

ANTÓNIO MANUEL FERREIRA VIAMONTE RODRIGUES

AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DA ALBUFEIRA DO RIO SÔRDO – VILA REAL



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA E ANTROPOLOGIA

PORTO, 2001

ANTÓNIO MANUEL FERREIRA VIAMONTE RODRIGUES

AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DA ALBUFEIRA DO RIO SÔRDO – VILA REAL



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM HIDROBIOLOGIA APRESENTADA À
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA E ANTROPOLOGIA

PORTO, 2001

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não seria possível sem o contributo de determinadas pessoas e instituições às quais deixo aqui o meu mais sincero agradecimento. Assim:

- à Prof. ^a Dr.^a Natividade , orientadora da dissertação de mestrado, pelo apoio científico, pelas sugestões, pela confiança que depositou em mim nos momentos mais difíceis, mas, acima de tudo, pela sua amizade.

- ao Prof. Dr. Vítor Vasconcelos, coordenador do Mestrado em Hidrobiologia, pelo apoio que me prestou, pelos conselhos e pela forma sempre sincera e amigável como me tratou.

- ao corpo de docentes deste mestrado, pelos conhecimentos que transmitiram durante o ano curricular

- aos meus colegas de mestrado, em especial ao Luís e ao Paulo, pelo apoio e dedicação que demonstraram, especialmente durante o ano curricular, e pela, já declarada, vontade de não querer deixar que a conclusão deste mestrado seja a conclusão da amizade.

- à Elisa, pela ajuda, amizade e simpatia que sempre demonstrou.

- ao Sr. Albertino, pelo empréstimo do barco que permitiu as recolhas de água, bem como ao Prof. Dr. Cortes, por ter concedido, também, o empréstimo de um outro barco.

- aos serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS) de Vila Real, nas pessoas do Eng.^o Amaral, Eng.^o Miguel, Eng.^a Fernanda e Eng.^o Palheiros, pelas facilidades concedidas no acesso à albufeira e à Estação de Tratamento de Água, bem como pelo material bibliográfico que tiveram a amabilidade de me ceder.

- aos Bombeiros da Cruz Branca de Vila Real, na pessoa do Sr. Eng. Álvaro Ribeiro, Comandante desta Corporação, pelo material de segurança que tiveram a gentileza de emprestar.

- ao meu irmão, pela paciência com que me aturou e pela ajuda nos momentos finais.

- à Ju, pelos momentos de atenção, carinho, dedicação e amor que teve para comigo e pelo orgulho que sempre manifestou pela minha pessoa e pelo meu trabalho.

- finalmente, sendo os últimos os primeiros, aos meus pais, José e Maria, pela força que me deram, pelo orgulho e amor que sempre manifestaram, e por terem tornado possível o meu percurso até aqui. A eles dedico, verdadeiramente, todo este trabalho.

RESUMO

Este trabalho foi realizado na albufeira do Rio Sôrdo, que é um afluente da margem direita do Rio Corgo, que por sua vez é um afluente do Rio Douro. A albufeira situa-se a 8 km da cidade de Vila Real, tendo sido construída, no ano de 1990, com a finalidade de abastecimento público de água e produção de energia eléctrica. Serve ainda a mesma para a rega assim como o turismo e o recreio. A albufeira foi, anteriormente a este estudo, classificada, pelo Instituto Nacional da Água (INAG) entre os anos de 1995 e 1999, como pertencente à classe B (1995), C (1996, 1998 e 1999) e D (1997). Também, com base no Dec. Lei 236/98, esta foi classificada entre as classes A₁ (1995, 1996 e 1997) e A₂ (1998 e 1999). A albufeira não apresenta Plano de Ordenamento de Albufeira (POA). Este trabalho teve como objectivos a análise da evolução do estado trófico, através de parâmetros físicos, químicos e biológicos, bem como, usando os resultados obtidos, a elaboração de um protocolo experimental para ser utilizado por alunos de Ensino Secundário, de modo a que estes possam verificar a qualidade da água em ecossistemas dulciaquícolas. O estudo decorreu entre os meses de Novembro de 1999 e Agosto de 2000, tendo sido seleccionados dois pontos de amostragem: um no Centro e outro na Margem, para analisar os parâmetros físicos, químicos e biológicos. Em relação à abundância e diversidade de zooplâncton as amostras foram unicamente recolhidas no Centro. Os resultados obtidos permitem concluir que a albufeira é monomítica quente, com um período de estratificação térmica nos meses de Junho e Agosto e um de circulação nos meses de Janeiro e Fevereiro. Permitiram também verificar que esta apresenta características de um albufeira mesotrófica. Estes resultados levam a que se possa propor a utilização de um programa de monitorização, de modo a poder controlar e prever a forma como decorrerá a evolução trófica da albufeira, por esta servir para a produção de água para abastecimento público

ABSTRACT

This work was done in the dam of Rio Sôrdo (Sôrdo River), which is an affluent of the right bank of Rio Corgo (Corgo River), which is itself an affluent of Rio Douro (Douro River). The dam is situated 8 km away from the town of Vila Real and was built in 1990 aiming general water and electrical energy supply. It is also used for irrigation as well as tourism and recreation. The dam was classified, prior to this study, from 1995 to 1999, by the Instituto Nacional da Água (INAG) (National Water Institute), as belonging to rank B (1995), rank C (1996, 1998 and 1999) and D (1997). It was also classified as rank A₁ (1995, 1996 and 1997) and A₂ (1998 and 1999) according to the law by decree 236/98. The dam does not present Plano de Ordenamento de Albufeira (POA) (Grouping Dam Plan). This work aimed to analyse the evolution of the trophic state through physical, chemical and biological parameters and, using the results obtained, the making of an experimental protocol, to be used by secondary school pupils, so that they can verify the quality of the water in dulciaquícolas ecosystems. The study took place from November 1999 to August 2000 and there were two selected sample points – one at the Centre and the other the Bank, to analyse the physical, chemical and biological parameters. What concerns the abundance and diversity of zooplâncton, the samples were only collected at the Centre. The results allow concluding that the reservoir is monomític warm, with a period of thermic stratification in July and August and one of circulation in January and February. They also allowed us to verify that it presents characteristics of a mesotrophic dam. These results make us propose the use of monitoring program, in order to control and predict the way the trophic evolution of the dam will happen, because it is used for the water production for public supply.

SOMMAIRE

Ce travail a été réalisé dans une lagune du Rio Sôrdo (Fleuve Sôrdo), qui est un affluent de la marge droite du Rio Corgo (Fleuve Corgo), qui à son tour est un affluent du Rio Douro (Fleuve Douro). La lagune se situe à 8 km de la ville de Vila Real, ayant été construit, en l'année de 1990, pour le ravitaillement public en eau et la production d'énergie électrique. La même est aussi utilisée pour l'arrosage ainsi que pour le tourisme et les loisirs. La lagune a été, antérieurement à cette étude, classifiée, par Instituto Nacional da Água (INAG) (l'Institut National de l'Eau) entre les années de 1995 et 1999, comme appartenant à la classe B (1995), C (1996, 1998 et 1999) et D (1997). Celle-ci, basé sur le Décret de loi 236/98, a aussi été classifiée entre les classes A₁ (1995, 1996 et 1997) et A₂ (1998 et 1998). La lagune ne présente aucun Plano de Ordenamento de Albufeira (POA) (Plan d' Organisation de Lagunes). Ce travail a eu comme objectifs l'analyse de l'évolution de l'état trophique, através des paramètres physiques, chimiques et biologiques, ainsi que, utilisant les résultats obtenus, l'élaboration d'un protocole expérimental pour être utilisé par les étudiants de l'Enseignement Secondaire, de façon à ce que ceux-ci puissent vérifier la qualité de l'eau dans des écosystèmes dulçaquicoles. L'étude a eu lieu entre les mois de Novembre de 1999 e Août de 2000, ayant été sélectionné deux points d'échantillonnage: un au Centre e l'autre à la Marge, pour analyser les paramètres physiques, chimiques et biologiques. Quant à l'abondance et à la diversité du zooplancton, les échantillons ont été uniquement recueillis au Centre. Les résultats obtenus permettent de conclure que la lagune est monomitique chaude, avec une période de stratification thermique durant les mois de Juin et d'Août et une de circulation durant les mois de Janvier et de Février. Ils ont aussi permis de vérifier que celle-ci présente des caractéristiques de lagune mésotrophique. Ces résultats portent à la proposition d'un programme de monitorisation, de façon à pouvoir contrôler et prévoir la manière dont se déroulera l'évolution trophique de la lagune, par que celle-ci sert à la production d'eau pour le ravitaillement public.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO-----	1
1.1 EUTROFIZAÇÃO-----	1
1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ECOSISTEMA ESTUDADO-----	3
1.3 OBJECTIVOS-----	6
2. MATERIAL E MÉTODOS-----	7
2.1 LOCAIS DE AMOSTRAGEM-----	7
2.2 PLANO DE COLHEITAS-----	8
2.3 ESTRATÉGIAS DE AMOSTRAGEM-----	8
2.4 METODOLOGIA-----	8
2.4.1 PARÂMETROS FÍSICOS-----	8
2.4.1.1 PROFUNDIDADE/TRANSPARÊNCIA-----	8
2.4.1.2 TEMPERATURA AMBIENTE/HUMIDADE RELATIVA/INSOLAÇÃO/PRECIPITAÇÃO-----	9
2.4.1.3 CONDUTIVIDADE-----	9
2.4.1.4 PH-----	9
2.4.2 PARÂMETROS QUÍMICOS-----	10
2.4.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS-----	11
2.4.3.1 PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS-----	11
2.5 ÍNDICE DO ESTADO TRÓFICO SEGUNDO CARLSON (TSI)-----	12

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	15
3.1 VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS PARÂMETROS FÍSICOS-----	16
3.1.1 COLUNA DE ÁGUA E TRANSPARÊNCIA-----	16
3.1.2 TEMPERATURA AMBIENTE/HUMIDADE RELATIVA/INSOLAÇÃO/PRECIPITAÇÃO-----	18
3.1.3 pH-----	19
3.1.4 CONDUTIVIDADE-----	21
3.2 VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS PARÂMETROS QUÍMICOS-----	22
3.2.1 TEMPERATURA DA ÁGUA-----	22
3.2.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO-----	26
3.2.3 CARÊNCIA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO-----	30
3.2.4 NITRITOS, NITRATOS E IÃO AMÓNIA-----	31
3.2.5 FOSFATOS E FÓSFORO TOTAL-----	41
3.2.6 RAZÃO N:P-----	46
3.3 VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS-----	47
3.3.1 CLOROFILA “a” E FEOPIGMENTOS-----	47
3.4 AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO-----	56
3.4.1 TSI DO DISCO DE SECHI-----	56
3.4.2 TSI DO FÓSFORO TOTAL-----	57
3.4.3 TSI DA CLOROFILA “a”-----	58
4. CONCLUSÕES-----	60
5. PROTOCOLO EXPERIMENTAL-----	62
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	64
7. ANEXOS-----	68

1. INTRODUÇÃO

1.1 EUTROFIZAÇÃO

A quantidade de água que existe nos oceanos é muito superior à água doce que existe nas zonas continentais. No que diz respeito ao volume, a água doce está concentrada nos lagos e nas bacias hidrográficas dos rios. No entanto o número de depressões que correspondem a albufeiras e pequenos lagos é muito grande, encontrando-se a maioria desses lagos nas regiões temperada e subártica do Hemisfério Norte (WETZEL, 1993).

À cerca de, pelo menos, 4 000 anos que o Homem cria lagos artificiais através da construção de barragens. No entanto esta actividade tem-se tornado mais intensa nos últimos dois séculos, com objectivos que vão desde o controlo de cheias, ao fornecimento de energia, passando pelo abastecimento de água às populações urbanas (WETZEL, 1993). É de destacar, entre estes, o abastecimento de água às populações, que era, tradicionalmente, encarado na vertente da quantidade mas que passou também a sê-lo ao nível da qualidade, devido à eutrofização das águas.

Embora existam muitas definições de eutrofização, o consenso entre os limnologistas é de que o termo *eutrofização* é sinónimo do aumento nas taxas de crescimento dos biota dos ecossistemas aquáticos e de que a taxa de aumento da produtividade é acelerada, em relação à que existiria, se o sistema não tivesse sido perturbado (WETZEL, 1993). Este aumento da produtividade é, muitas vezes, uma consequência directa do aumento da sobrecarga de nutrientes, especialmente em fósforo e azoto, que leva a uma perda da qualidade da água devido à proliferação de vegetais e, logo, com repercussões no metabolismo global das águas. (VOLLENWEIDER, 1968; MARGALEF, 1976; WETZEL, 1993).

No início do século XX, THINEMAN (ODUM, 1971), com base nos valores de produtividade primária, classificou os ecossistemas aquáticos dulciaquícolos em dois grandes grupos: os oligotróficos e os eutróficos. Hoje sabe-se que os ecossistemas oligotróficos apresentam baixa produtividade, devido, em grande parte, às pequenas entradas de nutrientes provenientes de fontes exteriores. Estes apresentam comunidades vegetais e animais estáveis assim como uma razão de volume do hipolimnio para volume do epilimnio elevada. A quantidade de matéria orgânica produzida é aproximadamente igual às necessidades metabólicas dos seus componentes (WETZEL, 1993). Por outro lado, nos ecossistemas eutróficos as taxas de sobrecarga de nutrientes, principalmente, de fósforo e azoto são relativamente elevadas. A taxa de produtividade

fotossintética é maior, o que determina uma maior intensidade das reacções de regeneração de nutrientes inorgânicos a partir dos compostos orgânicos, bem como, uma compressão da zona de penetração da radiação luminosa. Estes são menos complexos e mais instáveis do que os oligotróficos (WETZEL, 1993).

Nas últimas décadas estamos a assistir a um aumento do processo de eutrofização da maioria dos lagos e albufeiras. Este facto deve-se a um aumento da actividade humana decorrente, fundamentalmente, das descargas de efluentes domésticos, urbanos e industriais, das escorrências de pesticidas e fertilizantes agrícolas (PEREIRA, 1998), bem como da construção de barragens para o abastecimento de água pública e produção de energia eléctrica, o turismo, o lazer e o recreio. Todas estas actividades certamente influenciam a evolução do estado trófico das águas de albufeiras, lagos e rios e constituem um potencial foco de poluição. Referindo-nos às albufeiras portuguesas podemos verificar que algumas já se encontram num estado de eutrofização avançado, e nestas foram, inclusivamente, já detectados graves problemas ecológicos e de saúde pública (BRANCO, *et al.*, 1991, 1992; VASCONCELOS, 1994; PEREIRA, 1998; MAGALHÃES, 2001).

Na prática, é muito importante a determinação do estado trófico de uma albufeira antes de se implementarem quaisquer medidas correctivas relacionadas com a aplicação que se quer dar á mesma (WETZEL, 1993). Por outro lado, a necessidade de se manter um conhecimento actualizado e constante do estado trófico de uma albufeira, com base em programas de monitorização ao nível de parâmetros físicos, químicos e biológicos, é muito mais importante e premente, ainda mais se estas albufeiras são construídas com o objectivo de produzir água para abastecimento público. A depuração das águas será cada vez mais fácil e, logo, mais barata quanto melhor for a qualidade das mesmas na origem (SANTILLANA, 1986a).

O Dec. Lei nº 45/94, que regula o processo de planeamento de recursos hídricos e a elaboração e aprovação dos planos de recursos hídricos, quer seja o Plano Nacional de Água (PNA), quer sejam os Planos de Bacia Hidrográfica (PBH), refere-se à necessidade de existirem programas de monitorização no ponto 2 do artigo 2º, quando indica que o planeamento de recursos hídricos tem por objectivos a valorização, a protecção e a gestão equilibrada dos recursos hídricos nacionais, assegurando a sua harmonização com o desenvolvimento regional e sectorial através da economia do seu emprego e racionalização dos seus usos (ver anexo I). Também o Dec. Lei 236/98 se refere à importância destes programas no ponto 2 do art. 5º, quando estabelece que deve ocorrer a necessária protecção e melhoria da qualidade das águas doces superficiais que sejam utilizadas ou

estejam destinadas a serem utilizadas, após tratamento adequado, para a produção de água para consumo humano (ver anexo II).

No sentido de perspectivar a forma como pode decorrer a evolução do estado trófico e, logo, da qualidade da água de albufeiras, lagos e rios, podem e devem ser utilizados programas de monitorização. Como exemplo podemos referir o trabalho elaborado para o Instituto Nacional da Água (INAG) pelo consórcio HIDRORUMO/HIDRO 4/PROCESL/PROSISTEMAS, no âmbito do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Douro (PBH Douro). Neste trabalho elaborou-se uma síntese da situação actual (ano de 1998) e, no sentido de perspectivar a evolução da qualidade da água (neste caso dos principais troços fluviais da área do PBH Douro), face a variações previsíveis das cargas de poluição afluentes, fizeram-se simulações com cenários alternativos por aplicação de um modelo matemático calibrado pelo INAG (QUAL2E, versão 3.0, EPA/600/3-87/007 de Junho de 1987, da USEPA). Com este programa de monitorização foi possível determinar as principais linhas de acção a desenvolver no que se refere ao controlo, valorização, protecção e melhoria da qualidade das águas superficiais, o que vem de acordo com os Dec. Lei anteriormente referidos.

1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ECOSISTEMA ESTUDADO

Este trabalho foi realizado na albufeira do Rio Sôrdo, que se localiza na secção à cota 485 m do leito do rio do mesmo nome, um afluente da margem direita do Rio Corgo, que é por sua vez um afluente do Rio Douro.

O Rio Sôrdo nasce na serra do Marão, às cotas elevadas das suas cumeadas – acima dos 1 300 m de altitude – e a sua bacia superior desenvolve-se pelos seus contrafortes até cerca das cotas 800 m apresentando neste trecho declives da ordem dos 20% e vales estreitos de encostas escarpadas. A partir da cota 750 m desenvolve-se no sentido W – E e, até cerca da cota 680 m, o rio corre numa extensa planície de áreas pantanosas, sob um suave declive de cerca de 1,1 %. O vale começa então a estreitar e o declive do leito a aumentar para cerca de 3,3 % até à cota 550 m. O trecho do rio entre as cotas 550 m e 200 m desenvolve-se num vale sinuoso e estreito, de margens abruptas e declive médio elevado, cerca de 20 %. A partir da cota 200 m até à sua confluência com o Rio Corgo, cerca da cota 175 m, o vale alarga sensivelmente e diminui a inclinação do seu leito.

O Rio Sôrdo domina uma bacia hidrográfica de cerca de 48 Km². Esta bacia desenvolve-se desde as encostas Norte da Serra do Marão até à confluência com o Rio Corgo, com orientação

predominantemente NW – SE. A área drenada por esta bacia é de 50,2 km². O perímetro da bacia hidrográfica é de 41,3 km e o índice de compacidade (de Gravelius) respectivo é de 1,63, valor característico de uma bacia pouco recortada. Esta bacia abrange as freguesias de Torguêda e Parada de Cunhos, do Concelho de Vila Real, e a freguesia da Cumieira, do Concelho de Santa Marta de Penaguião.

Sobre a curva hipsométrica, podemos referir que cerca da 15 km² da bacia está situada acima da cota 900 m, enquanto que entre esta cota e a cota 700 m se situa cerca de 25 km² da sua área.

No que diz respeito ao relevo, este é bastante ecentuado, sendo de 779 m a altitude média e de 5,6 % o declive médio. O coeficiente orográfico é igual a 1 611 m²/km², para uma altura média de 284 m .

Sobre a Geomorfologia, a bacia hidrográfica pode caracterizar-se como tendo no seu centro uma área extensa, bastante plana, cerca da cota 700 m, da qual se levantam encostas declinosas até às cumeadas da serra, acima da cota 1 300 m. Para jusante as cotas de cumeada diminuem, a bacia hidrográfica estreita-se ao longo do rio, este corre encaixado e sob um acentuado aumento do declive do seu leito.

Relativamente à rede hidrográfica, pode referir-se que a bacia é bem drenada, sendo de 186 km o comprimento total da rede de drenagem, a que corresponde um coeficiente de drenagem de 3,71 km/km². O Rio Sôrdo resulta da convergência, próximo de Campeã (trecho mais suave da planície central da bacia hidrográfica), de três linhas de água: a ribeira de Azevinheiro, a ribeira de Vila Cova e a ribeira de Boucinhas, das quais a principal é a ribeira de Vila Cova. A linha principal da rede hidrográfica tem um comprimento de 22,4 km, sendo de 16,7 km até ao local da albufeira.

Sobre o clima, respeitante ao período entre 1961 e 1990 (dados do Instituto Nacional de Meteorologia, Estação de Vila Real) pode referir-se que a temperatura média foi de 13,35 °C, a insolação média total de 2 392,0 horas e a precipitação média total de 1 111,5 mm.

Relativamente aos solos, à sua capacidade de uso e ocupação, pode referir-se que estes são, de um modo geral, pouco permeáveis, o que origina escoamento elevado. O solo, nas zonas atravessadas pelo Rio Sôrdo, tem, essencialmente, uma utilização agrícola. Predominam as culturas de regadio intensivo, associadas a pastagens de lameiros periodicamente húmidos, principalmente no vale da Campeã.

Finalmente sobre a população (por freguesias), pode referir-se que existem aglomerados populacionais de 180 até 2 211 habitantes. Destacamos a população da freguesia de Vila Cova (com 418 habitantes) que o curso do Rio Sôrdo atravessa.

A albufeira em estudo situa-se a 8 km da cidade de Vila Real (figura 1), no limite entre as freguesias de Torguêda, Concelho de Vila Real, e da Cumieira, Concelho de Santa Marta de Penaguião.

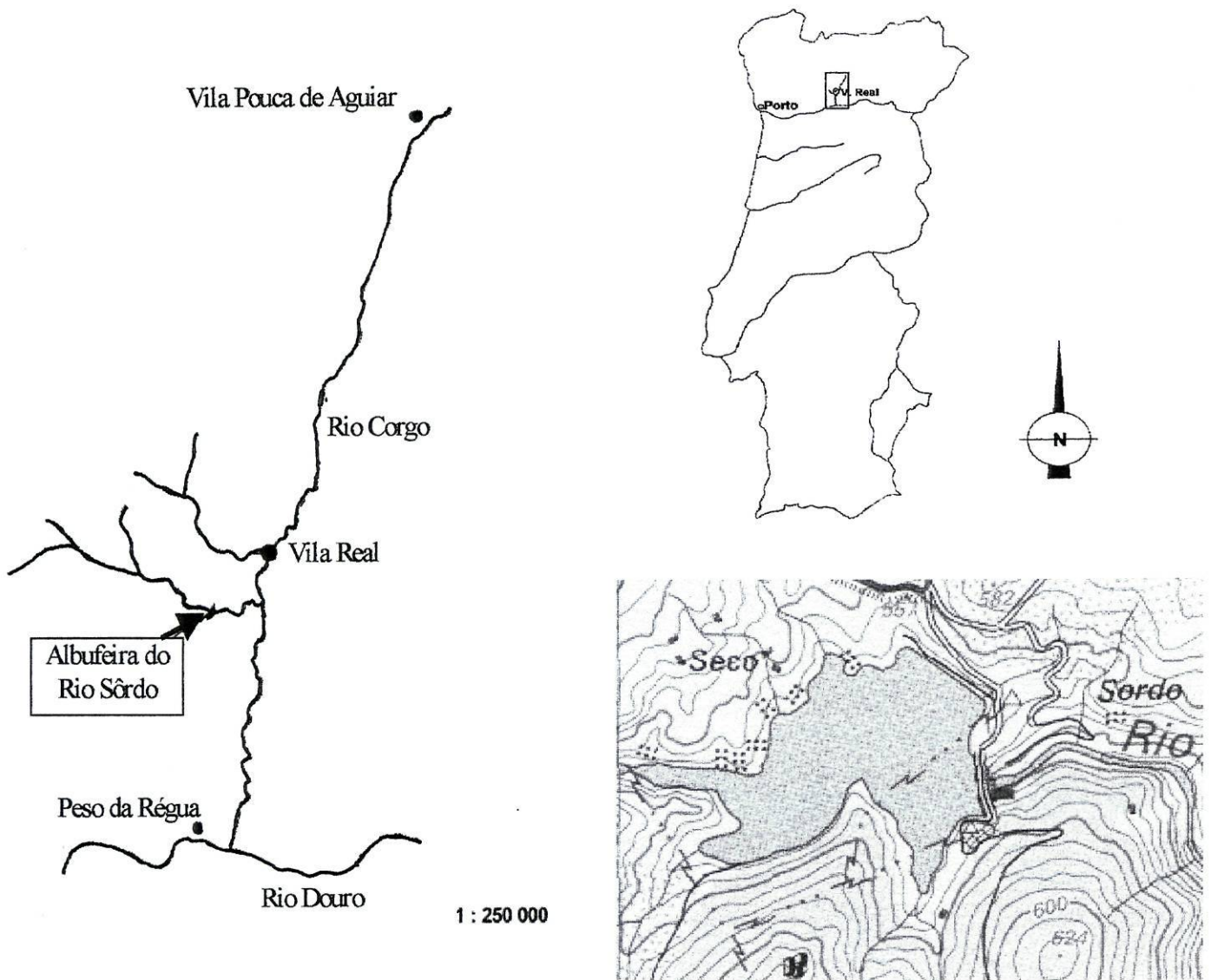


Figura 1 – Localização da albufeira do Rio Sôrdo

Esta albufeira teve o início da sua construção em 1990 e foi concluída no ano de 1996, com a finalidade de abastecimento público a vários centros populacionais dos Concelhos de Vila Real e Santa Marta de Penaguião (cerca de 76 810 habitantes no ano horizonte do projecto, 2035 – dados dos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento – SMAS - de Vila Real) e a produção de energia eléctrica. Também serve a mesma para a rega assim como, o turismo e o recreio.

A albufeira possui um volume de cerca de 1 000 000 m³, com nível de pleno armazenamento (NPA) de 522,5 m. De acordo com o tamanho e o tempo de retenção (RT = razão entre o volume e o tempo de renovação) esta pode ser classificada como sendo uma pequena albufeira de classe B (STRASKABA, 1999).

A albufeira foi, anteriormente a este estudo, classificada pelo Instituto Nacional da Água (INAG), ao nível da qualidade da água, entre os anos de 1995 e 1999, com base num sistema de classificação proposto pelo próprio INAG (ver anexo III) na qual esta foi indicada como pertencente à classe B (em 1995), à classe C (em 1996, 1998 e 1999) e à classe D (em 1997) (ver anexo IV).

Também ocorreu, por parte deste Instituto, uma classificação da qualidade da água com base no Dec. Lei 236/98, tendo esta variado entre a classe A₁ (nos anos de 1995, 1996 e 1997) e A₂ (nos anos de 1998 e 1999) (ver anexo V).

Verifica-se também, pelos dados do INAG, que esta albufeira não apresenta Plano de Ordenamento de Albufeira (POA). Este plano define as regras para a utilização correcta e ordenada do Plano de Água e Margens (ver anexo VI).

1.3 OBJECTIVOS

Com este trabalho pretendeu-se avaliar o estado trófico da albufeira do Rio Sôrdo através da análise espacial e temporal de parâmetros físicos, químicos e biológicos, factor essencial para uma gestão, à posteriori, da qualidade da água. Também, baseados nos resultados, pretendeu-se elaborar um protocolo experimental para ser utilizado por alunos do Ensino Secundário, para que, através de análises simples, estes consigam verificar a qualidade da água em ecossistemas dulciaquícolas utilizados, principalmente, para produção de água para consumo humano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAIS DE AMOSTRAGEM

Foram seleccionados dois pontos de amostragem na albufeira do rio Sôrdo: um no Centro (C) e outro na Margem (M) (figura 2). Em ambos os locais foram feitas colheitas a várias profundidades:

Centro:	
Profundidades (m)	0
	0,5
	1
	5
	10
	Fundo

Margem:	
Profundidades (m)	0
	0,5
	1
	5
	Fundo

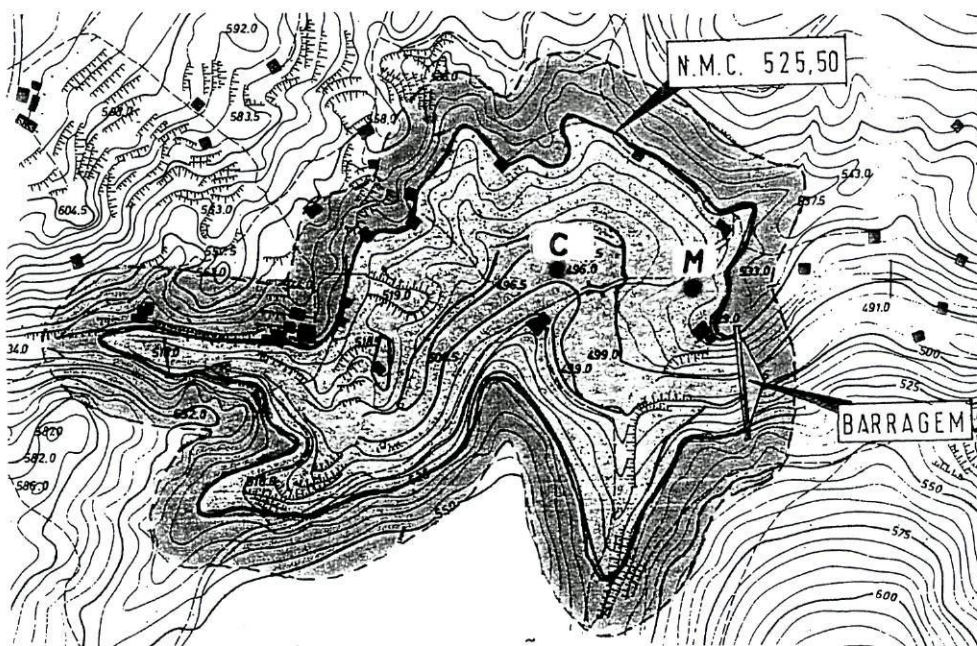


Figura 2 – Localização dos pontos de amostragem

2.2 PLANO DE COLHEITAS

Neste trabalho fizeram-se colheitas de água, desde Novembro de 1999 até Agosto de 2000. Por dificuldades de acesso à albufeira não foi possível efectuar colheitas em Julho e Setembro. Apesar disto, conseguiu-se ter uma visão sazonal das características ecológicas da albufeira, abrangendo-se o período de Verão, que é considerado como a imagem do aspecto trófico de ecossistemas lênticos e semi-lênticos. Isto pode ser verificado através do cálculo do índice trófico, como se indica posteriormente (BRANCO *et al.*, 1992).

2.3 ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM

A água foi recolhida às várias profundidades, com uma Garrafa de Ruttner, e colocada em frascos de polietileno de 2 litros. Para a determinação de iões amónia, recolheram-se 100 ml de água directamente para um frasco de vidro (castanho escuro).

2.4 METODOLOGIA

2.4.1 PARÂMETROS FÍSICOS

2.4.1.1 PROFUNDIDADE/TRANSPARÊNCIA

A profundidade da albufeira foi verificada, quer no Centro quer na Margem, através do uso de uma carta fornecida pelos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Vila Real (SMAS de Vila Real) (figura 2). Em todas as colheitas foi determinada a profundidade dos pontos de amostragem através de um cabo calibrado.

A transparência foi determinada a partir da medição da profundidade de visão do disco de Secchi.

2.4.1.2 TEMPERATURA AMBIENTE/HUMIDADE RELATIVA/INSOLAÇÃO/PRECIPITAÇÃO

A temperatura do ar foi determinada, *in situ*, através de um termómetro de mercúrio.

Os valores médios da humidade relativa, insolação e precipitação do período de amostragem foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – Estação de Vila Real.

2.4.1.3 CONDUTIVIDADE

A condutividade foi medida “*in situ*” com um aparelho STC 33 da YSI Incorporated, Yellow Springs, Ohio 45387 USA.

2.4.1.4 PH

O valor de pH foi obtido “*in situ*” utilizando um medidor WTW, modelo 91 da Metrohm LTd. CH. 9100 Heisau Switzerland.

2.4.2 PARÂMETROS QUÍMICOS

Na tabela 1 encontram-se representadas as metodologias utilizadas, assim como as referências bibliográficas consultadas, para cada um dos parâmetros.

Tabela 1 – Descrição dos parâmetros químicos estudados, metodologias aplicadas e referências bibliográficas consultadas (adaptado de Pereira, 1998)

PARÂMETRO	METODOLOGIA	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA
Temperatura da Água/Oxigênio Dissolvido	Oxímetro portátil modelo 58 da YSI Incorporated, Yellow Springs, Ohio 45387 USA.	-----
Carência Bioquímica de Oxigênio (CBO ₅)	Titulação pelo método de WINKLER	APHA (1992)
Nitritos	Espectrofotometria visível	APHA (1992)
Nitratos	Espectrofotometria visível	APHA (1992)
Amónia	Espectrofotometria visível	KOROLEFF (1970)
Fosfatos	Espectrofotometria visível	APHA (1992)
Fósforo total	Espectrofotometria visível	APHA (1992)

2.4.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

2.4.3.1 PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS

A determinação dos pigmentos fotossintéticos foi realizada, após a colheita, filtrando-se 1 l de água, usando um filtro de fibra de vidro WHATMAN GF/C, de 4,7 cm de diâmetro, através de um equipamento de filtragem sobre pressão (Millipore). O doseamento de pigmentos realizou-se por espectrofotometria de absorção molecular com acidificação com HCl 1 N de acordo com STRICKLAND & PARSONS (1972), depois da sua extracção com acetona a 90 %. Os valores destes pigmentos foram calculados com base nas equações propostas por LORENZEN (1967). Assim:

$$\text{Clorofila "a"} \text{ (mg/m}^3\text{)} = 26,7 * (665a - 665b) * v / (V * l)$$

$$\text{Feopigmentos (mg/m}^3\text{)} = 26,7 * [(1,7 * 665b) - 665a] * v / (V * l)$$

665a – valor da densidade óptica antes da acidificação

665b – valor da densidade óptica depois da acidificação

v – volume de acetona utilizado (10 ml)

V – volume da amostra filtrada (l)

l – percurso óptico

A determinação da concentração de feopigmentos, resultantes da degradação da clorofila “a”, dá uma indicação do estado fisiológico das células. A determinação de ambos os pigmentos permite um cálculo mais rigoroso do pigmento clorofilino (MAGALHÃES, 2001).

2.5.ÍNDICE DO ESTADO TRÓFICO SEGUNDO CARLSON (1977)

A determinação deste índice foi feita com base nos valores obtidos da profundidade de visão do disco de Sechi, clorofila “a” e fósforo total, com uso das seguintes fórmulas:

$$TSI Ds = 60 - 14,41 \ln Ds$$

$$TSI Cl a = 9,81 \ln [cl a] + 30,6$$

$$TSI Pt = 14,42 \ln [Pt] + 4,15$$

em que:

[cl a] \Rightarrow concentração da clorofila “a” à superfície (mg/m^3)

[Pt] \Rightarrow concentração do fósforo total à superfície (mg/m^3)

Ds \Rightarrow valor da profundidade de visão do disco de Sechi

As tabelas seguintes (de 2 a 7) foram utilizadas para determinar o grau de trofia do sistema em estudo.

Tabela 2 – Relação geral da produtividade de uma albufeira com a quantidade média de azoto inorgânico no epilimnio, segundo VOLLENWEIDER (1968) *in* WETZEL (1993)

Nível geral de produtividade da albufeira	N inorgânico (mg/l)
Ultra-oligotrófico	< 0,2
Oligo-mesotrófico	0,2 – 0,4
Meso-eutrófico	0,3 – 0,65
Eutrófico	0,5 – 1,5
Hipereutrófico	> 1,5

Tabela 3 – Relação geral da produtividade de uma albufeira com a quantidade média de fósforo total no epilimnio, segundo VOLLENWEIDER (1968) *in* WETZEL (1993)

Nível geral de produtividade da albufeira	Fósforo total (mg/l)
Ultra-oligotrófico	< 0,005
Oligo-mesotrófico	0,005 – 0,01
Meso-eutrófico	0,01 – 0,03
Eutrófico	0,03 – 0,1
Hipereutrófico	> 0,1

Tabela 4 – Valores de profundidade de visão do disco de Sechi (Ds), clorofila “a” e fósforo total correspondente ao índice do estado trófico de CARLSON (1977)

TSI	Ds	Clorofila “a” (mg/m ³)	Fósforo total (mg/m ³)
0	64	1	0.04
10	32	2	0,12
20	16	4	0,34
30	8	8	0,94
40	4	16	2,6
50	2	32	6,4
60	1	65	20
70	0,5	130	56
80	0,25	260	154
90	0,12	519	427
100	0,062	1 032	1 183

Tabela 5 – Valores entre Eutrofização Moderada (EM) e Eutrofização Avançada (EA) (MARGALEF, 1975; 1983)

Parâmetros	Limite entre EM e EA
Concentração de clorofila “a”	5 mg/m ³
Concentração de fósforo (15 mg/m ³)	0,5 µM/l
Concentração de nitratos (140 mg/m ³)	10 µM/l
Profundidade de visão do disco de Sechi	3 m

Tabela 6 – Indicadores fitoplantônicos do grau de eutrofização (segundo C.I. WEBER, EPA, USA, citado por LANDNER, OMS, 1976) (retirada de OTRIZ, 1986)

Parâmetros	Grau de eutrofia		
	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico
Clorofila “a” máxima (eufótica) (mg/m ³)	3	3 – 20	20
Número de células/ml	2 000	2 000 – 15 000	15 000

Tabela 7 - Classificação do grau de eutrofia de lagos e albufeiras, segundo a OCDE (1980)

Grau de eutrofia	Clorofila “a” (mg/m ³)	Profundidade de visão do disco de Secchi (m)	Fósforo (mg/m ³)
Ultra-oligotrófico	≤ 1,0	≥ 12,0	≤ 4,0
Oligotrófico	1,0 – 2,5	12,0 – 6,0	4,0 – 10,0
Mesotrófico	2,5 – 8,0	6,0 – 3,0	10,0 – 35,0
Eutrófico	8,0 – 25,0	3,0 – 1,5	35,0 – 100,0
Hipereutrófico	> 25,0	< 1,5	> 100,0

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação e discussão dos resultados será feita de acordo com a estratégia de amostragem.

Assim, será feita uma apresentação dos resultados ao longo do período de amostragem, com respectivos valores mínimos, máximos, médios e desvios padrão, e a correspondente variação espacial dos resultados, ao longo da coluna de água, em cada colheita. Por outro lado, os resultados serão também apresentados ao nível das épocas do ano (Outono – colheitas de Novembro e Dezembro; Inverno – colheitas de Janeiro e Fevereiro; Primavera – colheitas de Março, Abril e Maio; Verão – colheitas de Junho e Agosto), com os respectivos valores mínimos, máximos e médios em cada uma destas épocas, com a correspondente variação espacial, ao longo da coluna de água, dos valores médios de cada época.

A discussão dos resultados será feita de acordo com a apresentação dos mesmos, ao nível do Centro e da Margem, em relação à coluna de água de cada colheita e/ou época do ano.

As tabelas que não estejam referidas nos resultados e discussão podem ser visualizadas no anexo VII.

No anexo VIII estão colocados as tabelas gerais, com o registo dos valores mínimos, máximos e médios de cada parâmetro e de cada época do ano, ao longo da coluna de água e as tabelas anuais, que registam os valores médios de cada época do ano, ao longo da coluna de água, quer do Centro quer da Margem.

3.1 VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS PARÂMETROS FÍSICOS

3.1.1 COLUNA DE ÁGUA E TRANSPARÊNCIA

Nas tabelas 8 e 9 encontram-se registados os valores da profundidade e da transparência. As figuras 3 e 4 traduzem a variação temporal dos valores da profundidade e da transparência.

Tabela 8 – Valores da profundidade (m) e da transparência (m) em cada colheita, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro

		CENTRO									Mín.	Máx.	Méd.	SD
		NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.				
Profundidade (m)		26,0	22,0	25,0	23,0	24,0	24,0	24,0	23,0	25,0	22,0	26,0	24,0	1,2
Disco Sechi (m)		2,5	2,5	2,6	2,8	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,8	2,4	0,3

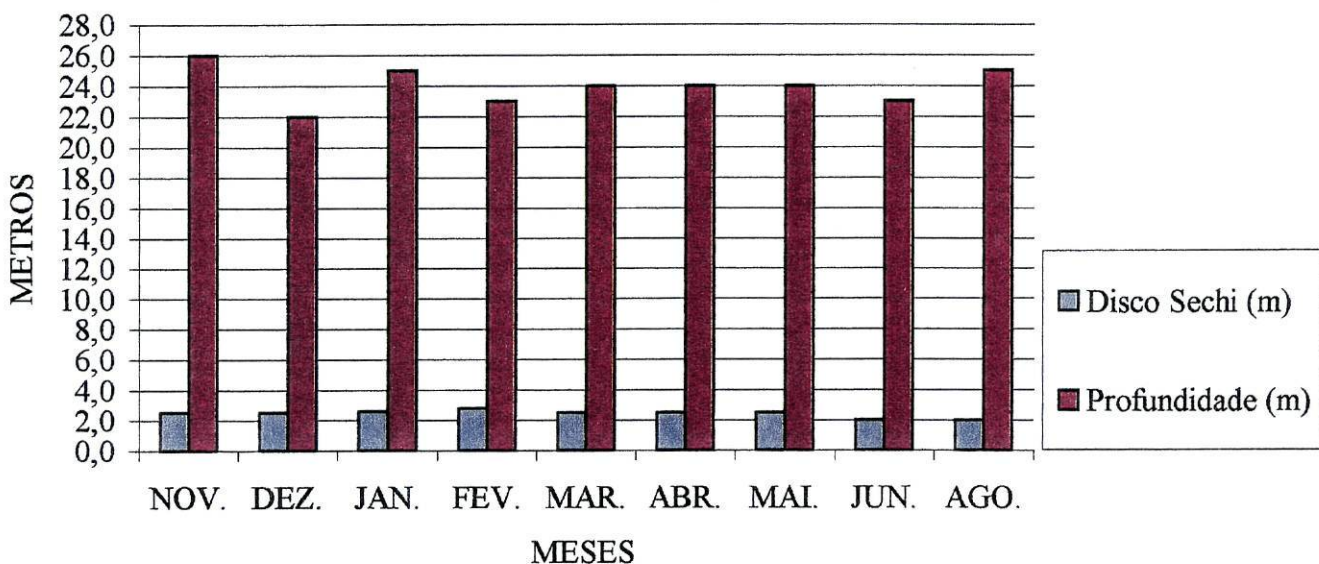


Figura 3 – Variação temporal da profundidade (m) e da transparência (m) do Centro

Tabela 9 – Valores da profundidade (m) e da transparência (m) em cada colheita, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), na Margem

		MARGEM									Mín.	Máx.	Méd.	SD
		NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.				
Profundidade (m)		8,0	12,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,0	11,0	8,0	12,0	10,0	1,2
Disco Sechi (m)		2,5	2,5	2,6	2,8	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,8	2,4	0,3

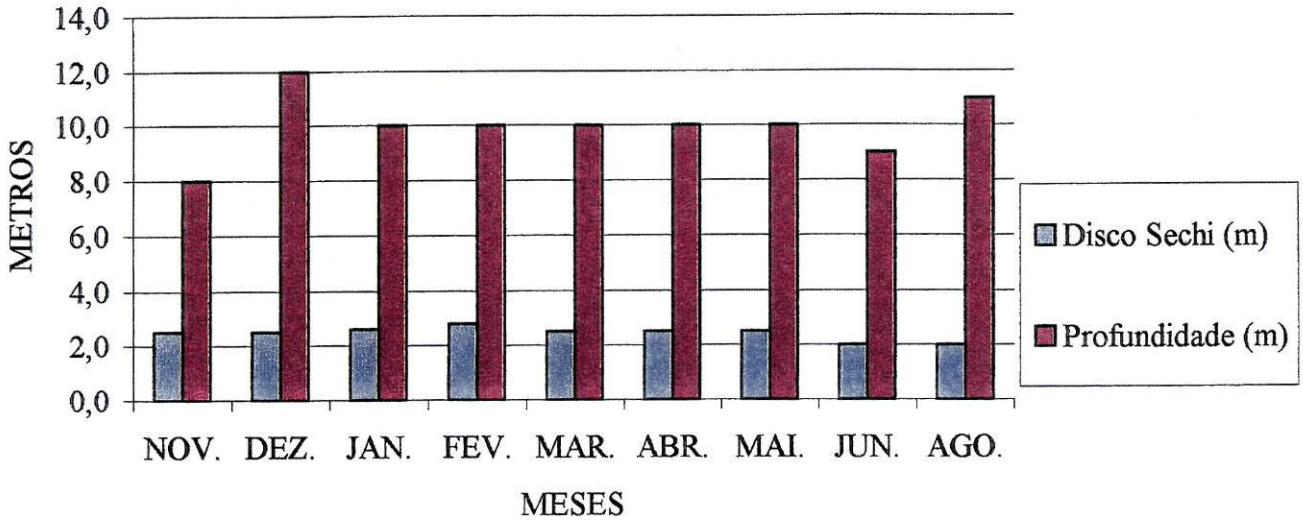


Figura 4 – Variação temporal da profundidade (m) e da transparência (m) na Margem

Pode verificar-se que os valores de profundidade variaram entre os 26,0 e 22,0 metros, e a média foi de 24,0 metros ($\pm 1,2$) no Centro (tabela 8), e entre os 8,0 e 12,0 metros, com uma média de 10,0 metros ($\pm 1,2$) na Margem (tabela 9).

Em relação à transparência os valores foram iguais nos dois pontos de amostragem (Centro e Margem). Os valores variaram entre um máximo de 2,8 metros, obtido em Fevereiro, e um mínimo de 2,0 metros obtido em Junho e Agosto. A média obtida foi de 2,4 metros ($\pm 0,3$) (tabelas 8 e 9).

Os valores da transparência aumentaram até Fevereiro, diminuindo até ao mês de Agosto, quer no Centro quer na Margem (figuras 3 e 4).

Com base no valor médio da profundidade de visão do disco de Secchi e segundo as classificações de MARGALEF (1975 ; 1983) e da OCDE (1980) podemos considerar que a albufeira em estudo apresenta características com tendência para a eutrofia.

3.1.2 TEMPERATURA AMBIENTE/HUMIDADE RELATIVA/INSOLAÇÃO /PRECIPITAÇÃO

Na tabela 10 estão indicados os valores de temperatura ambiente, medida no local, bem como os valores médios mensais da humidade relativa, insolação e precipitação.

Tabela 10 – Valores da temperatura ambiente (°C), valores médios mensais da humidade relativa (%), insolação (nº de horas) e precipitação (mm)

COLHEITA	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMIDADE RELATIVA (%)	INSOLAÇÃO (nº horas)	PRECIPITAÇÃO (mm)
NOVEMBRO 1999	16,9	76	6,2	0,6
DEZEMBRO 1999	11,0	89	2,3	5,5
JANEIRO 2000	7,4	84	5,4	0,5
FEVEREIRO 200	7,6	84	5,5	0,9
MARÇO 2000	6,9	65	7,5	0,4
ABRIL 2000	12,0	83	3,1	8,9
MAIO 2000	13,2	80	7,0	2,8
JUNHO 2000	20,0	58	11,4	0,2
AGOSTO 2000	26,0	56	11,1	0,3

Pela análise da tabela 10 pode verificar-se que o valor mais baixo de temperatura foi obtido no mês de Março (6,9 °C) e o maior em Agosto (26,0 °C). Os valores médios mensais da humidade relativa foram maiores nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro e menores nos meses de Junho e Agosto. Os valores médios de insolação foram maiores em Junho e Agosto e no mês de Dezembro atingiu-se o menor valor. Os valores de precipitação foram menores em Junho e Agosto e o maior valor ocorreu em Abril.

3.1.3 pH

Nas tabelas 11 e 12 encontram-se registados os valores de pH. As figuras 5 e 6 traduzem a variação dos valores de pH.

Tabela 11 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) do pH de cada época do ano ao longo da coluna de água, do Centro

CENTRO

Profundidade (m)	pH											
	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	7,34	7,85	7,60	6,42	6,80	6,61	6,60	6,90	6,75	6,70	6,80	6,75
0,5	7,50	7,86	7,68	6,70	6,91	6,81	6,60	6,90	6,75	6,70	6,80	6,75
1	7,84	7,89	7,87	6,70	6,86	6,78	6,70	6,90	6,80	6,70	6,80	6,75
5	7,06	7,68	7,37	6,80	6,98	6,89	6,60	6,90	6,75	6,60	6,70	6,65
10	7,78	7,81	7,80	6,79	6,90	6,85	6,50	6,80	6,65	6,50	6,60	6,55
24	7,65	7,73	7,69	6,50	6,80	6,65	6,40	6,70	6,55	6,50	6,60	6,55

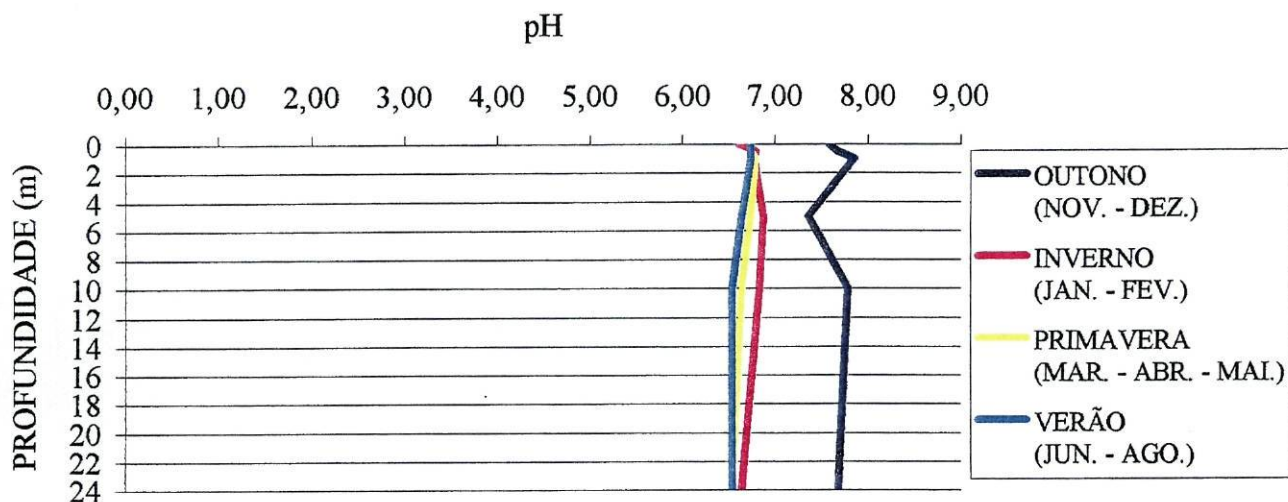


Figura 5 – Variação dos valores médios de pH, ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

Tabela 12 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) do pH de cada época do ano ao longo da coluna de água, no Centro

MARGEM												
pH												
ÉPOCAS DO ANO												
Profundidade (m)	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	7,44	7,50	7,47	6,88	7,80	7,34	6,10	7,00	6,55	7,00	7,00	7,00
0,5	7,43	7,60	7,52	6,79	7,80	7,30	6,10	7,00	6,55	7,00	7,00	7,00
1	7,45	7,70	7,58	6,76	7,90	7,33	6,60	7,10	6,85	7,10	7,30	7,20
5	7,44	7,80	7,62	6,70	7,90	7,30	6,70	6,90	6,80	7,00	7,20	7,10
10	7,44	7,50	7,47	6,70	7,80	7,25	6,20	6,90	6,55	7,00	7,10	7,05

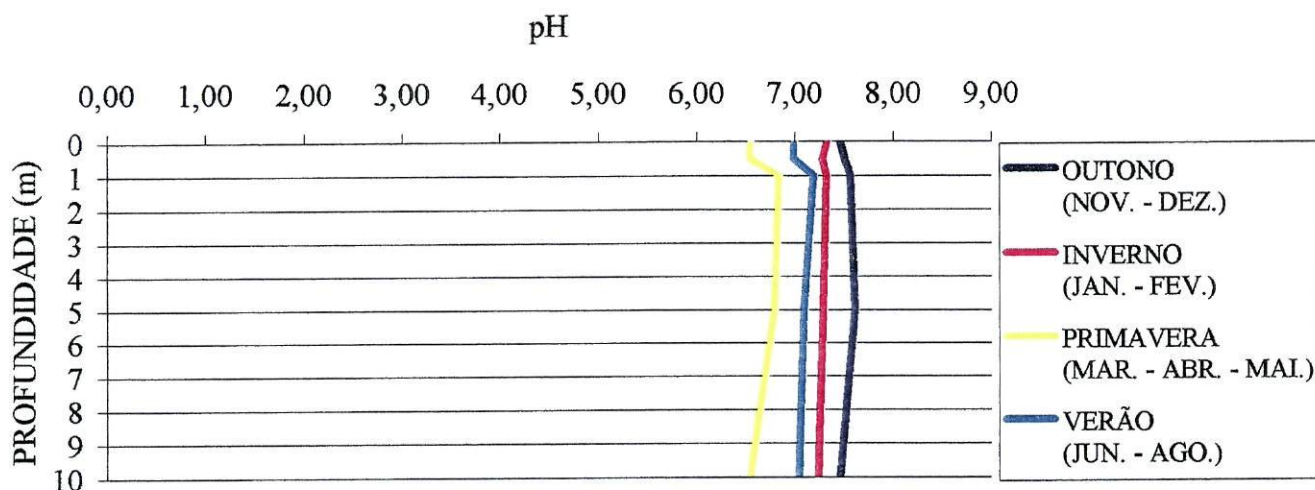


Figura 6 – Variação dos valores médios de pH, ao longo da coluna de água, de cada época do ano, da Margem

A variação vertical do pH faz-se, em geral, segundo um padrão aproximadamente inverso do CO₂. As distribuições verticais do CO₂ e do pH são grandemente influenciadas por reacções em que os seres vivos são intermediários. As mais evidentes são a utilização do CO₂ pela fotossíntese na zona trofógena, que tende a reduzir o conteúdo de CO₂ e a aumentar o pH, e a formação de CO₂ na respiração celular por toda a coluna de água e nos sedimentos, que tende a fazer diminuir o pH (WETZEL, 1993). De um modo geral os valores de pH mantiveram-se constantes ao longo da coluna de água no Centro e na Margem, com excepção para uma flutuação que ocorreu no Centro e no Outono entre os 0,5 e os 10 metros de profundidade (tabelas 11 e 12), o que talvez tenha ocorrido devido às actividades de fotossíntese e respiração celular não terem sido muito intensas. Pode verificar-se que, quer no Centro quer na Margem, se obtiveram valores de pH mais elevados no Outono e menores na Primavera e no Verão. Por outro lado obtiveram-se valores maiores entre a

profundidade de 1 metro e os 5 metros (figuras 5 e 6). Assim a actividade fotossintética terá sido, em princípio, maior no Outono e mais intensa entre 1 e 5 metros de profundidade.

3.1.4 CONDUTIVIDADE

Os valores da condutividade encontram-se registados nas tabelas 13 e 14.

Tabela 13 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) da condutividade ($\mu\text{mhos/cm}$) de cada época do ano ao longo da coluna de água, do Centro

CENTRO												
CONDUTIVIDADE ($\mu\text{mhos/cm}$)												
ÉPOCAS DO ANO												
Profundidade (m)	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
0,5	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
1	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
5	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
10	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 14 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) da condutividade ($\mu\text{mhos/cm}$) de cada época do ano ao longo da coluna de água, da Margem

MARGEM												
CONDUTIVIDADE ($\mu\text{mhos/cm}$)												
ÉPOCAS DO ANO												
Profundidade (m)	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
10	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
1	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
5	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
10	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

A análise da tabela 13 permite referir que, no Centro, os valores médios de condutividade foram uniformes, 10 μ nhos/cm, em todas as épocas do ano até à profundidade de 5 metros. A partir desta profundidade o Inverno e a Primavera apresentaram o mesmo valor aos 10 metros. Aos 24 metros os valores obtidos foram nulos em todas as épocas.

Na Margem o valor médio de 10 μ nhos/cm ocorreu ao longo de toda a coluna de água em todas as épocas do ano (tabela 14).

3.2 VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS PARÂMETROS QUÍMICOS

3.2.1 TEMPERATURA DA ÁGUA

As tabelas 15, 16 e 17, 18 registam os valores anuais e sazonais da temperatura da água, respectivamente, e permitiram a elaboração dos gráficos das figuras 7, 18, 9 e 10.

Tabela 15 – Valores da temperatura da água (°C) de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro

CENTRO

TEMPERATURA DA ÁGUA (°C)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	16,80	10,00	7,20	7,40	6,60	11,80	12,90	19,00	24,70	6,60	24,70	15,65	6,16
0,5	16,90	9,90	7,20	7,40	6,60	11,80	12,50	19,00	23,40	6,60	23,40	15,00	5,87
1	16,70	9,90	7,20	7,20	6,40	11,90	11,90	15,90	23,10	6,40	23,10	14,75	5,50
5	15,70	9,80	7,20	7,00	6,10	11,00	11,50	15,90	22,10	6,10	22,10	14,10	5,24
10	15,70	9,70	7,10	7,00	5,60	10,00	11,30	14,40	15,90	5,60	15,90	10,75	3,88
24	11,80	8,90	7,00	6,90	5,80	8,20	9,80	12,60	14,50	5,80	14,50	10,15	2,93

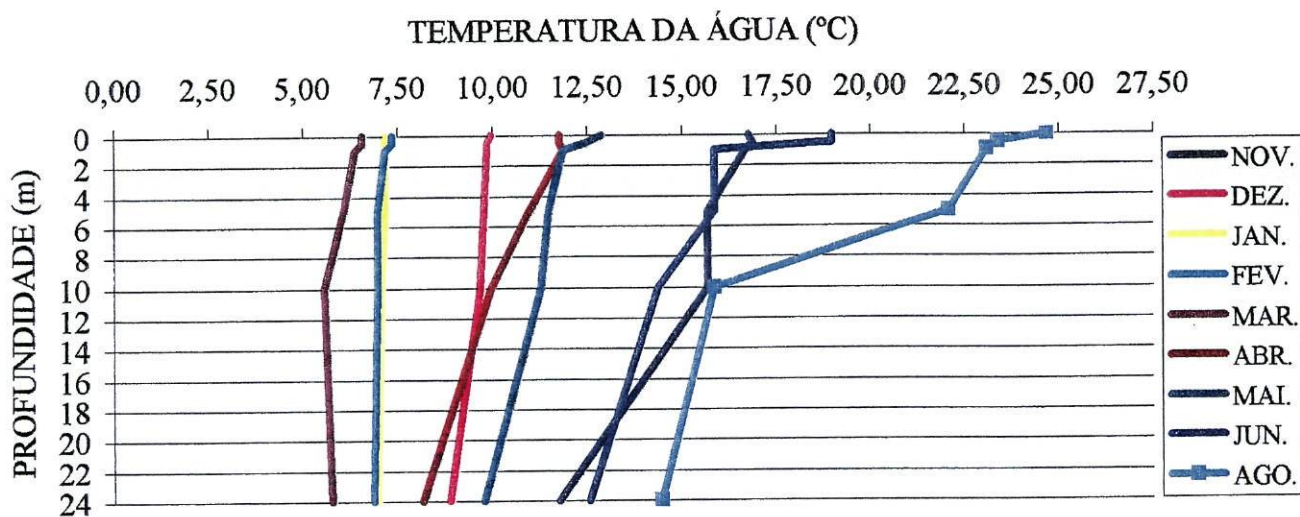


Figura 7 – Variação dos valores da temperatura da água (°C), ao longo da coluna de água, de cada colheita, do Centro

Tabela 16 – Valores da temperatura da água (°C) de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), da Margem

MARGEM

TEMPERATURA DA ÁGUA (°C)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	16,80	10,00	7,20	7,40	6,60	11,80	12,90	19,00	24,70	6,60	24,70	15,65	6,16
0,5	16,90	9,90	7,20	7,40	6,60	11,80	12,50	19,00	23,40	6,60	23,40	15,00	5,87
1	16,70	9,90	7,20	7,20	6,40	11,90	11,90	15,90	23,10	6,40	23,10	14,75	5,50
5	15,70	9,80	7,20	7,00	6,10	11,00	11,50	15,90	22,10	6,10	22,10	14,10	5,24
10	15,70	9,70	7,10	7,00	5,60	10,00	11,30	14,40	15,90	5,60	15,90	10,75	3,88

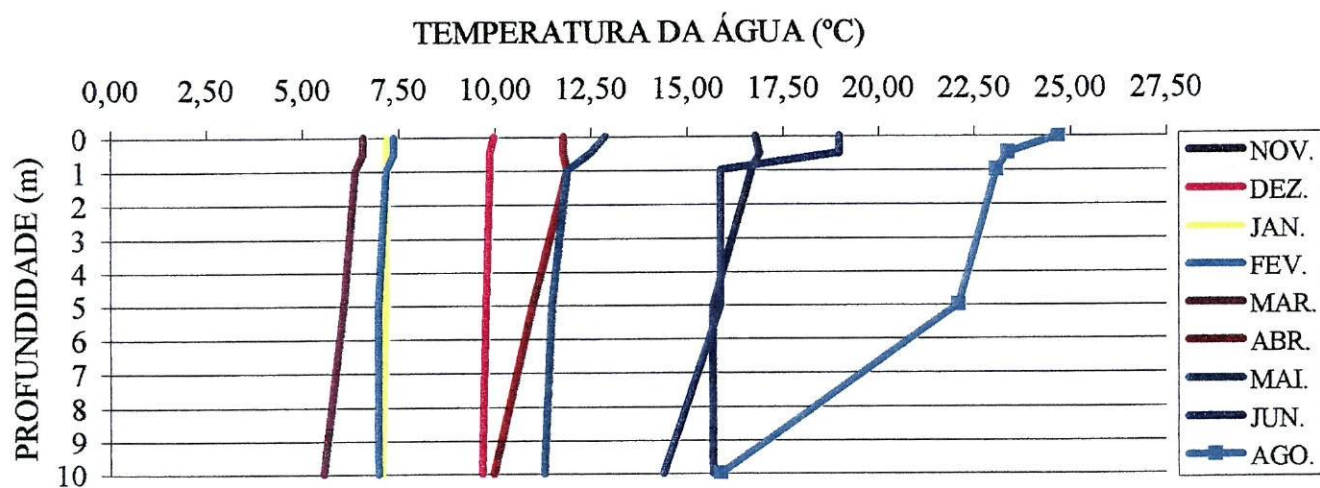


Figura 8 – Variação dos valores da temperatura da água (°C), ao longo da coluna de água, de cada colheita, da Margem

Podemos verificar que os valores da temperatura da água, à superfície, oscilaram entre um valor de 6,6 °C, obtido em Março, e um valor de 24,7 °C, obtido em Agosto. Estes valores foram iguais no Centro e na Margem. A média obtida foi de 15,65 °C, ($\pm 6,16$) quer no Centro quer na Margem (tabelas 15 e 16).

Ao longo da coluna de água, no Centro e na Margem, o valor máximo correspondeu a 24,7 °C, obtido à superfície e no mês de Agosto e o valor mínimo obtido foi de 5,6 °C, obtido à profundidade de 10 metros e no mês de Março (tabelas 15 e 16).

No Centro as médias oscilaram entre 15,65 °C ($\pm 6,16$), valor obtido à superfície, e 10,15 °C ($\pm 2,93$), valor encontrado a 24 metros de profundidade (tabela 15). Na Margem as médias variaram entre 15,60 °C ($\pm 6,16$), valor obtido à superfície e 10,75°C ($\pm 3,88$), valor encontrado a 10 metros de profundidade (tabela 16).

De um modo geral, quer no Centro, quer na Margem os valores de temperatura da água foram diminuindo em todos os meses à medida que a profundidade aumentava (figuras 7 e 8). Em Junho e Agosto terá existido um aquecimento das águas superficiais, que se tornaram menos densas não se misturando. A partir dessa altura a coluna de água ficou dividida, sob o aspecto térmico, em três zonas, extremamente resistentes à mistura (WETZEL, 1993) A zona do metalímnio parece ter existido, em Agosto, entre os 5 e os 10 metros (figuras 7 e 8). Em Dezembro, Janeiro e Fevereiro os perfis verticais mostram que os valores da temperatura se mantiveram constantes ao longo da coluna de água (figuras 9 e 10). Este processo deveu-se, provavelmente, a um abaixamento da temperatura do ar, o que determinou uma perda de calor pela albufeira, em princípio, superior às entradas de calor por radiação solar, iniciando-se um afundamento das águas de superfície de um modo gradual até ao hipolimnio (WETZEL, 1993). O mês de Novembro foi aquele que antecedeu o período de circulação, um mês depois do observado em duas outras albufeiras Portuguesas (BARROS *et al.*, in press), mas o que está de acordo com a dinâmica de ecossistemas semi-lênticos desta região biogeográfica da Península-Ibérica (WETZEL, 1993). O mês de Maio foi aquele que antecedeu o período de estratificação.

Assim pode dizer-se que a albufeira do rio Sôrdo apresenta características típicas de uma albufeira monomítica quente, com um período de estratificação térmica no Verão e um de circulação no Inverno (RODRIGUES *et al.*, in press).

Tabela 17 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) da temperatura da água (°C), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

CENTRO

TEMPERATURA DA ÁGUA (°C)												
ÉPOCAS DO ANO												
Profundidade (m)	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	10,00	16,80	13,40	7,20	7,40	7,30	6,60	12,90	9,75	19,00	24,70	21,85
0,5	9,90	16,90	13,40	7,20	7,40	7,30	6,60	12,50	9,55	19,00	23,40	21,20
1	9,90	16,70	13,30	7,20	7,20	7,20	6,40	11,90	9,15	15,90	23,10	19,50
5	9,80	15,70	12,75	7,00	7,20	7,10	6,10	11,50	8,80	15,90	22,10	19,00
10	9,70	15,70	12,70	7,00	7,10	7,05	5,60	11,30	8,45	14,40	15,90	15,15
24	8,90	11,80	10,35	6,90	7,00	6,95	5,80	9,80	7,80	12,60	14,50	13,55

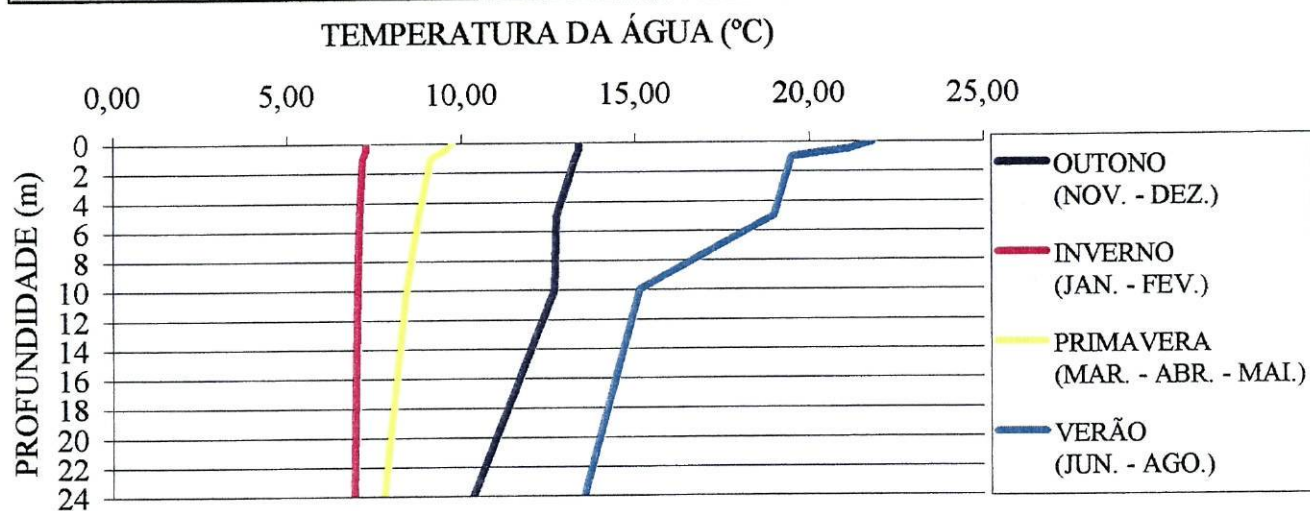


Figura 9 – Variação dos valores médios da temperatura da água (°C), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

Tabela 18 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) da temperatura da água (°C), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, da Margem

MARGEM

TEMPERATURA DA ÁGUA (°C)												
ÉPOCAS DO ANO												
Profundidade (m)	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	10,00	16,80	13,40	7,20	7,40	7,30	6,60	12,90	9,75	19,00	24,70	21,85
0,5	9,90	16,90	13,40	7,20	7,40	7,30	6,60	12,50	9,55	19,00	23,40	21,20
1	9,90	16,70	13,30	7,20	7,20	7,20	6,40	11,90	9,15	15,90	23,10	19,50
5	9,80	15,70	12,75	7,00	7,20	7,10	6,10	11,50	8,80	15,90	22,10	19,00
10	9,70	15,70	12,70	7,00	7,10	7,05	5,60	11,30	8,45	14,40	15,90	15,15

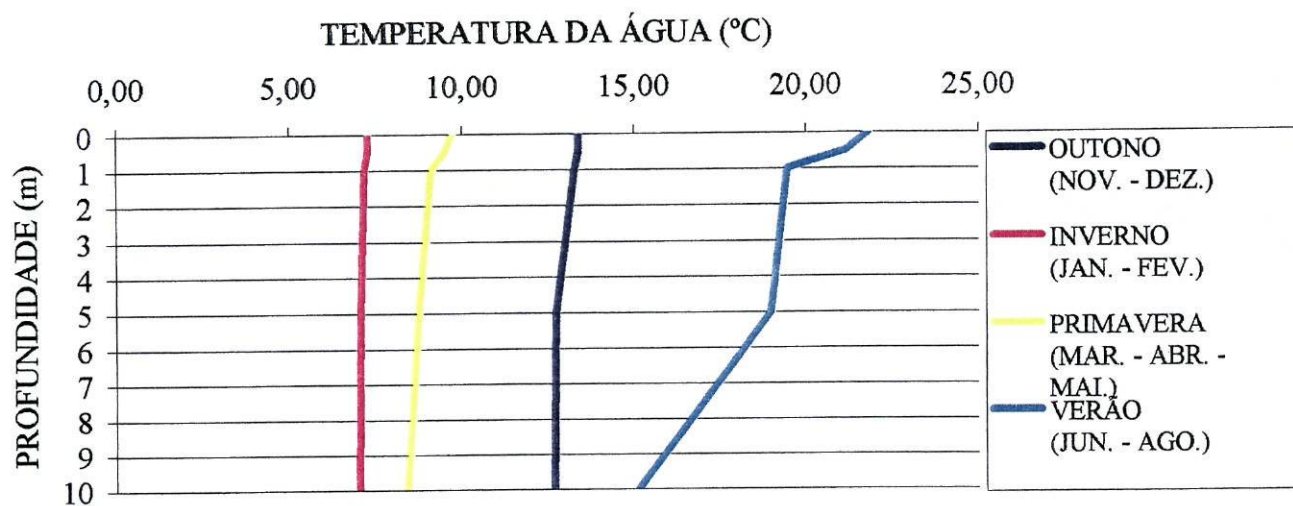


Figura 10 – Variação dos valores médios da temperatura da água (°C), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, da Margem

Quer no Centro quer na Margem, existiu em todas as épocas uma diminuição dos valores da temperatura da água com o aumento da profundidade. Esta diminuição, mais pronunciada na época de Verão, mostra que existiu estratificação térmica, tal como já foi referido anteriormente. Por outro lado, nas restantes épocas existiu uma uniformidade dos valores da temperatura ao longo da coluna de água. Esta uniformidade foi mais evidente na época de Inverno o que demonstra um período de circulação da água, tal como também já foi indicado anteriormente (figuras 9 e 10).

3.2.2 OXIGÉNIO DISSOLVIDO

Encontram-se registados nas tabelas 19, 20 e 21 e 22 os valores anuais e sazonais de oxigénio dissolvido. Os gráficos 11, 12 e 13 e 14 traduzem a variação anual e sazonal dos valores de oxigénio dissolvido.

Tabela 19 – Valores de oxigénio dissolvido (mg/l) de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro

CENTRO

OXIGÉNIO DISSOLVIDO (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	10,80	8,70	8,40	7,40	8,40	8,80	9,30	13,00	10,60	7,40	13,00	10,20	1,80
0,5	9,10	8,60	8,40	5,00	8,30	8,20	9,30	12,10	10,40	5,00	12,10	8,55	2,08
1	7,40	8,40	8,30	5,80	8,60	8,10	9,30	11,60	10,20	5,80	11,60	8,70	1,72
5	6,30	8,30	8,20	5,70	7,00	9,20	9,20	11,00	7,60	5,70	11,00	8,35	1,70
10	5,90	8,00	8,10	5,60	7,00	8,10	8,20	10,40	7,20	5,60	10,40	8,00	1,45
24	5,80	8,10	8,00	5,60	6,90	8,10	7,60	9,20	6,60	5,60	9,20	7,40	1,13

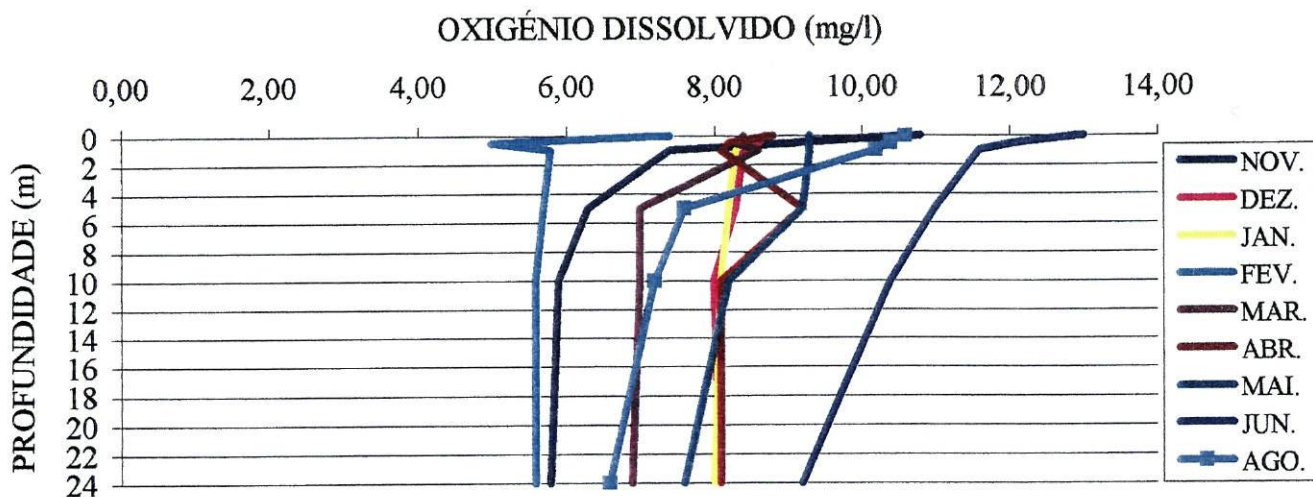


Figura 11 – Variação dos valores de oxigénio dissolvido (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada colheita, do Centro

Tabela 20 – Valores de oxigénio dissolvido de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), no Centro

MARGEM

OXIGÉNIO DISSOLVIDO (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	10,80	8,70	8,40	7,40	8,40	8,80	9,30	13,00	10,60	7,40	13,00	10,20	1,74
0,5	9,10	8,60	8,30	5,00	8,40	8,40	9,30	12,10	10,40	5,00	12,10	8,55	2,03
1	7,40	8,40	8,60	5,80	8,30	8,30	9,30	11,60	10,20	5,80	11,60	8,70	1,68
5	6,30	8,30	8,20	5,70	8,20	9,20	9,20	11,00	7,60	5,70	11,00	8,35	1,51
10	5,90	8,00	7,00	5,60	8,10	8,10	8,20	10,40	6,60	5,60	10,40	8,00	1,42

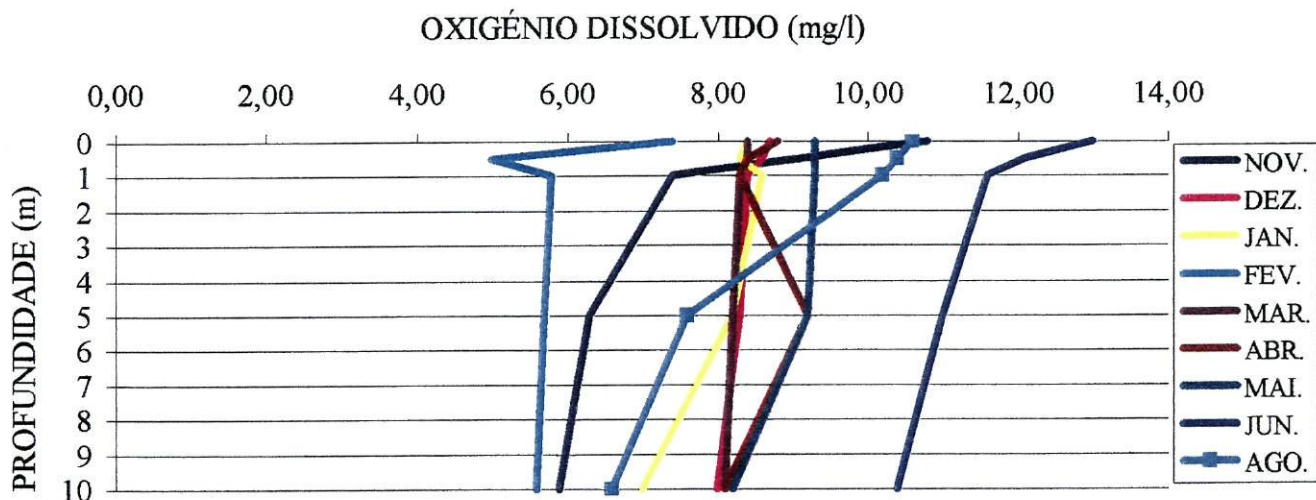


Figura 12 – Variação dos valores de oxigénio dissolvido (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada colheita, da Margem

Podemos referir que os valores de oxigénio dissolvido, quer no Centro quer na Margem, variaram entre um máximo de 13,00 mg/l, à superfície no mês de Junho e 5,00 mg/l, a 0,5 metros no mês de Fevereiro. De uma forma geral estes valores foram diminuindo ao longo da coluna de água (tabelas 19 e 20).

No Centro os valores médios variaram entre 10,20 mg/l ($\pm 1,80$), à superfície e 7,40 mg/l ($\pm 1,13$), a 24 metros (tabela 19). Na Margem a oscilação dos valores médios ocorreu entre 10,20 mg/l ($\pm 1,74$), na superfície, e 8,00 mg/l ($\pm 1,42$), valor encontrado a 10 metros (tabela 20).

Ao longo da coluna de água, quer no Centro quer na Margem, pode verificar-se que, principalmente, nos meses de Janeiro e Fevereiro os valores de oxigénio dissolvido mantiveram-se quase constantes desde a superfície até ao fundo. Esta uniformidade acompanhou a variação, praticamente, nula dos valores da temperatura da água nos mesmos meses (figuras 7 e 8). Pelo contrário, nos meses de Novembro, Junho e Agosto existiu uma diminuição significativa, na ordem dos 4,00 mg/l, dos valores de oxigénio dissolvido desde a superfície até ao fundo (figuras 11 e 12). Esta variação deveu-se, possivelmente, aos processos de oxidação da matéria orgânica (WETZEL, 1993). O hipolimnio nunca se mostrou anóxico (figuras 11 e 12), logo, provavelmente, não existiu produção de matéria orgânica suficiente para consumir todo o oxigénio existente, não existiu decomposição bacteriana da mesma ou esta degradação ocorreu de forma contínua. Sendo que nos meses de Junho e Agosto ocorreu estratificação térmica podemos indicar que a curva do oxigénio dissolvido tem uma tendência clinógrada (WETZEL, 1993), dado ter ocorrido uma diminuição dos valores de oxigénio dissolvido, mas sem anóxia no fundo. Isto pode levar-nos a indicar a existência de um estado intermédio entre o oligotrófico e o eutrófico nesta albufeira.

Os valores de oxigénio dissolvido encontrados, quer no Centro quer na Margem, foram elevados (tabelas 19 e 20). Esta situação é o resultado, provavelmente, da dinâmica hidráulica da albufeira e do regime de ventos (STRASKRABA & TUNDISI, 1999), tal como é observado em outras albufeiras no norte de Portugal (BARROS *et al.*, in press).

Os valores encontrados na superfície, no Centro e na Margem, foram altos, com excepção para o que ocorreu no mês de Agosto (tabelas 19 e 20). Este valor, relativamente, baixo pode ser explicado, eventualmente, pela elevada temperatura ocorrida neste mês (cerca de 25 °C) (tabelas 15 e 16), ou pelo aumento da matéria em suspensão, que dificulta a actividade fotossintética (STRASKRABA & TUNDISI, 1999).

Tabela 21 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de oxigénio dissolvido (mg/l) de cada época do ano ao longo da coluna de água, do Centro

CENTRO

OXIGÉNIO DISSOLVIDO (mg/l)

Profundidade (m)	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	8,70	10,80	9,75	7,40	8,40	7,90	8,40	9,30	8,85	10,60	13,00	11,80
0,5	8,60	9,10	8,85	5,00	8,40	6,70	8,20	9,30	8,75	10,40	12,10	11,25
1	7,40	8,40	7,90	5,80	8,30	7,05	8,10	9,30	8,70	10,20	11,60	10,90
5	6,30	8,30	7,30	5,70	8,20	6,95	7,00	9,20	8,10	7,60	11,00	9,30
10	5,90	8,00	6,95	5,60	8,10	6,85	7,00	8,10	7,55	7,20	10,40	8,80
24	5,80	8,10	6,95	5,60	8,00	6,80	6,90	8,10	7,50	6,60	9,20	7,90

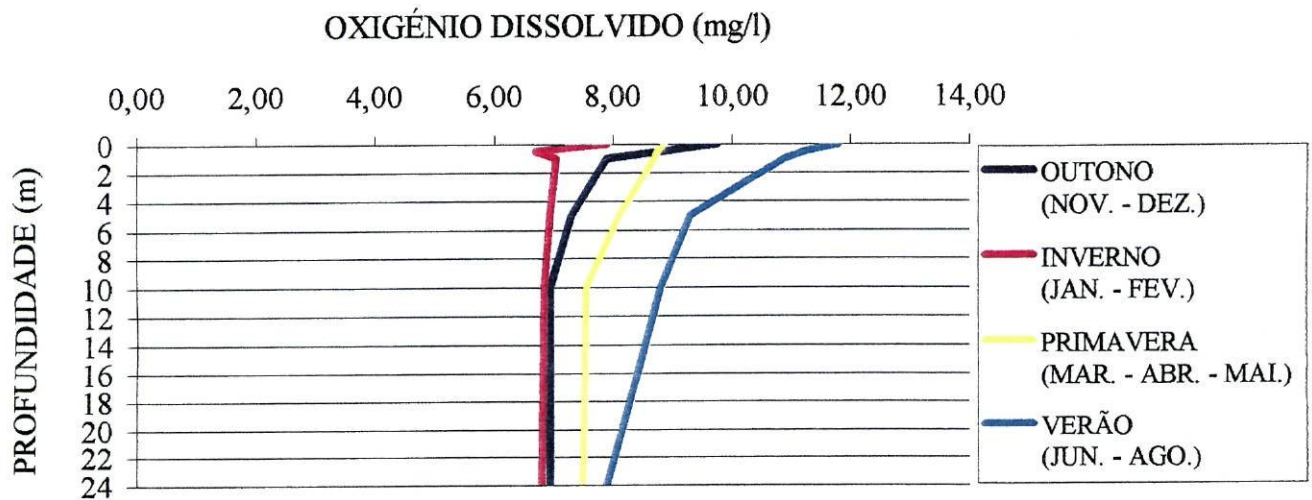


Figura 13 – Variação dos valores médios de oxigénio dissolvido (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

Tabela 22 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de oxigénio dissolvido (mg/l) de cada época do ano, ao longo da coluna de água, da Margem

MARGEM

OXIGÉNIO DISSOLVIDO (mg/l)

Profundidade (m)	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	8,70	10,80	9,75	7,40	8,40	7,90	8,40	9,30	8,85	10,60	13,00	11,80
0,5	8,60	9,10	8,85	5,00	8,30	6,65	8,40	9,30	8,85	10,40	12,10	11,25
1	7,40	8,40	7,90	5,80	8,60	7,20	8,30	9,30	8,80	10,20	11,60	10,90
5	6,30	8,30	7,30	5,70	8,20	6,95	8,20	9,20	8,70	7,60	11,00	9,30
10	5,90	8,00	6,95	5,60	7,00	6,30	8,10	8,20	8,15	6,60	10,40	8,50

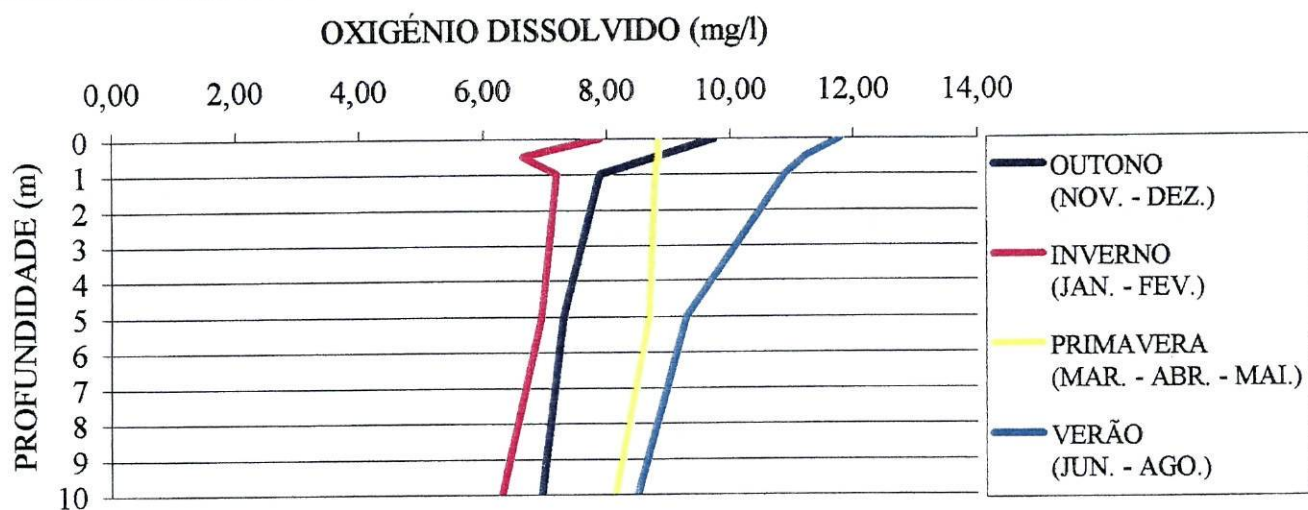


Figura 14 – Variação dos valores médios de oxigênio dissolvido (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, da Margem

A análise das tabelas 21 e 22 leva-nos a indicar que, quer no Centro quer na Margem, foi no Verão que os valores médios de oxigênio dissolvido foram maiores. No Outono e na Primavera os valores foram aproximados, tendo estes sido menores no Inverno.

Os valores médios de oxigênio dissolvido foram, de um modo geral, menores à medida que a profundidade aumentava, mas sem ter ocorrido anóxia em nenhuma das épocas no fundo, quer no Centro quer na Margem (figuras 13 e 14).

3.2.3 CARÊNCIA BIOQUÍMICA DE OXIGÉNIO

Nas tabelas 23 e 24 encontram-se registados os valores da carência bioquímica de oxigênio (CBO₅).

Tabela 23 – Valores da carência bioquímica de oxigênio (CBO₅) (mg/l) de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro

CENTRO

CBO₅ (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	1,80	0,40	0,80	1,70	1,10	0,60	1,70	5,20	5,00	0,40	5,20	2,80	1,81
0,5	0,10	0,40	0,70	4,20	1,30	0,10	1,80	4,60	4,00	0,10	4,60	2,35	1,86
1	1,90	0,70	0,20	3,50	1,00	0,00	2,10	4,00	3,50	0,00	4,00	2,00	1,51
5	3,10	0,80	0,30	3,70	1,50	1,20	2,10	0,20	0,50	0,20	3,70	1,95	1,25
10	3,30	1,20	0,20	3,80	2,50	0,10	1,20	3,10	3,00	0,10	3,80	1,95	1,39
24	3,30	1,40	0,20	3,60	1,20	0,20	0,60	2,00	2,00	0,20	3,60	1,90	1,24

Tabela 24 – Valores da carência bioquímica de oxigénio (CBO₅) (mg/l) de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), da Margem

MARGEM

CBO₅ (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	1,80	0,40	0,80	1,70	1,10	0,60	1,70	5,20	5,00	0,40	5,20	2,80	1,81
0,5	0,10	0,40	0,70	4,20	1,30	0,10	1,80	4,60	4,00	0,10	4,60	2,35	1,86
1	1,90	0,70	0,20	3,50	1,00	0,00	2,10	4,00	3,50	0,00	4,00	2,00	1,51
5	3,10	0,80	0,30	3,70	1,50	1,20	2,10	0,20	0,50	0,20	3,70	1,95	1,25
10	3,30	1,20	0,20	3,80	2,50	0,10	1,20	3,10	3,00	0,10	3,80	1,95	1,39

Analisando as tabelas 23 e 24 podemos verificar que, no Centro e na margem os valores de CBO₅ oscilaram entre 0,00 mg/l, valor obtido a 1 metro de profundidade no mês de Abril e 5,20 mg/l, obtido à superfície no mês de Junho.

Os valores médios oscilaram , no Centro entre 2,8 mg/l (± 1,81), à superfície e 1,9 mg/l (± 1,24), a 24 metros (tabela 23) e na Margem entre 2,8 mg/l (± 1,81), à superfície e 1,95 mg/l (± 1,39) a 10 metros (tabela 24). Os valores foram menores à medida que a profundidade aumentava (tabelas 23 e 24).

Pode verificar-se que os valores de CBO₅ no epilimnio, quer do Centro quer da Margem, foram menores nos meses de Dezembro, Janeiro e Abril e maiores nos meses de Junho e Agosto (tabelas 23 e 24). O valor de CBO₅ do mês de Agosto pode, provavelmente, ajudar a explicar o menor valor de oxigénio dissolvido obtido neste mês, como já foi referido anteriormente.

3.2.4 NITRITOS, NITRATOS E IÃO AMÓNIA

As tabelas 25 e 26, 27 e 28, 29 e 30 apresentam os valores mínimos, máximos e médios de nitritos, nitratos e ião amónia, respectivamente. As figuras 15 e 16, 17 e 18, 19 e 20 traduzem a variação dos valores médios de nitritos, nitratos e ião amónia, respectivamente.

Tabela 25 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de nitratos (mg/l) de cada época do ano ao longo da coluna de água, do Centro

CENTRO												
NITRITOS (NO ₂) (mg/l)												
Profundidade (m)	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	0,029	0,041	0,035	0,040	0,050	0,045	0,026	0,035	0,031	0,056	0,060	0,058
0,5	0,030	0,038	0,034	0,040	0,041	0,041	0,025	0,025	0,025	0,037	0,050	0,044
1	0,030	0,039	0,035	0,039	0,041	0,040	0,023	0,027	0,025	0,048	0,056	0,052
5	0,031	0,040	0,036	0,037	0,042	0,040	0,021	0,028	0,025	0,045	0,050	0,048
10	0,031	0,040	0,036	0,043	0,048	0,046	0,021	0,029	0,025	0,044	0,052	0,048
24	0,030	0,034	0,032	0,050	0,053	0,052	0,028	0,030	0,029	0,048	0,060	0,054

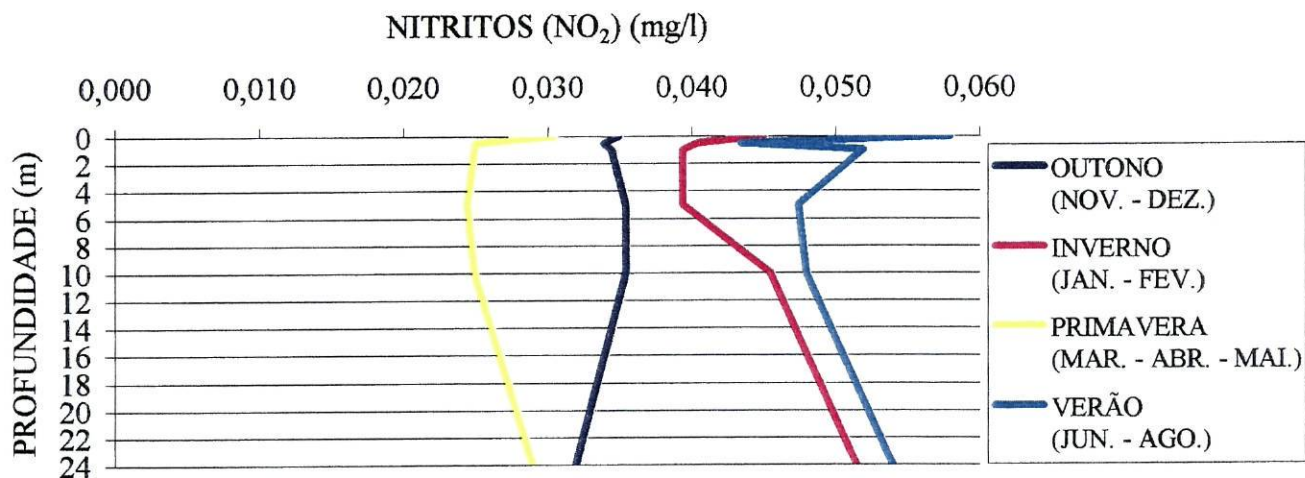


Figura 15 – Variação dos valores médios de nitratos (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

Tabela 26 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de nitratos (mg/l) de cada época do ano ao longo da coluna de água, da Margem

MARGEM												
NITRITOS (NO ₂) (mg/l)												
Profundidade (m)	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	0,029	0,030	0,030	0,041	0,051	0,046	0,026	0,030	0,028	0,043	0,050	0,047
0,5	0,030	0,030	0,030	0,041	0,052	0,047	0,025	0,030	0,028	0,033	0,050	0,042
1	0,030	0,042	0,036	0,052	0,055	0,054	0,024	0,028	0,026	0,040	0,050	0,045
5	0,030	0,039	0,035	0,054	0,060	0,057	0,022	0,027	0,025	0,040	0,040	0,040
10	0,021	0,031	0,026	0,051	0,055	0,053	0,021	0,027	0,024	0,035	0,040	0,038

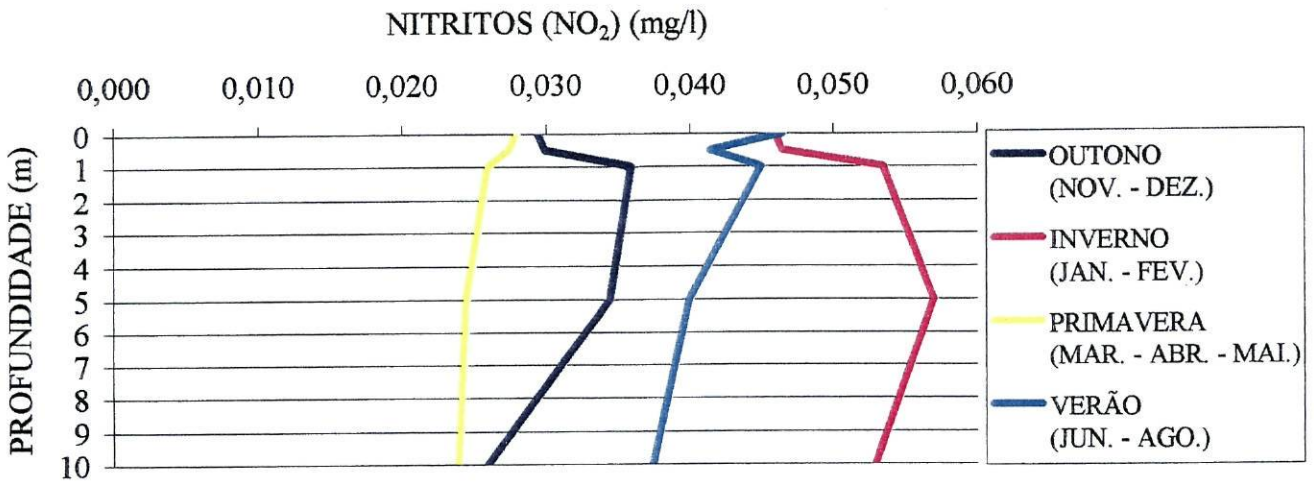


Figura 16 – Variação dos valores médios de nitritos (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, da Margem

Podemos referir que, quer no Centro quer na Margem, os valores médios de nitritos foram maiores no Inverno e no Verão enquanto que os menores ocorrem no Outono e na Primavera (figuras 15 e 16).

Relativamente ao Centro, os valores médios no Outono foram mais ou menos constantes ao longo da coluna de água. No Inverno existiu uma diminuição dos valores médios até aos 5 metros e um aumento destes até aos 24 metros de profundidade, onde surgiu o maior valor médio. Na Primavera a situação é semelhante à que se verificou no Inverno, havendo uma igualdade entre os valores da superfície e dos 24 metros. No Verão o valor maior surgiu à superfície, ocorrendo uma diminuição até aos 0,5 metros, um aumento até a 1 metro e logo uma diminuição até aos 10 metros e um aumento até aos 24 metros de profundidade (figura 15).

Em relação à Margem, podemos verificar que, no Outono, os valores médios foram aumentando até à profundidade de 1 metro, onde foi obtido o maior valor médio, diminuindo depois até aos 10 metros. No Inverno o valor médio maior foi encontrado à profundidade de 5 metros, existindo um aumento dos valores médios até esta profundidade e depois uma diminuição até aos 24 metros de profundidade. Na Primavera existiu uma certa regularidade dos valores médios ao longo da coluna de água, apesar de uma ligeira diminuição dos mesmos. Na época de Verão existiu uma diminuição dos valores médios ao longo da coluna de água, com excepção para as profundidades entre os 0,5 e 1 metros. Esta diminuição foi mais evidente entre a superfície e os 0,5 metros. O valor médio maior foi aquele que ocorreu à superfície (figura 16).

O ião nitrito é rapidamente oxidado e por isso raramente se acumula, sendo a sua quantidade, no fundo, inferior a 0,1 mg/l, salvo se existir poluição orgânica acentuada (WETZEL, 1993). Verifica-se que, no Centro, os valores de nitritos aumentaram, no Inverno e no Verão, a partir dos 10 metros de profundidade, se bem que estes valores não ultrapassam os 0,1 mg/l (figura 15). Assim pode não ter ocorrido nitrificação ($\text{NO}_2 \leftrightarrow \text{NO}_3$) a estas profundidades, provavelmente, por ter existido uma concentração elevada de matéria húmica, sendo a taxa de nitrificação mais baixa em águas neutras ou alcalinas (WETZEL, 1993) (os valores de pH foram, ligeiramente, menores no fundo nestas épocas – figura 5). A diminuição dos valores de oxigénio dissolvido ao longo da coluna de água (figura 13) pode também ser uma, provável, explicação para a diminuição da taxa de nitrificação. De referir que não terá ocorrido, provavelmente, acentuada poluição orgânica, pelo facto de os valores no fundo terem sido inferiores a 0,1 mg/l (figura 15).

Tabela 27 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de nitratos (mg/l) de cada época do ano ao longo da coluna de água, do Centro

CENTRO												
NITRATOS (NO_3) (mg/l)												
Profundidade (m)	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	3,08	3,55	3,32	4,44	5,25	4,85	2,20	4,43	3,32	1,90	3,01	2,46
0,5	3,15	3,22	3,19	3,77	5,73	4,75	2,11	4,30	3,21	1,95	3,20	2,58
1	3,17	3,65	3,41	3,99	6,05	5,02	2,09	4,20	3,15	2,20	3,55	2,88
5	3,12	3,76	3,44	4,87	5,85	5,36	2,08	4,10	3,09	2,20	3,92	3,06
10	3,15	3,65	3,40	5,59	5,76	5,68	2,18	4,10	3,14	2,40	3,23	2,82
24	3,12	3,65	3,39	4,43	4,53	4,48	2,22	4,10	3,16	2,50	3,18	2,84

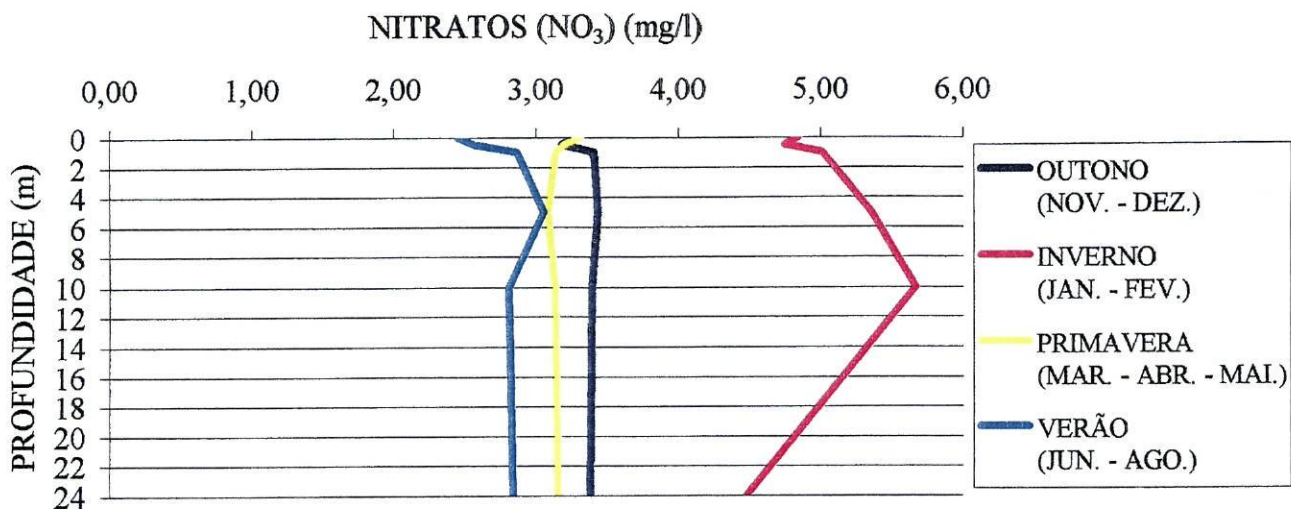


Figura 17 – Variação dos valores médios de nitratos (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

Tabela 28 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de nitratos (mg/l) de cada época do ano ao longo da coluna de água, da Margem

MARGEM

Profundidade (m)	NITRATOS (NO ₃)											
	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	3,08	3,40	3,24	4,41	4,64	4,53	2,20	4,43	3,32	3,54	3,67	3,61
0,5	3,14	3,20	3,17	3,71	4,53	4,12	2,11	4,30	3,21	3,21	3,50	3,36
1	3,16	3,50	3,33	3,87	4,60	4,24	2,19	4,20	3,20	3,70	3,80	3,75
5	3,17	3,60	3,39	4,09	4,73	4,41	2,20	4,02	3,11	3,50	3,50	3,50
10	3,18	3,21	3,20	3,50	3,90	3,70	2,10	4,18	3,14	3,40	3,50	3,45

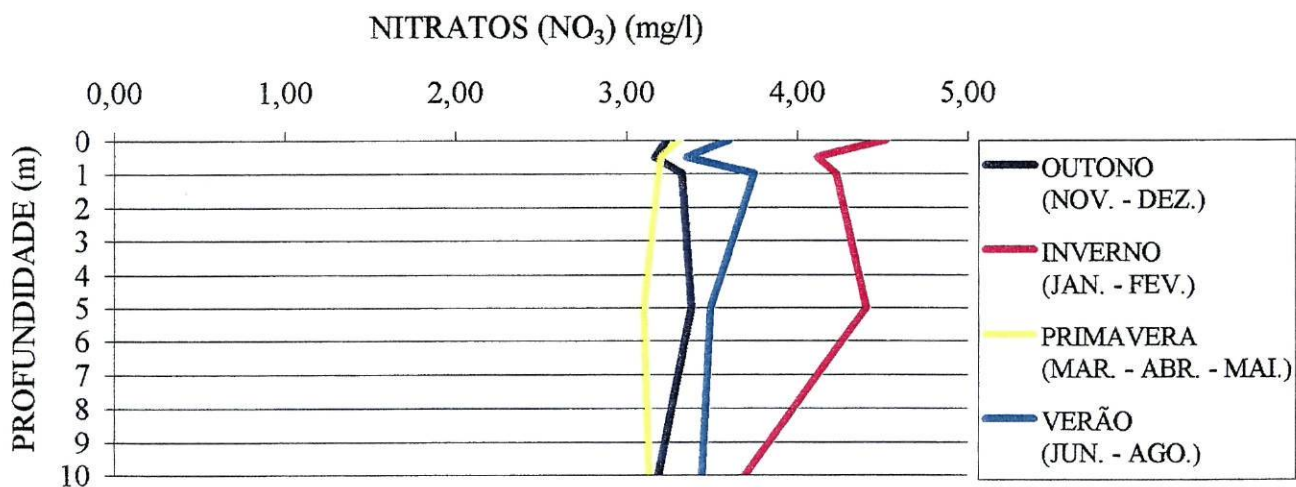


Figura 18 – Variação dos valores médios de nitratos (mg/l) ao longo da coluna de água de cada época do ano, da Margem

No Centro os valores médios de nitratos foram maiores no Inverno, denotando-se ter ocorrido um uso menor deste nutriente para os produtores primários. De seguida surgiram os do Outono e Primavera, onde os valores foram, mais ou menos, semelhantes. O Verão foi a época onde os valores médios foram os menores. Na época de Outono os valores médios foram mais ou menos constantes ao longo da coluna de água. Tal situação ocorreu igualmente na Primavera. No Inverno existiu uma ligeira diminuição dos valores até aos 0,5 metros seguida de um aumento até aos 10 metros de profundidade, profundidade à qual se verificou existir o maior valor, seguida de uma diminuição dos mesmos até aos 24 metros de profundidade. No Verão existiu um aumento até 1 metro de profundidade, seguido de uma ligeira diminuição e de um aumento até aos 10 metros, onde ocorreu o maior valor médio. A partir dos 10 metros os valores foram mais ou menos constantes (figura 17).

Na Margem os valores médios de nitratos foram maiores no Inverno. Neste local, os valores médios do Verão foram superiores aos do Outono e foi na Primavera que os valores médios atingiram menor expressão. Os valores oscilaram entre o valor maior obtido no Inverno à superfície e o menor que ocorreu no Outono a 0,5 metros de profundidade. No Outono existiu uma certa uniformidade dos valores médios, apesar de uma ligeira diminuição dos valores até aos 0,5 metros, um aumento até aos 5 metros, onde se obteve o maior valor médio, e uma diminuição dos mesmos até aos 24 metros de profundidade. No Inverno os valores médios foram diminuindo ao longo da coluna de água, com excepção para os valores que se encontraram entre 1 e 5 metros de profundidade, tendo sido na superfície que foi encontrado o maior valor médio. Na Primavera os valores médios foram uniformes ao longo da coluna de água, apesar de uma ligeira diminuição dos mesmos a partir dos 5 metros de profundidade. No Verão os valores médios foram diminuindo ao longo da coluna de água, apesar de ter ocorrido um aumento entre os 0,5 e 1 metros, profundidade à qual se obteve o maior valor médio (figura 18).

Os valores de nitratos obtidos foram altos por, provavelmente, ter ocorrido uma sobrecarga de fertilizantes usados na agricultura (RODRIGUES *et al.*, in press).

Comparando os valores médios de nitratos obtidos, quer no Centro quer na Margem (tabelas 27 e 28), com os que vêm indicados no Dec. Lei 236/98, podemos verificar que aqueles são inferiores ao Valor Máximo Recomendado (VMR) em qualquer uma das classes (ver anexo IX).

Tabela 29 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de ião amónia (mg/l) de cada época do ano ao longo da coluna de água, do Centro

CENTRO

Profundidade (m)	AMÓNIA (NH ₄) (mg/l)											
	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	0,030	0,034	0,032	0,070	0,070	0,070	0,016	0,040	0,028	0,050	0,060	0,055
0,5	0,020	0,037	0,029	0,050	0,070	0,060	0,021	0,035	0,028	0,040	0,060	0,050
1	0,020	0,021	0,021	0,030	0,090	0,060	0,012	0,046	0,029	0,050	0,060	0,055
5	0,013	0,030	0,022	0,040	0,060	0,050	0,032	0,050	0,041	0,040	0,058	0,049
10	0,020	0,021	0,021	0,073	0,076	0,075	0,022	0,040	0,031	0,043	0,050	0,047
24	0,019	0,030	0,025	0,043	0,094	0,069	0,040	0,050	0,045	0,040	0,061	0,051

AMÓNIA (NH₄) (mg/l)

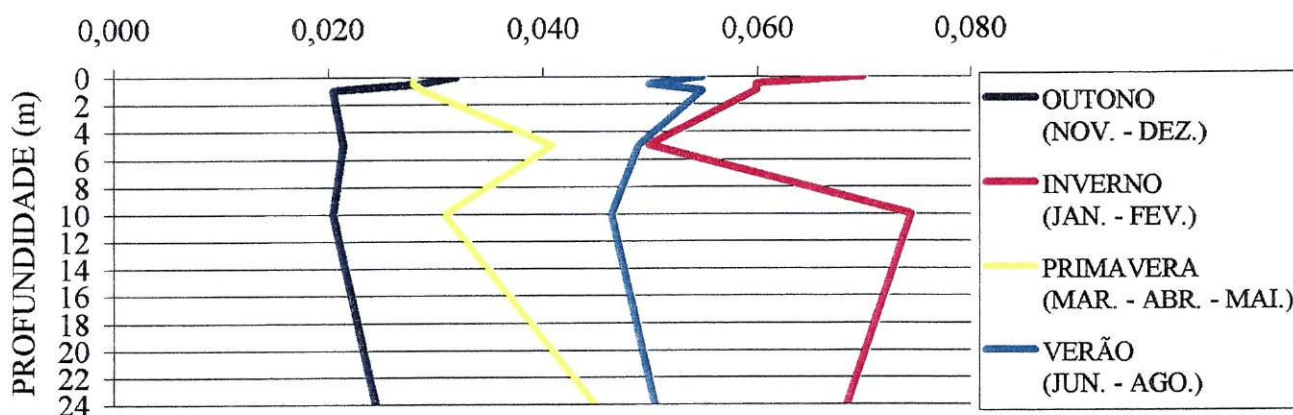


Figura 19 – Variação dos valores médios de ião amónia (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

Tabela 30 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de ião amónia (mg/l) de cada época do ano ao longo da coluna de água, da Margem

MARGEM

Profundidade (m)	AMÓNIA (NH ₄) (mg/l)											
	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	0,034	0,040	0,037	0,070	0,070	0,070	0,009	0,034	0,022	0,060	0,070	0,065
0,5	0,020	0,037	0,029	0,060	0,070	0,065	0,021	0,035	0,028	0,068	0,079	0,074
1	0,021	0,050	0,036	0,060	0,073	0,067	0,013	0,036	0,025	0,058	0,060	0,059
5	0,011	0,050	0,031	0,060	0,076	0,068	0,029	0,055	0,042	0,057	0,058	0,058
10	0,017	0,060	0,039	0,060	0,071	0,066	0,036	0,053	0,045	0,061	0,061	0,061

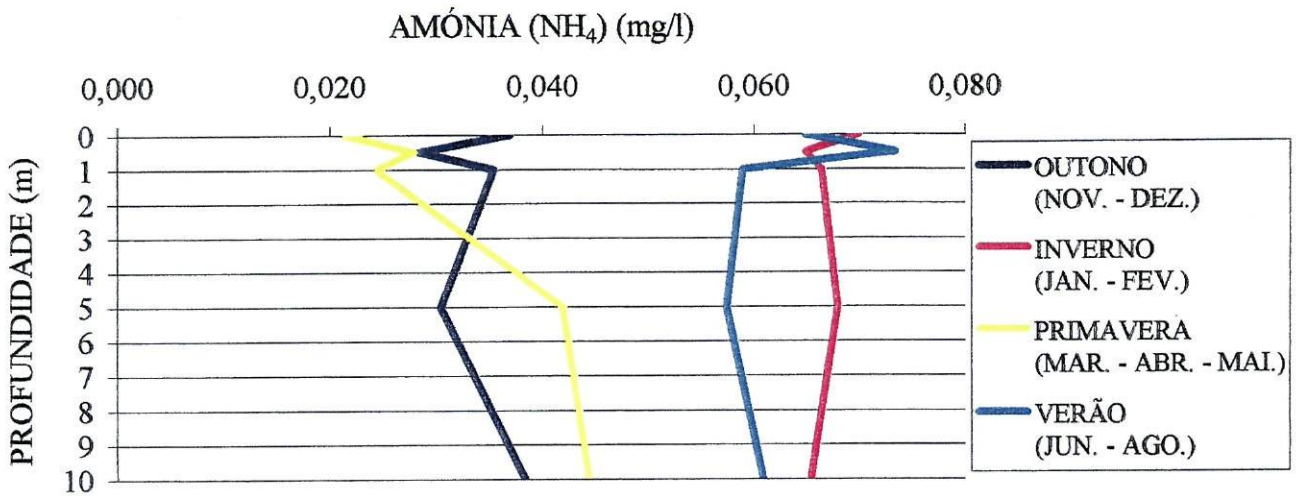


Figura 20 – Variação dos valores médios de íão amónia (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, da Margem

No Centro os valores médios de íão amónia atingiram a sua maior expressão no Inverno, enquanto que os menores surgiram no Outono. Neste local os valores oscilaram entre o que se verificou no Inverno a 10 metros e o que ocorreu no Outono a 1 metro de profundidade (figura 19).

Na Margem a situação descrita anteriormente foi semelhante, com excepção para os valores médios do Verão, entre os 0,5 e cerca de 1 metros, que foram maiores do que os do Inverno e para os da Primavera que foram inferiores aos do Outono entre a superfície e os 3 metros de profundidade, sendo que o maior valor ocorreu no Verão a 0,5 metros e o menor na Primavera à superfície (figura 20).

No Centro os valores médios do Outono sofreram uma diminuição entre a superfície e os 0,5 metros tendo sido depois, praticamente, quase constantes até aos 24 metros. No Inverno ocorreu uma diminuição dos valores médios até aos 5 metros, um aumento até aos 10 metros e uma nova diminuição até ao fundo. Na Primavera ocorreu um aumento dos valores médios até aos 5 metros, seguido de uma diminuição até aos 10 metros e depois novamente um aumento até aos 24 metros de profundidade. No Verão os valores decresceram e aumentaram entre a superfície e os 0,5 metros, decresceram até aos 10 metros e tiveram depois um ligeiro aumento até aos 24 metros de profundidade (figura 19).

Na Margem os valores médios do Outono sofreram uma diminuição entre a superfície e os 0,5 metros, tendo depois aumentado até 1 metro. Entre 1 metro e o fundo os valores médios tiveram uma diminuição até aos 5 metros e um aumento até ao fundo, tendo sido a 10 metros que foi

encontrado o maior valor médio. No Inverno os valores médios sofreram uma ligeira diminuição entre a superfície, onde foi encontrado o maior valor médio, e os 0,5 metros, tendo os mesmos sido, mais ou menos, constantes ao longo do resto da coluna de água. Os valores da Primavera aumentaram entre a superfície e os 0,5 metros, diminuindo até 1 metro e com um posterior aumento até aos 5 metros, tendo os mesmos sido, mais ou menos, uniformes até aos 10 metros de profundidade, onde foi obtido o valor médio maior. No Verão ocorreu um aumento dos valores médios até aos 0,5 metros, uma diminuição até 1 metro, uma certa uniformidade até aos 5 metros e um ligeiro aumento até aos 10 metros de profundidade, tendo o valor médio maior sido obtido aos 0,5 metros de profundidade (figura 20).

A acumulação de amónia, no fundo, no Outono, quer no Centro quer na Margem (figuras 19 e 20), pode, provavelmente, ser o resultado de uma diminuição dos valores de oxigénio dissolvido e de uma libertação de amónia dos dejectos da comunidade de zooplâncton (LEHMAN,1980a), que atinge valores maiores no Outono (como será indicado posteriormente).

Comparando os valores médios de ião amónia obtidos, no Centro (tabela 29), com os que vêm indicados no Dec. Lei 236/98, podemos verificar que aqueles são inferiores ao VMR nas classes A2 e A3, mas, na época de Inverno todos os valores médios foram iguais ou superiores ao Valor Máximo Recomendado (VMR) na classe A1– 0,05 mg/l –, e no Verão só os valores médios dos 5 e 10 metros de profundidade (0,49 e 0,47 mg/l, respectivamente) é que foram inferiores ao VMR da mesma classe (ver anexo IX). Na Margem (tabela 30), a situação é semelhante, sendo que os valores médios obtidos no Outono e na Primavera foram inferiores ao VMR em todas as classes, e no Inverno e no Verão a situação é inversa, sendo os valores médios superiores ao VMR em todas as classes (ver anexo IX).

Os valores dos nutrientes anteriormente apresentados (nitritos, nitratos e amónia) variaram, ao longo do período de amostragem, de acordo com as flutuações dos pigmentos fotossintéticos (RODRIGUES *et al.*, in press).

Os valores de nitritos, nitratos e ião amónia permitiram o cálculo do azoto inorgânico total, que está registado nas tabelas 31 e 32.

Tabela 31 – Valores do azoto inorgânico total (mg/l) de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro

CENTRO

AZOTO INORGÂNICO TOTAL (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	3,15	3,61	4,56	5,36	4,50	2,29	2,25	2,02	3,12	2,02	4,56	3,29	1,18
0,5	3,21	3,29	3,88	5,82	4,35	2,17	2,28	2,05	3,29	2,05	5,82	3,94	1,21
1	3,23	3,70	4,12	6,12	4,24	2,15	2,39	2,31	3,66	2,15	6,12	4,14	1,24
5	3,19	3,80	4,95	5,95	4,16	2,14	2,41	2,30	4,01	2,14	5,95	4,05	1,29
10	3,21	3,70	5,88	5,71	4,16	2,23	2,72	2,49	3,32	2,23	5,88	4,06	1,32
24	3,18	3,70	4,57	4,63	4,17	2,30	2,73	2,61	3,28	2,30	4,63	3,47	0,86

Tabela 32 – Valores do azoto inorgânico total (mg/l) de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), da Margem

MARGEM

AZOTO INORGÂNICO TOTAL (mg/l)

Profundidade (m)	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Ago.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	3,47	3,14	4,52	4,76	4,49	2,27	2,24	3,65	3,78	2,24	4,76	3,50	0,93
0,5	3,25	3,21	3,82	4,64	4,36	2,16	2,26	3,32	3,62	2,16	4,64	3,40	0,84
1	3,58	3,22	4,00	4,72	4,26	2,23	2,38	3,80	3,91	2,23	4,72	3,48	0,83
5	3,68	3,22	4,84	4,23	4,10	2,25	2,68	3,60	3,60	2,25	4,84	3,55	0,79
10	3,29	3,23	3,62	4,02	4,26	2,16	2,47	3,50	3,60	2,16	4,26	3,21	0,67

O valor de azoto inorgânico médio da superfície foi, no Centro, 3,29 mg/l ($\pm 1,18$) (tabela 31) e na Margem 3,50 mg/l ($\pm 0,93$) (tabela 32) o que determina, segundo VOLLENWEIDER (1968) in WETZEL (1993), um estado mesotrófico da albufeira.

3.2.5 FOSFATOS E FÓSFORO TOTAL

As tabelas 33 e 34, 35 e 36 apresentam os valores mínimos, máximos e médios de fosfatos e fósforo total. As figuras 21 e 22, 23 e 24 traduzem a variação dos valores médios de fosfatos e fósforo total.

Tabela 33 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de fosfatos (mg/l) de cada época do ano ao longo da coluna de água, do Centro

CENTRO												
FOSFATOS (mg/l)												
ÉPOCAS DO ANO												
Profundidade (m)	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,05	0,11	0,08	0,09	0,10	0,10
0,5	0,05	0,10	0,08	0,08	0,09	0,09	0,05	0,10	0,08	0,08	0,10	0,09
1	0,02	0,03	0,03	0,11	0,14	0,13	0,05	0,10	0,08	0,08	0,10	0,09
5	0,03	0,05	0,04	0,13	0,15	0,14	0,06	0,10	0,08	0,07	0,10	0,09
10	0,03	0,05	0,04	0,12	0,13	0,13	0,05	0,11	0,08	0,04	0,12	0,08
24	0,05	0,06	0,06	0,10	0,10	0,10	0,03	0,10	0,07	0,08	0,09	0,09

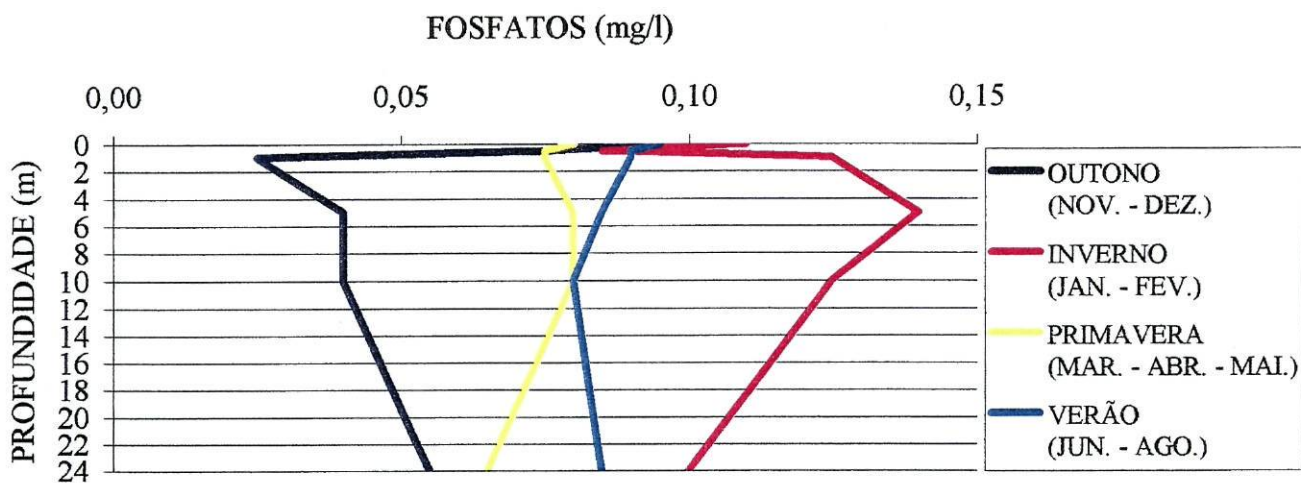


Figura 21 – Variação dos valores médios de fosfatos (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

Tabela 34 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de fosfatos (mg/l) de cada época do ano ao longo da coluna de água, da Margem

MARGEM

													FOSFATOS (mg/l)											
													ÉPOCAS DO ANO											
													OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
Profundidade (m)	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.												
0	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,05	0,11	0,08	0,09	0,10	0,10												
0,5	0,05	0,09	0,07	0,08	0,09	0,09	0,05	0,11	0,08	0,08	0,10	0,09												
1	0,02	0,02	0,02	0,11	0,13	0,12	0,05	0,10	0,08	0,08	0,10	0,09												
5	0,04	0,05	0,05	0,13	0,15	0,14	0,06	0,10	0,08	0,07	0,10	0,09												
10	0,03	0,05	0,04	0,12	0,13	0,13	0,05	0,11	0,08	0,04	0,12	0,08												

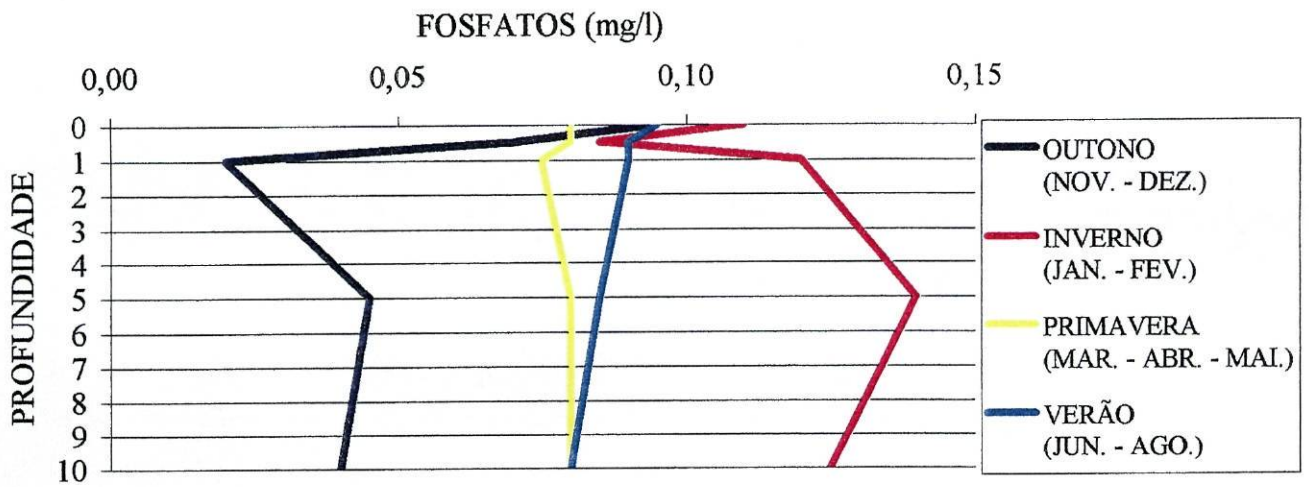


Figura 22 – Variação dos valores médios de fosfatos (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, da Margem

No Centro, o Inverno possuiu os valores médios de fosfatos maiores. Os valores foram menores no Outono, com exceção para os valores de profundidade inferior a 0,5 metros, em que foi a Primavera que obteve os menores valores (figura 21). Assim o valor médio maior foi obtido no Inverno a 5 metros e o menor no Outono a 0,5 metros de profundidade (tabela 32).

Na Margem a situação foi semelhante quanto aos valores maiores, com exceção para a profundidade de 0,5 metros, em que existiu uma igualdade entre os valores do Inverno e do Verão. Os valores menores foram os que surgiram no Outono, com exceção dos valores à superfície, onde foi na Primavera que estes valores foram menores (figura 22). Os valores médios oscilaram entre o ocorrido no Inverno a 5 metros de profundidade o que se verificou no Outono a 1 metro de profundidade (tabela 34).

No Centro, na época do Outono, verificou-se que os valores médios desceram, bruscamente, entre a superfície (onde ocorreu o maior valor médio) e 1 metro, tendo ocorrido um aumento até aos 5 metros, com uma uniformidade até aos 10 metros e um ligeiro aumento até ao fundo. No Inverno os valores médios sofreram uma diminuição entre a superfície e os 0,5 metros, um aumento até aos 5 metros (onde se obteve o maior valor) e uma diminuição até ao fundo. Na Primavera os valores sofreram uma diminuição entre a superfície e os 0,5 metros, um aumento até aos 10 metros (onde se obteve o maior valor) e uma diminuição até ao fundo. No Verão os valores médios tiveram uma diminuição até aos 10 metros e um aumento até ao fundo, tendo sido na superfície que se obteve o maior valor médio (figura 21).

Na Margem, na época do Outono, os valores médios variaram de um modo semelhante à que ocorreu no Centro. No Inverno os valores médios tiveram, também uma variação semelhante à que ocorreu no Centro, se bem que o valor médio maior ocorreu aos 5 metros. Na Primavera os valores sofreram uma diminuição entre a superfície e 1 metro de profundidade, um aumento até aos 5 metros (onde se obteve o maior valor) e uma diminuição até ao fundo. No Verão os valores médios tiveram uma diminuição ao longo da coluna de água e foi na superfície que foi obtido o valor maior (figura 22).

Os valores médios obtidos, quer no Centro quer na Margem (tabelas 33 e 34) são inferiores ao VMR que vem indicado no Dec. Lei nº 236/98, em cada uma das classes (ver anexo IX).

Tabela 35 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de fósforo total (mg/l) de cada época do ano ao longo da coluna de água, do Centro

CENTRO												
FÓSFORO TOTAL (P) (mg/l)												
Profundidade (m)	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	0,15	0,15	0,15	0,13	0,15	0,14	0,05	0,15	0,10	0,10	0,15	0,13
0,5	0,05	0,15	0,10	0,11	0,13	0,12	0,05	0,16	0,11	0,10	0,18	0,14
1	0,05	0,05	0,05	0,12	0,20	0,16	0,05	0,15	0,10	0,10	0,15	0,13
5	0,05	0,05	0,05	0,12	0,20	0,16	0,08	0,15	0,12	0,10	0,15	0,13
10	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15	0,15	0,05	0,15	0,10	0,05	0,15	0,10
24	0,03	0,03	0,03	0,15	0,15	0,15	0,03	0,10	0,07	0,03	0,10	0,07

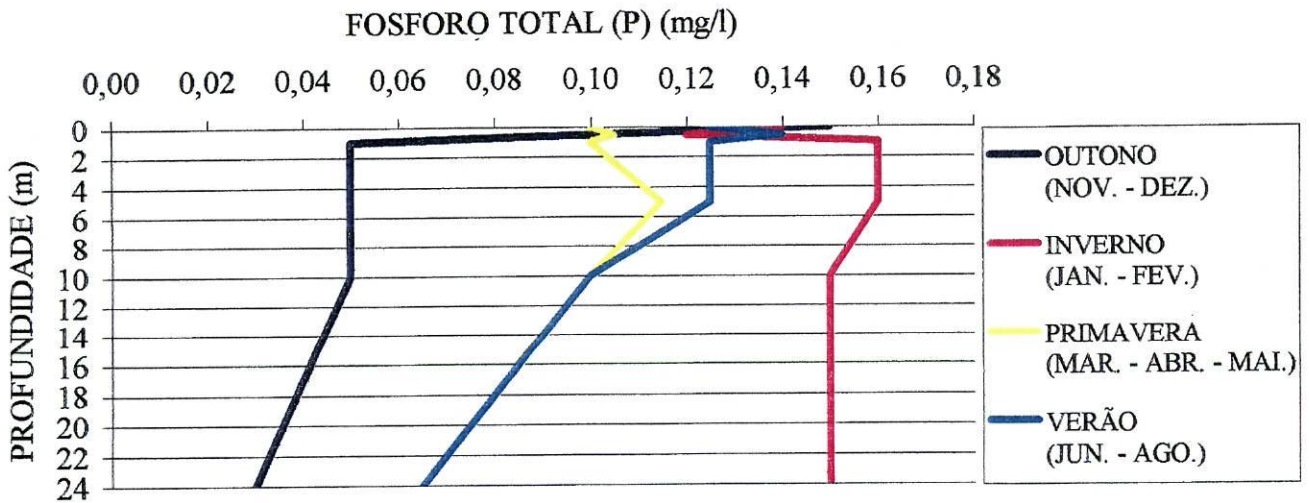


Figura 23 – Variação dos valores médios de fósforo total (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

Tabela 36 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) de fósforo total (mg/l) de cada época do ano ao longo da coluna de água, da Margem

MARGEM

FÓSFORO TOTAL (P) (mg/l)												
ÉPOCAS DO ANO												
Profundidade (m)	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	0,14	0,14	0,14	0,13	0,16	0,15	0,05	0,15	0,10	0,10	0,15	0,13
0,5	0,05	0,15	0,10	0,11	0,13	0,12	0,05	0,16	0,11	0,10	0,18	0,14
1	0,05	0,05	0,05	0,12	0,20	0,16	0,05	0,15	0,10	0,10	0,15	0,13
5	0,05	0,05	0,05	0,12	0,20	0,16	0,08	0,15	0,12	0,10	0,15	0,13
10	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15	0,15	0,05	0,15	0,10	0,05	0,15	0,10

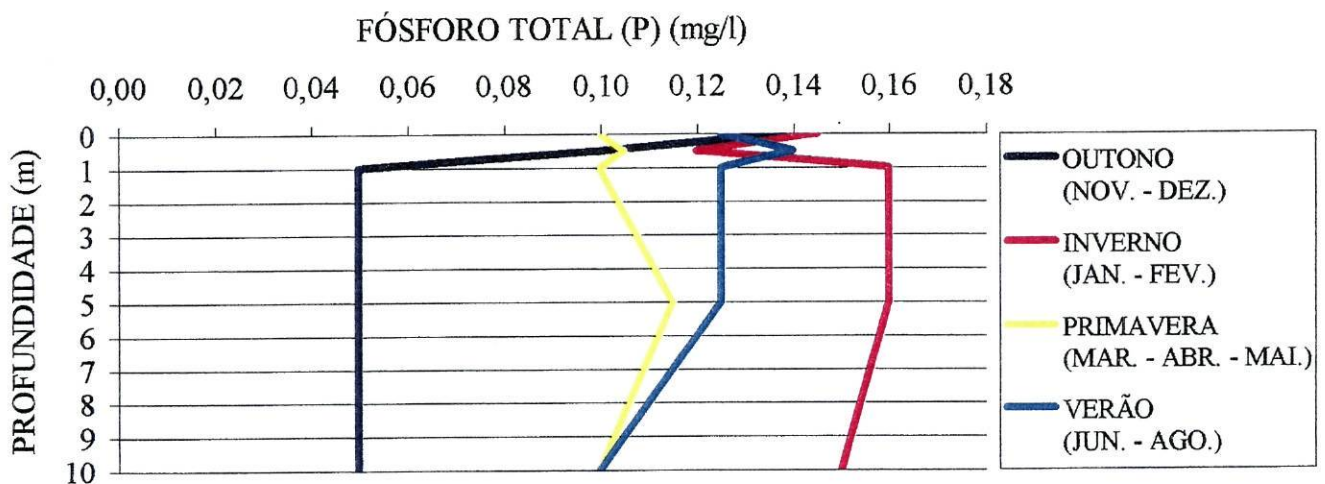


Figura 24 – Variação dos valores médios de fósforo total (mg/l), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, da Margem

Pode verificar-se que, quer no Centro quer na Margem, os valores médios de fósforo total foram, de um modo geral, diminuindo ao longo da coluna de água (figuras 23 e 24).

No Centro, os valores médios de fósforo total do Outono, foram diminuindo ao longo da coluna de água, diminuição esta mais acentuada entre a superfície e 1 metro de profundidade, tendo sido na superfície que se obteve o maior valor médio. No Inverno os valores médios sofreram uma diminuição entre a superfície e os 0,5 metros, uma ligeira diminuição entre os 5 e os 10 metros de profundidade, a partir da qual aqueles se mantiveram constantes, sendo que foi entre o 1 e 5 metros que se obteve o maior valor médio. Na Primavera ocorreu um ligeiro aumento dos valores médios entre a superfície e os 0,5 metros, com uma diminuição até 1 metro, um aumento até aos 5 metros e uma diminuição até ao fundo. Na Verão os valores médios aumentaram até aos 0,5 metros, mantiveram-se constantes até aos 5 metros e sofreram uma diminuição até ao fundo (figura 23).

Na Margem os valores do Outono tiveram um variação semelhante aos do Centro até 1 metros e depois mantiveram-se constantes ao longo da coluna de água. No Inverno estes tiveram uma diminuição até aos 0,5 metros, uma aumento até 1 metro e depois não sofreram grandes variações até aos 10 metros. Na Primavera e no Verão os valores tiveram uma variação semelhante à que ocorreu no Centro (figura 24).

No Centro e na Margem os valores médios de fósforo total na superfície variaram entre 0,10 mg/l e 0,15mg/l (tabelas 35 e 36), sendo que o valor médio de todas as colheitas foi de 0,10 mg/l ($\pm 0,04$), no Centro e 0,11 ($\pm 0,04$), na Margem (anexo IX – quadros XIII e XIV) o que determina, segundo VOLLENWEIDER (1968) *in* WETZEL (1993), segundo MARGALEF (1975; 1983) e segundo a OCDE (1980) um estado eutrófico da albufeira. Este estado pode ser, provavelmente, explicado pelo facto de a albufeira ser recente, logo, pela existência de complexos húmicos de baixo e elevado peso molecular e que contêm fósforo, sendo que estes últimos podem ser fotorreduzidos, por radiação ultravioleta de baixa intensidade como a que integra a luz solar, fazendo aumentar a concentração de fósforo (WETZEL, 1993), pela inexistência de um teor de oxigénio dissolvido capaz de degradar toda a matéria orgânica ou ainda pelas possíveis entradas de fósforo por escorrências superficiais.

3.2.6 RAZÃO N:P

Nas tabelas 37 e 38 encontram-se registados os valores da razão N:P.

Tabela 37 – Valores da razão N:P, com respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro

CENTRO

RAZÃO N:P

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	12,60	14,44	19,00	20,62	17,31	22,90	18,75	8,08	16,42	8,08	22,90	15,49	4,47
0,5	12,84	32,90	17,64	30,63	16,73	21,70	22,80	7,32	18,28	7,32	32,90	20,11	8,07
1	40,38	52,86	12,12	20,61	26,50	21,50	9,56	9,24	20,33	9,24	52,86	31,05	14,60
5	31,90	38,50	14,14	23,80	29,71	8,56	9,64	9,20	23,59	8,56	38,50	23,53	11,10
10	32,10	46,25	21,00	21,15	41,60	8,92	10,46	9,22	36,89	8,92	46,25	27,59	14,44
24	35,33	46,25	18,28	18,52	69,50	11,50	16,06	13,74	29,82	11,50	69,50	40,50	19,07

Tabela 38 – Valores da razão N:P, com respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), da Margem

MARGEM

RAZÃO N:P

Profundidade (m)	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Ago.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	15,09	13,08	18,83	17,63	17,27	15,13	18,67	14,60	19,89	13,08	19,89	16,49	2,30
0,5	13,54	32,10	17,36	24,42	16,77	21,60	22,60	11,86	20,11	11,86	32,10	21,98	6,13
1	51,14	46,00	12,12	20,52	26,63	22,30	9,52	15,20	21,72	9,52	51,14	30,33	14,43
5	36,80	35,78	13,83	16,92	29,29	9,00	10,72	14,40	21,18	9,00	36,80	22,90	10,59
10	32,90	41,50	12,93	14,89	42,60	8,64	9,50	12,96	40,00	8,64	42,60	25,62	14,84

Podemos verificar que os valores da razão N:P variaram, no Centro, entre um mínimo de 7,32, valor obtido a 0,5 metros de profundidade e um máximo de 69,50, valor que foi obtido a 24 metros de profundidade. As médias flutuaram entre 15,49 ($\pm 4,47$) e 40,50 ($\pm 19,07$), à superfície e no fundo, respectivamente (tabela 37). Na Margem os valores oscilaram entre 8,64 e 51,14, valores obtido à superfície e a 1 metro de profundidade, respectivamente. As médias variaram entre 16,49 ($\pm 2,30$) e 30,33 ($\pm 14,43$) (tabela 38).

A variação dos valores médios da razão N:P, ao longo da coluna de água, em relação ao valor de equilíbrio 16:1 (PEREIRA, 1998), pode indicar-nos qual destes nutrientes se torna limitante sobre a produtividade das albufeiras. Os valores médios à superfície, quer no Centro quer na Margem (15,49 e 16,49, respectivamente) aproximam-se do valor considerado de equilíbrio, enquanto que no fundo (valores médios de 40,50 e 25,62, respectivamente) existiu um desequilíbrio em favor do azoto (tabelas 37 e 38), talvez, devido à acumulação de nitritos no fundo, provavelmente, por ter ocorrido uma menor taxa de nitrificação nesta zona da coluna de água, tal como já foi indicado anteriormente. Deste modo, provavelmente, na superfície, nenhum destes nutrientes se tornou limitante, enquanto que no fundo terá sido o fósforo o factor limitante para o crescimento algal, proporcionando um aumento da biomassa algal (MARGALEF, 1983).

3.3 VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS

3.3.1 CLOROFILA “a” E FEOPIGMENTOS

Nas tabelas de 39 a 42 e 43 a 46 encontram-se registados os valores anuais e sazonais da concentração de clorofila “a” e feopigmentos, respectivamente., os quais permitiram a construção das figuras de 25 a 28 e 29 a 32.

Tabela 39 – Valores da concentração de clorofila “a” (mg/m³) de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro

CENTRO

CLOROFILA a (mg/m³)

Profundidade(m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	10,20	6,00	4,90	1,20	3,65	6,20	7,80	11,10	10,90	1,20	11,10	6,15	2,51
0,5	10,00	5,90	4,90	1,10	3,65	6,00	7,70	10,90	10,80	1,10	10,90	6,00	2,49
1	9,90	5,80	4,50	1,00	3,24	5,90	7,50	10,90	10,70	1,00	10,90	5,95	2,49
5	9,10	5,00	4,20	0,80	2,90	5,80	7,50	10,80	10,00	0,80	10,80	5,80	2,34
10	4,80	1,00	2,90	0,50	1,90	2,85	6,80	7,50	5,60	0,50	7,50	4,00	2,34
24	0,00	0,00	0,09	0,05	0,05	0,10	0,09	0,19	0,00	0,00	0,19	0,10	0,02

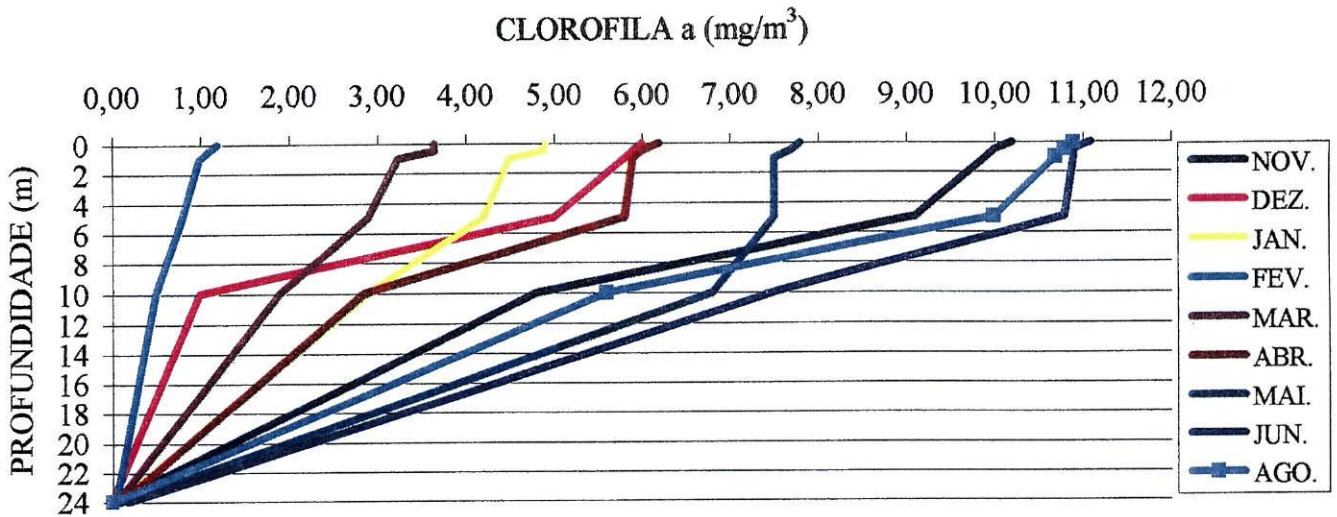


Figura 25 – Variação dos valores da concentração de clorofila “a” (mg/m³), ao longo da coluna de água, de cada colheita, do Centro

Tabela 40 – Valores da concentração de clorofila “a” (mg/m³) de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), da Margem

MARGEM

CLOROFILA a (mg/m ³)													
Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	10,20	6,00	4,60	1,20	3,40	5,10	7,20	11,10	10,90	1,20	11,10	6,15	3,50
0,5	9,70	5,60	4,60	1,30	3,50	5,00	7,10	11,00	10,50	1,30	11,00	6,15	3,35
1	9,50	5,30	4,50	1,20	3,20	5,00	7,00	10,90	10,40	1,20	10,90	6,05	3,36
5	9,10	5,00	4,20	1,00	2,90	4,90	5,00	10,00	10,00	1,00	10,00	5,50	3,21
10	4,80	0,90	2,90	0,50	2,00	3,10	4,10	7,50	5,00	0,50	7,50	4,00	2,20

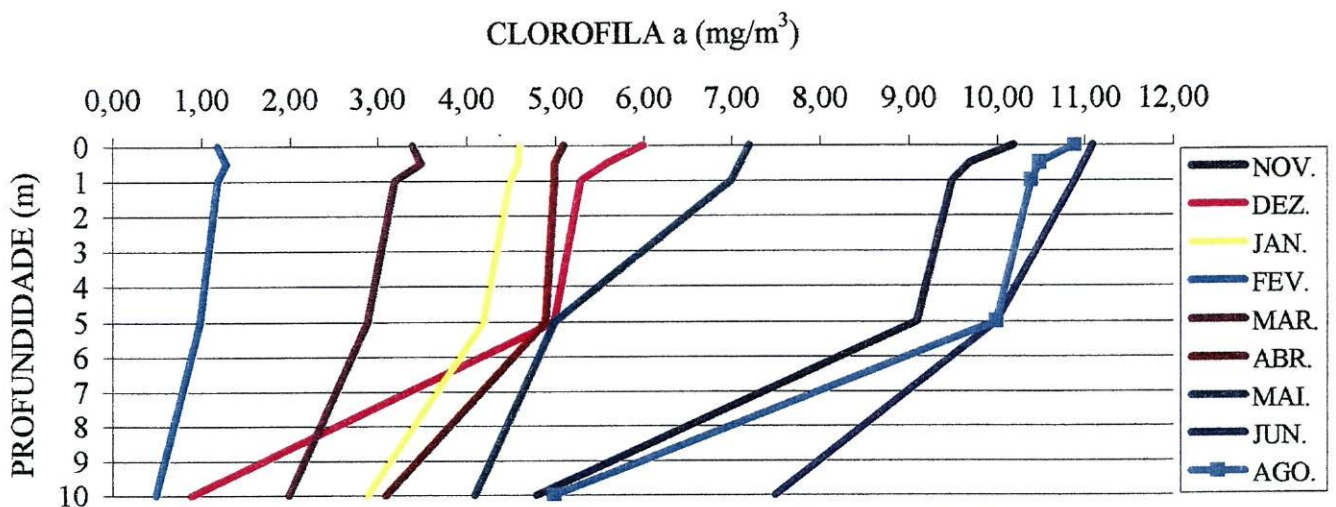


Figura 26 – Variação dos valores da concentração de clorofila “a” (mg/m³), ao longo da coluna de água, de cada colheita, da Margem

Pode observar-se que, quer no Centro quer na Margem, os valores de clorofila “a” foram diminuindo ao longo da coluna de água (figuras 25 e 26)

No Centro o valor máximo foi 11,10 mg/m³, à superfície no mês de Junho e o valor mínimo foi 0,00 mg/m³, a 24 metros nos meses de Novembro e Dezembro (figura 25).

Na Margem o valor máximo foi 11,10 mg/m³, também à superfície no mês de Junho e o valor mínimo foi 0,50 mg/m³, a 10 metros no mês de Fevereiro (figura 26).

As médias, no Centro, oscilaram entre 6,15 mg/m³ ($\pm 2,51$), valor obtido à superfície e 0,10 mg/m³ ($\pm 0,02$), valor obtido a 24 metros de profundidade (tabela 39).

Na Margem as médias variaram entre 6,15 mg/m³ ($\pm 3,50$ e 3,35) valor obtido à superfície e a 0,5 metros de profundidade e 4,00 mg/m³ ($\pm 2,20$) a 10 metros de profundidade (tabela 40).

Os valores de clorofila “a”, a partir de Novembro, foram diminuindo até ao mês de Fevereiro, tendo aumentando depois até Junho e voltando a diminuir em Agosto (tabelas 39 e 40). Este facto pode ter estado relacionado, por um lado, com as variações climatéricas de temperatura e luminosidade e, por outro, pela ocorrência de períodos de circulação nos meses de Janeiro e Fevereiro, o que determinou uma dispersão dos organismos fotossintéticos para zonas mais profundas. O período de estratificação térmica que ocorreu nos meses de Junho e Agosto pode explicar o aumento destes valores. A diminuição dos valores em Agosto será explicada, provavelmente, por uma, anormal, diminuição da temperatura e/ou luminosidade.

Os valores maiores de clorofila “a” à superfície foram obtidos nos meses de Novembro, Junho e Agosto (tabelas 39 e 40), sendo estes semelhantes aos indicados por BARROS *et al.* (in press).

Pode verificar-se que a variação temporal dos valores de clorofila “a” à superfície foi inversamente proporcional à dos valores da transparência. Deste modo torna-se importante a utilização dos valores da transparência para a determinação do estado trófico da albufeira em questão (RODRIGUES *et al.* in press).

Considerando os valores médios da clorofila “a” à superfície, considerando ainda os valores máximos da clorofila “a” na zona eufótica ($\pm 6,0$ metros = 2,4 * média da profundidade de visão do disco de Sechi) e pela indicação do grau de eutrofia segundo a OCDE e segundo WEBER (1976)

(1980), podemos indicar que a albufeira em estudo encontra-se num estado mesotrófico. Os valores determinam ainda, segundo MARGELEF (1975; 1983), que esta albufeira se encontra num estado próximo do limite da eutrofização moderada.

A indicação do estado trófico da albufeira seria mais eficaz se se tivesse procedido à determinação da densidade e diversidade específica do fitoplâncton.

Tabela 41 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) da concentração de clorofila “a” (mg/m^3) de cada época do ano ao longo da coluna de água, do Centro

CENTRO

CLOROFILA a (mg/m^3)

Profundidade (m)	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	6,00	10,20	8,10	1,20	4,90	3,05	3,65	7,80	5,73	10,90	11,10	11,00
0,5	5,90	10,00	7,95	1,10	4,90	3,00	3,65	7,70	5,68	10,80	10,90	10,85
1	5,80	9,90	7,85	1,00	4,50	2,50	3,24	7,50	5,37	10,70	10,90	10,80
5	5,00	9,10	7,05	0,80	4,20	2,50	2,90	7,50	5,20	10,00	10,80	10,40
10	1,00	4,80	2,90	0,50	2,90	1,70	1,90	6,80	4,35	5,60	7,50	6,55
24	0,00	0,00	0,00	0,05	0,09	0,07	0,05	0,10	0,08	0,00	0,19	0,10

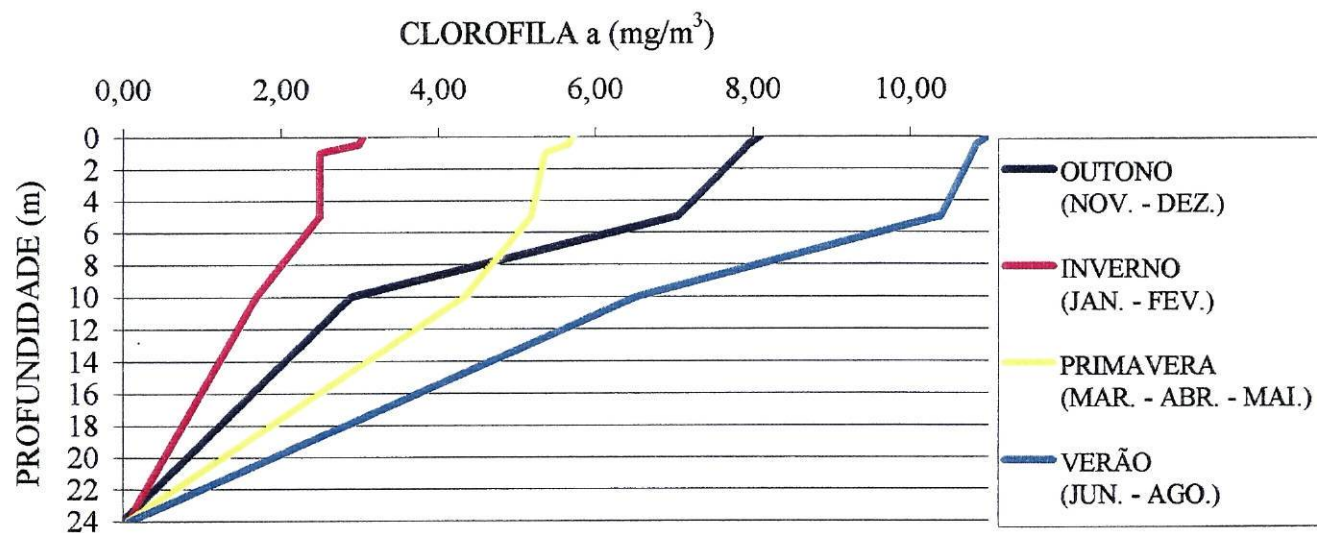


Figura 27 – Variação dos valores médios da concentração de clorofila “a” (mg/m^3), ao longo da coluna de água de cada, época do ano, do Centro

Tabela 42 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) da concentração de clorofila “a” (mg/m³) de cada época do ano ao longo da coluna de água, do Centro

MARGEM

Profundidade (m)	CLOROFILA a (mg/m ³)											
	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	6,00	10,20	8,10	1,20	4,60	2,90	3,40	7,20	5,30	10,90	11,10	11,00
0,5	5,60	9,70	7,65	1,30	4,60	2,95	3,50	7,10	5,30	10,50	11,10	10,80
1	5,30	9,50	7,40	1,20	4,50	2,85	3,20	7,00	5,10	10,40	10,90	10,65
5	5,00	9,10	7,05	1,00	4,20	2,60	2,90	5,00	3,95	10,00	10,00	10,00
10	0,90	4,80	2,85	0,50	2,90	1,70	2,00	4,10	3,05	5,00	7,50	6,25

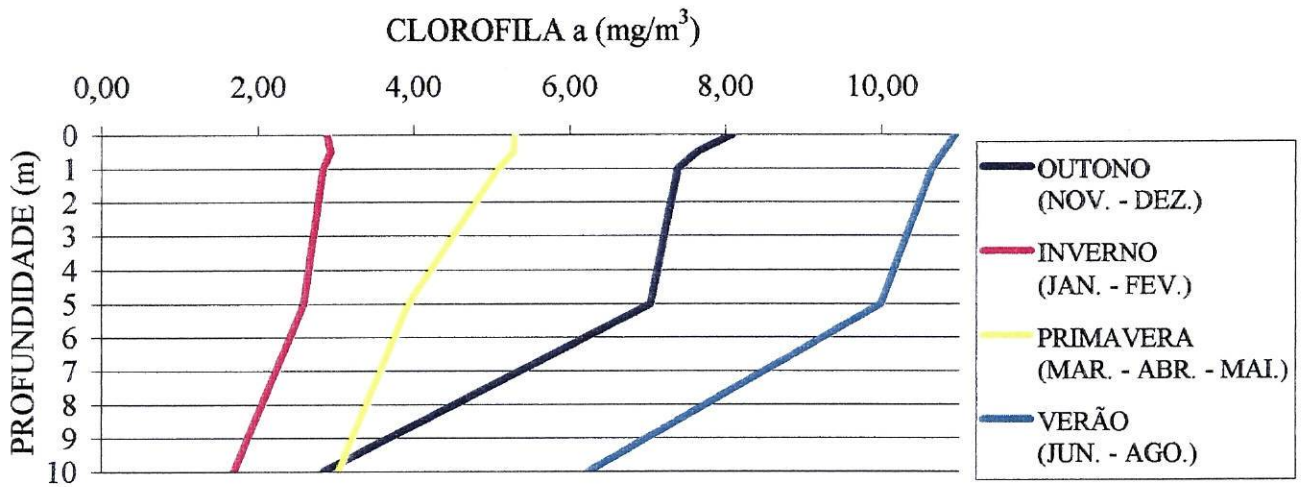


Figura 28 – Variação dos valores médios da concentração de clorofila “a” (mg/m³), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

Pode observar-se que os valores médios mais altos de clorofila “a” foram obtidos na época de Verão enquanto que os valores mais baixos foram obtidos na época de Inverno, quer no Centro quer na Margem. Por outro lado verifica-se que existiu uma diminuição dos valores médios de clorofila “a” ao longo da coluna de água, diminuição esta que foi mais evidente a partir dos 5 metros de profundidade (figuras 27 e 28). No Centro esta diminuição tendeu para o valor zero, que se chegou a atingir no Outono (figura 27).

Tabela 43 – Valores da concentração de feopigmentos (mg/m^3) de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro

CENTRO

FEOPIGMENTOS (mg/m^3)													
Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	1,87	0,69	0,56	0,55	2,20	2,65	3,10	5,80	4,10	0,55	5,80	3,18	1,90
0,5	1,85	0,65	0,55	0,54	2,10	2,63	3,20	5,90	4,20	0,54	5,90	3,22	1,95
1	1,82	0,63	0,54	0,53	2,20	2,63	3,50	5,90	4,80	0,53	5,90	3,22	1,98
5	1,82	0,65	0,52	0,53	2,30	2,64	3,50	6,10	4,90	0,52	6,10	3,31	2,04
10	1,60	0,65	0,52	0,56	2,40	2,69	3,40	6,10	4,90	0,52	6,10	3,31	2,03
24	1,50	0,64	0,51	0,49	2,40	2,69	3,40	6,10	4,90	0,49	6,10	3,30	2,04

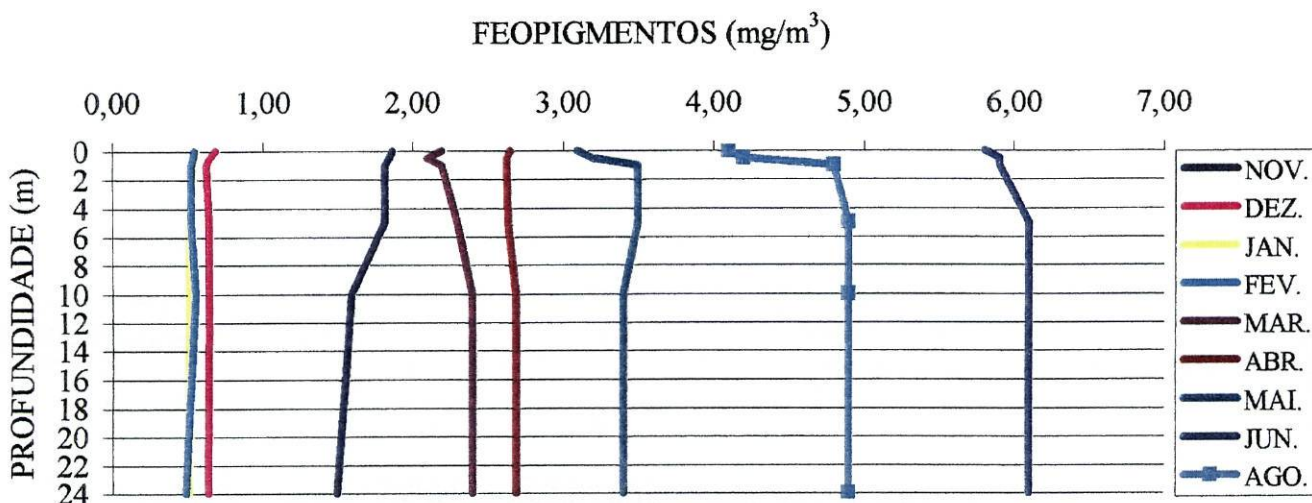


Figura 29 – Variação dos valores da concentração de feopigmentos (mg/m^3), ao longo da coluna de água, de cada colheita, do Centro

Tabela 44 – Valores da concentração de feopigmentos (mg/m^3) de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), da Margem

MARGEM

FEOPIGMENTOS (mg/m^3)													
Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	2,20	0,60	0,56	0,55	1,89	2,65	3,10	5,80	4,10	0,55	5,80	3,18	1,90
0,5	2,10	0,65	0,55	0,57	1,85	2,63	3,20	5,90	4,20	0,55	5,90	3,23	1,94
1	2,20	0,56	0,54	0,59	1,83	2,63	3,50	5,90	4,80	0,54	5,90	3,22	2,05
5	2,30	0,57	0,53	0,53	1,84	2,64	3,50	6,10	4,90	0,53	6,10	3,32	2,13
10	2,40	0,65	0,52	0,56	1,60	2,69	3,40	6,10	4,90	0,52	6,10	3,31	2,12

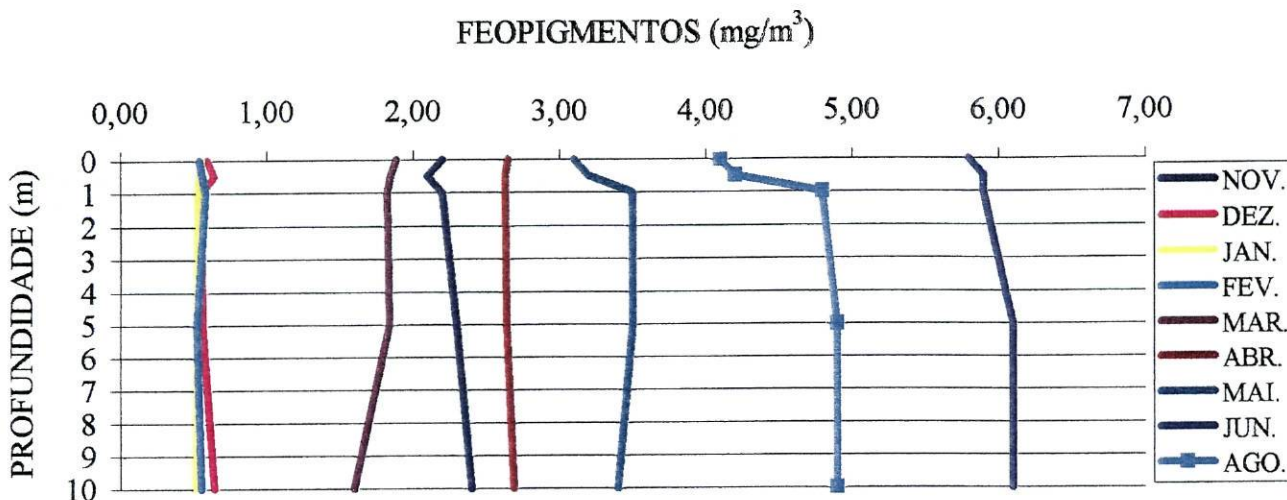


Figura 30 – Variação dos valores da concentração de feopigmentos (mg/m^3), ao longo da coluna de água, de cada colheita, da Margem

No Centro a concentração de feopigmentos não ultrapassou os $6,1 \text{ mg}/\text{m}^3$, valor obtido no mês de Junho, à profundidade de 5, 10 e 24 metros. O valor mínimo foi de $0,49 \text{ mg}/\text{m}^3$, obtido no mês de Fevereiro, à profundidade de 24 metros. Os valores médios oscilaram entre $3,30 \text{ mg}/\text{m}^3$ ($\pm 2,03$ e $2,02$) a 5 e 10 metros de profundidade e $3,18 \text{ mg}/\text{m}^3$ ($\pm 1,90$), valor obtido à superfície. (tabela 43).

Na Margem o valor máximo foi de $6,1 \text{ mg}/\text{m}^3$, valor obtido no mês de Junho, a 5 e 10 metros de profundidade, enquanto que o valor mínimo obtido foi $0,52 \text{ mg}/\text{m}^3$, valor encontrado no mês de Fevereiro a 5 e 10 metros de profundidade. Os valores médios variaram entre $3,32 \text{ mg}/\text{m}^3$ ($\pm 2,13$), obtido a 5 metros de profundidade e $3,18 \text{ mg}/\text{m}^3$ ($\pm 1,90$), valor obtido à superfície. (tabela 44).

No Centro, ao longo da coluna de água os valores foram praticamente constantes em todos os meses, com exceção dos meses de Março, Maio, Junho e Agosto em que ocorreu um aumento dos mesmos junto da superfície, tendo-se tornando estes valores praticamente constantes ao longo do resto da coluna de água (figura 29).

Na Margem a situação é semelhante, com exceção do mês de Março, em que os valores foram praticamente constantes ao longo da coluna de água (figura 30).

No Centro os valores da concentração de feopigmentos nos meses de Fevereiro e Março foram superiores aos da concentração de clorofila “a” a partir da profundidade de 10 metros. Nos

assim indicar que, provavelmente, a estas profundidades a comunidade fitoplactónica se encontrava num processo de degeneração.

Tabela 45 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) da concentração de feopigmentos (mg/m^3) de cada época do ano ao longo da coluna de água, do Centro

CENTRO

FEOPIGMENTOS (mg/m^3)

Profundidade (m)	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	0,69	1,87	1,28	0,55	0,56	0,56	2,20	3,10	2,65	4,10	5,80	4,95
0,5	0,65	1,85	1,25	0,54	0,55	0,55	2,10	3,20	2,65	4,20	5,90	5,05
1	0,63	1,82	1,23	0,53	0,54	0,54	2,20	3,50	2,85	4,80	5,90	5,35
5	0,65	1,82	1,24	0,52	0,53	0,53	2,30	3,50	2,90	4,90	6,10	5,50
10	0,65	1,60	1,13	0,52	0,56	0,54	2,40	3,40	2,90	4,90	6,10	5,50
24	0,64	1,50	1,07	0,49	0,51	0,50	2,40	3,40	2,90	4,90	6,10	5,50

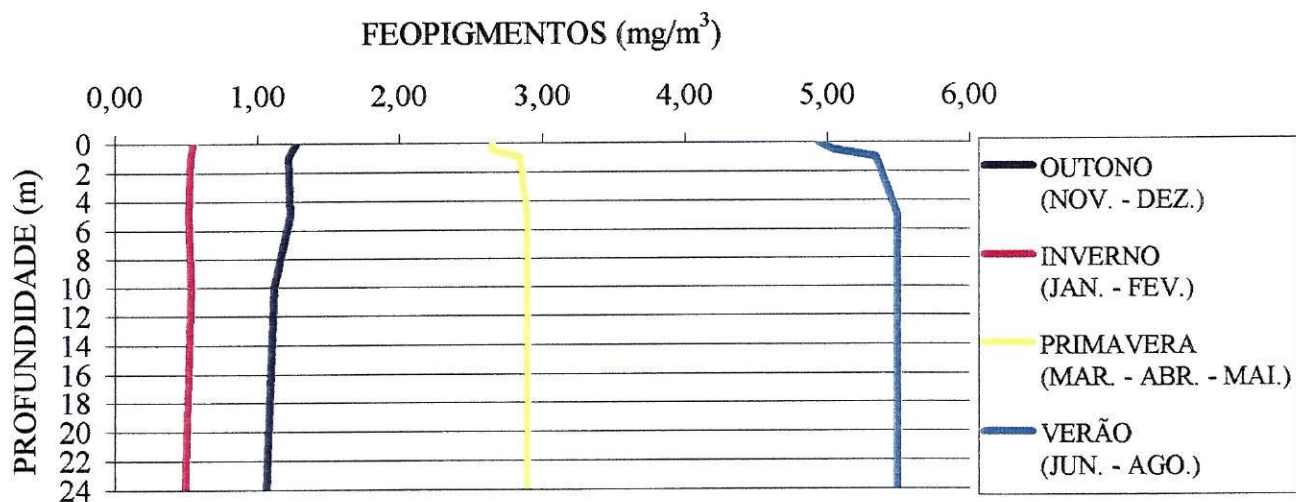


Figura 31 – Variação dos valores médios da concentração de feopigmentos (mg/m^3), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

Tabela 46 – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) da concentração de feopigmentos (mg/m^3) de cada época do ano ao longo da coluna de água, da Margem

MARGEM

Profundidade (m)	FEOPIGMENTOS (mg/m^3)											
	ÉPOCAS DO ANO											
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	0,60	2,20	1,40	0,55	0,56	0,56	1,89	3,10	2,50	4,10	5,80	4,95
0,5	0,65	2,10	1,38	0,55	0,57	0,56	1,85	3,20	2,53	4,20	5,90	5,05
1	0,56	2,20	1,38	0,54	0,59	0,57	1,83	3,50	2,67	4,80	5,90	5,35
5	0,57	2,30	1,44	0,53	0,53	0,53	1,84	3,50	2,67	4,90	6,10	5,50
10	0,65	2,40	1,53	0,52	0,56	0,54	1,60	3,40	2,50	4,90	6,10	5,50

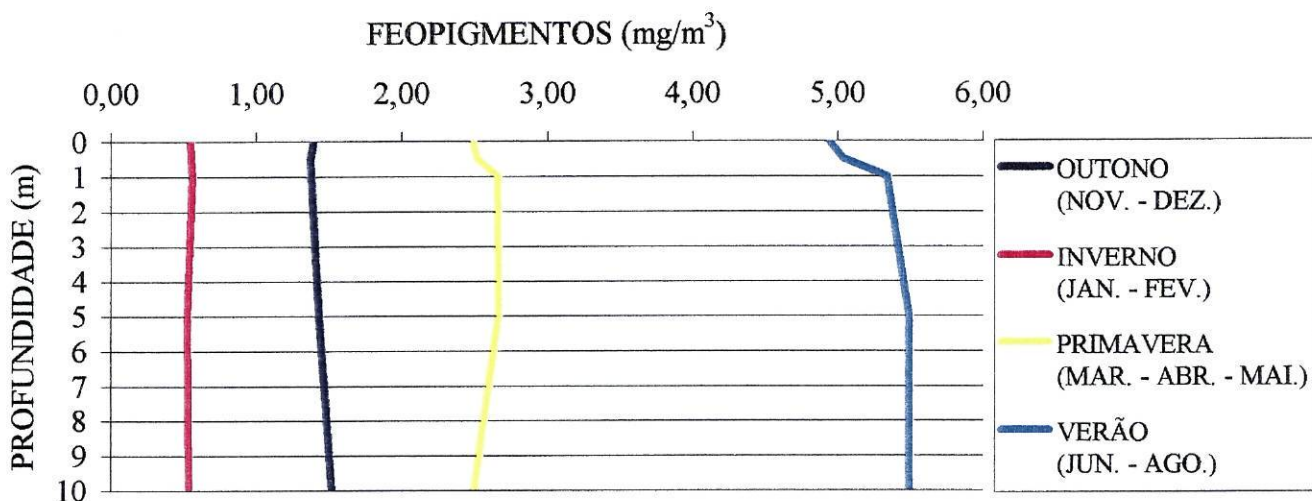


Figura 32 – Variação dos valores médios da concentração de feopigmentos (mg/m^3), ao longo da coluna de água, de cada época do ano, do Centro

Pode verificar-se que os valores médios maiores da concentração de feopigmentos ocorreram no período de Verão e os menores no período de Inverno, quer no Centro quer na Margem (figuras 31 e 32).

No Centro e na Margem, ao longo da coluna de água, parece ter existido uma certa uniformidade dos valores médios, o que se tornou mais evidente no Inverno (figuras 31 e 32).

3.4 AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO

O índice do estado trófico (TSI), proposto por CARLSON em 1977, é um dos parâmetros limnológicos mais utilizados para conhecer o estado trófico de uma albufeira. Para a determinação deste índice utilizam-se os valores de concentração de clorofila a, de fósforo total existente na superfície e ainda os valores da profundidade de visão do disco de Sechi.

Os valores do TSI, segundo CARLSON, variam entre o valor nulo e 100, logo, do estado oligotrófico para o eutrófico, sendo que o valor médio corresponde a um estado mesotrófico.

3.4.1 TSI DO DISCO DE SECHI

A tabela 47 indica os valores do índice do estado trófico da profundidade de visão do disco de Sechi (TSI Ds). A figura 33 representa a variação temporal do TSI Ds.

Tabela 47 – Valores de TSI Ds em cada colheita, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro e da Margem

CENTRO E MARGEM

	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
TSI _{Ds}	46,80	46,80	46,23	45,16	46,80	46,80	46,80	50,01	50,01	45,16	50,01	47,59	1,37

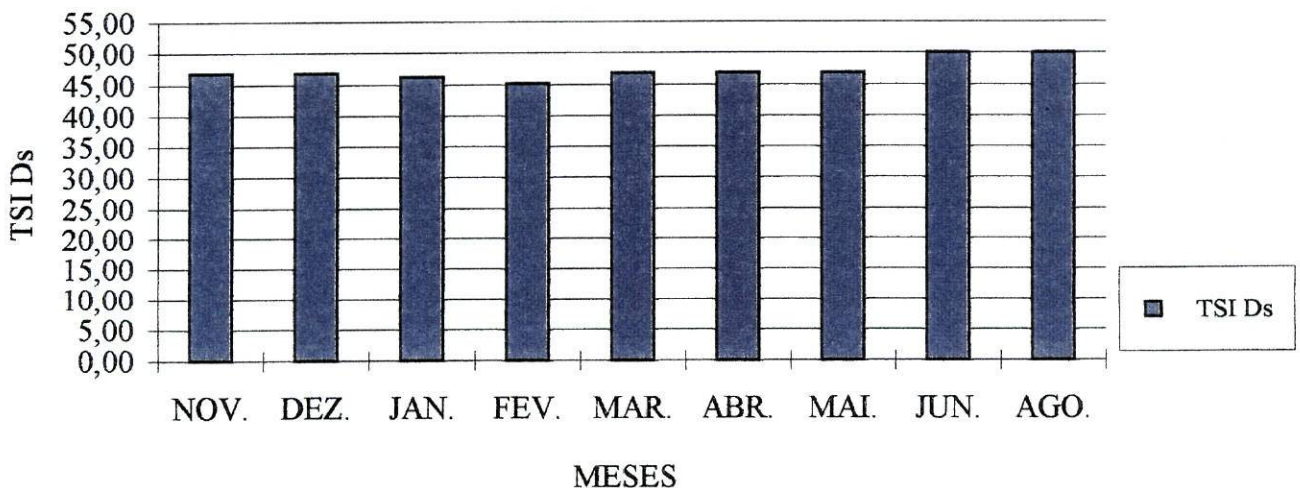


Figura 33 – Variação temporal dos valores de TSI Ds do Centro e da Margem

Pela análise da tabela 47 e da figura 33 podemos referir que os valores do TSI Ds são maiores nos meses de Junho e Agosto, onde se atinge o valor 50,01. O mês onde este valor é menor é Fevereiro com 45,16. Existe assim uma diminuição dos valores até Fevereiro e depois um aumento até Agosto. A média é de 47,59 ($\pm 1,37$), o que determina que esta albufeira esteja num estado mesotrófico.

3.4.2 TSI DO FÓSFORO TOTAL

As tabelas 48 e 49 referem-se aos valores do índice do estado tráfico do fósforo total (TSI Pt).

Tabela 48 – Valores do TSI Pt de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro

CENTRO

TSI FÓSFORO TOTAL (TSI Pt)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	76,40	76,40	74,34	76,40	76,40	60,56	65,41	76,40	70,56	60,56	76,40	68,48	5,87
0,5	76,40	60,56	74,34	71,93	77,33	60,56	60,56	79,03	70,56	60,56	79,03	69,80	7,63
1	60,56	60,56	80,55	73,19	69,04	60,56	76,40	76,40	70,56	60,56	80,55	70,56	7,68
5	60,56	60,56	80,55	73,19	67,34	76,40	76,40	76,40	70,56	60,56	80,55	70,56	7,20
10	60,56	60,56	76,40	76,40	60,56	76,40	76,40	76,40	60,56	60,56	76,40	68,48	8,35
24	53,20	53,20	76,40	76,40	53,20	70,56	70,56	70,56	53,20	53,20	76,40	64,80	10,63

Tabela 49 – Valores do TSI Pt de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro

MARGEM

TSI FÓSFORO TOTAL (TSI Pt)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	75,41	75,41	74,34	77,33	76,40	60,56	65,41	76,40	70,56	60,56	77,33	68,95	5,82
0,5	76,40	60,56	74,34	71,93	77,33	60,56	60,56	79,03	70,56	60,56	79,03	69,80	7,63
1	60,56	60,56	80,55	73,19	69,04	60,56	76,40	76,40	70,56	60,56	80,55	70,56	7,68
5	60,56	60,56	80,55	73,19	67,34	76,40	76,40	76,40	70,56	60,56	80,55	70,56	7,20
10	60,56	60,56	76,40	76,40	60,56	76,40	76,40	76,40	60,56	60,56	76,40	68,48	8,35

Os valores médios do TSI Pt à superfície foram de 68,48 ($\pm 5,87$) e 68,95 ($\pm 5,82$), no Centro e na Margem (figuras 48 e 49), respectivamente, o que determina uma tendência para a eutrofia.

3.4.3 TSI DA CLOROFILA “a”

As tabelas 50 e 51 referem-se aos valores do índice do estado tráfico da clorofila “a” (TSI Cl “a”). As figuras 34 e 35 mostram a variação dos valores do índice do estado tráfico da clorofila “a” (TSI cl “a”)

Tabela 50 – Valores do TSI Cl “a” de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), do Centro

CENTRO

TSI CLOROFILA a (TSI Cl a)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	53,38	48,18	46,19	32,39	43,30	48,50	50,75	54,21	54,03	32,39	54,21	43,30	6,90
0,5	53,19	48,01	46,19	31,53	43,30	48,18	50,62	54,03	53,94	31,53	54,94	43,24	7,08
1	53,09	47,84	45,35	30,60	42,13	48,01	50,37	54,03	53,85	30,60	54,03	42,32	7,43
5	52,26	46,39	44,68	28,41	41,04	47,84	50,37	53,94	53,19	28,41	53,94	41,18	7,99
10	45,99	30,60	41,04	23,80	36,90	40,87	49,41	50,37	47,50	23,80	50,37	37,09	8,98
24	.....	.....	6,98	1,21	1,21	8,01	6,98	14,31	.....	1,21	6,98	4,10	5,46

TSI CLOROFILA a

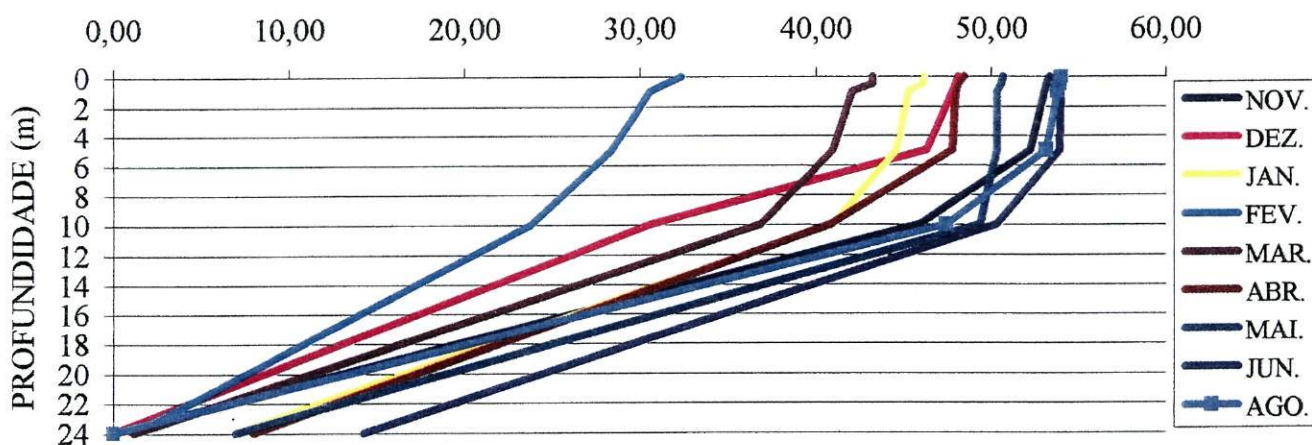


Figura 34 – Variação dos valores do TSI Cl “a” de cada colheita ao longo da coluna de água, do Centro

Tabela 51 – Valores do TSI Cl “a” de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), da Margem

MARGEM

TSI CLOROFILA a (TSI Cl a)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	53,38	48,18	45,57	32,39	42,61	46,58	49,97	54,12	54,03	32,39	54,12	43,26	6,93
0,5	52,89	47,50	45,57	33,17	42,89	46,39	49,83	54,21	53,67	33,17	54,21	43,69	6,60
1	52,69	46,96	45,35	32,39	42,01	46,39	49,69	54,03	53,57	32,39	54,03	43,21	6,83
5	52,26	46,39	44,68	30,60	41,04	46,19	46,39	53,19	53,19	30,60	53,19	41,90	7,13
10	45,99	29,57	41,04	23,80	37,40	41,70	44,44	50,37	46,39	23,80	42,01	32,91	8,56

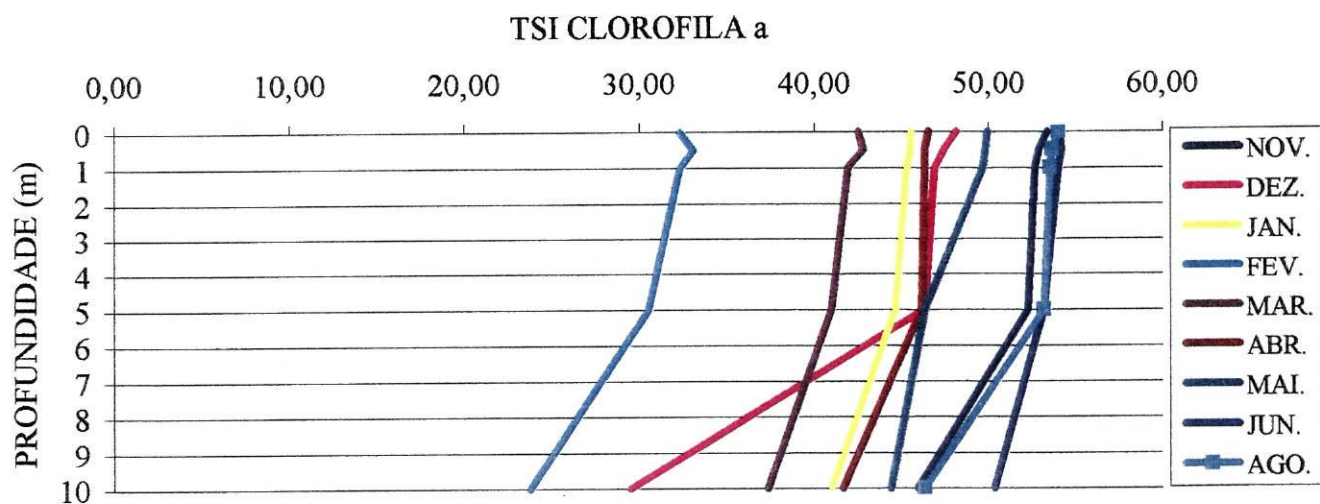


Figura 35 – Variação dos valores do TSI Cl “a” de cada colheita ao longo da coluna de água, da Margem

Os valores médios do TSI cl “a” à superfície foram 43,30 (± 6,90) e 43,26 (± 6,93), no Centro e na Margem, respectivamente (tabelas 50 e 51), o que leva a podermos indicar que esta albufeira se encontra num estado mesotrófico.

Os valores médios dos TSI Ds e TSI cl “a” oscilaram entre os 43 e os 50, e os maiores valores ocorreram nos meses de Novembro, Junho e Agosto (tabelas 47, 50 e 51), correspondendo aos períodos de desenvolvimento do fitoplâncton, indicando um estado oligo-mesotrófico (BRANCO *et al.*, 1992) desta albufeira.

4. CONCLUSÕES

A realização deste trabalho contribuiu para o conhecimento actual do estado trófico da albufeira do Sôrdo, permitindo, assim, utilizá-lo para um futuro programa de monitorização.

Deste modo, podemos concluir o seguinte:

- os valores da transparência indicam que a albufeira em estudo apresenta características com tendência para a eutrofia.
- ao longo do ano observou-se que a albufeira tem períodos de estratificação no Verão e circulação térmica no Inverno, sendo assim considerada uma albufeira monomítica quente. Verificou-se ter existido a zona do metalimnio, em Agosto, entre os 5 e os 10 metros.
- os valores da temperatura e da concentração de oxigénio (especialmente nos meses de Novembro, Junho e Agosto) decresceram ao longo da coluna de água, sem que se tenha observado situação de anóxia, por não ter existido produção de matéria orgânica suficiente para consumir todo o oxigénio existente, não ter existido decomposição bacteriana da mesma ou esta degradação ter ocorrido de forma contínua. A curva do oxigénio dissolvido tem uma tendência clinógrada, o que indica um estado intermédio entre o oligotrófico e o eutrófico nesta albufeira.
- a taxa de nitrificação foi menor a partir dos 10 metros no Inverno e no Verão, em face da diminuição da concentração de oxigénio dissolvido. Os valores da concentração de azoto inorgânico total determinam um estado mesotrófico desta albufeira.
- os valores da concentração de fósforo total determinam um estado eutrófico para esta albufeira.
- os valores da concentração de clorofila “a” indicam um estado mesotrófico nesta albufeira. Os valores da concentração de feopigmentos, nos meses de Fevereiro e Março, a partir dos 10 metros, foram superiores aos da clorofila “a” indicando a existência de um processo degenerativo da comunidade fitoplanctónica.

- os valores do TSI do disco de Sechi e da clorofila “a indicam um estado mesotrófico para esta albufeira. O TSI do fósforo total indica uma tendência para o estado eutrófico.

Sendo a albufeira do Sôrdo relativamente recente, o seu estado trófico (mesotrófico, segundo a maioria dos parâmetros, e com tendência para a eutrofia ou eutrófico, segundo a indicação dos valores do TSI Pt e transparência e dos valores de fósforo total, respectivamente) pode ser considerado preocupante. Desta forma parece-nos premente a necessária aplicação de um programa de monitorização, de modo a poder controlar e prever a forma como decorrerá a evolução do seu estado, bem como a correcta verificação das possíveis descargas de efluentes domésticos e dos usos excessivos de fertilizantes azotados e fosfatados. A aplicação destas medidas é fundamental, por esta albufeira ser utilizada para a produção de água para consumo humano, tornando-se mais fácil e barata a depuração das águas quanto melhor for a sua qualidade na origem.

5. PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Todos os ecossistemas dulciaquícolas evoluem, naturalmente, de um estado oligotrófico para um eutrófico. Esta evolução pode ser acelerada pela actividade humana, provocando uma deterioração da qualidade da água. Esta pode ser determinada, de uma forma relativamente rápida, através da análise de parâmetros físicos (transparência e pH) e químicos (temperatura da água/oxigénio dissolvido, nitritos, nitratos, ião amónia, fosfatos e fósforo total).

1. OBJECTIVOS

Verificar a qualidade da água de ecossistemas dulciaquícolas através de parâmetros físicos e químicos.

2. MATERIAL

- Ficha de campo (Quadro A)
- Termómetro
- Disco de Sechi
- Frasco para recolha de água
- Lápis
- Fita de pH
- Oxímetro portátil
- Kit para determinação da concentração de nutrientes

3. PROCEDIMENTO

a) no campo:

1. mede a temperatura ambiente (°C), utilizando o termómetro, e regista-a na ficha de campo.
2. com o uso da fita de pH, mede o pH da água e regista-o na ficha de campo.
3. mede a transparência da água (m), utilizando o disco de Sechi e regista-a na ficha de campo.
4. mede, à superfície, a quantidade de oxigénio dissolvido (mg/l) e a temperatura da água (°C) utilizando o oxímetro, e regista os valores na ficha de campo.
5. recolhe 2 litros de água.

b) no laboratório

1. determina a concentração de nutrientes da água e regista os valores.
2. interpreta todos os resultados e retira as conclusões, utilizando o Quadro B.

Quadro A

PARÂMETRO	RESULTADO
Temperatura ambiente (°C)	
pH	
Transparência (m)	
Temperatura da água (°C)	
Oxigénio dissolvido (mg/l)	

Quadro B

ESTADO TRÓFICO	N INORGÂNICO (soma dos valores de nitritos, nitratos e ião amónia) (mg/l)
Oligotrófico (qualidade boa)	0,2 – 0,4
Mesotrófico (qualidade razoável)	0,3 – 0,65
Eutrófico (qualidade má)	0,5 – 1,5

ESTADO TRÓFICO	FÓSFORO TOTAL (mg/l)
Oligotrófico (qualidade boa)	0,005 – 0,01
Mesotrófico (qualidade razoável)	0,01 – 0,03
Eutrófico (qualidade má)	0,03 – 0,1

ESTADO TRÓFICO	TRANSPARÊNCIA (m)
Oligotrófico (qualidade boa)	12,0 – 6,0
Mesotrófico (qualidade razoável)	6,0 – 3,0
Eutrófico (qualidade má)	3,0 – 1,5

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 236/98, D. L. n. (1998). "Qualidade da água destinada ao consumo humano." *Diário da República – I série – A n° 176*
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1992: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18 th edition. American Public Health Association, Inc., Washington D.C., 10 - 211 pp
- ARMENGOL-DÍAZ, J.; ESPARCIA, A.; VICENTE, E. & MIRACLE, M. R., 1993: Vertical distribution of planktonic rotifers in a karstic meromitic lake. *Hydrobiologia* 255/256:381 – 388
- BARBIERI, S. M. & ORLANDI, M. J. L. G., 1989: Ecological studies on the planktonic protozoa of a eutrophic reservoir (Rio Grande Reservoir, Brazil). *Hydrobiologia* 183:1. - 10
- BARROS, J. S.; CUNHA, M.J.; LINO, M.; VIEIRA, N. & VALENTE, A C. N. (in press): Evolution of the water quality and of the biotic community in two Portuguese reservoir (Alto Lindoso and Ermal) and their relationship with the recreational fishery. *Vert. Internat. Vêrin. Limn*
- BRANCO, R. & GUIMARÃES, M.C., 1991. Barragem do Torrão (Rio Tâmega): situação de verão. *Rev. Biol. U. Aveiro*, 4: 13 – 21
- BRANCO, R.; GUIMARÃES, M.C.; & COELHO, M., 1992: Avaliação da qualidade de águas de albufeiras do Norte do país através dos parâmetros biológicos. *III Conferência nacional sobre a Qualidade do Ambiente*. Valhi: 151 – 160
- CARLSON, R. E., 1977: A trófica state index for lakes. *Limon. Oceanport*. 22 (2): 361 – 369

- CORTES, R. M. V.; CARVALHO, H. M. C.; CARVALHO, J. P. M., 1992: Caracterização físico-química das Águas Dulciaquícolas. Implicações Biológicas. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 131 pp
- CUNHA, J. S. R., 1999. A comunidade Zooplanctónica de duas Albufeiras do Norte de Portugal. Ermal e Alto Lindoso. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, Porto, 152 pp
- GRACIA, M. P.; CASTELLÓN, C.; IGUAL, J. & SUNYEAR, R., 1989: Ciliated protozoan communities in a fluvial ecosystem. *Hydrobiologia* 183: 11 – 31
- HARPER, DAVID, 1992: Eutrophication of Freshwaters. 2^a edição: Chapman & Hall, Londres, 327 pp
- KOROLEFF, F., 1970: Revised version of direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. *Nt. Cons. Explr. Sea*, CM, 1969/C9. ICES
- LEHMAN, 1980a Release and cycling of nutrients between planktonic algae and herbivores. *Limnol. Oceanogr.* 25:620 – 632
- LORENZEN, C. J., 1967: Determination of chlorophyll and pheopigments: *Limnol. Oceanogr.* 12 (2): 343 – 346
- MAGALHÃES, O., 2001: Ocorrência de Cianobactérias Tóxicas na albufeira do Torrão e Avaliação da Eficiência do Tratamento na Remoção de Fitoplâncton e Toxinas. MSc Dissertation, University of Porto, Porto, 123 pp
- MARGALEF, R., 1975. Typology of reservoirs. *Theoretical Reservoir Ecology and its Applications* *Internat. Verein Limnol.*, 19: 1841 – 1848
- MARGALEF, R., 1976. Biología de los embalses. *Investigación y Ciencia*, 1: 50 – 62
- MARGALEF, R., 1982. Ecología. Omega Ed., Barcelona, 951 pp
- MARGALEF, R., 1983. *Limnologia*. Ed. Omega. Barcelona, 1010 pp

OCDE, 1992. Eutrophication of waters. Paris, 164 pp

ODUM, E. R. 1971. Fundamentos de Ecologia (4ª edição). Fundação Caloust Gulbenkian. António Manuel de Azevedo Gomes (Tradução). Lisboa, 927 pp

ORTIZ, J. L., 1986: Indicadores de eutrofización, criterios de clasificación de lagos y embalses según el grado de eutrofia. In: Curso sobre eutrofización de embalses. Gabinete de Formación y Documentación. Madrid

PEREIRA, E. G. M. 1998: Eutrofização do rio Tâmega (Troço Amarante – Entre os Rios). Ocorrência de Cianobactérias Tóxicas. Porto, Universidade do Porto: 99 pp

FRIAS, A. S.; FONSECA, M.; TAVARES, M. H. 2001: Qualidade e Fontes de Poluição das Águas Superficiais da Área do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Douro. *Semana Aberta: Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Douro*. UTAD, Vila Real

RODRIGUES, A.V.; VALENTE, A.; BRANCO R.; VIEIRA, N. (in press): The Water Quality in the River Sôrdo Reservoir. *Vert. Internat. Vêrin. Limn.*

SANTILLANA, J. T., 1986a. Aplicación de los estudios limnológicos a la gestación de embalses. In: *Curso sobre eutrofización de embalses*. Gabinete de Formación y Documentación. Madrid

STRASKRABA, M., 1999: Retention time as a key variable of reservoir limnology. *Theoretical Reservoir Ecology and its Applications* 585: 385 – 410

STRASKRABA, M. & TUNDISI, J., 1999: Reservoir Ecosystem Functioning: Theory and Application. *Theoretical Reservoir Ecology and its Applications* 585: 565 – 583

VALLENTYNE, J. R., 1978. Introduction a la Limnologia. Ed. Omega. Barcelona, 169 pp

VASCONCELOS, V. M., 1994: Ocorrência de cianobactérias tóxicas e suas toxinas em massa de água portuguesas utilizadas para consumo humano e recreio. *2º Congresso da Água*: 295 – 301

VOLLENWEIDER, R. A., 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OCDE, Paris, 192 pp

WETZEL, R., 1993: *Limnologia*. Fundação Calouste Gulbenkian. Maria José L. Boavida (Tradução). Lisboa, 905 pp

<http://www.inag.pt> - Classificação dos Cursos de Água Superficiais de Acordo com as suas Características de Qualidade para Usos Múltiplos

7. ANEXOS

Anexo I

Artigo 2.º

Planeamento de recursos hídricos

1—O planeamento é concretizado mediante planos de recursos hídricos.

2—O planeamento de recursos hídricos tem por objectivos gerais a valorização, a protecção e a gestão equilibrada dos recursos hídricos nacionais, assegurando a sua harmonização com o desenvolvimento regional e sectorial através da economia do seu emprego e racionalização dos seus usos.

Anexo II

Artigo 5.

Objectivo e âmbito

1 - As disposições da presente secção transpõem para o direito nacional a Directiva n. 75/440/CEE, do Conselho, de 16 de Junho, relativa à qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano, e a Directiva n. 79/869/CEE, do Conselho, de 9 de Outubro, relativa aos métodos analíticos e à frequência das amostragens e da análise das águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano.

2 - As disposições da presente secção visam a protecção e a melhoria da qualidade das águas doces superficiais que sejam utilizadas ou estejam destinadas a serem utilizadas, após tratamento adequado, para a produção de água para consumo humano, também denominadas simplesmente «águas superficiais» no presente capítulo.

Anexo III

Classificação INAG

Classificação dos Cursos de Água Superficiais de Acordo com as suas Características de Qualidade para Usos Múltiplos

A classificação da qualidade da água para usos múltiplos permite obter informação sobre os usos que potencialmente podem ser considerados na massa de água classificada. São consideradas cinco classes:

Classes de Classificação da Qualidade da Água






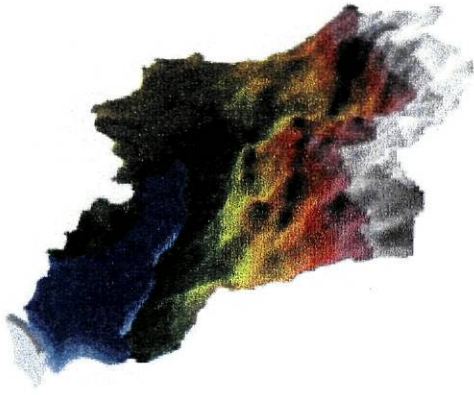
	Classe A Sem Poluição	Águas consideradas como isentas de poluição, aptas a satisfazer potencialmente as utilizações mais exigentes em termos de qualidade.
	Classe B Fracamente Poluído	Águas com qualidade ligeiramente inferior à classe A, mas podendo também satisfazer potencialmente todas as utilizações.
	Classe C Poluído	Águas com qualidade "aceitável", suficiente para irrigação, para usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes) mas com reprodução aleatória; apta para recreio sem contacto directo.
	Classe D Muito Poluído	Águas com qualidade "mediocre", apenas potencialmente aptas para irrigação, arrefecimento e navegação. A vida piscícola pode subsistir, mas de forma aleatória.
	Classe E Extremamente Poluído	Águas ultrapassando o valor máximo da Classe D para um ou mais parâmetros. São consideradas como inadequadas para a maioria dos usos e podem ser uma ameaça para a saúde pública e ambiental.

Tabela de Classificação por Parâmetro

PARÂMETRO	CLASSE	A	B	C	D	E
		(sem poluição)	(fracamente poluído)	(poluído)	(muito poluído)	(extremamente poluído)
pH		6.5 - 8.5	-	6.0 - 9.0	5.5 - 9.5	5.0 - 10.0
Condutividade	($\mu\text{S}/\text{cm}$, 20°C)	≤ 750	751 - 1 000	1 001 - 1 500	1 501 - 3 000	$> 3 000$
SST	(mg/l)	≤ 25.0	25.1 - 30.0	30.1 - 40.0	40.1 - 80.0	> 80.0
Sat OD	(%)	≥ 90	89 - 70	69 - 50	49 - 30	< 30
CBO5	(mg O2/l)	≤ 3.0	3.1 - 5.0	5.1 - 8.0	8.1 - 20.0	> 20.0
CDO	(mg O2/l)	≤ 10.0	10.1 - 20.0	20.1 - 40.0	40.1 - 80.0	> 80.0
Oxidabilidade	(mg O2/l)	≤ 3.0	3.1 - 5.0	5.1 - 10.0	10.1 - 25.0	> 25.0
Azoto Amoniacal	(mg NH4/l)	≤ 0.10	0.11 - 1.00	1.10 - 2.00	2.01 - 5.00	> 5.00
Nitratos	(mg NO3/l)	≤ 5.0	5.0 - 25.0	25.1 - 50.0	50.1 - 80.0	> 80.0
Nitritos	(mg NO2/l)	≤ 0.01	0.011 - 0.020	0.021 - 0.15	0.16 - 0.3	> 0.3
Fosfatos	(mg P2O5/l)	≤ 0.40	0.41 - 0.54	0.55 - 0.94	0.95 - 1.00	> 1.00
Coliformes Totais	(/100 ml)	≤ 50	51 - 5 000	5 001 - 50 000	$> 50 000$	-
Coliformes Fecais	(/100 ml)	≤ 20	21 - 2 000	2 001 - 20 000	$> 20 000$	-
Estreptococos Fecais	(/100 ml)	≤ 20	21 - 2 000	2 001 - 20 000	$> 20 000$	-
Ferro	(mg/l)	≤ 0.50	0.51 - 1.00	1.10 - 1.50	1.50 - 2.00	> 2.00
Manganês	(mg/l)	≤ 0.10	0.11 - 0.25	0.26 - 0.50	0.51 - 1.00	> 1.00
Zinco	(mg/l)	≤ 0.30	0.31 - 1.00	1.01 - 3.00	3.01 - 5.00	> 5.00
Cobre	(mg/l)	≤ 0.020	0.021 - 0.05	0.051 - 0.200	0.0201 - 1.000	> 1.00
Crómio	(mg/l)	≤ 0.010	-	0.011 - 0.050	-	> 0.050
Selénio	(mg/l)	≤ 0.005	-	0.0051 - 0.010	-	> 0.010
Cádmio	($\mu\text{g}/\text{l}$)	≤ 1.0	-	1.1 - 5.0	-	> 5.0
Chumbo	(mg/l)	≤ 0.050	-	0.051 - 0.100	-	> 0.100
Mercúrio	($\mu\text{g}/\text{l}$)	≤ 0.50	-	0.51 - 1	-	> 1
Arsénio	(mg/l)	≤ 0.010	0.011 - 0.050	-	0.051 - 0.100	> 0.100
Cianetos	(mg/l)	≤ 0.010	-	0.011 - 0.050	-	> 0.050
Fenóis	($\mu\text{g}/\text{l}$)	≤ 1.0	1.1 - 5.0	5.1 - 10	11 - 100	> 100
Agentes Tensioactivos	(Las-mg/l)	≤ 0.2	-	0.21 - 0.50	-	> 0.50

Anexo IV

Barragem : Sordo



usante
Carrapatelo






Qualidade da Água
Planos de Ordenamento

Qualidade da Água

Classificação INAG
DL 236/98

Classificação INAG

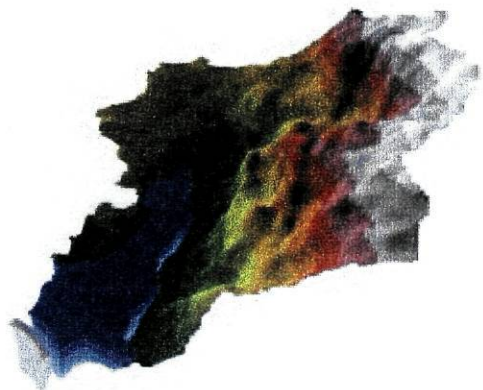
Sistema de Classificação

Anos					
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E
1995	.	CF,EF,CT NH4,Oxid	.	.	.
1996	.	.	OD	.	.
1997	.	.	.	OD	.
1998	.	.	OD	.	.
1999	.	.	OD	.	.

Anexo V

Barragem : Sordo

Qualidade da Água







Classificação INAG
DL 236/98

usante
Carrapatelo

Qualidade da Água
Planos de Ordenamento

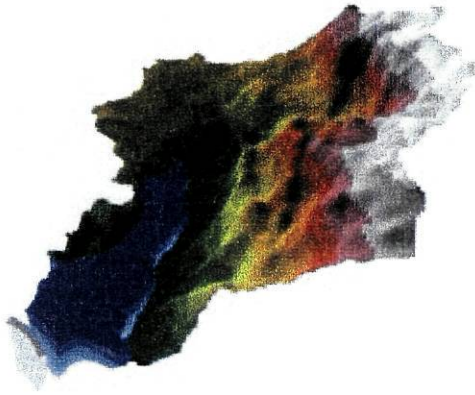
Decreto-Lei 236/98

Anos	 Produção água potável (VMA) Anexo I DL 236/98	 Águas Balneares Anexo XV DL 236/98	 Águas Piscícolas (VMA) Anexo X DL 236/98	 Rega (VMA) Anexo XVI DL 236/98
	1995	A1	.	.	Conforme
1996	A1	.	.	Conforme
1997	A1	.	.	Conforme
1998	A2	.	.	Conforme
1999	A2	.	.	Conforme

Anexo VI

Barragem : Sordo

POA - Plano de Ordenamento da Albufeira



usante
Carrapatelo

Qualidade da Água
Planos de Ordenamento

As albufeiras de água pública e sua área envolvente estão, de acordo com a legislação portuguesa, sujeitas a Planos Especiais de Ordenamento do Território, com os quais se pretende salvaguardar a qualidade dos recursos naturais presentes (água, flora, fauna, solo, paisagem, entre outros), permitindo simultaneamente a sua utilização.

POA Aprovado	POA Em Revisão	POA Em Elaboração	Sem POA

Os Planos de Ordenamento das Albufeiras de Águas Públicas definem as regras para a utilização correcta e ordenada do Plano de Água e Margens.
Enquadramento legal:

Decreto-Lei 502/71, de 18 Novembro
Decreto Regulamentar 2/88, de 20 Janeiro
Decreto Regulamentar 37/91 de 23 Julho
Decreto-Lei 151/95, de 24 Junho

A Direcção de Serviços de Utilização do Domínio Hídrico (DSUDH) tem por competência promover os concursos públicos para elaboração dos Planos de Ordenamento, assim como, a gestão desses mesmos Planos.

Anexo VII

Quadro I – Valores de pH de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), no Centro.

CENTRO

pH

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	7,34	7,85	6,80	6,42	6,90	6,60	6,70	6,80	6,70	6,42	7,85	7,14	0,44
0,5	7,50	7,86	6,70	6,91	6,90	6,60	6,70	6,80	6,70	6,60	7,86	7,23	0,43
1	7,89	7,84	6,70	6,86	6,90	6,70	6,71	6,80	6,70	6,70	7,89	7,30	0,49
5	7,06	7,68	6,80	6,98	6,90	6,60	6,60	6,70	6,60	6,60	7,68	7,14	0,35
10	7,81	7,78	6,90	6,79	6,80	6,50	6,80	6,60	6,50	6,50	7,81	7,16	0,50
24	7,65	7,73	6,80	6,50	6,70	6,40	6,60	6,60	6,50	6,50	7,73	7,12	0,50

Quadro II – Valores de pH de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), na Margem.

MARGEM

pH

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	7,50	7,44	7,80	6,88	6,80	6,10	7,00	7,00	7,00	6,10	7,80	6,95	0,49
0,5	7,60	7,43	7,80	6,79	6,40	6,10	7,00	7,00	7,00	6,10	7,80	6,95	0,55
1	7,70	7,45	7,90	6,76	6,60	6,90	7,10	7,30	7,10	6,60	7,90	7,25	0,43
5	7,80	7,44	7,90	6,70	6,90	6,70	6,90	7,20	7,00	6,70	7,90	7,30	0,45
10	7,50	7,44	7,80	6,70	6,20	6,20	6,90	7,10	7,00	6,20	7,80	7,00	0,56

Quadro V – Valores de nitritos de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), no Centro.

CENTRO

NITRITOS (NO₂) (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	0,041	0,029	0,050	0,040	0,026	0,031	0,035	0,056	0,060	0,026	0,060	0,043	0,012
0,5	0,038	0,030	0,041	0,040	0,025	0,026	0,026	0,037	0,050	0,025	0,050	0,038	0,009
1	0,039	0,030	0,043	0,040	0,023	0,027	0,026	0,048	0,056	0,023	0,056	0,040	0,011
5	0,040	0,031	0,041	0,039	0,021	0,028	0,027	0,045	0,050	0,021	0,050	0,036	0,009
10	0,040	0,031	0,043	0,048	0,021	0,029	0,028	0,044	0,052	0,021	0,052	0,037	0,011
24	0,034	0,030	0,050	0,053	0,029	0,030	0,028	0,048	0,060	0,028	0,060	0,044	0,012

Quadro VI – Valores de nitritos de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), na Margem.

MARGEM

NITRITOS (NO₂) (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	0,030	0,029	0,041	0,051	0,026	0,030	0,030	0,043	0,050	0,026	0,051	0,039	0,010
0,5	0,030	0,030	0,041	0,052	0,026	0,030	0,025	0,033	0,050	0,025	0,052	0,039	0,010
1	0,030	0,042	0,052	0,055	0,024	0,028	0,026	0,040	0,050	0,024	0,055	0,040	0,012
5	0,030	0,039	0,054	0,060	0,025	0,022	0,027	0,040	0,040	0,022	0,060	0,041	0,013
10	0,021	0,031	0,051	0,055	0,023	0,021	0,027	0,035	0,040	0,021	0,055	0,038	0,013

Quadro VII – Valores de nitratos de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), no Centro.

CENTRO

NITRATOS (NO₃) (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	3,08	3,55	4,44	5,25	4,43	2,22	2,20	1,90	3,01	1,90	5,25	3,58	1,17
0,5	3,15	3,22	3,77	5,73	4,30	2,11	2,22	1,95	3,20	1,95	5,73	3,84	1,20
1	3,17	3,65	3,99	6,05	4,20	2,09	2,32	2,20	3,55	2,09	6,05	4,07	1,25
5	3,12	3,76	4,87	5,85	4,10	2,08	2,33	2,20	3,92	2,08	5,85	3,97	1,28
10	3,15	3,65	5,76	5,59	4,10	2,18	2,65	2,40	3,23	2,18	5,59	3,89	1,30
24	3,12	3,65	4,43	4,53	4,10	2,22	2,65	2,50	3,18	2,22	4,53	3,38	0,85

Quadro VIII – Valores de nitritos de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), na Margem.

MARGEM

NITRATOS (NO₃) (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	3,40	3,08	4,41	4,64	4,43	2,21	2,20	3,54	3,67	2,20	4,64	3,42	0,91
0,5	3,20	3,14	3,71	4,53	4,30	2,11	2,20	3,21	3,50	2,11	4,53	3,32	0,82
1	3,50	3,16	3,87	4,60	4,20	2,19	2,32	3,70	3,80	2,19	4,60	3,40	0,81
5	3,60	3,17	4,73	4,09	4,02	2,20	2,61	3,50	3,50	2,20	4,73	3,47	0,77
10	3,21	3,18	3,50	3,90	4,18	2,10	2,41	3,40	3,50	2,10	4,18	3,14	0,66

Quadro IX – Valores de amónia de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), no Centro.

CENTRO

AMÓNIA (NH₄) (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	0,030	0,034	0,070	0,070	0,040	0,034	0,016	0,060	0,050	0,016	0,070	0,043	0,019
0,5	0,020	0,037	0,070	0,050	0,021	0,035	0,034	0,060	0,040	0,020	0,070	0,045	0,017
1	0,020	0,021	0,090	0,030	0,012	0,034	0,046	0,060	0,050	0,012	0,090	0,051	0,024
5	0,030	0,013	0,040	0,060	0,040	0,032	0,050	0,058	0,040	0,013	0,060	0,037	0,021
10	0,020	0,021	0,073	0,076	0,040	0,022	0,040	0,050	0,043	0,020	0,076	0,048	0,021
24	0,030	0,019	0,094	0,043	0,040	0,050	0,049	0,061	0,040	0,019	0,094	0,057	0,021

Quadro X – Valores de amónia de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), na Margem.

MARGEM

AMÓNIA (NH₄) (mg/l)

Profundidade (m)	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Ago.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	0,040	0,034	0,070	0,070	0,034	0,026	0,009	0,070	0,060	0,009	0,070	0,040	0,022
0,5	0,020	0,037	0,070	0,060	0,035	0,021	0,034	0,079	0,068	0,020	0,079	0,050	0,022
1	0,050	0,021	0,073	0,060	0,036	0,013	0,030	0,060	0,058	0,013	0,073	0,043	0,020
5	0,050	0,011	0,060	0,076	0,055	0,029	0,039	0,058	0,057	0,011	0,076	0,044	0,019
10	0,060	0,017	0,071	0,060	0,053	0,040	0,036	0,061	0,061	0,017	0,071	0,044	0,017

Quadro XI – Valores de fosfatos de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), no Centro.

CENTRO

FOSFATOS (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,05	0,05	0,10	0,09	0,05	0,11	0,08	0,02
0,5	0,10	0,05	0,09	0,08	0,11	0,05	0,05	0,10	0,08	0,05	0,10	0,08	0,02
1	0,03	0,02	0,14	0,11	0,07	0,05	0,10	0,10	0,08	0,03	0,14	0,09	0,04
5	0,05	0,03	0,15	0,13	0,06	0,10	0,10	0,10	0,07	0,03	0,15	0,09	0,04
10	0,05	0,03	0,13	0,12	0,05	0,10	0,11	0,12	0,04	0,03	0,13	0,08	0,04
24	0,06	0,05	0,10	0,10	0,03	0,10	0,07	0,09	0,08	0,03	0,10	0,07	0,03

Quadro XII – Valores de fosfatos de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), na Margem.

MARGEM

FOSFATOS (mg/l)

Profundidade (m)	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Ago.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,05	0,05	0,10	0,09	0,05	0,11	0,08	0,02
0,5	0,09	0,05	0,09	0,08	0,10	0,05	0,05	0,10	0,08	0,05	0,10	0,08	0,02
1	0,02	0,02	0,13	0,11	0,07	0,05	0,10	0,10	0,08	0,02	0,14	0,08	0,04
5	0,05	0,04	0,15	0,13	0,06	0,10	0,10	0,10	0,07	0,04	0,15	0,10	0,04
10	0,05	0,03	0,13	0,12	0,05	0,10	0,11	0,12	0,04	0,03	0,13	0,08	0,04

Quadro XIII – Valores de fósforo total de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), no Centro.

CENTRO

FÓSFORO TOTAL (P) (mg/l)

Profundidade (m)	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	AGO.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	0,15	0,15	0,13	0,15	0,15	0,05	0,07	0,15	0,10	0,05	0,15	0,10	0,04
0,5	0,15	0,05	0,13	0,11	0,16	0,05	0,05	0,18	0,10	0,04	0,18	0,11	0,05
1	0,05	0,05	0,20	0,12	0,09	0,05	0,15	0,15	0,10	0,05	0,20	0,13	0,05
5	0,05	0,05	0,20	0,12	0,08	0,15	0,15	0,15	0,10	0,05	0,20	0,13	0,05
10	0,05	0,05	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,15	0,05	0,05	0,15	0,10	0,05
24	0,03	0,03	0,15	0,15	0,03	0,10	0,10	0,10	0,03	0,03	0,15	0,09	0,05

Quadro XIV – Valores de fósforo total de cada colheita ao longo da coluna de água, respectivos valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.), médios (Méd.) e desvios padrão (SD), na Margem.

MARGEM

FÓSFORO TOTAL (P) (mg/l)

Profundidade (m)	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Ago.	Mín.	Máx.	Méd.	SD
0	0,14	0,14	0,13	0,16	0,15	0,05	0,07	0,15	0,10	0,05	0,16	0,11	0,04
0,5	0,15	0,05	0,13	0,11	0,16	0,05	0,05	0,18	0,10	0,05	0,18	0,12	0,05
1	0,05	0,05	0,20	0,12	0,09	0,05	0,15	0,15	0,10	0,05	0,20	0,13	0,05
5	0,05	0,05	0,20	0,12	0,08	0,15	0,15	0,15	0,10	0,05	0,20	0,13	0,05
10	0,05	0,05	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,15	0,05	0,05	0,15	0,10	0,05

Quadro XV – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) do CBO₅ de cada época do ano, ao longo da coluna de água, do Centro.

CENTRO

CBO₅												
ÉPOCAS DO ANO												
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
Profundidade (m)	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	0,40	1,80	1,10	0,80	1,70	1,25	0,60	1,70	1,15	5,00	5,20	5,10
0,5	0,10	0,40	0,25	0,70	4,20	2,45	0,10	1,80	0,95	4,00	4,60	4,30
1	0,70	1,90	1,30	0,20	3,50	1,85	0,00	2,10	1,05	3,50	4,00	3,75
5	0,80	3,10	1,95	0,30	3,70	2,00	1,20	2,10	1,65	0,20	0,50	0,35
10	1,20	3,30	2,25	0,20	3,80	2,00	0,10	2,50	1,30	3,00	3,10	3,05
24	1,40	3,30	2,35	0,20	3,60	1,90	0,20	1,20	0,70	2,00	2,00	2,00

Quadro XVI – Valores mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e médios (Méd.) do CBO₅ de cada época do ano, ao longo da coluna de água, da Margem.

MARGEM

CBO₅												
ÉPOCAS DO ANO												
	OUTONO (NOV. - DEZ.)			INVERNO (JAN. - FEV.)			PRIMAVERA (MAR. - ABR. - MAI.)			VERÃO (JUN. - AGO.)		
Profundidade (m)	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
0	0,40	1,80	1,10	0,80	1,70	1,25	0,60	1,70	1,15	5,00	5,20	5,10
0,5	0,10	0,40	0,25	0,70	4,20	2,45	0,10	1,80	0,95	4,00	4,60	4,30
1	0,70	1,90	1,30	0,20	3,50	1,85	0,00	2,10	1,05	3,50	4,00	3,75
5	0,80	3,10	1,95	0,30	3,70	2,00	1,20	2,10	1,65	0,20	0,50	0,35
10	1,20	3,30	2,25	0,20	3,80	2,00	0,10	2,50	1,30	3,00	3,10	3,05

Anexo VIII

Quadro I - Valores mínimos, máximos e médios de cada parâmetro, ao longo da coluna de água, do Outono, no Centro.

CENTRO

OUTONO

NOVEMBRO - DEZEMBRO

Profundidade (m)	0			0,5			1			5			10			Fundo		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Temperatura da água (°C)	10,00	16,80	13,40	9,90	16,90	13,40	9,90	16,70	13,30	9,80	15,70	12,75	9,70	15,70	12,70	8,90	11,80	10,35
Oxigênio dissolvido (mg/l)	8,70	10,80	9,75	8,60	9,10	8,85	7,40	8,40	7,90	6,30	8,30	7,30	5,90	8,00	6,95	5,80	8,10	6,95
CBO ₅	0,40	1,80	1,10	0,10	0,40	0,25	0,70	1,90	1,30	0,80	3,10	1,95	1,20	3,30	2,25	1,40	3,30	2,35
pH	7,34	7,85	7,60	7,50	7,86	7,68	7,84	7,89	7,87	7,06	7,68	7,37	7,78	7,81	7,80	7,65	7,73	7,69
Condutividade (µmhos/cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Clorofila "a" (mg/m ³)	6,00	10,20	8,10	5,90	10,00	7,95	5,80	9,90	7,85	5,00	9,10	7,05	1,00	4,80	2,90	0,00	0,00	0,00
Feopigmentos (mg/m ³)	0,69	1,87	1,28	0,65	1,85	1,25	0,63	1,82	1,23	0,65	1,82	1,24	0,65	1,60	1,13	0,64	1,50	1,07
Nitritos (NO ₂) (mg/l)	0,029	0,041	0,035	0,030	0,038	0,034	0,030	0,039	0,035	0,031	0,040	0,036	0,031	0,040	0,036	0,030	0,034	0,032
Nitratos (NO ₃) (mg/l)	3,08	3,55	3,32	3,15	3,22	3,19	3,17	3,65	3,41	3,12	3,76	3,44	3,15	3,65	3,40	3,12	3,65	3,39
Fosfatos (mg/l)	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,08	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06
Fósforo total (P) (mg/l)	0,15	0,15	0,15	0,05	0,15	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03
Amônia (NH ₄) (mg/l)	0,030	0,034	0,032	0,020	0,037	0,029	0,020	0,021	0,021	0,013	0,030	0,022	0,020	0,021	0,021	0,019	0,030	0,025
TSI Cla	48,18	53,38	50,78	48,01	53,19	50,60	47,84	53,09	50,47	46,39	52,26	49,33	30,60	45,99	38,30	...	...	...
TSI Pt	76,40	76,40	76,40	60,56	76,40	68,48	60,56	60,56	60,56	60,56	60,56	60,56	60,56	60,56	60,56	53,20	53,20	53,20
TSI Ds	46,80	46,80	46,80															
PROFUNDIDADE																22	26	24

Quadro II - Valores mínimos, máximos e médios de cada parâmetro, ao longo da coluna de água, do Outono, na Margem.

MARGEM

OUTONO

NOVEMBRO - DEZEMBRO

Profundidade (m)	0			0,5			1			5			FUNDO		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Temperatura da água (°C)	10,00	16,80	13,40	9,90	16,90	13,40	9,90	16,70	13,30	9,80	15,70	13,25	9,70	15,70	12,70
Oxigênio dissolvido (mg/l)	8,70	10,80	9,75	8,60	9,10	8,85	7,40	8,40	7,90	6,30	8,30	7,30	5,90	8,00	6,95
CBO ₅	0,40	1,80	1,10	0,10	0,40	0,25	0,70	1,90	1,30	0,80	3,10	1,95	1,20	3,30	2,25
pH	7,44	7,50	7,47	7,43	7,60	7,52	7,45	7,70	7,58	7,44	7,80	7,62	7,44	7,50	7,47
Condutividade (µmhos/cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Clorofila "a" (mg/m ³)	6,00	10,20	8,10	5,60	9,70	7,65	5,30	9,50	7,40	5,00	9,10	7,05	0,90	4,80	2,85
Feopigmentos(mg/m ³)	0,60	2,20	1,40	0,65	2,10	1,38	0,56	2,20	1,38	0,57	2,30	1,44	0,65	2,40	1,53
Nitritos (NO ₂) (mg/l)	0,029	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,042	0,036	0,030	0,039	0,035	0,021	0,031	0,026
Nitratos (NO ₃) (mg/l)	3,08	3,40	3,24	3,14	3,20	3,17	3,16	3,50	3,33	3,17	3,60	3,39	3,18	3,21	3,20
Fosfatos (mg/l)	0,09	0,10	0,10	0,05	0,09	0,07	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05	0,03	0,05	0,04
Fósforo total (P) (mg/l)	0,14	0,14	0,14	0,05	0,15	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Amônia (NH ₄) (mg/l)	0,034	0,040	0,037	0,020	0,037	0,029	0,021	0,050	0,036	0,011	0,050	0,031	0,017	0,060	0,039
TSI Cla	48,18	53,38	50,78	47,50	52,89	50,20	46,96	52,69	49,83	46,39	52,26	49,33	29,57	45,99	37,78
TSI Pt	75,41	75,41	75,41	60,56	76,40	68,48	60,56	60,56	60,56	60,56	60,56	60,56	60,56	60,56	60,56
TSI Ds	46,80	46,80	46,80												
PROFUNDIDADE													8	12	10

Quadro III - Valores mínimos, máximos e médios de cada parâmetro, ao longo da coluna de água, do Inverno, no Centro .

CENTRO

INVERNO

JANEIRO - FEVEREIRO

Profundidade (m)	0			0,5			1			5			10			Fundo		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Temperatura da água (°C)	7,20	7,40	7,30	7,20	7,40	7,30	7,20	7,20	7,20	7,10	7,10	7,05	7,00	7,10	7,05	6,90	7,00	6,95
Oxigénio dissolvido (mg/l)	7,40	8,40	7,90	5,00	8,40	6,70	5,80	8,30	7,05	8,20	8,10	6,85	5,60	8,10	6,85	5,60	8,00	6,80
CBO ₅	0,80	1,70	1,25	0,70	4,20	2,45	0,20	3,50	1,85	3,70	3,80	2,00	0,20	3,80	2,00	0,20	3,60	1,90
pH	6,42	6,80	6,61	6,70	6,91	6,81	6,70	6,86	6,78	6,98	6,90	6,85	6,79	6,90	6,85	6,50	6,80	6,65
Condutividade (µmhos/cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0
Clorofila "a" (mg/m ³)	1,20	4,90	3,05	1,10	4,90	3,00	1,00	4,50	2,75	4,20	2,90	1,70	0,50	2,90	1,70	0,05	0,09	0,07
Feopigmentos(mg/m ³)	0,55	0,56	0,56	0,54	0,55	0,55	0,53	0,54	0,54	0,53	0,56	0,54	0,52	0,56	0,54	0,49	0,51	0,50
Nitritos (NO ₂) (mg/l)	0,040	0,050	0,045	0,040	0,041	0,041	0,037	0,042	0,040	0,037	0,048	0,046	0,043	0,048	0,046	0,050	0,053	0,052
Nitratos (NO ₃) (mg/l)	4,44	5,25	4,85	3,77	5,73	4,75	3,99	6,05	5,02	5,85	5,76	5,68	5,59	5,76	5,68	4,43	4,53	4,48
Fosfatos (mg/l)	0,11	0,11	0,11	0,08	0,09	0,09	0,11	0,14	0,13	0,15	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,10	0,10	0,10
Fósforo total (P) (mg/l)	0,13	0,15	0,14	0,11	0,13	0,12	0,12	0,20	0,16	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Amónia (NH ₄) (mg/l)	0,070	0,070	0,070	0,050	0,070	0,060	0,030	0,090	0,060	0,060	0,076	0,075	0,073	0,076	0,075	0,043	0,094	0,069
TSI Cla	32,29	46,19	39,24	31,53	46,19	38,86	30,60	45,35	37,98	44,68	41,04	32,42	23,80	41,04	32,42	1,21	6,98	4,10
TSI Pt	74,34	76,40	75,37	71,93	74,34	73,14	73,19	80,55	76,87	80,55	76,40	76,40	76,40	76,40	76,40	76,40	76,40	76,40
TSI Ds	45,16	46,23	45,70															
PROFUNDIDADE																23	25	24

Quadro V - Valores mínimos, máximos e médios de cada parâmetro, ao longo da coluna de água, da Primavera, no Centro .

CENTRO

PRIMAVERA

MARÇO - ABRIL - MAIO

Profundidade (m)	0			0,5			1			5			10			Fundo		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Temperatura da água (°C)	6,60	12,90	9,75	6,60	12,50	9,55	6,40	11,90	9,15	6,10	11,50	8,80	5,60	11,30	8,45	5,80	9,80	7,80
Oxigénio dissolvido (mg/l)	8,40	9,30	8,85	8,20	9,30	8,75	8,10	9,30	8,70	7,00	9,20	8,10	7,00	8,10	7,55	6,90	8,10	7,50
CBO ₅	0,60	1,70	1,15	0,10	1,80	0,95	0,00	2,10	1,05	1,20	2,10	1,65	0,10	2,50	1,30	0,20	1,20	0,70
pH	6,60	6,90	6,75	6,60	6,90	6,75	6,70	6,90	6,80	6,60	6,90	6,75	6,50	6,80	6,65	6,40	6,70	6,55
Condutividade (µmhos/cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0
Clorofila "a" (mg/m ³)	3,65	7,80	5,73	3,65	7,70	5,68	3,24	7,50	5,37	2,90	7,50	5,20	1,90	6,80	4,35	0,05	0,10	0,08
Feopignmentos(mg/m ³)	2,20	3,10	2,65	2,10	3,20	2,65	2,20	3,50	2,85	2,30	3,50	2,90	2,40	3,40	2,90	2,40	3,40	2,90
Nitritos (NO ₂) (mg/l)	0,026	0,035	0,031	0,025	0,025	0,025	0,023	0,027	0,025	0,021	0,028	0,025	0,021	0,029	0,025	0,028	0,030	0,029
Nitratos (NO ₃) (mg/l)	2,20	4,43	3,32	2,11	4,30	3,21	2,09	4,20	3,15	2,08	4,10	3,09	2,18	4,10	3,14	2,22	4,10	3,16
Fosfatos (mg/l)	0,05	0,11	0,08	0,05	0,10	0,08	0,05	0,10	0,08	0,06	0,10	0,08	0,05	0,11	0,08	0,03	0,10	0,07
Fósforo total (P) (mg/l)	0,05	0,15	0,10	0,05	0,16	0,11	0,05	0,15	0,10	0,08	0,15	0,12	0,05	0,15	0,10	0,03	0,10	0,07
Amónia (NH ₄) (mg/l)	0,016	0,040	0,028	0,021	0,035	0,028	0,012	0,046	0,029	0,032	0,050	0,041	0,022	0,040	0,031	0,040	0,050	0,045
TSI Cla	43,30	50,75	57,75	43,30	50,62	46,96	42,13	50,37	46,25	41,04	50,37	45,71	36,90	49,41	43,16	1,21	8,01	4,61
TSI Pt	60,56	76,40	68,48	60,56	77,33	68,95	60,56	76,40	68,48	67,34	76,40	71,87	60,56	76,40	68,48	53,20	70,56	61,88
TSI Ds	46,80	46,80	46,80															
PROFUNDIDADE																24	24	24

Quadro VIII - Valores mínimos, máximos e médios de cada parâmetro, ao longo da coluna de água, do Verão, na Margem.

MARGEM

VERÃO

JUNHO - AGOSTO

Profundidade (m)	0			0,5			1			5			FUNDO		
	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.
Temperatura da água (°C)	19,00	24,70	21,85	19,00	23,40	21,20	15,90	23,10	19,50	15,90	22,10	19,00	14,40	15,90	15,15
Oxigênio dissolvido (mg/l)	10,60	13,00	11,80	10,40	12,10	11,25	10,20	11,60	10,90	7,60	11,00	9,30	6,60	10,40	8,50
CBO ₅	5,00	5,20	5,10	4,00	4,60	4,30	3,50	4,00	3,75	0,20	0,50	0,35	3,00	3,10	3,05
pH	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,10	7,30	7,20	7,00	7,20	7,10	7,00	7,10	7,05
Condutividade (µmhos/cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Clorofila "a" (mg/m ³)	10,90	11,00	10,95	10,50	11,10	10,80	10,40	10,90	10,65	10,00	10,00	10,00	5,00	7,50	6,25
Feopigmentos (mg/m ³)	4,10	5,80	4,95	4,20	5,90	5,05	4,80	5,90	5,35	4,90	6,10	5,50	4,90	6,10	5,50
Nitritos (NO ₂) (mg/l)	0,043	0,050	0,047	0,033	0,050	0,042	0,040	0,050	0,045	0,040	0,040	0,040	0,035	0,040	0,038
Nitratos (NO ₃) (mg/l)	3,54	3,67	3,61	3,21	3,50	3,36	3,70	3,80	3,75	3,50	3,50	3,50	3,40	3,50	3,45
Fosfatos (mg/l)	0,09	0,10	0,10	0,08	0,10	0,09	0,08	0,10	0,09	0,07	0,10	0,09	0,04	0,12	0,08
Fósforo total (P) (mg/l)	0,10	0,15	0,13	0,10	0,18	0,14	0,10	0,15	0,13	0,10	0,15	0,13	0,05	0,15	0,10
Amônia (NH ₄) (mg/l)	0,060	0,070	0,065	0,068	0,079	0,074	0,058	0,060	0,059	0,057	0,058	0,058	0,061	0,061	0,061
TSI Cla	54,03	54,12	54,08	53,67	54,21	53,94	53,57	54,03	53,80	53,19	53,19	53,19	46,39	50,37	48,38
TSI Pt	70,56	76,40	73,48	70,56	79,03	74,80	70,56	76,40	73,48	70,56	76,40	73,48	60,56	76,40	68,48
TSI Ds	50,01	50,01	50,01												
PROFUNDIDADE													9	11	10

Quadro X - Valores médios de cada época do ano, ao longo da coluna de água, da margem.

TABELA ANUAL
MARGEM

Profundidade (m)	MÉDIAS										MÉDIAS					MÉDIAS									
	0					0,5					1					5					10				
	OUT.	INV.	PRI.	VER.	VER.	OUT.	INV.	PRI.	VER.	VER.	OUT.	INV.	PRI.	VER.	VER.	OUT.	INV.	PRI.	VER.	VER.	OUT.	INV.	PRI.	VER.	VER.
Temperatura (°C)	13,40	7,30	9,75	21,85	13,40	7,30	9,55	21,20	13,30	7,20	9,15	19,50	13,25	7,10	8,80	19,00	12,70	7,05	8,45	15,15	10,84				
Oxigênio dissolvido (mg/l)	9,75	7,90	8,85	11,80	8,85	6,65	8,85	11,25	7,90	7,20	8,80	10,90	7,30	6,95	8,70	9,30	6,95	6,30	8,15	8,50	7,48				
CBO ₅	1,10	1,25	1,15	5,10	0,25	2,45	0,95	4,30	1,30	1,85	1,05	3,75	1,95	2,00	1,65	0,35	2,25	2,00	1,30	3,05	2,15				
pH	7,47	7,34	6,55	7,00	7,52	7,30	6,55	7,00	7,58	7,33	6,85	7,20	7,62	7,30	6,80	7,10	7,47	7,25	6,55	7,05	7,08				
Condutividade	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0				
Clorofila "a" (mg/m ³)	8,10	2,90	5,30	10,95	7,65	2,95	5,30	10,80	7,40	2,85	5,10	10,65	7,05	2,60	3,95	10,00	2,85	1,70	3,05	6,25	3,46				
Feopigmentos (mg/m ³)	1,40	0,56	2,50	4,95	1,38	0,56	2,53	5,05	1,38	0,57	2,67	5,35	1,44	0,53	2,67	5,50	1,53	0,54	2,50	5,50	2,52				
Nitritos (NO ₂) (mg/l)	0,030	0,046	0,028	0,047	0,030	0,047	0,028	0,042	0,036	0,054	0,026	0,045	0,035	0,057	0,025	0,040	0,026	0,053	0,024	0,038	0,035				
Nitratos (NO ₃) (mg/l)	3,24	4,53	3,32	3,61	3,17	4,12	3,21	3,36	3,33	4,24	3,20	3,75	3,39	4,41	3,11	3,50	3,20	3,70	3,14	3,45	3,37				
Fosfatos (mg/l)	0,10	0,11	0,08	0,10	0,07	0,09	0,08	0,09	0,02	0,12	0,08	0,09	0,05	0,14	0,08	0,09	0,04	0,13	0,08	0,08	0,08				
Fósforo Total (P) (mg/l)	0,14	0,15	0,10	0,13	0,10	0,12	0,11	0,14	0,05	0,16	0,10	0,13	0,05	0,16	0,12	0,13	0,05	0,15	0,10	0,10	0,10				
Amônia (NH ₄) (mg/l)	0,037	0,070	0,022	0,065	0,029	0,065	0,028	0,074	0,036	0,067	0,025	0,059	0,031	0,068	0,042	0,058	0,039	0,066	0,045	0,061	0,053				
TSI cl a	50,78	39,98	46,29	54,08	50,20	39,37	46,36	53,94	49,83	38,87	45,85	53,80	49,33	37,64	43,62	53,19	37,78	32,42	39,55	48,38	39,53				
TSI Pt	75,41	75,84	68,48	73,48	68,48	73,14	68,95	74,80	60,56	76,87	68,48	73,48	60,56	76,87	71,87	73,48	60,56	76,40	68,48	68,48	68,48				
TSI Ds	47,59	48,41	46,52	50,01	.....																			
																								
	48,13																								

Anexo IX

Dec. Lei 236/98

ANEXO I

Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano

Parâmetros	Expressão dos resultados	A1		A2		A3	
		VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA
pH, 25°C	Escala de Sorensen	6,5-8,5	-	5,5-9,0	-	5,5-9,0	-
Cor (após filtração simples)	mg/l, escala Pt-Co	10	(O) 20	50	(O) 100	50	(O) 200
Sólidos suspensos totais	mg/l	25	-	-	-	-	-
Temperatura	°C	22	(O) 25	22	(O) 25	22	(O) 25
Condutividade	µS/cm, 20°C	1 000	-	1 000	-	1 000	-
Cheiro	Factor de diluição, a 25°C	3	-	10	-	20	-
Nitratos (*)	mg/l NO ₃	25	(O) 50	-	(O) 50	-	(O) 50
Fluoretos (1)	mg/l F	0,7-1,0	1,5	0,7-1,7	-	0,7-1,7	-
Cloro orgânico total extraível	mg/l Cl	-	-	-	-	-	-
Ferro dissolvido (*)	mg/l Fe	0,1	0,3	1,0	2,0	1,0	-
Manganês (*)	mg/l Mn	0,05	-	0,10	-	1,00	-
Cobre	mg/l Cu	0,02	(O) 0,05	0,05	-	1,00	-
Zinco	mg/l Zn	0,5	3,0	1,0	5,0	1,0	5,0
Boro	mg/l B	1,0	-	1,0	-	1,0	-
Berílio	mg/l Be	-	-	-	-	-	-
Cobalto	mg/l Co	-	-	-	-	-	-
Níquel	mg/l Ni	-	-	-	-	-	-
Vanádio	mg/l V	-	-	-	-	-	-
Arsénio	mg/l As	0,01	0,05	-	0,05	0,05	0,10
Cádmio	mg/l Cd	0,001	0,005	0,001	0,005	0,001	0,005
Crômio total	mg/l Cr	-	0,05	-	0,05	-	0,05
Chumbo	mg/l Pb	-	0,05	-	0,05	-	0,05
Selénio	mg/l Se	-	0,01	-	0,01	-	0,01
Mercúrio	mg/l Hg	0,0005	0,0010	0,0005	0,0010	0,0005	0,0010
Bário	mg/l Ba	-	0,1	-	1,0	-	1,0
Cianetos	mg/l CN	-	0,05	-	0,05	-	0,05
Sulfatos	mg/l SO ₄	150	250	150	(O) 250	150	(O) 250
Cloretos	mg/l Cl	200	-	200	-	200	-
Substâncias tensoactivas (que reagem com o azul-de-metileno).	mg/l, sulfato de lauril e sódio	0,2	-	0,2	-	0,5	-
Fosfatos (*) (2)	mg/l P ₂ O ₅	0,4	-	0,7	-	0,7	-
Fenóis	mg/l C ₆ H ₅ OH	-	0,001	0,001	0,005	0,010	0,100
Hidrocarbonetos dissolvidos ou emulsionados	mg/l	-	0,05	-	0,20	0,50	1,00
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares	µg/l	-	0,2	-	0,2	-	1,0
Pesticidas totais (paratião, hexaclorociclo-hexano, dieldrina e outros).	µg/l	-	1,0	-	2,5	-	5,0
Carência química de oxigénio (CQO) (*)	mg/l O ₂	-	-	-	-	30	-
Oxigénio dissolvido (*) (3)	% saturação de O ₂	70	-	50	-	30	-
Carência bioquímica de oxigénio a (CBO ₅ , 20°C) (*)	mg/l O ₂	3	-	5	-	7	-
Azoto Kjeldahl (excluindo o azoto de NO ₂ e NO ₃)	mg/l N	1	-	2	-	3	-
Azoto amoniacal	mg/l NH ₄	0,05	-	1,00	1,50	2,00	(O) 4,00
Substâncias extraíveis com clorofórmio	mg/l	0,1	-	0,2	-	0,5	-
Carbono orgânico total (COT)	mg/l C	-	-	-	-	-	-

Parâmetros	Expressão dos resultados	A1		A2		A3	
		VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA
Carbono orgânico residual após floculação e filtração através de membrana (5µm).	mg/l C	-	-	-	-	-	-
Coliformes totais	/100 ml	50	-	5 000	-	50 000	-
Coliformes fecais	/100 ml	20	-	2 000	-	20 000	-
Estreptococos fecais	/100 ml	20	-	1 000	-	10 000	-
Salmonelas		Ausência em 5 000 ml	-	Ausência em 1 000 ml	-	-	-

(0) Os limites podem ser excedidos em caso de condições geográficas ou meteorológicas excepcionais (n.º 1 do artigo 10.º).

(*) Os limites podem ser excedidos para os parâmetros marcados com * em lagos de pouca profundidade e baixa taxa de renovação.

(1) Os valores indicados constituem os limites inferior e superior das concentrações, determinados em função da média anual das temperaturas máximas diárias.

(2) Este parâmetro é incluído para satisfazer as exigências ecológicas de certos meios.

(3) Refere-se a um VmR.

VMR — valor máximo recomendado.

VMA — valor máximo admissível.