

# **Avaliação da qualidade da água de pisciculturas: sustentabilidade ambiental e tipo de exploração**

**Ricardo Luís Meireles Fão**

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para  
obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental*

Orientado por:

**Professora Doutora Conceição Fernandes (ESA-IPB)**

**Professora Doutora Maria Antónia Salgado (ICBAS-UP)**

**Bragança**

**2013**



## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Professora Doutora Conceição Fernandes, por ter aceite esta orientação e por todo o apoio, disponibilidade, atenção e paciência que me deu ao longo de todo o meu percurso. Além da relação de amizade que se desenvolveu ao longo do tempo e a qual tudo farei para que perdure.

À co-orientadora Professora Doutora Antónia Salgado, por todo o apoio prestado na elaboração deste trabalho, pelo incentivo permanente e por toda a paciência para elaboração da dissertação, bem como do trabalho prático

À Engenheira Amélia Cortez pela sua disponibilidade e por ser incansável na resolução e esclarecimento de todos os problemas que surgiram

À Dra. Manuela Castro e ao Dr. José Calheiros Dias, pelas facilidades concedidas nos acessos às pisciculturas e por todas as informações fornecidas.

Ao Professor Doutor Albino Bento, Diretor da ESAB, pela ajuda e apoio incondicional, ao longo do meu percurso académico e pela sua amizade mostrada ao longo dos anos.

Ao Professor Doutor Luís Nunes, pela ajuda no tratamento de dados estatísticos.

Ao Professor Doutor Amílcar Teixeira, pela disponibilidade e ajudas prestadas nesta dissertação.

Aos meus Pais, Luís Fão e Maria José Meireles, (Papá e Mamã), por toda a compreensão, ajuda, amor, pelos ensinamentos que me deram ao longo da vida, além de todos os momentos de prazer que me proporcionaram e as experiências que me deram oportunidade de viver.

Aos meus avós paternos, Amadeu Fão e Teresa Vila Franca Fão, por tudo o que fizeram por mim e pelo amor incondicional que me deram ao longo da minha vida, além dos momentos que partilhamos e que fazem de mim a pessoa de hoje.

Aos meus avós maternos, Ribeiro Meireles e Judite de Sousa, por todos os bons momentos que passamos e pelo carinho que sempre me foi dado.

À minha irmã, Teresa Fão, pela alegria e pelos bons momentos que me proporciona.

À minha afilhada Helena Augusto Meireles, pela princesa que é

À minha família, Padrinho, Madrinha, Tios, Tias, Primos e Primas pela animação, carinho e bons momentos que sempre imperam ao pé de vós

Aos meus amigos, por todo o apoio, ajuda e amizade, além do companheirismo e os momentos que nunca esquecerei. Qualquer sonho com vocês a meu lado é a minha realidade de amanhã. Sem especificar alguém, seja em Bragança ou em Vila Praia de Âncora, vocês são o pilar que qualquer pessoa precisa para ser feliz.

A todos, o meu Obrigado!

## **Resumo**

A água é um dos bens mais preciosos que existe no Planeta Terra, além de ser vital para a existência de vida neste. Assim, é preciso racionalizar o seu uso e o seu tratamento para que se consiga reduzir ao máximo o seu desperdício e impacto na sua qualidade. Os sistemas de aquacultura têm merecido um desenvolvimento nos últimos anos, já que são uma das principais fontes de pescado, no entanto estes sistemas podem afetar o equilíbrio ambiental, nomeadamente a qualidade da água, sendo que em sistemas intensivos e/ou semi-intensivos esta situação pode ser agravada pelo adensamento da população piscícola.

O objetivo principal desta dissertação foi avaliar o impacto no meio hídrico dos efluentes gerados por diferentes tipos de pisciculturas de sistema intensivo. As amostras analisadas foram recolhidas de uma piscicultura de água doce em tanques, de uma piscicultura de água doce em jangada e de uma piscicultura de água marinha em tanques. A qualidade físico-química do efluente produzido pelas pisciculturas foi avaliada através da medição de alguns parâmetros de qualidade, nomeadamente fósforo total, azoto total, carência química de oxigénio, carência bioquímica de oxigénio e sólidos suspensos totais.

Os resultados mostraram que todas as pisciculturas em estudo tinham os seus efluentes com valores de emissão abaixo dos limites estipulados por lei. No entanto, também foi possível verificar que os níveis obtidos para estes parâmetros, dependiam do tipo de piscicultura. Verificou-se que estes efluentes, ao longo do tempo, podem contribuir eventualmente para fenómenos de eutrofização no meio hídrico, devido principalmente à emissão de fósforo e azoto, sendo este aspeto mais relevante para a piscicultura localizada em Paredes de Coura.

**Palavras-Chave:** Piscicultura; Efluentes; Fósforo-Total; Azoto-Total; Carência Bioquímica do Oxigénio; Carência Química do Oxigénio; Sólidos Suspensos; Eutrofização.

## **Abstract**

Water is one of the most valuable resources in our planet, it works as the engine of life as well. Therefore, we must be rational on its consumption and on its treatment so that the waste is reduced and its impact on water quality as well. The aquaculture farms have been developed in recent years, since they are a major source of fish for human consumption, however these systems can affect the environmental balance, primarily water quality, and in intensive systems and / or semi-intensive ones this situation may be exacerbated by the high density of the fish population.

The main objective of this thesis was to evaluate the impact of the wastewater generated by different types of fish farms, using intensive systems, on the aquatic environment. The analyzed water samples were obtained from two freshwater fish farms, where the fish were cultivated in tanks and cages, and from a seawater fish farm with tanks. The physical-chemical quality of the effluent produced by fish farms was evaluated by measuring some quality parameters, including Total Phosphorus, Total Nitrogen, Chemical Oxygen Demand (BOD), Biochemical Oxygen Demand (COD) and Total Suspended Solids.

The results show that all fish farms under study had their effluent's emissions within legal limits. However, was also possible to verify that effluent's emissions depending on the different fish farms. It was also found, that over time these effluents can contribute eventually to eutrophication phenomena in aquatic environment, mainly due to emission of phosphorus and nitrogen, finding this aspect more relevant in Paredes de Coura's pisciculture.

**Key Words:** Pisciculture; Effluents; Total Phosphorus; Total Nitrogen; Chemical Oxygen Demand (BOD) ; Biochemical Oxygen Demand (COD); Suspended Solids; Eutrophication.

# ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS .....	I
RESUMO .....	I
ABSTRACT .....	II
Índice Geral.....	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABELAS .....	IX
<b>1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS.....</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 IMPORTÂNCIA DA AQUACULTURA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 FORMAS DE CULTIVO EM PISCICULTURAS .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 PARÂMETROS DE CONTROLO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....</b>	<b>5</b>
2.3.1 Fósforo (P).....	6
2.3.2 Azoto (N) .....	7
2.3.3 - Carência Bioquímica do Oxigénio (CBO).....	8
2.3.4 Carência Química do Oxigénio (CQO) .....	8
2.2.5 - Sólidos Suspensos (SS) .....	9
<b>2.4 EUTROFIZAÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>3. CASO DE ESTUDO .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. OS TIPOS DE PISCICULTURA EM ESTUDO .....</b>	<b>11</b>
3.1.1 Piscicultura de Pisões .....	12
3.1.2 Piscicultura de Paredes de Coura .....	15
3.1.3 Piscicultura do Rio Alto .....	17

<b>3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.1 Fósforo Total (P).....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.2 Azoto Total (N) .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.3 Doseamento do N-Total em Águas Marinhas .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.4 Doseamento da Carência Bioquímica do Oxigênio (CBO).....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.5 Determinação do Oxigênio Dissolvido (OD) .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2.6 Doseamento da Carência Química do Oxigênio (CQO) .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.7 Determinação dos sólidos Suspensos Totais (SST).....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....</b>	<b>25</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>42</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1:</b> Aspeto geral das jangadas circulares de rede na albufeira de Pisões.....	13
<b>Figura 3.2:</b> Vista interior de uma gaiola, salientando-se a rede de cobertura e os passadiço.....	14
<b>Figura 3.3:</b> Esquema de amostragem implementado na Piscicultura de Pisões.....	14
<b>Figura 3.4:</b> Aspeto geral dos tanques de engorda em Paredes de Coura.....	15
<b>Figura 3.5:</b> Pormenor do sistema de abastecimento de água nos tanques.....	16
<b>Figura 3.6:</b> Esquema da amostragem implementado na piscicultura de Paredes de Coura.....	16
<b>Figura 3.7:</b> Aspeto do decantador de tratamento das águas provenientes da piscicultura (efluente), antes da emissão no mar.....	17
<b>Figura 3.8:</b> Esquema da amostragem implementado na Piscicultura de Rio Alto.....	18
<b>Figura 3.9:</b> Espectrofotómetro (Shimadzu, Modelo: UV mini -1240) utilizado para a determinação do Azoto Total, do Fósforo Total e da Carência Química do Oxigénio...22	
<b>Figura 3.10:</b> Titulador automático (Metrhom, Modelo: Dosimat 665) usado no doseamento do oxigénio dissolvido.....	23
<b>Figura 3. 11:</b> Bomba de vácuo (Buchi, Modelo: Vacuum pump V – 700) utilizada na filtração das amostras.....	25
<b>Figura 4.1:</b> Esquema de tratamento de efluente da Piscicultura de Paredes de Coura..37	
<b>Figura 4.2:</b> Esquema de tratamento de efluente de Pisões.....	38
<b>Figura 4.3:</b> Esquema de tratamento de efluentes da piscicultura de Rio Alto.....	39

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 3.1:</b> Metodologias empregues na análise das águas das pisciculturas em estudo.....	20
<b>Tabela 4.1:</b> Valores de fósforo (mg P/L) encontrados nas águas das pisciculturas em estudo.....	27
<b>Tabela 4.2:</b> Valores de azoto total (mg N /L) encontrados nas águas das pisciculturas em estudo.....	29
<b>Tabela 4.3:</b> Valores de Carência Química do Oxigénio (CQO em mg O <sub>2</sub> /L) encontrados nas águas das pisciculturas em estudo.....	31
<b>Tabela 4.4:</b> Valores de Carência Bioquímica do Oxigénio (CBO5 em mg O <sub>2</sub> /L) encontrados nas águas das pisciculturas em estudo.....	32
<b>Tabela 4. 5:</b> Valores de Sólidos Suspensos Totais (SST em mg/L) encontrados nas águas das pisciculturas em estudo.....	34
<b>Tabela 4. 6:</b> Valor Limite de Emissão (VLE) de águas residuais, de acordo com o Anexo XVIII do DL n° 236/98.....	35
<b>Tabela 4. 7:</b> Taxas de Recursos Hidricos anuais (TRH €/1000000L) estimadas para as pisciculturas em estudo.....	41

# 1. Enquadramento e Objetivos

---

A pesca é uma das principais fontes de proteína animal, mas devido ao estado de sobrexploração da maior parte dos recursos pesqueiros tradicionais a importância das aquaculturas começou a ter um papel socioeconómico preponderante. A aquacultura representa uma das principais fontes de alimento (pescado) a nível mundial, chegando a ser um terço do total do pescado produzido, tendo este comportamento uma tendência para aumentar. De facto, a produção piscícola tem-se desenvolvido exponencialmente nos últimos anos e atualmente, esta atividade representa um dos sectores de produção de alimentos com maior índice de crescimento e provavelmente virá a ser uma das principais formas de garantir alimento para o ser humano.

A despeito do grande potencial que representam, estes sistemas podem afetar o equilíbrio ambiental, nomeadamente a qualidade da água, sendo que em sistemas intensivos e/ou semi-intensivos esta situação pode ser agravada pelo adensamento da população piscícola.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto no meio hídrico dos efluentes gerados por três tipos distintos de pisciculturas. Assim, a qualidade físico-química da água de entrada na piscicultura, bem como do efluente gerado, foi avaliada em termos dos parâmetros de qualidade, (Fósforo total, Azoto total, Carência química de oxigénio, Carência bioquímica de oxigénio e Sólidos suspensos totais) de forma a caracterizar os valores de emissão.

Com este estudo, pretendeu-se comparar os diferentes efluentes com os diferentes sistemas de cultivo, adotados nas pisciculturas em estudo.

A dissertação encontra-se organizada em cinco capítulos. O primeiro capítulo corresponde a um enquadramento do estudo realizado e à descrição geral da organização da tese escrita. No segundo capítulo apresenta-se uma breve revisão bibliográfica, no qual se aborda a importância da aquacultura, tipos de cultivo em pisciculturas e os parâmetros de controlo da qualidade da água, neste âmbito. No terceiro capítulo, dedicado ao caso de estudo, são brevemente caracterizadas as

pisciculturas alvo, é descrito o método de amostragem e as metodologias empregues para determinação dos diferentes parâmetros de qualidade das águas. No quarto capítulo são apresentados e discutidos os resultados dos parâmetros de qualidade das águas, nomeadamente no âmbito da legislação aplicável. No último capítulo são sintetizadas as principais conclusões alcançadas neste estudo e finalmente é apresentada a listagem da bibliografia utilizada para a realização deste trabalho.

## 2. Introdução

---

### 2.1 Importância da Aquacultura

A aquacultura desempenha um papel importante no fornecimento de pescado aos mercados mundiais e europeus. Em 2000, a produção aquícola global na União Europeia foi de 1.315.000 toneladas, o que representou 17% do volume e 27% do valor total da produção total de pescado da União Europeia (Despacho n.º 24026/2002).

Em Portugal, no ano de 2001, as capturas de pescado chegaram às 182.632 toneladas, por outro lado, estima-se que o consumo total *per capita* seja cerca de 60 kg de peixe/pessoa/ano, pelo que existirá um *deficit* superior a 2/3 da procura total de pescado.

Assim, não é de estranhar que Portugal tenha adotado, como uma das medidas para o sector das pescas, a promoção do desenvolvimento da aquacultura, sub-sector que é tido como estratégico na economia nacional (Despacho n.º 24026/2002). Apesar disso, a aquacultura em Portugal tem tido um crescimento baixo, no conjunto do sector da pesca. Em 2008, a produção aquícola chegou às 8.000 toneladas, correspondendo a cerca de 1,4 % do consumo nacional de pescado. Em 2011 estima-se uma produção de 10.000 toneladas

(<http://www.esriportugal.pt/files/3813/3785/8470/APAquacultores.pdf>).

A aquacultura por definição consiste na produção de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas (FAO, 2007) e abrange uma enorme diversidade de espécies produzidas em águas doces, salobras e salgadas. Relativamente aos regimes de produção/exploração (sistemas de cultivo), predominam os de tipo extensivo, sobretudo na cultura de bivalves, enquanto a produção de peixe se distribui principalmente pelos regimes semi-intensivo e intensivo.

## 2.2 Formas de Cultivo em Pisciculturas

A piscicultura refere-se ao cultivo de peixes, e compreende diversos sistemas de cultura, desde o extensivo, semi-intensivo e intensivo. As pisciculturas abordadas nesta dissertação são do tipo de criação intensivo.

A produção extensiva é o tipo de criação com menos produção conseguida, mas também o que acarreta menos encargos. Este tipo de criação aproveita exclusivamente as condições naturais disponíveis, incluindo o alimento e recorre a estruturas já existentes, como açudes, lagoas naturais, salinas, entre outras situações que permitam esta prática. O repovoamento é geralmente feito com os juvenis que entram de forma natural com as marés.

Na produção semi-intensiva, usam-se tanques ou viveiros especialmente construídos para o desenvolvimento desta atividade e já se tem cuidados com o tratamento da água bem como com a alimentação dos peixes. Os ovos e juvenis são obtidos por reprodução artificial, em maternidades, e a fase de engorda é monitorizada de modo a otimizar o crescimento. A alimentação dos peixes tem por base o alimento natural existente no meio e o complemento fornecido por rações.

As densidades de cultivo são mais elevadas comparativamente ao regime extensivo, sendo em geral cerca de  $1,5 \text{ kg/m}^3$  e podendo atingir 4 a  $5 \text{ kg/m}^3$ . Isto obriga a que a renovação da água seja feita por bombagens, mesmo que parcialmente se utilizem as marés. Também aqui existe necessidade de manter os níveis de oxigénio na água, especialmente quando a temperatura desta aumenta, pelo que se recorre a arejadores (Stickney, 1994; Gonçalves, 2010).

O regime intensivo caracteriza-se pela utilização de elevadas densidades de peixe, podendo chegar aos  $60 \text{ kg/m}^3$ . Este tipo de produção recorre a tanques sintéticos, em fibra de vidro ou betão, e existe um elevado controlo em todas as fases, incluindo a reprodução e engorda, e nos diferentes parâmetros da qualidade da água. Em cada tanque deste tipo de piscicultura existe apenas uma espécie, e a alimentação é assegurada exclusivamente por ração, podendo esta variar de composição nas diferentes fases da produção, de forma a suprir todas as necessidades nutritivas. Os custos deste

tipo de produção são os mais elevados, mas são compensados pela maior produtividade (Stickney, 1994).

### **2.3 Parâmetros de Controlo da Qualidade da Água**

Em Portugal, apesar de existirem condições ecológicas favoráveis à obtenção de boas taxas de crescimento das espécies produzidas em aquacultura, o sector apresenta algumas dificuldades, das quais se salientam as insuficientes medidas de controlo da qualidade da água a montante das pisciculturas e o deficiente funcionamento de algumas estações de tratamento de água e esgotos urbanos (Despacho n.º 24026/2002)

A qualidade da água, para qualquer fim, é de extrema importância, visto que é um dos suportes de existência de vida no nosso planeta. Assim e no contexto das pisciculturas, é necessário garantir a qualidade da água, quer como afluente para o desenvolvimento dos peixes em cativeiro, quer como efluente que será reposto na rede hidrográfica e que por isso mesmo não deve ser fonte de contaminação.

A qualidade das águas é de toda a importância, visto que esta está diretamente ligada à saúde piscícola, podendo provocar doenças e stress no peixe. O stress nos peixes pode mudar a sua forma de comportamento, reduzir o seu crescimento, reduzir a taxa de reprodução, reduzir a sua capacidade de resistência às doenças, entre outros (IGAM, 2008). Os microrganismos são deveras importantes neste meio de suporte de vida nas aquaculturas, interferindo em vários parâmetros, como na produtividade, na qualidade da água, no controlo de doenças e no impacto ambiental na emissão do efluente, entre outros. Além disso, uma água contaminada, por exemplo com tóxicos químicos persistentes, pode levar à bioacumulação dessas substâncias nos peixes, comprometendo assim a saúde pública.

O conhecimento do caudal e da composição do efluente gerado possibilita a determinação das cargas de poluição / contaminação, o que é fundamental para definir o tipo de tratamento a implementar, avaliar o enquadramento na legislação ambiental e estimar a capacidade de autodepuração do corpo recetor.

A qualidade da água para fins piscícolas deve ser próxima da qualidade exigida para ser considerada água potável e o seu controlo de qualidade é importante porque:

- A concentração de oxigénio dissolvido na água é governada pela atividade das algas e bactérias;
- As bactérias podem ser alimento direto para as espécies cultivadas, ou para outras espécies que alimentam as espécies cultivadas;
- As bactérias são capazes de decompor o material orgânico presente na água, disponibilizando Azoto (N), e Fósforo (P), para estimular a produção primária.

Os processos microbianos, tanto os aeróbios como os anaeróbios, afetam também outros fatores que influenciam a qualidade da água, tal como o pH e a concentração da amónia, sendo esta última altamente tóxica para os peixes.

Para um bom desenvolvimento dos organismos aquáticos e uma produção economicamente viável, tem que existir um bom controlo da qualidade da água. Assim, para um controlo efetivo da água nas pisciculturas é necessário monitorizar e respeitar os limites legais estabelecidos para certos parâmetros, que para além de obrigatórios, condicionam a autorização para a exploração piscícola.

### **2.3.1 Fósforo (P)**

O fósforo é um dos elementos limitantes nas produções piscícolas e caso não exista na água compromete toda a cadeia trófica do meio aquático. As rações para alimentar os peixes possuem a quantidade necessária deste elemento e embora os alimentadores automáticos estejam automatizados para não gerarem desperdício de ração é inevitável que uma parte da ração não seja ingerida e acabe no efluente. O fósforo é a principal fonte de eutrofização da água, daí a necessidade básica de controlar este parâmetro (Leung, 1998).

A origem deste parâmetro indicador da qualidade da água é diversificada, pois pode ter origem na erosão das rochas ricas neste elemento, decomposição de material orgânico e erosão de solo. Além disso, o fósforo pode também ser incluído na água

através do lançamento de esgotos, detergentes, rações, medicamentos, entre outras formas. Geralmente a concentração deste elemento, por vias naturais, é baixa (Leung, 1998).

O fósforo juntamente com o azoto, são elementos indispensáveis à formação de proteínas de animais e vegetais. O fitoplâncton absorve o fósforo apresentado em forma de fosfato que se encontra dissolvido na água, naturalmente em baixa concentração, sendo por isso um elemento limitante para o aumento da sua biomassa.

### **2.3.2 Azoto (N)**

O azoto total, tal como o fósforo, é considerado um macronutriente importante para a vida existente na aquacultura, particularmente para organismos filtradores e herbívoros, além de ser um dos constituintes do corpo do pescado, é importante nas composições das rações e é um elemento importante na fotossíntese que por sua vez leva ao incremento do oxigénio no meio.

O azoto também pode ter duas origens, a natural que provém da água das chuvas e da degradação de material orgânico e a antropogénica, provocada pela libertação de poluentes nas águas, de restos de rações e dos efluentes domésticos, entre outros (Matos, 2001).

Quando se apresenta em forma de nitratos, estes são mais facilmente assimilados pelas plantas, tanto terrestres como aquáticos, sendo por isso importantes para o desenvolvimento do fitoplâncton.

Quando a concentração de oxigénio na água é muito baixa, os compostos azotados sofrem redução a nitritos, e embora em concentrações baixas, podem tornar-se tóxicos. O nitrito pode combinar-se com a hemoglobina formando a metahemoglobina, que afeta o transporte do oxigénio no sangue. Os nitritos, provenientes do azoto em situações redutoras podem, ao serem reduzidos por bactérias desnitrificadoras, ser transformados em amónia que é tóxica para os peixes, dependendo do pH, podendo provocar lesões nas brânquias. A amónia é também proveniente da decomposição da matéria orgânica, ração, excrementos, etc., e deve ser medida com frequência. Assim, o

azoto total quantifica todas estas formas de azoto inorgânico (nitratos, nitritos, amónia), bem como do azoto orgânico.

### **2.3.3 - Carência Bioquímica do Oxigénio (CBO)**

A Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO) define-se como a quantidade de oxigénio dissolvido, (OD), expresso em mg/L, que é consumido durante a oxidação microbiológica aeróbia da matéria orgânica, contida numa amostra, após incubação durante cinco dias, a  $20 \pm 1$  °C, em ambiente escuro.

Este parâmetro é muito importante, pois através dele conseguimos ter a uma estimativa da quantidade de matéria orgânica presente na água que vai exigir oxigénio para a sua degradação. Os peixes, de um modo geral, não possuem a capacidade de regular a respiração em função do oxigénio presente na água. Por isso, quando a quantidade de OD na água diminui, os peixes não conseguem compensar esta diminuição, entrando em anoxia e conseqüentemente ficam debilitados, podendo comprometer o seu crescimento e até mesmo a sua sobrevivência.

A temperatura da água tem grande influência na quantidade de OD, sendo que quanto mais baixa for a temperatura, mais rico em oxigénio será o meio aquático e quanto mais alta for a temperatura, menor será a quantidade de oxigénio dissolvido na água.

### **2.3.4 Carência Química do Oxigénio (CQO)**

A carência Química do Oxigénio é usada como uma medida equivalente à fração orgânica da amostra suscetível de ser oxidada por um forte oxidante químico, o dicromato de potássio.

A CQO origina normalmente valores mais elevados do que o teste de CBO5 porque são oxidados por via química até compostos que podem não ser utilizados pelos

microrganismos. Em conjunto com a CBO5 vão indicar a quantidade de matéria orgânica presente nas águas das pisciculturas.

### **2.2.5 - Sólidos Suspensos (SS)**

Uns dos principais parâmetros físicos presentes na água são os Sólidos Suspensos (SS).

Os sólidos suspensos existentes nesta forma de cultivo intensivo têm vários fatores originários, como resíduos das rações não consumidos pelos peixes, excrementos destes, restos de medicamentos, frações de solo que podem entrar no sistema de adução da água, para a piscicultura, etc.

Os sólidos suspensos podem afetar os peixes de várias formas, nomeadamente:

- Provocar ferimentos;
- Afetar a respiração destes, através da acumulação nas brânquias;
- Contribuir para o incremento de N e P na matéria particulada (através das rações).

Assim, o controlo deste parâmetro é importante, pois além de afetar o desenvolvimento do peixe, vai também incrementar os valores de outros parâmetros.

## **2.4 Eutrofização**

A disponibilidade em excesso de nutrientes nas águas é o fator preponderante para que ocorra a eutrofização. No caso das pisciculturas os principais causadores deste fenómeno são o fósforo e o azoto, já que são estes os fatores limitantes do crescimento de algas.

As rações, resíduos dos peixes e a excreção da amónia contribuem para a aceleração da eutrofização, nos sistemas intensivos de produção de peixes, quer em tanques, quer em jangadas (Ono e Kubitza, 2003; Ferragut, 2004; Honda et al., 2006)

Num ambiente eutrofizado pode ocorrer o desenvolvimento de algas tóxicas, como as cianobactérias, que produzem toxinas que provocam alterações na qualidade da água podendo levar à morte de todos os peixes, ou até mesmo ficarem acumuladas nos tecidos destes e serem por isso um problema de segurança alimentar (Matthiensen et al., 1999; Honda et al., 2006)

Além disso o aumento da concentração das algas promove o aumento da biomassa dos consumidores primários, reduzindo o oxigénio da água e provocando vários problemas aos peixes, como insuficiências respiratórias, sangramento, lesões na pele e brânquias, podendo levar à morte dos peixes (Santanna et al., 2006).

Os efluentes das pisciculturas, particularmente das intensivas, podem constituir uma fonte de poluição no meio hídrico circundante, nomeadamente contribuindo para os processos de eutrofização.

A carga poluente destes efluentes vai depender, entre outros, do grau de poluição da água afluente, da biomassa de peixes produzida e do tipo e quantidade de ração não ingerida. Além disso, podem estar também presentes resíduos químicos resultantes de tratamentos sanitários aos peixes, ou outros. Assim, o controlo de qualidade dos efluentes gerados pelas pisciculturas é fundamental, de forma a assegurar uma prática sustentável.

## 3. Caso de Estudo

---

De forma a avaliar a qualidade físico-química da água que abastece as pisciculturas e do efluente gerado, foram selecionadas três tipos distintos de pisciculturas.

Os três tipos de pisciculturas em estudo (localizadas em Paredes de Coura, em Rio Alto e em Pisões) pertencem todos ao tipo de criação intensivo, sendo as localizadas em Paredes de Coura e Rio Alto pisciculturas do tipo viveiros e a localizada em Pisões uma piscicultura de gaiolas ou jangadas flutuantes limitadas por rede.

### 3.1. Os Tipos de Piscicultura em Estudo

As jangadas têm como funcionalidade a produção em massa de peixes num género de gaiolas flutuantes, que podem ser instaladas em lagos, rios, lagoas, reservatórios, entre outros. As gaiolas são constituídas por uma rede que permite a total troca de água, mas onde os peixes não conseguem sair nem predadores de entrar.

Esta forma de cultivo foi iniciada na Ásia na década de 50, sendo que na década de 60 o Japão já exportava em massa peixes de origem piscícola de água marinha produzidos desta forma (Castagnolli e Torrierit-Júnior, 1980)

Atualmente este sistema de produção encontra-se por todo o mundo, e pese embora a elevada produtividade, são necessários alguns requisitos específicos. É necessário ter cuidado com o material empregue na construção das gaiolas, bem como na sua localização, já que por exemplo, se corre o risco de introduzir no meio ambiente espécies invasoras. De facto, a malha da rede deve ser, tanto quanto possível, grande de forma a possibilitar a máxima circulação da água dentro das gaiolas, conseguindo assim bons resultados na renovação da mesma. As gaiolas também devem situar-se de modo a não terem muita incidência dos raios ultra violeta, diminuindo assim o stress nos peixes e para não afetar o seu sistema imunológico (Silva et al., 1997).

As gaiolas podem ter várias formas, podendo ser redondas, quadradas ou retangulares. As retangulares são as que permitem uma melhor eficiência na renovação das águas, mas a forma não interfere significativamente na produção de pescado (Medeiros, 2002).

O sistema de exploração de viveiro requer outro tipo de preparação, pois é construído com estruturas fixas, contendo tanques e onde a água vai circular dentro desse circuito, podendo não ter contacto com os outros tanques, permitindo assim que não haja contaminação de uns para os outros obtendo ambientes independentes e controlados.

Em termos de produtividade, as jangadas ou gaiolas e os viveiros, não têm grande diferença, já que ambos são sistemas intensivos.

Quanto à qualidade das águas e suas variações químicas, como o fluxo de troca de água nas jangadas é mais frequente, o poder de dissolução dos resíduos também é maior e a acumulação de resíduos ocorre no fundo do mar ou lagoa, muitos metros abaixo da permanência dos peixes, reduzindo assim o contacto com potenciais agentes nocivos. Comparativamente num sistema de viveiro é previsível existir maior variabilidade nos parâmetros de qualidade da água.

### **3.1.1 Piscicultura de Pisões**

Esta piscicultura encontra-se em funcionamento desde 1984, e é constituída por uma unidade em jangadas flutuantes instaladas na albufeira de Pisões/Alto Rabagão. Atualmente dispõe de jangadas circulares, num total 2.900 m<sup>2</sup> e quadrangulares, num total 1.100 m<sup>2</sup>, com uma biomassa média estabilada de 15 kg/m<sup>3</sup>. Produz, essencialmente, truta arco-íris acima de 1kg, comercialmente denominada "Truta salmonada" (<http://www.satp-ecopiscis.com/>).



Figura 3.3: Aspeto geral das jangadas circulares de rede na albufeira de Pisões.

Os tanques de rede ou gaiolas, na albufeira de Pisões, encontram-se localizados de tal forma que existe uma grande massa de água em torno destes, possibilitando uma maior estabilidade nos parâmetros de qualidade da água (Figura 3.1)

As gaiolas geralmente encontram-se cobertas com uma rede para impedir que os predadores consigam atingir o peixe e eventualmente que este salte para fora. O *layout* destas gaiolas tem também em conta a acessibilidade para tarefas diárias (Figura 3.2).



Figura 3. 4: Vista interior de uma gaiola, salientando-se a rede de cobertura e os passadiços.

Assim a recolha de amostras, para posterior análise, foi efetuada dentro e fora das jangadas conforme o esquema da figura 3.3.

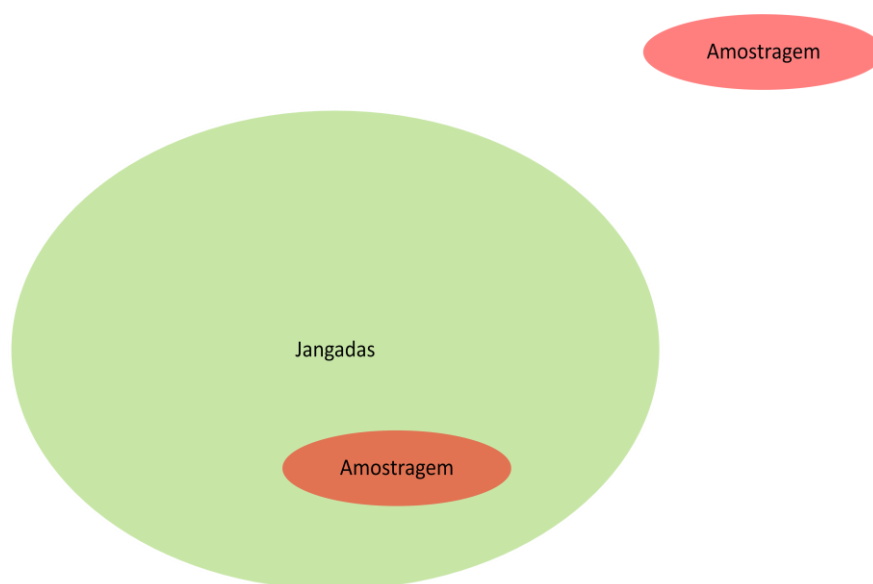


Figura 3.3: Esquema de amostragem implementado na Piscicultura de Pisões

### 3.1.2 Piscicultura de Paredes de Coura

Esta piscicultura, localizada em Paredes de Coura foi pioneira na produção aquícola industrial em Portugal, tendo iniciado a sua atividade em 1968 com a produção e comercialização de truta arco-íris.

As instalações da piscicultura ocupam as duas margens do Rio Coura (Figura 3.4) e os laboratórios de incubação e tanques de criação, pré-engorda e engorda ocupam uma área de 12.500m<sup>2</sup>. Assim, esta piscicultura realiza todos os ciclos da vida dos salmonídeos, pois procede à fecundação artificial, incubação dos ovos, criação de alevins e engorda das trutas ([http://www.infoempresas.com.pt/Empresa CASTRO-CABERO.html](http://www.infoempresas.com.pt/Empresa_CASTRO-CABERO.html)). Atualmente tem uma capacidade de produção entre 500 e 600 toneladas por ano.



Figura 3.4: Aspeto geral dos tanques de engorda em Paredes de Coura

A água utilizada é captada no Rio Coura e percorre os tanques em funcionamento na instalação, sendo depois efetuada a sua descarga no mesmo curso de água. Na figura 3.5 exemplifica-se o sistema de circulação da água entre os tanques.



Figura 3.5: Pormenor do sistema de abastecimento de água nos tanques

O abastecimento de água entre os tanques faz-se de forma independente sem misturar as águas de uns para os outros, impedindo assim que eventuais doenças proliferem, bem como facilita o controlo dos diferentes parâmetros de qualidade da água.

A amostragem em Paredes de Coura, tal como o esquema indica, foi feita após o tratamento do efluente e antes da posterior emissão no Rio Coura. (Figura 3.6)

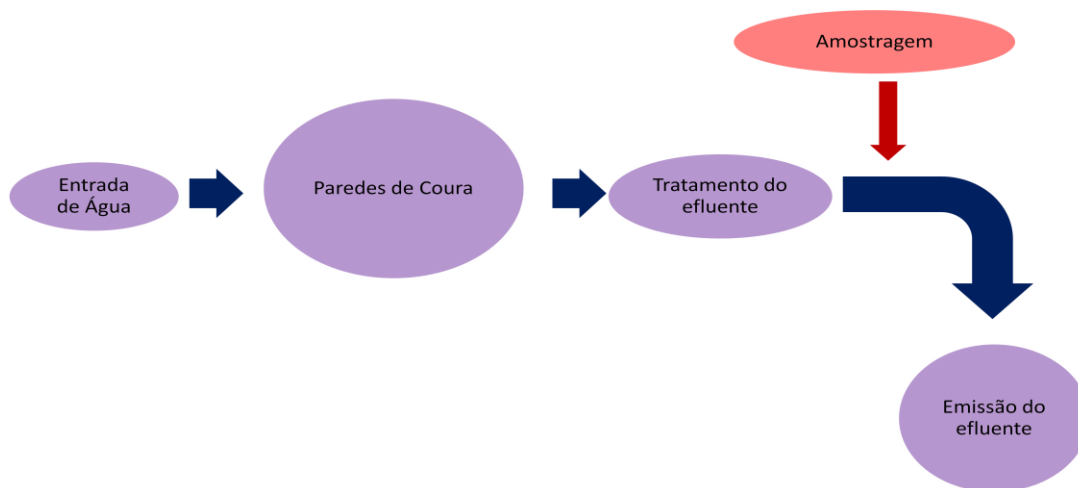


Figura 3.6: Esquema da amostragem implementado na piscicultura de Paredes de Coura 16

### 3.1.3 Piscicultura do Rio Alto

A piscicultura do Rio Alto é uma unidade de produção de peixes marinhos situada em Estela - Póvoa de Varzim que se encontra em funcionamento desde 1993. É essencialmente vocacionada para a produção, em ciclo completo, de pregado e possui uma capacidade produtiva de cerca de 150 toneladas por ano.

Os tanques nesta piscicultura encontram-se distribuídos numa zona interior, sendo os tanques de engorda feitos de cimento e com o fundo plano. A água que abastece a piscicultura é captada diretamente do mar (a uma distância de 200 m) por um sistema de bombas (Morais, 2002). Atualmente a sua produção contempla também outras espécies marinhas de elevado valor comercial como é o caso do robalo e do salmão.

Esta é a única piscicultura de água marítima incluída neste estudo.

Esta piscicultura apresenta ainda um sistema de tratamento dos efluentes, antes da emissão para o mar (Figura 3.7)



Figura 3.7: Aspeto do decantador de tratamento das águas provenientes da piscicultura (efluente), antes da emissão no mar

A amostragem na piscicultura de Rio Alto foi realizada á saída do tanque de sedimentação e antes dos tratamentos biológicos e químicos (Figura 3.8). Importa salientar que nesta piscicultura, após o ciclo de tratamento completo, parte do efluente é devolvido ao mar e outra parte é reintroduzida no circuito, juntamente com água nova captada diretamente no mar, integrando um sistema de recirculação.

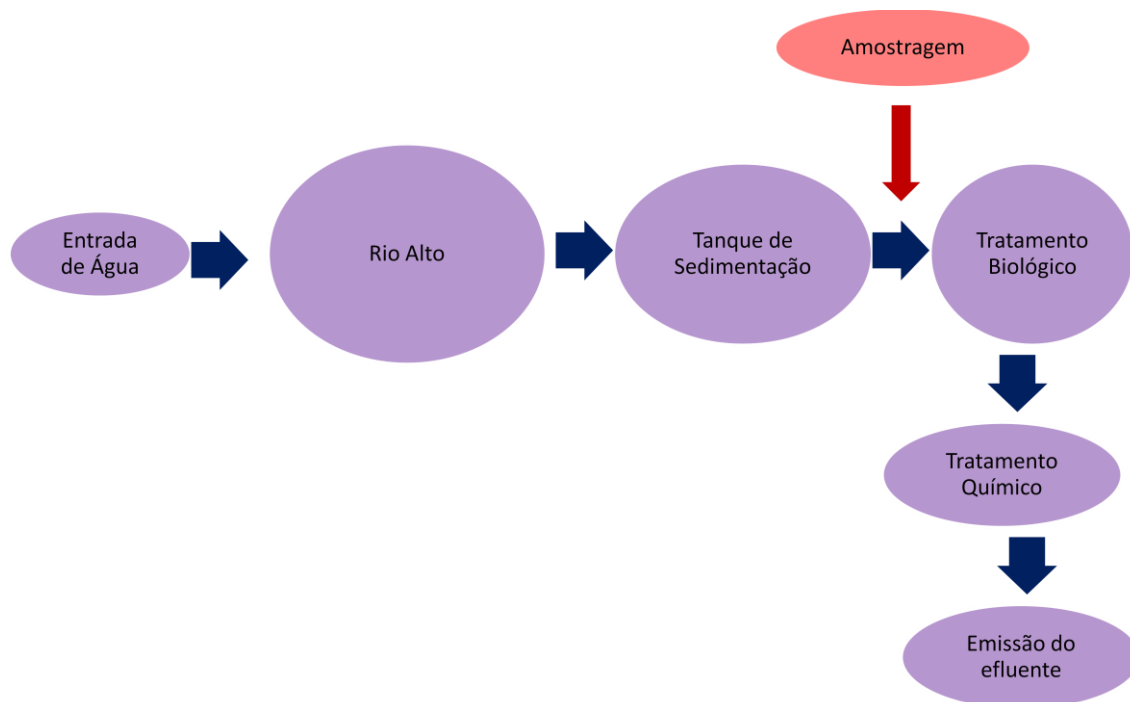


Figura 3.8: Esquema da amostragem implementado na Piscicultura de Rio Alto

### **3.2. Material e Métodos**

As amostragens foram efetuadas entre 2009 e 2012 (parcial), com uma periodicidade aproximadamente mensal. Sempre que possível foram escolhidos dois pontos de amostragem: para a piscicultura de Paredes de Coura, à entrada (afluente) e à saída (efluente), para a piscicultura de Pisões dentro e fora das jangadas, e para a piscicultura de Rio Alto foi feita unicamente amostragem à água de saída, antes do tratamento.

As amostras foram sempre acondicionadas em caixas térmicas, preenchidas com gelo, até à chegada ao laboratório. As análises químicas que sofrem alterações por armazenamento foram efetuadas num período inferior a 24 horas, após a sua recolha, e as restantes congeladas até um período máximo de um mês.

As análises às águas foram realizadas no Departamento de Química, do Instituto Ciências Biomédicas Abel Salazar (ICBAS), tendo sido analisados cinco parâmetros: fósforo total (P), azoto total (N), carência química de oxigénio (CQO), carência bioquímica de oxigénio (CBO), oxigénio dissolvido (OD) e sólidos suspensos totais (SST). A metodologia implementada para as análises dos diferentes parâmetros nas águas das pisciculturas encontra-se resumida na tabela 3.1

Além disso, para as três pisciculturas, foram ainda calculadas as Taxa de Recursos Hídricos (TRH), como uma medida indireta de análise do impacto dos efluentes nas redes hidrográficas.

Tabela 3.1 Metodologias empregues na análise das águas das pisciculturas em estudo

<b>Parâmetro</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Referencia</b>
Fósforo Total (P)	Digestão com persulfato e doseamento de fosfatos	ISO 6878:2004 e SMEWW4500-P E
Azoto Total (N)	Digestão com persulfato e doseamento de nitratos	SMEWW 4500-N C NP 4338-1 (1996).
Azoto Total (Marinhas)	Digestão com persulfato e doseamento com UV	SMEWW 4500-N C e SMEWW 4500-NO3 B
Carência Bioquímica do Oxigénio (CBO5)	Oxigénio dissolvido antes e depois da incubação 5 dias, a a 20 °C sem luz	SMEWW 5210 B
Oxigenio Dissolvido (OD)	Método Winkler com modificação da azida.	SMEWW 4500-O C
Carência Química do Oxigénio (CQO)	Oxidação com dicromato de potássio	ISO 15705:2002
Sólidos Suspensos Totais (SST)	Filtração e gravimetria	EN 872:2005

### 3.2.1 Fósforo Total (P)

O doseamento do fósforo total foi feito de acordo com a norma ISO 6878:2004, com digestão com persulfato de potássio. Este método é aplicável a todos os tipos de águas, nomeadamente às águas amostradas neste trabalho (águas doces e marinhas), e águas residuais.

Este método baseia-se na digestão suave dos compostos orgânicos contendo o fósforo por ação do persulfato e aquecimento a 110 °C. O fósforo resultante da matéria orgânica e o fósforo inorgânico existente na amostra são doseados na forma de fosfato através de uma reação colorimétrica com molibdato e medido por espectrofotometria a 880 nm.

Para o controlo analítico interno foram feitos brancos, ensaios de recuperação e os limites de quantificação determinados. As amostras foram analisadas em duplicado. Os resultados vêm expressos em mg P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>/L.

### 3.2.2 Azoto Total (N)

O azoto total (N – Total) corresponde à soma de azoto que ocorre nas formas de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N-orgânico.

O doseamento do N-Total foi feito pelo método do persulfato de potássio, de acordo com a metodologia do Standard Methods 4500-N C (Standard Methods, 1998). Este procedimento está de acordo com a Norma Portuguesa ISO 4338-1 (1996).

Este método baseia-se na conversão das várias formas de azoto em nitratos por oxidação alcalina com persulfato a 100- 110 °C. O N - Total é determinado analisando o N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> resultante da digestão.

Este método de doseamento de nitratos aplica-se só a amostras de água doce, e tem como princípio a reação dos iões nitrato que em solução de ácido sulfúrico e fosfórico, reagem com 2,6 dimetilfenol (DMP), formando o composto 4-nitro-2,6-dimetilfenol, suscetível de se dosear colorimetricamente a 324 nm. Assim, basicamente o método consiste na mineralização oxidante da amostra, na presença do agente oxidante persulfato de potássio, seguida de reação com o DMP. O cálculo do valor de

azoto total é feito usando uma reta de calibração e os resultados vêm expressos em mg/L N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

### 3.2.3 Doseamento do N-Total em Águas Marinhas

No caso das amostras de água marinha, a digestão da amostra é feita com persulfato de potássio, tal como para as águas doces, mas o doseamento dos nitratos é afetado pela presença de cloretos. O doseamento é então feito por espectrofotometria de ultra-violeta após a acidificação (Standard Methods 4500-NO3 B).

Basicamente o procedimento de preparação e digestão dos padrões e amostras é comum ao método para águas doces. A presença de nitrato é quantificada por medição nos 220 nm (Figura 3.9). O cálculo da concentração de azoto total é feito usando uma reta de calibração com correção a 275 nm. Os resultados vêm expressos em mg/L N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.



Figura 3.9: Espectrofotômetro (Shimadzu, Modelo: UV mini -1240) utilizado para a determinação do Azoto Total, do Fósforo Total e da Carência Química do Oxigênio.

### 3.2.4 Doseamento da Carência Bioquímica do Oxigênio (CBO)

O método usado para determinar o CBO baseia-se numa incubação de um volume de água, do qual se mede o oxigênio dissolvido após a incubação em condições padronizadas (SMEWW 5210 B). Este método pode ser aplicado a todo o tipo de águas e não necessita que a amostra seja filtrada. A Carência Bioquímica de Oxigênio (CBO)

define-se como a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) que é consumido durante a oxidação biológica aeróbia da matéria orgânica, contida na amostra, após incubação em condições controladas. O método baseia-se na determinação do OD numa amostra de água antes e depois de incubada a temperatura controlada,  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$  e na obscuridade, durante 5 dias. O cálculo da massa de  $\text{O}_2$  consumida por litro de água exprime a  $\text{CBO}_5$ . Os resultados vêm expressos em  $\text{mgO}_2/\text{L}$ .

### 3.2.5 Determinação do Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido foi determinado de acordo com o método Winkler com a modificação da azida (SMEWW 4500-O C) no qual o iodo libertado como resultado de reações que liga quimicamente o oxigênio dissolvido é medido quantitativamente através da titulação com tiosulfato de sódio (Figura 3.10). Esta técnica é até hoje considerada a mais precisa e amplamente aceita. Os resultados vêm expressos em  $\text{mg/L}$ .



**Figura 3.10** Titulador automático (Mettrom, Modelo: Dosimat 665) usado no doseamento do oxigênio dissolvido

### **3.2.6 Doseamento da Carência Química do Oxigênio (CQO)**

A carência química de oxigênio foi determinada de acordo com a norma ISO15705:2002, e pode ser usado em águas naturais e residuais. Este método não pode ser utilizado para águas marinhas, em sua substituição determina-se o carbono orgânico total que quantifica a matéria orgânica em termos de carbono presente, através da combustão catalítica da amostra da água a 720 °C, medindo o CO<sub>2</sub> libertado.

Basicamente a matéria orgânica presente nas amostras (branco, padrões e amostras) é oxidada pelo dicromato de potássio, a 148°C durante 120 minutos. A quantidade de oxigênio quimicamente equivalente ao agente oxidante gasto na reação é determinada analiticamente, sendo referida como a CQO. O doseamento do CQO é feito usando uma reta de calibração, com a absorvância lida a 445 nm Os resultados vêm expressos em mg O<sub>2</sub>/L.

### **3.2.7 Determinação dos sólidos Suspensos Totais (SST)**

O método usado para a determinação dos Sólidos Suspensos Totais vem descrito na norma (EN 872:2005). De acordo com esta norma, os sólidos em suspensão são definidos como os sólidos removidos por filtração e os sólidos dissolvidos como as substâncias remanescentes, após filtração e evaporação à secura da amostra.

Basicamente a amostra é filtrada à temperatura ambiente com um filtro de fibra de vidro (Figura 3.11), utilizando um equipamento de filtração sob vácuo. Posteriormente o filtro é seco a 105°C durante uma hora ou até peso constante, e a massa retida no filtro é determinada por pesagem. Os resultados vêm expressos em mg/L.



Figura 3. 11: Bomba de vácuo (Buchi, Modelo: Vacuum pump V – 700) utilizada na filtração das amostras.

### 3.3 Tratamento Estatístico

A análise estatística foi efetuada com o auxílio do programa SPSS STATISTICS 20.0.

Nesta análise em primeiro lugar verificou-se se os dados seguiam uma distribuição normal através do teste de Shapiro-Wilk. Foi possível verificar que não havia normalidade, optando-se por realizar uma análise não paramétrica de comparação entre as médias através do teste de Wilcoxon e do teste Kolmogorov-Smirnov. Os resultados de cada piscicultura foram comparados individualmente ao longo dos anos e comparados entre as diferentes pisciculturas, em relação aos diferentes parâmetros (P, N, SST, CQO e CBO). O nível de significância utilizado nestas análises foi de 5% (Anexo A).

## 4. Resultados e Discussão

---

De modo a avaliar o impacto dos três tipos de pisciculturas em estudo, foram efetuadas análises a diferentes parâmetros de qualidade da água, quer afluente, quer efluente destes sistemas. Os resultados dizem respeito a cinco parâmetros (P, N, CQO, CBO e SST) e as análises cobrem os anos de 2009 a parte de 2012.

Os resultados obtidos para o fósforo (P) encontram-se na tabela 4.1. A piscicultura de Paredes de Coura em relação ao P (fósforo) regista na sua entrada de água para o circuito da piscicultura (afluente) um valor cerca de dez vezes inferior (0,03 mg P/L) ao registado na saída (0,38 mg P/L) para o circuito hidrográfico normal (efluente). Fora desta análise podemos colocar o ano de 2012, pois só existe uma amostra e não podemos usa-la como representativa do efluente para este ano. Não se observaram, no entanto diferenças na quantidade do fósforo produzida à saída do efluente, entre os anos de 2009, 2010 e 2011, indicando que não deve ter havido variações na carga de peixes por tanque e na sua taxa de alimentação.

A piscicultura dos Pisões devido ao facto de se encontrar numa albufeira e à capacidade de diluição dos compostos numa massa de água tão vasta, conta com resultados, de um modo geral, mais estáveis dentro e fora das suas jangadas. Os valores referentes ao P (fósforo) dentro e fora das jangadas são muito próximos. Esta proximidade implica que de um modo geral, a diferença na concentração do P é muito baixa, chegando por vezes a inverterem-se os valores, verificando-se apenas pequenas oscilações ao longo dos anos.

A piscicultura do Rio Alto tem características diferentes das referidas anteriormente, já que se trata duma piscicultura marítima. Por outro lado, nesta piscicultura só foram feitas análises à água do efluente, tendo sido analisados os mesmos parâmetros, à exceção do CQO (Carência Química do Oxigénio), não havendo portanto dados para elaborar uma análise deste parâmetro. Analisando o parâmetro P (fósforo) nota-se um ligeiro incremento dos valores de P à saída dos tanques ao longo dos anos, mas que não é significativo.

Comparativamente com as outras pisciculturas, Pisões é a que apresenta os valores de emissão do P mais baixos ( $p < 0,05$ ).

Tabela 4.1 Valores de fósforo (mg P/L) encontrados nas águas das pisciculturas em estudo.

Datas	Paredes De Coura			Pisões			Rio Alto
	Entrada	Saída	Diferença	Dentro	Fora	Diferença	Saída
06/05/2009	0,005	0,484	0,479	0,022	0,013	0,009	0,293
30/06/2009	0,013	0,317	0,304	0,036	0,014	0,022	
20/07/2009	0,013	0,452	0,439	0,011	0,009	0,002	
09/10/2009	0,008	0,665	0,657	0,006	0,009	-0,003	
26/10/2009	0,168	0,489	0,321	0,018	0,010	0,008	0,190
03/11/2009	0,024	0,529	0,505				
18/11/2009	0,074	0,458	0,384	0,028	0,013	0,015	
21/12/2009	0,006	0,314	0,308	0,008	0,006	0,002	
<b>Média (P)</b>			<b>0,425 ±0,122</b>			<b>0,010±0,008</b>	<b>0,242±0,072</b>
01/02/2010	0,021	0,322	0,301	0,013	0,011	0,002	0,34
30/03/2010	0,03	0,391	0,361	0,024	0,011	0,013	
27/04/2010				0,046	0,013	0,033	0,246
08/06/2010	0,049	0,145	0,096	0,017	0,011	0,006	
05/07/2010	0,011	0,237	0,226	0,031	0,015	0,016	0,454
26/07/2010				0,006	0,002	0,004	
11/10/2010	0,036	0,517	0,481	0,014	0,013	0,001	
08/11/2010	0,014	0,344	0,330	0,017	0,014	0,003	0,323
29/11/2010	0,015	0,443	0,428				
<b>Média (P)</b>			<b>0,318 ±0,128</b>			<b>0,010±0,011</b>	<b>0,341±0,085</b>
17/01/2011	0,037	0,298	<b>0,261</b>	<b>0,014</b>	<b>0,017</b>	-0,003	<b>0,578</b>
28/02/2011	0,016	0,407	0,391				
22/03/2011	0,016	0,535	0,519				
02/05/2011	0,003	0,426	0,423				0,39
31/05/2011	0,005	0,327	0,322				
30/06/2011	0,008	0,419	0,411				
07/07/2011	0,036	0,348	0,312	0,016	0,01	0,006	0,357
29/09/2011	0,184	0,743	0,559				
20/10/2011				0,01	0,005	0,005	0,448
<b>Média (P)</b>			<b>0,400±0,102</b>			<b>0,006±0,00007</b>	<b>0,443±0,097</b>
19/03/2012	0,009	0,268	0,259	0,014	0,016	-0,002	
26/04/2012							0,264
<b>Média (P)</b>			<b>0,259</b>				<b>0,264</b>
<b>Média total (P)</b>	<b>0,033</b>	<b>0,412</b>	<b>0,378±0,121</b>	<b>0,018</b>	<b>0,011</b>	<b>0,009±0,008</b>	<b>0,353±0,110</b>

\*Valores a vermelho não foram considerados para o cálculo das médias.

Os resultados obtidos para o azoto total (N) encontram-se na tabela 4.2. É na piscicultura de Paredes de Coura que se observam os maiores incrementos de N (Azoto), à saída do efluente, comparativamente com a piscicultura de Pisões. De facto, numa cultura intensiva, como é o caso típico de Paredes de Coura, a elevada produção num menor espaço e da maneira mais rápida possível, leva ao aumento do consumo de oxigénio e à necessidade de fornecimento de alimento artificial que por sua vez implica uma maior e mais rápida excreção de produtos de degradação metabólica. Os restos de ração não consumida e a acumulação dos produtos de excreção dos peixes, são os principais fatores implicados no aumento do fósforo e azoto.

O azoto (N) em Pisões e considerando os valores obtidos, apresenta situação idêntica ao fósforo, ou seja oscilações que por vezes resultaram em valores negativos. De um modo geral o incremento do N, fora das jangadas foi pequeno.

Não foram observadas diferenças, no incremento do N, ao longo dos anos, para nenhuma das pisciculturas. No entanto a ordem relativa de concentrações de N produzidas pela atividade piscícola, foi: Rio Alto > Paredes Coura > Pisões. Deve no entanto notar-se que o número de análises realizadas na exploração do rio Alto é muito menor que em Paredes de Coura. De qualquer modo parece evidente que o azoto total produzido na piscicultura marinha é mais elevado.

Tabela 4.1: Valores de azoto total (mg N /L) encontrados nas águas das pisciculturas em estudo

Datas	Paredes De Coura			Pisões			Rio Alto
	Entrada	Saída	Diferença	Dentro	Fora	Diferença	Dentro
29/01/2009	0,813	2,445	1,632				
29/04/2009	0,707	1,977	1,270	0,405	0,416	-0,011	2,640
30/04/2009	0,815	2,106	1,291	0,568	0,405	0,163	5,814
26/06/2009	1,163	1,989	0,826	0,506	0,534	-0,028	
15/07/2009	0,613	2,431	1,818	0,000	0,034	-0,034	3,340
06/10/2009	0,969	2,321	1,352	0,394	0,246	0,148	
23/10/2009	1,255	2,536	1,281	0,519	0,388	0,131	7,569
30/10/2009	1,659	3,110	1,451				
13/11/2009	1,031	2,698	1,667	0,904	0,494	0,410	
16/12/2009	1,361	2,369	1,009	0,500	0,487	0,013	
<b>Média (N)</b>			<b>1,360±0,300</b>			<b>0,173±0,144</b>	<b>4,841±2,272</b>
29/01/2010	1,220	2,796	1,577	0,388	0,288	0,100	11,556
25/03/2010	1,039	2,252	1,213	0,573	0,404	0,169	
22/04/2010	0,659	3,038	2,379	0,485	0,178	0,308	9,996
26/05/2010	0,991	1,506	0,515	0,503	0,420	0,084	
01/07/2010	0,876	2,167	1,292	0,277	0,183	0,093	6,616
22/07/2010				0,481	0,561	-0,080	
06/10/2010	1,175	4,066	2,892	0,389	0,263	0,126	
03/11/2010	1,006	2,895	1,889	0,292	0,292	0,000	6,648
<b>Média (N)</b>			<b>1,679±0,789</b>			<b>0,126±0,095</b>	<b>8,704±2,475</b>
14/01/2011	1,160	2,112	0,952	0,291	0,333	-0,042	5,177
24/02/2011	1,176	1,885	0,709				
21/03/2011	1,052	2,329	1,276				
29/04/2011	0,761	2,054	1,293				5,221
26/05/2011	0,909	2,565	1,655				
30/06/2011	1,106	2,767	1,662				
07/07/2011	1,207	2,233	1,026	0,268	0,297	-0,029	4,627
29/09/2011	1,669	3,822	2,153				
20/10/2011				0,498	0,385	0,114	6,013
<b>Média (N)</b>			<b>1,341±0,465</b>			<b>0,014</b>	<b>5,259±0,570</b>
15/03/2012	0,879	2,216	1,338	0,053	0,048	0,005	
26/04/2012							2,985
<b>Média (N)</b>			<b>1,338</b>			<b>0,005</b>	<b>2,985</b>
<b>Média total (N)</b>	<b>1,049</b>	<b>2,488</b>	<b>1,439±0,514</b>	<b>0,415</b>	<b>0,333</b>	<b>0,125±0,112</b>	<b>6,015±2,594</b>

\* Valores a vermelho não foram considerados para o cálculo das médias.

Os resultados obtidos para a Carência Química do Oxigênio (CQO) e Carência Bioquímica do Oxigênio (CBO) encontram-se nas tabelas 4.3 e 4.4, respetivamente. Para os valores de CQO (Carência Química do Oxigênio) não existem dados para Rio Alto, por se tratar de água salgada, como já foi referido anteriormente, assim sendo só se analisarão as pisciculturas de Paredes de Coura e Pisões.

Tanto os valores de CQO, como de CBO, para a piscicultura de Paredes de Coura, mostram a mesma tendência, verificando-se que os valores de entrada são bastante inferiores aos de saída. De salientar, para o CQO, alguns valores excessivamente elevados no afluente, nomeadamente em 2009 e 2011, que poderão ter de alguma forma afetado a produtividade da piscicultura, já que se trata de salmonídeos e portanto com grandes exigências na oxigenação da água. Em ambos os parâmetros não foram observadas diferenças entre os anos.

Comparativamente, a piscicultura de Paredes de Coura foi a que contribuiu mais para o aumento da CQO no efluente de saída.

Os valores obtidos para CBO na piscicultura de Pisões mostraram oscilações, e no geral observou-se até que dentro das jangadas o CBO era ligeiramente superior.

Não se observaram diferenças significativas entre os valores médios totais para o incremento do CBO, entre a piscicultura de Paredes de Coura e a de Rio Alto

Tabela 4.2: Valores de Carência Química do Oxigênio (CQO em mg O<sub>2</sub>/L) encontrados nas águas das pisciculturas em estudo

Datas	Paredes De Coura		Pisões		Rio Alto
	Entrada	Saída	Dentro	Fora	Fora
30/04/2009	1,903	12,346			
29/06/2009	0,563	5,210	2,194	2,035	
16/07/2009	0,333	8,791	11,129	6,346	
08/10/2009	1,122	1,064	1,111	1,114	
26/10/2009	21,943*	27,116*	7,962	7,158	
02/11/2009	3,902	17,031			
16/11/2009	17,998*	22,441*	6,338	3,546	
18/12/2009			5,771	1,318	
<b>Diferença média (CQO)</b>	<b>7,716±3,575</b>		<b>2,598±2,087</b>		
03/02/2010	1,821	11,501	4,5	4,054	
26/03/2010	6,571	10,022	5,275	5,998	
23/04/2010	5,111	12,994	4,296	5,371	
28/05/2010	6,192	19,358	16,507	2,656	
02/07/2010	5,232	15,754	14,092	10,94	
23/07/2010			9,971	7,588	
04/10/2010			3,745	3,33	
29/11/2010	6,023	16,729			
<b>Diferença média (CQO)</b>	<b>9,235±3,312</b>		<b>4,049±5,609</b>		
17/01/2011	5,186	10,833	6,093	9,516	
25/02/2011	5,625	12,631			
05/05/2011	2,69	18,09			
31/05/2011	0,142	10,331			
30/06/2011	3,174	20,058			
07/07/2011	0,693	8,802	5,218	3,212	
29/09/2011	27,813 *	39,828*			
10/11/2011			10,192	8,815	
<b>Diferença média (CQO)</b>	<b>10,750±4,246</b>		<b>1,128±1,025</b>		
26/06/2012			4,968	6,445	
<b>Média (CQO)</b>			4,968	6,445	
<b>Diferença Média total (CQO)</b>	<b>9,656±3,776</b>		<b>1,700±3,874</b>		<b>247,875</b>

\* Valores considerados anormalmente elevados

Tabela 4.3: Valores de Carência Bioquímica do Oxigênio (CBO5 em mg O<sub>2</sub>/L) encontrados nas águas das pisciculturas em estudo

Datas	Paredes De Coura		Pisões		Rio Alto
	Entrada	Saída	Dentro	Fora	Fora
29/01/2009	3,046	8,730			
28/04/2009	2,535	5,557	2,799	1,918	14,089
25/06/2009	1,857	4,561	2,410	1,926	
15/07/2009	1,071	8,893	1,528	1,137	10,087
02/10/2009	5,114	12,470	4,071	3,892	
22/10/2009	1,779	7,963	2,117	1,369	10,131
29/10/2009	2,391	6,909			
12/11/2009	7,090	10,548	5,915	5,180	
16/12/2009	2,944	10,336	3,702	3,376	
<b>Diferença média (CBO)</b>	<b>5,349±1,993</b>		<b>Valores negativos</b>		<b>11,436±2,298</b>
29/01/2010	3,138	8,435	3,589	3,063	17,779
24/03/2010	6,589	11,219	6,178	4,028	
21/04/2010	3,970	6,876	5,046	4,632	7,705
25/05/2010	2,295	3,753	1,804	1,322	
30/06/2010	1,806	3,941	2,262	1,706	7,620
21/07/2010			3,032	2,578	
01/10/2010	2,503	9,717	2,852	2,720	
29/10/2010	2,759	9,321	3,765	2,842	5,525
26/11/2010	3,153	11,365			
<b>Diferença média (CBO)</b>	<b>4,801±2,469</b>		<b>Valores negativos</b>		<b>9,657±5,507</b>
13/01/2011	2,839	6,162	2,877	3,149	5,148
23/02/2011	2,478	5,918			
18/03/2011	2,717	12,609			
29/04/2011	4,604	10,493			8,113
27/05/2011	3,874	7,494			
30/06/2011	3,772	8,070			
07/07/2011	6,245	9,121	5,169	4,512	7,976
29/09/2011	7,375	14,210			
20/10/2011			3,238	2,650	4,710
<b>Diferença média (CBO)</b>	<b>5,022±2,397</b>		<b>Valores negativos</b>		<b>6,487±1,808</b>
15/03/2012	6,640	12,029	7,709	7,192	
27/04/2012					1,833
28/06/2012			1,258	1,612	
<b>Diferença média (CBO)</b>	<b>5,389</b>		<b>0,353</b>		<b>1,833</b>
<b>Diferença Média total (CBO)</b>	<b>5,081±2,155</b>				<b>8,393±4,297</b>

Os resultados obtidos para os sólidos suspensos totais (SST) encontram-se na tabela 4.5.

Na piscicultura de Paredes de Coura observaram-se dois valores de SST bastante elevados, em 2009, provavelmente devido às chuvas da época e consequente lixiviação. Para as três pisciculturas não se observaram diferenças no SST ao longo dos anos. As pisciculturas que mais contribuíram para o aumento dos SST nos efluentes, foram as de Paredes de Coura e Rio Alto. Assim a ordem relativa de impacto neste parâmetro foi: Rio Alto ~ Paredes de Coura > Pisões.

Tabela 4. 4 Valores de Sólidos Suspensos Totais (SST em mg/L) encontrados nas águas das pisciculturas em estudo

Datas	Paredes De Coura		Pisões		Rio Alto
	Entrada	Saída	Dentro	Fora	Dentro
29/01/2009	5,690	11,210			
28/04/2009	0,950	3,760	1,700	0,560	33,720
25/06/2009	1,480	4,400	0,910	1,020	
14/07/2009	0,630	9,220	0,500	0,470	22,380
01/10/2009	0,540	5,900	0,780	0,400	
22/10/2009	59,710*	28,890	0,650	0,680	13,430
29/10/2009	1,060	6,590			
12/11/2009	51,460*	18,700	1,090	0,960	
16/12/2009	3,460	9,940	1,170	0,870	
<b>Diferença média (SST)</b>	<b>5,316±2,007</b>		<b>0,396±0,438</b>		<b>23,177±10,168</b>
28/01/2010	3,900	6,100	0,660	0,760	38,740
24/03/2010	7,480	8,470	0,810	0,820	
21/04/2010	1,700	6,860	2,540	1,420	8,890
25/05/2010	5,160	8,870	1,450	1,170	
30/06/2010	0,670	5,080	1,250	0,990	9,560
21/07/2010			1,740	0,880	
30/09/2010	0,700	8,380	1,640	1,680	
29/10/2010	1,060	5,720	2,050	1,780	7,720
25/11/2010	1,630	9,230			
<b>Diferença média (SST)</b>	<b>4,551±2,342</b>		<b>0,558±0,404</b>		<b>16,227±15,027</b>
13/01/2011	4,470	7,280	1,150	0,970	4,800
23/02/2011	3,000	6,800			
17/03/2011	1,200	13,150			
28/04/2011	0,510	4,460			5,280
26/05/2011	0,610	4,290			
30/06/2011	0,820	5,260			
07/07/2011	0,680	4,130	0,740	0,700	9,330
29/09/2011	2,550	6,590			
20/10/2011			3,420	2,560	6,480
<b>Diferença média (SST)</b>	<b>4,765±2,941</b>		<b>0,360±0,127</b>		<b>6,473±2,031</b>
15/03/2012	0,070	3,320	0,440	0,270	
28/06/2012			0,290	0,540	
<b>Diferença média (SST)</b>	<b>3,250</b>		<b>0,170</b>		
<b>Diferença Média total (SST)</b>	<b>4,791±2,358</b>		<b>0,430±0,390</b>		<b>14,575±11,798</b>

\* Valores considerados anormalmente elevados

A legislação ambiental considera várias vertentes, sendo que contempla nomeadamente o controlo da qualidade das águas das aquaculturas. Este aspeto é pertinente já que o controlo da qualidade das águas quando são repostas nas redes hidrográficas, deve respeitar parâmetros de qualidade, de forma a garantir que não ocorrerão alterações no ciclo natural da rede ao longo dos anos.

O Decreto-Lei n.º236/98 de 1 de Agosto estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade da água com a finalidade de proteger o meio aquático em função dos seus principais usos. Este diploma define as normas de qualidade geral da água para diversos fins nomeadamente águas para suporte da vida aquícola, impondo normas de descarga das águas residuais, para obtenção de uma qualidade ótima e contínua nos recursos hídricos (Tabela 4.6, Anexo B).

Tabela 4. 5 Valor Limite de Emissão (VLE) de águas residuais, de acordo com o Anexo XVIII do DL n.º 236/98

<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>VLE</b>
<b>SST</b>	mg SST/L	60
<b>CQO</b>	mg O <sub>2</sub> /L	150
<b>CBO<sub>5</sub> (20 °C)</b>	mg O <sub>2</sub> /L	40
<b>Azoto Total</b>	mg N/L	15
<b>Fósforo Total</b>	mg P/L	10
<b>Fósforo Total (em lagoas ou albufeiras)</b>	mg/L	0,5

Assim, e de acordo com esses limites, todas as pisciculturas apresentam os seus efluentes com todos os parâmetros analisados abaixo dos VLE. No caso da piscicultura de Pisões, os VLE, para o fósforo, são de 0,5 mg-P/L, dado que as suas jangadas se encontram na albufeira de Pisões.

Embora os resultados obtidos neste trabalho demonstrem que as três pisciculturas respeitam as normas vigentes, em termos de utilização do domínio hídrico,

de um modo geral, a piscicultura de Rio Alto, mostrou ser a que tem os valores mais elevados, nos parâmetros analisados. Este aspeto poderá estar diretamente dependente do facto da água do afluente, após bombagem para um depósito, ser posteriormente distribuída pela piscicultura por gravidade, e ser misturada com porções variáveis de água recirculada.

De facto, esta piscicultura tem implementados diferentes sistemas de tratamento da água residual: físicos, químicos e biológicos. Assim, o efluente total não tratado, oriundo das diferentes partes da piscicultura é encaminhado para um decantador (tanque retangular), onde irá ocorrer a sedimentação de material particulado. Além disso, neste tanque existe também um filtro mecânico, do tipo rotativo, com malha em aço galvanizado que retém a maioria das restantes partículas. Após passagem pelo filtro mecânico a água é direccionada para a zona do decantador onde se encontra submerso o filtro biológico do tipo artesanal, constituído por caixas de plástico, preenchidas com os desperdícios industriais do fabrico das mesmas. Seguidamente, a água é sujeita ao tratamento químico de ozonização através de um ozonizador (Morais, 2002).

O processo químico de tratamento de efluentes pode ter várias formas para o mesmo fim, mas para o caso das pisciculturas o mais usado é o ozono devido à sua capacidade em reduzir a cor e o odor do efluente (Pillay, 1992). O uso do ozono é um bom processo para tratamento de efluente proveniente de pisciculturas, pois sofre uma baixa influência por parte do pH e da temperatura da água, além de que tem uma enorme capacidade como oxidante, bem como uma rápida ação. Este origina poucos produtos de reação sendo o oxigénio o resultado final do processo (Wheatonw, 1977)

O tratamento biológico consiste na remoção de substâncias orgânicas biodegradáveis através de processos biológicos. O processamento dá-se através da transformação dessas substâncias em gases libertados para a atmosfera que são aproveitadas pelos microrganismos do sistema biológico para crescimento. Este tratamento é usado para remoção do fósforo e do azoto, remoção de matéria orgânica rica em carbono, que se mede através do CBO, COT e CQO, nitrificação, desnitrificação, remoção de fósforo e estabilização das lamas (Morais, 2002).

A piscicultura de Paredes de Coura apresenta um sistema de tratamento de efluentes, (Figura 4.1) constituído por duas fases distintas: tratamento biológico e remoção de sólidos suspensos. O tratamento biológico preconizado foi um sistema de

biofiltros, que promove a degradação da matéria orgânica e dos nutrientes do efluente, em meio anaeróbio. Através deste tipo de tratamento, a quantidade de sólidos suspensos tende a aumentar face ao fluxo ascendente do efluente através do biofiltro, em resultado do desprendimento de massa microbiana do meio filtrante. A remoção de sólidos é efetuada mediante a colocação de uma grelha, a jusante do tratamento biológico (<http://www.hpn.pt/default.asp%3Fm=4&op=2&det=99.html>).

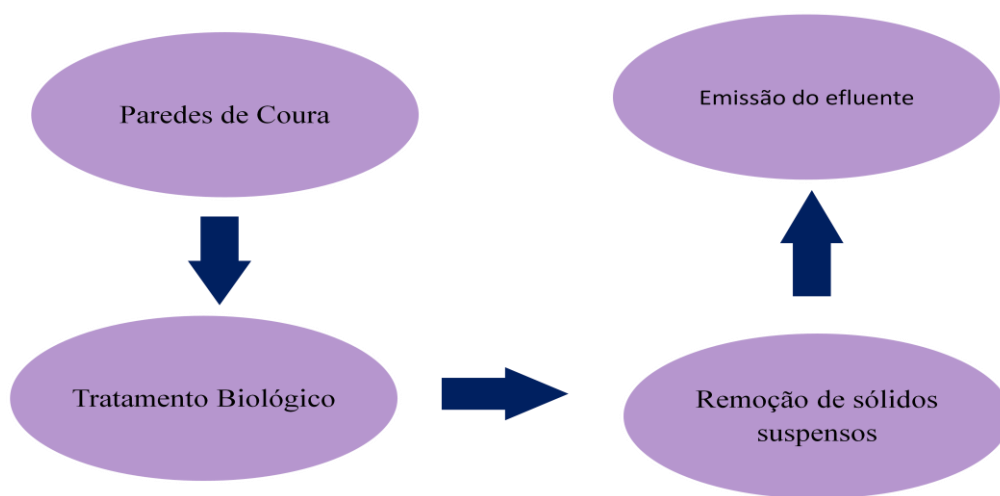


Figura 4.1 Esquema de tratamento de efluente da Piscicultura de Paredes de Coura

A piscicultura localizada na albufeira de Pisões (Figura 4.2) tem o sistema mais simples de tratamento de emissão do efluente, entre as três pisciculturas em estudo. Este procedimento consiste na remoção e limpeza de resíduos das jangadas através do levantamento de redes, bem como o aproveitamento da capacidade de diluição da própria albufeira. Além disso os peixes que existem de forma natural na albufeira, alimentam-se dos restos de alimento provenientes destas, contribuindo assim para a redução do impacto da piscicultura na Albufeira de Pisões.

Esta Piscicultura atualmente desenvolve um projeto (ECOPISCIS), com vista a garantir a viabilidade a longo prazo da exploração. Este projeto tem como objetivo a

recolha e tratamento dos resíduos gerados na atividade de produção do peixe, nomeadamente das fezes e dos grânulos não ingeridos entre outros (<http://www.satep-ecopiscis.com/>).

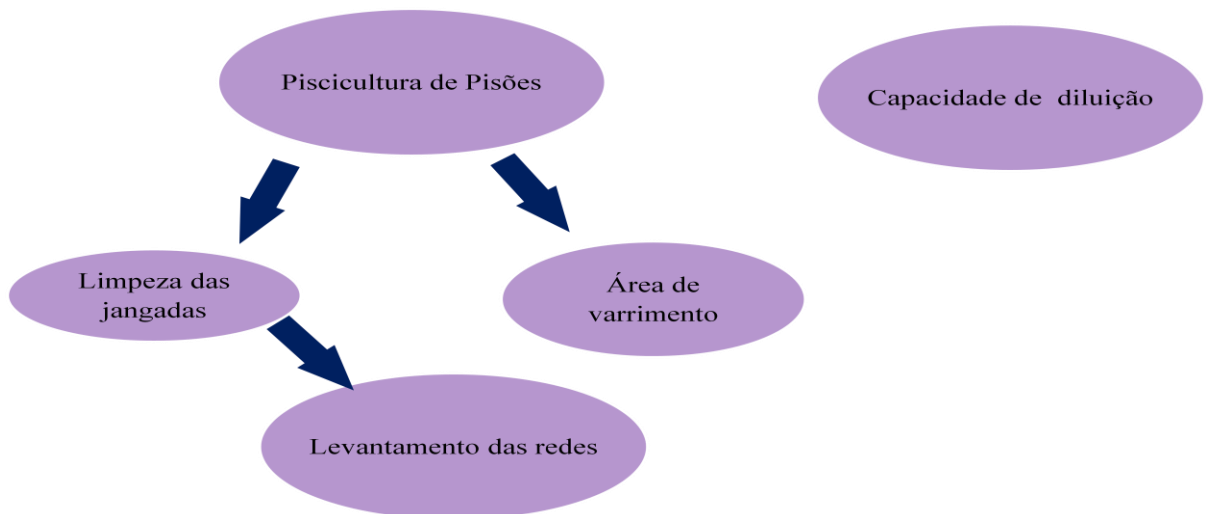


Figura 4.2 Esquema de tratamento de efluente de Pisões

A piscicultura de Rio Alto (Figura 4.3) tem um sistema de tratamento e remoção do efluente com várias etapas de tratamento, como físico, químico e biológico. No tratamento físico existe um tanque de sedimentação e um filtro mecânico para se retirarem as partículas suspensas, de seguida procede-se ao tratamento biológico e por último o tratamento químico através do ozono, sendo este o mais usado devido à relação custo eficiência.

Após estas três etapas de tratamento uma parte do efluente é emitida e outra faz uma recirculação juntamente com água nova percorrendo mais uma vez o sistema.

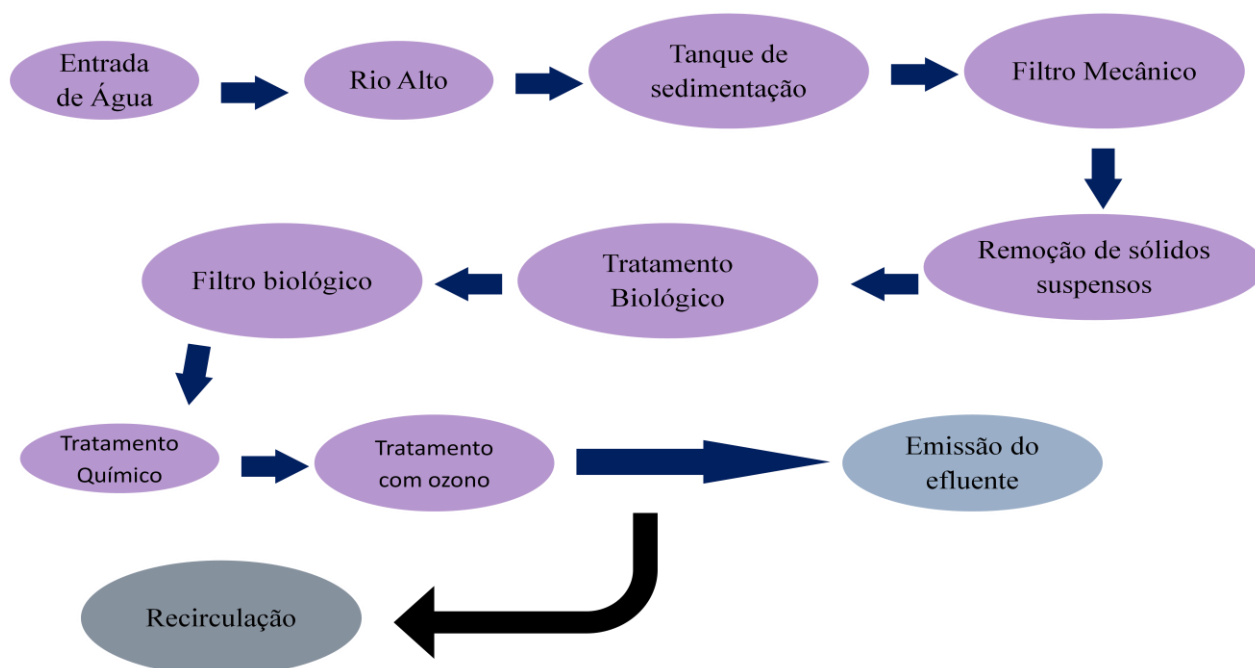


Figura 4.3 Esquema de tratamento de efluentes da piscicultura de Rio Alto

A análise do impacto dos efluentes das pisciculturas em estudo, para as redes hidrográficas, pode também ser feita através do cálculo da Taxa de Recursos Hídricos (TRH). A TRH foi introduzida por uma imposição do ordenamento jurídico comunitário, mas ao mesmo tempo é uma oportunidade de melhorar a gestão dos recursos hídricos, com base num instrumento económico inovador.

A descrição e âmbito desta taxa encontram-se no Despacho n.º 2434/2009 proveniente do ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Este despacho é referente ao Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de Junho, que estabelece o regime económico e financeiro dos recursos hídricos, aos estabelecimentos de piscicultura, aquacultura ou de culturas biogénicas (Despacho n.º 2434/2009).

Neste despacho e no âmbito deste trabalho, é relevante a componente E, referente à descarga de efluentes. O cálculo da componente E da Taxa de Recursos Hídricos é feito tendo em conta os valores da matéria oxidável, do azoto total e do fósforo total. A matéria oxidável resulta da aplicação da fórmula (Anexo C):

$$(CQO + 2 * CBO5) / 3$$

Assim as concentrações dos parâmetros de matéria oxidável, azoto total e fósforo total são obtidos pela diferença na quantidade destes componentes libertados para a rede hidrográfica e a quantidade que entrou destes para o circuito piscícola

Esta TRH explicita os custos que as entidades piscícolas têm na emissão dos efluentes para as redes hidrográficas e que são:

Matéria oxidável – 0,30 € por quilograma emitido

Azoto Total – 0,13€ por quilograma emitido

Fósforo Total – 0,16 por quilograma emitido

Neste caso não é possível identificar as TRH efetivamente pagas pelas pisciculturas em estudo, pois eram necessários dados do caudal destas. No entanto, através das tabelas de valores obtidos para os vários parâmetros é possível identificar, em média, os valores a pagar por 1000000 L de emissão, considerando os anos de 2009 a 2011.

Na tabela 4.7 são apresentadas as Taxas de Recursos Hídricos (TRH), para as três pisciculturas, tendo em conta o contributo do fósforo, azoto e matéria oxidável (M.O) presentes nos respetivos efluentes. No caso da piscicultura localizada em Rio Alto não foi considerado o contributo da M.O, pois não foi determinado o CQO nos seus efluentes.

A piscicultura de Rio Alto, embora sem o contributo da M.O, é aquela que será mais tributada, ao longo dos três anos. Este facto é devido ao forte contributo da presença do azoto, nos efluentes. A TRH na piscicultura de Paredes de Coura deveu-se maioritariamente, também, ao contributo do azoto. A relação de TRH, entre as pisciculturas de Rio Alto e Paredes de Coura, é em média de 1,7:1.

Comparativamente às três pisciculturas, a de Paredes de Coura foi a que apresentou teores de fósforo mais elevados nos seus efluentes. De um modo geral a piscicultura de Pisões foi a que pagou notoriamente menos TRH, ao longo dos três anos.

Tabela 4. 6 Taxas de Recursos Hidricos anuais (TRH €/1000000L) estimadas para as pisciculturas em estudo

	<i>Paredes de Coura</i>				<i>Pisões</i>				<i>Rio Alto</i>		
	P	N	M.O	Total	P	N	M.O	Total	P	N	Total
2009	544	2175	21	2740	9	127	7	143	77	3098	3175
2010	356	1881	18	2254	12	138	11	162	218	5571	5789
2011	512	1716	24	2252	2	157	3	161	284	3366	3650
<b>Total</b>	1411	5773	63	<b>7246</b>	24	422	21	<b>467</b>	579	12035	<b>12614</b>

A análise das características químicas dos efluentes das pisciculturas em estudo, emitidos para as redes hidrográficas, do ponto de vista da TRH, pode contribuir para uma melhor perceção do impacto que os efluentes vão ter no meio ambiente. De facto, embora os valores dos diferentes parâmetros analisados se encontrem abaixo dos VLE, e os valores estimados para a TRH do ponto de vista ambiental sejam bastante baixos, verifica-se que estes efluentes, ao longo do tempo, podem contribuir para fenómenos de eutrofização no meio hídrico, devido principalmente à emissão de fósforo e azoto. Obviamente que este aspeto poderá ser relevante só para a piscicultura localizada em Paredes de Coura, e dependendo evidentemente, entre outros, do efetivo caudal de efluente produzido e do efeito de diluição deste no Rio Coura.

## 5. Considerações Finais

---

As pisciculturas ao longo dos anos têm vindo a desenvolver-se e a aumentar a sua produção, o que vai de encontro com a necessidade alimentar da população mundial. Ao longo dos anos esta atividade tem sofrido um desenvolvimento lento em Portugal.

Dentro dos três tipos de produção de piscicultura, o extensivo, o semi-intensivo e o intensivo, é neste último que se obtém, sem sombra de dúvida, a melhor qualidade e maior quantidade em termos de produção de pescado, pois este processa-se de forma totalmente controlada.

A qualidade de água é um dos fatores primordiais para uma boa qualidade de pescado e produção deste. Esta tem de ser controlada a montante e a jusante das pisciculturas, ou dentro e fora das jangadas, para se garantir a qualidade do pescado produzido. A qualidade da água é também importante para a qualidade do pescado, pois condiciona o seu estado sanitário, e ser a via de entrada para bioacumulação de substâncias tóxicas nos peixes podendo provocar um risco para a saúde pública, entre outras.

Os cinco parâmetros alvos de análise e controlo nos efluentes gerados foram o Fósforo, o Azoto, os Sólidos Suspensos, a Carência Bioquímica do Oxigénio e a Carência Química do Oxigénio, que em todas as pisciculturas estudadas nesta dissertação (a piscicultura localizada em Paredes de Coura, a piscicultura localizada em Rio Alto e a piscicultura localizada em Pisões) obtiveram valores abaixo dos permitidos pela legislação. Através do controlo feito por parte destas pisciculturas, em termos destes parâmetros, conclui-se que nenhuma destas três explorações intensivas pode ser considerada um potencial risco de impacto ambiental.

Um dos riscos mais frequentes devido à libertação de grandes quantidades de Azoto e Fósforo é a eutrofização, problema que com os sistemas de tratamento de efluentes que cada uma destas pisciculturas possui é um risco baixo, sendo no entanto

uma eventualidade a considerar em Paredes de Coura devido ao local onde o efluente é libertado.

Por parte destas pisciculturas são necessários mecanismos de tratamento de efluentes, para que a qualidade do pescado se mantenha, a produção mantenha os níveis desejados e os impactos pela emissão do efluente sejam diminutos. A piscicultura de Paredes de Coura tem um mecanismo de tratamento que assenta em duas fases distintas: tratamento biológico e remoção de sólidos suspensos. Quanto à piscicultura de Pisões, o sistema consiste na recolha e tratamento dos resíduos gerados na atividade de produção do peixe, nomeadamente das fezes e dos grânulos de ração não ingeridos, entre outros, e através da limpeza das redes da gaiola.

Além do controlo da emissão do efluente ser importante por todos os motivos já referidos, em termos económicos é também importante que os sistemas sejam eficientes no tratamento deste, pois quanto maiores os níveis de P, N, SS, CQO e CBO, presentes no efluente libertados, maior é o valor da Taxa dos Recursos Hídricos a ser paga. Deste ponto de vista a piscicultura onde se obtiveram valores mais altos é a piscicultura de Rio Alto, seguindo-se a de Paredes de Coura e por último a de Pisões.

A qualidade dos efluentes gerados por estas pisciculturas, depende também do tipo de exploração, já que Pisões, uma piscicultura de gaiolas de água doce, como está inserida numa albufeira sofre diluição superior às das outras duas pisciculturas. A piscicultura de Rio Alto e a de Paredes de Coura, com sistemas semelhantes de recolha de água a montante e de emissão de efluente a jusante, apresentaram valores mais altos nos parâmetros analisados, pois não há diluição destes numa massa de água como em Pisões.

Para além dos parâmetros monitorizados neste trabalho seria importante também analisar outros, nomeadamente o pH e a dureza da água para avaliar de forma ainda mais eficaz a o impacto das pisciculturas. Também a presença de contaminantes orgânicos e inorgânicos serão parâmetros a considerar numa monitorização mais abrangente.

## 6. Referências Bibliográficas

---

APHA. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 ed. USA, Washington : APHA, 1998.

Castagnolli, N; Torrieri Junior, O. 1980. Confinamento de peixes em tanques-rede. *Ciência e Cultura*, v.32, n.11

Decreto-Lei n.º236/98 de 1 de Agosto - Estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.

Decreto-Lei n.º236/98 de 1 de Agosto, Anexo XVIII “Valores limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais”

Despacho n.º 24 026/2002, Abril de 2003, Grupo de trabalho sobre o sector da aquicultura em Portugal, Proposta de Relatório Final

Despacho n.º2434/2009 de 19 de Junho - Normas orientadoras para aplicação do DL n.º 97/2008, aos estabelecimentos de piscicultura, aquacultura ou de culturas biogenéticas.

EN 872: 2005-Water quality. Determination of suspended solids. Method by filtration through glass fibre filters

FAO (Food and Agriculture Organization), 2007. The State of World Fisheries and Aquaculture – 2006. FAO, Rome, pp. 5-16.

Ferragut, C. 2004. Respostas das Algas Perifíticas e Planctônicas á Manipulação de Nutrientes (N e P) em Reservatório Urbano (Lago do IGA, São Paulo). (Tese de Doutoramento. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho.

Gonçalves A.C.2010. Qualidade e Valorização em Aquacultura Propriedades sensoriais e período de conservação útil de peixe e bivalves. Doutoramento em Farmácia na Faculdade de Farmácia - Universidade de Lisboa

Honda, R.Y.; Mercante, C.T.J.; Vieira, J.M.S.; Esteves, K.E.; Cabianca, M.A.A. & Azevedo, M.T.P. 2006. Cianotoxinas em pesqueiros na Região Metropolitana de São Paulo. In: Esteves, K.E. & Sant'Anna, C.L. (orgs). Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo. Um estudo na Região Metropolitana de São Paulo. São Carlos: RiMa. p. 105-120.

IGAM. Relatório Executivo Qualidade das Águas Superficiais em 2008. UPGRHI-PS 1 e 2. Belo Horizonte. 2008.

ISO 15705:2002 Water quality -- Determination of the chemical oxygen demand index (ST-COD) -- Small-scale sealed-tube method

ISO 4338-1 1996 Water quality- Determination of nitrates.

ISO 6878:2004, Water quality - Determination of phosphorus - Ammonium molybdate spectrometric method

Leung, R. 1998. Qualidade de água em sistema de cultivo, super intensivo de Brycon orbignyanos, Aquicultura Brasil, Revista Brasileira Águas & Águas.

Mathiensen, A.; Yunes, J.S.; Codd, G.A. 1999. Ocorrência, distribuição e toxicidade de cianobactérias no estuário da Lagoa dos Patos, RS. Revista Brasileira de Biologia, São Carlos, 59 (3): 361-376

Matos, A. T. 2001. Poluição Ambiental e seus efeitos Brasília, 121 Revista Brasileira Águas & Águas

Medeiros, F. das C. 2002. Tanque-rede: mais tecnologia e lucro na piscicultura. Eds Francisco das Chagas de Medeiros. Cuiabá, pp.110.

Morais A. 2002. Estudo e eficiência de diferentes sistemas de tratamento da qualidade de água de uma piscicultura intensiva de pregado (*Scophthalmus maximus L*), ao longo de um ciclo produtivo. Dissertação para obtenção do grau mestre em Ecologia aplicada da Faculdade de Ciências, Universidade do Porto.

Ono, E. A. e Kubitza, F. 2003. Cultivo de Peixes em Tanques-rede. 3 ed. Jundiaí. Sport fish, 112pp.

Pillay, T.V.R. 1992. Aquaculture and Environment, ed. Fishing Newsbooks

Santanna, C.L.; Gentil, R.C.; Silva, D. 2006. Comunidade Fitoplanctônica de Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: Esteves, K.E. e Santanna, C.L. Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo. São Carlos: Rima. p.49-62,

Silva, A. L. N.; Siqueira, A. T. 1997. Piscicultura em tanques-rede: princípios básicos. Recife.

Stickney, R.R. 1994. Principles of Aquaculture. Ed John Wiley and Sons, USA.

Wheaton, F. W. 1977. Acuicultura: diseño y construcción de sistemas. AGT Editor, S.A.

#### **Webgrafia:**

<http://www.esriportugal.pt/files/3813/3785/8470/APAquacultores.pdf>, acedido em Maio de 2013

<http://www.hpn.pt/default.asp%3Fm=4&op=2&det=99.html>, acedido em Julho de 2013

[http://www.infoempresas.com.pt/Empresa\\_CASTRO-CABERO.html](http://www.infoempresas.com.pt/Empresa_CASTRO-CABERO.html), acedido em Maio de 2013

<http://www.satep-ecopiscis.com/>, acedido em Junho de 2013

<http://www.satep-ecopiscis.com/>, acedido em Julho de 2013.

# **Anexos**

## Anexo A – Análise Estatística

### CQO – Pisões dentro

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00001
N		16
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	6,8231
	Std. Deviation	4,17904
Most Extreme Differences	Absolute	,234
	Positive	,234
	Negative	-,106
Kolmogorov-Smirnov Z		,935
Asymp. Sig. (2-tailed)		,346

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** - Há diferenças significativas de concentração ao longo do tempo (entre as datas)

**H0** – Não há diferenças significativas entre as datas

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,345) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos aceitar o nosso H0, então podemos dizer que não há diferenças significativas de concentrações de CQO (entre as datas).

## CQO – Pisões fora

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		VAR00002
N		16
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	5,0392
	Std. Deviation	2,87495
Most Extreme Differences	Absolute	,136
	Positive	,136
	Negative	-,086
Kolmogorov-Smirnov Z		,543
Asymp. Sig. (2-tailed)		,930

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** – Há diferenças significativas entre as datas

**H0** – Não há diferenças significativas entre as datas

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,930) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos aceitar o nosso H0, então podemos dizer que não há diferenças significativas de concentrações de CQO ao longo do tempo em pisos ao largo das jangadas.

## CQO – Pisões dentro e fora

Test Statistics<sup>a</sup>

	VAR00002 - VAR00001
Z	-1,758 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,079

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

**H1** – Há diferenças significativas entre os valores de fora e de dentro

**H0** – Não há diferenças significativas entre os valores de CQO medidos nas jangadas e fora das jangadas.

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,930) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos aceitar o nosso H0, então podemos dizer que não há diferenças significativas entre os valores de fora e de dentro.

## CBO – Pisões dentro

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00004
N		16
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	3,3631
	Std. Deviation	1,54287
Most Extreme Differences	Absolute	,147
	Positive	,147
	Negative	-,112
Kolmogorov-Smirnov Z		,590
Asymp. Sig. (2-tailed)		,877

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** – Há diferenças significativas de CBO5 entre as datas

**H0** – Não há diferenças significativas de CBO5 entre as datas

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,877) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos aceitar o nosso H0, então podemos dizer que não há diferenças significativas entre as datas

## CBO – Pisões fora

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00005
N		16
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2,8876
	Std. Deviation	1,30326
Most Extreme Differences	Absolute	,145
	Positive	,145
	Negative	-,092
Kolmogorov-Smirnov Z		,579
Asymp. Sig. (2-tailed)		,891

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** – Há diferenças significativas entre as datas

**H0** – Não há diferenças significativas entre as datas

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,891) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos aceitar o nosso H0, então podemos dizer que não há diferenças significativas entre as datas

## CBO – Pisões dentro e fora

Test Statistics<sup>a</sup>

	VAR00005 - VAR00004
Z	-3,103 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

**H1** – Há diferenças significativas entre os valores de fora e de dentro

**H0** – Não há diferenças significativas entre os valores de fora e de dentro

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,002) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, e neste caso existem diferenças significativas de CBO5 dentro das jangadas e fora delas, logo rejeita-se o nosso H0.

## TRH em Pisões

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00006
N		16
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	4,5166
	Std. Deviation	1,33672
Most Extreme Differences	Absolute	,097
	Positive	,097
	Negative	-,096
Kolmogorov-Smirnov Z		,387
Asymp. Sig. (2-tailed)		,998

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** – Há diferenças significativas entre os valores da TRH

**H0** – Não há diferenças significativas entre os valores do THR

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,998) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos aceitar o nosso H0, então podemos dizer que não há diferenças significativas entre os valores do THR.

## CQO – Paredes de Coura entrada

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		VAR00001
N		20
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	6,2019
	Std. Deviation	7,54361
Most Extreme Differences	Absolute	,330
	Positive	,330
	Negative	-,211
Kolmogorov-Smirnov Z		1,478
Asymp. Sig. (2-tailed)		,025

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** – Há diferenças significativas entre as datas

**H0** – Não há diferenças significativas entre as datas

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,025) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que se rejeita H0, então podemos dizer que há diferenças significativas de CQO ao longo do tempo em Paredes de Coura.

## CQO – Paredes de Coura saída

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		VAR00002
N		20
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	15,0465
	Std. Deviation	8,39877
Most Extreme Differences	Absolute	,147
	Positive	,147
	Negative	-,128
Kolmogorov-Smirnov Z		,655
Asymp. Sig. (2-tailed)		,784

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** – Há diferenças significativas entre as datas

**H0** – Não há diferenças significativas entre as datas

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,784) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos aceitar o nosso H0, então podemos dizer que não há diferenças significativas entre as datas

## CQO – Paredes entrada e saída

Test Statistics<sup>a</sup>

	VAR00002 - VAR00001
Z	-3,883 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

**H1** – Há diferenças significativas entre os valores de entrada e de saída

**H0** – Não há diferenças significativas entre os valores de entrada e de saída

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,000) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que é rejeitada a hipótese nula, podendo-se então dizer que há diferenças significativas entre os valores CQO à entrada e saída.

## CBO – Paredes de Coura entrada

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		VAR00003
N		20
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	3,6987
	Std. Deviation	1,89495
Most Extreme Differences	Absolute	,163
	Positive	,163
	Negative	-,110
Kolmogorov-Smirnov Z		,730
Asymp. Sig. (2-tailed)		,660

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** – Há diferenças significativas entre as datas

**H0** – Não há diferenças significativas entre as datas

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,660) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos aceitar o nosso H0, então podemos dizer que não há diferenças significativas entre as datas

## CBO – Paredes de Coura saída

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00004
N		20
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	8,1979
	Std. Deviation	2,87580
Most Extreme Differences	Absolute	,088
	Positive	,074
	Negative	-,088
Kolmogorov-Smirnov Z		,392
Asymp. Sig. (2-tailed)		,998

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** – Há diferenças significativas entre as datas

**H0** – Não há diferenças significativas entre as datas

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,998) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos aceitar o nosso H0, então podemos dizer que não há diferenças significativas entre as datas

## CBO – Paredes entrada e saída

Test Statistics<sup>a</sup>

	VAR00004 - VAR00003
Z	-3,920 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

**H1** – Há diferenças significativas entre os valores de entrada e de saída

**H0** – Não há diferenças significativas entre os valores de entrada e de saída

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,000) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos rejeitar o nosso H0, então podemos dizer que há diferenças significativas entre os valores de entrada e de saída.

## TRH em Paredes de Coura

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00005
N		20
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	10,4807
	Std. Deviation	3,80766
Most Extreme Differences	Absolute	,206
	Positive	,206
	Negative	-,184
Kolmogorov-Smirnov Z		,921
Asymp. Sig. (2-tailed)		,364

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** – Há diferenças significativas entre os valores da TRH

**H0** – Não há diferenças significativas entre os valores da TRH

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,364) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos aceitar o nosso H0, então podemos dizer que não há diferenças significativas entre os valores da TRH.

## P – Paredes de Coura entrada

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00001
N		24
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,0334
	Std. Deviation	,04700
Most Extreme Differences	Absolute	,303
	Positive	,303
	Negative	-,259
Kolmogorov-Smirnov Z		1,482
Asymp. Sig. (2-tailed)		,025

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** – Há diferenças significativas entre as datas

**H0** – Não há diferenças significativas entre as datas

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,025) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos rejeitar o nosso H0, então podemos dizer que há diferenças significativas de P ao longo do tempo em Paredes de Coura

## P – Paredes de Coura Saída

		VAR00003	VAR00004	VAR00005	VAR00006	VAR00007	VAR00008
		24	19	19	19	11	11
Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,3782	,0185	,0112	,0073	,3530	,3530
	Std. Deviation	,12106	,01055	,00382	,00915	,11038	,11038
treme Differences	Absolute	,113	,202	,159	,189	,122	,122
	Positive	,113	,202	,070	,189	,122	,122
	Negative	-,095	-,119	-,159	-,130	-,078	-,078
orov-Smirnov Z		,554	,881	,693	,823	,404	,404
Sig. (2-tailed)		,919	,420	,723	,508	,997	,997

N

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00005	VAR00006	VAR00007	VAR00008
26	26	26	20	20	20	11	11
1,0489	2,4879	1,4392	,4147	,3328	,0820	5,8745	5,8745
,26488	,56687	,51476	,19386	,14637	,12323	2,79504	2,79504
,105	,146	,144	,157	,139	,162	,209	,209
,105	,146	,144	,157	,076	,162	,209	,209
-,066	-,107	-,102	-,145	-,139	-,107	-,124	-,124
,537	,742	,735	,703	,623	,726	,694	,694
,935	,640	,652	,707	,832	,668	,722	,722

CQO

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		VAR00001	VAR00003	VAR00004	VAR00005	VAR00006
N		20	20	17	17	2
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	6,2019	15,0465	7,0213	5,2613	247,8750
	Std. Deviation	7,54361	8,39877	4,12801	2,93042	,00000 <sup>c</sup>
Most Extreme Differences	Absolute	,330	,147	,213	,133	
	Positive	,330	,147	,213	,133	
	Negative	-,211	-,128	-,096	-,078	
Kolmogorov-Smirnov Z		1,478	,655	,877	,547	
Asymp. Sig. (2-tailed)		,025	,784	,425	,926	

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**CBO**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00007
N		26	26	20	20	12
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	3,6378	8,7192	3,5660	3,0402	8,3930
	Std. Deviation	1,80059	2,77580	1,68999	1,53105	4,29702
Most Extreme Differences	Absolute	,222	,066	,153	,122	,193
	Positive	,222	,052	,153	,122	,193
	Negative	-,118	-,066	-,086	-,107	-,112
Kolmogorov-Smirnov Z		1,130	,337	,685	,544	,667
Asymp. Sig. (2-tailed)		,156	1,000	,736	,929	,765

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**SS**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00005
N		26	26	20	20	11
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	6,1996	8,1769	1,2490	,9750	14,5755
	Std. Deviation	14,70706	5,38658	,77215	,54255	11,79896
Most Extreme Differences	Absolute	,398	,230	,149	,217	,301
	Positive	,398	,230	,149	,217	,301
	Negative	-,338	-,184	-,107	-,097	-,204
Kolmogorov-Smirnov Z		2,032	1,174	,669	,970	,998
Asymp. Sig. (2-tailed)		,001	,127	,763	,303	,272

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## P – Paredes de Coura saída

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00001
N		26
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2,4879
	Std. Deviation	,56687
Most Extreme Differences	Absolute	,146
	Positive	,146
	Negative	-,107
Kolmogorov-Smirnov Z		,742
Asymp. Sig. (2-tailed)		,640

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**H1** – Há diferenças significativas entre as datas

**H0** – Não há diferenças significativas entre as datas

Poderemos utilizar a Sig bilateral (0,640) pois neste caso estamos a fazer uma observação específica, logo podemos concluir que vamos aceitar o nosso H0, então podemos dizer que não há diferenças significativas entre as datas

**Anexo B- Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto de 1998, Anexo XVIII**

**Tabela B.1- Valores Limite de Emissão de acordo com Anexo XVIII, DL n.º 236/98**

Parâmetros	Expressão dos resultados	VLE (°)
pH (0) .....	Escala de Sorensen	6,0-9,0 (°)
Temperatura (0) .....	°C	Aumento de 3°C (°)
CBO <sub>5</sub> , 20°C (20) (0) .....	mg/l O <sub>2</sub>	40
COQ (0) .....	mg/l O <sub>2</sub>	150
SST (0) .....	mg/l	60
Alumínio .....	mg/l Al	10
Ferro total .....	mg/l Fe	2,0
Manganés total .....	mg/l Mn	2,0
Cheiro .....	—	Não detectável na diluição 1:20
Cor (0) .....	—	Não visível na diluição 1:20
Cloro residual disponível:		
Livre .....	mg/l Cl <sub>2</sub>	0,5
Total .....	mg/l Cl <sub>2</sub>	1,0
Fenóis .....	mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	0,5
Óleos e gorduras .....	mg/l	15
Sulfuretos .....	mg/l S	1,0
Sulfitos .....	mg/l SO <sub>3</sub>	1,0
Sulfatos .....	mg/l SO <sub>4</sub>	2000
Fósforo total .....	mg/l P	10 3 (em águas que alimentem lagoas ou albufeiras) 0,5 (em lagoas ou albufeiras)
Azoto amoniacal .....	mg/l NH <sub>4</sub>	10
Azoto total .....	mg/l N	15
Nitratos .....	mg/l NO <sub>3</sub>	50
Aldeídos .....	mg/l	1,0
Arsénio total .....	mg/l As	1,0
Chumbo total .....	mg/l Pb	1,0
Cádmio total .....	mg/l Cd	0,2
Crómio total .....	mg/l Cr	2,0
Crómio hexavalente .....	mg/l Cr (VI)	0,1
Cobre total .....	mg/l Cu	1,0
Níquel total .....	mg/l Ni	2,0
Mercurio total .....	mg/l Hg	0,05
Cianetos totais .....	mg/l CN	0,5
Sulfuretos .....	mg/l S	1,0
Óleos minerais .....	mg/l	15
Detergentes (sulfato de lauril e sódio) .....	mg/l	2,0 (°) (°)

## Anexo C- Cálculo da Taxa de Recursos Hídricos (TRH)

Tabela C.1 Valor da TRH com base na matéria oxidável, para a piscicultura de Paredes de Coura

Datas	Paredes De Coura CQO		Datas	Paredes De Coura CBO		Cálculo TRH TRH Paredes de Coura	Valor da TRH (€/1000000)
	Entrada	Saída		Entrada	Saída		
30/04/2009	1,903	12,346	28/04/2009	2,535	5,557	7,820	2,3459
29/06/2009	0,563	5,210	25/06/2009	1,857	4,561	4,777	1,4332
16/07/2009	0,333	8,791	15/07/2009	1,071	8,893	8,859	2,6577
08/10/2009	1,122	1,064	02/10/2009	5,114	12,470	8,668	2,6005
26/10/2009	21,943	27,116	22/10/2009	1,779	7,963	14,347	4,3041
02/11/2009	3,902	17,031	29/10/2009	2,391	6,909	10,283	3,0849
16/11/2009	17,998	22,441	12/11/2009	7,090	10,548	14,512	4,3537
<b>Soma anual</b>						<b>9,895</b>	<b>20,780</b>
03/02/2010	1,821	11,501	29/01/2010	3,138	8,435	9,457	2,8370 €
26/03/2010	6,571	10,022	24/03/2010	6,589	11,219	10,820	3,2459 €
23/04/2010	5,111	12,994	21/04/2010	3,970	6,876	8,915	2,6745 €
28/05/2010	6,192	19,358	25/05/2010	2,295	3,753	8,955	2,6865 €
02/07/2010	5,232	15,754	30/06/2010	1,806	3,941	7,879	2,3636 €
29/11/2010	6,023	16,729	26/11/2010	3,153	11,365	13,153	3,9459 €
<b>Soma anual</b>							<b>17,753€</b>
17/01/2011	5,186	10,833	13/01/2011	2,839	6,162	7,719	2,3157 €
25/02/2011	5,625	12,631	23/02/2011	2,478	5,918	8,156	2,4468 €
05/05/2011	2,69	18,09	29/04/2011	4,604	10,493	13,025	3,9076 €
31/05/2011	0,142	10,331	27/05/2011	3,874	7,494	8,439	2,5318 €
30/06/2011	3,174	20,058	30/06/2011	3,772	8,070	12,066	3,6197 €
07/07/2011	0,693	8,802	07/07/2011	6,245	9,121	9,014	2,7043 €
29/09/2011	27,813	39,828	29/09/2011	7,375	14,210	22,749	6,8248 €
<b>Soma anual</b>							<b>24,351 €</b>
<b>Soma total</b>							<b>62,884€</b>

Tabela C.2 Valor da TRH com base na matéria oxidável, para a piscicultura de Pisões

Datas	Pisões CQO		Datas	Pisões CBO		Cálculo da TRH	Valor da TRH
	Dentro	Fora		Dentro	Fora	TRH Pisões	(€/1000000)
29/06/2009	2,194	2,035	25/06/2009	2,410	1,926	2,338	0,7014
16/07/2009	11,129	6,346	15/07/2009	1,528	1,137	4,729	1,4186
08/10/2009	1,111	1,114	02/10/2009	4,071	3,892	3,084	0,9253
26/10/2009	7,962	7,158	22/10/2009	2,117	1,369	4,066	1,2197
16/11/2009	6,338	3,546	12/11/2009	5,915	5,180	6,056	1,8168
18/12/2009	5,771	1,318	16/12/2009	3,702	3,376	4,392	1,3176
<b>Soma anual</b>							<b>7,399</b>
03/02/2010	4,5	4,054	29/01/2010	3,589	3,063	3,893	1,1678
26/03/2010	5,275	5,998	24/03/2010	6,178	4,028	5,877	1,7631
23/04/2010	4,296	5,371	21/04/2010	5,046	4,632	4,796	1,4388
28/05/2010	16,507	2,656	25/05/2010	1,804	1,322	6,705	2,0115
02/07/2010	14,092	10,94	30/06/2010	2,262	1,706	6,206	1,8617
23/07/2010	9,971	7,588	21/07/2010	3,032	2,578	5,345	1,6034
04/10/2010	3,745	3,33	01/10/2010	2,852	2,720	3,150	0,9449
<b>Soma anual</b>							<b>10,791</b>
17/01/2011	6,093	9,516	13/01/2011	2,877	3,149	3,949	1,1847
07/07/2011	5,218	3,212	07/07/2011	5,169	4,512	5,185	1,5555
<b>Soma anual</b>							<b>2,7347</b>
<b>Soma total</b>							<b>20,9247</b>

