

**Instituto Politécnico de Tomar**

**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**

Júlia Bruno de Azevedo  
Luisa Leoni Fernandes Brandão Cabral  
Priscila Fernandes Galizes  
Renata Nascimento Paschoal Sampaio  
Thalissa Bárbara de Mesquita

# **Monitorização Ambiental da Reserva Natural Paul do Boquilobo**

Projeto

Orientado por:

Doutor Luís Santos, Instituto Politécnico de Tomar  
Doutora Cecília Baptista, Instituto Politécnico de Tomar

Júri

Engenheira Teresa Silveira, Instituto Politécnico de Tomar

Projeto apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciado em Engenharia Ambiente e Biológica



Dedicamos este trabalho  
aos nossos amigos, familiares e professores  
que nos apoiaram e incentivaram  
ao Instituto Politécnico de Tomar e à  
Reserva Natural Paul do Boquilobo.



## AGRADECIMENTOS

---

A realização desse trabalho se deve a muitas pessoas que foram extremamente importantes e necessárias. Somos estudantes de Engenharia Ambiental que viemos do Brasil em busca de novos aprendizados. Foi um desafio executar esse projecto que tanto nos acrescentou academicamente e profissionalmente. Um desafio que, para ser executado foi preciso da ajuda dos diversos profissionais que citaremos a seguir.

Queremos deixar nosso eterno agradecimento aos professores orientadores Doutor Luis Filipe Neves Gaspar Santos e Doutora Cecília de Melo Correia Baptista que foram os maiores responsáveis pela finalização e desenvolvimento deste. Foram orientadores atenciosos, sempre dispostos a ensinar, e transmitir a nós o que sabem de melhor. Obrigada também a Eng<sup>a</sup> Isabel Silva e Eng<sup>o</sup> Alcino Serras, que nos ajudaram em todos os momentos nas práticas laboratoriais.

Ao Arq. Fernando Pereira, responsável pela Reserva do Paul do Boquilobo pela constante disponibilidade, apoio, e por ceder o espaço permitindo nosso estudo. Ao Sr. Fernando Pinto por nos transportar durante as visitas a reserva e pela sua ajuda que foi de grande valia. Ao colega Vasco Augusto Amaro Lopes pela assistência durante o nosso trabalho.

As instituições que cederam os equipamentos e instalações, agradecemos imensamente uma vez que sem isso não era possível a realização do projecto: Instituto Politécnico de Tomar e a Reserva Natural do Paul do Boquilobo.

Queremos deixar nossos sinceros votos de agradecimentos a nossos familiares que possibilitaram nossa vinda a Tomar para podermos estudar e acrescentar a nossa formação como engenheiras. Obrigada a todos, vocês fazem parte de uma grande experiência que aqui vivemos e todos serão lembrados com muito carinho.

Um grande Bem-Haja.



## RESUMO

---

Este é um projeto que teve como objetivo dar continuidade à monitorização e análise ambiental da Reserva Natural Paul do Boquilobo realizado nos anos de 2011 e 2012. Foram feitas recolhas em três pontos específicos da Reserva nos meses de março, abril e maio. O enfoque deste acompanhamento nesses meses foram as análises físico-químicas da água, como: pH, condutividade, temperatura, oxigénio dissolvido, presença de nitrato e fosfato, SST, SDT, CBO<sub>5</sub> e CQO, além do estudo e da observação dos macroinvertebrados existentes nos mesmos locais de amostragem.

O estudo desta área protegida portuguesa viabiliza acompanhar as alterações em seus ecossistemas e principalmente, em seus habitats lóticos, já que é uma zona húmida de proteção à biodiversidade da fauna e flora.

As recolhas das amostras foram feitas na entrada da reserva, no início da reserva integral, e na Ponte da Broa à saída da reserva. A partir das análises no laboratório e por cálculos, verificaram-se variações dos parâmetros físico-químicas das águas, que se explicam sobretudo através das alterações do caudal, poluição da água e da sazonalidade. Também foram estudadas as variáveis bióticas, através da triagem e da identificação dos macroinvertebrados, possibilitando a observação das diferenças de diversidade e a relação destes indicadores com a qualidade das águas.

Os factores físicos como as condições climáticas e a pluviosidade foram de grande importância para as variações dos parâmetros abióticos.

Um dos que alterou de forma acentuada em relação a normalidade foi a CBO<sub>5</sub>. O valor máximo de 40 mg/L foi encontrado exedido em 12 vezes na Reserva concluindo-se que a qualidade da água da Reserva está comprometida e poluída por causa do acúmulo de matéria orgânica biodegradável de fontes urbanas, o que pode trazer um sério impacto ambiental e dizimar os ecossistemas aquáticos e terrestres daquele local.

Os Nitratos formam com os macroinvertebrados indicadores de uma melhoria da qualidade da água factor ainda pouco explorado mas que poderá ser um importante indício. Porém o que mais foi encontrado foram espécies tolerantes a poluição, o que bioindicam má qualidade das águas. Os resultados da monitorização contribuem para mais uma etapa na compreensão do funcionamento desta importante reserva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, CBO<sub>5</sub>, análises físico-químicas da água, macroinvertebrados, Reserva Natural do Paul do Boquilobo, biodiversidade





## ABSTRACT

---

The aim of the current project is to continue the monitoring and analyse the environmental conditions of the Paul Boquilobo Nature following the research developed in the years 2011 and 2012. Collections were made in three specific points of the Reserve in the months of March, April and May. This monitoring focused in the physico-chemical analysis of water, such as pH, conductivity, temperature, dissolved oxygen, presence of nitrate and phosphate, TSS, TDS, BOD<sub>5</sub> and COD, besides the study and observation of macroinvertebrates present in same sampling sites.

The study of this protected area enables to track changes in the reserves ecosystems and especially in lotic habitats, since it is a wetland which aims to protect biodiversity. Collections points were located at the entrance of the reserve at the beginning of the full reserve, and after the reservation area. From the analysis in the lab and calculations, there were variations of physico-chemical properties of water, which can be explained mainly by the changes in flow, water pollution and seasonality. Also studied were the biotic variables through screening and identification of macroinvertebrates, enabling the observation of differences in diversity and relationship of these indicators with the water quality. Physical factors, such as climate conditions and precipitation were of great importance for abiotic parameter variations and recommender further attention in future studies.

One of the results which changed dramatically was the BOD<sub>5</sub>, the maximum value of 40 mg / L was found 12 times, concluding that the water quality of the reserve is compromised and polluted because of the accumulation of biodegradable organic matter from urban sources, which can bring a serious environmental impact and decimate the aquatic and terrestrial ecosystems.

The Nitrates form together with macroinvertebrate indicators an indicator of improved water quality, factor yet explored but could be an important clue for further studies. Monitoring results contribute as a further step in understanding the functioning of this important site.

**Keywords:** Water Quality, BOD<sub>5</sub>, physico-chemical analysis of water, macroinvertebrates, Marsh Nature Reserve Boquilobo, biodiversity



## Índice

AGRADECIMENTOS .....	iii
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
Índice .....	ix
Lista de Figuras .....	xi
Lista de Tabelas .....	xii
Lista de Abreviaturas .....	xiii
Introdução .....	1
Capítulo 1: Reserva Natural do Paul do Boquilobo e a Biodiversidade .....	3
1.1 A importância do Paul do Boquilobo na proteção da biodiversidade .....	5
1.2 Reserva da Biosfera .....	9
1.3 Convenção de Ramsar .....	11
1.4 Reserva Natural .....	12
1.5 Rede Natura 2000 .....	14
Capítulo 2: Monitorização da Reserva .....	17
2.1 Metodologia .....	19
2.2 Análises físico-químicas da água .....	21
2.2.1 pH .....	21
2.2.2. Temperatura .....	23
2.2.3 Condutividade .....	24
2.2.4 Oxigénio Dissolvido .....	25
2.2.5 Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO <sub>5</sub> ) .....	26
2.2.6 Carência Química de Oxigénio (CQO) .....	28
2.2.7 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) .....	29
2.2.8 Sólidos Suspensos Totais (SST) .....	30
2.2.9 Fosfatos .....	30
2.2.10 Nitratos .....	32
Capítulo 3: Macroinvertebrados como Bioindicadores .....	35
3. Análise dos Macroinvertebrados como Bioindicadores .....	37
Capítulo 4: Discussão dos Resultados .....	51
4.1 Discussão dos resultados .....	53
4.2 Análises estatísticas dos dados .....	54

4.2.1 Análise de componentes principais .....	56
Capítulo 5: Conclusão .....	61
5.1 Conclusão Final .....	63
Referências Bibliográficas.....	65
Anexo A: Cartografia Ecológica .....	67
Anexo B: Bioindicadores.....	71
Anexo C: Análises Físico-Químicas.....	75
Anexo D: Legislação .....	91

## Lista de Figuras

Figura 1: Garça Boeira (Azibo, 2013) .....	5
Figura 2: Colhereiro (Flickr, 2013).....	6
Figura 3: Salgueiro – Branco (Florestar, 2013) .....	6
Figura 4: Choupo (Santalha, 2013).....	6
Figura 5: Jacinto de Água: planta invasora flutuante que forma densos tapetes à superfície da água (yunphoto, 2013). .....	7
Figura 6: Caniço (Águaonline, 2013) .....	7
Figura 7: Bunho (águaonline, 2013).....	7
Figura 8: Salgueiro (ICNF, 2013).....	8
Figura 9: Sobreiro (ICNF, 2013) .....	8
Figura 10: Áreas protegidas de Portugal classificadas como Reserva Natural (ICNF, 2009) .....	13
Figura 11: Símbolo da Rede Natura 2000 (Planetaazul, 2013) .....	14
Figura 12: Mapa da RNPB com os três pontos de recolha de água identificados .....	19
Figura 13: Ponto 1 (Entrada da Reserva).....	20
Figura 14: Ponto 4 (Ponte de Broa) .....	20
Figura 15: Ponto 6 (Ponte do Himalaia) .....	20
Figura 16: Medição do pH da água em um dos locais de recolha .....	22
Figura 17: Variação do PH da água, para todos os pontos de recolha.....	23
Figura 18: Variação da temperatura ao longo do tempo, para todos os pontos de recolha .....	24
Figura 19: Variação da condutividade ao longo do tempo, para todos os pontos de recolha .....	25
Figura 20: Variação do oxigénio dissolvido ao longo do tempo, para todos os pontos de recolha.....	26
Figura 21: Valores de CBO <sub>5</sub> ao longo do tempo, para todos os pontos de recolha.....	27
Figura 22: Valores de CQO ao longo do tempo, para todos os pontos de recolha .....	28
Figura 23: Variação dos SDT ao longo do tempo, para todos os locais da recolha .....	29
Figura 24: Variação dos SDT ao longo do tempo, para todos os locais da recolha .....	30
Figura 25: Variação dos fosfatos ao longo do tempo, para todos os locais da recolha .....	32
Figura 26: Variação dos nitratos ao longo do tempo, para todos os locais da recolha .....	33
Figura 27: Materiais utilizados na recolha dos maroinvertebrados como rede de mão e botas .....	37
Figura 28: Armazenamento e introdução do álcool na amostra .....	38
Figura 29: Classificação de alguns macroinvertebrados quanto a tolerância a poluição (EMBRAPA,2010) .....	40
Figura 30: Classificação de dípteros,macroinvertebrados aquáticos bioindicadores.(McGavin2001;Domínguez e Fernandez,2001;Alonso et al,2002).....	41
Figura 31: Espécies de macroinvertebrados bentônicos indicativos de cada condição ambiental(Ambientebrasil,2005) .....	42
Figura 32 F. Physidae .....	42
Figura 33: Tr. Chironomidae .....	43
Figura 34: F. Haplotaxidae .....	43
Figura 35: F. Chironomidae.....	43
Figura 36: F.Caenidae.....	44
Figura 37: Oligochetes.....	44
Figura 38: Chironomidae.....	44

Figura 39: Chironomidae.....	45
Figura 40: Dixidae .....	45
Figura 41: Glossiphonidae.....	45
Figura 42: Simuliidae .....	45
Figura 43: Gráfico com número de macroinvertebrados em todos os pontos de recolha ...	46
Figura 44: Gráfico da diversidade de macroinvertebrados no ponto 1.....	47
Figura 45: Gráfico da diversidade de macroinvertebrados no ponto 4.....	47
Figura 46: Gráfico da diversidade de macroinvertebrados no ponto 6.....	48
Figura 47: Valores dos índices de BMWP' obtidos .....	49
Figura 48: Dendograma .....	55
Figura 49: Análise das variáveis pelo Canoco.....	56
Figura 50: Análises agrupadas por mês.....	57
Figura 51: Gráfico da relação dos valores abióticos em os pontos de recolha.....	58
Figura 52: Gráfico da relação dos valores bióticos com os pontos de recolha.....	59
Figura 53: Gráfico da relação dos fatores abióticos com os macroinvertebrados .....	60

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Classes de qualidade, significado dos valores de BMWP' e interpretação por cores (adaptado de ALBA-TERCEDOR, 1996).....	50
Tabela 2: Classificação de todas as coletas quanto sua classe e qualidade da água usando como base o índice BMWP' .....	50
Tabela 3: Número de vezes que a CBO <sub>5</sub> ultrapassou os limites estabelecidos pelo Decreto de Lei nº 236/98, Anexo XVIII.....	54
Tabela 4: Dados gerados pelo Canoco .....	56

## Lista de Abreviaturas

É comum recorrer-se à utilização de siglas de abreviaturas ao longo do texto.

O significado das mesmas encontra-se identificado na lista seguinte.

ADP - Águas de Portugal

BMWP - Biological Monitoring Working Protocol

CBO - Carência Bioquímica de Oxigénio

CBO<sub>5</sub> - Carência Bioquímica de Oxigénio (5 dias)

CCA - Análise de Correspondência Canónica

CM - Golegã - Câmara Municipal de Golegã

COP - Conferência das Partes

CQO - Carência Química de Oxigénio

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EU - União Europeia

ICF - International Coach Federation

ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

MAB - Programa Homem e Biosfera da UNESCO

MMA - Ministério do Meio Ambiente

OD - Oxigénio Dissolvido

OD<sub>f</sub> - Oxigénio Dissolvido final

OD<sub>i</sub> - Oxigénio Dissolvido inicial

RNPB - Reserva Natural do Paul do Boquilobo

SDF - Sólidos Dissolvidos Fixos

SDT - Sólidos Dissolvidos Totais

SDV - Sólidos dissolvidos Voláteis

SIC - Sítios de Importância Comunitária

SSF - Sólidos Suspensos Fixos

SST- Sólidos Suspensos Totais

SSV - Sólidos Suspensos Voláteis

T - Temperatura

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria

UNESCO - Organização das Nações Unidas

VLM - Valor Limite de Emissão

VMR - Valor Máximo Recomendável

VS - Versus

ZPE - Zona de Proteção Especiais

ZPI - Zona de proteção Integral

IPT – Instituto Politécnico de Tomar



## Introdução

A Reserva Natural Paul do Boquilobo, está situada nas proximidades de Golegã, na freguesia de Azinhaga junto ao rio Almonda. O Paul do Boquilobo é um habitat de elevada variedade animal e grande valor ornitológico. Toda a zona se encontra parcialmente alagada durante a maior parte do ano, predominando na paisagem os maciços de salgueiros, as plantas aquáticas, uma extensa área de bunho e áreas de cultivo e pastagens.

Situada na confluência dos rios Tejo e Almonda, a Reserva Natural do Paul do Boquilobo compreende uma área de cerca de 817,62 hectares segundo o ICNF, é uma zona húmida, e também uma área protegida portuguesa integrada na Rede Mundial de Reservas da Biosfera da UNESCO (ICNF, 2009).

Essa reserva, de grande importância nacional, é o objeto de estudo deste projeto que consiste na análise e monitorização ambiental do local. Este estudo deu continuidade às análises feitas na área por outros dois grupos de alunos que realizaram o monitorização nos anos de 2011 e 2012, com objetivo de visualizar os impactes que a Reserva sofre com as atividades envolventes.

Durante os meses de março, abril e maio foram realizadas colheitas de amostras de água em três pontos estratégicos da reserva e posteriormente procedeu-se à sua análise química e física. Além disso, foi coletado amostra de macroinvertebrados dos mesmos pontos, afim de que se tenha uma análise da qualidade da água e o tipo de vida aquática presente.

A Reserva Natural do Paul do Boquilobo apresenta grande importância ecológica e está inserida em diversas redes de proteção ambiental. Esse estudo consiste na apresentação e discussão dos resultados encontrados, fazendo uma comparação com a evolução dos resultados em relação aos anos anteriores.



## **Capítulo 1: Reserva Natural do Paul do Boquilobo e a Biodiversidade**



## 1.1 A importância do Paul do Boquilobo na proteção da biodiversidade

A Reserva Natural do Paul do Boquilobo é uma área palustre e recebe águas dos rios Almonda e Tejo. Localiza-se sobre depósitos Quaternários da Bacia Mesocenosóica do Tejo abrangendo uma planície aluvial e terraços fluviais. A paisagem é dominada por montados, pastagens e por galerias ripícolas arbóreas com salgueiros, freixos e choupos. Nas várzeas inundáveis existe a presença de várias espécies como: bunho, caniço, tabúa, espadana, graminhão e lírio-amarelo. O jacinto-de-água, uma espécie exótica é a maior ameaça para a preservação desta zona palustre.

O Paul do Boquilobo é considerado como uma área de conservação da biodiversidade, não somente no âmbito regional, pois é nesta área, quase toda imersa que se reúnem as condições necessárias à presença da avifauna que nela habita ou que a frequenta. Local privilegiado de nidificação e ocorrência para espécies de aves aquáticas destacando-se por albergar uma numerosa colónia de garças e colhereiros (figuras 1 e 2) vindos em parte do continente africano, e recebe populações de anatídeos vindos do Norte da Europa. Esta zona húmida possui um importante interesse na conservação da fauna piscícola tanto por apresentar espécies endêmicas, como por ter condições que favorecem a reprodução de várias espécies.



Figura 1: Garça Boeira (Azibo, 2013)



**Figura 2: Colhereiro (Flickr, 2013)**

As formações vegetais são dominadas por espécies associadas a ambientes húmidos, verificando-se variações na sua distribuição consoante o regime hídrico. Na Reserva apresentam-se vários habitats como:

- Habitat de Cursos de água

Importante, principalmente, pela ocorrência de dois endemismos lusitânicos, o ruivaco e a boga-portuguesa. Este habitat engloba lagos eutróficos naturais e cursos de água dos pisos basal a montano. Presença também de cursos de água mediterrânicos permanentes com zonas ribeirinhas de salgueiros e choupos (ICNF,2013), que se podem ver nas figuras 3 e 4. Em zonas inundáveis associadas a atividades agrícolas, surgem pastagens húmidas ou formações dominadas por espécies infestantes ou ruderais. As principais infestantes que ocorrem no Paul são o jacinto de água (figura 5) e a bardana que coloniza os terrenos lodosos após inundações.



**Figura 3: Salgueiro – Branco (Florestar, 2013)**



**Figura 4: Choupo (Santalha, 2013)**



**Figura 5: Jacinto de Água: planta invasora flutuante que forma densos tapetes à superfície da água (yunphoto, 2013).**

- Habitat Bunhal/Caniçal

O bunho e o caniço (figuras 6 e 7) formam um dos locais onde se instalam as colónias de garças e os colhereiros que nidificam nesta Área Protegida. Este habitat também é importante para albergar temporariamente os passeriformes migradores que ocorrem nesta Reserva. Incluem-se ainda neste habitat pradarias húmidas mediterrânicas e comunidades de ervas altas hidrófilas das orlas basais e dos pisos montano a alpino (ICNF, 2013).



**Figura 6: Caniço (Águaonline, 2013)**



**Figura 7: Bunho (águaonline, 2013)**

- Habitat Salgueiral

É constituído por comunidades vegetais que revestem as principais linhas de água tais como, freixiais termófilos e florestas-galerias de salgueiros (ICNF,2013), figura 8.



**Figura 8: Salgueiro (ICNF, 2013)**

- Habitat Montado de Sobreiro

Neste habitat inclui-se a vegetação com características mediterrâneas como o sobreiro e está presente nos terraços fluviais e nas zonas de transição para as zonas húmidas. Exemplos de montados de Quercus de folha perene (ICNF, 2013), figura 9.



**Figura 9: Sobreiro (ICNF, 2013)**

No que diz respeito à flora, verifica-se que na Reserva, dominam espécies de porte arbustivo como o bunho, caniço, espadana e o lírio-amarelo. E a existência pontual de



espécies típicas de ambientes salobros como é o caso da tamargueira. Todas essas espécies são de significativa importância da Reserva Natural como zona húmida a conservar. Em áreas com águas de carácter mais permanente, encontram-se, por exemplo, espécies como a mal-casada com as suas partes imersas flutuantes e, em áreas mais baixas, os ranúnculos.

Em termos de fauna, foram inventariadas 16 espécies de peixes, 11 répteis, 13 de anfíbios, 27 de mamíferos e observadas cerca de 221 espécies de aves (ICNF, 2013).

De acordo com as regras do Instituto de Conservação da Natureza e Florestas, há uma intervenção na gestão da conservação da natureza e da biodiversidade através de várias ações que podem ser tanto de conservação ativa como de suporte. As ações de conservação ativa implicam no trabalho manual direto de indivíduos ou populações, de habitats ou, ainda, de ecossistemas. Já as ações de suporte para a gestão, dividem-se em intervenções nas áreas de regulamentação, ordenamento, avaliação de incidências ambientais, monitorização de espécies e de habitats, fiscalização e também ações de comunicação e acompanhamento (ICNF, 2013).

A Reserva constitui um património ecológico e cultural, suporte de evidente biodiversidade em termos europeus, que concorre para definir as paisagens e a identidade de Portugal.

O Paul é também importante por regular o sistema hídrico daquela zona, pois tem a capacidade de absorver as águas provenientes das cheias dos rios Almonda e Tejo, armazenando-as e depois podendo disponibilizá-las para abastecer a região no período de seca.

## 1.2 Reserva da Biosfera

Reserva da Biosfera é uma representação dos ecossistemas característicos da região onde se estabelece. Terrestre ou marinha, busca otimizar a convivência homem-natureza em projetos que priorizam a preservação dos ambientes significativos, pela convivência com áreas que lhe são vizinhas, pelo uso sustentável de seus recursos. Além de ter como finalidade a Pesquisa Cooperativa, a Conservação do Património Natural e Cultural e o desenvolvimento sustentável (MMA, 2013).

A Reserva Natural do Paul do Boquilobo foi a primeira área protegida portuguesa a integrar, em 15 de Dezembro de 1981, a Rede de Reservas da Biosfera, através do

Programa MAB – Man and Biosphere – da UNESCO. Este programa foi criado como forma de tentar preservar espaços naturais representativos dos principais ecossistemas mundiais. Integrada neste programa, foi reconhecida a importância da Reserva como zona húmida natural e como local de abrigo para um grande número de pássaros (CM-Golegã, 2011).

A Reserva Natural do Paul do Boquilobo para ser designada como Reserva da Biosfera, correspondeu aos critérios de:

- Abranger um mosaico, ou seja, apresentar uma variedade de tipos de habitats naturais e cobertura do solo derivado de usos humanos, como campos, florestas, etc., de sistemas ecológicos representativos das principais regiões biogeográficas, incluindo uma intervenção humana.
- Ser de importância para a conservação da diversidade biológica.
- Proporcionar uma oportunidade para explorar e demonstrar abordagens para desenvolvimento sustentável em escala regional.
- Possuir um tamanho adequado para servir as três funções das reservas da biosfera. Tendo área necessária para alcançar os objectivos de conservação a longo prazo, área(s) tampão núcleo e disponibilidade de áreas adequadas para o trabalho com as comunidades locais, em ensaios e demonstrações de usos sustentáveis dos recursos naturais.
- Adequar aos arranjos organizacionais que facilitem a integração e participação de setores competentes, incluindo autoridades públicas, comunidades locais e interesses privados na concepção e implementação das funções da Reserva da Biosfera.
- Implementar mecanismos para gerenciar o uso dos recursos e actividades humanas na área, desenvolver uma política ou plano de gestão da área como reserva da biosfera, ter uma autoridade ou mecanismo para implementar essa política ou plano, subsidiar os programas de pesquisa, monitoramento, educação e formação (ICNF, 2009).

A Reserva Natural do Paul do Boquilobo é classificada também como Reserva da Biosfera, visto que se enquadra dentro dos critérios estabelecidos pela UNESCO, possuindo a função de manter e desenvolver esse ecossistema importante para a biodiversidade da região.

### 1.3 Convenção de Ramsar

A Convenção sobre Zonas Húmidas, também conhecida como Convenção de Ramsar constitui um tratado intergovernamental adotado em 2 de fevereiro de 1971 na cidade iraniana de Ramsar. Ela foi estabelecida pelos países e organizações não governamentais que estavam preocupados com a crescente perda e degradação dos habitats de zonas húmidas, instituindo assim o quadro de ação nacional e cooperação internacional para a conservação e utilização racional desses locais e dos seus recursos (ECOIA, 2013).

A assinatura da Convenção de Ramsar marcou o início das ações, visando à valorização, a conservação e o uso sustentável dos locais classificados como zonas húmidas. O texto aprovado pela Convenção define esses locais como "zonas de pântano, charco, turfeira ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo águas marinhas cuja profundidade na maré baixa não exceda os seis metros" (ICNF, 2013).

A Convenção entrou em vigor em 1975 e em março de 2013 contava com 165 países que constituem as partes contratantes em todos os continentes (MMA, 2013). Portugal assinou a Convenção Ramsar em 1980, e incluiu em 24 de Março de 1981 duas zonas húmidas na lista de sítios Ramsar: Estuário do Tejo e Ria Formosa, pelo que se considera esta data como a data de entrada em vigor da Convenção de Ramsar (ICNF, 2013).

O principal instrumento adotado para implementar os seus objetivos é a lista de Ramsar. Ela seleciona as áreas caracterizadas como ecossistemas húmidos importantes, indicados pelos países e aprovadas por um corpo técnico especializado da Convenção. Uma vez aceites essas áreas recebem o título de Sítios Ramsar (MMA, 2013).

Os Sítios Ramsar, por sua vez, são objetos de compromissos a serem cumpridos pelo país contratante e, ao mesmo tempo, têm acesso a benefícios decorrentes dessa condição. Além disso, o título confere às áreas húmidas prioridade na implementação de políticas governamentais e reconhecimento público o que contribui para fortalecer sua proteção (MMA, 2013).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, até março de 2013 a lista de Ramsar contava 2.101 sítios, totalizando uma superfície de cerca de 250 milhões de hectares, sendo

que de entre todos eles, há 31 sítios localizados em Portugal, totalizando 132.487,7 hectares (ICNF, 2013).

Em 1980, foi criada a Conferência das Partes Contratantes (COP), com a função de promover e verificar a implementação da Convenção de Ramsar. Ela ocorre com uma periodicidade de três anos, e até o momento já foram realizadas 11 conferências. A COP é a instância de formulação e aprovação de políticas para a Convenção, também zela pelo funcionamento do tratado e examina as inclusões e alterações na lista de Ramsar (MMA, 2013).

Em 1996, durante a realização da 6.<sup>a</sup> COP, Portugal designou oito novos sítios Ramsar e entre eles está inserido o Paul do Boquilobo (ICNF, 2013), objeto de estudo dessa pesquisa.

O atual plano estratégico da Convenção Ramsar, foi aprovado pela COP e tem como objetivo principal o apoio as partes contratantes no que tange a conservação e uso racional das zonas úmidas, levando em conta os três pilares básicos do tratado: promover o uso racional de todas as zonas húmidas; designar áreas adequadas para integrar a lista de Ramsar, assegurar a proteção e a gestão efetivas dessas áreas e buscar a cooperação entre os países contratantes da convenção (MMA, 2013).

## **1.4 Reserva Natural**

Reservas Naturais são Áreas Protegidas nacionalmente estabelecidas por uma autoridade com o objetivo de conservação e proteção da natureza. Vale ressaltar que essas áreas podem ser propostas por quaisquer entidades públicas ou privadas, nomeadamente Autarquias locais e Organizações não governamentais de ambiente. Dentre as tipologias admitidas está a Reserva Natural (ICNF, 2009).

Segundo o ICNF podemos classificar como Reserva Natural um sítio que não se encontre permanentemente habitado de maneira significativa e que tenha atributos ecológicos, geológicos e fisiográficos ou que tenha valor educativo e ecológico. A classificação de uma Reserva Natural tem a finalidade de conservar os valores naturais e assegurar a oportunidade que as novas gerações que estão por vir tenham a oportunidade de aproveitar e entender o valor dessas áreas que sofreram poucos impactos consequentes

da ação humana por um longo período e adoção de medidas que se compatibilizam com o objetivo da sua classificação (INCF, 2009).

Em Portugal existem nove Reservas Naturais (figura 10), são elas:

- Sapal de Castro Marim e Vila Real de Santo António
- Dunas de São Jacinto;
- Serra da Malcata;
- Paul de Arzila;
- Berlengas;
- **Paul do Boquilobo;**
- Estuário do Tejo;
- Estuário do Sado;
- Lagoas de Santo André e da Sancha.

A reserva natural do Paul do Boquilobo é classificada como reserva natural, uma vez que é uma zona destinada a conservação da fauna e flora, da paisagem, e proteção de habitats. O Paul é uma área limitada onde se evita ao máximo impactá-lo e fazer alterações em seus ecossistemas seja por ações antrópicas ou outras ações (WIKIPEDIA, 2013).



Figura 10: Áreas protegidas de Portugal classificadas como Reserva Natural (ICNF, 2009)

## 1.5 Rede Natura 2000

Através da aplicação das Diretivas n.º 79/409/CEE (Diretiva Aves) e n.º 92/43/CEE (Diretiva Habitats) surgiu a Rede Natura 2000 caracterizada por ser uma rede ecológica para o espaço comunitário da União Europeia, incluindo o meio marinho. As diretivas anteriormente mencionadas tem o objetivo de assegurar a um longo espaço de tempo, tanto habitats quanto espécies que estejam ameaçados na Europa, fazendo assim com que ocorra uma diminuição da perda da biodiversidade no sítio e constituindo de uma forma importante de conservar a natureza de toda a União Europeia (ICNF, 2009 c).

A Rede Natura 2000, (figura 11), é composta por ZCE's (Zonas de Proteção Especial) e por ZEC's (Zonas Especiais de Conservação) que se definem do seguinte modo:

- **Zonas de Proteção Especial (ZPE)** - estabelecidas ao abrigo da Diretiva Aves, que se destinam essencialmente a garantir a conservação das espécies de aves e seus habitats e das espécies de aves migratórias e cuja ocorrência seja regular (ICNF, 2009);
- **Zonas Especiais de Conservação (ZEC)** - criadas ao abrigo da Diretiva Habitats, com o objetivo expresso de "contribuir para assegurar a Biodiversidade, através da conservação dos habitats naturais e dos habitats de espécies da flora e da fauna selvagens, considerados ameaçados no espaço da União Europeia" (ICNF, 2009).



Figura 11: Símbolo da Rede Natura 2000 (Planetaazul, 2013)

As atividades humanas nessas áreas de grande importância ambiental e de conservação e proteção de determinados sítios, devem visar a conservação destes valores

através de uma gestão sustentável tanto no âmbito ecológico e económico tanto no âmbito social.

Os objetivos principais da rede são: contribuir para assegurar a conservação dos habitats de aves, da fauna em geral e da flora que se encontrarem ameaçados, ou que sejam significativos no espaço da EU, estes espaços devem ser vividos e geridos de forma sustentável (INFOPÉDIA, 2013).

A partir das listas nacionais, elaboradas pelos Estados Membros com vista a proteção especial (ZPE), são selecionados os Sítios de maior Importância Comunitária (SIC), que, por sua vez, dão lugar as Zonas Especiais de Conservação (ZEC).

Devido à riqueza de biodiversidade e de patrimônios naturais, Portugal desempenha um papel muito importante no cumprimento dos objetivos da Rede Natura 2000. Desde 1998 quando o país declarou um conjunto de ZPE's, novas propostas tem sido apresentadas. O ICF é o órgão responsável pela apresentação da Lista Nacional de Sítios, e, depois de realizadas as listas, os processos de seleção dos sítios de importância comunitária são analisados entre a comissão e os Estados Membros (INFOPÉDIA, 2013).

A totalidade das ZPE e ZEC constituirão a rede europeia de áreas ecológicas protegidas, denominada “REDE NATURA 2000”. A reserva Natural do Paul do Boquilobo foi uma zona classificada como ZPE em Portugal uma vez que é caracterizada por habitar as mais importantes colónias de garças e colhereiros. É um local privilegiado de nidificação, refúgio e alimentação para várias espécies de aves tendo sido já identificadas mais de 200 espécies (ICNB, 2007).

Esta ZPE no qual a reserva está inserida é muito importante porque impõe a necessidade de proteger áreas suficientemente vastas de cada um dos diferentes habitats utilizados pelas diversas espécies, restringe e regulamenta o comércio de aves selvagens, limita a actividade da caça a um conjunto de espécies e proíbe certos métodos de captura e abate.





## **Capítulo 2: Monitorização da Reserva**



## 2.1 Metodologia

A recolha das amostras foi realizada nos meses de Março, Abril e Maio em três pontos estratégicos da reserva (figura 12). Os pontos são designados como ponto 1, 4 e 6, para ser usada a mesma nomenclatura usada nos anos anteriores e assim nos possibilitar uma melhor compreensão e comparação dos dados.

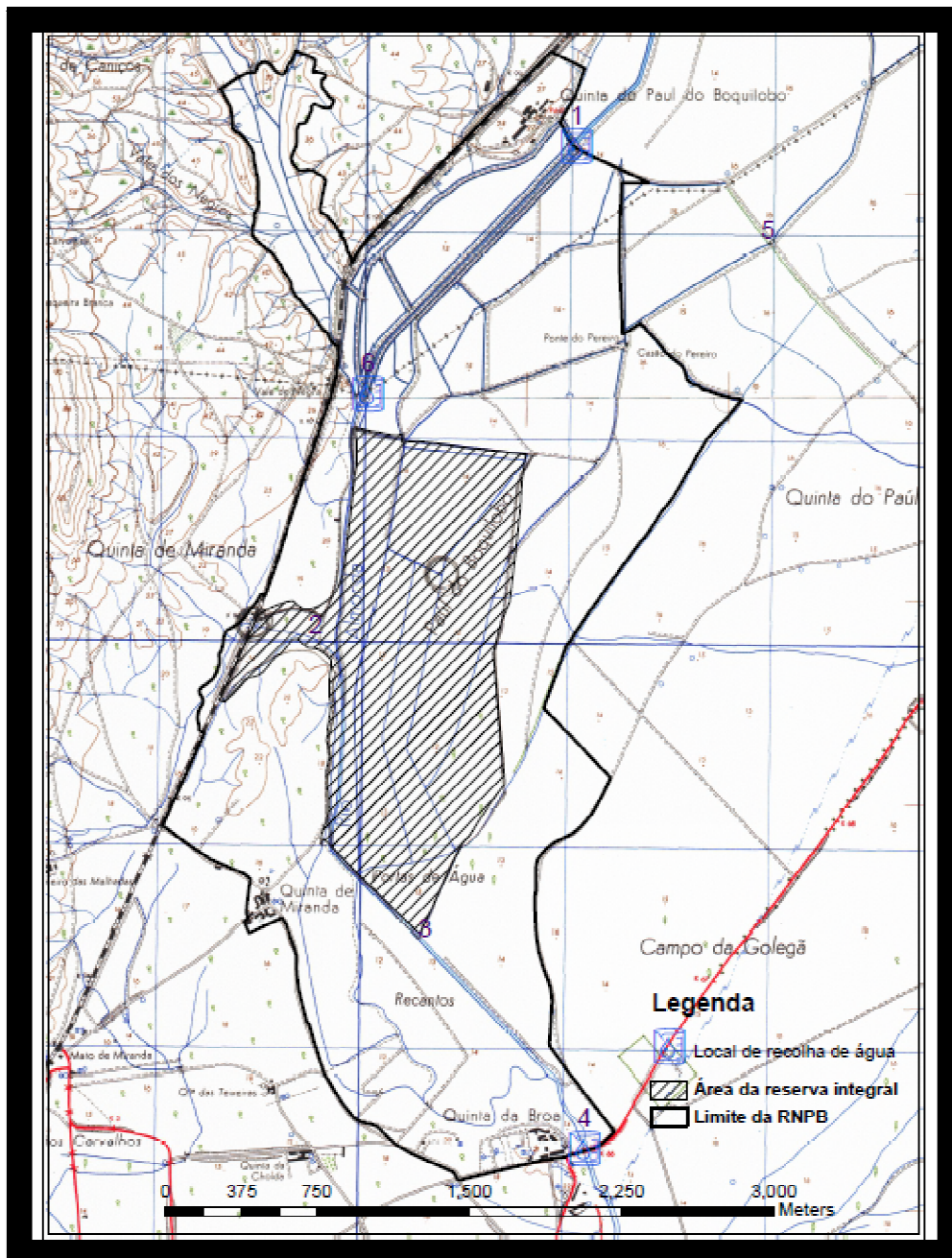


Figura 12: Mapa da RNPB com os três pontos de recolha de água identificados

- Ponto 1 (Entrada da Reserva) – figura 13



**Figura 13: Ponto 1 (Entrada da Reserva)**

- Ponto 4 (Ponte de Broa) – figura 14



**Figura 14: Ponto 4 (Ponte de Broa)**

- Ponto 6 (Ponte do Himalaia - início da reserva integral) – figura 15



**Figura 15: Ponto 6 (Ponte do Himalaia)**

A metodologia usada para realização das análises físico-químicas da água da Reserva Natural do Paul do Boquilobo se encontra em anexo. As análises foram realizadas duplicadas para cada ponto e posteriormente foi feita uma média dos dois resultados obtidos e este então foi utilizado. Alguns parâmetros foi realizado “*in situ*” outras amostras foram levadas ao laboratório de Engenharia do Ambiente e Biológica do Instituto Politécnico de Tomar para logo, serem estudadas.

Para auxiliar nas análises Estatísticas dos dados, foram usados *softwares* como o Canoco e Minitab. Canoco 4.5 é um *software* que tem uma grande importância na análise, visto ser o único programa que relaciona ao mesmo tempo dados bióticos e abióticos, podendo apresentar variáveis dependentes e independentes e inclusive co-variáveis como local de recolha e mês, que sendo incluídas nas variáveis ambientais podem alterar a interpretação dos dados.

O tipo feito para esse trabalho foi de ordenação, porque fornecemos ao programa uma tabela com dados em cada amostra da quantidade de macroinvertebrados e na outra tabela fornecemos dados com os valores abióticos como CBO5, CQO, Nitratos, Sulfatos, pH, temperatura, SST, SDT, Oxigénio Dissolvido, os resultados desta análise serão apresentados e analisados em capitolas seguintes.

Foi ainda usado o Minitab, que é um programa estatístico e que nos permite analisar a similaridade e componentes principais afim de elaborar a interpretação dos dados.

## 2.2 Análises físico-químicas da água

### 2.2.1 pH

O pH é um dos parâmetros da qualidade das águas que foi utilizado neste trabalho, permitindo verificar qual o seu carácter (ácido, neutro ou alcalino).

Para a determinação desse parâmetro, utilizou-se dois métodos: medição do pH no local, através do aparelho pHmetro, como observa na foto da figura 16; e a medição no laboratório. Para este ensaio foi necessário, em primeiro lugar, fazer a calibração do equipamento, utilizando os padrões pH 4 e pH 7. Em seguida foram analisadas as amostras das águas, que foram retiradas em cada ponto de estudo deste trabalho, e esse pH foi medido e registrado.



**Figura 16: Medição do pH da água em um dos locais de recolha**

No gráfico da figura 17 de pH observa-se diminuição do pH, da primeira recolha, onde em todos os pontos obtivemos um pH alcalino, para a segunda, onde o pH foi neutro. Comparando apenas nos meses de Abril e Maio verificou-se uma evolução do pH em todos os pontos, elevando o pH das águas para um carácter alcalino.

Segundo o decreto-lei nº. 236/98 Anexo XVIII, referentes aos parâmetros legislados, sabe-se que para o pH os valores têm de estar entre 6 e 9. Portanto os valores de pH medidos nos meses de Março, Abril e Maio se adequam aos valores indicados.

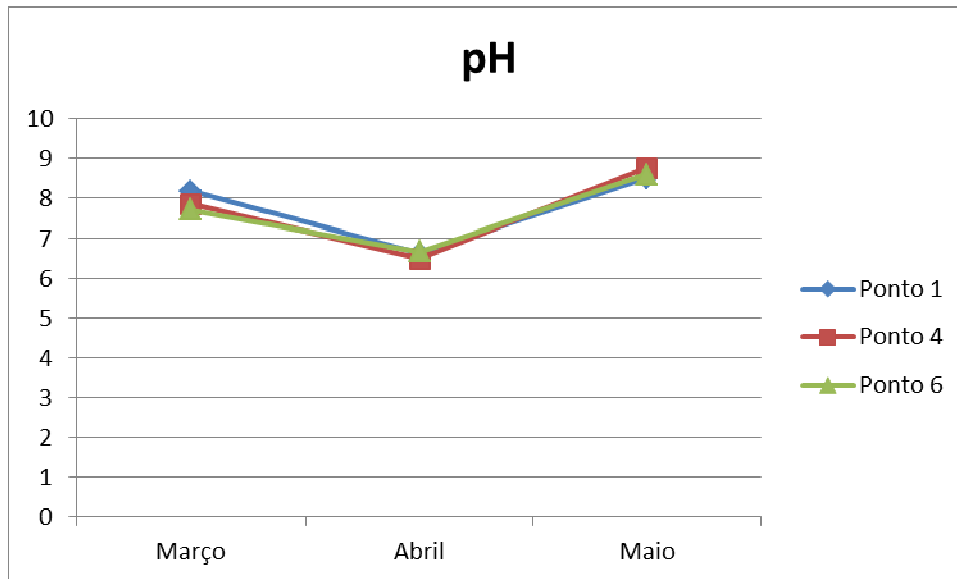


Figura 17: Variação do PH da água, para todos os pontos de recolha

### 2.2.2. Temperatura

A temperatura é um parâmetro essencial na análise da qualidade das águas, uma vez que os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução.

Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano, por isso é importante levar em conta os meses que foram feitas as medições.

Segundo os dados apresentados pelo gráfico da figura 18, a temperatura da água oscilou conforme a temperatura do ambiente, apresentando as águas nos meses de março as menores temperaturas e em maio as mais elevadas. Os pontos 1 e 6 apresentam um grande caudal o que contribui para não apresentarem temperaturas elevadas. Por sua vez o ponto 4 possui temperaturas mais elevadas que pode ser justificada também pela presença de poucas árvores no local e uma menor turbulência das águas.

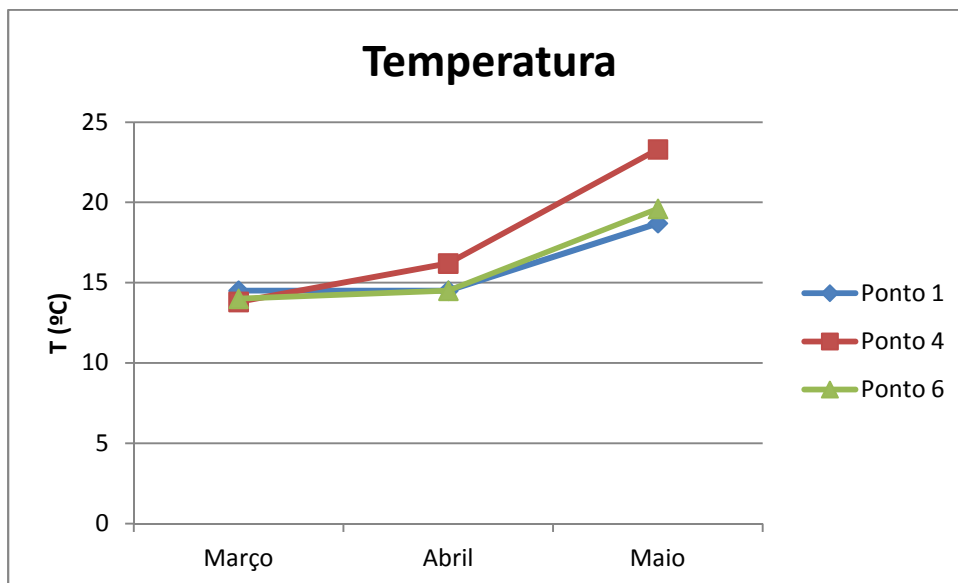


Figura 18: Variação da temperatura ao longo do tempo, para todos os pontos de recolha

### 2.2.3 Condutividade

A condutividade elétrica é a medida da quantidade de sólidos dissolvidos na água que determina a capacidade de passagem de corrente elétrica. Geralmente quanto maior a quantidade de sólidos ionizados na água maior será a condutividade elétrica.

Foram feitas duas medidas da condutividade, uma no local da recolha das amostras e outra no laboratório.

No gráfico da figura 19 o ponto 1 (entrada da reserva) no mês de março apresentou uma condutividade elétrica ligeiramente maior que os outros pontos, mas com o decorrer dos meses de abril e maio o valor foi inferior que os outros dois pontos. Nos pontos 6 e 4 os meses de abril e maio continuou tendo uma similaridade nos seus valores, porém no mês de maio a condutividade elétrica teve um aumento muito acentuado.

Os mês em que se registrou um valor de maior condutividade foi no mês de maio no ponto 4. O menor valor de condutividade foi observado no mês de março no ponto 4.



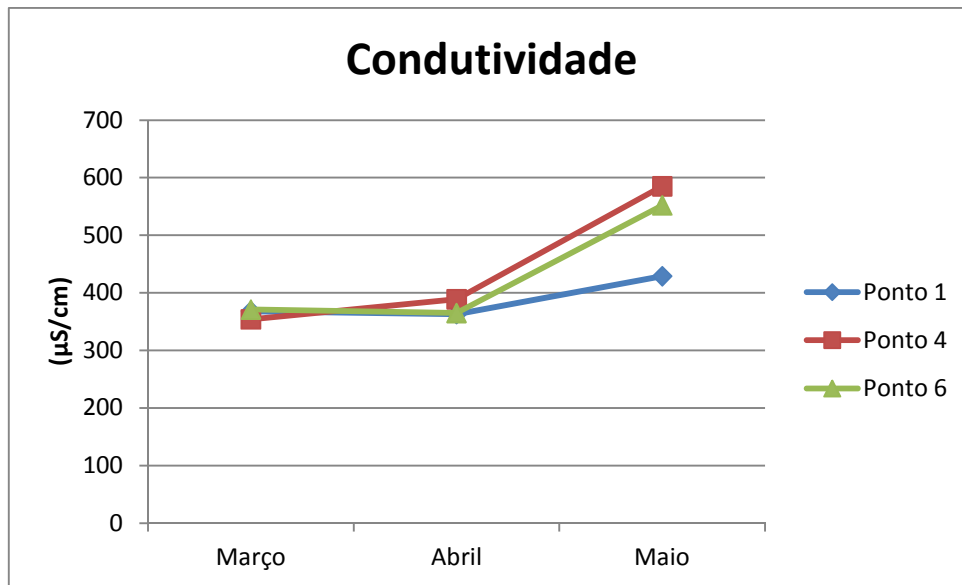


Figura 19: Variação da condutividade ao longo do tempo, para todos os pontos de recolha

## 2.2.4 Oxigénio Dissolvido

O nível de oxigénio dissolvido é um dos fatores que pode determinar a existência de seres vivos no ambiente aquático.

O método de análise é um método iodométrico, designado por método de winkler. O método foi modificado pela introdução de azida de sódio, para evitar a interferência dos nitritos. A volumetria consiste em que todo o oxigénio dissolvido irá reagir com hidróxido de manganês para formar um precipitado de dióxido de manganês. Esse precipitado reage com iodeto de potássio formando iodo, sendo que depois a quantidade de tiosulfato gasto na titulação determina a quantidade de iodo formada, que é equivalente à quantidade de oxigénio presente na amostra.

A partir da figura 20, no ponto 1 e no ponto 6 o nível de oxigênio dissolvido não teve uma grande disparidade de valores nos meses de março e abril. Sendo que no mês de maio houve um declínio acentuado relativamente aos valores apresentados nos meses anteriores. Em comparação a esses dois pontos a quantidade de oxigênio dissolvido apresenta uma similaridade.

De entre os outros pontos da reserva, o ponto 4 apresenta os valores mais baixos de oxigênio dissolvido em todos os meses que foram feitas as recolhas das amostras apresentando uma disparidade de valores no mês de julho porque é o local com menor turbulência das águas.

O valor mais baixo foi 3,67mg/L no mês de maio no ponto 4 e o de valor mais elevado foi 8,1 mg/L no mês de março no ponto 6, o que está em relação direta com o caudal e com a turbulência das águas nos vários locais.

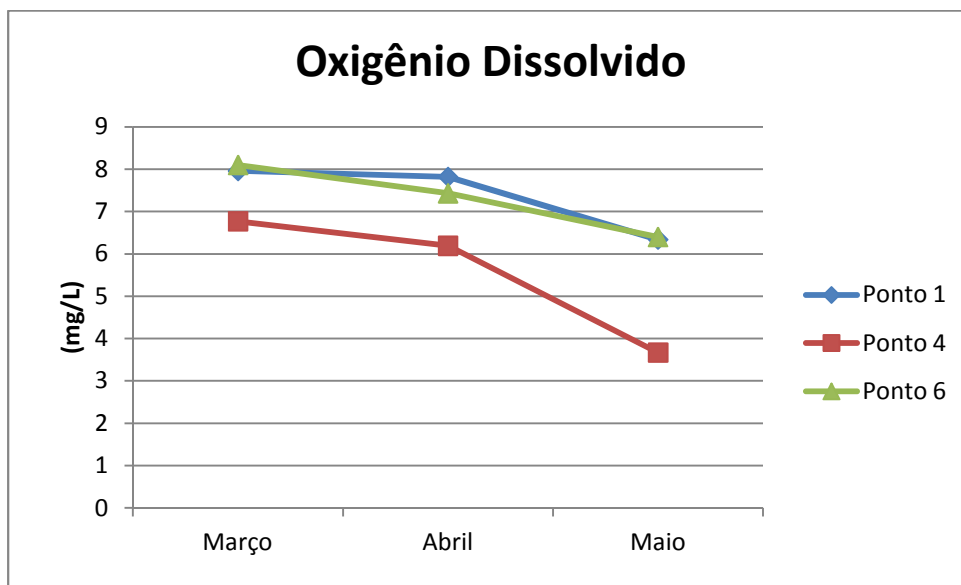


Figura 20: Variação do oxigênio dissolvido ao longo do tempo, para todos os pontos de recolha

### 2.2.5 Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO<sub>5</sub>)

A Carência Bioquímica de Oxigénio, expressa em mg/L, é a quantidade de oxigénio dissolvido (OD), que é consumido pela oxidação biológica aeróbia da matéria orgânica ou inorgânica contida na amostra recolhida em cada ponto, depois de cinco dias de incubação. (MIEB – 2007/08). Mede indirectamente a quantidade de matéria biodegradável, através da quantidade de oxigénio utilizada pelos microrganismos na degradação bioquímica da matéria orgânica. É um dos parâmetros mais empregue para medir a poluição das águas. (ADP, 2013).

Para a determinação da Carência Bioquímica de Oxigénio utilizou-se o método das diluições e a determinação do oxigénio dissolvido no início e no final da incubação, foi feita pelo método de Winkler modificado pela azida de sódio. Mede-se o oxigénio dissolvido inicial (ODi) em um dos frascos, em seguida este é incubado a uma temperatura de 20°C durante 5 dias. Após a incubação é medido o Oxigénio Dissolvido final (ODf). Desse modo, a CBO<sub>5</sub> é calculada pela diferença entre ODi e ODf, tendo em tenção a diluição efetuada. No presente trabalho, este método foi efetuado com duas amostras de

cada ponto branco da água de diluição, no total 7 frascos. Numa das análises foi também realizado o controle do método.

Segundo o gráfico 21 que apresenta a  $CBO_5$  das amostras recolhidas durante os meses de março, abril e maio, identificamos uma grande diferença entre a primeira e a segunda recolha, onde houve uma diminuição da quantidade de matéria orgânica existente na amostra recolhida do mês de março e no mês de abril.

Analisando os pontos onde foram retiradas as amostras, notamos que não obtivemos uma grande disparidade da quantidade de Carência Bioquímica de Oxigênio dos locais em cada recolha. No mês de março é possível observar valores muito elevados de matéria orgânica biodegradável. O início da Reserva (ponto 1) apresentou elevada poluição, tendo 495,7 mg/L de Carência Bioquímica de Oxigênio. Já na saída da reserva (ponto 4) e na Ponte do Himalaia (ponto 6), os valores obtidos de  $CBO_5$  foram de 465,41 mg/L e 427,92mg/L, respectivamente.

De acordo com o decreto de lei nº236/98 Anexo XVIII, os valores máximos de  $CBO_5$  para águas residuais é de 40mg/L  $O_2$ , todos os pontos de recolha apresentam valores superiores aos valores estabelecidos.

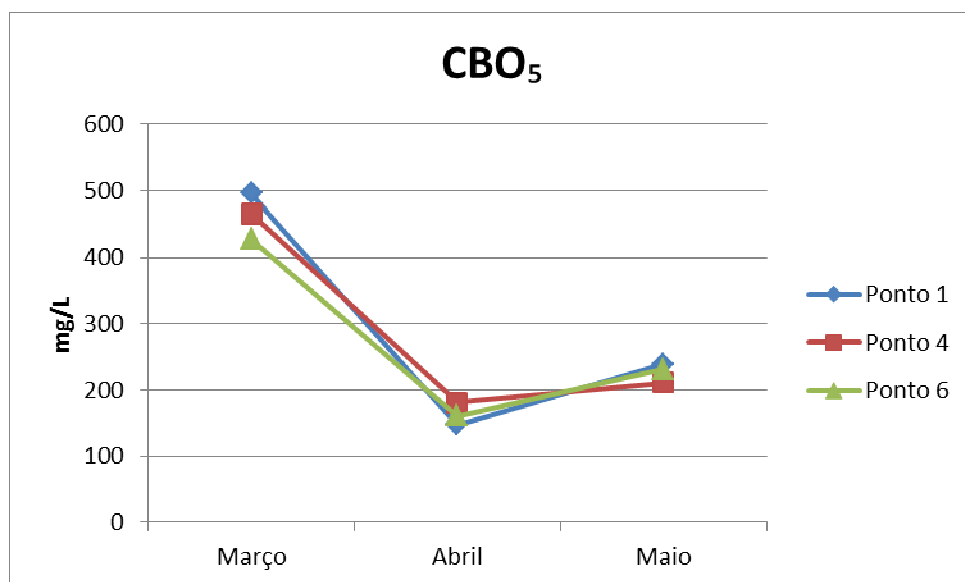


Figura 21: Valores de  $CBO_5$  ao longo do tempo, para todos os pontos de recolha

## 2.2.6 Carência Química de Oxigénio (CQO)

A Carência Química de Oxigénio é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico oxidante. Nas nossas análises o agente químico usado foi o dicromato de potássio, tendo-se usado o método de refluxo aberto.

Com o aquecimento, o agente químico vai oxidar a matéria orgânica presente na amostra. Após a digestão, o excesso de dicromato de potássio é titulado em sulfato ferroso amoniacal, e nesta titulação de oxidação-redução o ponto de viragem é a mudança da cor verde para castanho-arroxeadado.

Foi feito também um ensaio branco que serviu de referência para calcular a quantidade de dicromato presente no ensaio, mas que não reagiu com nenhuma água, já que é feito com água destilada.

A CQO apresenta uma relação direta com a presença de matéria orgânica na água, dessa forma quanto maior for o valor da CQO, mais matéria orgânica possui aquele local. O valor limite estabelecido para a emissão de águas residuais é de 150 mg/L O<sub>2</sub>, sendo assim de acordo com os valores obtidos nas análises dos meses de março, abril e maio o parâmetro CQO está mais baixo do que os valores máximos estabelecidos para o despejo de águas residuais de acordo com o anexo XVIII decreto de lei nº 236/98.

Como é possível verificar no gráfico da figura 22 os valores de CQO apresentaram uma queda nos pontos 1 e 6 durante o mês de abril. Já o ponto 4 não mostrou uma grande oscilação nos valores de CQO durante o período analisado.

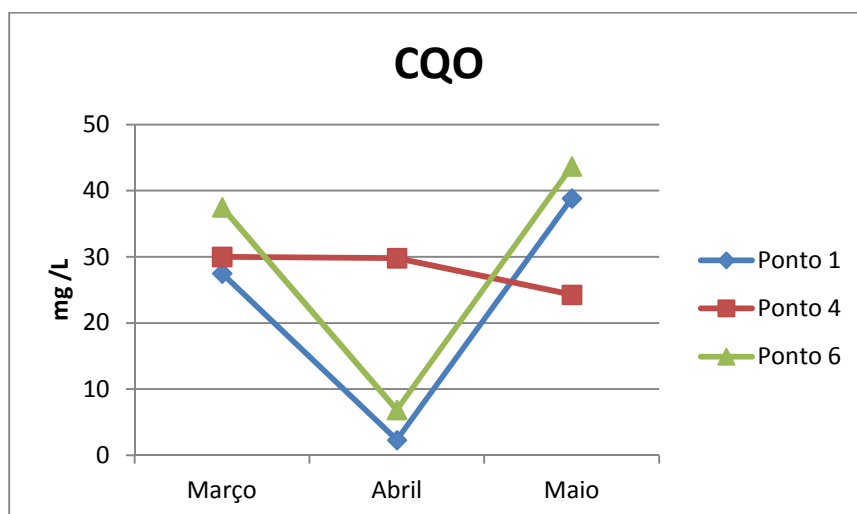


Figura 22: Valores de CQO ao longo do tempo, para todos os pontos de recolha

## 2.2.7 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

A quantidade de sólidos na água é um dos indicadores da sua qualidade. Os sólidos em uma água representa toda a parcela de resíduo dissolvido naquele local. É importante fazer a sua análise pois eles interferem em propriedades físico-químicas da água como turbidez, cor e cheiro, que se podem reflectir posteriormente na vida aquática.

Os métodos usados para a determinação dos sólidos em uma água consistem basicamente na filtração, evaporação e secagem. Sendo assim feita a determinação dos sólidos de forma gravimétrica com a medição de suas massas.

No caso dos sólidos dissolvidos totais eles são indicados como a parcela de sólidos que atravessam um filtro de 2,0 $\mu$ m e gera resíduos após a secagem, esses resíduos são pesados e indicam os SDT, que podem ser divididos em Sólidos Dissolvidos Fixos (SDF) e em Sólidos Dissolvidos Voláteis (SDV).

Com o gráfico da figura 23 é possível observar que os SDT tiveram uma pequena redução ao longo do tempo nos pontos 1 e 6 entre os meses de março e maio. Já o ponto 4, teve a maior concentração de SDT no mês de abril. Sobretudo a concentração de sólidos no decorrer do tempo, e nos 3 pontos apresentou um valor bem semelhante.

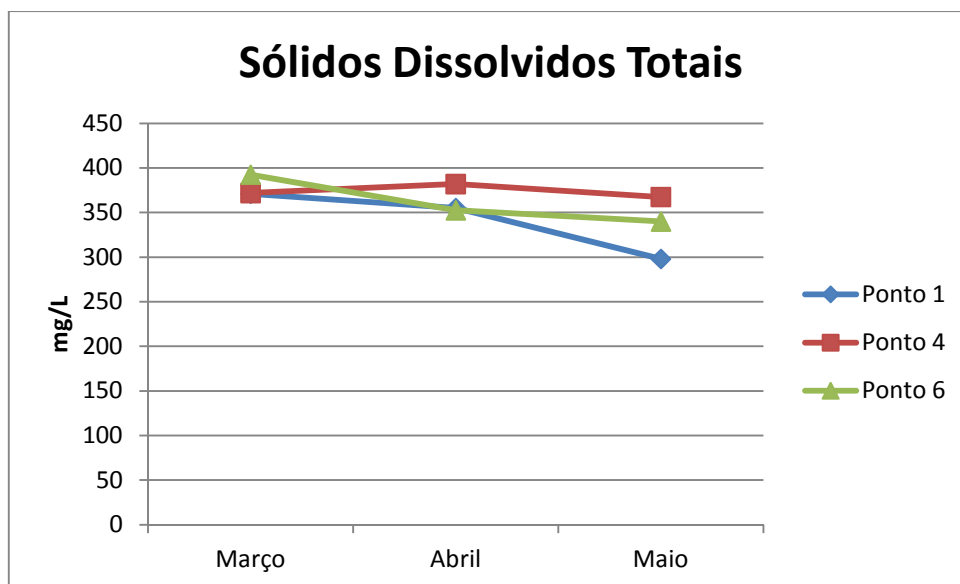


Figura 23: Variação dos SDT ao longo do tempo, para todos os locais da recolha

## 2.2.8 Sólidos Suspensos Totais (SST)

Os sólidos suspensos totais são todas as partículas que se mantêm em suspensão na água. A amostra de água foi filtrada em um filtro de  $2,0\mu\text{m}$  e depois o resíduo retido no filtro é seco. A diferença das massas entre o papel de filtro vazio e o papel de filtro mais o resíduo, determina a quantidade de sólidos suspensos totais.

Segundo determina o gráfico da figura 24 a amostra 4 no mês de março apresentou o valor mais baixo de sólidos em suspensão, sendo que nas outras duas recolhas houve uma grande aumento na quantidade de sólidos ficando acima do valor dos outros dois pontos nos dois meses seguintes.

O valor máximo foi de  $27\text{ mg/L}$  no mês de abril no ponto 4 e o mínimo foi de  $4,5\text{ mg/L}$  no mês de maio no ponto 6.

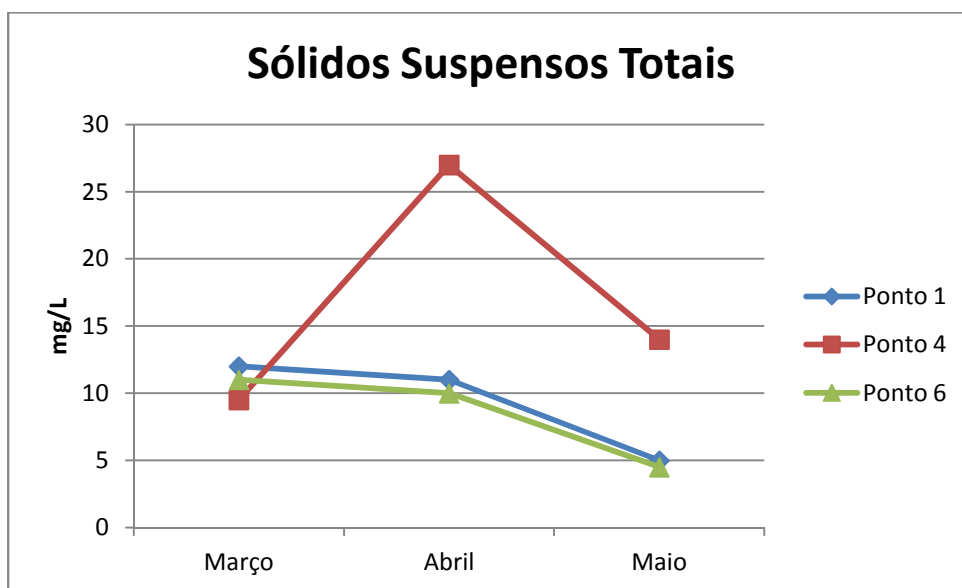


Figura 24: Variação dos SST ao longo do tempo, para todos os locais da recolha

## 2.2.9 Fosfatos

Os fosfatos são substâncias encontradas nas rochas, onde permanecem por um longo tempo. Com o tempo as rochas sofrem uma degradação por meio de um conjunto de fenômenos físicos e químicos denominado intemperismo. Por ser um composto solúvel, esse íon é facilmente carregado pelas chuvas até às águas dos mares e dos rios. O íon

fosfato é, então, absorvido pelos vegetais através do solo ou de soluções aquosas e utilizam-no para formar compostos orgânicos essenciais à vida, sendo que por este processo natural o íon passa de fosfato inorgânico para fosfato orgânico. Com a decomposição da matéria orgânica feita por bactérias fosfolizantes, o íon fosfato presente no organismo dos seres vivos é devolvido ao solo e à água sob a forma inorgânica e a partir disso, o fosfato é novamente incorporado às rochas.

Quando os níveis de fósforo na camada superficial do solo são relativamente altos pode-se afirmar que contribuem para o aumento dos teores de fosfatos nos ambientes aquáticos. Por esse motivo, os fosfatos foram direcionados ao laboratório e através disso e por cálculos, foi possível estabelecer o nível crítico ambiental da substância disponível nos cursos de água e avaliar o seu nível de poluição (Ufsm, 2013).

Na Reserva do Paul do Boquilobo, retiraram-se amostras que foram levadas ao laboratório e foram feitas análises químicas para conhecer os resultados sobre o nível de fosfatos existentes nos cursos de água da Reserva.

A determinação do fosfato é feita através do método do ácido ascórbico. O ácido molibdato fosfórico, proveniente da reação de molibdato de amónio em meio ácido, é reduzido pelo ácido ascórbico produzindo uma cor azul. Assim é medida a absorvância de cada amostra pelo método de espectofotometria determinando o nível de fosfatos conforme a maior intensidade da cor.

De acordo com os resultados do gráfico da figura 25, pode-se verificar que no mês de março e abril, houve uma baixa de concentração de fosfatos em todos os pontos que pode ser devida à pluviosidade, já que o nível do caudal aumentou. No mês de maio as concentrações aumentaram em todos os pontos devido ao menor caudal e por ser um mês mais quente e sem muitas chuvas.

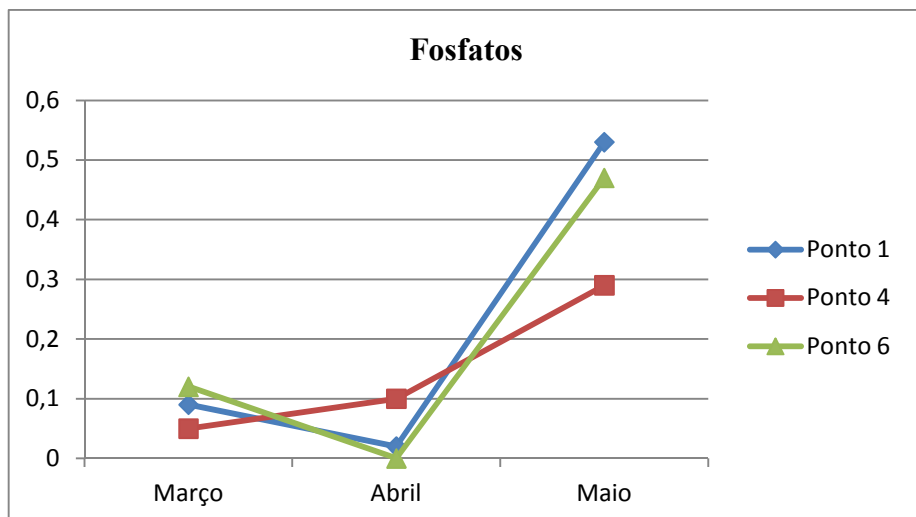


Figura 25: Variação dos fosfatos ao longo do tempo, para todos os locais da recolha

### 2.2.10 Nitratos

Os nitratos são substâncias químicas formadas a partir do processo de nitrificação do nitrogênio produzidos por bactérias nitrosas e são encontrados de forma natural na água e no solo em baixas concentrações. O nitrogênio é transformado na substância inorgânica denominada nitrato que através do intemperismo físico fluvial e pluvial pode ser depositado no rio. Além disso, podem ser depositados no rio por causa da utilização de fertilizantes em atividades agrícolas. O nitrato é um ótimo indicativo para avaliar se um curso de água está sendo contaminado pela atividade antrópica sobre ele exercida.

Para analisar a qualidade da água na Reserva do Paul do Boquilobo, retiraram-se amostras de solução e as análises químicas foram feitas no laboratório para avaliar o nível de nitrato e para discutir sobre o índice de poluição.

Utilizou-se um método fotométrico baseado na propriedade que muitas espécies têm de absorver radiações de comprimentos de onda definidos. Este fato serve como base para muitas identificações qualitativas e quantitativas tal como feito para a análise do nível de nitrato.

No laboratório, foi feita a adição de ácido sulfúrico concentrado e ortofosfórico para permitir a transformação de nitrato para nitrito. Com a adição de água destilada, determinou-se a quantidade de nitrato medindo a absorvância por espectrofotometria, utilizando o branco como referência.



De acordo com os resultados (figura 26), foi possível observar que no mês de março as concentrações de nitratos chegaram a zero em todos os pontos. No mês de abril as concentrações aumentaram significadamente nos pontos 1 e 6. No ponto 4 o aumento não foi significativo. E no mês de Maio os valores diminuíram acentuadamente em todos os pontos da Reserva que pode ser por causa da diminuição da pluviosidade.

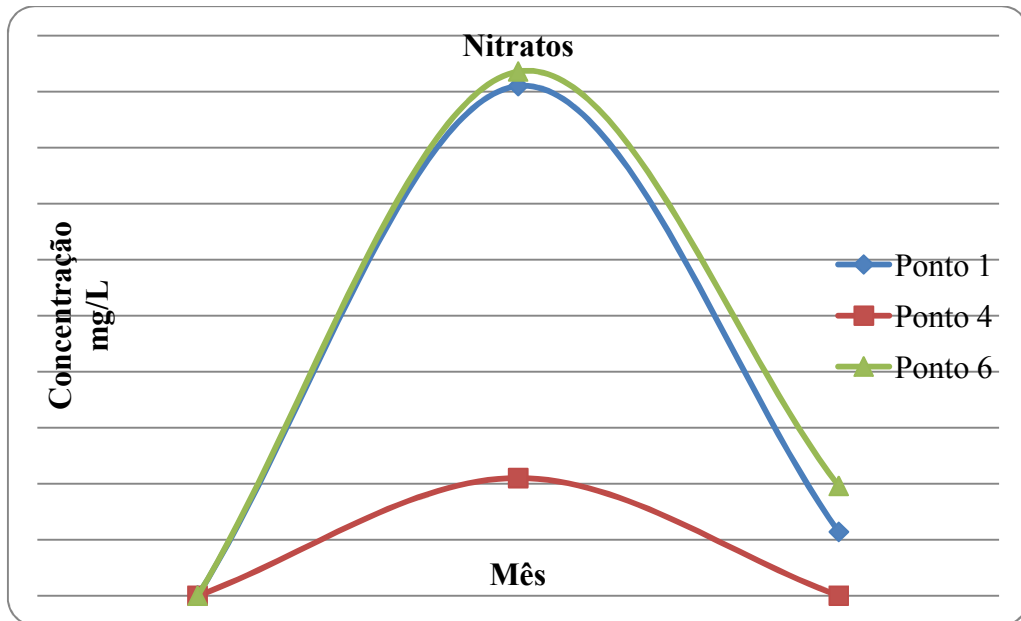


Figura 26: Variação dos nitratos ao longo do tempo, para todos os locais da recolha



## **Capítulo 3: Macroinvertebrados como Bioindicadores**



### 3. Análise dos Macroinvertebrados como Bioindicadores

A recolha das amostras foi realizada nos três pontos da Reserva que estão sendo analisados: Ponto1 (Entrada da reserva), Ponto 4 (Ponte da Broa) e Ponto 6 (Ponte do Himalaia).

A recolha dos macroinvertebrados foi realizada pelo método “*kick sampling*” utilizado nos trabalhos dos dois grupos anteriores. É um método bastante usado no entanto é pouco preciso porém é barato e consegue satisfazer nosso objetivo no estudo uma vez que com ele obtemos resultados genéricos e indicativos.

Com uma rede de mão e botas (figura27) apropriadas entra-se no rio sem perturbar muito os animais pois algum distúrbio maior pode desaparecer com os macroinvertebrados. Com a rede é coletado a amostra, remexendo o substrato com os pés para fazer com que os macroinvertebrados sejam suspensos e assim recolhidos pela rede.



**Figura 27: Materiais utilizados na recolha dos maroinvertebrados como rede de mão e botas**

Posteriormente as redes são despejadas sendo os macroinvertebrados recolhidos em recipientes com tampa e é colocado álcool 96% para sua preservação.



**Figura 28: Armazenamento e introdução do álcool na amostra**

Após a coleta é feita a triagem e a identificação dos macroinvertebrados no laboratório. A triagem consiste em separar os macroinvertebrados daquilo que não é desejável, podendo ser pedaços de madeira e folhas, plantas aquáticas ou outros animais que não são objeto de análise. Para a triagem é bom lavar a amostra com água corrente até que a água que escoar fique transparente, posteriormente, os animais semelhantes encontrados são colocados separadamente em frascos com álcool comum (Pinder, 1999).

Após ter feito a triagem, a identificação foi realizada através de uma lupa binocular e um microscópio óptico. Juntamente com a visualização dos mesmos com a lupa e o microscópio utilizou-se um manual teórico com chaves dicotômicas e todos os indivíduos foram classificados até o nível taxonômico da família (Hachet, 1980)

Os macroinvertebrados são animais que não possuem vertebras e são visíveis a olho nu. São alimentos para os peixes e encontrados em grandes quantidades em rios e incluem vários grupos de animais como anelídeos, crustáceos, moluscos e os insetos em sua grande maioria. Qualquer habitat é caracterizado por um conjunto de factores do meio que fazem com que diferentes organismos de fauna e flora estejam presentes ou ausentes nesse habitat e, a estes organismos chamam-se indicadores biológicos. Os macroinvertebrados são sensíveis aos factores do meio como a velocidade da corrente da água, o tipo do fundo do rio, o tipo de vegetação, a temperatura da água, as formas de alimentos existentes e do estado da água (Águaonline, 2013).

Globalmente considera-se que as comunidades de macroinvertebrados bentónicos podem reflectir diferentes perturbações antropogénicas, através de alterações na sua

estrutura e função, possibilitando uma avaliação geral da qualidade da água. Para além da poluição orgânica, os macroinvertebrados bentónicos podem também ser usados para detectar stresse ácido, perda de habitat e degradação do habitat (Hering *et al*, 2004). No estudo na Reserva do Paul do Boquilobo os macroinvertebrados são recolhidos e identificados com objetivo de avaliar a qualidade das águas nos três pontos em que se recolheu amostras para análise.

De entre os componentes de biodiversidade aquática, os macroinvertebrados bentónicos constituem o grupo mais testado e utilizado para caracterizar a qualidade ecológica de rios (Barbour *et al*, 1999).

Por ter uma taxonomia conhecida, simples identificação, sensibilidade a poluentes de vários tipos e reações diferentes aos mesmos, são fáceis de amostrar, abundantes, sedentários, representativos das condições e, têm tempo de vida suficiente para representar a qualidade ambiental. Por tudo isto são considerados um bioindicador preferencial quando o assunto é analisar a qualidade da água (Smith, 1994).

Os moluscos, por exemplo, em geral são aqueles que possuem conchas para capturarem alimento, eles filtram a água ou raspam superfícies duras, como as rochas e tendem a acumular substâncias tóxicas resultado desses hábitos alimentares.

Os insetos são componente mais abundante da comunidade bentónica nos sistemas aquáticos (Armitage *et al*, 1995), exibindo várias formas de vida com hábitos muito diferentes uns dos outros. Alguns tipos são muito sensíveis às alterações do ambiente natural (Lepori e Malmqvist, 2007), enquanto outros conseguem suportar graus elevados de poluentes. Há um gradiente de sensibilidade entre as espécies, com extremos sensível e resistente e outros que se localizam em condições intermediárias, como apresenta na figura 29.

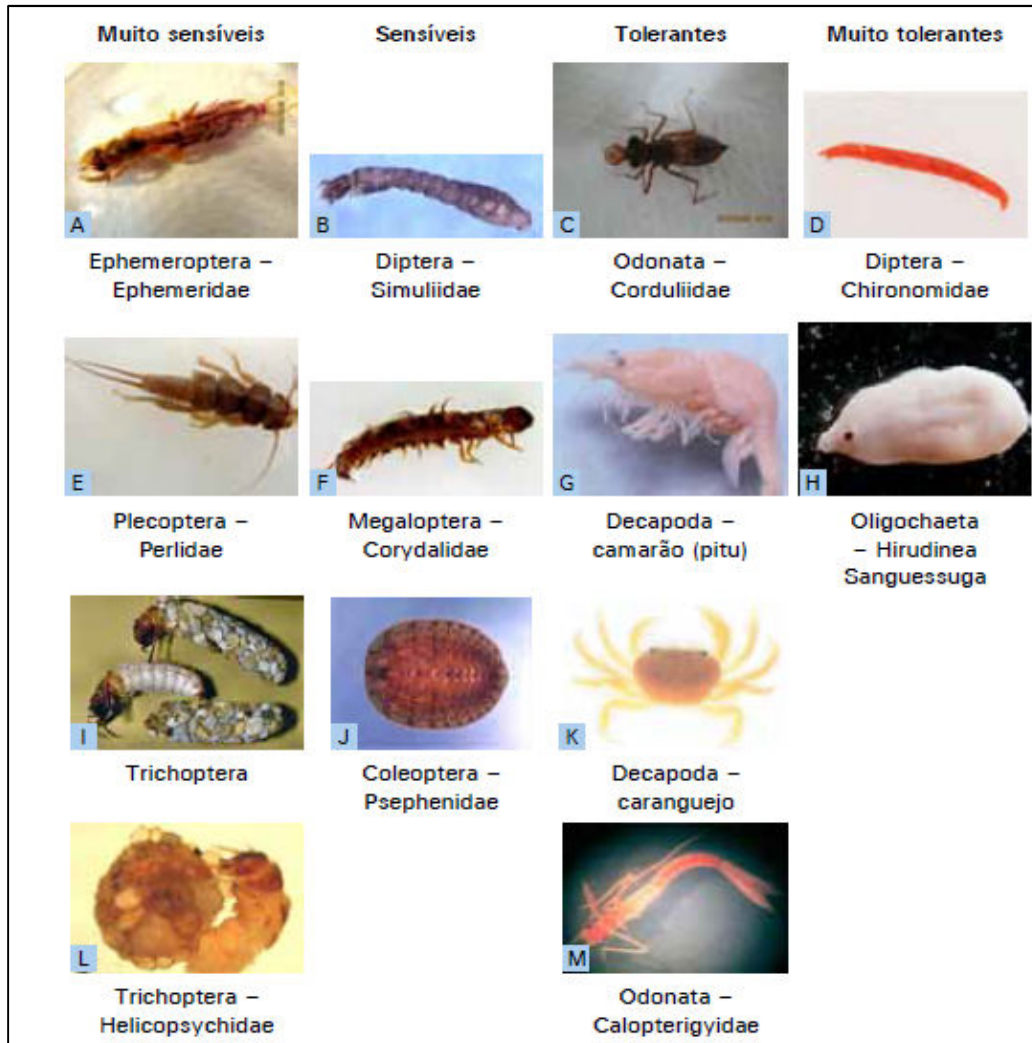


Figura 29: Classificação de alguns macroinvertebrados quanto a tolerância a poluição (EMBRAPA,2010)

A classe Diptera, uma das mais encontradas nas amostragens do Paul, é resistente a águas poluídas e tem a sua classificação, como se vê na figura 30.



Orden Díptera	Características	Rasgos clave
Familia Culicidae 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: mosquitos.</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</li> <li>• Hábitat: aguas estancadas</li> </ul>	Larva ápoda con cabeza reducida. Penachos de pelos en el tubo respirador, por lo que cuelgan de cabeza hacia abajo de la superficie para tomar aire.
Familia Ephydriidae 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: moscas, mosquitos.</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</li> <li>• Hábitat: aguas estancadas</li> </ul>	Cuerpo alargado con propatas en la mitad del mismo y un penacho de setas en la parte posterior.
Familia Chironomidae 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: moscas, mosquitos</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</li> <li>• Hábitat: aguas estancadas y lólicas</li> </ul>	Cuerpo alargado, con un penacho de setas en la parte posterior.
Familia Psychodidae 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: moscas</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</li> <li>• Hábitat: aguas estancadas y lólicas</li> </ul>	Cuerpo alargado con abundantes setas en todo el cuerpo
Familia Sirfidae 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: moscas</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</li> <li>• Hábitat: aguas estancadas y lólicas</li> </ul>	Cuerpo robusto con un tubo respiratorio alargado y delgado

**Figura 30: Classificação de dípteros, macroinvertebrados aquáticos bioindicadores. (McGavin 2001; Domínguez e Fernandez, 2001; Alonso et al, 2002)**

Como são bons bioindicadores, os macroinvertebrados são indicativos biológicos de uma determinada condição ambiental como podemos ver no esquema da figura 31.

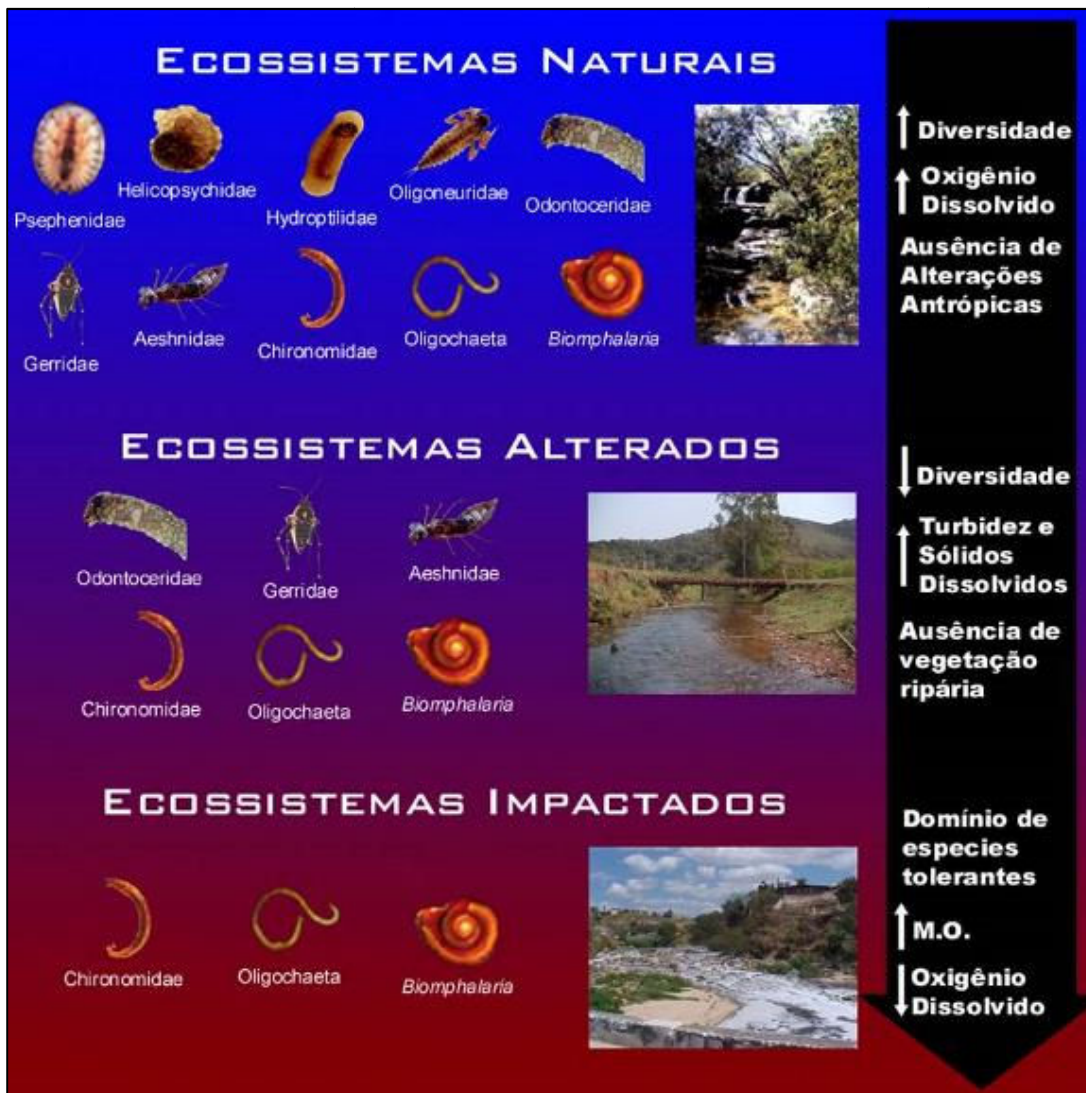


Figura 31: Espécies de macroinvertebrados bentônicos indicativas de cada condição ambiental(AmbienteBrasil,2005)

As seguintes figuras apresentam os macroinvertebrados recolhidos durante o estudo:

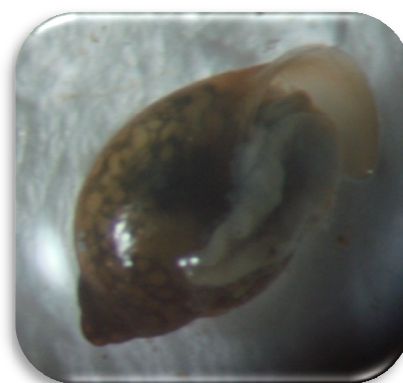


Figura 32 F. Physidae



**Figura 33: Tr. Chironomidae**



**Figura 34: F. Haplotaxidae**



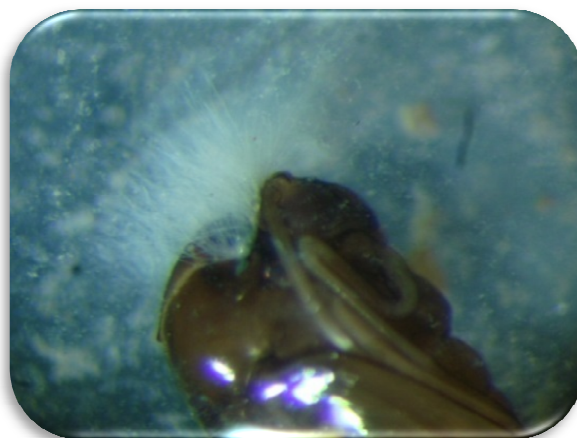
**Figura 35: F. Chironomidae**



**Figura 36: F. Caenidae**



**Figura 37: Oligochetes**



**Figura 38: Chironomidae**



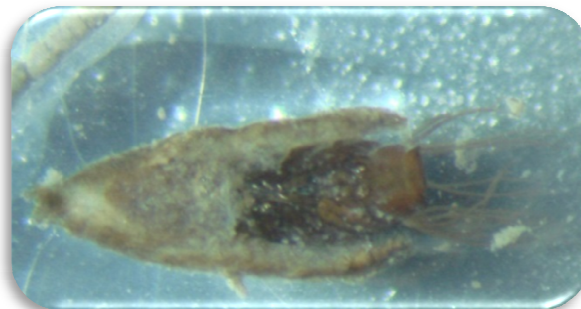
**Figura 39: Chironomidae**



**Figura 40: Dixidae**



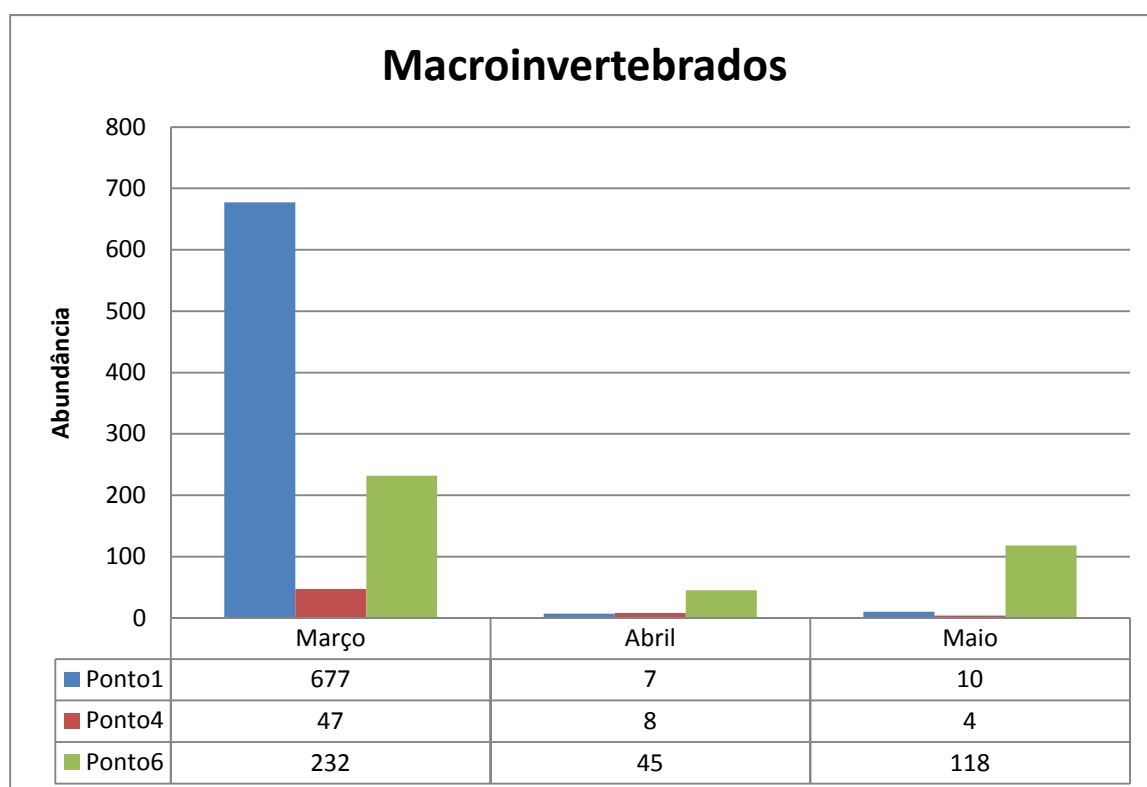
**Figura 41: Glossiphonidae**



**Figura 42: Simuliidae**

Como se poder ver, os macroinvertebrados presentes no Paul são em sua maioria aqueles tolerantes a poluição, mostrando a má qualidade de suas águas, embora se possa pensar no Paul como ambiente lântico, todas as amostragens foram efectuadas no rio Almonda validando a metodologia de amostragem.

O gráfico da figura 43, a seguir, mostra que no mês de março houve uma maior quantidade de bioindicadores encontrados. Nos outros meses a quantidade diminuiu significativamente. Porém é claro que é no ponto 1 e no ponto 6 que se encontra a maior abundância de indivíduos. De março para abril houve uma diminuição grande do número de macroinvertebrados no ponto 1 passando este de 677 indivíduos em março para 7 (abril) e 10 (maio). No Ponto 4 a abundância de bioindicadores é pequena.



**Figura 43: Gráfico com número de macroinvertebrados em todos os pontos de recolha**

Os gráficos 44, 45 e 46 mostram a diversidade de espécies de macroinvertebrados encontradas em cada ponto de recolha. Como se nota nos gráficos, o ponto 6 apresenta maior diversidade deles apresentando oito espécies distintas. Os gráficos mostram também

que os macroinvertebrados da família Chironomidae e Haplotaxidae são os mais representativos nos pontos, sendo estes indicadores tolerantes a águas poluídas.

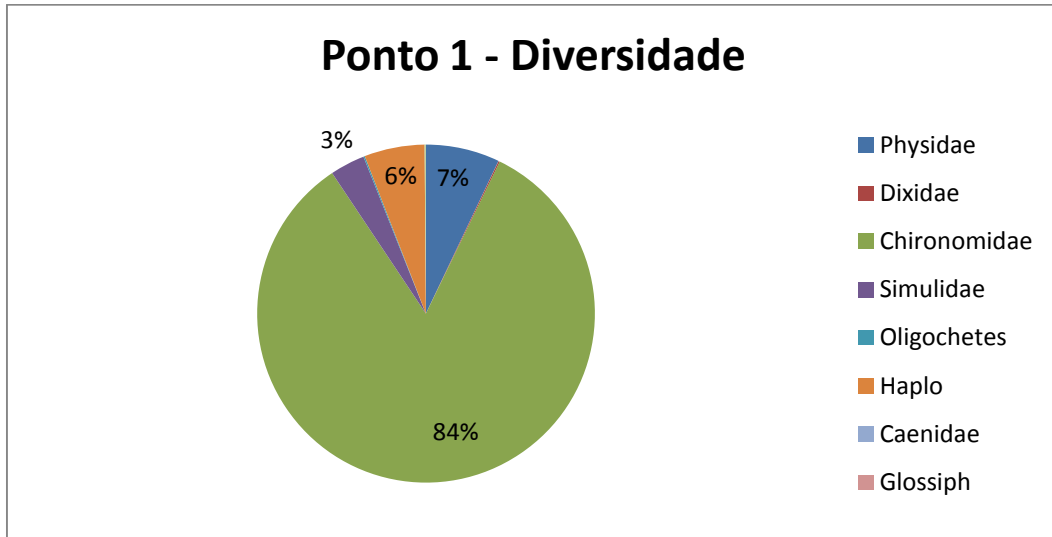


Figura 44: Gráfico da diversidade de macroinvertebrados no ponto1

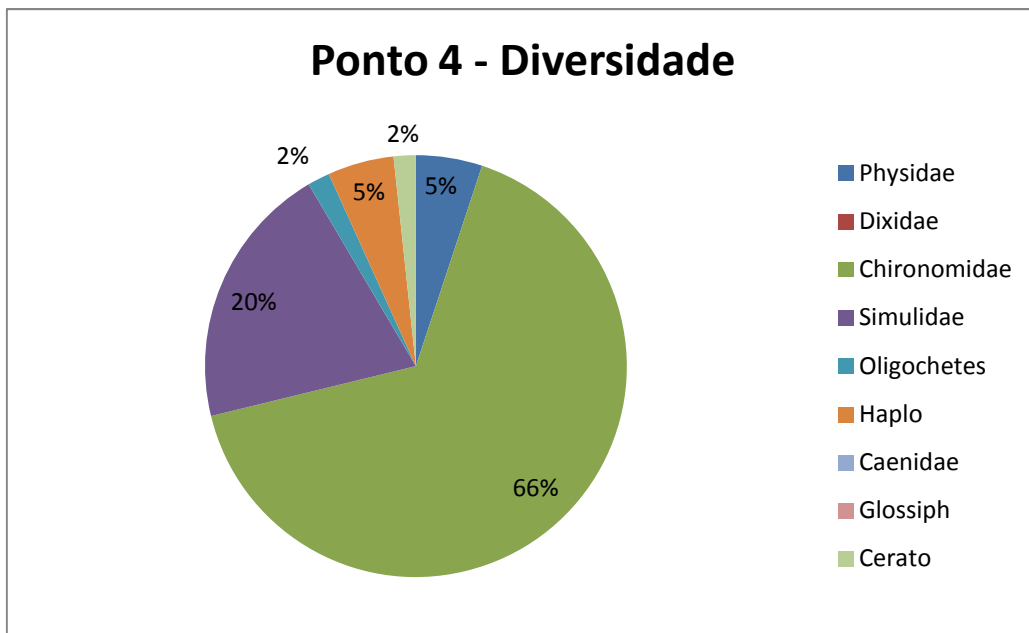
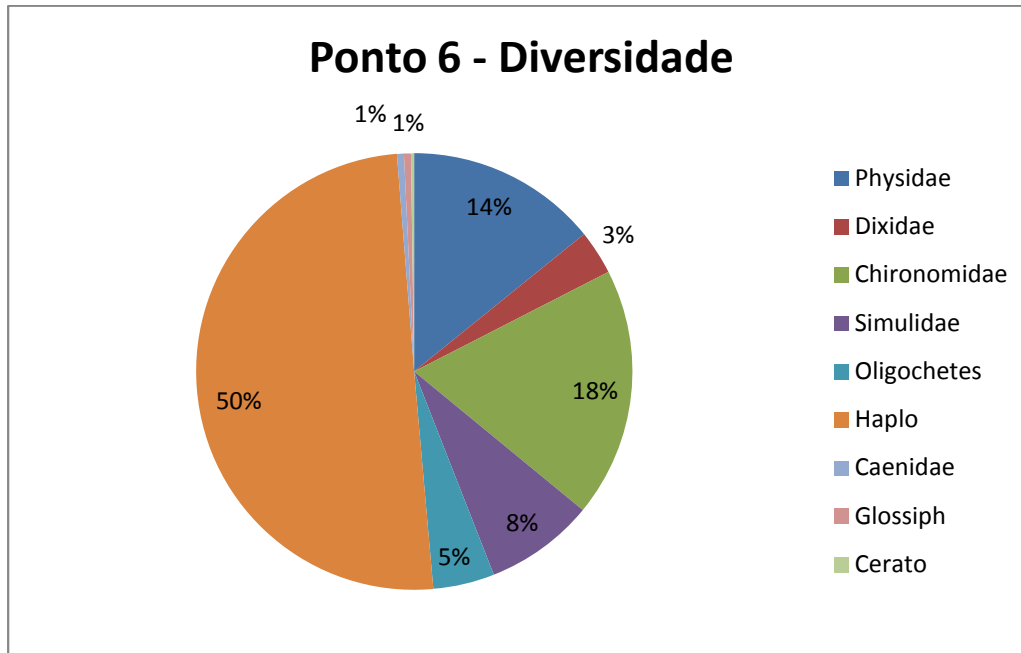


Figura 45: Gráfico da diversidade de macroinvertebrados no ponto 4



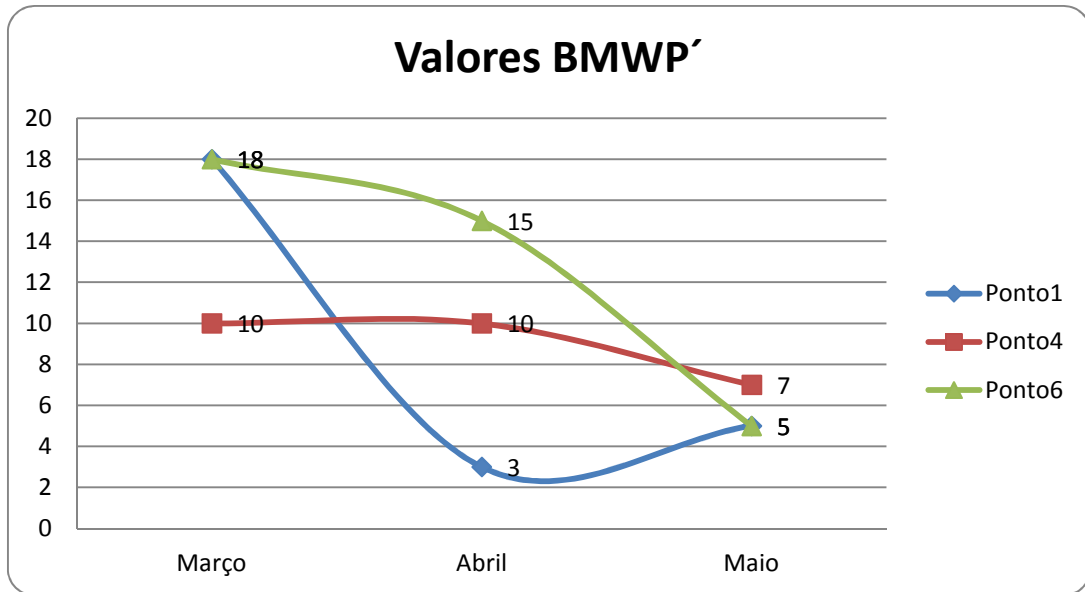
**Figura 46: Gráfico da diversidade de macroinvertebrados no ponto 6**

A metodologia de bioindicadores foi exaustivamente estudada na Europa e Estados Unidos, possibilitando hoje a sua utilização como recomendação para análise no âmbito de Directivas nacionais e internacionais, como é o caso da Directiva Quadro da Água em Portugal. Assim sendo após vários testes foi recomendado o Índice BMWP (British Monitoring Working Protocol) que para a Península Ibérica foi modificado por Ortega e Alba Tercedor para melhor se adaptar às características dos rios ibéricos criando-se o BMWP'.

Foi calculado o índice BMWP' para análise da qualidade biológica da água nos 3 pontos de recolha. O índice biótico BMWP' é uma adaptação feita por Alba-Tercedor (1996) do índice original BMWP. As pontuações para os organismos bentônicos deste índice adaptado, que foram utilizadas para este trabalho, estão apresentadas na tabela em anexo.

Através da pontuação BMWP' podemos classificar a qualidade da água estudada.





**Figura 47: Valores dos índices de BMWP' obtidos**

A partir da análise da tabela BMWP que se encontra em ANEXO ao trabalho, e sabendo-se a pontuação do índice de cada um dos pontos foi feita a classificação as águas do Paul, que foi assim caracterizada como de qualidade muito crítica uma vez que os valores do parâmetro BWMP' em quase todos os pontos de recolha foram menores que 15, exceptuando os pontos 1 e 6 na recolha de março que apresentam qualidade crítica (figura 47). Estes resultados seguem a tendência da monitorização anterior, acrescentando que no corrente ano a abundante precipitação criou condições para uma maior abundância de algumas espécies, curiosamente o ponto 6 que se encontra na entrada da reserva integral, entre os pontos 1 e 4, é aquele que apresenta resultados de pior qualidade, o que também acontece com alguns parâmetros químicos.

**Tabela 1: Classes de qualidade, significado dos valores de BMWP' e interpretação por cores (adaptado de ALBA-TERCEDOR,1996)**

Classes	Qualidade da Água	Valor	Significado	Cor
I	Boa	> 150 101 - 120	Águas muito limpas. Águas não contaminadas ou não alteradas de modo sensível.	Azul
II	Aceitável	61-100	São evidentes alguns efeitos de contaminação.	Verde
III	Duvidosa	36-60	Águas contaminadas.	Amarelo
IV	Crítica	16-35	Águas muito contaminadas.	Laranja
V	Muito Crítica	< 15	Águas fortemente contaminadas.	Vermelho

A tabela 2, classifica todas as coletas quanto sua classe e qualidade da água usando como base o índice BMWP'.

**Tabela 2: Classificação de todas as coletas quanto sua classe e qualidade da água usando como base o índice BMWP'**

	BMWP	Classe	Qualidade
Ponto1_Março	18	IV	Crítica
Ponto4_Março	10	V	Muito Crítica
Ponto6_Março	18	IV	Crítica
Ponto1_Abril	3	V	Muito Crítica
Ponto4_Abril	10	V	Muito Crítica
Ponto6_Abril	15	V	Muito Crítica
Ponto1_Maio	5	V	Muito Crítica
Ponto4_Maio	7	V	Muito Crítica
Ponto6_Maio	5	V	Muito Crítica

## **Capítulo 4: Discussão dos Resultados**



## 4.1 Discussão dos resultados

A análise da água da Reserva Natural Paul do Boquilobo apresentou nos meses de março e abril um nível baixo de fosfato. Isto se deve ao aumento das chuvas nesse período ocasionando lixiviação e aumentando o poder de diluição do corpo hídrico. Já o mês de maio, no que se refere aos fosfatos, manteve a tendência do ano anterior, evidenciado pela prática da agricultura na primavera. Em relação ao ponto 6 o valor é ainda mais elevado do que na entrada da reserva, talvez pela agricultura na lateral oeste e por alguma contribuição de um afluente do Rio Almonda que se liga ao rio entre os pontos 1 e 6.

Com relação aos nitratos verifica-se que o comportamento dos pontos 1 e 6 são semelhantes, o que prova que a poluição referente a esse parâmetro é proveniente do Rio Almonda. Pode-se apontar que a agricultura é uma das responsáveis pela concentração de nitrato no local, mas não é a maior causa uma vez que nesta época do ano a agricultura não acontece de forma intensa. Por isso, outra possível causa que pode ser apontada são as trovoadas e as descargas elétricas capazes de oxidar o azoto gasoso em  $N_2O_5$  e posterior reação com a água formando  $HNO_3$ , descarregado na Terra e nas águas superficiais pelas chuvas (Sowyer *et al.*, 1994). Este fato parece estar também de acordo com o resultado de pH obtido no mês de abril, francamente abaixo dos valores que costumava apresentar (entre 7 e 8,5).

Quanto aos sólidos observou-se que os SST no ponto 4, que é na saída da reserva, tem de uma forma geral um valor superior em relação aos outros pontos, exceto no mês de março. Isto pode ser devido à inundação vigente em grande parte do Paul do Boquilobo em março o que seguramente contribuiu para um considerável aumento de caudal.

Em rela o   presença de matéria orgânica nos pontos a CQO apresentou valores baixos ao passo que a  $CBO_5$  teve valores mais elevados, o que indica que o Paul, ao contrário da água de outros locais, possui sobretudo matéria orgânica biodegradável. Isto significa que os resultados encontrados não são provenientes de uma polui o industrial, sendo provavelmente advinda da atividade humana, urbana e doméstica. O fato de alguns locais da reserva serem de água parada pode eventualmente causar um efeito benéfico na remo o da matéria orgânica biodegradável, mas isto não é observado durante o período analisado.

O ponto 4 apresenta sistematicamente valores de  $CBO_5$  semelhantes aos pontos da entrada da reserva. Caso ocorresse uma depuração nítida haveria uma redução significativa na quantidade da matéria orgânica no ponto 4 quando comparado com os pontos 1 e 6. Este fato é justificado neste ano pelas abundantes chuvas e elevadas velocidades de drenagem, não havendo tempo suficiente da atividade microbiana ocorrer. A tabela 3 indica o número de vezes que o parâmetro  $CBO_5$  ultrapassou os limites estabelecidos pela norma para águas residuais e piscícolas.

**Tabela 3: Número de vezes que a  $CBO_5$  ultrapassou os limites estabelecidos pelo Decreto de Lei nº 236/98, Anexo XVIII**

Quadro Comparativo da $CBO_5$ das águas do Paul com os limites estabelecidos pela norma									
	Ponto 1			Ponto 4			Ponto 6		
	Março	Abril	Maior	Março	Abril	Maior	Março	Abril	Maior
Águas Residuais – VLE 40mg/L	12,4	3,67	5,97	11,64	4,53	5,27	10,7	4,02	5,8
Águas piscícolas - VMR 6 mg/L	82,62	24,5	39,7	77,6	30,18	35,12	71,32	26,8	38,6

## 4.2 Análises estatísticas dos dados

As análises estatísticas dos dados resultantes da água da RNPB realizadas pelo programa Minitab, nos permite fazer a similaridade entre os clusters gerados, e os componentes principais que podem estar ligados aos resultados obtidos.

A análise multivariada e a observação de clusters são consideradas, com base a percentagem de variabilidade dos eixos y e x. Para esta análise foram seleccionados 4 clusters afim de observar o maior número possível destes, sendo o primeiro cluster o que apresenta maiores níveis de similaridade entre as variáveis: mês, temperatura, fosfatos e CQO. O segundo cluster é composto pelas variáveis: Condutividade, Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Suspensos Totais e diversidade de Simpson, diversidade recíproca que evidencia a probabilidade de encontrar um determinado número de espécies. O terceiro cluster representa as semelhanças entre Oxigénio Dissolvido,  $CBO_5$ , Abundância, riqueza e pH. No gráfico de similaridade, o último cluster representa isoladamente os Nitratos, que

expressam um comportamento pouco comparável com as restantes variáveis, apenas 38,15% de similaridade.

No primeiro cluster (a vermelho no gráfico 48) existe uma enorme correlação entre a temperatura e o mês, o que é expectável, seguida por uma correlação de similaridade com os fosfatos. Este certamente depende da actividade agrícola sazonal e intensiva no período de primavera, factor que justifica plenamente a correlação com as variáveis mês e temperatura. Ainda no primeiro cluster, é visível uma correlação com os valores de CQO (orgânicos quimicamente degradáveis) que aumentam de acordo com a redução de diluição, estando directamente relacionado com a sazonalidade.

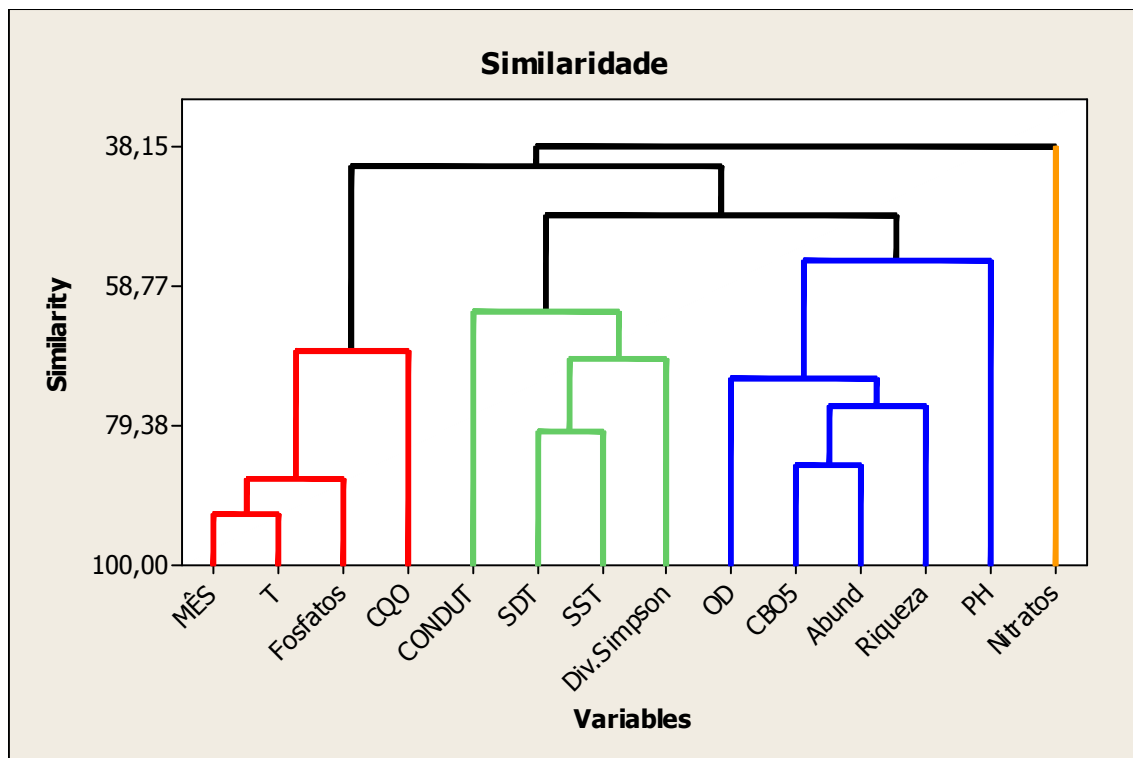


Figura 48: Dendrograma

### 4.2.1 Análise de componentes principais

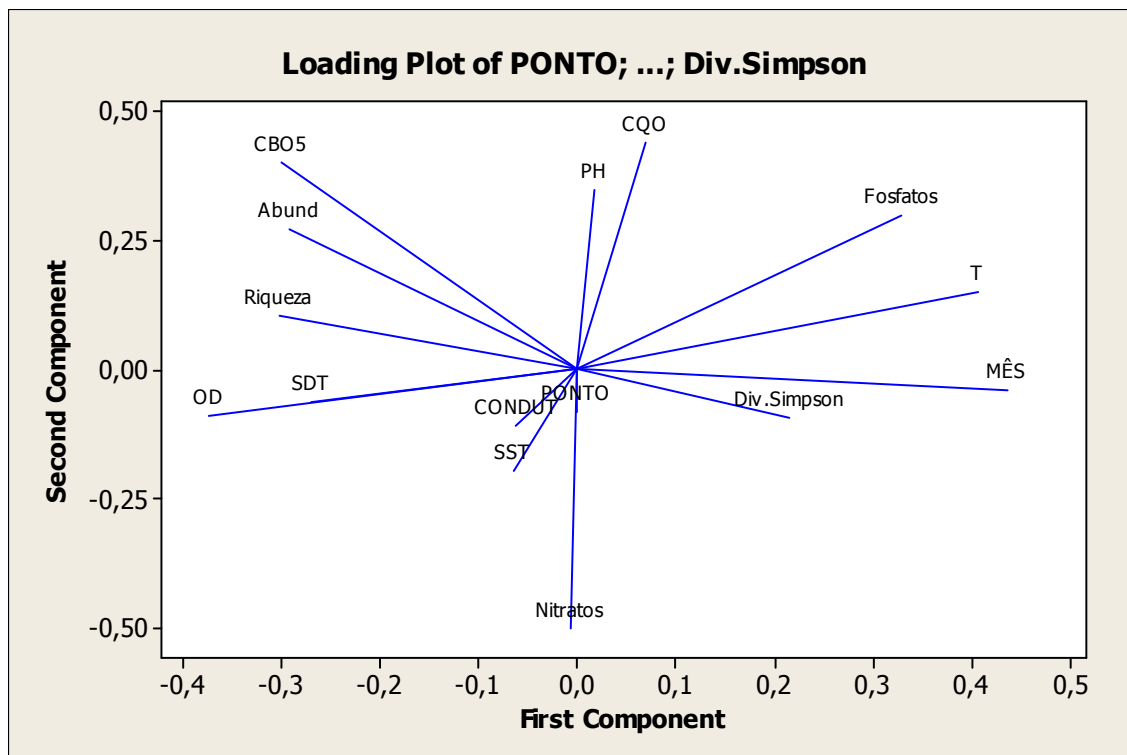


Figura 49: Análise das variáveis pelo Canoco

Tabela 4: Dados gerados pelo Canoco

Variable	PC1	PC2	PC3
PONTO	-0,000	-0,082	-0,325
MÊS	0,435	-0,042	0,054
CONDUT	-0,062	-0,110	-0,238
OD	-0,372	-0,090	0,260
CBO5	-0,300	0,400	-0,010
CQO	0,069	0,439	-0,142
Fosfatos	0,329	0,298	0,104
Nitratos	-0,007	-0,502	0,239
SDT	-0,270	-0,063	-0,414
SST	-0,065	-0,198	-0,466
T	0,406	0,149	-0,131
PH	0,017	0,347	-0,014
Abund	-0,291	0,270	0,031
Riqueza	-0,302	0,104	-0,193
Div.Simpson	0,216	-0,095	-0,485

A análise explicativa dos dados foi elaborada usando o gráfico dos resultados das correlações e posterior classificação por mês (3-Março, 4-Abril e 5-Maio) denotando que o



primeiro componente separa claramente os meses de Maio, em positivo e Março, em Negativo, com o mês de Abril apresentando pouca influência neste componente. Já o segundo componente separa claramente os meses de Março e Maio, como positivos e o de Abril como negativo.

De uma forma geral, é plausível interpretar o primeiro componente como associado a factores ambientais e/ou climáticos, enquanto o segundo componente, que separa claramente o mês de abril dos restantes, poderá estar associado a poluição, o que poderá ser justificado pelo baixo valor de pH observado numa bacia hidrográfica de matriz calcária que confere um poder alcalino relativamente considerável à água.

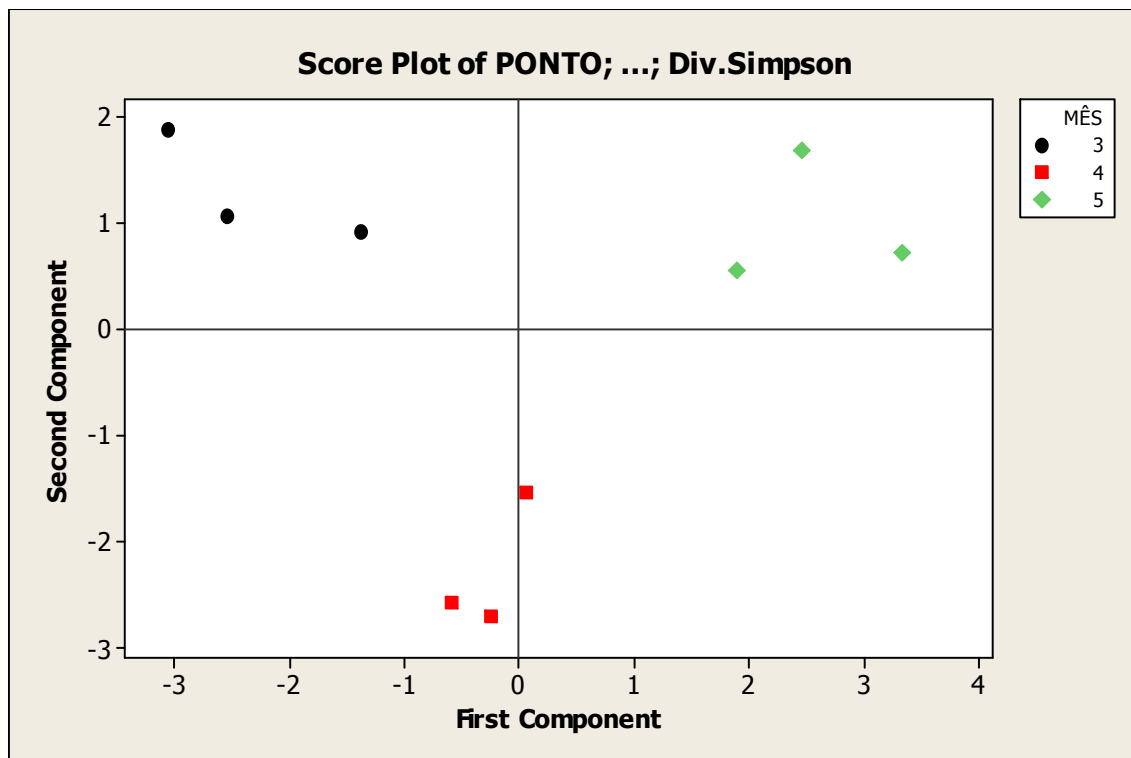


Figura 50: Análises agrupadas por mês

Com o auxílio do programa Canoto, foi possível gerar os gráfico que se apresentam a seguir. De acordo com o gráfico da figura 51 que representa a análise CCA de Variáveis e locais de recolha, é notável a influência dos nitratos no sistema e na associação destes resultados com a recolha 8 no mês de Maio, é também possível associar as recolhas 6 e 2 à temperatura e oxigénio dissolvido respectivamente a partir da proximidade de cada um dos pontos com as setas que caracterizam dados abióticos, sendo estes pontos os mais expressivos. O cluster de amostragens indica uma tendência do Paul para um leque de

variáveis que o caracteriza, são as mais representativas o CQO, CBO, Fosfatos, pH e SDT, o que corresponde a uma caracterização de águas de baixa qualidade e com potencial de eutrofização considerável.

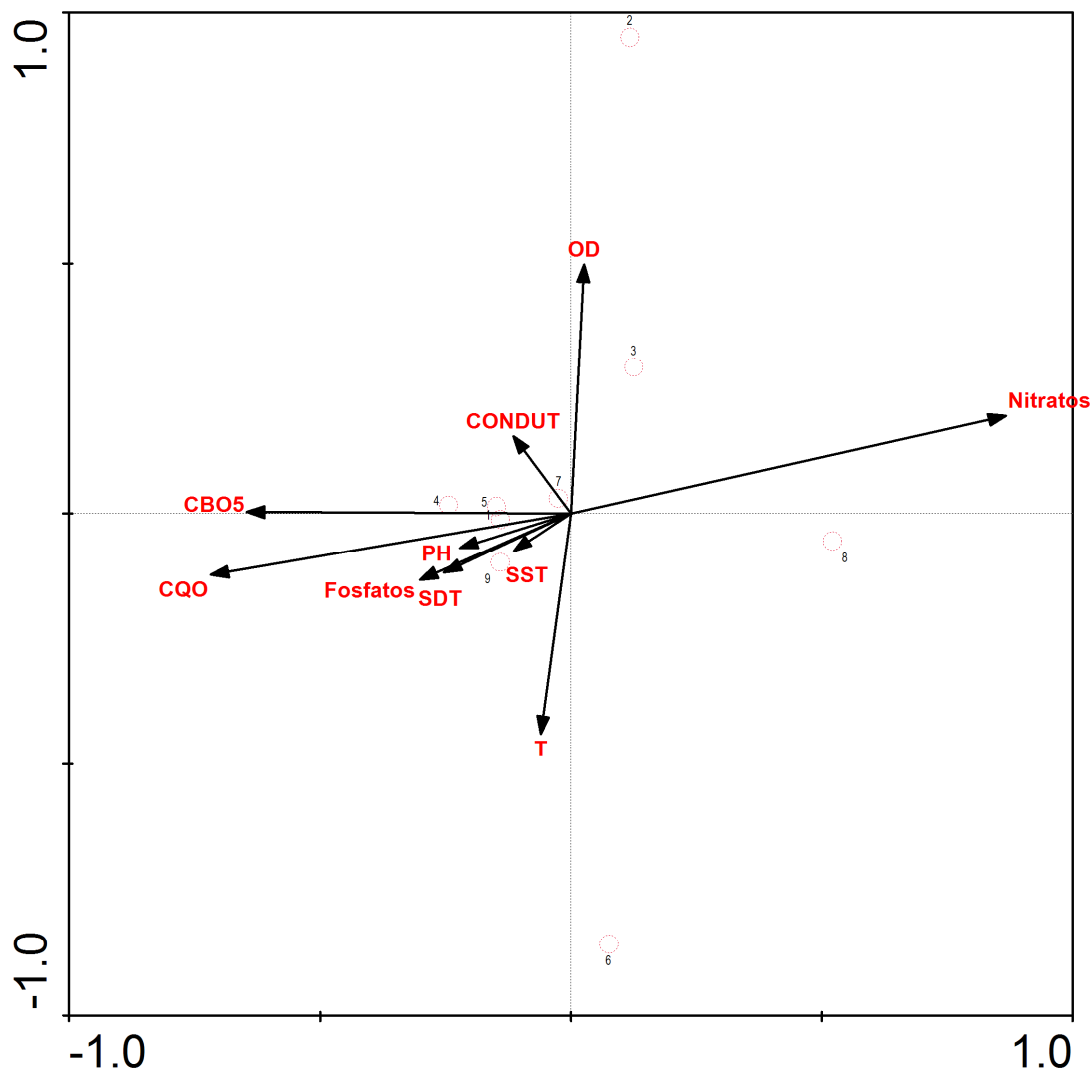


Figura 51: Gráfico da relação dos valores abióticos em os pontos de recolha

Na análise do gráfico de espécies VS recolhas (figura 52) produzido pelo software Canoco de acordo com a análise CCA, observamos que a presença de Nitratos coincide com a presença de Oligocheta, Glossiphonidade e Caenidae, onde a última apresenta um nível de tolerância à poluição bastante baixo, podendo indicar que a presença de Nitratos poderá contribuir de forma positiva para o sistema. A relação de Ceratopogidae com a temperatura

respeita a tendência sazonal de reprodução desta espécie na primavera e Outono. As restantes espécies da ordem Diptera coincidem com o cluster de recolhas sendo as mais características do Paul evidenciando o carácter lântico do sistema que contamina a diversidade dos cursos de água na proximidade e desta forma o rio Almonda.

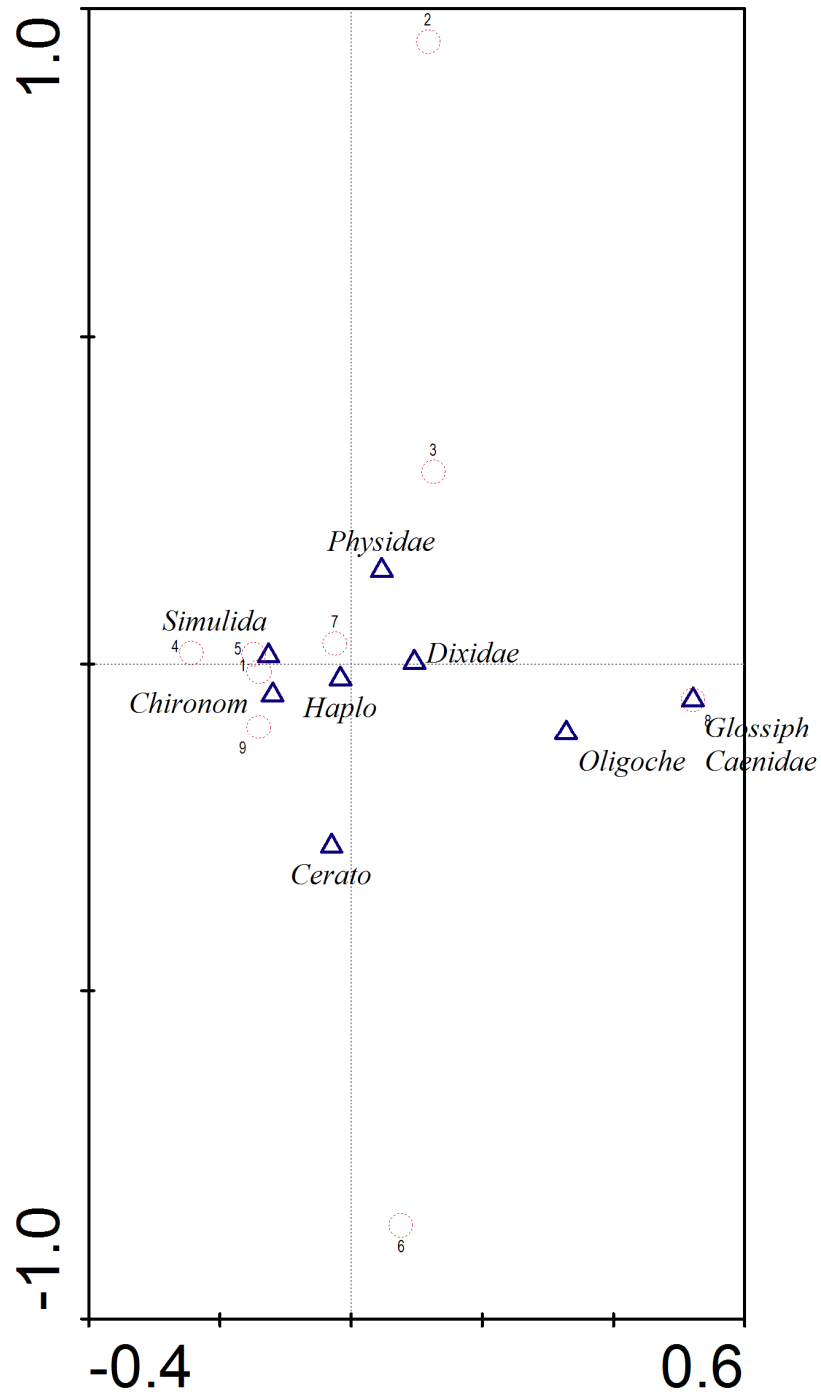


Figura 52: Gráfico da relação dos valores bióticos com os pontos de recolha

O gráfico mais importante em termos interpretativos do sistema é o de relação entre as variáveis ambientais e os macroinvertebrados presentes, a sua importância centra-se na possibilidade de prever a presença de determinadas concentrações de poluentes no sistema através da interpretação dos macroinvertebrados presentes. De notar a relação de Physidae com OD, de Oligocheta, Glossiphonidae e Caenidae com Nitratos e de Ceratopogonidae com a Temperatura.

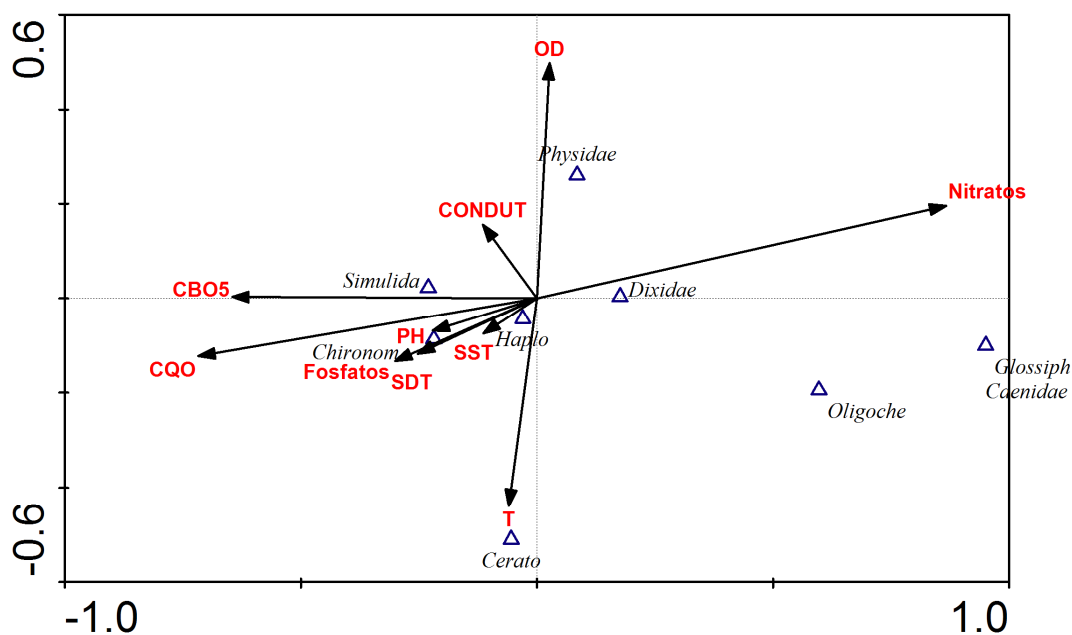


Figura 53: Gráfico da relação dos fatores abióticos com os macroinvertebrados

## **Capítulo 5: Conclusão**



## 5.1 Conclusão Final

A análise dos dados obtidos nos possibilitou chegar a conclusões referentes à situação ambiental da Reserva Natural Paul do Boquilobo. Verifica-se que a água na RNPB se encontra com qualidade comprometida. Isto observa-se pelos valores elevados de CBO5 que indicam uma grave poluição orgânica de materiais biodegradáveis. Em março, à entrada da reserva, a poluição da água em termos de CBO5 é mais de 12 vezes superior ao valor limite de emissão da descarga de águas residuais. Logo, conclui-se que usar a água do Paul para servir de habitat de peixes e rega é impossível, uma vez que a água da reserva não cumpre nem este parâmetro de descarga de águas residuais. O nosso projecto evidenciou a importância dessa reserva para a biodiversidade por ser habitat de muitas espécies de aves que é necessário preservar. Ver que uma reserva deste porte não atende um dos parâmetros mínimos nem para descarga de águas residuais, causa uma grande preocupação.

Diante da análise BMWP<sup>7</sup> feita, que engloba a identificação das espécies de macroinvertebrados existentes nos ambientes lóticos estudados, podemos concluir que a água se apresenta com qualidade muito crítica. A abundância de indivíduos foi maior na recolha de março e a diversidade maior no Ponto6. Predominou-se os organismos resistentes a poluição, visto que principalmente as famílias *Chironomidae*, *Haplotaxidae* e *Simulidae* foram encontradas em grandes quantidades ao longo do estudo.

Através da análise estatística concluímos também que as condições climáticas são muito responsáveis pelas alterações ocorridas durante o período das análises físico-químicas, constituindo o primeiro fato explicativo dos resultados obtidos. Por outro lado, a carga poluente também parece influenciá-los em grande medida, podendo considera-se o segundo fator explicativo.

A reserva Natural do Paul do Boquilobo representa uma área de grande importância ambiental e por isso, é preciso uma maior sensibilização para melhorar a qualidade de suas águas. Conservar e preservar este sítio são acções mais que necessárias para manter a sua biodiversidade.





## Referências Bibliográficas

- ADP – (<http://adp.pt/content/index.php?action=detailfo&rec=2055&t=CBO5>, 2010).  
Acessado em maio de 2013;
- ÁGUA ONLINE - (<http://aguaonline.net>). Acessado em junho de 2013;
- Ambiente Brasil  
([http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos\\_agua\\_doce/macroinvertebrados\\_aquaticos\\_bioindicadores\\_da\\_qualidade\\_da\\_agua.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/macroinvertebrados_aquaticos_bioindicadores_da_qualidade_da_agua.html)) . Acessado em junho de 2013;
- ANA – Agência Nacional das Águas  
(<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.asp>). Acessado em junho de 2013;
- ARMITAGE,PD.; CRANSTON, P.S.; PINDE,L.C.V (Ends.) The Chironomidae, Biology and ecology of non-biting midges.New York,EUA: Chapman & Hall BAIN AND STEVENSO, Aquatic Habitat Assessment – 1999;
- AZIBO – (<http://azibo.org/garcaboi.html>). Acessado em maio de 2013;
- CETESB – ([http://cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/variaveis/aguas/variaveis\\_quimicas/demanda\\_quimica\\_de\\_oxigenio.pdf](http://cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/variaveis/aguas/variaveis_quimicas/demanda_quimica_de_oxigenio.pdf)).  
Acessado em junho de 2013;
- Clair; MCCARTY, Perry; PARKIN, Gene - Chemistry for environmental engineering - fourth edition Sawyer;
- CM-Golegã – (<http://cm-golega.pt/>), 2011. Acessado em abril de 2013;
- ECOÁ – (<http://ecoa.org.br/canal.php?c=560>) . Acessado em junho de 2013;
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
(<http://embrapa.br/#>). Acessado em maio de 2013;
- EMBRAPA Orientações Gerais Para Avaliação de Macroinvertebrados em Bacias Hidrográficas – Kathia Cristhina Konoda, 2010;
- FLORESTAR – (<http://florestar.net/salgueiro-branco/salgueiro-branco.html>). Acessado em maio de 2013;
- FRUSEET, Al, The Ecological Status of European – 2006;
- ICNF - INSTITUTO DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DAS FLORESTAS  
(<http://icnf.pt/portal/naturaclas/ei/ramsar>) . Acessado em junho de 2013;  
(<http://icnf.pt/portal/naturaclas/ap/list-areas-prot/resource/doc/ap-rnap>) . Acessado em abril de 2013;

- INFOPÉDIA – ([http://infopedia.pt/\\$rede-natura-2000](http://infopedia.pt/$rede-natura-2000)). Acessado em junho de 2013;
- João Peixoto, MIEB (<http://biologica.eng.uminho.pt/TAEL/downloads/analises/CQO%20e%20CBO5.pdf>), 2007. Acessado em junho de 2013;
- LEPORI,F.;MALMQVIST,B. Predictable changes in trophic community structure along a spatial disturbance gradient in streams. *Freshwater Biology*. V.52, p.2184-2195, 2007;
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (<http://mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/comfsfglossary/zonas-umidas-convencao-de-ramsar/instrumentos-da-conven%C3%A7%C3%A3o-de-ramsar>). Acessado em junho de 2013;
- (<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga/reserva-da-biosfera>). Acessado em junho de 2013;
- PINDER,L.C.V. The adult males of the chironomidae(Diptera) of the Holarctic region – Introduction. *Entomologica Scandinavica Supplement*, v.34, p.5-9, 1989;
- Planeta Azul – (<http://geoelvas.blogspot.pt/2010/04/rede-natura-2000.html>). Acessado em abril de 2013;
- SANTALHA – (<http://santalha.com/flora.html>). Acessado em junho de 2013;
- SMITH,J.;SAMWAYS,MJ.; TAYLOR,S. Assessing riparian quality using two complementary sets of bioindicators. *Biodiversity and Conservation*,V.16, p.2695-2713, 2007;
- SOUZA, Método de Análise Multivariada em Ecologia - 2009
- UFES, Universidade Federal de Santa Maria, João Batista Rossetto Pellegrini. (<http://w3.ufes.br/ppgcs>). Acessado em maio de 2013;
- VALK, The Biology of Freshwater Wetlands – 2006;
- WELLER, Freshwater Marshes – 1994;
- WIKIPÉDIA – ( [http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede\\_Natura\\_2000](http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede_Natura_2000)). Acessado em maio de 2013.

## **Anexo A: Cartografia Ecológica**



Orto foto da reserva 2012





## **Anexo B: Bioindicadores**





Tabela anexo: Método “BMWP” Granada, Espanha  
 Fonte: ALBA-TERCEDOR (1996)

Famílias	Pontuação
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae Chloroperlidae Aphelecheiridae	10
Phryganeidae, Molamidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae Lepidostomatidae, Brachcentridae, Sercostomatidae Athericidae, Biephariceridae	8
Astacidae Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshmidae Corduliidae, Libellulidae Psychomyiidae, Philopotamidae, Giossosomatidae	7
EphemereIIDae, Prosopistomatidae Nemouridae Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Ecnomidae	6
Neritidae, Viviparidae, Ancyidae, Thiaridae Hydroptilidae Umonidae Corophidae, Gammaridae, Atyidae Platycnemididae, Coenagrionidae	5
Oligoneuridae, Polynitarcidae Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Ciambidae Hydrosychidae Tipulidae, Simuliidae Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae	4
Baetidae, Caenidae Halpidae, Curculionidae, Chrysomelidae Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae Ceratopogonidae, Anthomyiidae, Limoniidae, Psychodidae, Scionnyzidae Rhagionidae Sialidae Piscicolidae Hidracarina	3
Mesovelidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Velidae Notonectidae, Corixidae Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae Bithyniidae, Bythyniidae, Sphaeriidae Giossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae	2
Chironomidae, Ciliidae, Ephydriidae, Thaumaleide	1
Oligochaeta (todas as Classes), Syrphidae	1



## **Anexo C: Análises Físico-Químicas**



## **Procedimentos experimentais**

### **Oxigénio Dissolvido**

#### **Reagentes**

- Sulfato de Manganês;
- Iodeto Alcalino com Azida de Sódio;
- Solução de amido;
- Ácido Sulfúrico concentrado;
- Tiosulfato de Sódio 0,025N;

#### **Material utilizado**

- Material de vidro corrente;
- Frascos de Winkler;

#### **Técnica**

-Encher na totalidade um frasco de Winkler com volume conhecido, com uma amostra de água a analisar até deitar fora;

-Retirar as bolhas e o excesso de amostra e fechar o frasco com a respetiva tampa;

-Inserir com uma pipeta, mergulhando-a até ao fundo do frasco, retirando-a lentamente:

- 1 mL de solução de Sulfato de Manganês (II) ;
- 1 mL de Iodeto Alcalino com Azida de Sódio;

Tapar o frasco e inverte-lo várias vezes para homogeneizar, deixando sedimentar o precipitado até que este se encontre pelo menos na metade inferior do frasco.

- 1 mL de Ácido Sulfúrico concentrado;

-Tapar e inverter o frasco várias vezes para que o precipitado se dissolva, bem como para homogeneizar a solução;

- Verter todo o conteúdo do frasco de Winkler para dentro de um erlenmeyer de 500 mL.
- Titular com a solução de tiosulfato de sódio 0,025 M até coloração amarelo-palha;
- Adicionar algumas gotas de cozimento de amido e continuar a titulação até que ocorra o desaparecimento total da cor azul.

#### **Aferição da solução de tiosulfato de sódio 0,025 N**

Esta solução é titulada com uma solução padrão de dicromato de potássio 0,025, do seguinte modo:

- Dissolver aproximadamente 2g de iodeto de potássio isento de iodato em 100-150 mL de água destilada num erlenmeyer de 500 mL.
- Adicionar 10 mL de solução de ácido sulfúrico a 10%.
- Inserir com uma pipeta 20 mL da solução padrão de dicromato de potássio.
- Agitar e colocar 5 minutos ao abrigo da luz.
- Diluir aproximadamente para 400 mL e titular com tiosulfato de sódio 0,025 N até ficar com a cor amarelo-palha.
- Adicionar cerca 2 a 4 mL de cozimento de amido.
- Continuar a adição de tiosulfato de sódio ate desaparecimento da cor azul.

**NOTA:** o volume de água analisada corresponde ao volume do frasco de Winkler menos 2 mL.

#### **Cálculos:**

$$[\text{tiosulfato de Sódio}] = \frac{[\text{dicromato de potássio}] \times \text{Volume de dicromato de potássio}}{\text{Volume gasto na aferição}}$$

$$\text{OD} = \frac{[\text{Tiosulfato de Sódio}] \times \text{volume gasto na titulação} \times 8000}{\text{Volume da amostra}}$$

**O Valor de OD é expresso em mg/L**

### **Determinação da Carência Química de Oxigénio**

#### **Reagentes**

- Sulfato de Mercúrio;
- Solução padrão de Dicromato de Potássio 0,25N;
- Solução padrão de Sulfato de Ferroso Amoniacal 0,125N;

- Permanganato de potássio;
- Reagente de ácido Sulfúrico;
- Solução indicadora de Ferroína.

### **Material utilizado**

- Material de vidro corrente;
- Balança técnica METTLER TOLEDO SB 16002;
- Tubo cilíndrico adaptável ao Termo-reactor;
- Termo-reactor VELP-ECO6.

### **Técnica**

#### Digestão:

- Pesar 0,4g de Sulfato de Mercúrio;
- Colocar o Sulfato de Mercúrio pesado num tubo do reactor/digestor (adaptável ao termo-reactor), e adicionar os seguintes volumes pela seguinte ordem:
  - 10 mL de solução padrão de Dicromato de Potássio 0,25N;
  - 30 mL de Reagente de ácido Sulfúrico;
  - 20 mL da amostra a analisar;
- Quando todos os reagentes estiverem no tubo de ensaio adicionar cerca de 6 pérolas de vidro (após terem sido lavadas com permanganato de potássio);
- Preparar em ensaio em branco, substituindo a amostra a analisar pela água destilada (20mL);
- Depois de tudo estar adicionado, coloca-se o condensador no tubo e levar ao Termo-reactor/digestor, liga-lo e programa-lo para 150° C durante 120 minutos;
- No fim da digestão estar completa, deixar o tubo arrefecer;

#### **Notas:**

1º Pode haver formação de um precipitado após a adição dos reagentes, o que não irá interferir com os resultados.

2º Ao preparar o ensaio em branco, substituindo a amostra por água destilada na mesma quantidade, este tubo pode apresentar uma ebulição mais violenta que os restantes.

### **Titulação:**

- Transferir o conteúdo do tubo para um erlenmeyer de fundo largo e lavar o tubo, 3 a 4 vezes com cerca de 15mL de água destilada;
- Adicionar as águas de lavagem ao erlenmeyer;
- Adicionar 6 gotas de Solução indicadora de Ferroína;
- Titular o excesso de Dicromato de Potássio com a solução de Sulfato Ferroso Amoniacal 0,125N;
- O ponto de viragem é indicado pela mudança da cor amarelo-esverdeado para castanho-arroxeadado.

### **Aferição da solução de Sulfato Ferroso Amoniacal 0,125N**

- Diluir 10mL de solução padrão de Dicromato de potássio a 0,25N até cerca 100 mL com água destilada.
- Adicionar 30 mL de ácido sulfúrico concentrado;
- Deixar arrefecer a solução;
- Depois de a solução se encontrar morna ou fria, preferencialmente, adicionar cerca de 6 gotas de Ferroína;
- Titular o excesso de Dicromato de Potássio com a solução de Sulfato Ferroso Amoniacal 0,125N;
- O ponto de viragem é indicado pela mudança da cor amarelo-esverdeado para castanho-arroxeadado

### **Cálculos:**

Para calcular a normalidade da aferição da solução de sulfato ferroso amoniacal, usa-se a seguinte expressão:

$$N = 2,5/V_1$$

Onde  $V_1$  é o volume gasto de sulfato ferroso amoniacal (mL) no fim da titulação.

No que diz respeito ao valor de CQO é determinado da seguinte forma:

$$CQO = \frac{(V. \text{ gasto na titulação do branco} - V. \text{ gasto na titulação da amostra}) \times \text{sulfato ferroso} \times 8000}{\text{Volume da amostra}}$$

**O valor do CQO é expresso em mg O<sub>2</sub> / L.**



## **Determinação da Carência Bioquímica De Oxigénio**

5510 B – CARÊNCIA BIOQUÍMICA DE OXIGÉNIO – TESTE OD 5dias

### **PRINCÍPIO**

O método consiste em preparar a amostra de água (por diluição com água arejada) e com ela encher dois frascos de Winkler. Determinar o oxigénio dissolvido inicial num dos frascos (ODi) e incubar o outro à temperatura de 20°C durante 5 dias. Decorrido este tempo, determinar o oxigénio dissolvido final naquele frasco (ODf). A carência bioquímica de oxigénio (CBO5) é calculada a partir da diferença entre os valores de ODi e ODf, tendose em consideração a diluição efectuada.

### **TÉCNICA**

- 1 Preparação da água de diluição
- 2 Preparação das amostras diluídas
- 3 Determinação do ODi
- 4 Incubação do frasco para determinação posterior de ODf
- 5 Controlo da água de diluição
- 6 Controlo do método – teste da solução de glucose e ácido glutâmico.

### **Preparação da água de diluição**

Medir 2 ou mais litros de água destilada para um recipiente de volume ligeiramente superior e arejá-la utilizando um compressor ou sistema de ar comprimido até esta se encontrar quase saturada. Para cada litro de água adicionar 1 mL das seguintes soluções: tampão fosfato, sulfato de magnésio, cloreto de cálcio e cloreto de ferro (descritas no *Standard methods* p. 5-3 ponto 3).

Saturar com oxigénio por incorporação de ar sob pressão.

Acertar o pH da água de diluição com tampão fosfato, atendendo ao pH deste.

## 2. Preparação das amostras diluídas

Nota: Uma análise de CQO preliminar poderá dar indicações acerca das diluições a efectuar. A escolha far-se-á de acordo com tabelas disponíveis para o efeito. Na ausência de informações acerca da amostra podem utilizar-se as seguintes diluições:

Águas residuais industriais – 0,0 a 1,0%.

Outras águas residuais – 1 a 5%.

Efluente tratado biologicamente – 5 a 25%

Águas de rios poluídos – 25 a 100%.

As diluições podem preparar-se em provetas graduadas transferindo posteriormente as águas para 2 frascos de Winkler, ou então podem preparar-se directamente nos frascos de Winkler. Na aula usar-se-á a 1ª opção.

1. Transferir, evitando a entrada de ar, a água de diluição até aproximadamente metade da capacidade da proveta.
2. Juntar a quantidade calculada (tendo em conta a diluição escolhida) de água a analisar.
3. Diluir até ao nível apropriado com a água de diluição arejada.
4. Tapar a proveta e agitar bem.
5. Transferir a mistura obtida para 2 frascos de Winkler.
6. Determinar o oxigénio dissolvido num dos frascos (ODi).
7. Incubar o outro frasco de Winkler durante 5 dias a 20°C.

## 3 e 4. Determinação do ODi e do ODf

Utilizar o método de Winkler com modificação pela azida de sódio (TP nº 2).

## 5. Controlo da água de diluição

Deve fazer-se um branco da água de diluição para testar a sua qualidade e a limpeza dos frascos de Winkler. O ensaio realiza-se do seguinte modo:

1. Preparam-se com a água de diluição remanescente 2 frascos de Winkler.
2. Determina-se o ODi de um deles e deve levar-se o outro a incubar, de modo igual ao descrito para a amostra.
3. Após o período de incubação determina-se o ODf.

4. O diferencial de OD não deve ultrapassar 0,2 mg/L.

#### **6. Controlo do método – teste da solução de glucose e ácido glutâmico.**

Como o teste de CBO é um ensaio biológico, os seus resultados podem ser influenciados pela presença de compostos tóxicos ou pela fraca concentração de m.o. Assim devem testar-se as condições de realização do teste utilizando uma mistura de reagentes cujo CBO5 é conhecido. É o caso da solução de glucose (150mg/L) e de ácido glutâmico (150mg/L). O ensaio realiza-se do seguinte modo:

1. Utilizando a ampola padrão desta mistura preparar 1L de solução.
2. Encher 2 frascos de Winkler com esta solução.
3. Determinar o ODi e o ODf desta solução de modo idêntico ao realizado para a amostra.
4. Para o padrão de 300 mg/L o teste de BOD5 deve dar um resultado de  $198 \pm 30,5$  mg/L.

#### **CÁLCULOS**

$$\text{BOD5 (mg/L)} = (\text{ODi} - \text{ODf}) / P]$$

Onde:

P é a fracção volúmica da amostra usada (ex: 50 mL água a analisar /1000 mL amostra diluída).

#### **Determinação dos Sólidos Suspensos Totais e Sólidos Dissolvidos Totais**

##### **Material utilizado**

- Estufa;
- Excicador;
- Bomba de vácuo;
- Balança analítica SCALTEC SBC31;
- Kitassato;
- Filtro standard de fibra de vidro;

- Funil;
- Material de vidro corrente.

### **Preparação do filtro de filtração**

-Incinerar o filtro numa mufla a 500+/- 50°C durante 1h.

-Pesar o filtro na balança analítica.

### **Preparação da cápsula, do vidro de relógio e do cadinho**

-Calcinar uma cápsula e um cadinho na mufla a 500 +/- 50°C durante 1h.

-Secar um vidro de relógio numa estufa a 103-105°C durante 1h.

-Arrefecer os recipientes num excicador e pesá-los na balança analítica imediatamente antes de usar.

### **Análise da amostra**

-Colocar o filtro no funil de filtração com a face rugosa voltada para cima;

-Pipetar 100mL da amostra homogeneizada para dentro do funil, aplicando vácuo;

-Lavar sucessivamente com 3 porções de 10ml de água destilada, deixando drenar a água completamente entre cada lavagem e continuar a sucção durante 3 minutos após completar a filtração;

-Transferir todo o volume filtrado (incluindo as águas de lavagem) para a cápsula e evaporar até à secura num banho termostatzado. Se o volume do filtrado exceder a capacidade da cápsula devem fazer-se adições sucessivas;

-Secar, durante pelo menos 1h numa estufa a 180+/-2° C;

-Arrefecer o filtro num excicador e pesar;

-Repetir o ciclo de secagem, arrefecimento e pesagem da cápsula até se atingir massa constante;

-Transferir o filtro de fibra de vidro para um vidro de relógio e secar na estufa a 103-105°C durante 1h;

-Arrefecer o filtro no excicador e pesar;

-Repetir o ciclo de pesagem, arrefecimento e pesagem do filtro até se atingir massa constante.

### **Cálculos:**

$$SDT = \frac{(\text{cápsula seca} + \text{sólidos}) - \text{capsula vazia}}{\text{Volume da amostra}} \times 1000 \times 1000$$

Volume da amostra

**Sólidos dissolvidos totais é expresso em (mg/L)**

$$\text{SST} = \frac{(\text{papel de filtro} + \text{sólidos}) - \text{papel de filtro}}{\text{Volume da amostra}} \times 1000 \times 1000$$

## **Condutividade**

### **Técnica:**

- Calibrar o aparelho, Micro CM 2220, Crison, com a solução standard de cloreto de potássio (KCl) à temperatura ambiente;
- Colocar a amostra da água à temperatura ambiente num copo e em seguida mergulhar o eléctrodo no recipiente;
- Fazer a medição e registar o valor obtido.

## **Determinação dos Fosfatos**

### **Reagentes**

**Ácido sulfúrico 5N**

**Indicador de fenolftaleína**

### **Material utilizado**

**Material de vidro corrente;**

**Spektralphotometer CADAS 100, DR LANGE.**

### **Desenvolvimento da cor**

- Para um seguimento de 7 balões volumétricos, pipetar 10 mL de água e acertar o volume com água destilada;
- Dos balões pipetar 50ml para os determinados erlenmeyers;
- Adicionar à volta de 1 a 2 gotas do indicador de fenolftaleína;
- Caso apareça uma cor rósea, adicionar ácido sulfúrico 5N gota a gota, até a cor desaparecer
- Adicionar 8 mL de reagente combinado, e homogeneizar;

### Leitura espectrométrica

-Medir as absorvâncias através do aparelho Spektralphotometer CADAS 100, DR LANGE, usando o branco como referência, de cada solução padrão preparada anteriormente, a 880nm, em células de 1 cm de percurso óptico, entre 10 a 30 minutos;

-O branco é preparado como se fosse uma amostra.

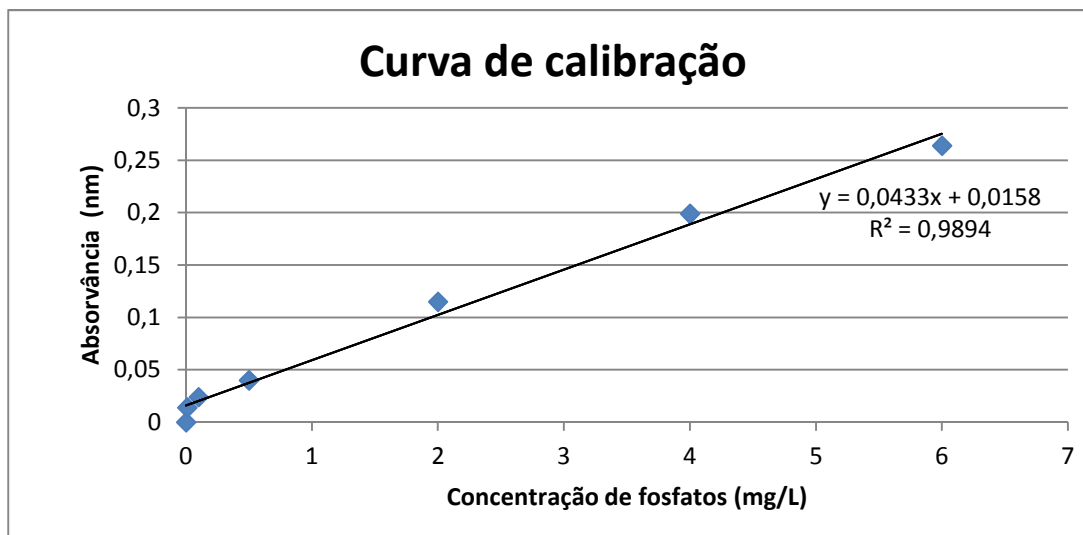
### Curva de calibração

#### Soluções padrão:

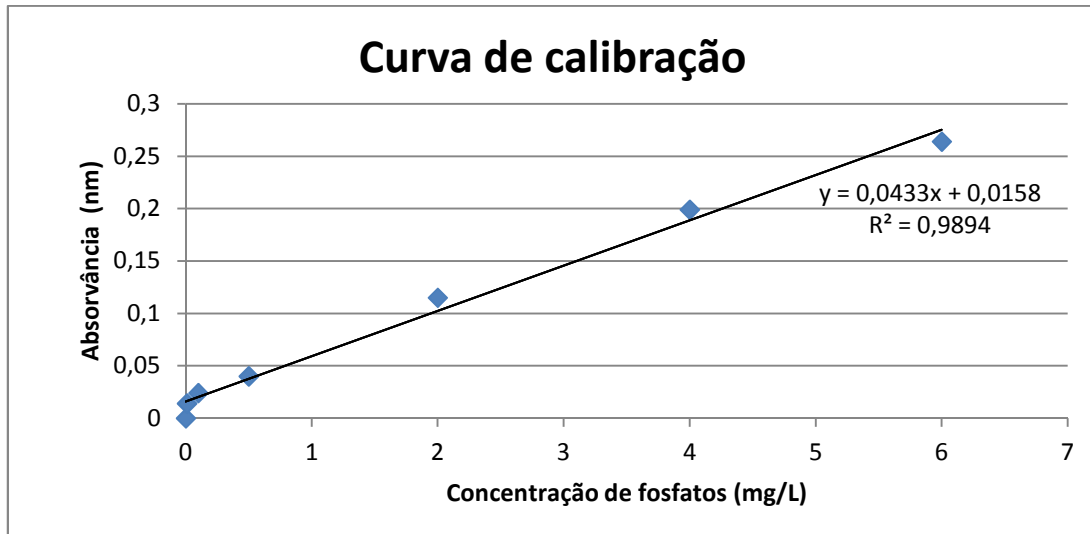
Concentração (mg/L)	Absorvância (nm)
0,999884	0,235
1,999768	0,408
3,999537	0,7015
3,999537	0,7195
0,999884	0,2095
0,499942	0,1095

#### Curvas de Calibração das amostras:

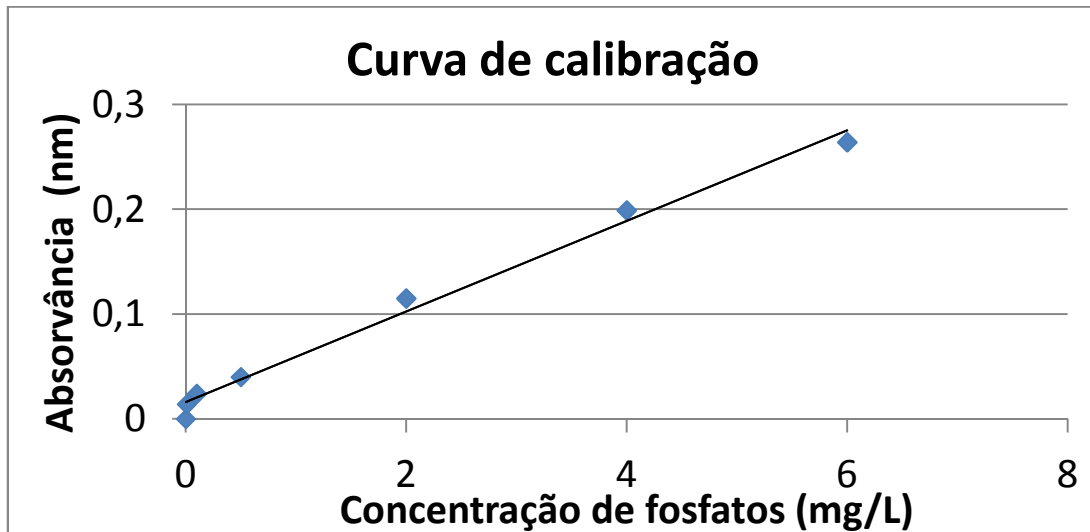
Primeira recolha:



Segunda Recolha:



Terceira Recolha:



$$\text{Fosfatos} = \frac{\text{absorvância} - 0,05}{0,1667}$$

## Determinação dos Nitratos

Reagentes :

**Solução de Sulfato de Prata ( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ) a 4,4 g/L;**

**Mistura ácida;**

**Solução de 2,6-dimetilfenol, ((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>OH) a 1,2 g/L;**

**Solução Padrão de Nitrato a 100 mg/L;**

**Solução de Nitrato de Prata (AgNO<sub>3</sub>) a 8,5 g/L;**

**Material utilizado**

**Material de vidro corrente;**

**Espectrofotómetro.**

**Curva de Calibração**

Preparação das soluções padrão:

Concentração (mg/L)	Absorvância (nm)
branco	0
5	0,079
15	0,205
25	0,349
35	0,493
45	0,638

**Desenvolvimento da cor**

- Fazer em todos os ensaios uma nova solução 2,6-dimetilfenol;
- Para uma série de 7 erlenmeyers de 100 mL, mede-se 35 mL de mistura ácida;
- Adicionar a cada um 5 mL das soluções-padrão e 5 mL da solução de 2,6- dimetilfenol;
- Misturar cuidadosamente, por agitação, e ler a absorvância após 10 min de repouso.

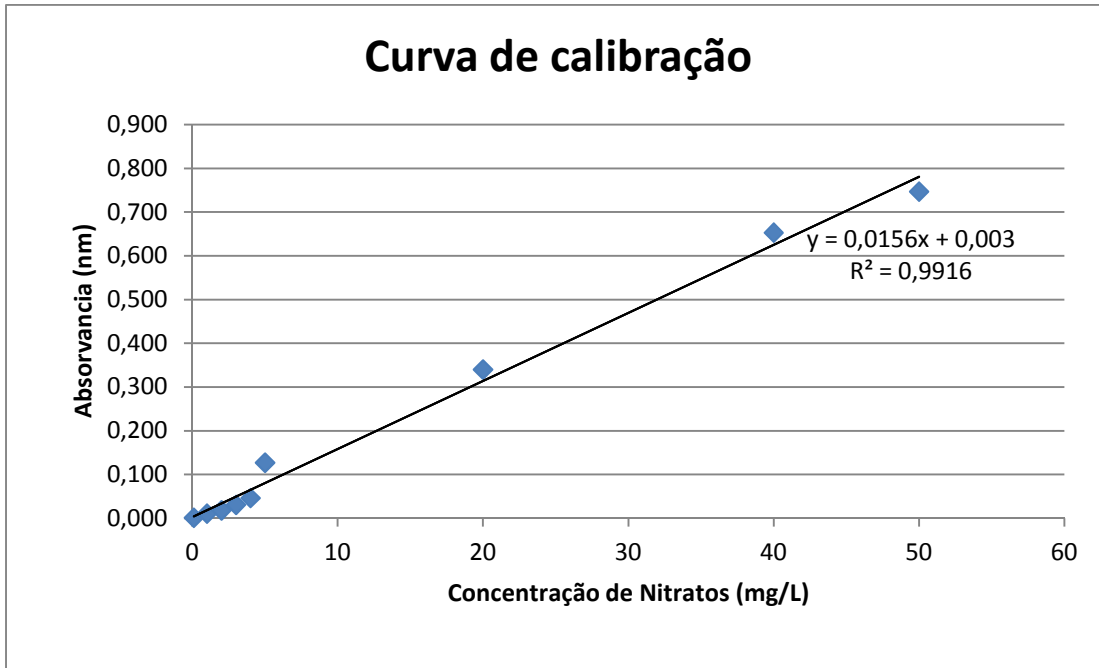
**Leitura espectrométrica**

- Medir as absorvâncias usando o branco como referência;



- Medir a absorvância de cada solução padrão, preparadas no primeiro ponto, a 324 nm, em células de 1 cm de percurso óptico;
- O branco é preparado como se fosse uma amostra.

### Curvas de Calibração



A concentração de nitratos [NO<sub>3</sub>], expressa em miligramas por litro de amostra é dada pela equação:

$$\text{Nitratos} = \frac{\text{Absorvância} - 0,0013}{0,0141}$$



## **Anexo D: Legislação**



**Decreto-Lei n.º 236/98 de 01-08-1998**

-----

**ANEXO XVIII - Valores limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais**

Parâmetros	Expressão dos resultados	VLE (1)
<i>pH</i> (0) .....	Escala de Sorensen	6,0-9,0 (2)
Temperatura (0) .....	°C	Aumento de 3°C (3)
CBO <sub>5</sub> , 20°C (20) (0) .....	mg/l O <sub>2</sub>	40
CQO (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 <i>Cr</i>	2,0
Crómio hexavalente .....	mg/l <i>Cr</i> (VI)	0,1
Cobre total .....	mg/l <i>Cu</i>	1,0
Níquel total .....	mg/l <i>Ni</i>	2,0
Mercúrio total .....	mg/l <i>Hg</i>	0,05
Cianetos totais .....	mg/l <i>CN</i>	0,5
Sulfuretos .....	mg/l <i>S</i>	1,0
Óleos minerais .....	mg/l	15
Detergentes (sulfato de lauril e sódio) .....	mg/l	2,0 <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>

(1) VLE - valor limite de emissão, entendido como média mensal, definida como média aritmética das médias diárias referentes aos dias de laboração de um mês, que não deve ser excedido. O valor diário, determinado com base numa amostra representativa da água residual descarregada durante um período de vinte e quatro horas, não poderá exceder o dobro do valor médio mensal (a amostra num período de vinte e quatro horas deverá ser composta tendo em atenção o regime de descarga das águas residuais produzidas).

(2) O valor médio diário poderá, no máximo, estar compreendido no intervalo 5,0-10,0.

(3) Temperatura do meio receptor após a descarga de água residual, medida a 30 m a jusante do ponto de descarga, podendo o valor médio exceder o valor médio mensal do 2.º

(4) O valor médio diário não poderá exceder o dobro do valor médio mensal.

(5) Valor relativo à descarga da unidade industrial para a produção de HCH extracção de lindano ou, simultaneamente, produção de HCH e extracção de lindano.  
*Início de Vigência: 08-08-1998*

## ANEXO XII

Variação dos valores máximos admissíveis e recomendáveis do zinco total e do cobre solúvel, respectivamente, em função da dureza total das águas doces superficiais para fins aquícolas — águas piscícolas

Parâmetros	Expressão dos resultados	Tipos de águas piscícolas	Valor máximo	Dureza de água (mg/l <i>CaCO</i> <sub>3</sub> )				
				10	50	100	300	500
Zinco total .....	mg/l <i>Zn</i>	Salmonídeos .....	Admissível .....	0,03	0,2	0,3	–	0,5
			Admissível .....	0,3	0,7	1,0	–	2,0
Cobre solúvel <sup>(1)</sup> .....	mg/l <i>Cu</i>	Salmonídeos e ciprinídeos.	Recomendável .....	0,005	0,022	0,04	0,112	–

(1) A presença de peixes em águas contendo concentrações mais elevadas de cobre pode indicar a predominância de complexos organo-cúpricos solúveis.