante equivalente:

- Capitação (l/dia): 200
- Coeficiente de afluência à rede: 1

- CBO₅ (g/dia): 60
- SST (g/dia): 90

Esta ETAR da marca Salher®, modelo CHC-OXI-REC, é um equipamento pré-fabricado em poliéster reforçado a fibra de vidro, de tipo compacto, que efectua o tratamento de águas residuais domésticas pelo sistema de lamas activadas por arejamento prolongado (ou regime de baixa carga). A ETAR, com dimensões, \varnothing 1,7 m \times 3,86 m de comprimento, para um $V_{\text{útil}}$ de 8,0 m³, funciona como um reactor aeróbio e é constituída por dois compartimentos e um compressor de canal lateral de 1,1 kW, conforme apresentado no desenho técnico da página seguinte (Figura III.5).

No primeiro compartimento (tanque de arejamento) dá-se o arejamento forçado do efluente, através de uma tubagem vinda do compressor que distribui de forma homogénea, o ar por oito difusores localizados na base deste reactor. As bactérias que se encontram nas lamas realizam a digestão da matéria orgânica, transformando-a em materiais mineralizados e decantáveis. No segundo compartimento (correspondendo a cerca de 20% do volume total da ETAR) realiza-se a decantação das lamas provenientes do tanque de arejamento. Estas lamas são recirculadas, por um sistema “air-lift” (utilizando o mesmo compressor referido anteriormente) para o tanque de arejamento, de forma que a massa bacteriana não diminua no digestor. As lamas em excesso, que são em quantidades reduzidas neste tipo de sistemas, são removidas periodicamente.

Após o tratamento na ETAR, o efluente passa por uma caixa de amostragem (\varnothing 400 mm \times H 500 mm) sendo de seguida descarregado para uma rede de colectores até ao poço absorvente. Este poço possui uma tampa de betão armado, enchimento em cascalho e a sua base encontra-se a 0,60 m do nível freático normal.

No Anexo 2.17 (Desenho CPA n.º 33805) está representada a implantação desta linha de tratamento na pedreira (fossa séptica, ETAR e poço de infiltração).

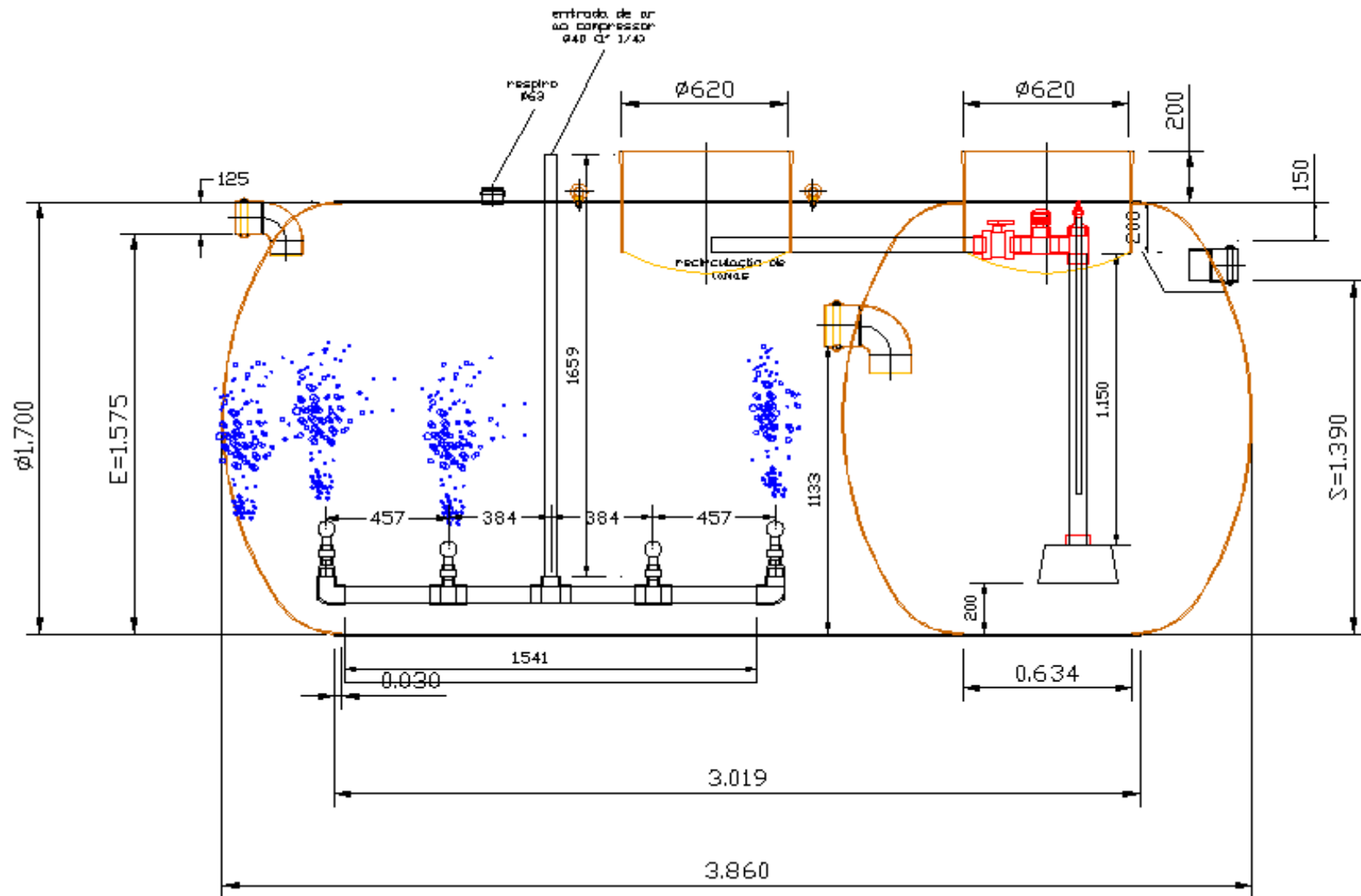


Figura III.5 – Desenho técnico da ETAR Compacta, Modelo CHC-OXI-REC, da LT13 (Fonte: Salher).

Linhas de tratamento 14 a 16 (LT14 a LT16)

Estas três LTs (14, 15 e 16) tratam, respectivamente, os efluentes domésticos provenientes dos Edifícios do Britador Krupp, do Britador O&K e da Balança, localizados na pedreira. São compostas, cada uma delas, por uma fossa séptica.

Para as três fossas sépticas foram consideradas, para efeitos de dimensionamento, as características das águas residuais domésticas afluentes referidas na Tabela III.4.

Foi considerada uma captação de 150 l/habitante equivalente/dia e, em termos de carga orgânica, uma produção de 60 g CBO₅/habitante equivalente/dia.

Tabela III.4 – Características dos afluentes às fossas sépticas.

| Edifício (WC) | LT | N.º de hab. eq. | Caudal médio - Q (m ³ /dia) | Carga orgânica (kg CBO ₅ /dia) |
|----------------|----|-----------------|--|---|
| Britador Krupp | 14 | 4 | 0,60 | 0,24 |
| Britador O&K | 15 | 1 | 0,15 | 0,06 |
| Balança | 16 | 1 | 0,15 | 0,06 |

O caudal efectivo é inferior ao calculado devido ao facto de a maior parte dos trabalhadores só estar presente nas instalações fabris em dias úteis e durante o período diurno, uma vez que nos fins-de-semana estas instalações não são utilizadas.

As fossas sépticas encontram-se instaladas nas imediações dos respectivos edifícios, sendo constituídas por uma câmara para tratamento biológico dos materiais orgânicos e uma câmara de descarga do efluente tratado que é realizada através de uma tubagem em PVC, funcionando graviticamente.

A jusante de cada uma das fossas sépticas encontra-se instalado um poço de infiltração, com 1 m de diâmetro interior, dimensionado para uma capacidade até 0,6 m³/dia. Cada poço consiste numa escavação cilíndrica feita no terreno com profundidade suficiente (cerca de 2,3 metros) para penetrar nas camadas permeáveis do solo, tendo paredes laterais em alvenaria, com juntas abertas na zona adjacente às camadas permeáveis e toda envolta em material drenante.

Nos Anexos 2.18 (Desenho CPA n.º 33802), 2.18 (Desenho CPA n.º 33801) e 2.19 (Desenho CPA n.º 33803) estão representadas as implantações na pedreira, das linhas de tratamento LT14, LT15 e LT16, respectivamente.

Linha de tratamento 17 (LT17)

A LT17 destina-se ao tratamento de águas de drenagem pluvial provenientes da zona adjacente à Tremonha do Britador O&K e é composta por um decantador de três câmaras.

As águas de drenagem pluvial provenientes desta zona são recolhidas por uma caixa no pavimento, sendo depois conduzidas através de uma tubagem de Ø 600 mm, com cerca de

25 m de comprimento, para um decantador constituído por três câmaras de betão que funcionam graviticamente:

- Câmara de decantação para materiais sólidos grosseiros (1,5 × 2,4 m);
- Câmara de decantação (4,7 × 2,4 m);
- Câmara de descarga do efluente tratado (1 × 2,4 m).

Estas três câmaras de betão perfazem um $V_{\text{útil}}$ de cerca de 33 m³ para uma altura do nível de água de 1,9 m.

A partir da câmara de descarga o efluente é descarregado para uma caleira de 70 cm de largura e 15 cm de profundidade, que irá receber outras águas pluviais de escorrência superficial antes da sua descarga final na linha de água que atravessa a pedreira.

Para efeitos de dimensionamento da descarga desta LT foi estimado um caudal médio escoado de 1.873 m³/ano calculado pela seguinte fórmula (desprezando-se as perdas por evaporação, evapotranspiração e infiltração):

$Q \text{ (m}^3\text{/ano)} = A \times P / 1000$, em que:

- A - Área de drenagem considerada de 2 500 m², correspondente à área pavimentada da zona envolvente da tremonha do Britador O&K por onde circulam os veículos pesados da pedreira;
- P - Precipitação acumulada anual, em mm, correspondente ao somatório das precipitações médias mensais para o período 1971-1980 da estação climatológica de Alverca, situada a cerca de 3 km da instalação.

No Anexo 2.19 (Desenho CPA n.º 33801) está representada a implantação desta linha de tratamento na pedreira.

III.3.3 Pontos de descarga de águas no meio natural

O CPA em toda a sua área de implantação (fábrica e pedreira) possui 19 pontos de descarga de águas no meio natural. Alguns destes pontos consistem em descargas de águas exclusivamente pluviais, outros exclusivamente em águas residuais tratadas e ainda situações mistas.

Neste capítulo serão identificados e descritos, todos estes pontos de descarga em águas de superfície (EH1 a EH15) relativos à área da fábrica e da pedreira e ainda os pontos de descarga em poços de infiltração (ES1 a ES4), exclusivamente na área da pedreira.

Contudo, existe uma certa dificuldade em descrever alguns dos pontos de descarga, devido a estes se localizarem em locais inacessíveis (descargas na Ribeira de Santo António: EH1 a EH3), ou de pouca visibilidade (descargas no Rio Tejo: EH4 a EH12). Devido à falta de informações sobre as características dos pontos de descarga são apresentadas algumas fotografias dos mesmos para melhor contextualização.

Em nenhum dos pontos de descarga existem medidores de caudal instalados. Para os pontos de descarga que não coincidem com a saída das linhas de tratamento localizadas a montante, também não existem caixas de visita.

III.3.3.1 Fábrica

A área da fábrica é responsável pelo maior número de pontos de descarga em águas superficiais. Este facto é facilmente justificável tendo em conta a considerável área de implantação da fábrica (28 hectares) e a altíssima percentagem de solo impermeabilizado nessa área. Assim, na área da fábrica encontram-se os pontos de descarga EH1 a EH12 que serão apresentados de seguida em pormenor, sendo agrupados de acordo com as suas características (essencialmente localização e tipo de águas descarregadas).

Os pontos de descarga EH1 a EH3 localizam-se na Ribeira de Santo António. A Ribeira de Santo António atravessa parte da zona Noroeste da fábrica, encontrando-se o troço da Ribeira onde se localizam estas descargas, coberto ao longo de algumas centenas de metros passando por baixo da vila de Alhandra e também da fábrica. Os pontos de descarga localizam-se a cerca de 150 – 200 metros do ponto de afluência da Ribeira ao Estuário do Rio Tejo, apresentando-se na Figura III.6 uma imagem do troço final da Ribeira que foi sujeito a obras de regularização das margens em meados de 2005, por iniciativa do CPA e em colaboração com o INAG.



Figura III.6 – Troço final da Ribeira de Santo António (a jusante dos pontos de descarga EH1 a EH3).

O ponto de descarga EH1 recebe (em tubagens de betão enterradas) águas provenientes da LT3 e também de drenagem pluvial, enquanto que o ponto de descarga EH2 recebe águas exclusivamente da LT1. Na Figura III.7 pode ser visualizada a estrutura de descarga à saída da ETAR doméstica (LT1) que posteriormente encaminha as águas para o ponto de descarga respectivo. Relativamente ao ponto de descarga EH3, afluem apenas águas de drenagem pluvial em tubagens de betão enterradas.



Figura III.7 – Descarga de águas residuais tratadas da LT1.

Os pontos de descarga EH4 a EH6 localizam-se na margem do Rio Tejo e constam de tubagens de betão enterradas, para onde afluem exclusivamente águas de drenagem pluvial.

Os pontos de descarga EH7 e EH8, tal como os anteriores, localizam-se na margem do Rio Tejo e constam de tubagens de betão enterradas, existindo caixas de visita a montante, uma vez que se tratam de efluentes provenientes das linhas de tratamento LT5, LT12 e LT20 (no caso do ponto EH7), e LT18 e LT21 (no caso do ponto EH8) e também de águas de drenagem pluvial.

O ponto de descarga EH9 localiza-se também na margem do Rio Tejo e consiste numa tubagem de betão enterrada com \varnothing 360 mm, por onde escoam as águas provenientes da LT6, existindo a montante uma caixa de visita onde está instalada uma válvula de maré, que impede a entrada de água do Rio Tejo para a linha de tratamento.

Os pontos de descarga EH10 e EH11 localizam-se na margem do Rio Tejo e consistem em exdutores de betão com \varnothing 600 mm, ligadas à câmara de descarga do efluente proveniente de cada uma das linhas de tratamento associadas (LT7 e LT8, respectivamente). Nestes pontos de descarga afluem também águas de drenagem pluvial.



Figura III.8 – Ponto de Descarga de águas pluviais tratadas provenientes Parque de Combustíveis Sólidos (EH11).

O ponto de descarga EH12 localiza-se na margem do Rio Tejo e recebe os efluentes provenientes das LT9 e LT10, bem como águas de drenagem pluvial. Estes são descarregados, através de tubagens de betão com \varnothing 400 mm, numa vala que atravessa a zona do parque, e faz a descarga no Rio Tejo. A vala apresenta cerca de 170 metros de comprimento e possui um túnel ($32 \times 2 \times 2$ m) antecedendo a zona de descarga, como se pode constatar na Figura III.9.



Figura III.9 – Ponto de Descarga de águas pluviais tratadas provenientes Parque de Combustíveis Sólidos (EH12).

Em relação aos pontos de descarga referidos atrás, existe em anexo o Desenho CPA n.º 33774 – Implantação da Rede de Drenagem de Águas (Anexo 2.1), onde podem ser visualizados de forma mais clara, bem como as LTs que os antecedem e as áreas de drenagem de águas pluviais a que respeitam.

III.3.3.2 Pedreira

Na pedreira estão localizados três pontos de descarga em águas de superfície (EH13 a EH15) e quatro pontos de descarga em poços de infiltração (ES1 a ES4).

A pedreira ocupa uma área bastante grande (346 hectares), mas uma vez que ao contrário da fábrica, praticamente não se encontra impermeabilizada, existem menos pontos de descarga e os que existem são essencialmente relativos a descargas de efluentes as LTs aí presentes.

O ponto de descarga EH13 recebe os efluentes provenientes das LT2 e LT11 que são descarregados depois de passarem por uma caixa de visita, através de uma tubagem de betão com \varnothing 1000 mm, na linha de água principal que atravessa a pedreira.



Figura III.10 – Ponto de descarga de águas pluviais tratadas provenientes da zona do Britador Krupp e de abastecimento de gasóleo da pedreira (EH13).

No ponto de descarga EH14, o efluente proveniente da LT17 juntamente com outras águas pluviais da zona envolvente da Pré-Homo II, é descarregado através de uma tubagem de betão com \varnothing 1000 mm, na linha de água principal que atravessa a pedreira. A tubagem é subterrânea, passando por baixo de uma estrada, estando a zona de descarga protegida com muros de betão de alguns metros de altura, conforme se pode ver na Figura III.11.



Figura III.11 – Ponto de descarga de águas pluviais tratadas provenientes da área adjacente ao Britador O&K (EH14).

No ponto de descarga EH15 o efluente proveniente da LT4 é descarregado através de uma abertura (0,35 × 0,15 m) efectuada na câmara de descarga, existindo uma rampa em betão para o encaminhar para a linha de água.



Figura III.12 – Ponto de descarga de águas residuais da garagem da pedreira (EH15).

Os pontos de descarga ES1 a ES4 consistem em poços de infiltração que estão a jusante de sistemas de tratamento com recurso a fossas sépticas, como é o caso das LT's 13 a 16.

No ponto de descarga ES1 são descarregadas as águas residuais domésticas provenientes do Edifício Social da pedreira, do refeitório, dos balneários e dos sanitários, após tratamento na LT13.

No ponto de descarga ES2 são descarregadas as águas residuais domésticas provenientes do edifício afecto ao Britador KRUPP, após tratamento na LT14.

No ponto de descarga ES3 são descarregadas as águas residuais domésticas provenientes do edifício afecto ao Britador O&K, após tratamento na LT15.

No ponto de descarga ES4 são descarregadas as águas residuais domésticas provenientes do edifício afecto à balança, após tratamento na LT16.

Todos estes pontos de descarga localizam-se dentro dos terrenos da pedreira do Bom Jesus, e encontram-se a mais de 50 metros de distância das captações de águas subterrâneas da pedreira e das povoações vizinhas.

III.3.4 Monitorização de águas residuais

O CPA realiza monitorização das suas águas residuais à saída das várias linhas de tratamento, com excepção da LT19 que não origina efluentes e das LT13 a LT16 cujo efluente é encaminhado directamente para poços de infiltração.

De acordo com a sua Licença Ambiental o CPA está obrigado a monitorizações periódicas (efectuadas por entidades acreditadas) de um conjunto de parâmetros em algumas linhas de tratamento. Os métodos utilizados para cada um dos parâmetros monitorizados e as respectivas LTs constam da Tabela III.5 e correspondem aos métodos analíticos de referência dos Anexos ao DL 236/98, de 1 de Agosto ou de normas nacionais e internacionais.

Tabela III.5 – Métodos analíticos dos parâmetros sujeitos a monitorização.

| Parâmetros | Método Analítico | LT |
|--|---|--------------|
| pH | Electrometria / Potenciometria (ISO 10523:1994) | 1 a 6, 11 |
| | Potenciometria (NP 411 Método 2) | 7 a 10 |
| CBO ₅ (a 20 °C) | Método manométrico: Determinação pela medição do consumo de oxigénio, durante estágio de cinco dias de incubação a 20 °C ao abrigo da luz. Fixação com NaOH (inibidor da nitrificação) do CO ₂ libertado e leitura da diferença de pressão gerada. | 1 |
| | SMEWW 5210 (17 ^a Edt.1989) | |
| CQO | Com base no método do dicromato de potássio, utilizando um kit de análise: reacção de termoreactor a 148 °C com dicromato de potássio em ácido sulfúrico e sulfato de prata como catalisador. | 1 a 6 |
| | Oxidação e volumetria (ASTM 1252 / A) | 7 a 10 |
| | NP 4329 | 11 |
| SST | Filtração sob vácuo (com filtros de fibra de vidro) através de membrana filtrante de 1,2 µm, secagem a 105°C e pesagem, segundo a NP EN 872/2000 | 1 a 6, 11 |
| | Filtração e gravimetria (NP 505) | 7 a 10 |
| O.D. | SMEWW 2710 B (17 ^a Edt. 1989) | 1 |
| Temperatura | Termometria - SMEWW 2550 (17 ^a Edt 1989) | 1 |
| Óleos e Gorduras | Espectrometria de infravermelho (com Transformada de Fourier – FTIR) após extracção em série da amostra previamente acidificada (a pH<2) com solvente Fréon-113 (Método equivalente à EPA 413.2) | 1, 3 a 6 |
| Detergentes | Absorção molecular - Determinação de substâncias tensoactivas aniónicas por extracção por clorofórmio a pH neutro após reacção com azul de metileno. Leitura a 652 nm contra branco clorofórmio (SMEWW 5540) | 1 |
| Hidrocarbonetos totais/ Óleos Minerais | Espectrometria de infravermelho (FTIR) após extracção em série da amostra previamente acidificada (a pH<2) com solvente Fréon-113 (EPA 413.2) | 2 a 6, 11 |
| | Espectrometria de infravermelho (FTIR) após extracção com solvente específico (ASTM D 392 1) | 7 a 10 |
| Fenóis | Espectrometria de absorção molecular após destilação (ASTM D 1783/B) | 7 a 10 |
| Ferro Total | Espectrometria de plasma - ICP (W028) | 7 a 10 |

NP – Norma Portuguesa;

SMEWW – “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”.

Para além deste controlo, no caso da LT1, são também efectuadas análises com uma periodicidade bimestral pela empresa contratada para a manutenção desta LT (Ondeo-Degrémont). Os parâmetros monitorizados incluem também o oxigénio dissolvido (OD) e temperatura, que não estão abrangidos pela Licença Ambiental. Na Tabela III.6 estão referenciados os métodos utilizados pela Ondeo-Degrémont.

Tabela III.6 – Métodos analíticos utilizados pela Ondeo-Degrémont para monitorização à saída LT1.

| Parâmetros | Método Analítico |
|----------------------------|---|
| pH | SMEWW 4500 |
| CBO ₅ (a 20 °C) | SMEWW 5210 (17 ^a Edt. 1989) |
| CQO | Método do dicromato de potássio - kit MERCK (segundo a ISO 15705) |
| SST | SMEWW 2540 (17 ^a Edt. 1989) |
| O.D. | SMEWW 2710 B (17 ^a Edt. 1989) |
| Temperatura | Termometria - SMEWW 2550 (17 ^a Edt 1989) |

SMEWW – “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”.

Refira-se ainda que, embora os resultados não sejam considerados para efeitos dos requisitos da Licença Ambiental referidos na Tabela III.5, o CPA procede, para efeitos de controlo interno, a amostragens simples e análises dos efluentes de todas as LTs (com as excepções referidas anteriormente), realizadas pelo seu laboratório do Serviço de Qualidade e Optimização de acordo com os métodos referidos na Tabela III.7.

Em condições normais as análises de efluentes para efeitos de controlo interno são realizadas com periodicidade mínima mensal, excepto em situações em que o caudal de descarga não seja suficiente para obtenção da amostra (por exemplo, no caso de ausência de precipitação não é possível a monitorização de LTs que tratam de águas pluviais).

Tabela III.7 – Métodos analíticos utilizados pelo Laboratório de Qualidade do SQO

| Parâmetros | Método Analítico |
|----------------------------|---|
| pH | Electrometria / Potenciometria (ISO 10523:1994) |
| CBO ₅ (a 20 °C) | Método da diluição (Normas de referência: SMEWW 5210 A/B e SMEWW 1060) |
| CQO | Método do dicromato de potássio (Normas de referência: SMEWW 5220 B, SMEWW 1060 e ISO 6060) |
| SST | Método gravimétrico: Filtração sob vácuo (com filtros de vibra de vidro) através de membrana filtrante de 1,2 µm, secagem a 103-105°C e pesagem (Normas de referência: SMEWW 2540 D, SMEWW 1060 e NP 505:1967) |

NP – Norma Portuguesa;

SMEWW – “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”.

Os valores limite de emissão (VLE) para cada um dos parâmetros enunciados na Tabela III.5 são apresentados de seguida na Tabela III.8.

Tabela III.8 – Limites legais de emissão

| Parâmetro | VLE |
|---|------------|
| SST (mg/l) | 60 |
| CQO (mg O ₂ /l) | 150 |
| pH (Escala Sorensen) | 6,0 a 9,0 |
| Óleos e gorduras (mg/l) | 15 |
| Óleos minerais (mg/l) | 15 |
| CBO ₅ (mg O ₂ /l) | 40 |
| Detergentes (mg/l) | 2 |
| Fenóis (mg/l) | 0,5 |
| Ferro total (mg/l) | 2 |

Todas as situações em que se verifique a ultrapassagem de qualquer um destes VLE são registadas e é aberto um processo interno de averiguações pelo CPA de modo a justificar, identificar a causa, solucionar e prevenir novas situações de não conformidade.

III.3.5 Planos de manutenção dos sistemas de tratamento de águas

Todos os sistemas de retenção, drenagem, tratamento e controlo existentes nas instalações do CPA são explorados de modo a reduzir ao mínimo os períodos de indisponibilidade e permitir manter um nível de eficiência elevado.

Deste modo, os referidos sistemas encontram-se integrados em planos de manutenção preventiva sistematizada implementados no CPA. No caso dos sistemas de retenção, drenagem, tratamento e controlo de águas residuais e águas pluviais, a manutenção destes sistemas é gerida na generalidade pelo CPA, sendo alguns destes serviços mais especializados, entregues a empresas externas prestadoras de serviços. Um destes casos é a manutenção da ETAR instalada na zona da fábrica que é assegurada pela empresa Degrémont, S.A..

Os planos de manutenção incluem a verificação periódica de uma série de aspectos nos sistemas de tratamento. No caso da ETAR instalada na pedreira o plano de manutenção compreende verificação/operação de manutenção a:

- Poços de bombagem (tetramestral);
- Caixas de inspeção (semestral);
- Caleira e grelha de entrada na ETAR (semanal);
- Filtros do compressor (tetramestral);
- Remoção de lamas (semestral);

- Transferência das matérias flutuantes (semestral);
- Inspeção geral à ETAR (anual).

Para os restantes sistemas de tratamento os planos de manutenção estão estruturados com a seguinte periodicidade:

- Zona abastecimento de gasóleo da pedreira (semestral);
- Lavagem de viaturas da pedreira (trimestral);
- Tratamento de águas pluviais da área adjacente ao Britador Krupp (semestral);
- Tratamento de águas pluviais da área adjacente ao Britador O&K (tetramestral);
- Garagem da fábrica (trimestral);
- Lavagem de viaturas da fábrica (trimestral);
- BACIA I – parque de combustíveis sólidos (tetramestral);
- BACIA II – parque de combustíveis sólidos (tetramestral);
- BACIA III e IV – parque de combustíveis sólidos (tetramestral);
- BACIA V – parque de combustíveis sólidos (tetramestral);
- Zona de armazenamento temporário de resíduos (trimestral);
- Zona abastecimento de gasóleo da fábrica (semestral);
- Zona armazenamento de fuel/gasóleo da fábrica (tetramestral);
- Zona armazenamento de farinhas animais forno 7 (semestral);
- Combustíveis alternativos (anual);
- Zona armazenamento de farinhas animais forno 6 (semestral);
- Fossa séptica do Edifício do Britador Krupp da pedreira (anual);
- Fossa séptica do Edifício do Britador O&K da pedreira (anual);
- Fossa séptica do Edifício da Balança da pedreira (anual);
- Fossa séptica do Edifício Social (anual).

Nas operações de manutenção que envolvam remoção de lamas ou de óleos, gorduras e hidrocarbonetos, estes terão os destinos adequados. As lamas são co-incineradas nos fornos de produção de clínquer enquanto que os óleos, gorduras e hidrocarbonetos são armazenados em contentores próprios, selados, e encaminhados para o destino final adequado.

III.3.6 Consumos de água e descargas de águas residuais

Como referido anteriormente, a indústria cimenteira não necessita de água enquanto matéria-prima para a produção de cimento. No entanto, necessita de grandes quantidades de água, essencialmente para:

- Refrigeração do óleo dos componentes mecânicos dos equipamentos;
- Para condicionamento de gases TCG;
- Arrefecimento da chama nos queimadores principais dos fornos.

Outras utilizações de água, com menor expressão em termos de consumos mas igualmente importantes são:

- Rega de caminhos de circulação de veículos na pedreira;
- Sistemas automáticos de aspersão para rega de caminhos e outras zonas na pedreira;
- Rega de espaços verdes e ajardinados;
- Rega de espécies arbóreas e arbustivas no âmbito do PARP;
- Lavagem de veículos e máquinas;
- Sanitários, balneários e refeitórios.

Os consumos de água para uso industrial representam cerca de 70 a 80% do consumo total de água nas instalações do CPA, sendo esta proveniente exclusivamente das captações próprias do CPA (AC1 a AC5), essencialmente da captação superficial do Rio Tejo (AC5).

Na Tabela III.9 apresentam-se os volumes de água utilizados no CPA, provenientes das captações próprias e da rede pública de abastecimento, nos últimos seis anos e na Tabela III.10 apresentam-se os volumes de águas residuais descarregas no mesmo intervalo de tempo.

Tabela III.9 – Volumes de águas provenientes de captações próprias e da rede pública de abastecimento

| Ano | Captações próprias (x10 ³ m ³) | Rede pública (x10 ³ m ³) |
|------------|---|---|
| 2003 | 351 | 93 |
| 2004 | 204 | 84 |
| 2005 | 240 | 73 |
| 2006 | 194 | 76 |
| 2007 | 379 | 105 |
| 2008 | 229 | 89 |

Tabela III.10 – Volumes de águas residuais descarregadas

| Ano | Águas residuais (x10 ³ m ³) |
|------|---|
| 2003 | 75,1 |
| 2004 | 49,4 |
| 2005 | 51,3 |
| 2006 | 51,3 |
| 2007 | 50,8 |
| 2008 | 76,6 |

O indicador utilizado pelo CPA para medir o seu desempenho ambiental em termos do consumo de água é o consumo específico de água por tonelada de clínquer produzido, que é apresentado em seguida no Gráfico III.1.

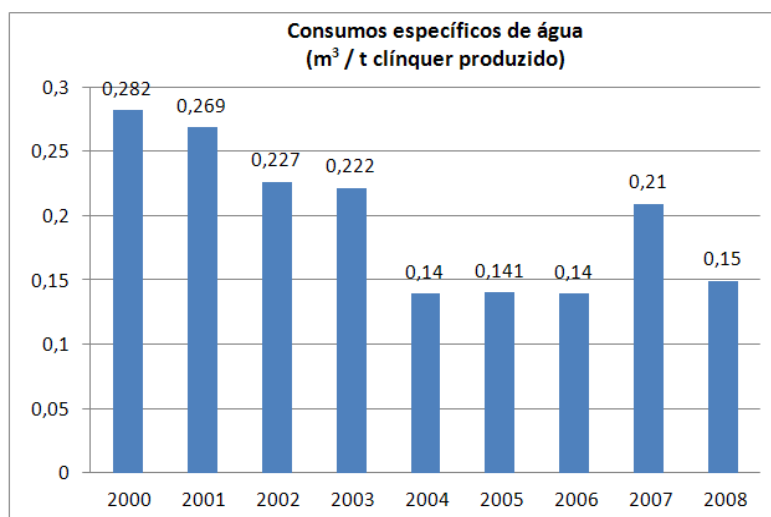


Gráfico III.1 – Consumos específicos de água no CPA: 2000 – 2008.

O gráfico evidencia uma forte redução até ao ano de 2004, fruto das acções específicas realizadas e também de uma maior consciencialização da população fabril verificando-se a partir de 2004 e até 2006, uma estabilização dos consumos específicos de água.

Em 2007 verificou-se um aumento significativo do consumo específico de água, em relação ao ano anterior. Os principais factores que influenciaram este desempenho relacionam-se com o aumento da quantidade de água utilizado no arrefecimento da chama (como medida de controlo das emissões de NO_x nas chaminés dos fornos) e devido à interrupção do sistema de arrefecimento de água industrial, durante a montagem de novas torres de refrigeração, que originou um grande aumento das perdas por evaporação.

Em 2008, após o final dos trabalhos de montagem de novas torres de refrigeração, o consumo específico de água voltou para valores próximos dos atingidos desde 2004.

III.3.7 Medidas de racionalização de consumos de água

Nas instalações do CPA a água é encarada como um factor de produção e como um recurso de desenvolvimento, pelo que a sua gestão é orientada numa óptica de racionalização dos consumos.

No âmbito do seu Sistema de Gestão Ambiental o CPA tem mantido desde 2002, a definição de objectivos e metas relacionados com a redução dos consumos específicos de água, a partir dos quais foram implementadas as acções de melhoria descritas nos parágrafos seguintes.

Como enunciado anteriormente (capítulo III.3), a água para fins industriais na fábrica é utilizada para alimentação dos circuitos de refrigeração para arrefecimento dos óleos de lubrificação, para condicionamento de gases, e também para arrefecimento da chama nos queimadores principais dos fornos.

O consumo de água nas torres de condicionamento de gases (TCG) e nos sistemas de injeção dos queimadores é controlado por contadores, existindo critérios definidos em instruções operatórias para a sua utilização.

Em finais de 2002 procedeu-se a uma optimização dos sistemas de injeção de água nas TCG com a instalação de um novo sistema de comando e controlo automatizado, em função da temperatura dos gases à entrada dos sistemas de despoeiramento e do funcionamento das moagens de cru. A injeção de água nas torres é regulada por uma válvula doseadora, existindo uma tubagem de retorno da água excedente que não é utilizada, para o reservatório que abastece o sistema.

Por outro lado, a injeção de água nos queimadores dos fornos apenas é realizada a partir de uma dada concentração (elevada) de NO_x , de modo a serem cumpridos os valores limite de emissão e objectivos de desempenho ambiental definidos.

De modo a minimizar a quantidade de água captada para uso industrial, o CPA dispõe, desde 1976, de um sistema de recirculação de água para arrefecimento em circuito fechado, permitindo assim a reutilização de grandes quantidades de água, sendo apenas necessário repor a água que se perde, principalmente por evaporação.

No Anexo 2.2 é apresentado o Diagrama Linear da Rede de Abastecimento e Retorno de Água Industrial com todos os circuitos, bombas, contadores e tanques de retorno da água de uso industrial à ETAI.

Na ETAI, em finais de 2002 foi concluído um projecto de remodelação de todo o sistema de tratamento, bombagem e recirculação de água de uso industrial que compreendeu a divisão e reparação do tanque de armazenamento de água, a reparação da sala das

bombas, a construção de uma nova sala eléctrica, assim como a automação e actualização do sistema de supervisão de todo o sistema de tratamento, que incluiu a instalação de duas sondas de nível ultrasónicas (na captação de água do Rio Tejo e no tanque de água industrial) e quatro medidores de caudal electromagnéticos, de abastecimento e retorno das linhas de produção de clínquer 6 e 7.

No âmbito da remodelação da ETAI foi realizada a construção de um decantador para tratamento do efluente resultante da operação de recolha de lamas de clarificação do tanque de água bruta (LT19). A água residual proveniente do decantador é recirculada para o tanque de água tratada (cerca de 1 450 m³/ano).

Uma medida bastante relevante em termos de redução das quantidades de água captadas do Rio Tejo foi implementada em 1996, com a substituição do sistema de arrefecimento a água do arrefecedor de satélites do forno 6, por um sistema de arrefecimento a ar, permitindo poupanças de água da ordem dos 250 000 m³/ano.

Em finais de 2002, após a abertura de dois furos de captação de água subterrânea (AC1 e AC3) na pedreira e montagem de dois depósitos de água, com uma capacidade de armazenamento de 290 m³ (2×145) localizados junto da Pré-Homo I, foram concluídos os trabalhos de instalação do sistema de aspersão automática dos caminhos principais da pedreira, constituído por 214 aspersores rotativos. Este sistema é controlado através de um temporizador, em função da circulação dos veículos de transporte da matéria-prima e tendo em conta as condições meteorológicas. O sistema é utilizado sempre que o tempo esteja seco e existam poeiras suspensas no ar. Os depósitos de água dispõem de sondas de nível para prevenir sobre enchimentos.

Ao longo dos últimos anos têm vindo a ser instalados, aquando da criação ou remodelação de espaços verdes e em plantações de árvores, não só na zona da pedreira como também no perímetro fabril, sistemas de rega gota-a-gota e programadores.

A selecção de espécies arbóreas e arbustivas, assim como a criação ou remodelação de espaços verdes existentes, tem também em conta a minimização das necessidades de água para rega. São disso exemplos, diversas medidas de integração paisagística de edifícios e estruturas fabris, tais como a construção de jardins de inertes junto à Pré-Homo I (2001) e à Pré-Homo II (2003) (Figura III.16), junto aos tanques de água do sistema de aspersão dos caminhos da pedreira (2003) e junto ao forno 6 (2004), e de jardins com utilização de outros materiais (cascas de árvores, pedras, etc) na requalificação da zona envolvente da subestação e arranjo paisagístico junto ao Edifício Social da Pedreira (2004).



Figura III.16 – Jardim de inertes junto à Pré-Homo II (pedreira) construído em 2003.

Ao nível dos consumos domésticos, tem sido promovida a instalação de torneiras temporizadas, nomeadamente em instalações sanitárias no âmbito de projectos de remodelação de edifícios, e também no novo balneário do Edifício Social da Pedreira. Actualmente existem 133 torneiras temporizadas na área da fábrica e 18 no Edifício Social da Pedreira.

Para optimização do consumo de água utilizada para lavagens de veículos são utilizadas mangueiras com pistola de alta pressão.

Nos últimos anos, designadamente no decorrer de 2004 a 2008, foram implementadas algumas medidas que contribuem para uma melhor racionalização dos consumos de água, incluindo:

- Aquisição e instalação de novos contadores de água de uso industrial e de um software de controlo/contagem de água industrial;
- Construção na zona da pedreira, de um sistema alternativo de alimentação de água proveniente dos furos de captação subterrânea para lavagens de veículos, em vez de ser utilizada água potável da rede municipal;
- Realização de inspecções nas redes de distribuição de água industrial com detecção de fugas e diversas reparações e substituição de tubagens;
- Substituição de tubagens de alimentação de água nas casas do Bairro Social;
- Remodelação das torres de refrigeração do circuito de água industrial;
- Alteração e substituição de tubagens do circuito de retorno de água das moagens de cimento;
- Instalação de sistema de aproveitamento das águas de lavagem dos gases dos depósitos de armazenagem de amónia;

- Sistema automático de rega para a zona envolvente da piscina.

Por outro lado, os trabalhadores e contratados/empreiteiros têm sido fortemente sensibilizados para a racionalização dos consumos e identificação de fugas de água, no âmbito de acções de formação/sensibilização ambiental. Essas considerações fazem também parte de Cartazes, que se encontram espalhados pela área fabril, e do Manual de Boas Práticas Ambientais, distribuído a pessoas/empresas externas que executem trabalhos nas instalações do CPA.

Em finais de 2005, no âmbito de um estágio curricular, foi iniciado um trabalho de actualização do levantamento de todas as redes internas de distribuição de águas, com a identificação de todos os tipos e locais de consumo, que incluiu também a definição de um planeamento para a instalação de novos contadores, de forma a monitorizar e otimizar os consumos dos mesmos, e da rede em geral.

No âmbito deste estudo, as informações disponibilizadas pelo software de contagem de água industrial actualmente existente, permitiram o cálculo de perdas e a identificação de troços das redes de distribuição de água, onde possam existir fugas. Para as redes de abastecimento de água provenientes da rede municipal, foram também instalados cerca de 50 novos contadores para os diferentes locais de consumo identificados. Em finais de 2005 foram adquiridos 30 novos contadores para as casas do Bairro Social e em 2006 foram efectuados trabalhos de remodelação de toda a rede de distribuição de água neste local, uma vez que este tinha sido evidenciado como um dos que apresentava maiores perdas.

O CPA pretende dar continuidade à implementação de medidas de melhoria do controlo e minimização dos consumos de água, estando previsto para 2010 dar continuidade a acções de melhoria do sistema de circulação de água industrial com a beneficiação/substituição das canalizações existentes.

IV. Considerações finais

Após o levantamento de todas as questões relacionadas com a gestão da água no CPA, importa antes de mais salientar o cuidado e atenção dedicados a um recurso que, em termos da indústria cimenteira, não levanta grandes questões de impactes ambientais negativos como é o caso das emissões atmosféricas ou até mesmo o ruído.

Ainda assim existem alguns aspectos que podem ser melhorados, conduzindo a poupanças significativas de água potável e à redução do consumo de água em geral.

No que respeita a consumos de água de rede, esta poderia e deveria ser utilizada apenas no essencial: consumo humano. Todos os outros usos, tais como rega de espaços verdes e ajardinados, descarga em sanitários, lavagem de veículos e máquinas, lavagem de pavimentos, sistemas de aspersão para redução das emissões difusas de poeiras devem ser satisfeitos com recurso a águas pluviais, águas de captação superficial ou até mesmo águas residuais devidamente tratadas.

Na fábrica os usos de carácter industrial são satisfeitos exclusivamente pela água captada directamente do Rio Tejo no ponto de captação AC5. No entanto todos os outros usos (descritos no parágrafo anterior) são satisfeitos com água proveniente da rede pública de abastecimento. Uma vez que o perímetro fabril corresponde a uma área considerável e que existem sistemas de drenagem espalhados por toda esta área, seria de considerar a instalação de um ou mais reservatórios em posições estratégicas na fábrica para poderem armazenar as águas de escorrência pluvial, servindo depois como fonte de água para rega de espaços verdes e ajardinados, descarga em sanitários, lavagem de veículos e máquinas, lavagem de pavimentos.

A utilização de água não potável em descargas de sanitários é uma medida que acarreta custos significativos. No entanto, uma vez que o CPA realiza com alguma frequência substituição de canalizações, não apenas de águas industriais mas também de águas domésticas, poderia equacionar a substituição gradual da água de rede por água pluvial à medida que forem surgindo situações em que sejam instaladas novas canalizações.

Na pedreira parte desta substituição já foi feita recorrendo aos dois reservatórios de 145 m³ cada que são abastecidos pelas captações subterrâneas AC1 e AC3. No entanto, em relação a esta situação na pedreira importa referir dois aspectos: por um lado, os recursos subterrâneos que estão a ser explorados poderiam ser fortemente reduzidos se o CPA optasse por criar uma bacia de retenção numa das suas frentes de pedreira desactivadas; por outro lado, a substituição da água de rede por água pluvial ou subterrânea na pedreira

pode estender-se muito para além do que já existe. Actualmente esta água é utilizada apenas para abastecimento de parte do sistema de aspersão automática e nas instalações de lavagem de veículos na oficina auto.

Assim, no caso da pedra, surge como oportunidade de melhoria a criação de uma bacia de retenção para águas pluviais de forma a reduzir a pressão sobre os recursos hídricos subterrâneos e o alargamento da utilização de água não potável a todos os usos que dela não dependam, como é o caso de rega de espaços verdes e ajardinados e de espécies arbóreas e arbustivas, rega para redução das emissões de partículas difusas e utilização em descargas sanitárias.

Para além das medidas propostas, o esforço de aumento de eficiência deverá passar sempre pela utilização de novas tecnologias menos poluentes, com menores consumos e com menores perdas na gestão da água bem como pelo uso mais racional deste recurso.

V. Bibliografia

Agriculture and Agri-Food Canada. *The Health of Our Water: Toward Sustainable Agriculture in Canada*. D.R. Coote and L.J. Gregorich (Eds.). Ottawa: Public Works and Government Services Canada, 2000.

Agência Portuguesa do Ambiente, *Licença Ambiental 53/2007*. Amadora, 2007.

Cimpor, Centro de Produção de Alhandra, *Declaração Ambiental 2003*. Lisboa, 2004.

Cimpor, Centro de Produção de Alhandra, *Declaração Ambiental Intercalar 2004*. Lisboa, 2005.

Cimpor, Centro de Produção de Alhandra, *Declaração Ambiental Intercalar 2005*. Lisboa, 2006.

Cimpor, Centro de Produção de Alhandra, *Declaração Ambiental 2006*. Lisboa, 2007.

Cimpor, Centro de Produção de Alhandra, *Declaração Ambiental Intercalar 2007*. Lisboa, 2008.

Cimpor, Centro de Produção de Alhandra, *Declaração Ambiental Intercalar 2008*. Lisboa, 2009.

Cimpor, Centro de Produção de Alhandra, *Relatório Ambiental Anual*. Lisboa, 2005.

Cimpor, Centro de Produção de Alhandra, *Formulário de licenciamento para as instalações PCIP*. Lisboa 2007.

Cimpor, *Relatório de Sustentabilidade – 2003*. Lisboa, 2003.

De Villiers, Marq. *Water*. Toronto: Stoddart, 1999.

Engelman, R., R.P. Cincotta, B. Dye, et al. *People in the Balance: Population and Natural Resources at the Turn of the Millennium*. Washington, D.C.: Population Action International, 2000.

Environment Agency, *Measuring environmental performance: Sector report for the cement industry*. Bristol. Version 1, November 2005

Environment Canada. *A Primer on Fresh Water – Questions and Answers*. 5th Edition. Ottawa: Public Works and Government Services Canada, 2000.

Environment Canada. *Tracking Key Environmental Issues*. Ottawa: Public Works and Government Services Canada, 2001.

Gleick, Peter H. "Special Report: Safeguarding Our Water/Making Every Drop Count." *Scientific American*. February 2001.

Gleick, Peter H. "Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs." *Water International*. Vol. 21, 1996: p.83-92.

Gleick, Peter H. *The World's Water 2000-2001: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington, D.C.: Island Press, 2000.

Gleick, Peter H. *The World's Water 2008-2009: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington, D.C.: Island Press, 2008.

Government of Canada. *Canada and Freshwater – Experiences and Practices*. Sustainable Development in Canada Monograph Series, No. 6. Ottawa: Public Works and Government Services Canada, 1998.

Panamerican Health Organization. *Global Assessment of Drinking Water and Sanitation 2000 in the Americas*. Canada Analytical Report. January 2001.

Population Action International. "People and Water". *People in the Balance: Population and Natural Resources at the Turn of the Millenium*. Update 2002.

Postel, Sandra L. "Securing water for people, crops, and ecosystems: New mindset and new priorities." *Natural Resources Forum – A United Nations Journal, A special issue on The Freshwater Challenge: Providing for People and Ecosystems*. Vol. 27, No. 2, May 2003.

Preserving Freshwater and Coastal Ecosystems: Canada's Contributions to the Sustainable Management and Use of Global Water Resources. The Delphi Group, prepared for the Government of Canada, February 2002, p.3.

Shiklomanov, I. (Ed.). "Water resources of selected major rivers of the world". *World Water Resources and Their Uses*. Joint SHI/UNESCO Product, 1999.

Statistics Canada. *Human Activity and the Environment 2000*. Ottawa: Minister of Industry, 2000.

Statistics Canada. *Human Activity and the Environment, Annual Statistics 2003*. Ottawa: Minister of Industry, 2003.

Statistics Canada, Environment Accounts as Statistics Division, *Industrial Water Use 2005*. Ottawa: Minister of Industry, 2008.

Uitto, J.I. and A.K. Biswas (eds.). *Water for Urban Areas: Challenges and Perspectives*. Tokyo: UNU Press, 2000.

UNESCO-WWAP. *Water for People, Water for Life - The United Nations World Water Development Report*. UNESCO Publishing, 2003.

United Nations Development Programme; United Nations Environment Programme; World Bank; World Resources Institute. *World Resources 2000-2001: People and Ecosystems – The Fraying Web of Life*. New York: Elsevier Science, 2000.

World Water Council. *World Water Vision: Making Water Everybody's Business*. Cosgrove, W.J. and F.R. Rijsberman. London, U.K.: Earthscan Publications, 2000.

World Business Council for Sustainable Development, *The cement sustainability initiative: our agenda for action*. Switzerland, 2002.

ANEXO 1 - Redes de Abastecimento de Água

Anexo 1.1: Desenho CPA n.º 33793 – Localização das captações de água (Escala 1:25000);

Anexo 1.2: Desenho CPA n.º 33775 – Planta da Fábrica. Implantação das Redes de Abastecimento de Águas (Escala 1:1000);

Anexo 1.3: Desenho CPA n.º 33787 – Pedreira do Bom Jesus. Implantação das Redes de Abastecimento de águas (Escala 1:2000);

ANEXO 2 - Localização/Implantação das linhas de tratamento

Anexo 2.1: Desenho CPA n.º 33774 – Planta da Fábrica. Implantação da Rede de Drenagem de Águas (Escala 1:1000);

Anexo 2.2: Diagrama Linear da Rede de Abastecimento e Retorno de Água Industrial;

Anexo 2.3: Diagrama Linear de Recolha de Águas Residuais;

Anexo 2.4: Desenho CPA n.º 33794 – Planta da Fábrica. Implantação da ETAR (Escala 1:500);

Anexo 2.5: Desenho CPA n.º 33800 – Planta da Fábrica. Garagem. Implantação de Decantador (Escala 1:500);

Anexo 2.6: Desenho CPA n.º 33796 – Planta da Fábrica. Abastecimento de Gasóleo e Lavagem de Viaturas. Implantação de Decantadores (Escala 1:500);

Anexo 2.7: Desenho CPA n.º 33648 – Tratamento de Águas Pluviais. Efluente EF5. Implantação (Escala 1:500);

Anexo 2.8: Desenho CPA n.º 33723 – Planta da Fábrica. Parques de Carvão e Clínquer. Bacias de Drenagem. Levantamento das Caleiras Existentes e Localização dos Separadores (Escala 1:1000);

Anexo 2.9: Desenho CPA n.º 33799 – Planta da Fábrica. Armazenagem de Fuel/Gasóleo. Implantação de Decantador (Escala 1:500);

Anexo 2.10: Desenho CPA n.º 33798 – Planta da Fábrica. ETAI. Implantação de Decantador (Escala 1:500);

Anexo 2.11: Desenho CPA n.º 33795 – Planta da Fábrica. Combustíveis Alternativos (Farinhas Animais). Implantação de Decantador (Escala 1:500);

Anexo 2.12: Desenho CPA n.º 33797 – Planta da Fábrica. Combustíveis Alternativos. Implantação de Decantador (Escala 1:500);

Anexo 2.13: Desenho CPA n.º 33665 – Pedreira do Bom Jesus. Zona do Britador Krupp. Bacia de Drenagem do Separador (Escala 1:2000);

Anexo 2.14: Desenho CPA n.º 33802 – Pedreira do Bom Jesus. Britagem Krupp. Implantação da Fossa e Decantador (Escala 1:500);

Anexo 2.15: Desenho CPA n.º 33808 – Pedreira do Bom Jesus. Oficina Auto. Implantação do Decantador (Escala 1:500);

Anexo 2.16: Desenho CPA n.º 33804 – Pedreira do Bom Jesus. Abastecimento de Gasóleo. Implantação do Decantador (Escala 1:500);

Anexo 2.17: Desenho CPA n.º 33805 – Pedreira do Bom Jesus. Edifício Social. Implantação da LT13 (Escala 1:500);

Anexo 2.18: Desenho CPA n.º 33802 – Pedreira do Bom Jesus. Oficina Auto. Implantação do Decantador (Escala 1:500);

Anexo 2.19: Desenho CPA n.º 33801 – Pedreira do Bom Jesus. Britagem O&K. Implantação da Fossa e Decantador (Escala 1:500);

Anexo 2.20: Desenho CPA n.º 33803 – Pedreira do Bom Jesus. Edifício da Balança. Implantação da Fossa (Escala 1:500);