

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

**Avaliação da Qualidade da Água do Rio Sado na Zona de
Alcácer do Sal**

Joana Dias Flamino Bicha

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de
Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente,
Perfil Engenharia Sanitária

Orientadora: Prof^a Doutora Maria Conceição Carrilho Raimundo dos Santos

Lisboa
2008

Agradecimentos

Este trabalho só foi possível graças ao contributo de muitas pessoas a quem quero prestar o meu reconhecido agradecimento.

Em primeiro lugar à Prof^a Doutora Maria Conceição Carrilho Raimundo dos Santos, minha orientadora, pela oportunidade que me deu em realizar a minha dissertação na área de avaliação da qualidade de recursos hídricos, pela sua sábia orientação, críticas e sugestões, e pela sua grande disponibilidade em ajudar-me sempre que necessitei.

De uma maneira especial, queria também agradecer à D. Luísa Caldeira e D. Adélia Costa, que tanto me apoiaram no trabalho realizado em laboratório.

Queria agradecer também ao Eng^o Paulo Diogo pela sua disponibilidade para me ajudar em alguns conceitos de hidrologia e na aquisição de informação sobre as fontes poluidoras da bacia hidrográfica do Sado.

Não posso deixar também de mencionar todas as pessoas e entidades externas à FCT/UNL, que contribuíram, com informação ou apoio logístico, para a realização desta tese, designadamente:

- ao Eng^o Edgar Miguel Carvalho Costa do Departamento de Ambiente da Câmara Municipal de Alcácer do Sal pelo fornecimento de informação relativa às ETAR do concelho de Alcácer do Sal;
- à Eng^a Margarida Barros da Divisão de Ambiente e Saneamento Básico de Santiago do Cacém pelo fornecimento de informação relativa às ETAR do concelho de Santiago do Cacém;
- à Eng^a Cristina Campos do Departamento de Ambiente da Câmara Municipal de Grândola pelo fornecimento de informação relativa às ETAR do concelho de Grândola;
- ao Sr. José Pedro Matos Prego da Associação de Regantes de Alcácer do Sal pelo fornecimento de informação relativa às áreas regadas no concelho de Alcácer do Sal;
- ao Eng^o Paulo Teigão da Associação de Beneficiários da Obra de Rega de Odivelas pelo fornecimento de informação relativa às áreas regadas no concelho de Ferreira do Alentejo;
- à Associação de Regantes e Beneficiários de Campilhas e Alto Sado pelo fornecimento de informação relativa às áreas regadas no concelho de Santiago do Cacém;
- à Eng^a Teresa Pereira do Agrupamento de Produtores de Arroz do Vale do Sado pelo fornecimento de informação relativa a produção e protecção integrada;
- à Eng^a Maria de Fátima Rodrigues do Agrupamento de Produtores de Arroz do Vale do Sado pelo fornecimento de informação relativa a requalificação e limpeza das linhas de água;
- ao Comandante Joaquim José Cardim Palhinhas pela disponibilidade e apoio no procedimento de recolha das amostras de água do rio;
- ao agricultor e primo Venâncio Bicha pela disponibilidade e ajuda em alguns conceitos e conhecimentos na área de cultivo do arroz;
- ao Ângelo Pacheco pelo fornecimento de fotos tiradas ao rio Sado;
- ao Bruno Jesus pela produção das imagens incluídas no trabalho.

E sem esquecer, à minha família, especialmente à minha mãe pela sua paciência durante a leitura da tese e ao meu pai pelo apoio durante os meses de realização da tese.

A todos o meu obrigado.

Sumário

O presente trabalho assenta essencialmente num estudo realizado à bacia hidrográfica do Sado em que se identificaram as principais fontes poluentes e a carga por elas gerada.

Através do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) foram escolhidas estações de medição da qualidade da água, localizadas no rio Sado, e foi realizada a avaliação de alguns parâmetros, medidos nestas estações, entre os anos de 1997 e 2007. Posteriormente, esta avaliação foi comparada com um estudo realizado em 1977.

No rio Sado, na zona de Alcácer do Sal, foi efectuada uma recolha de amostras (que posteriormente foram analisadas em laboratório) para a identificação da qualidade da água do rio e implicações nas suas possíveis utilizações, naquela zona. Esta avaliação constituiu o principal objectivo da tese.

Foram identificados os principais problemas associados à qualidade da água do rio e é apresentada uma proposta de gestão ambiental para uma possível solução desses problemas.

Abstract

This work is essentially a study of watershed of Sado, where were identified the main pollutant sources and the load generated by them.

Through the National System of Information of Water Resources (SNIRH), were chosen some stations, located in the river Sado, to measure the quality of water and to make the assessment of some parameters, measured in these stations, between the years 1997 and 2007. Subsequently, this assessment was compared with a study of 1977.

In Sado's river, in the area of Alcácer do Sal, was made a collection of samples (which later were tested in laboratory) for the identification of river's water quality and implications for possible uses in that area. This assessment was the main objective of the thesis.

The main problems associated with the river's water quality were identified and was made a proposal for environmental management trying to find a possible solution for these problems.

Simbologia

CBO₅ – Carência Bioquímica de Oxigénio ao fim de 5 dias
CBO₇ – Carência Bioquímica de Oxigénio ao fim de 7 dias
CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CCDRA – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo
CH₄ – Metano
CO₂ – Dióxido de carbono
CQO – Carência Química de Oxigénio
DRAOT Alentejo – Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território do Alentejo
ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais
INAG – Instituto da Água
N₂ – Azoto livre
NH₄⁺ – Amónia
NH₃ – Amoníaco
NO₂⁻ – Nitritos
NO₃⁻ – Nitratos
N₂O – Óxido hiponitroso
NTU – Unidades de Turvação Nefelométricas
O₂ – Oxigénio
OD – Oxigénio Dissolvido
PCBs – Policlorobifenilos
PO₄³⁻ – Fosfato
SDT – Sólidos Dissolvidos Totais
SDNV – Sólidos Dissolvidos Não Voláteis
SDV – Sólidos Dissolvidos Voláteis
SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
SSNV – Sólidos Suspensos Não Voláteis
SST – Sólidos Suspensos Totais
SSV – Sólidos Suspensos Voláteis
ST – Sólidos Totais
STNV – Sólidos Totais Não Voláteis
STV – Sólidos Totais Voláteis
VLE – Valor Limite de Emissão
VMA – Valor Máximo Admissível
VMR – Valor Máximo Recomendado

Índice de Matérias

1. Introdução. Objectivos do trabalho	1
2. Metodologia	8
3. Bacia Hidrográfica do Sado	18
3.1. Características Gerais	18
3.1.1. <i>Morfologia, Litologia e Geologia</i>	18
3.1.2. <i>Meteoros</i>	19
3.1.3. <i>Escoamento</i>	20
3.2. O Rio Sado – Principais Características	20
3.3. Principais Fontes de Poluição do Rio Sado	21
3.3.1. <i>Indústrias</i>	21
3.3.2. <i>Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) Domésticas</i>	23
3.3.3. <i>Agricultura</i>	29
4. Avaliação da evolução da qualidade da água do rio Sado: Análise dos resultados obtidos entre 1997 e 2007	31
4.1. Parâmetros físico-químicos	32
4.1.1. <i>Temperatura</i>	32
4.1.2. <i>OD</i>	33
4.1.3. <i>pH</i>	36
4.1.4. <i>Condutividade</i>	38
4.1.5. <i>Turvação</i>	39
4.1.6. <i>SST</i>	40
4.1.7. <i>Clorofila a</i>	42
4.1.8. <i>Compostos de azoto</i>	44
a) <i>Azoto Amoniacal</i>	44
b) <i>Nitrato</i>	45
c) <i>Nitrito</i>	46
4.1.9. <i>Compostos de Fósforo</i>	48
a) <i>Ortofosfato</i>	48
b) <i>Fósforo Total</i>	49
4.1.10. <i>CQO</i>	50
4.1.11. <i>CBO₅</i>	52
4.1.12. <i>Estimativa de Biodegradabilidade da Matéria Orgânica</i>	53
4.2. Parâmetros Microbiológicos	55
4.2.1. <i>Coliformes Fecais</i>	55
4.2.2. <i>Coliformes Totais</i>	57
4.2.3. <i>Streptococos Fecais</i>	58
4.3. Classificação Estado Trófico do Rio	60
5. Comparação com estudo de 1978	61
5.1. Condutividade	62

5.2. pH	62
5.3. CBO ₇	63
5.4. CQO	64
5.5. Oxigénio Dissolvido	64
5.6. Nitratos	65
5.7. Nitritos	66
5.8. Fosfatos	66
5.9. Clorofila <i>a</i>	67
5.10. Coliformes totais	67
6. Avaliação das cargas poluentes afluentes ao Rio Sado e comparação com a qualidade da água registada	69
7. Estudo da variação da qualidade da água em Alcácer no ano de 2008	71
7.1. Metodologia	71
7.1.1. Plano de Amostragem	71
7.1.1.1. <i>Definição e escolha dos locais de amostragem</i>	71
7.1.1.2. <i>Definição das condições de amostragem</i>	72
7.1.1.3. <i>Metodologia de recolha de amostras</i>	72
7.1.2. Parâmetros analisados	72
7.1.2.1. <i>Transparência</i>	72
7.1.2.2. <i>Temperatura</i>	73
7.1.2.3. <i>Oxigénio Dissolvido</i>	73
7.1.2.4. <i>pH</i>	73
7.1.2.5. <i>Condutividade</i>	73
7.1.2.6. <i>Turvação</i>	73
7.1.2.7. <i>Sólidos</i>	73
7.1.2.8. <i>Clorofila a e Feopigmentos</i>	73
7.1.2.9. <i>Compostos de Azoto</i>	73
7.1.2.10. <i>Compostos de Fósforo</i>	74
7.1.2.11. <i>CQO</i>	74
7.1.2.12. <i>CBO₅</i>	74
7.1.2.13. <i>Biodegradabilidade da Matéria Orgânica</i>	75
7.2. Resultados	75
7.2.1. <i>Profundidade</i>	75
7.2.2. <i>Transparência</i>	76
7.2.3. <i>Temperatura</i>	77
7.2.4. <i>Oxigénio Dissolvido</i>	77
7.2.5. <i>pH</i>	79
7.2.6. <i>Condutividade</i>	79
7.2.7. <i>Turvação</i>	80
7.2.8. <i>Sólidos</i>	81
7.2.9. <i>Clorofila a e Feopigmentos</i>	83
7.2.10. <i>Compostos de Azoto</i>	84

7.2.11. <i>Compostos de Fósforo</i>	86
7.2.12. <i>CQO</i>	87
7.2.13. <i>CBO₅</i>	88
7.2.14. <i>Biodegradabilidade da Matéria Orgânica</i>	89
7.3. Conclusões	90
8. Proposta de medidas de gestão ambiental para solucionar possíveis problemas existentes	92
8.1. Melhoria da gestão das ETAR	92
8.2. Melhoria e controlo da actividade suinícola	92
8.3. Boas Práticas Agrícolas	92
8.4. Requalificação e limpeza do rio	93
8.5. Outras	94
9. Conclusões Finais	95
9.1. Limitações	98
10. Bibliografia	102
ANEXOS	102
ANEXO I – Resultado das análises realizadas ao afluente e efluente das ETAR localizadas nos concelhos de Alcácer do Sal, Grândola e Santiago do Cacém	103
ANEXO II – Áreas regadas nos concelhos de Alcácer do Sal, Ferreira do Alentejo e Santiago do Cacém entre os anos de 1997 e 2007	119
ANEXO III – Caudais médios anuais registados na estação de qualidade de Alvalade do Sado	121
ANEXO IV – Precipitações anuais registadas nas estações meteorológicas de S. Domingos e Ferreira do Alentejo	123
ANEXO V – Valores de concentração dos vários parâmetros analisados no estudo de 1978	125
ANEXO VI – Exemplo de folha de campo utilizada na recolha de amostras efectuadas no rio Sado	127

Índice de Figuras

Figura 3.1. Localização da bacia hidrográfica do rio Sado (Adaptado de: Educom, 2008; INAG, 2008)	18
Figura 3.2. Concelhos localizados na bacia hidrográfica do Sado (Adaptado de: INAG, 2008)	22
Figura 3.3. Principais sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Sado (Adaptado de: INAG, 2008)	23
Figura 4.1. Localização das estações de medição de qualidade da água (Adaptado de: INAG, 2008)	31
Figura 4.2. Temperaturas médias registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos	32
Figura 4.3. Temperaturas médias registadas, entre 1997 e 2007, em cada estação de medição de qualidade da água.	32
Figura 4.4. Temperaturas médias registadas, entre 1997 e 2007, por estação do ano, em cada estação de medição de qualidade da água.	33
Figura 4.5. Concentrações médias de OD registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	33
Figura 4.6. Percentagens de saturação média de OD registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	34
Figura 4.7. Concentrações médias de OD e percentagens de saturação médias registadas, entre 1997 e 2007, em cada estação de medição de qualidade da água.	35
Figura 4.8. Concentrações médias de OD registadas, entre 1997 e 2007, para cada estação do ano, em cada estação de medição de qualidade da água.	35
Figura 4.9. Percentagens de saturação média de OD registadas, entre 1997 e 2007, para cada estação do ano, em cada estação de medição de qualidade da água.	36
Figura 4.10. Valores médios de pH registados em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	36
Figura 4.11. Valores médios de pH registados em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	37
Figura 4.12. Condutividade média registada em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	38
Figura 4.13. Condutividade média registada em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	38
Figura 4.14. Valores médios de turvação registados em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	39
Figura 4.15. Valores médios de turvação registados, em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	39
Figura 4.16. Valores médios de turvação registados, em cada estação de medição de qualidade da água, por estação do ano, entre 1997 e 2007.	40
Figura 4.17. Concentrações médias de SST registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	40

Figura 4.18. Valores médios de SST registados, em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	41
Figura 4.19. Valores médios de SST registados, em cada estação de medição de qualidade da água, por estação do ano, entre 1997 e 2007.	41
Figura 4.20. Valores médios de clorofila <i>a</i> registados em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	42
Figura 4.21. Valores médios de clorofila <i>a</i> registados, em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	43
Figura 4.22. Valores médios de clorofila <i>a</i> registados, em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.	43
Figura 4.23. Concentrações médias de azoto amoniacal registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	44
Figura 4.24. Concentrações médias de azoto amoniacal registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	44
Figura 4.25. Concentrações médias de nitrato registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	45
Figura 4.26. Concentrações médias de nitrato registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	46
Figura 4.27. Concentrações médias de nitrito registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	46
Figura 4.28. Concentrações médias de nitrito registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	47
Figura 4.29. Concentrações médias de azoto amoniacal, nitrato e nitrito registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	47
Figura 4.30. Concentrações médias de ortofosfato total registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	48
Figura 4.31. Concentrações médias de ortofosfato registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	48
Figura 4.32. Concentrações médias de fósforo total registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	49
Figura 4.33. Concentrações médias de fósforo total registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	49
Figura 4.34. Concentrações médias de ortofosfato e fósforo total registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	50
Figura 4.35. Concentrações médias de CQO registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	50
Figura 4.36. Concentrações médias de CQO registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	51
Figura 4.37. Concentrações médias de CQO registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.	51
Figura 4.38. Concentrações médias de CBO ₅ registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	52
Figura 4.39. Concentrações médias de CBO ₅ registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	52

Figura 4.40. Concentrações médias de CBO ₅ registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.	53
Figura 4.41. Biodegradabilidade da matéria orgânica em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	53
Figura 4.42. Razão CBO ₅ /CQO registada em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	54
Figura 4.43. Razão CBO ₅ /CQO registada em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.	54
Figura 4.44. Concentrações médias de Coliformes Fecais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	55
Figura 4.45. Concentrações médias de coliformes fecais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	56
Figura 4.46. Concentrações médias de coliformes fecais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.	56
Figura 4.47. Concentrações médias de Coliformes Totais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	57
Figura 4.48. Concentrações médias de coliformes totais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	57
Figura 4.49. Concentrações médias de coliformes totais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.	58
Figura 4.50. Concentrações médias de Estreptococos Fecais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.	58
Figura 4.51. Concentrações médias de estreptococos fecais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.	59
Figura 4.52. Concentrações médias de estreptococos fecais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.	59
Figura 5.1. Comparação da condutividade registada nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e a condutividade média registada entre 1997 e 2007.	62
Figura 5.2. Comparação do pH registado nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e os valores médios registados entre 1997 e 2007.	62
Figura 5.3. Concentrações de CBO ₇ e CBO ₅ registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, no ano de 1977 e nos anos entre 1997 e 2007, respectivamente.	63
Figura 5.4. Comparação das concentrações de CQO registada nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de CQO registadas entre 1997 e 2007.	64
Figura 5.5. Comparação das concentrações de OD registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de OD registadas entre 1997 e 2007.	64

Figura 5.6. Comparação da percentagem de saturação registada nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e a percentagem de saturação média registada entre 1997 e 2007.	65
Figura 5.7. Comparação das concentrações de nitratos registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de nitratos registadas entre 1997 e 2007.	65
Figura 5.8. Comparação das concentrações de nitritos registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de nitritos registadas entre 1997 e 2007.	66
Figura 5.9. Comparação das concentrações de fosfatos registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de fósforo total registadas entre 1997 e 2007.	66
Figura 5.10. Comparação das concentrações de clorofila <i>a</i> registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de clorofila <i>a</i> registadas entre 1997 e 2007.	67
Figura 5.11. Comparação das concentrações de coliformes totais registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de coliformes totais registadas entre 1997 e 2007.	67
Figura 7.1. Localização das pontes rodoviária (1), pedonal (2) e ferroviária (3). (Adaptado de: Google Earth, 2008; Fotos de: Ângelo Pacheco)	72
Figura 7.2. Profundidade ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	75
Figura 7.3. Transparência da água ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	76
Figura 7.4. Temperatura da água ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	77
Figura 7.5. Concentrações de OD e percentagens de saturação de OD registadas ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	78
Figura 7.6. Valores de pH registados ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	79
Figura 7.7. Condutividade registada ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	80
Figura 7.8. Turvação registada ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	81
Figura 7.9. Concentrações de ST, STV, STNV, SST, SSV, SSNV, SDT, SDV e SDNV registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	82
Figura 7.10. Concentrações de clorofila <i>a</i> registadas ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	83
Figura 7.11. Concentrações de feopigmentos registadas ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	84

Figura 7.12. Concentrações de azoto Kjeldhal, azoto amoniacal, azoto orgânico, nitritos, nitratos e azoto total registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	85
Figura 7.13. Concentrações de ortofosfatos, fósforo solúvel, fósforo particulado e fósforo total registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	86
Figura 7.14. Concentrações de CQO registadas ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	88
Figura 7.15. Concentrações de CBO5 registadas ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	89
Figura 7.16. Biodegradabilidade da matéria orgânica registada ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.	90

Índice de Quadros

Quadro 1.1. Valores máximos recomendados (VMR) e admitidos (VMA) para águas para fins balneares.	7
Quadro 1.2. Valores máximos recomendados (VMR) e admitidos (VMA) para águas para fins piscícolas, águas de Ciprinídeos.	7
Quadro 1.3. Valores máximos admitidos (VMA) de qualidade mínima para águas superficiais.	7
Quadro 2.1. Capitações de CBO5, azoto e fósforo total (Fonte: Metcalf & Eddy, 2003)	8
Quadro 2.2. Taxas de remoção de CBO5, azoto total e fósforo total em cada tipo de tratamento efectuado nas indústrias (Fonte: IDRAOT Alentejo, 1999; IIShilton, 2005).	8
Quadro 2.3. Valores limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais (Fonte: Decreto-lei nº236/98 de 1 de Agosto).	9
Quadro 2.4. Taxas de remoção de CBO5, azoto total e fósforo total em cada tipo de tratamento efectuado nas ETAR domésticas (Fonte: IDRAOT Alentejo, 1999; IIKaplan, 1987; IIShilton, 2005; IVMetcalf & Eddy, 2003; VHalling-Sorensen & Jorgensen, 1993)).	9
Quadro 3.1. Cargas rejeitadas de CBO5, azoto e fósforo, pelas indústrias, nos concelhos de Alcácer do Sal, Grândola, Santiago do Cacém e Ferreira do Alentejo e respectivas estações afluentes (*Fonte: CCDRA, 2004).	23
Quadro 3.2. ETAR do concelho de Alcácer do Sal e respectiva estação afluente, população servida, ano de construção e caudal médio.	24
Quadro 3.3. Eficiências de remoção e carga efluente das ETAR do concelho de Alcácer do Sal, por ano, dos parâmetros CBO5, fósforo total, azoto total, CQO e SST.	24
Quadro 3.4. ETAR do concelho de Grândola e respectiva estação afluente, população servida, início de exploração e caudal afluente.	25
Quadro 3.5. Eficiências de remoção e carga efluente das ETAR do concelho de Grândola, por ano, dos parâmetros CBO5, fósforo total, azoto total, CQO e SST.	26
Quadro 3.6. ETAR do concelho de Santiago do Cacém e respectiva estação afluente, população servida, ano de construção e caudal afluente.	27
Quadro 3.7. Eficiências de remoção e carga efluente das ETAR do concelho de Santiago do Cacém, por ano, dos parâmetros CBO5, fósforo total, azoto total, CQO e SST.	28
Quadro 3.8. Cargas rejeitadas de CBO5, azoto e fósforo, pelas ETAR domésticas, nos concelhos de Alcácer do Sal, Grândola, Ferreira do Alentejo e Aljustrel e respectiva estação afluente (*Fonte: CCDRA, 2004).	29
Quadro 3.9. Perdas de azoto e fósforo nas culturas de arroz, milho e outras culturas (Fonte: Harper, 1992).	30
Quadro 3.10. Cargas médias anuais de azoto e fósforo geradas pelas culturas presentes no concelho de Alcácer do Sal, Santiago do Cacém e Ferreira do Alentejo e respectivas estações afluentes.	30
Quadro 4.1. Nível trófico de massas de água superficiais consoante a concentrações de fósforo e azoto total, percentagem de saturação de OD e concentração de clorofila <i>a</i> (Fonte: Merrington <i>et al</i> , 2002).	60

Quadro 4.2. Concentrações de fósforo total e clorofila <i>a</i> e percentagem de saturação de OD a registadas nas estações em estudo.	60
Quadro 5.1. Localização das estações situadas ao longo do rio Sado, distância e respectiva zona de influência, em 1977.	61
Quadro 6.1. Áreas drenadas e caudal médio anual estimado para cada estação pelo método da regressão escoamento – precipitação. (*Fonte: SNIRH, 2008)	69
Quadro 6.2. Áreas drenadas e caudal médio anual estimado para cada estação pelo método do caudal específico. (*Fonte: SNIRH, 2008)	69
Quadro 6.3. Concentrações médias anuais afluentes a cada estação.	70
Quadro 6.4. Concentrações médias anuais registadas em cada estação, obtidas do SNIRH.	70
Quadro 7.1. Profundidade registada em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	75
Quadro 7.2. Transparência da água registada em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	76
Quadro 7.3. Temperaturas ambiente e da água registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	77
Quadro 7.4. Concentrações de OD e percentagens de saturação de OD registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	77
Quadro 7.5. pH registado em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	79
Quadro 7.6. Condutividade registada em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	79
Quadro 7.7. Turvação registada em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	80
Quadro 7.8. Concentrações de ST, STV, STNV, SST, SSV, SSNV, SDT, SDV e SDNV registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	81
Quadro 7.9. Concentrações de clorofila <i>a</i> e feopigmentos registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	83
Quadro 7.10. Concentrações de azoto Kjeldhal, azoto amoniacal, azoto orgânico, nitritos, nitratos e azoto total registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	84
Quadro 7.11. Concentrações de ortofosfatos, fósforo solúvel, fósforo particulado e fósforo total registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	86
Quadro 7.12. Concentrações de CQO registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	87
Quadro 7.13. Concentrações de CBO5 registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	88
Quadro 7.14. Biodegradabilidade da matéria orgânica em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.	89
Quadro A I.1. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR Norte do concelho de Alcácer do Sal.	104
Quadro A I.2. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Rio de Moinhos do concelho de Alcácer do Sal.	105

Quadro A I.3. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR do Batão do concelho de Alcácer do Sal.	106
Quadro A I.4. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Vale de Guizo do concelho de Alcácer do Sal.	106
Quadro A I.5. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Silha do Pascoal do concelho de Grândola.	107
Quadro A I.6. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Paragem Nova do concelho de Grândola.	107
Quadro A I.7. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Lousal Sul do concelho de Grândola.	108
Quadro A I.8. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Lousal Norte do concelho de Grândola.	108
Quadro A I.9. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR das Fontainhas do concelho de Grândola.	109
Quadro A I.10. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR do Canal Caveira do concelho de Grândola.	110
Quadro A I.11. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Cadoços do concelho de Grândola.	110
Quadro A I.12. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Azinheira de Barros do concelho de Grândola.	111
Quadro A I.13. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR da Ameira do concelho de Grândola.	111
Quadro A I.14. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR da Abela do concelho de Santiago do Cacém.	112
Quadro A I.15. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR da Abela do concelho de Santiago do Cacém.	113
Quadro A I.16. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de S. Bartolomeu da Serra do concelho de Santiago do Cacém.	113
Quadro A I.17. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de S. Domingos da Serra do concelho de Santiago do Cacém.	114
Quadro A I.18. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Vale d'água do concelho de Santiago do Cacém.	114
Quadro A I.19. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Ermidas do Sado do concelho de Santiago do Cacém.	115
Quadro A I.20. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR do Roncão do concelho de Santiago do Cacém.	116
Quadro A I.21. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Alvalade do Sado do concelho de Santiago do Cacém.	117
Quadro A I.22. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Cruz João Mendes do concelho de Santiago do Cacém.	118
Quadro A I.23. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Ermidas Aldeia do concelho de Santiago do Cacém.	118
Quadro A II.1. Áreas regadas nos concelhos de Alcácer do Sal, Ferreira do Alentejo e Santiago do Cacém entre os anos de 1997 e 2007	120

Quadro A III.1. Caudais médios anuais registados na estação de qualidade de Alvalade do Sado.	122
Quadro A IV.1. Precipitações anuais registadas nas estações meteorológicas de S. Domingos e Ferreira do Alentejo	124
Quadro A V.1. Valores de concentração dos vários parâmetros analisados no estudo de 1978	126

1. Introdução. Objectivos do trabalho

Um sistema fluvial pode ser comparado com um sistema aberto, com entradas e saídas de fluxos de energia e matéria. As entradas (inputs) de energia surgem na forma de radiação solar, as entradas de matéria sob a forma de precipitação e as saídas (outputs) ocorrem na forma de evaporação e transpiração para a atmosfera combinadas com saídas de fluxo de água e sedimentos na zona do estuário. Entre estes “inputs” e “outputs”, os rios funcionam como a principal via de transferência de água e sedimentos sobre a superfície terrestre. O carácter e o comportamento dos sistemas fluviais, em qualquer localização particular, reflectem a combinação do efeito de controlo de vários factores. O clima, a geologia, o uso do solo e a forma da bacia são as maiores influências e juntas determinam o regime hidrológico do rio e a quantidade e tipo de sedimentos (Wharton, 2000). Determinam, também, algumas características, tais como os sólidos totais dissolvidos (STD), a condutividade e o potencial redox. A fracção mineral determinada pela presença dos STD é uma característica essencial na qualidade de qualquer corpo de água, resultando do balanço entre a dissolução e a precipitação. A quantidade de oxigénio dissolvido é outra característica vital de uma massa de água porque tem grande influência na dissolução de metais e é essencial para todas as formas de vida aquática (Meybeck & Helmer, 1996 citado por Chapman, 1996)

As águas correntes, como os rios, são ecossistemas complexos que englobam diferentes habitats e comunidades bióticas. A estrutura física do ecossistema pode-se dividir em: o corpo de água e o leito do rio (zona aquática); a zona com vegetação em contacto directo com a água e onde a velocidade da corrente é menor (zona lântica); e o ambiente que não se encontra em contacto directo com a água, mas é influenciado por esta (zona terrestre). Nos critérios de qualidade da água, a zona aquática é a que tem maior importância. As três zonas são caracterizadas por características hidrológicas específicas que, directa ou indirectamente governam as comunidades biológicas que lá habitam. As características dos habitats variam desde as zonas a montante até às zonas receptoras de descargas. Assim, consequentemente, as comunidades biológicas variam não só de sítio para sítio, mas também ao longo do comprimento do rio.

Um número de características físico-químicas é particularmente importante na determinação da natureza biológica dos sistemas fluviais. Essas características são: corrente do rio, erosão e deposição, a natureza do substrato, a luz, a temperatura e o oxigénio.

A velocidade da água num rio tem efeitos, directos ou indirectos, no biota. Suporta ou transporta organismos, determina a estrutura física do leito do rio e tem uma influência considerável na troca de gases à superfície da massa de água. Em muitos rios as correntes mudam sazonalmente, o que consequentemente impõe mudanças periódicas nas comunidades biológicas. As águas correntes suportam, com a turbulência, uma grande variedade de tipos e tamanhos de partículas materiais. A penetração da luz na água é normalmente grande, dependendo das características de velocidade da corrente.

Os rios estão sujeitos a uma mudança completa contínua através da erosão e sedimentação. Em condições normais, estes processos podem conduzir a uma deslocação do leito do rio e da linha do canal. Tais efeitos também podem ser aumentados artificialmente pela actividade humana na zona terrestre (modificação das margens do rio para prevenção de cheias). A intensificação da erosão pela actividade humana leva a perdas de habitats e uma redução nas comunidades biológicas.

Deslocações e mudanças ocasionais de deposição de sedimentos e rochas são processos normais em águas correntes, o que tem impactos ligeiros nas comunidades biológicas. Contudo, deslocações permanentes a grande escala (particularmente em áreas de grande erosão) ocorrem frequentemente em rios com correntes muito fortes, o que leva a evitar a colonização de organismos nestes tipos de rios.

Os substratos disponíveis para a colonização do biota variam consideravelmente nos rios, tais como rochas sólidas, pedras, gravilha, areia ou lodo. Raízes, madeira morta, musgos, algas filamentosas, canas e plantas flutuantes também constituem substratos naturais. Estruturas artificiais, tais como paredes de betão e madeira também constituem, mas de maneira limitada, um habitat apropriado.

A luz é necessária para a fotossíntese feita por todos os produtores primários no rio, isto é, as algas e macrófitas. Abaixo da superfície, a luz é normalmente absorvida exponencialmente e vai diminuindo ao longo da coluna de água. A profundidade da zona eufótica (zona com suficiente luz para suportar a actividade fotossintética) nos rios está muito dependente da cor da água e da quantidade de sólidos suspensos presentes. Normalmente as águas correntes, as quais são muito límpidas, permitem uma penetração de luz suficiente para suportar a actividade dos organismos fotossintéticos (Meybeck *et al*, 1996 citado por Chapman, 1996).

A temperatura da água influencia a taxa de processos fisiológicos dos organismos, como a respiração microbiológica que é responsável por grande parte da auto depuração das massas de água. Temperaturas elevadas suportam populações de organismos com uma taxa de crescimento elevada. Em condições normais, a temperatura das águas correntes varia entre os 0°C e os 30°C, aumentando gradualmente desde da nascente até à foz do rio. As temperaturas mais elevadas (>40°C) normalmente só ocorrem em águas vulcânicas. Águas de refrigeração provenientes de actividades industriais ou de geração de energia, que são descarregadas em rios, podem levar a um aumento da temperatura normal das suas águas. Este aumento de temperatura causa problemas nos organismos mais sensíveis, aumentando o consumo de oxigénio (baixa saturação de oxigénio) e aumentando o nível de toxicidade de substâncias perigosas (Meybeck *et al*, 1996 citado por Chapman, 1996).

O oxigénio é um dos factores mais importantes para a qualidade da água e para a vida aquática. A deficiência de oxigénio, mesmo que ocorra apenas ocasionalmente e por curtos períodos, leva a um rápido decréscimo do número de animais aquáticos, principalmente espécies de águas límpidas, as quais dependem de elevados níveis de oxigénio. Em rios com correntes muito fracas ou com água estagnada, os efeitos da eutrofização podem provocar a desoxigenação dos sedimentos e a consequente libertação de nutrientes e elementos tóxicos encontrados nesses mesmos sedimentos (Meybeck *et al*, 1996 citado por Chapman, 1996).

Devido às suas características físico-químicas, a água não se encontra no estado puro, na natureza, contendo substâncias estranhas, presentes em solução e/ou suspensão (sejam elas sólidas, líquidas ou gasosas), o que afecta necessariamente as suas características e as capacidades potenciais de utilização nos diferentes fins a que se destina. Assim, pode-se falar no conceito de qualidade de uma massa de água, como estando associado à sua adequabilidade para uma determinada utilização. A presença de substâncias estranhas pode gerar, também, problemas de outra ordem, nomeadamente ao nível de saúde pública, nos diferentes usos económicos e a criação de disfunções ambientais. Quando tal acontece, pode-se afirmar que uma massa de água está poluída (Mendes & Oliveira, 2004).

Com a chegada da industrialização e o aumento da população, as necessidades de água têm aumentado juntamente com as grandes exigências na sua qualidade. Através dos tempos estas exigências de água têm emergido com o consumo e a higiene pessoal, pesca, agricultura, navegação para transporte de bens essenciais, produção industrial, arrefecimento de combustível fóssil e geração de energia hídrica. Felizmente, as maiores necessidades em termos de quantidade de água, tal como a irrigação na agricultura e o arrefecimento industrial, são menos exigentes em termos de qualidade. As necessidades de água para consumo humano e para a manufactura industrial especializada apresentam as exigências mais sofisticadas de qualidade da água, mas a quantidade necessária continua a ser moderada. Paralelamente a estes usos, a água tem sido considerada, desde os tempos antigos, o meio mais apropriado

para limpeza, dispersão, transporte e descarga de desperdícios, tais como, por exemplo, resíduos domésticos e industriais e águas lixiviantes de minas.

Cada utilização da água, incluindo a descarga de resíduos, leva a impactos específicos, geralmente previsíveis, na qualidade do ambiente aquático. Juntamente com estes usos intencionais da água, existem várias actividades humanas que têm igualmente efeitos indirectos no ecossistema aquático (Meybeck & Helmer, 1996 citado por Chapman, 1996). A influência humana é a que tem maior importância através das mudanças dos usos do solo e da engenharia fluvial. A construção de reservatórios, por exemplo, ao longo do sistema do rio é capaz de provocar alterações no nível da velocidade de escoamento água, levando assim à diminuição da erosão e desta maneira à sedimentação (Wharton, 2000). Outros exemplos são o uso descontrolado do solo para urbanização, a desflorestação, descargas acidentais ou não autorizadas de substâncias químicas ou resíduos não tratados ou ainda lixiviados provenientes da deposição de resíduos sólidos.

São, ainda exemplo, o uso excessivo e descontrolado de fertilizantes e pesticidas que provocam efeitos a longo prazo nas reservas de água subterrânea e superficiais. Os pesticidas são substâncias químicas que apesar de poderem entrar no ambiente de forma acidental, na maioria dos casos são introduzidas propositadamente quando se realizam os tratamentos pretendidos. Existem muitas actividades onde estas substâncias podem ser utilizadas, mas a agricultura é de longe o sector que mais as utiliza. Uma vez introduzidas num ecossistema, as moléculas constituintes do pesticida tenderão a distribuir-se pelos diferentes sectores ambientais (água, solo, sedimento, ar, biota) de acordo com as suas propriedades físico-químicas e características do meio. No caso dos compostos voláteis e persistentes, pode-se observar o transporte de elevadas quantidades de resíduos a grandes distâncias, o que constitui um dos principais perigos que ameaçam os ecossistemas (Pereira, 2003). Tal facto, e também por a fertilização descontrolada constituir um problema ambiental, em 2002 os conceitos de Protecção e Produção integrada foram criados pela Direcção-Geral de Protecção das culturas do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas.

Os princípios e fundamentos da protecção integrada têm como objectivo a protecção da saúde do agricultor com a manipulação de produtos (insecticidas e herbicidas) menos tóxicos, contribuir ou manter maior diversidade biológica nos ecossistemas agrários, dar prioridade à utilização dos mecanismos naturais de regulação, minimizar a poluição da água, solo e atmosfera e também beneficiar o rendimento de um conjunto de agricultores que se dedicam a estas culturas.

A agricultura é uma actividade económica que interage e afecta bastante o ambiente, pois utiliza um vasto conjunto de recursos naturais que importa preservar. Logo, são o solo e a água que carecem de particular atenção. O solo pode ser fortemente degradado por fenómenos de erosão e poluição, o que leva a perdas de fertilidade que poderão ser irreversíveis. A água necessita de ser criteriosamente usada, porque é cada vez mais escassa e está sujeita a ritmos pluviométricos irregulares, evitando-se, assim, a sua contaminação e perda.

De uma maneira geral, os solos, na Bacia Hidrográfica do Sado, na região de Alcácer do Sal, apresentam um baixo nível de fertilidade, caracterizando-se, essencialmente, por uma degradação acentuada ao nível da matéria orgânica, com consequências negativas na dinâmica de muitos nutrientes, principalmente do azoto.

Assim, surge a produção integrada que tem como objectivo a conservação e/ou melhoria do estado de fertilidade dos solos destinados às culturas, relacionando-a com uma fertilização racional. A prática deste tipo de fertilização pressupõe o conhecimento do teor de nutrientes e das características físicas e químicas do solo, bem como as necessidades das culturas em nutrientes e o comportamento dos fertilizantes quando aplicados no solo. De forma a se obter a melhor eficácia no aproveitamento dos nutrientes pelas culturas, esta

prática pressupõe ainda o conhecimento das épocas e técnicas mais apropriadas à sua utilização (Gonçalves & Gomes, 2002).

De uma maneira geral, os poluentes podem ser libertados no ambiente sob a forma de gases, em substâncias dissolvidas ou em forma de partículas. Ultimamente os poluentes são introduzidos no ambiente aquático de várias maneiras, através da atmosfera e do solo.

A poluição pode resultar de fontes pontuais ou fontes difusas. Não existe uma distinção clara entre estes dois tipos de fontes poluentes, porque uma fonte de poluição difusa numa região pode ser resultado de um conjunto de várias fontes de poluição pontuais, como as emissões resultantes do tráfego. Uma diferença importante entre uma fonte pontual e uma fonte difusa é que uma fonte pontual pode ser recolhida, tratada ou controlada. As fontes difusas que resultarem de um conjunto de fontes pontuais também poderão ser controladas através da identificação das mesmas (Meybeck & Helmer, 1996 citado por Chapman, 1996).

As maiores fontes de poluição pontual, para as águas, são as descargas de águas residuais domésticas, industriais e de algumas actividades agrícolas como a produção animal. Outras actividades agrícolas, tais como a utilização de pesticidas e aplicação de fertilizantes são consideradas como dando origem a fontes de poluição difusa. Os poluentes provenientes da atmosfera também contribuem para a poluição difusa no ambiente aquático. Está provado que a atmosfera é a fonte de poluição mais penetrante no ambiente global. As fontes poluidoras antropogénicas da atmosfera incluem:

- combustão de combustíveis fósseis para geração de energia,
- combustão de combustíveis fósseis nos automóveis e noutras formas de transporte, aquecimento em climas frios e necessidades industriais,
- erosão eólica de solos em regiões áridas e de agricultura,
- volatilização proveniente da agricultura, de lixeiras e de regiões anteriormente poluídas.

Estas fontes geram um conjunto de poluentes orgânicos e inorgânicos na atmosfera os quais sofrem dispersão e posterior deposição por acção de elementos meteorológicos a uma escala global.

A deposição de poluentes que provêm da atmosfera, tanto dissolvidos na chuva como na forma de partículas ocorre em vastas áreas, cobrindo solos, florestas e águas superficiais. Posteriormente, estes poluentes vão entrar nos ciclos hidrológicos e de sedimentação (erosão, transporte e sedimentação) (Meybeck & Helmer, 1996 citado por Chapman, 1996).

Para a localização das fontes pontuais são utilizados perfis espaciais de qualidade do ambiente aquático. Algumas fontes pontuais são caracterizadas por descargas relativamente constantes de substâncias poluentes ao longo do tempo, tal como esgotos domésticos, outras por descargas ocasionais ou sazonais, tal como fugas e descargas acidentais. Um tratamento de esgotos que serve uma população fixa entrega uma carga de nutrientes ao meio receptor de uma forma continuada. Contudo, um aumento do caudal do rio leva a uma grande diluição dessas descargas e conseqüentemente à diminuição da concentração. Estas variações, com a deposição atmosférica e outras fontes de poluição difusa, vão aumentar as escorrências no solo que por sua vez vai aumentar a concentração de poluentes que o sistema aquático vai receber (Meybeck & Helmer, 1996 citado por Chapman, 1996).

Uma fonte de poluição difusa não pode ser relacionada com um único ponto ou uma única actividade humana, mas sim, com o conjunto das fontes pontuais numa grande área. Exemplos típicos são:

- escorrências da agricultura, incluindo a erosão do solo na superfície e a drenagem no subsolo. Estes processos transferem partículas do solo, orgânicas e inorgânicas, nutrientes, pesticidas e herbicidas para os sistemas de água mais próximos.
- Escorrências nas estradas provenientes do tráfego, em cidades e áreas que as rodeiam. Estas escorrências contêm contaminantes que incluem derivados da queima de combustíveis fósseis, bactérias, metais (principalmente chumbo) e poluentes orgânicos industriais, especialmente PCBs (Policlorobifenilos). Pesticidas e herbicidas também podem ser derivados de jardins urbanos, da horticultura e a da sua utilização regular em caminhos-de-ferro, aeroportos e zonas laterais das estradas. Na pior das circunstâncias, os poluentes podem derivar de uma combinação de grandes descargas de sarjetas e sumidouros durante uma forte tempestade com grandes correntes com fortes condições de drenagem.
- Locais de despejo de resíduos sólidos urbanos e industriais (antigas lixeiras, pois actualmente deixaram de existir, sendo substituídas por aterros que são sistemas controlados de tratamento de resíduos sólidos) que produzem águas lixiviantes que vão ser recebidas no sistema de água mais próximo. Este tipo de poluição, dependendo do tamanho das lixeiras e do tipo de sistema de água que recebe os poluentes, pode ser considerada uma fonte difusa ou pontual, no caso de poluir águas subterrâneas.
- Outras fontes de poluição difusa incluem resíduos de navegação, portos e marinas e poluição proveniente de explorações de petróleo e gás (Meybeck & Helmer, 1996 citado por Chapman, 1996).

O modo como os poluentes são libertados no ambiente aquático é muito variável e pode ser dividido em quatro categorias. As fontes podem ser consideradas como permanentes ou contínuas (resíduos domésticos de uma grande cidade e muitos resíduos industriais), periódicas (variação associada ao fluxo de população turística ou a indústrias sazonais), ocasionais (libertação de resíduos industriais específicos) ou acidentais (fugas de tanques, acidentes de comboios ou camiões, fogos, etc.).

Os efeitos dos vários poluentes nos sistemas de água que os recebem também são diferentes. A descarga contínua de esgotos municipais, por exemplo, pode ser aceitável num rio em que quando existem essas descargas a diluição é muito grande e a capacidade de auto depuração é suficiente para a carga de poluição gerada. As pequenas descargas podem exercer efeitos a níveis aceitáveis em algumas áreas de um rio (Meybeck & Helmer, 1996 citado por Chapman, 1996), mas a repetição contínua de tais acontecimentos vai contribuir para a ocorrência de processos de degradação das águas, como a eutrofização. Este é um processo de enriquecimento em nutrientes que provoca um aumento progressivo da produção primária na massa de água, especialmente de algas.

Durante os anos 50, a eutrofização foi observada, essencialmente em lagos e albufeiras. O aumento dos níveis de fósforo e de nitratos nos rios, especialmente em países desenvolvidos, tem sido responsável em grande parte, pela ocorrência da eutrofização em águas correntes, desde os anos 70. Em pequenos rios a eutrofização proporciona o desenvolvimento de macrófitas. Contudo em grandes rios, o desenvolvimento do fitoplâncton é mais comum que o de macrófitas. Em algumas situações os níveis de clorofila podem alcançar valores tão elevados como 200mg/m^3 (Meybeck *et al*, 1996 citado por Chapman, 1996).

É um processo que, em sistemas fluviais, também pode ser provocado pela construção de reservatórios e represas, pois ambos provocam um decréscimo da velocidade da corrente do rio.

A eutrofização pode provocar variações da concentração de oxigénio dissolvido e pH que ocorrem durante o dia e a noite. Durante o dia, a produção primária é muito maior do que a decomposição bacteriana dos detritos das algas (respiração) e a saturação de oxigénio pode atingir 200 % ou mais, com valores de pH que ultrapassam as 10 unidades. Durante a noite, estes processos invertem-se e os níveis de oxigénio podem cair até 50% de saturação e o pH desce para valores significativamente mais baixos. Quando estes rios recebem descargas de resíduos orgânicos, o ciclo diário e nocturno do oxigénio dissolvido continua a existir, mas a média de saturação de oxigénio é muito mais baixa. Os valores máximos podem não atingir os 100% de saturação. Quando os níveis de respiração se tornam mais elevados que os da produção primária, na extensão do rio ou mesmo no seu estuário, os níveis de oxigénio dissolvido podem diminuir de uma forma dramática. Durante o período de Verão, ocasionalmente em alguns estuários, a rarefacção do oxigénio dissolvido pode dar origem a condições totais de anóxia.

As alterações na qualidade da água de um rio causadas pela eutrofização podem ser a maior causa de “stress” para os peixes, pois origina a libertação (a pH elevado) de gases de NH₃ que são altamente tóxicos para estes seres vivos.

Rios eutrofizados, com excessivo crescimento fitoplanctónico, podem condicionar a utilização da água para consumo humano e dar origem a problemas nos seus processos de tratamento (Meybeck *et al*, 1996 citado por Chapman, 1996).

O rio Sado (na zona de Alcácer do Sal) é exemplo de uma massa de água poluída, afectada e modificada por diferentes usos económicos, ao longo dos anos.

É, então, objectivo desta tese a determinação do estado trófico actual do rio Sado na zona de Alcácer do Sal e a suas implicações nos usos possíveis da água. Como a qualidade da água é o resultado da interacção de processos físicos, químicos e biológicos, que conduzem a um equilíbrio dinâmico e que qualquer variação pode afectar, interessa, pois, conhecer as características físicas e químicas da água do rio. Esta avaliação permitirá detectar os principais problemas associados a este ecossistema e possibilitará o desenvolvimento de medidas curativas que levarão à possibilidade da utilização da água do rio e à melhoria do próprio ecossistema.

Os rios são a fonte de água doce mais importante para o homem. O desenvolvimento social, económico e político foi, no passado, muito relacionado com a distribuição dos sistemas fluviais. As utilizações mais frequentes da água são:

- fontes de água para consumo,
- irrigação para terrenos agrícolas,
- reservas de água municipal e industrial,
- navegação,
- pesca e recreio e
- valorização estética (Meybeck, M. *et al*, 1996 citado por Chapman, D., 1996).

Na zona do rio em estudo – Alcácer do Sal – os usos previstos e possíveis da água são os usos para fins balneares e recreativos, para fins piscícolas e navegação. As possibilidades da utilização da água do rio para consumo humano ou para rega foram postas de parte, logo à partida, pois para além de terem de sofrer um tratamento mais exigente (e consequentemente mais dispendioso), a água para rega provém das albufeiras do Pego do Altar e Vale de Gaio e para consumo humano são feitas captações subterrâneas. Logo a água do rio não seria necessária para estes fins.

Apesar de os usos previstos e possíveis da utilização da água serem principalmente para a zona de Alcácer do Sal, será feito o mesmo estudo para as restantes estações (a montante), considerando as mesmas utilizações da água, já que outras utilizações são, na maioria, associadas a captações subterrâneas e em albufeiras.

Então, se o objectivo da utilização da água for para fins balneares e de acordo com o anexo XV do Decreto-lei nº 236/98 de 1 de Agosto, a água do rio Sado terá de cumprir os objectivos de qualidade descritos no quadro abaixo.

Quadro 1.1. Valores máximos recomendados (VMR) e admitidos (VMA) para águas para fins balneares.

Parâmetros	Expressão de resultados	VMR	VMA
Coliformes Fecais	/100ml	500	10000
Coliformes Totais	/100ml	100	2000
Estreptococos Fecais	/100ml	100	
pH	Escala de Sorensen		6 a 9
Transparência	m	2	1
Oxigénio Dissolvido	% de saturação de O ₂	80-120	

Se o objectivo da utilização da água for para fins piscícolas, de acordo com o anexo X do Decreto-lei nº236/98 de 1 de Agosto, a água deverá cumprir os objectivos de qualidade seguintes.

Quadro 1.2. Valores máximos recomendados (VMR) e admitidos (VMA) para águas para fins piscícolas, águas de Ciprinídeos.

Parâmetros	Expressão de resultados	Águas de Ciprinídeos	
		VMR	VMA
SST	mg/L	25	
CBO ₅	mg/L O ₂	6	
Nitritos	mg/L NO ₂	0,03	
Oxigénio Dissolvido	mg/L O ₂	50%≥8	50%≥7
		100%>5	
pH	Escala de Sorensen		6 a 9
Azoto amoniacal	mgNH ₄ /L	0,2	1

Sem associação a qualquer utilização da água, a qualidade da água pode ser ainda comparada com o anexo XXI do Decreto-lei nº236/98 de 1 de Agosto que determina os objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais.

Quadro 1.3. Valores máximos admitidos (VMA) de qualidade mínima para águas superficiais.

Parâmetros	Expressão de resultados	VMA
pH	Escala de Sorensen	5 a 9
Temperatura	°C	30
Oxigénio Dissolvido	% de saturação	50
CBO ₅	mgO ₂ /L	5
Azoto Amoniacal	mgN/L	1
Fósforo Total	mgP/L	1
Azoto Kjeldahl	mgN/L	2

2. Metodologia

Para a prossecução dos objectivos propostos, o trabalho foi estruturado nas seguintes etapas principais:

2.1. 1ª FASE: ESTUDO PRÉVIO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SADO

2.1.1. INVENTARIAÇÃO, RECOLHA E ANÁLISE PRÉVIA DA INFORMAÇÃO DISPONÍVEL;

2.1.2. DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO RIO;

2.1.3. DETERMINAÇÃO DAS PRINCIPAIS FONTES DE POLUIÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA;

2.1.3.1. Avaliação da poluição gerada por Indústrias

Serão apresentadas as cargas de carência bioquímica de oxigénio ao fim de cinco dias (CBO₅), azoto total e fósforo total geradas pelas indústrias presentes na bacia hidrográfica do Sado. A informação respeitante ao número de fontes poluidoras localizadas na bacia e respectivas cargas produzidas provém da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) e reporta-se ao ano 2004. Contudo, para a estimativa de produção de carga de CBO₅ decidiu-se recalculá-las a partir das cargas e calcular as cargas produzidas de azoto e fósforo.

Na lista de fontes poluidoras, fornecida pela CCDR, existiam fontes poluidoras pontuais e difusas, porém os cálculos das cargas rejeitadas foram feitas apenas para fontes pontuais. Esta situação deve-se ao facto das fontes poluidoras difusas apresentarem um sistema de retenção como sistema de tratamento. Nos sistemas de retenção, que na sua grande maioria são identificados para explorações pecuárias (bovinicaturas e suinicaturas), a matéria orgânica retida é sujeita a processos de espalhamento no terreno, não se verificando, por isso, uma contribuição directa em CBO₅ para as linhas de água (DRAOT Alentejo, 1999).

O cálculo das cargas de CBO₅, azoto e fósforo total foi feito segundo as capitações do quadro 2.1, multiplicadas pelos habitantes equivalente de cada indústria, fornecidos também pela CCDR.

Quadro 2.1. Capitações de CBO₅, azoto e fósforo total (Fonte: Metcalf & Eddy, 2003)

Capitação CBO ₅ (g/hab.dia)	Capitação Azoto Total (g/hab.dia)	Capitação Fósforo Total (g/hab.dia)
60	13,3	3,28

Na estimativa das cargas produzidas na bacia foram utilizadas, para os sistemas de tratamento, percentagens de remoção teóricas e diferentes das apresentadas na informação cedida pela CCDR (apresentavam algumas lacunas na informação).

As taxas de remoção de CBO₅, azoto e fósforo utilizadas, podem ser observadas no quadro seguinte.

Quadro 2.2. Taxas de remoção de CBO₅, azoto total e fósforo total em cada tipo de tratamento efectuado nas indústrias (Fonte: ^IDRAOT Alentejo, 1999; ^{II}Shilton, 2005).

Tipo de Tratamento	Taxas de Remoção (%)		
	CBO ₅ ^I	Azoto Total	Fósforo Total
Sem tratamento	0	0	0
Lagoas de Estabilização	80	30 ^{II}	37 ^{II}

2.1.3.2. Avaliação da poluição gerada por ETAR domésticas

O cumprimento dos valores das concentrações de CBO₅, de carência química de oxigénio (CQO), sólidos suspensos totais (SST), azoto total e fósforo total efluentes das ETAR foi verificado através do anexo XVIII do Decreto-lei nº236/98 de 1 de Agosto, que estipula valores limite de emissão na descarga de águas residuais.

Quadro 2.3. Valores limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais (Fonte: Decreto-lei nº236/98 de 1 de Agosto).

Parâmetros	Expressão de resultados	VLE
CBO ₅ a 20°C	mg/L O ₂	40
CQO	mg/L O ₂	150
SST	mg/L	60
Fósforo Total	mg/L P	10
Azoto Total	mg/L N	15

Para o cálculo das cargas geradas pelas ETAR que foram obtidas através da informação disponibilizada pela CCDR, foram utilizadas as capitações do quadro 2.1 e as taxas de remoção apresentadas no quadro 2.4.

Quadro 2.4. Taxas de remoção de CBO₅, azoto total e fósforo total em cada tipo de tratamento efectuado nas ETAR domésticas (Fonte: ^IDRAOT Alentejo, 1999; ^{II}Kaplan, 1987; ^{III}Shilton, 2005; ^{IV}Metcalf & Eddy, 2003; ^VHalling-Sorensen & Jorgensen, 1993)).

Tipo de Tratamento	Taxas de Remoção (%)		
	CBO ₅ ^I	Azoto Total	Fósforo Total
Fossa Séptica	30	18 ^{II}	38 ^{II}
Sem tratamento	0	0	0
Lagoas de Estabilização	80	30 ^{III}	37 ^{III}
Lamas Activadas	90	24 ^{IV}	13 ^{IV}
Leitos Percoladores	80	37 ^V	37 ^V

2.1.4. DIAGNÓSTICO PRÉVIO DO ESTADO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO;

Para o diagnóstico prévio da qualidade da água foram seleccionadas estações localizadas no rio Sado. São estas, de montante para jusante, Alvalade do Sado, Moinho da Gamitinha, S. Romão do Sado e Alcácer do Sal. Estas estações foram escolhidas porque, de uma maneira geral, através dos valores de qualidade medidos, revelam grande parte da poluição gerada a montante das mesmas.

Em cada estação foram seleccionados alguns parâmetros considerados mais relevantes para o trabalho.

2.1.4.1. Parâmetros físico-químicos

2.1.4.1.1. *Temperatura*

A temperatura das massas de água varia com as normais flutuações climáticas que ocorrem sazonalmente ou, em algumas massas de água, em períodos de 24 horas. A

temperatura das águas superficiais é influenciada pela latitude, altitude, estações do ano, hora do dia, circulação do ar, pela corrente e profundidade da massa de água. De uma maneira geral, afecta os processos físicos, químicos e biológicos na água, e consequentemente a concentração e muitas variáveis. Um aumento da temperatura da água, geralmente aumenta a taxa de reacções químicas, juntamente com a volatilização e evaporação de substâncias que se encontram na água e diminui a solubilidade de gases, tal como o O₂, CO₂, N₂, CH₄ e outros.

As águas superficiais normalmente têm temperaturas entre os 0°C e os 30°C, mas podem atingir os 40°C em estações quentes (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

2.1.4.1.2 OD

O oxigénio é essencial para todas as formas de vida aquática. Em águas naturais, este pode variar com a temperatura, salinidade, turbulência, com a actividade fotossintética das algas e plantas e com a pressão atmosférica. A solubilidade do oxigénio na água diminui com o aumento da temperatura e da salinidade.

Em águas doces ao nível do mar, o OD ronda os 15mg/L a 0°C e os 8mg/L a 25°C. Em águas poluídas, as concentrações são menores que 10mg/L. Descarga de águas residuais com elevada matéria orgânica e nutrientes pode levar a um decréscimo nas concentrações de OD como resultado do aumento da actividade microbiológica (respiração) que ocorre durante a degradação da matéria orgânica.

O OD é um parâmetro fundamental para a determinação da qualidade de uma massa de água, pois influencia os processos químicos e biológicos dessa massa de água.

Concentrações inferiores a 5mg/L podem afectar, de maneira adversa, o desenvolvimento e a sobrevivência de comunidades biológicas, e menores que 2mg/L podem provocar a morte da maior parte dos peixes. A medição do OD pode ser utilizada como indicador do grau de poluição pela matéria orgânica, o grau de destruição de substâncias orgânicas e o nível de auto purificação da água (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

2.1.4.1.3. pH

O pH é uma variável muito importante para a qualidade da água e influencia muitos processos químicos e biológicos e todos os processos associados a reserva e tratamento de água.

A escala de pH vai de 0 a 14, sendo o pH 7 representativo da condição neutra à temperatura de 25°C. A uma dada temperatura, o pH indica a intensidade do carácter ácido ou básico de uma solução, que é controlado pelos compostos químicos dissolvidos e os processos bioquímicos nessa mesma solução. Em águas não poluídas, o pH é o principal controlador do balanço entre o dióxido de carbono e os iões de carbono e bicarbonato e outros compostos naturais, como ácidos húmicos. O balanço natural ácido-base de uma massa de água pode ser afectada por efluentes industriais e pela deposição atmosférica de substâncias ácidas.

Alterações no pH podem significar a presença de certos efluentes, mas também podem ser resultantes da fotossíntese realizada por algas em águas eutrofizadas.

Na maioria das águas naturais, o pH encontra-se entre 6 e 8,5 (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

2.1.4.1.4. Condutividade

A condutividade é a capacidade que a água tem de conduzir uma corrente eléctrica. É influenciada pelas fases de dissociação dos iões ao longo da descarga eléctrica em cada ião, pela mobilidade do ião e a pela temperatura da solução.

A condutividade é expressa em microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e em muitas massas de água, os seus valores variam entre 10 e $1000\mu\text{S}/\text{cm}$, mas pode exceder os $1000\mu\text{S}/\text{cm}$ em zonas poluídas ou em que hajam grandes escorrências provenientes do solo (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

2.1.4.1.5. Turvação

A turvação, tal como a transparência, também depende da concentração da matéria suspensa e pode variar com chuvadas intensas. Numa estação de medição, a turvação pode estar relacionada com os SST, principalmente se houver grandes flutuações de matéria suspensa. Pode até mesmo, indirectamente, ser utilizada para medição de SST.

As unidades de turvação são os NTU (Unidades de Turvação Nefelométricas) e os seus valores normais variam entre 1 e 1000NTU, podendo aumentar na presença de matéria poluente, outros efluentes ou escorrências contendo muita matéria suspensa (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

2.1.4.1.6. SST

Os sólidos são as substâncias que permanecem depois da evaporação de uma amostra de água que é submetida a uma secagem a uma determinada temperatura. É um processo em que a maior parte do bicarbonato, que é o anião predominante nas águas, é transformado em CO_2 , resultando daí matéria suspensa e dissolvida. Os sólidos suspensos totais e os sólidos dissolvidos totais correspondem ao resíduo não filtrado e resíduo filtrado, respectivamente, com uma conseqüente evaporação na estufa.

Existem também os sólidos voláteis que são perdidos durante a secagem na mufla e os não voláteis que são os sólidos que se mantêm depois da secagem na mufla (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

2.1.4.1.7. Clorofila *a*

O pigmento verde da clorofila, a qual existe em três formas: clorofila *a*, *b* e *c* e está presente na maior parte dos organismos fotossintéticos e permite uma medição indirecta da biomassa algal e uma indicação do estado trófico de uma massa de água. É um parâmetro, normalmente, incluído em programas de avaliação de lagos e reservatórios e é importante na gestão e armazenamento de água para consumo, pois o crescimento excessivo de algas torna a água imprópria para consumo ou de tratamento mais difícil.

Em águas com pequenas quantidades de partículas inorgânicas em suspensão, a clorofila pode dar uma indicação aproximada da quantidade da matéria suspensa na coluna de água. O crescimento de algas planctónicas numa massa de água está relacionado com a presença de nutrientes, com a temperatura e luz. Contudo, concentrações flutuantes de clorofila, sazonalmente e diariamente ou com a profundidade da água, dependem das condições ambientais. A clorofila *a* permite quantificar o estado trófico de uma massa de água. Massas de água com baixos níveis de nutrientes (águas oligotróficas) têm baixos níveis de clorofila ($<2,5\mu\text{g}/\text{L}$), enquanto as águas com níveis elevados de nutrientes (águas eutrólicas) apresentam níveis elevados de clorofila (entre 5 e $140\mu\text{g}/\text{L}$). Também podem

ocorrer níveis excessivos de clorofila de 300 µg/L (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

2.1.4.1.8. Compostos de azoto

O azoto é essencial para os organismos vivos, pois é um importante constituinte de proteínas e de material genético. Pode ser encontrado no solo em formas inorgânicas (minerais e iões), que têm uma representação muito reduzida e em formas orgânicas. Na forma de iões, o azoto encontra-se principalmente na forma de amónia (NH_4^+), nitratos (NO_3^-) e nitritos (NO_2^-). A amónia e o nitrato são as principais formas absorvidas pelas raízes das plantas. Já o nitrito tem, em condições normais, uma permanência muito reduzida no solo (Santos, 1996). São as plantas e os microrganismos que convertem o azoto inorgânico em formas orgânicas, num processo que consiste, de uma forma resumida, em:

1. assimilação das formas inorgânicas (azoto livre da atmosfera) pelas plantas e microorganismos,
2. redução do azoto gasoso em amónia e transformação em formas orgânicas,
3. conversão da amónia em nitritos por bactérias (ex: *nitrossomonas*) - 1ª fase da nitrificação,
4. conversão dos nitritos em nitratos por bactérias (ex: *nitrobacter*) - 2ª fase da nitrificação,
5. redução dos nitratos em óxido nitroso (N_2O) e azoto molecular (N_2) em condições anóxicas (desnitrificação) (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

a) Azoto Amoniacal

A amónia ocorre naturalmente nas massas de água, provindo de escorrências de matéria inorgânica existente no solo, mineralização da matéria orgânica, excreções do biota, redução do azoto gasoso por alguns microrganismos e da troca de gases com a atmosfera. A valores elevados de pH, altas concentrações de amónia são tóxicas para a vida aquática e podem mesmo provocar o desequilíbrio ecológico nas massas de água.

Águas não poluídas contêm pequenas quantidades de amónia, normalmente representando concentrações menores que 0,1mgN- NH_4^+ /L. A concentração total de amónia medida em águas superficiais é normalmente menor que 0,2mgN- NH_4^+ /L, mas pode chegar aos 3mgN- NH_4^+ /L. Estas concentrações elevadas podem indicar poluição orgânica como descargas domésticas, industriais e escorrências de fertilizantes (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

b) Nitrato

O ião nitrato é a forma de azoto mais comumente encontrada nas massas de água naturais. Fontes naturais de nitratos são as rochas ígneas, a drenagem de terras e a mineralização de detritos de animais e plantas. O nitrato é um nutriente essencial para as plantas aquáticas e as flutuações sazonais podem causar tanto o seu aumento como o seu decréscimo. Concentrações naturais que excedam os 0,1mgN- NO_3^- /L podem ser provocadas por descargas domésticas ou industriais ou por escorrências de áreas rurais e suburbanas em que se utilizam fertilizantes inorgânicos contendo nitratos.

Quando existe influência de actividades humanas, as concentrações em águas superficiais podem chegar aos 5mgN- NO_3^- /L, mas na maior parte das vezes são menores que 1mgN- NO_3^- /L. Concentrações que excedem os 5mgN- NO_3^- /L normalmente são indicadoras de poluição provocada por resíduos humanos ou animais ou escorrências de fertilizantes. Em

casos de extrema poluição, as concentrações podem chegar aos 200mgN-NO₃⁻/L (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

c) Nitrito

A formação de nitritos dá-se por redução bioquímica dos nitratos, em condições anaeróbias. Quando se forma o ião nitrito, rapidamente este se oxida a nitrato. Tal facto é a razão pela qual esta forma de azoto não é normalmente encontrada em massas de água, pois o seu tempo de permanência no solo é muito reduzido.

A concentração de nitritos em águas doces é normalmente muito baixa, cerca de 0,001mgN-NO₂⁻/L e raramente superior a 1mgN-NO₂⁻/L. Elevadas concentrações, geralmente indicam a presença de efluentes industriais e são muitas vezes associados a insatisfação microbiológica da qualidade da água. A determinação dos nitritos juntamente com os nitratos em águas superficiais dá uma indicação geral do nível de poluição orgânica (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

2.1.4.1.9. Compostos de Fósforo

O fósforo constitui mais um nutriente essencial para os organismos vivos e existe na água sob a forma dissolvida e particulada. Em águas naturais e águas residuais o fósforo, na maior parte das vezes, encontra-se nas formas dissolvidas de ortofosfatos e polifosfatos e em formas orgânicas.

Controla a produção primária de uma massa de água, pois é o nutriente limitante do crescimento algal. Também constitui um dos nutrientes em que a sua concentração crescente, devido a actividades humanas, provoca a eutrofização das massas de água.

As suas fontes naturais são essencialmente da degradação de rochas e decomposição de matéria orgânica. Águas residuais domésticas contendo detergentes, efluentes industriais e mais uma vez, escorrências de fertilizantes, contribuem para os elevados níveis de fósforo em águas superficiais.

Em águas doces raramente se encontra concentrações elevadas de fósforo, já que este é rapidamente removido pelas plantas. As suas concentrações normais em águas superficiais encontram-se entre 0,005 e 0,020mgP-PO₄⁻/L. As concentrações mais baixas, de 0,001mg/L, podem ser encontradas em águas pristinas. Concentrações mais elevadas, de 200mg/L, encontram-se em águas salinas. Os níveis médios são cerca de 0,02mg/L (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

2.1.4.1.10. CQO

A CQO é a medida de oxigénio equivalente da matéria orgânica numa amostra de água que é susceptível de oxidação por um oxidante forte, como o dicromato. É um parâmetro que muitas vezes é utilizado para medir quantidade de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes em efluentes domésticos e industriais.

As concentrações de CQO observadas em águas superficiais rondam os 20mg/L ou menos em águas não poluídas, e podem ultrapassar os 200mg/L em águas que recebem águas residuais (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

2.1.4.1.11. CBO₅

A CBO é uma medida aproximada da quantidade de matéria orgânica presente numa amostra de água, que é degradada bioquimicamente. É definida como a quantidade de

oxigénio presente numa amostra, requerida pelos organismos aeróbios, para oxidar a matéria orgânica a formas inorgânicas estáveis.

As concentrações de CBO são mais baixas que as concentrações de CQO. Águas não poluídas têm concentrações de cerca de 2mg/L ou menos, enquanto águas que recebem águas residuais podem ter valores que chegam aos 10mg/L ou mais, especialmente nos pontos de descargas (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

2.1.4.1.12. Estimativa de Biodegradabilidade da Matéria Orgânica

A biodegradabilidade da matéria orgânica presente numa massa de água pode ser obtida pela relação entre a carência bioquímica de oxigénio e a carência química de oxigénio. Para uma biodegradabilidade razoável, após adaptação microbiana, o resultado terá de ser igual ou superior ao valor 0,5 (Oliveira, 1995).

2.1.4.2. Parâmetros Microbiológicos

Os riscos mais comuns para a saúde humana associados com os sistemas de água são as doenças causadas pela presença de microrganismos, que muitas vezes provêm de águas poluídas com excrementos humanos. As fezes humanas contêm vários microrganismos patogénicos, capazes de provocar doenças.

Como águas residuais domésticas, esgotos e escorrências urbanas e agrícolas são descarregadas em grande escala em massas de água (principalmente rios), os microrganismos patogénicos associados a estas descargas, vão distribuir-se ao longo dessas massas de águas e conseqüentemente vão afectar as utilizações possíveis da água. Um típico esgoto municipal pode conter de 10 a 100 milhões de bactérias coliformes por 100ml e 1 a 50 milhões de estreptococos fecais por 100ml. Dependendo do tipo de tratamento de águas residuais, estas podem reduzir as concentrações a um factor de 10 a 100 e serão ainda menores com a diluição nas águas receptoras.

A prática da utilização de águas residuais (particularmente insuficientemente tratadas) na terra, pode provocar uma contaminação patogénica nas massas de água superficiais e também subterrâneas. A contaminação das águas superficiais pode resultar de uma utilização descuidada dessas águas residuais ou de escorrências e a contaminação de águas subterrâneas resulta da rápida percolação através dos solos. Outras fontes de organismos patogénicos são as escorrências e águas lixiviantes provenientes de aterros sanitários e outros locais de descarga de resíduos sólidos urbanos que contêm matéria fecal animal e humana.

A sobrevivência dos organismos patogénicos, uma vez descarregados numa massa de água, é muito variável, dependendo da qualidade das águas receptoras, particularmente em relação à turvação, níveis de oxigénio, nutrientes e temperatura (Chapman, & Kimstach, V., 1996 citado por Chapman, 1996).

Os parâmetros microbiológicos escolhidos foram os coliformes totais, os coliformes fecais e os estreptococos fecais.

2.1.5. AVALIAÇÃO DAS CARGAS POLUENTES AFLUENTES AO RIO SADO E COMPARAÇÃO COM A QUALIDADE DA ÁGUA REGISTADA;

Este capítulo terá como objectivo comparar o efeito possível das cargas geradas na bacia pelas várias fontes poluentes, com as concentrações registadas para alguns parâmetros nas estações de Moinho da Gamitinha, S. Romão do Sado e Alcácer do Sal.

As cargas utilizadas para a comparação foram as cargas de CBO₅, CQO, SST e fósforo total. Não foi possível utilizar as cargas de azoto total neste estudo, pois nas estações são medidos apenas os nitratos, nitritos e azoto amoniacal.

A partir destas cargas foram calculadas concentrações utilizando os caudais no local de cada estação. Como o caudal é apenas medido em Alvalade e Moinho da Gamitinha, os caudais de S. Romão do Sado e Alcácer do Sal tiveram de ser estimados a partir das duas primeiras estações. A estimativa dos caudais foi feita através do método do caudal específico, tomando como base os caudais registados na estação de Alvalade entre os anos hidrológicos de 1980/1981 e 2006/2007 (Lencastre & Franco, 2003). Foram excluídos os anos hidrológicos de 2004/2005 e 2005/2006, pois o caudal registado era nulo.

$$q = \frac{Q_x}{A_x} \quad (2.1.5.1)$$

q = caudal específico (m³/s.m²)

Q_x = caudal médio anual da estação a montante (m³/s)

A_x = área drenada da estação a montante (m²)

$$A_1 = A_x - A_y \quad (2.1.5.2)$$

A_y = área drenada da estação a jusante (m²)

A₁ = área drenada entre a estação a montante e a estação a jusante (m²)

$$Q_1 = A_1 \times q \quad (2.1.5.3)$$

Q₁ = caudal médio anual de A₁ (m³/s)

$$Q_y = Q_1 + Q_x \quad (2.1.5.4)$$

Q_y = caudal médio anual da estação a jusante (m³/s)

Apesar da estação do Moinho da Gamitinha também apresentar valores de caudal, decidiu-se não os considerar, pois estas medições apresentavam muitas falhas em vários meses ao longo dos anos, num período de 27 anos (período utilizado na obtenção do caudal médio anual). Logo os caudais foram estimados com base nos caudais registados na estação de Alvalade, que não apresentava tantas falhas nas medições.

Sabe-se, no entanto, que o método utilizado poderá não ser o melhor, pois os caudais na bacia são muito influenciados pela precipitação. Este facto levou a que se tentasse calcular o caudal por outro método: a utilização de uma regressão escoamento – precipitação, em que a equação se expressa da seguinte forma, para as bacias do Alentejo e Algarve (Lencastre & Franco, 2003):

$$R = 41 - 233K_c + 0,5K_c P \quad (2.1.5.5)$$

R = valor anual do escoamento na secção (mm)

P = valor anual de precipitação na bacia (mm)

K_c = coeficiente de compacidade ou índice de Gravelius da bacia (adimensional)

Como se trata da bacia do Sado, o K_c toma o valor de 1,19, para o Moinho da Gamitinha. Assim a equação assumiu a seguinte forma:

$$R = -236,27 + 0,6P \quad (2.1.5.6)$$

2.2. 2ªFASE: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO EM ALCÁCER DO SAL ATRAVÉS DA REALIZAÇÃO DE UMA CAMPANHA DE AMOSTRAGEM E ANÁLISES

2.2.1. DETERMINAÇÃO DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM E Nº DE AMOSTRAS A RECOLHER;

2.2.2. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS A ANALISAR;

2.2.3. RECOLHA DE AMOSTRAS EM VÁRIOS PONTOS DO RIO FRENTE A ALCÁCER DO SAL;

2.2.4. ANÁLISE EM LABORATÓRIO DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS.

2.3. 3ªFASE: DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

2.3.1. DEFINIÇÃO DOS OBJECTIVOS DE QUALIDADE DO RIO EM FUNÇÃO DOS USOS POSSÍVEIS DA ÁGUA;

2.3.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS E VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DA LEGISLAÇÃO EM VIGOR;

2.3.3. CLASSIFICAÇÃO ACTUAL DO ESTADO TRÓFICO DO RIO À LUZ DOS RESULTADOS OBTIDOS;

2.3.4. PROPOSTA DE MEDIDAS DE GESTÃO AMBIENTAL PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS EXISTENTES.

A metodologia do trabalho assentou no desenvolvimento de um estudo prévio de identificação de todas as possíveis fontes poluidoras localizadas na bacia hidrográfica do Sado, tendo sido efectuado, posteriormente, o cálculo das cargas produzidas.

No decurso deste estudo prévio foi feito um levantamento dos dados disponibilizados pelo Instituto da Água (INAG) no site de Internet do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH). Foi recolhida informação referente a valores de parâmetros de qualidade da água obtidos nas estações de amostragem, localizadas na área da bacia, e localizadas no rio Sado a montante de Alcácer do Sal.

Para a contabilização da poluição de origem doméstica gerada na bacia, recorreu-se à informação disponibilizada pelas Câmaras Municipais de Alcácer do Sal, Ferreira do Alentejo, Santiago do Cacém e Grândola. Foi também necessário recorrer às associações de regantes, das localidades acima referidas, para recolha de informação referente às culturas efectuadas e respectivas áreas, com vista à contabilização da poluição gerada pela agricultura.

Após a realização do estudo prévio, prosseguiu-se para o trabalho de campo, em que se fizeram recolhas pontuais (em baixa-mar e preia-mar) sob as pontes rodoviária, pedonal e

ferroviária que se encontram, respectivamente, a montante, entre os colectores de descarga de águas residuais domésticas da cidade de Alcácer do Sal e a jusante dos mesmos.

As amostras recolhidas foram levadas para laboratório, onde foram analisados alguns parâmetros cujos resultados, em conjunto com os relativos aos das restantes estações, permitiram avaliar o nível de poluição do rio na zona de Alcácer do Sal.

3. Bacia Hidrográfica do Sado

3.1. Características Gerais

A Bacia Hidrográfica do Rio Sado é a maior bacia portuguesa, localizada totalmente em território nacional, abrangendo, aproximadamente, uma área de 7 640 km². É uma bacia que se situa no sul de Portugal, na região do Alentejo e é limitada a Norte pela Bacia do Tejo, a Este pela Bacia do Guadiana, a Sul pela Bacia da Mira e por uma faixa costeira a Oeste. Engloba parcialmente, os distritos de Setúbal, Évora e Beja (Pereira, 2003).

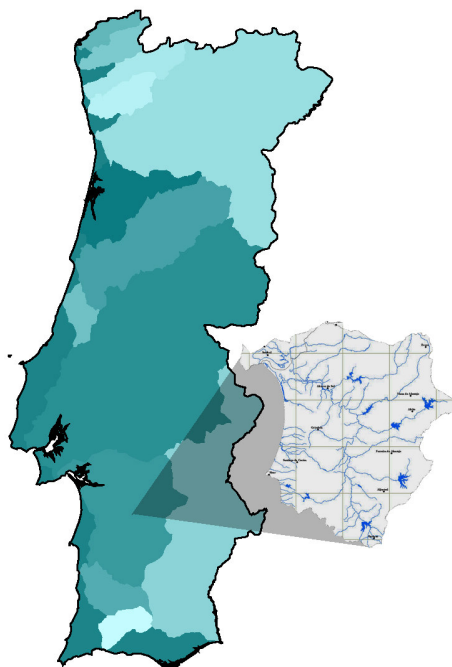


Figura 3.1. Localização da bacia hidrográfica do rio Sado (Adaptado de: Educom, 2008; INAG, 2008)

3.1.1. *Morfologia, Litologia e Geologia*

A Bacia do Sado apresenta uma área com altitude média de 130 m, encontrando-se as altitudes mais frequentes compreendidas entre os 50 e os 200 m (Loureiro, 1986 citado em Portela, 1992). É uma bacia com uma altitude média pouco expressiva, sendo, no entanto, identificáveis alguns relevos que sobressaem na paisagem. Estes, estão associados aos relevos litorais como a serra da Arrábida (501m), a serra de Grândola (326m) e a serra do Cercal (373m) e aos relevos interiores, tais como a serra da Vigia (393m), o “horst” de Relíquias com altitudes que rondam os 300 m e a serra de Portel (421 m).

Na bacia podem ser encontradas rochas metamórficas não carbonatadas e rochas eruptivas, mas são as rochas detríticas que predominam na área (cerca de 50%). São constituídas essencialmente por areias, arenitos, cascalheiras, margas, argilas e conglomerados. As rochas metamórficas não carbonatadas encontram-se sobretudo entre a planície litoral e a área sedimentar da bacia, constituindo aí a serra de Grândola. Na região de Sines podem ser encontradas as rochas eruptivas, em áreas de menor dimensão, onde formam um maciço sub-vulcânico (Morais, 2000).

Em relação ao relevo da Bacia, este apresenta-se ondulado e de colinas, com declives entre 0% e 5%, onde predomina a planície (zona do estuário e alguns retalhos da peneplanície

do Baixo Alentejo), intercalando com algumas zonas enrugadas com declives entre 5% e 30% (imediações da serra da Arrábida, da serra de Grândola, da serra do Cercal, da serra da Vigia e da serra de Portel, ao longo de alguns dos principais afluentes do Sado, do próprio Sado entre Alcácer do Sal – Rio de Moinhos – Ermidas e, ainda, declives associados a acidentes tectónicos). Também podem ser encontradas, embora pouco representadas, zonas cujo declive pode ser superior a 30%, como as vertentes mais declivosas das serras da Arrábida, de Grândola, da Vigia e a pequenos relevos de dureza, localizados a Sul-Sudoeste de Évora (Morais, 2000).

Na área da Bacia Hidrográfica do Sado podem-se distinguir os seguintes tipos de solos: Litólicos (a Oeste, Sudoeste e Sul) que são solos pouco evoluídos de espessura reduzida e muito susceptíveis à erosão, Aluviossolos (a Nordeste e Sudeste) de espessura variável e permeabilidade geralmente baixa, Podzóis (a Noroeste) de fraca capacidade de retenção de água e permeabilidade elevada e, por fim, Cambissolos, Solonchanchs e Vertissolos, que ocorrem de forma mais localizada.

A capacidade do uso do solo predominante na Bacia enquadra-se na classe D, ou seja, os solos existentes são solos não adequados a utilização agrícola, apenas de aptidão florestal. Na planície aluvionar do vale do Sado existem solos de classe B e C que apresentam aptidão agrícola, utilizados sobretudo para culturas de regadio, sistemas culturais arvenses, cerealíferos e intensivos ou pratenses (Pereira, 2003).

3.1.2. Meteoros

Temperatura do ar

A temperatura do ar média anual é, em quase toda a bacia do rio Sado, próxima dos 16°C (Portela, 1992), variando entre 15,2°C em Sonega, Monte Velho e Pinheiro da Cruz e 16,3°C em Beja e Alcácer do Sal (Morais, 2000).

As temperaturas médias diárias do ar são máximas em Julho e Agosto, com valores que variam entre cerca de 19 °C, na zona de Monte Velho e Sines, e cerca de 24 °C na zona de Beja, e mínimas em Janeiro, variando entre cerca de 9 °C na zona de Évora e 12 °C em Sines. A amplitude térmica anual em toda a bacia oscila entre 10°C e 20°C, à excepção da orla costeira que apresenta amplitude inferior a 10 °C, devido à influência do Oceano Atlântico (Morais, 2000).

Precipitação

A precipitação média anual na zona da bacia é cerca de 680 mm, valor bastante inferior ao valor médio de Portugal Continental (920mm). Logo, poder-se-á afirmar que é um local moderadamente chuvoso. Os valores de precipitação anuais mais baixos, cerca de 500 mm, encontram-se na zona central da bacia (ou seja, vale do Sado) e os valores mais elevados, cerca de 800 mm, ocorrem nas Serras de Grândola, Cercal e Monfurado (ou seja, as zonas das ribeiras das Alcáçovas e de Grândola). Existe uma forte variação sazonal no regime hidrológico, pois 80% da precipitação verifica-se nos meses de Outubro a Março e ocorrem períodos de valores nulos ou muito baixos nos meses de Junho a Setembro (Portela, 1992).

Insolação Total

O número total de horas, por ano, de sol descoberto é da ordem de 2745 h, sendo o mês de Julho, o de maior insolação, com 357 h, e o mês de Dezembro, o de menor insolação, com 142 h (Morais, 2000).

Humidade relativa do ar

O valor médio anual da humidade relativa do ar na bacia é de 77,1 %. O mês de Janeiro é o mais húmido, com 88,6 %, e Julho o menos húmido, com 65,1 % (Morais, 2000).

Vento

A velocidade média anual do vento na bacia, medida a 2 m acima do solo, é de 8 km/h, sendo os meses de Junho e Julho os mais ventosos, com 8,6 km/h, e os meses de Outubro e Novembro os menos ventosos, com 7,2 km/h (Morais, 2000).

Evapotranspiração

A evapotranspiração média anual varia entre os valores de 1370 mm em Alvalade e 2000 mm em Évora. A evapotranspiração potencial anual é de cerca de 830 mm, sendo a real próxima dos 450 mm em toda a Bacia (Pereira, 2003).

3.1.3. Escoamento

O escoamento médio anual na Bacia é da ordem dos 140mm e o coeficiente de escoamento anual é de 0,20, cerca de metade do valor médio do Continente (Portela, 1992).

Nos meses de Maio a Outubro ocorre o período mais seco, com especial relevo para Junho, Julho e Agosto. O semestre húmido ocorre de Novembro a Abril, concentrando-se neste período cerca de 90 % do escoamento total anual da bacia do Sado (Morais, 2000).

De uma maneira geral, a distribuição geral do escoamento acompanha a distribuição da precipitação. As características climáticas mediterrâneas e o regime pluviométrico que está associado a esta bacia, com distribuição sazonal muito acentuada no semestre húmido, determinam um carácter torrencial e intermitente no regime de caudais de grande parte da rede hidrográfica (Pereira, 2003).

3.2.O Rio Sado – Principais Características

O rio Sado nasce na serra da Vigia, a 230 m de altitude, correndo na direcção Sul-Norte, ao longo de 180 km até desaguar no oceano Atlântico, junto a Setúbal, após atravessar um complexo estuário (Loureiro *et al*, 1982). Este estuário ocupa os troços terminais do rio Sado e das ribeiras da Comporta e da Marateca (com cerca de 100km² de área), incluindo áreas agrícolas, com pastagens e culturas arvenses de regadio, dunas e praias costeiras, montados, matos, zonas de floresta, lagoas de água doce e sapais. A maré tem uma amplitude máxima de 3,7 metros e estende-se até montante de Alcácer do Sal (aproximadamente até S. Romão do Sado), Águas de Moura e Comporta (Pereira, 2003).

O Sado pode ser considerado como exemplo de um rio de planície, uma vez que, mais de metade do seu percurso (95 km) se situa abaixo dos 50 m de altitude. O seu perfil longitudinal apresenta dois troços distintos: o troço de montante e o troço de jusante. O troço de montante, com cerca de 100 km de comprimento, apresenta um declive bastante mais acentuado que o troço de jusante, onde se verifica um alargamento do rio, formando o estuário, a partir da confluência com a ribeira de S. Martinho (Morais, 2000).

A largura do rio varia muito em tempo seco e em época de chuvas, mas, se se considerar só o leito do rio propriamente dito, pode-se dizer que vai de poucos metros

(aproximadamente 5 m) junto à nascente, até atingir cerca de 50 m na zona de Alcácer do Sal. A profundidade é, de um modo geral, pequena, variando entre 50 cm na nascente, e cerca de 5 m (profundidade média), na zona de Alcácer.

A velocidade da água cresce ligeiramente de montante para jusante e embora variando ao longo do ano, é quase sempre inferior a 1m/s (Lima & Vale, 1978).

Os principais afluentes do rio Sado são, na margem direita, as ribeiras do Roxo, Figueiras, Odivelas, Algalé, Sitimus, São Martinho, Marateca, Palma e o rio Xarrama; e na margem esquerda, as ribeiras de Campilhas, Corona, Grândola, Arcão e Comporta (Pereira, 2003). A existência de barragens em alguns destes afluentes, as descargas irregulares por elas efectuadas e a influência das condições meteorológicas da região, torna o caudal destes muito variável. Consequentemente, quando ocorrem grandes descargas nestas barragens, o caudal do Sado sofre grandes acréscimos. Logo, nos meses de chuvas, se forem efectuadas descargas, a contribuição para o caudal do rio é significativa, enquanto que no Verão, esta contribuição é muito pouco provável ou praticamente nula. Tal facto faz com que o caudal do rio Sado seja muito variável ao longo dos meses ou anos, pois depende muito do regime de descarga das barragens dos principais afluentes.

3.3.Principais Fontes de Poluição do Rio Sado

Desde a realização, em 1978, do estudo “Poluição no Rio Sado, Impacto na Fauna do Rio” (Lima & Vale, 1978), que se sabe que o rio Sado está sujeito a um tipo de poluição mista, em que predominam efeitos diferentes, conforme a época do ano. Assim, no Inverno, na época das chuvas, predomina a poluição originada pelos possíveis escoamentos provenientes das minas de pirite da região, que outrora efectuavam descargas directas para o rio (não constituirá assunto desta tese) e por escoamentos provenientes de suiniculturas. A própria chuva intensa repõe em suspensão os sedimentos, carregados de metais, depositados nas margens e no leito do rio. No fim da Primavera, princípio do Verão, começam as mondas químicas dos campos de arroz situados nas margens do rio. Esta aplicação de pesticidas é mais uma contribuição para a poluição do rio, que quase sempre leva à degradação da fauna aquática.

Nos meses de Agosto, Setembro e Outubro surgiam, (na altura da realização do estudo de 1978) algumas vezes problemas relacionados com descargas de fábricas de concentrado de tomate, devido a efluentes deficientemente tratados.

Outro factor a ter em conta é a diminuição de caudal do rio, devida ao aumento progressivo de captação de água, principalmente, para rega. Este facto tem consequências na capacidade de assimilação e difusão dos resíduos naturais e dos introduzidos pela actividade do homem. Logo, a diminuição da qualidade e quantidade da água doce, aliada à deposição de sedimento no leito do rio, tem contribuído para o empobrecimento da fauna (piscícola) e flora do rio (Lima & Vale, 1978).

3.3.1. Indústrias

As indústrias presentes na bacia hidrográfica do Sado são maioritariamente suiniculturas e encontram-se nos concelhos de Alcácer do Sal, Grândola, Santiago do Cacém, Ferreira do Alentejo e Aljustrel. São nestes concelhos que se localizam as principais sub-bacias da bacia hidrográfica do Sado, em que os seus afluentes se ligam ao rio Sado na zona de estudo (entre a estação de Alcácer do Sal e a estação de Alvalade do Sado). Todas as ETAR industriais descarregam os seus efluentes nesta zona e sempre a jusante de albufeiras. As fontes poluentes localizadas a montante de albufeiras, não foram contabilizadas pois as

cargas geradas sofrem processos de diluição e sedimentação, não contribuindo, assim, de maneira directa com carga poluente para a zona em estudo.

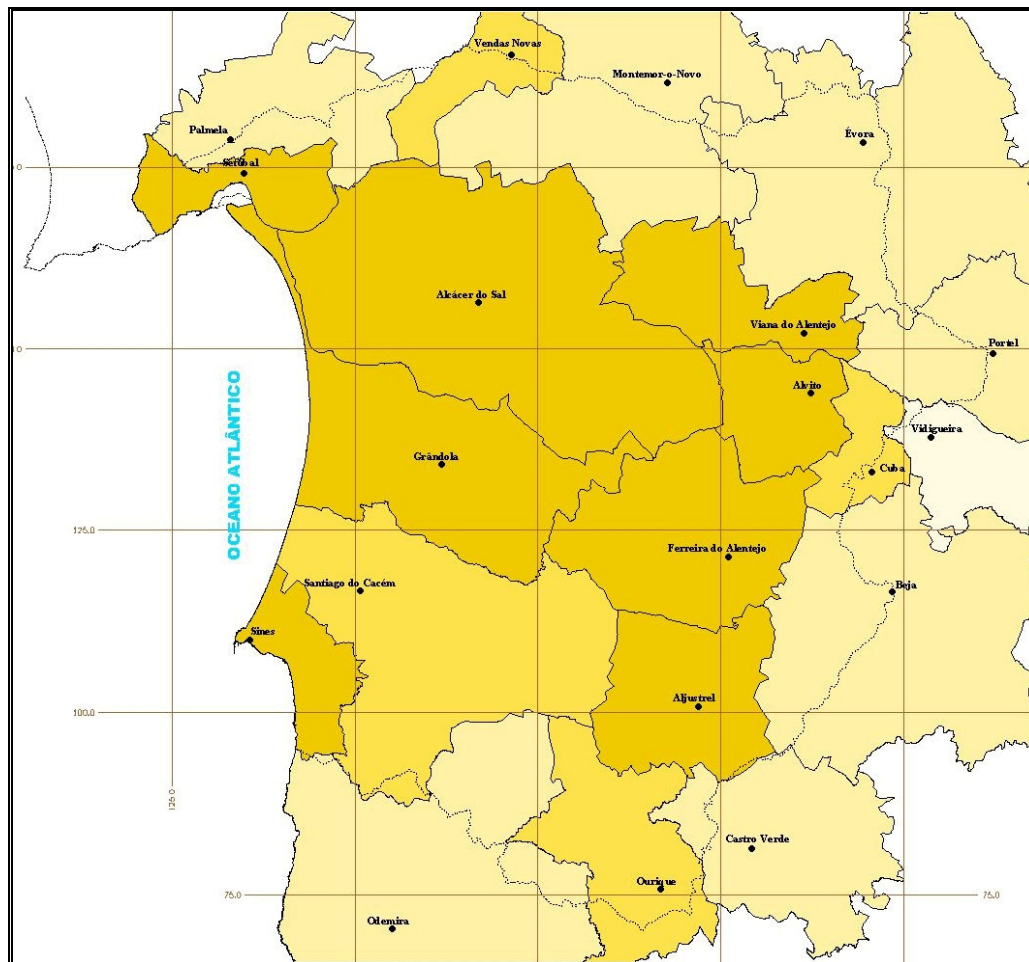


Figura 3.2. Concelhos localizados na bacia hidrográfica do Sado (Adaptado de: INAG, 2008)

A Câmara Municipal de Ferreira do Alentejo não disponibilizou a informação necessária para o estudo, embora tenha sido contactada, tal como as outras Câmaras Municipais (Alcácer do Sal, Grândola e Santiago do Cacém).

➤ **Informação disponibilizada pelas Câmaras Municipais**

Concelho de Alcácer do Sal

As ETAR domésticas presentes no concelho de Alcácer do Sal que descarregam os seus efluentes na zona de estudo são as apresentadas no quadro 3.2. Toda a informação referente às ETAR deste concelho foi cedida pelo Departamento de Ambiente da Câmara Municipal de Alcácer do Sal nos meses de Março e Abril de 2008.

Quadro 3.2. ETAR do concelho de Alcácer do Sal e respectiva estação afluente, população servida, ano de construção e caudal médio.

ETAR	Estação afluente	População Servida	Ano Construção	Caudal médio diário (m ³ /dia)
Torrão	-	2091	1980	167,3
Santa Susana	-	181	>20 anos	11,6
ETAR Norte	Alcácer do Sal	900	1990	57,6
Vale de Guizo		109	1997	7,0
Rio Moinhos	S. Romão	256	1980	16,4
Batão		98	1995	6,3

Em todas as ETAR, apresentadas no quadro acima, são efectuadas análises ao afluente e efluente, de acordo com licenças lançadas especificamente para este tipo de pequenas ETAR. Estas licenças definem também a periodicidade com que a análises devem ser realizadas ao efluente. Os parâmetros analisados são o pH, a CBO₅, a CQO, os SST, o fósforo total e azoto total.

Apesar de todas as ETAR apresentadas no quadro acima se encontrarem no concelho de Alcácer, apenas a ETAR Norte de Alcácer do Sal, a ETAR de Vale de Guizo e a ETAR de Rio de Moinhos descarregam no rio Sado, todas as outras descarregam nos seus afluentes. As ETAR do Torrão e Santa Susana não foram incluídas nos cálculos realizados para a contabilização das cargas afluentes ao rio, pois estas descarregam para albufeiras e logo existe um processo de diluição de cargas.

Nos quadros a seguir apresentados, podem ser verificadas as cargas médias estimadas (médias dos anos de 2005, 2006 e 2007), afluentes ao rio, por ano, descarregadas pelas ETAR e as eficiências médias de remoção de cada parâmetro.

Quadro 3.3. Eficiências de remoção e carga efluente das ETAR do concelho de Alcácer do Sal, por ano, dos parâmetros CBO₅, fósforo total, azoto total, CQO e SST.

ETAR	CBO ₅ a 20°C		Fósforo Total		Azoto Total		CQO		SST	
	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)
ETAR Norte	78	1851	21	134	35	988	67	5571	78	1256
Rio Moinhos	43	891	15	42	13	370	48	2051	62	530
Batão	45	113	3	14	9	118	22	428	24	128
Vale de Guizo	83	148	38	19	19	176	72	426	63	212
Total	-	3003	-	209	-	1652	-	8476	-	2125

- **ETAR Norte**

A ETAR Norte localiza-se na parte norte de Alcácer do Sal e recebe apenas os efluentes da zona de construção mais recente de Alcácer. É uma construção antiga, que está em vias de ser remodelada. O tratamento biológico é feito por lagoas de estabilização e os seus efluentes são descarregados no leito principal do rio Sado.

Nesta ETAR existem problemas ao nível de remoção de cargas de todos os parâmetros medidos, com excepção do fósforo total e SST que cumprem quase sempre os limites de emissão estipulados pela legislação.

- **ETAR de Rio de Moinhos**

Na ETAR de Rio de Moinhos os efluentes são descarregados no leito principal do rio Sado. O tratamento biológico é feito por biodiscos e lagoas de macrófitas. É uma construção antiga, com 28 anos, também em vias de ser remodelada.

Existem problemas ao nível de remoção de cargas de todos os parâmetros medidos, nomeadamente do azoto, cujos valores de concentração efluente nunca cumprem os limites estipulados pela legislação. Apenas a concentração de fósforo total não apresenta problemas.

- **ETAR do Batão e ETAR de Vale de Guizo**

Os efluentes da ETAR do Batão são descarregados num dos afluentes do rio Sado. É uma ETAR com o tratamento biológico feito por lamas activadas e sendo uma ETAR com 13 anos, não está em vista a sua remodelação. A ETAR de Vale de Guizo é a ETAR mais recente da zona em estudo (concelho de Alcácer do Sal) e o tratamento biológico também é feito por lamas activadas.

A ETAR do Batão é mais uma ETAR que apresenta problemas ao nível da eficiência do tratamento de todos os parâmetros medidos no efluente, a exceder os valores limite de emissão, com excepção do fósforo total. Tanto nesta ETAR, como na ETAR de Vale de Guizo, os principais problemas incidem nas concentrações efluentes de azoto.

Concelho de Grândola

As ETAR domésticas existentes no concelho de Grândola e que descarregam os seus efluentes no Sado, na zona de estudo são as apresentadas no quadro seguinte. Toda a informação referente às ETAR deste concelho foi cedida pelo Departamento de Ambiente da Câmara Municipal de Grândola no mês de Julho de 2008.

Quadro 3.4. ETAR do concelho de Grândola e respectiva estação afluente, população servida, início de exploração e caudal afluente.

ETAR	Estação afluente	População servida	Início de exploração	Caudal (m ³ /dia)
Silha do Pascoal	Alcácer do Sal	250	2001	37,5
Paragem Nova		500	2004	80
Ameira		7000	1985	1120
Lousal Sul	S. Romão	490	2002	78,5
Lousal Norte		500	2002	80
Fontainhas		6750	1975	1000
Canal Caveira		1000	1983	120
Cadoços		450	1986	36
Azinheira Barros		450	1987	36

Nestas ETAR os parâmetros analisados são: pH; CBO₅; CQO; os SST; óleos e gorduras; azoto total; azoto Kjeldahl; azoto amoniacal; nitratos; nitritos; fosfatos e fósforo total. Mas apenas a CBO₅, a CQO, os SST, o azoto total e o fósforo total serão objecto de uma atenção mais detalhada neste trabalho.

Nos quadros a seguir representados, podem ser verificadas as cargas médias afluentes ao rio, por ano, descarregadas pelas ETAR e as eficiências médias de remoção de cada parâmetro, em cada ETAR. As cargas e eficiências de remoção foram calculadas a partir dos valores médios dos anos de 2005, 2006 e 2007.

Quadro 3.5. Eficiências de remoção e carga efluente das ETAR do concelho de Grândola, por ano, dos parâmetros CBO₅, fósforo total, azoto total, CQO e SST.

ETAR	CBO ₅ a 20°C		Fósforo Total		Azoto Total		CQO		SST	
	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)
Silha do Pascoal	89	300	51	44	37	529	50	1369	53	579
Paragem Nova	77	1821	31	208	11	1978	71	4307	87	805
Lousal Sul	82	1547	24	208	8	1443	72	3689	64	1379
Lousal Norte	85	1475	53	143	15	1256	66	4782	49	2369
Fontainhas	43	57715	12	3009	29	15502	40	125856	6	71332
Canal Caveira	80	3902	50	241	46	2180	75	9026	50	4235
Cadoços	57	1534	22	143	17	1056	61	3467	51	1112
Azinheira Barros	60	1037	23	91	21	612	55	3391	65	691
Ameira	74	31206	11	3747	25	21174	61	93702	81	20906
Total	-	100536	-	7836	-	45729	-	249588	-	103407

- **ETAR de Silha do Pascoal, ETAR de Paragem Nova, ETAR de Lousal Sul e ETAR de Lousal Norte**

Estas são ETAR relativamente recentes, em que o tratamento secundário é feito por uma fossa séptica e um leito de macrófitas. Os problemas residem na remoção de azoto total, cujas concentrações efluentes (de acordo com a informação disponibilizada) nunca cumprem os limites estipulados pela legislação e em alguns casos, nas ETAR de Paragem Nova, Lousal Sul e Lousal Norte, os problemas residem nos valores de concentração efluente de CBO₅, CQO e SST.

- **ETAR das Fontainhas e ETAR de Canal Caveira**

Nestas ETAR o tratamento biológico é feito por lamas activadas e existem problemas de remoção de todos os parâmetros, com excepção do fósforo total, na ETAR de Canal Caveira.

A ETAR das Fontainhas é a ETAR mais antiga, construída em 1973 e remodelada em 1995.

- **ETAR de Cadoços e ETAR de Azinheira de Barros**

Nestas ETAR o tratamento biológico é feito por uma fossa séptica e um leito percolador. A ETAR de Cadoços apresenta problemas de remoção de todos os parâmetros. Na ETAR de Azinheira de Barros os problemas surgem essencialmente nas concentrações efluentes de azoto total e CBO₅.

- **ETAR da Ameira**

Na ETAR da Ameira o tratamento biológico é feito por lagoas de estabilização e os problemas residem na remoção de CBO₅, CQO e azoto total.

Concelho de Santiago do Cacém

As ETAR domésticas presentes no concelho de Santiago do Cacém e que descarregam os seus efluentes na zona de estudo são as apresentadas no quadro seguinte. Toda a informação referente às ETAR deste concelho foi cedida pela Divisão de Ambiente e Saneamento Básico de Santiago do Cacém no mês de Junho de 2008.

Quadro 3.6. ETAR do concelho de Santiago do Cacém e respectiva estação afluente, população servida, ano de construção e caudal afluente.

ETAR	Estação afluente	População servida	Ano construção	Caudal (m ³ /dia)
Abela	S. Romão	762	1981	16,3
Cruz João Mendes		172	1999	8,2
Roncão		124	1999	5,7
S. Bartolomeu da Serra		247	1987	11,6
Aldeia de Chãos	Moinho da Gamitinha	280	-	12,0
S. Domingos da Serra		497	1982	24,2
Vale d'água		381	1987	18,4
Ermidas Sado		1961	1977	79,6
Alvalade		2002	1969	86,4
Ermidas Aldeia		314	1981	12,3

Existem mais cinco ETAR (ETAR do Cercal do Alentejo, ETAR de Pouca Farinha, ETAR de Santiago do Cacém, ETAR de S. Francisco da Serra e ETAR de Sonega) que não foram incluídas no estudo, porque os seus efluentes são descarregados em ribeiras que ligam a barragens (o que faz com que esse efluentes sofram processos de diluição) ou à Lagoa de St. André (que não tem qualquer ligação superficial com o rio Sado).

Nas ETAR descritas no quadro 3.15 são analisados os parâmetros CBO₅, CQO, SST, azoto e fósforo total e óleos e gorduras. Este último parâmetro, não foi analisado neste estudo.

Nos quadros a seguir apresentados, podem ser observadas as cargas médias afluentes ao rio, por ano, descarregadas pelas ETAR e as eficiências de remoção de cada parâmetro, em cada ETAR. As cargas e eficiências de remoção foram calculadas com base em valores médios dos anos de 2005, 2006 e 2007.

Quadro 3.7. Eficiências de remoção e carga efluente das ETAR do concelho de Santiago do Cacém, por ano, dos parâmetros CBO₅, fósforo total, azoto total, CQO e SST.

ETAR	CBO ₅ a 20°C		Fósforo Total		Azoto Total		CQO		SST	
	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)	Eficiência de remoção (%)	Carga (kg/ano)
Abela	69	360	39	47	34	193	47	1693	70	271
Aldeia de Chãos	73	170	46	20	46	100	25	1029	51	304
S. Bartolomeu da Serra	76	139	26	14	68	47	58	461	80	87
S. Domingos da Serra	48	547	13	78	49	263	48	1271	4	742
Vale d'água	73	738	43	81	38	586	40	2846	67	681
Ermidas Sado	46	863	19	72	42	423	32	3114	52	613
Roncão	46	5230	23	503	32	2008	26	13688	23	6116
Alvalade	76	139	26	14	68	47	58	461	80	87
Cruz João Mendes	46	4984	7	330	17	2506	24	15798	18	4983
Ermidas Aldeia	73	170	46	20	46	100	25	1029	51	304
Total	-	13341	-	1179	-	6273	-	41391	-	14187

- **ETAR da Abela, ETAR de Aldeia de Chãos, ETAR de S. Domingos da Serra e ETAR do Roncão**

Nestas ETAR o tratamento biológico é feito por lagoas de estabilização e os principais problemas residem na remoção de CBO₅, CQO e azoto total.

- **ETAR de S. Bartolomeu da Serra e ETAR de Vale d'Água**

Nestas ETAR o tratamento biológico também é feito por lagoas de estabilização, mas os problemas apresentados residem na remoção de todos os parâmetros.

- **ETAR de Ermidas do Sado e ETAR de Alvalade**

Na ETAR de Ermidas do Sado e na ETAR de Alvalade o tratamento biológico é feito por leitos percoladores e apresentam problemas nas concentrações efluentes de todos os parâmetros.

- **ETAR de Cruz João Mendes e ETAR de Ermidas Aldeia**

Nestas ETAR o tratamento biológico é feito por lagoas de estabilização e os problemas residem na remoção de CQO e azoto total, na ETAR de Cruz João Mendes e na ETAR de Ermidas Aldeia residem na remoção de CBO₅, CQO, SST e azoto total.

➤ Informação disponibilizada pela CCDR

Quadro 3.8. Cargas rejeitadas de CBO₅, azoto e fósforo, pelas ETAR domésticas, nos concelhos de Alcácer do Sal, Grândola, Ferreira do Alentejo e Aljustrel e respectiva estação afluente (*Fonte: CCDRA, 2004).

Concelhos	Estação afluente	nº de instalações	Tipo de Tratamento*	Habitante equivalente*	Carga rejeitada CBO ₅ (kg/ano)	Carga rejeitada Azoto (kg/ano)	Carga rejeitada Fósforo (kg/ano)
Alcácer do Sal	Alcácer do Sal	1	Fossa Séptica	280	4292	1115	208
Grândola	S. Romão	1	Fossa Séptica	511	7834	2034	379
		1	Lagoas de Estabilização	3000	13140	10194	2263
		1	Lamas Activadas	3026	6627	11164	3152
Ferreira do Alentejo	S. Romão	1	Fossa Séptica	307	4706	1222	228
		1	Lagoas de Estabilização	307	1345	1043	232
	Moinho da Gamitinha	1	Fossa Séptica	495	7588	1970	367
		1	Lagoas de Estabilização	1059	4638	3599	799
		1	Leitos Percoladores	1371	6005	4193	1034
		1	Lamas Activadas	3554	7783	13112	3702
Aljustrel	Moinho da Gamitinha	1	Sem tratamento	391	8563	1898	468
		1	Fossa Séptica	366	5611	1457	272
		2	Lagoas de Estabilização	2141	9378	7275	1615

3.3.3. Agricultura

Na Bacia Hidrográfica do Sado, apesar de existirem pomares e de se cultivar batata, tomate e outras hortícolas, as principais culturas são o arroz e o milho.

A cultura do arroz é uma actividade muito importante em todos os continentes, pois é considerada a base da alimentação de mais de metade da população mundial. É uma cultura que ocupa extensas áreas onde as condições do solo e clima lhe são favoráveis, ocupando cerca de 40000ha, em Portugal. Embora susceptível de variação de ano para ano, pode considerar-se que na zona Norte se encontra cerca de 20% da área total cultivada, na zona Centro cerca de 38% e na zona Sul cerca de 42%. A cultura do arroz pode ser feita em qualquer tipo de solos (de argilosos a arenosos), mas os solos argilo-sílico-calcáreos são os mais favoráveis.

A cultura do milho pode ser encontrada em vários distritos do país, mas é principalmente nas regiões de Entre Douro e Minho e Oeste e Beira Litoral, que se encontra cerca de 86% da produção total. O milho é uma planta de ciclo estival que se desenvolve, preferencialmente, entre 24°C e 30°C. Estas são também condições favoráveis ao desenvolvimento de “inimigos” da cultura, que na maioria dos casos são combatidos com pesticidas (Gonçalves & Gomes, 2002).

Como nem todos os agricultores poderão seguir as boas práticas agrícolas, e a fertilização e utilização excessiva de pesticidas nem sempre foram consideradas um problema

ambiental para a maioria das pessoas, foi feita uma estimativa das cargas afluentes ao rio que provêm das escorrências das culturas presentes na bacia hidrográfica.

A estimativa foi feita com base na média das áreas regadas (de 1997 a 2007) dos concelhos de Alcácer do Sal, Ferreira do Alentejo e Santiago do Cacém. Sabe-se que existem culturas agrícolas em regime de sequeiro e possivelmente com áreas superiores às regadas (Portela, 1992). Nestes casos, a percolação através do solo dos fertilizantes aplicados dependerá apenas da precipitação, tornando as escorrências de azoto e fósforo imprevisíveis e mais difíceis de determinar. Como a única informação disponibilizada incidiu sobre culturas de regadio, foram consideradas apenas as áreas regadas, que nos três concelhos representam apenas 2% da área total da bacia hidrográfica, para o cálculo das cargas nutritivas afluentes ao rio.

No decurso da pesquisa feita para a obtenção de informação relativa a perdas de azoto e fósforo pelas culturas, foram encontradas muitas dificuldades, não sendo mesmo encontrada qualquer informação deste tipo para solos portugueses. A única bibliografia encontrada é respeitante a solos internacionais, que podem apresentar perdas de azoto e fósforo por parte das culturas, em alguns casos muito superiores às que teoricamente se encontrariam em território nacional. Sabe-se também que as perdas de nutrientes nas culturas dependem não só dos tipos de culturas, mas também de outras variáveis como o tipo de solo e a precipitação existente na região. Contudo, estes aspectos não foram contabilizados na estimativa realizada.

Foram, então, estimadas as cargas de azoto e fósforo geradas pela agricultura, utilizando as perdas descritas no quadro 3.9.

Quadro 3.9. Perdas de azoto e fósforo nas culturas de arroz, milho e outras culturas (Fonte: Harper, 1992).

Culturas	Perdas	
	Azoto (kg/ha.ano)	Fósforo (kg/ha.ano)
Arroz	10	0,53
Milho	10	0,10
Outras	20	0,10

De acordo com as perdas admitidas no quadro 3.9, as cargas estimadas para o concelho de Alcácer do Sal, Santiago do Cacém e Ferreira do Alentejo podem ser verificadas no quadro seguinte.

Quadro 3.10. Cargas médias anuais de azoto e fósforo geradas pelas culturas presentes no concelho de Alcácer do Sal, Santiago do Cacém e Ferreira do Alentejo e respectivas estações afluentes.

Concelhos	Estações afluentes	Culturas	Área Regada (ha)	Cargas Médias	
				Azoto (kg/ano)	Fósforo (kg/ano)
Alcácer do Sal	Alcácer do Sal	Arroz	5215	52155	2764
		Milho	119	1186	12
		Outras	359	7188	36
		Total	5693	60528	2812
Santiago do Cacém	Moinho da Gamitinha	Arroz	1133	11334	601
		Milho	1836	18355	184
		Outras	2496	49918	250
		Total	5465	79608	1034
Ferreira do Alentejo	Moinho da Gamitinha	Arroz	367	3669	194
		Milho	1131	11312	113
		Outras	2596	51920	260
		Total	4094	66901	567

4.1. Parâmetros físico-químicos

4.1.1. Temperatura

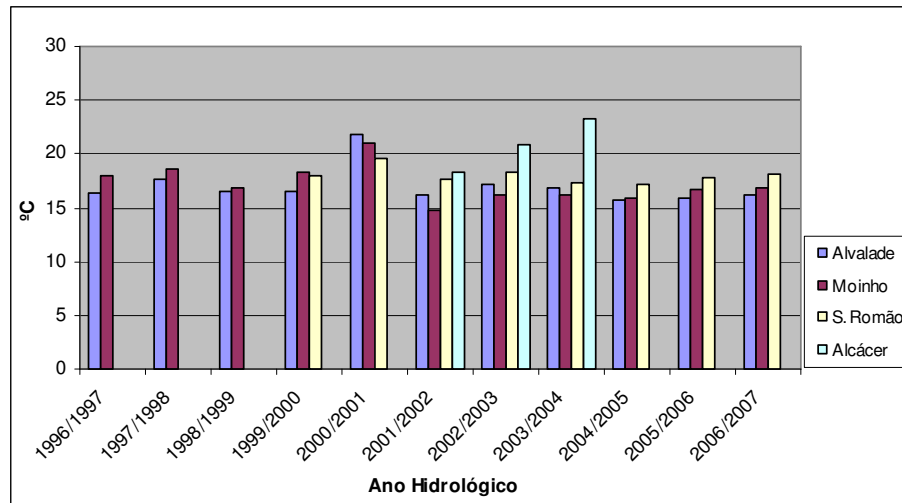


Figura 4.2. Temperaturas médias registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Através da avaliação da figura 4.2, pode-se verificar que os valores médios anuais de temperatura variaram entre os 15 e os 23°C, revelando que este parâmetro cumpre a legislação (Decreto – Lei nº236/98) que impõe um VMA de 30°C, para a qualidade mínima das águas superficiais.

Para uma avaliação mais detalhada, são apresentados gráficos de médias de valores registados, entre 1997 e 2007, das estações de Alvalade, Moinho da Gamitinha e S. Romão. Em Alcácer do Sal as médias foram elaboradas apenas com valores registados entre 2001 e 2004, pois constituíram a única informação disponível (figuras 4.3 e 4.4).

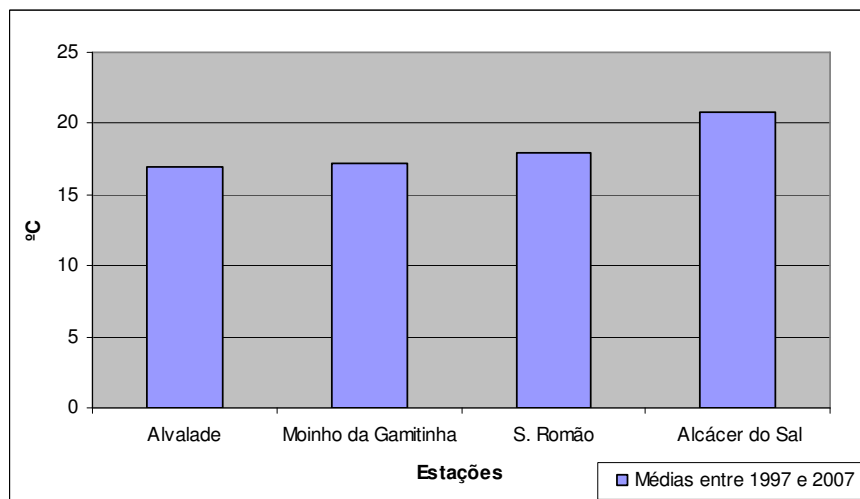


Figura 4.3. Temperaturas médias registadas, entre 1997 e 2007, em cada estação de medição de qualidade da água.

Na figura 4.3, verificou-se que à medida que a água se vai aproximando do estuário, a sua temperatura vai aumentando.

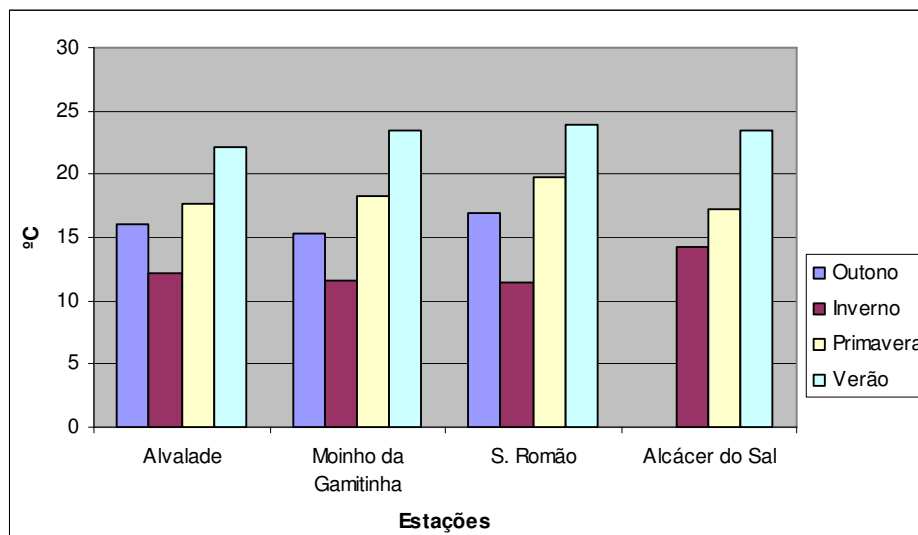


Figura 4.4. Temperaturas médias registadas, entre 1997 e 2007, por estação do ano, em cada estação de medição de qualidade da água.

Como era esperado, as temperaturas médias mais elevadas ocorrem na estação do Verão, atingindo um máximo de 24°C em S. Romão e as temperaturas mínimas ocorreram no Inverno, atingido 11°C também em S. Romão.

Na estação de medição de qualidade da água em Alcácer do Sal a informação disponível não é suficiente para que se possa fazer uma avaliação adequada do parâmetro em questão, principalmente para a estação de Outono que não dispõe de valores de temperatura.

Da análise feita em cada estação de medição de qualidade, em cada estação do ano, verifica-se que a temperatura cumpre sempre os limites estabelecidos no Decreto-lei nº236/98 para qualidade mínima das águas superficiais.

4.1.2. OD

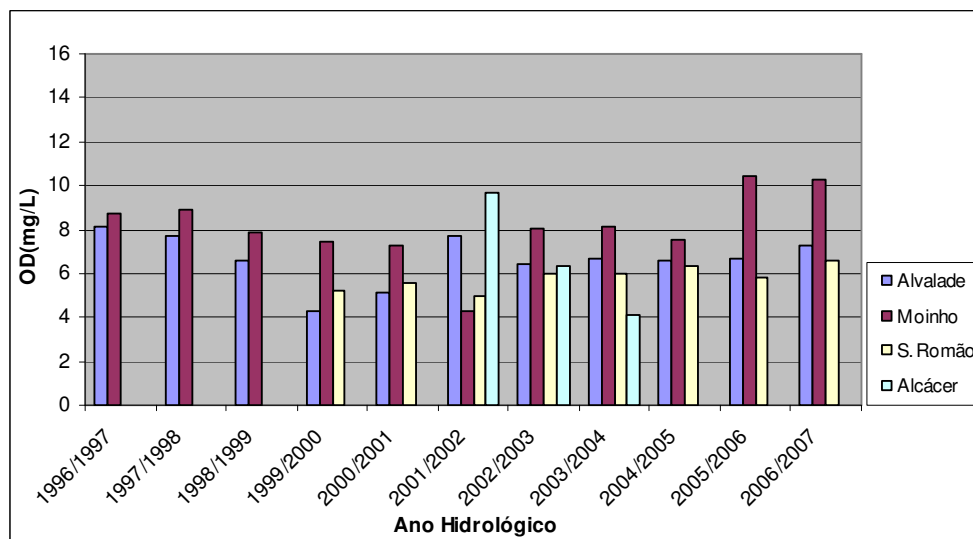


Figura 4.5. Concentrações médias de OD registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Em todas as estações de medição da qualidade da água, o oxigénio dissolvido foi medido no local, com excepção da estação de Alcácer, em que as concentrações foram medidas em laboratório. Nesta estação, os valores de concentração apresentaram um decréscimo bastante acentuado entre os anos hidrológicos de 2001/2002 e 2003/2004. É também nesta estação que se verificou a concentração mais baixa de 4,07mg/L no ano de 2003/2004. No Moinho da Gamitinha os valores mostraram uma tendência constante ao longo dos anos e é nesta estação que se verificou a concentração mais elevada de 10,41mg/L no ano de 2005/2006. Nas estações de Alvalade e S. Romão do Sado os valores mostraram uma tendência ligeiramente crescente.

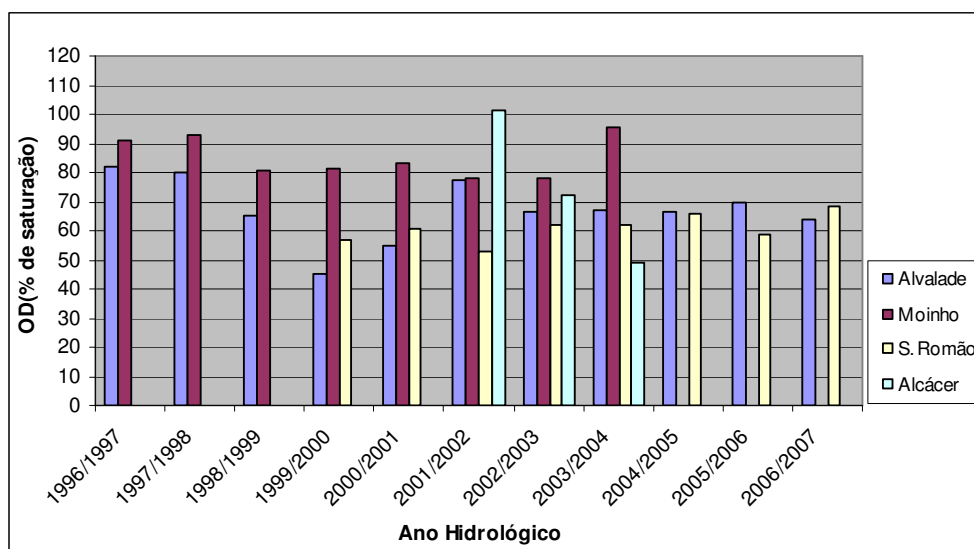


Figura 4.6. Percentagens de saturação média de OD registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

As percentagens de saturação variaram entre 101% em Alcácer no ano de 2001/2002 e 45% em Alvalade no ano de 1999/2000.

Em S. Romão as percentagens apresentaram um comportamento ligeiramente crescente ao longo dos anos e nas estações de Alvalade e Moinho da Gamitinha um comportamento ligeiramente decrescente. Em Alcácer os valores mostraram um decréscimo bastante acentuado.

Na maior parte das estações as percentagens de saturação encontram-se de acordo com os limites estabelecidos no Decreto-lei nº236/98, para qualidade mínima das águas superficiais, mas não se encontram de acordo com os limites estabelecidos para qualidade da água para fins balneares. Para fins aquícolas — águas piscícolas apresenta, na maioria, uma saturação superior a 50% mas não uma concentração superior a 8mg/L.

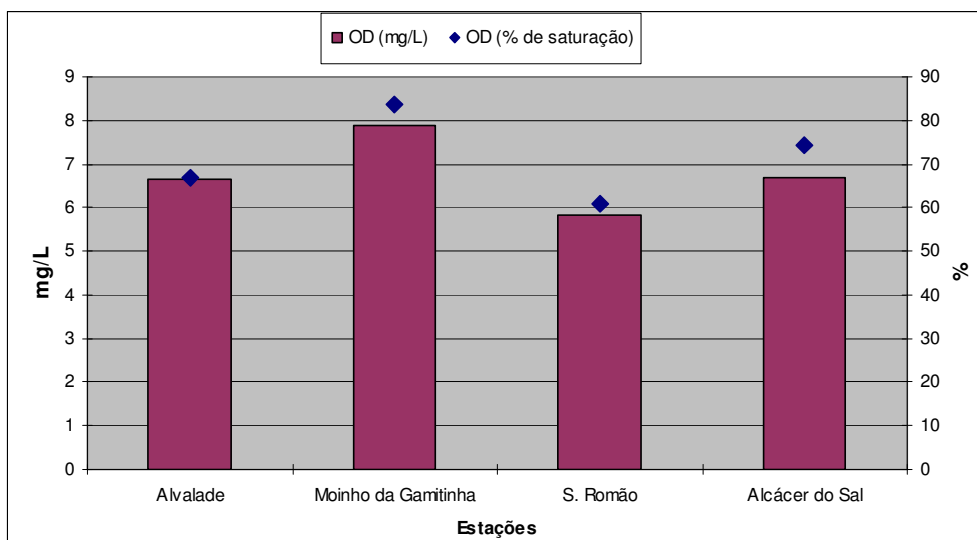


Figura 4.7. Concentrações médias de OD e percentagens de saturação médias registadas, entre 1997 e 2007, em cada estação de medição de qualidade da água.

Nas estações localizadas ao longo do rio Sado verificou-se um aumento das concentrações de OD, de Alvalade para o Moinho da Gamitinha; uma diminuição para S. Romão e um aumento em Alcácer do Sal. Nas percentagens médias de saturação de OD verificou-se um comportamento semelhante às concentrações médias de OD.

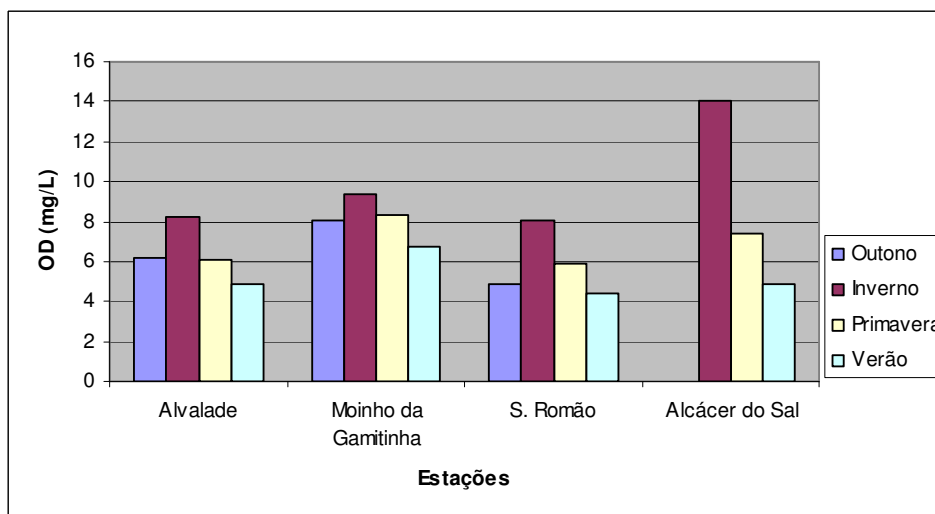


Figura 4.8. Concentrações médias de OD registadas, entre 1997 e 2007, para cada estação do ano, em cada estação de medição de qualidade da água.

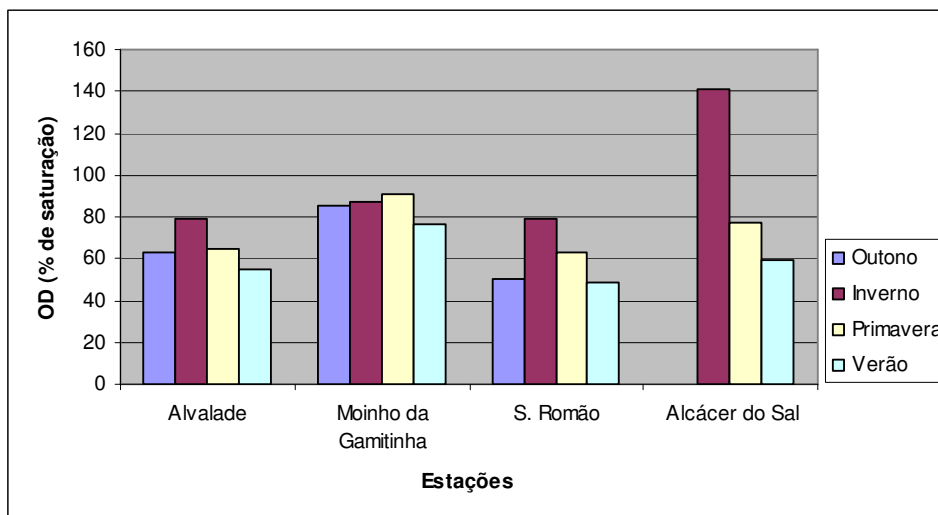


Figura 4.9. Percentagens de saturação média de OD registadas, entre 1997 e 2007, para cada estação do ano, em cada estação de medição de qualidade da água.

Mais uma vez se verificaram lacunas na informação relativa a Alcácer do Sal, no entanto foi aqui, na estação de Inverno que se registou a concentração média e percentagem de saturação de OD mais elevadas.

Da análise efectuada a cada uma das estações de medição de qualidade pode-se concluir que, na maioria dos anos, a concentração de OD não é aceitável para águas com fins aquícolas — águas piscícolas. É aceitável apenas em alguns anos, no Inverno.

Em relação à saturação de OD, em grande parte dos anos, em todas as estações, é cumprida a legislação respeitante à qualidade mínima das águas superficiais e à qualidade mínima para fins aquícolas — águas piscícolas. Qualidade para fins balneares só foi registada em alguns anos no Moinho da Gamitinha.

4.1.3. pH

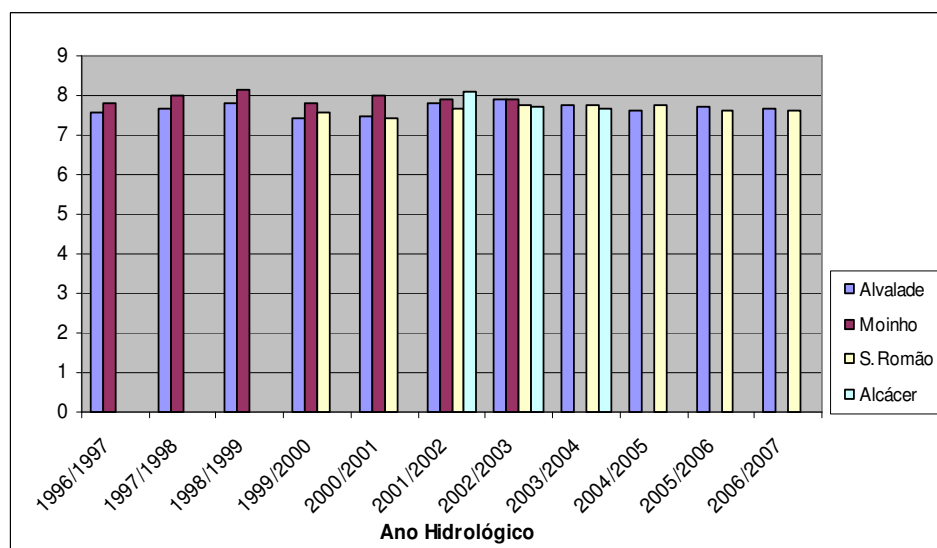


Figura 4.10. Valores médios de pH registados em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Ao longo dos anos, os valores de pH da água do rio não apresentaram grande evolução, mantendo-se mais ou menos constantes.

Verificou-se um máximo no ano hidrológico de 1998/1999 na estação do Moinho da Gamitinha, com valores perto de 8,2 e um mínimo na estação de Alvalade, no ano de 1999/2000, com um valor de 7,4. Encontram-se, assim, dentro do intervalo estipulado pela legislação (Decreto – Lei nº236/98) para a qualidade mínima das águas superficiais, que é de pH situado entre 5 e 9 valores. Este parâmetro também cumpre os limites estabelecidos pelo mesmo decreto para os objectivos pretendidos de utilização da água (usos balneares e para fins aquícolas — águas piscícolas).

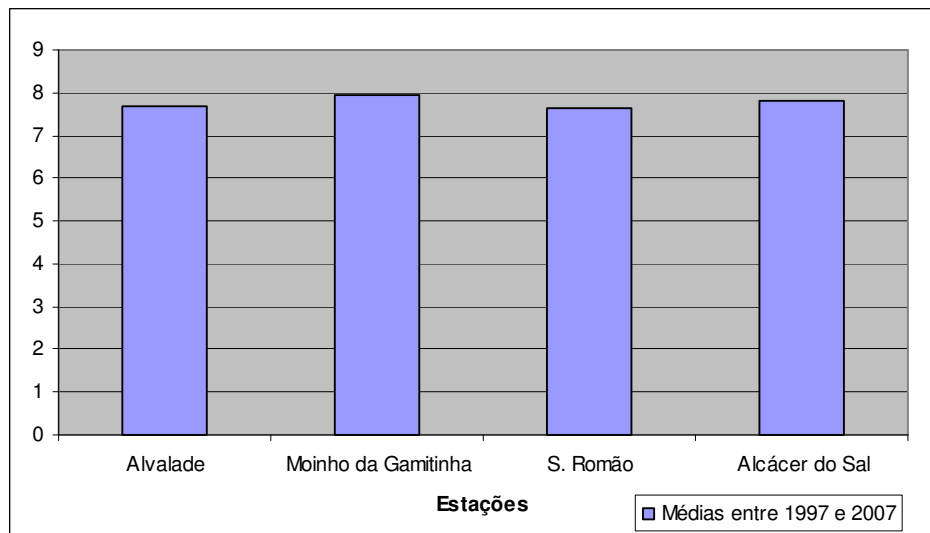


Figura 4.11. Valores médios de pH registados em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

Na figura 4.11, verificaram-se valores de pH muito constantes ao longo das estações localizadas no rio Sado.

Da análise feita em cada estação de medição de qualidade, verifica-se que o pH cumpre sempre os limites estabelecidos no Decreto-lei nº236/98 para qualidade mínima das águas superficiais, para fins balneares e para fins aquícolas — águas piscícolas.

4.1.4. Condutividade

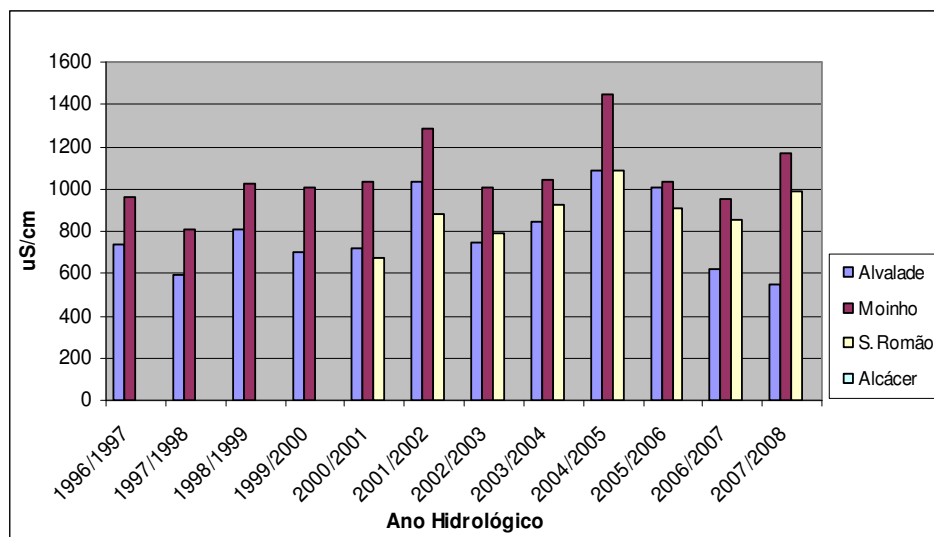


Figura 4.12. Condutividade média registada em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Pelo gráfico apresentado verifica-se que a condutividade mostra uma tendência constante na estação de Alvalade e uma ligeira tendência para aumentar ao longo dos anos nas estações de S. Romão do Sado e Moinho da Gamitinha. Os valores máximos de condutividade chegam aos 1440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no Moinho da Gamitinha e os mínimos aos 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em Alvalade.

A estação de Alcácer não apresenta medições deste parâmetro. Mas se essas medições fossem realizadas, possivelmente, os valores obtidos seriam superiores, pois a penetração da língua salina, que influenciaria a condutividade, estende-se a montante de Alcácer do Sal.

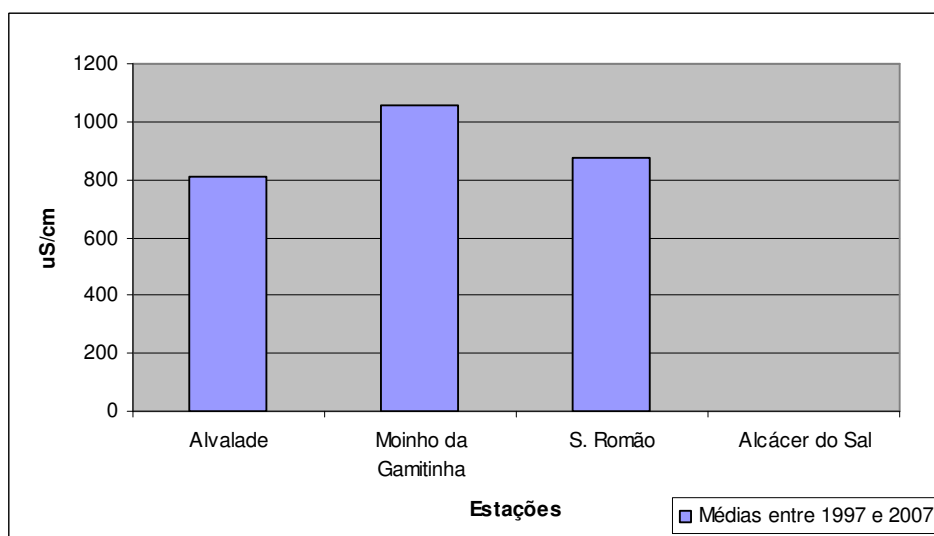


Figura 4.13. Condutividade média registada em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

As concentrações médias mais elevadas registaram-se no Moinho da Gamitinha, mais elevadas que em S. Romão, o que constitui um facto curioso, pois no Moinho da Gamitinha o efeito da maré já não é sentido, ao contrário do que acontece em S. Romão.

Foi, apenas, no Moinho da Gamitinha que se verificaram concentrações que excederam os 1000 μ S/cm. Esta é uma concentração que representa um valor máximo encontrado em águas naturais.

4.1.5. Turvação

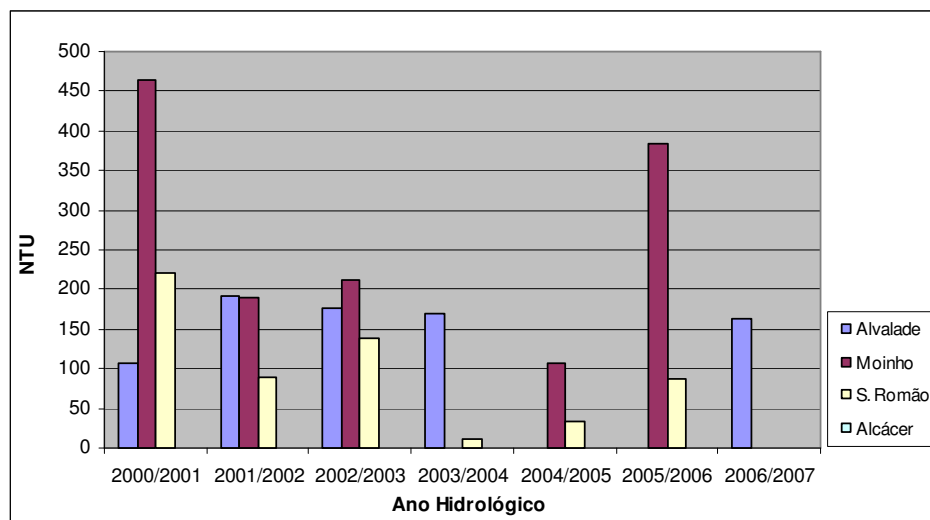


Figura 4.14. Valores médios de turvação registados em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Os valores de turvação disponíveis não são suficientes para fazer uma avaliação correcta. Contudo, com a informação disponível pode-se verificar que os valores de turvação variam entre 106 e 198 NTU na estação de Alvalade, entre 107 e 465 NTU na estação do Moinho da Gamitinha e entre 10 e 220 NTU em S. Romão do Sado.

Na estação de Alvalade os valores de turvação mostram um comportamento constante ao longo dos anos, mas as estações do Moinho e S. Romão apresentam uma tendência decrescente.

Na estação de Alcácer do Sal o parâmetro turvação não é medido ou os seus valores não estão disponíveis.

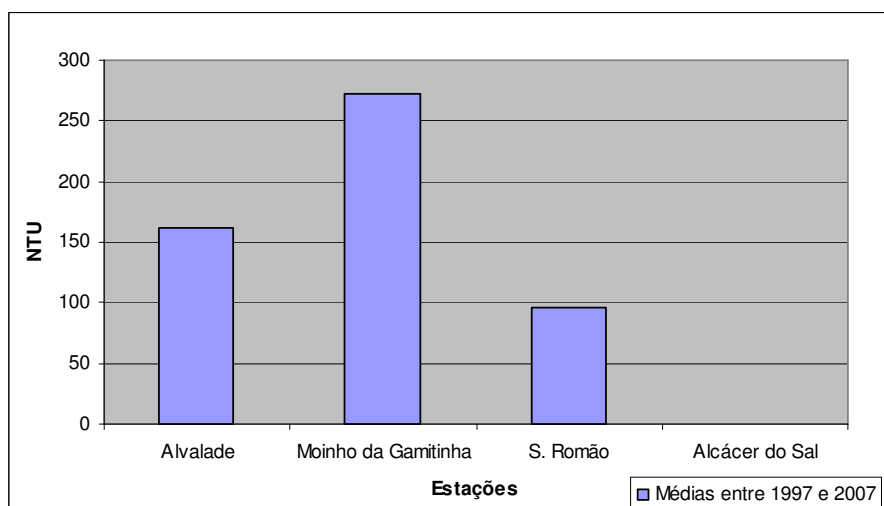


Figura 4.15. Valores médios de turvação registados, em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

Na figura 4.15 verificou-se uma turvação da água mais elevada no Moinho da Gamitinha.

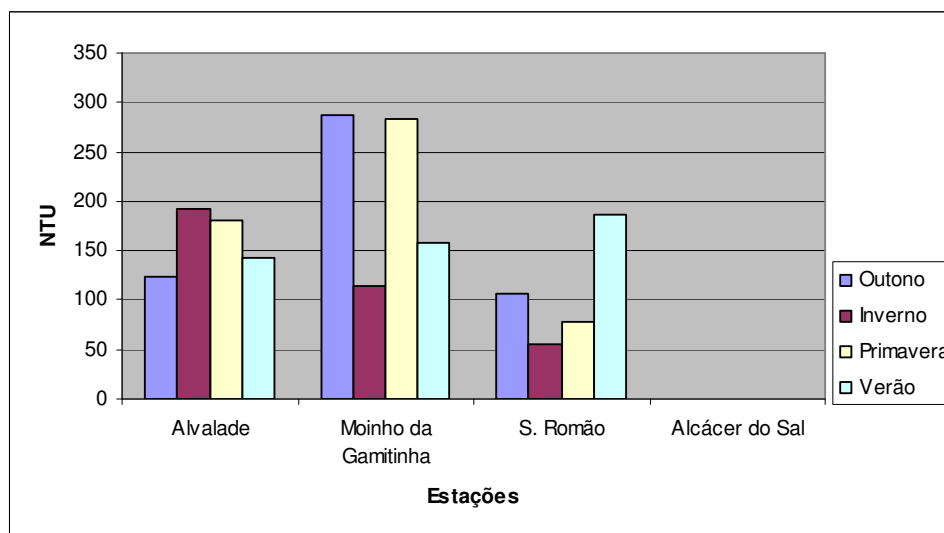


Figura 4.16. Valores médios de turvação registados, em cada estação de medição de qualidade da água, por estação do ano, entre 1997 e 2007.

Os valores de turvação elevados, apresentados no Moinho da Gamitinha decorreram na estação do Outono e da Primavera. Em Alvalade a turvação da água é superior no Inverno, enquanto em S. Romão as turvações elevadas decorreram no Verão.

Pode-se observar, ainda, que em todas as estações localizadas em longo do rio, a água apresenta valores que se encontram dentro dos parâmetros das águas naturais (1 a 1000NTU).

4.1.6. SST

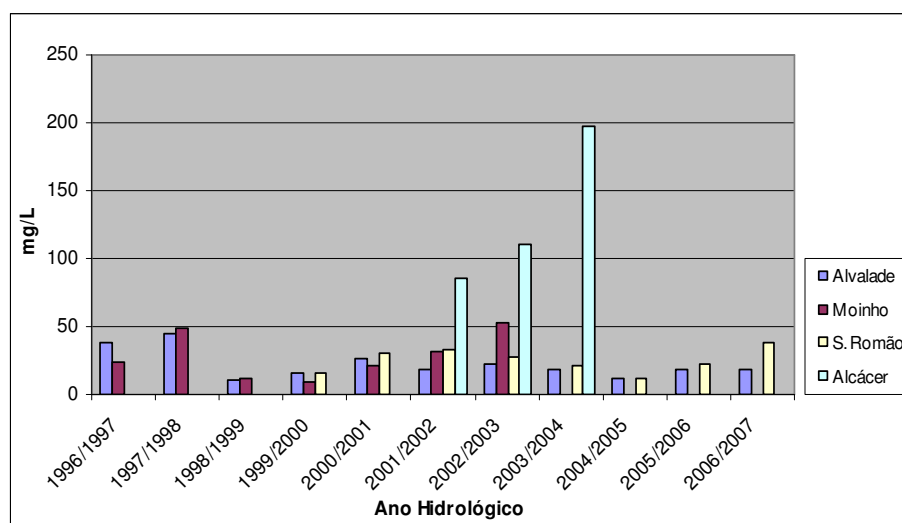


Figura 4.17. Concentrações médias de SST registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Nos últimos dez anos pode-se verificar que as concentrações de sólidos suspensos totais têm um comportamento aproximadamente constante nas estações de Alvalade e S. Romão.

Na estação do Moinho da Gamitinha, entre os anos hidrológicos de 1998/1999 e 2002/2003, os valores apresentam uma tendência crescente.

A estação de Alcácer do Sal, entre os anos hidrológicos de 2001/2002 e 2003/2004, também apresenta valores com uma tendência crescente. É ainda nesta estação que se verificam as concentrações mais elevadas de SST, com valores médios de 197mg/L.

Em algumas estações, em alguns anos pode ser verificado o incumprimento do VMR (25mg/L) para a qualidade da água para fins piscícolas.

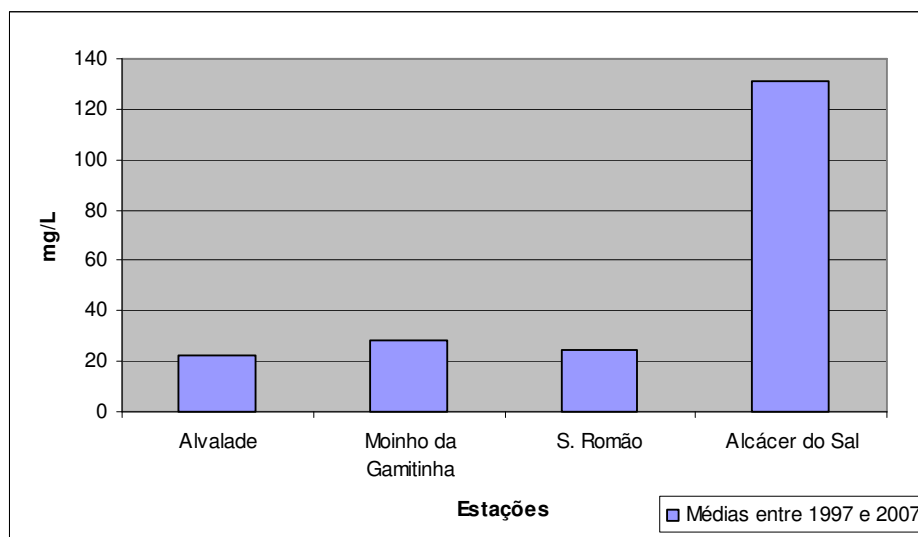


Figura 4.18. Valores médios de SST registados, em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

Apesar de não existir muita informação disponível, verificou-se que foi na estação de Alcácer do Sal que ocorrem as concentrações de SST mais elevadas.

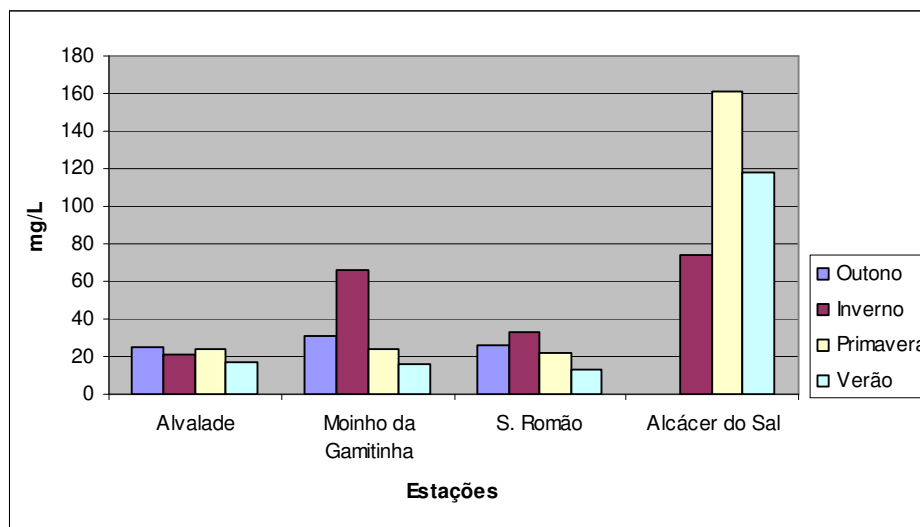


Figura 4.19. Valores médios de SST registados, em cada estação de medição de qualidade da água, por estação do ano, entre 1997 e 2007.

As concentrações médias de SST elevadas, registadas em Alcácer, decorreram, principalmente na Primavera. Embora com concentrações mais baixas, o Moinho da Gamitinha apresentou um pico na estação do Inverno.

Pode-se verificar ainda, que existe incumprimento da legislação para a qualidade da água para fins piscícolas no Moinho da Gamitinha, no Inverno e em Alcácer do Sal, em todas as estações do ano.

4.1.7. Clorofila a

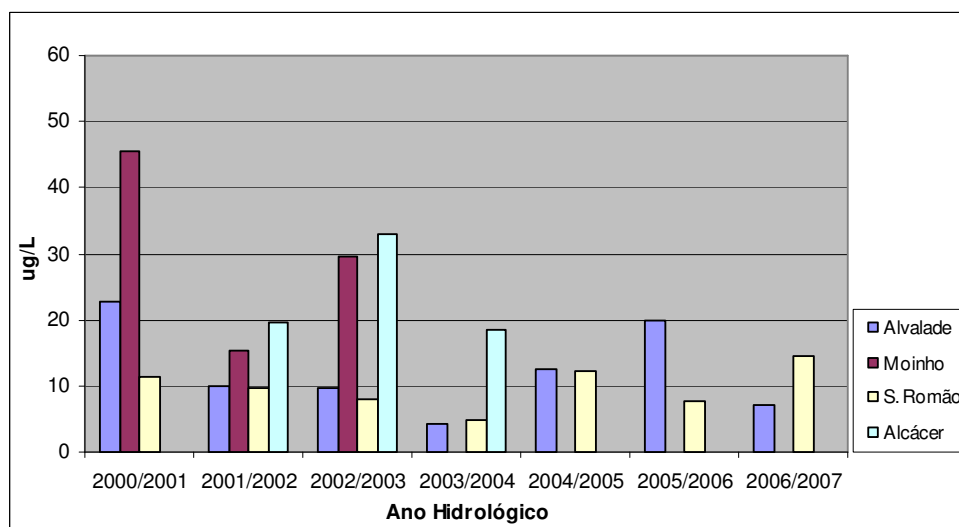


Figura 4.20. Valores médios de clorofila a registados em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Pela análise do gráfico, pode-se ver que, mais uma vez, existe falta de informação, o que torna a avaliação muito incompleta. Mas pelos valores, cuja obtenção foi possível, verificou-se um decréscimo nas concentrações de clorofila *a* na estação do Moinho e um comportamento constante das concentrações nas restantes estações. Para a maioria dos anos estudados é no Moinho da Gamitinha que se verificaram valores de concentração mais elevados e em S. Romão do Sado os valores de concentração mais baixos.

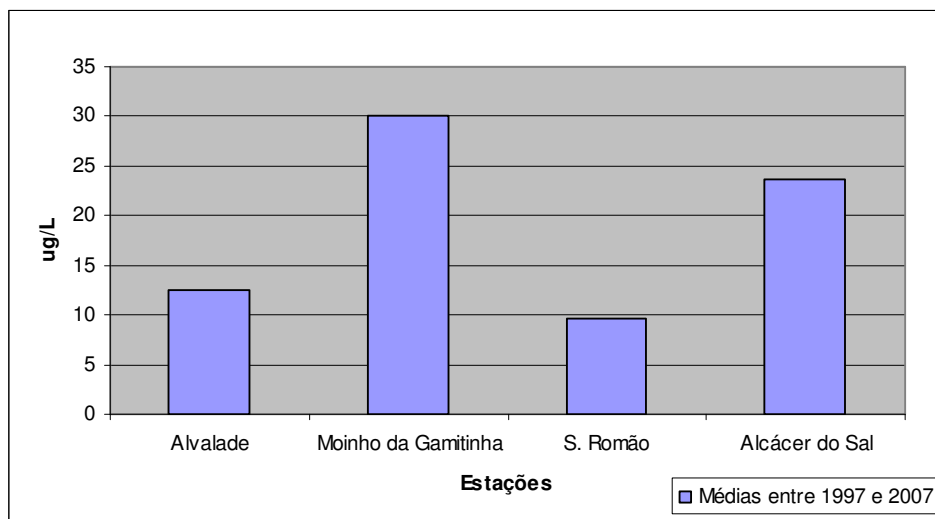


Figura 4.21. Valores médios de clorofila *a* registados, em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

O comportamento apresentado pelas concentrações médias de clorofila *a* é muito variável, em cada estação, localizada ao longo do rio.

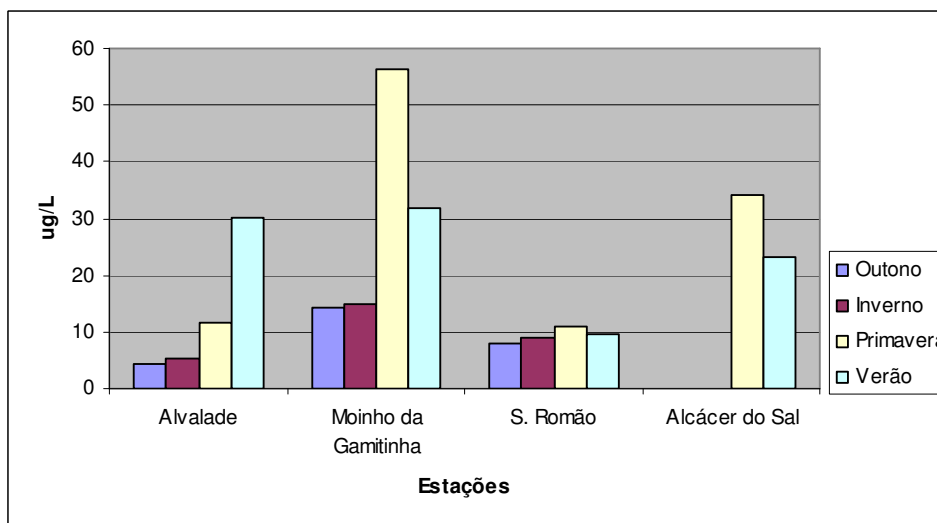


Figura 4.22. Valores médios de clorofila *a* registados, em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

As concentrações médias de clorofila *a* elevadas, apresentadas no Moinho da Gamitinha, na figura anterior (figura 4.21), ocorreram, como se verificou, na estação da Primavera.

4.1.8. Compostos de azoto

a) Azoto Amoniacal

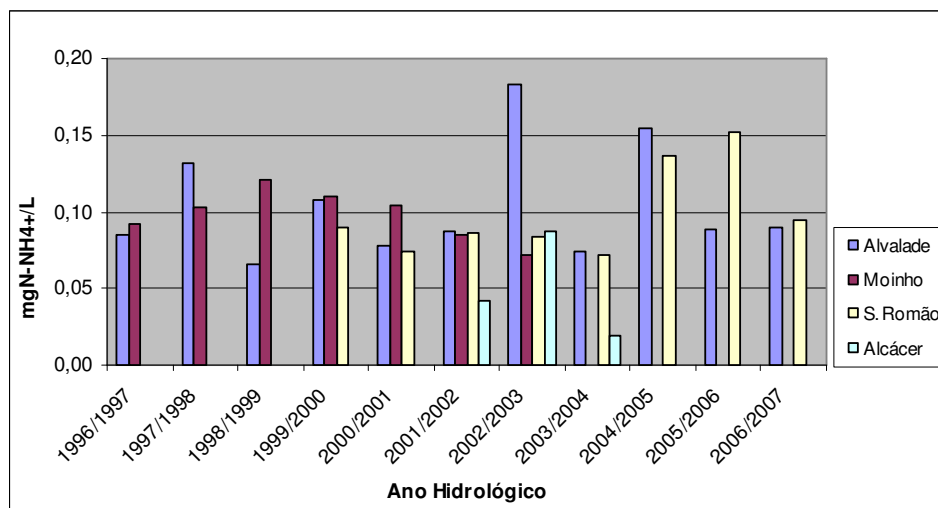


Figura 4.23. Concentrações médias de azoto amoniacal registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Estes últimos dez anos demonstram-nos que os valores de concentração de azoto amoniacal na estação de Alvalade não apresentam uma tendência de melhoria, nem de agravamento. No Moinho da Gamitinha as concentrações apresentaram uma tendência para diminuir ao longo dos anos, tal como aconteceu na estação de Alcácer. Já em S. Romão do Sado o comportamento das concentrações mostrou uma tendência crescente.

Em todos os anos, em todas as estações de medição da qualidade são cumpridos os VMA estabelecidos pelo Decreto-lei n^o236/98 para a qualidade mínima das águas superficiais, de 1mgN-NH₄⁺/L e para fins aquícolas — águas piscícolas, de 1mgNH₄⁺/L que é equivalente a 0,78mgN-NH₄⁺/L. O VMR, de 0,2mgNH₄⁺/L, que equivale a 0,16mgN-NH₄⁺/L, é ultrapassado apenas na estação de Alvalade, no ano de 2002/2003.

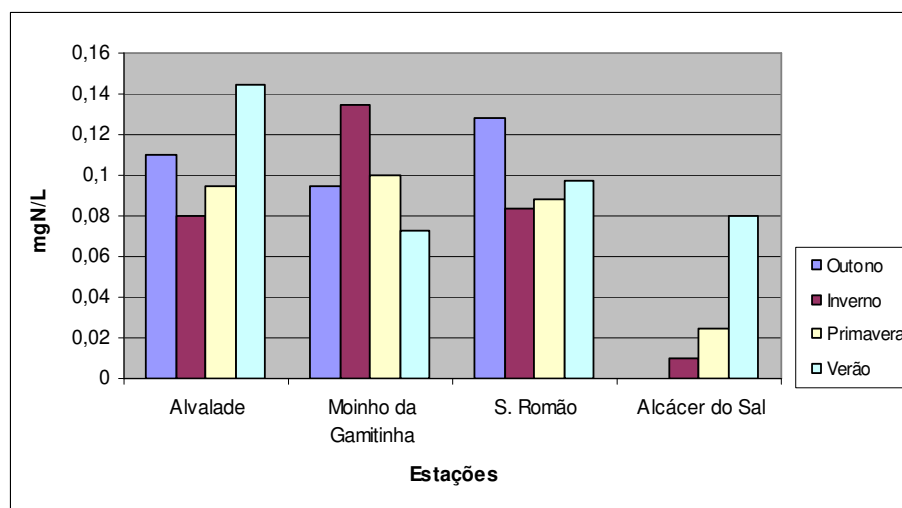


Figura 4.24. Concentrações médias de azoto amoniacal registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

Pela figura 4.24 verificaram-se concentrações médias de azoto amoniacal com um comportamento decrescente na Primavera e Verão, ao longo do rio. Na estação de Inverno foi apresentado o mesmo comportamento entre o Moinho da Gamitinha e Alcácer do Sal.

Verificou-se ainda, que as concentrações de amónia total cumprem sempre os limites estabelecidos no Decreto-lei nº236/98 para qualidade mínima das águas superficiais e para fins aquícolas — águas piscícolas. O VMR, para as águas piscícolas, também é cumprido.

De uma maneira geral a maior parte das concentrações de amónia registadas nas diferentes estações de medição de qualidade estão dentro dos valores encontrados para águas superficiais naturais.

b) Nitrato

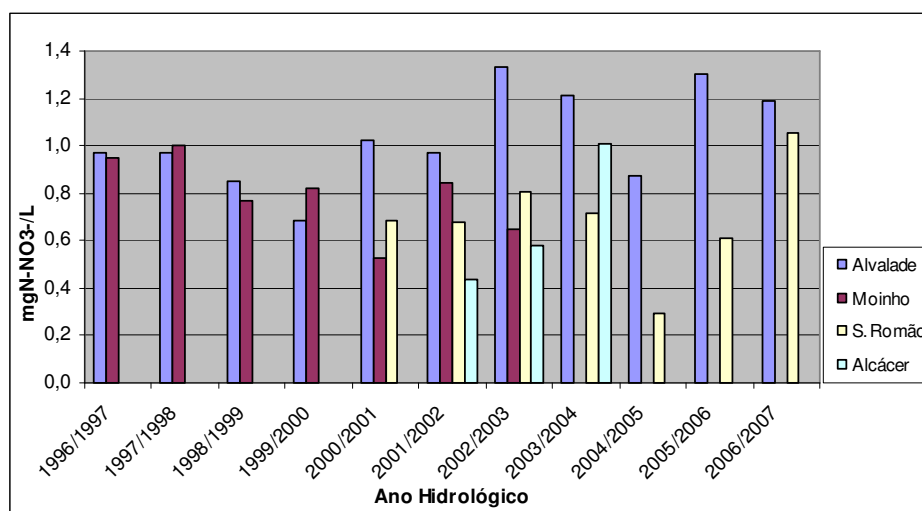


Figura 4.25. Concentrações médias de nitrato registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Os valores de concentração de nitrato, nas estações de Alvalade e de Alcácer do Sal apresentaram uma evolução crescente. Em quase todos os anos foi na estação de Alvalade que se verificam as concentrações mais elevadas de nitrato.

No Moinho da Gamitinha podem-se observar valores de concentração com uma tendência decrescente, enquanto em S. Romão os valores mostram uma tendência constante.

As concentrações de nitrato apresentadas indicam presença de influências da actividade humana.

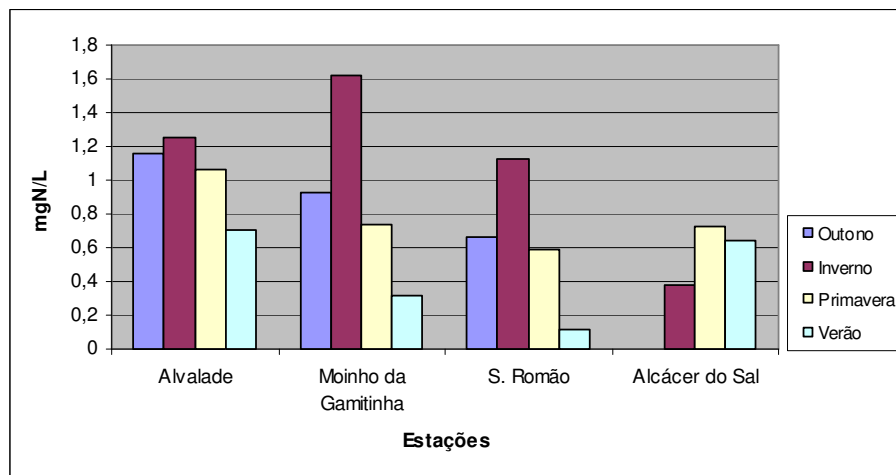


Figura 4.26. Concentrações médias de nitrato registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

Pela figura 4.26 verificou-se que foi no Moinho da Gamitinha, na estação de Inverno, que se registaram as concentrações médias de nitrato mais elevadas; sendo, mesmo, mais elevadas que as concentrações médias registadas em Alvalade.

As estações do Outono, Primavera e Verão, entre Alvalade e S. Romão, mostraram concentrações médias de nitrato com um comportamento decrescente. Contudo em Alcácer, estas concentrações voltam a aumentar.

Em todas as estações de medição de qualidade, em alguns anos, podem ser verificadas concentrações de nitrato inferiores a 2mg/L, e logo inferiores a 5mg/L (valor que representa a existência de influência da actividade humana).

c) Nitrito

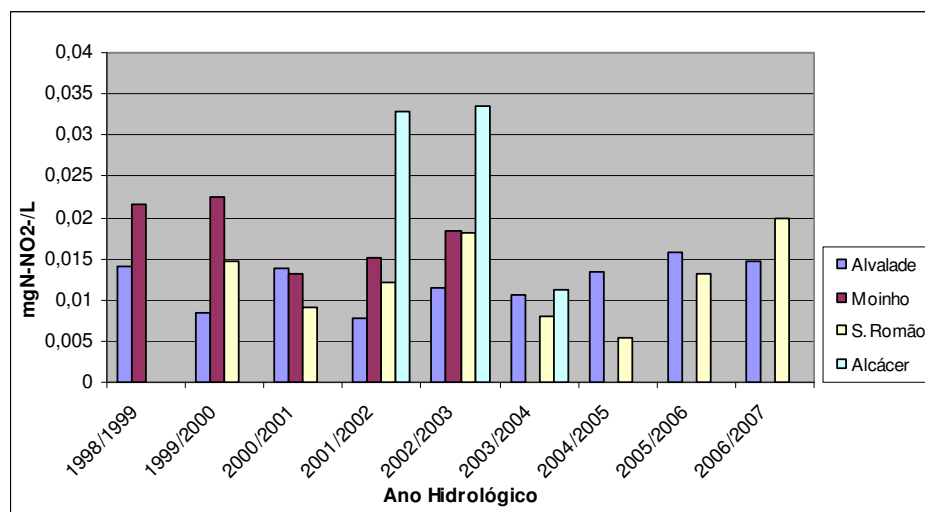


Figura 4.27. Concentrações médias de nitrito registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

O gráfico de concentração de nitrito mostra que os valores das estações de Alvalade e S. Romão tiveram uma tendência ligeiramente crescente e os valores das estações do Moinho da Gamitinha e de Alcácer do Sal apresentaram uma tendência decrescente.

As concentrações mais elevadas verificaram-se em Alcácer com valores de 0,034mg/L.

Na maioria das estações a qualidade da água poderá ser aceitável para fins piscícolas, pois o VMR de 0,03mg/L é cumprido.

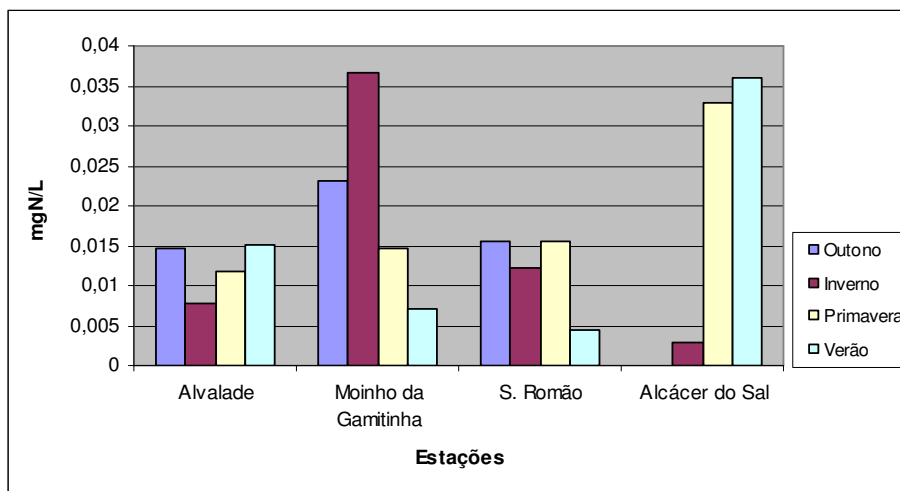


Figura 4.28. Concentrações médias de nitrito registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

As concentrações médias de nitrito elevadas em Alcácer do Sal ocorreram nas estações da Primavera e Verão. Também se observou concentrações médias bastante elevadas no Moinho, no Inverno.

Da análise feita, pode-se concluir que na maioria das estações do ano a qualidade da água poderá ser aceitável para fins piscícolas.

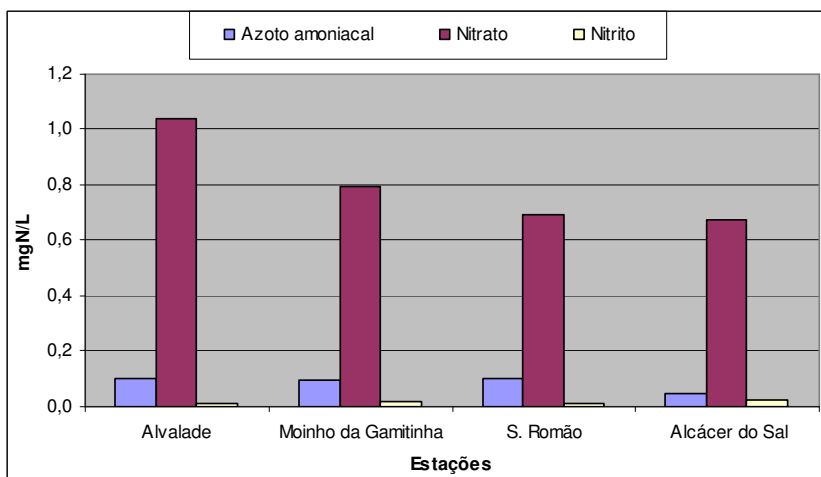


Figura 4.29. Concentrações médias de azoto amoniacal, nitrato e nitrito registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

Na figura acima apresentada verificaram-se concentrações médias de azoto amoniacal, mais ou menos constantes, entre Alvalade e S. Romão e verificou-se uma diminuição em Alcácer do Sal.

Nas concentrações médias de nitrato verificou-se um decréscimo ao longo do rio, de montante para jusante.

As concentrações médias de nitrato encontradas, apesar de não ser clara a sua visualização na figura 4.29, mostraram um comportamento muito irregular, sendo as mais elevadas observadas em Alcácer do Sal. Este facto poderá estar associado com o efeito da maré, que conseqüentemente vai aumentar a salinidade da água neste local, o que poderá inibir a actividade das bactérias na transformação dos nitratos em nitritos.

4.1.9. Compostos de Fósforo

a) Ortofosfato

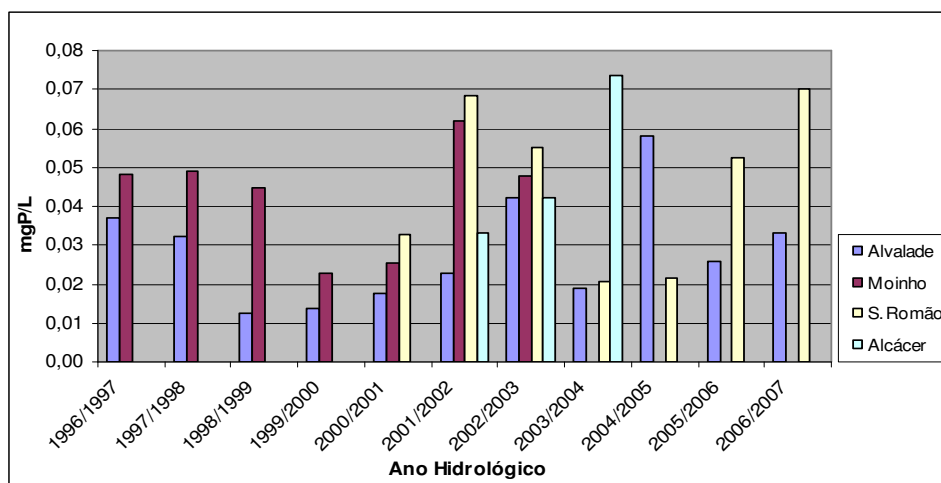


Figura 4.30. Concentrações médias de ortofosfato registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

A concentração média de ortofosfatos mais elevada verificou-se na estação de Alcácer, com um valor de 0,07mg/L no ano de 2003/2004. Ainda nesta estação, na estação de S. Romão e de Alvalade os valores mostraram uma ligeira tendência para aumentar ao longo dos anos. Na estação do Moinho da Gamitinha os valores apresentaram uma tendência estável ao longo dos anos.

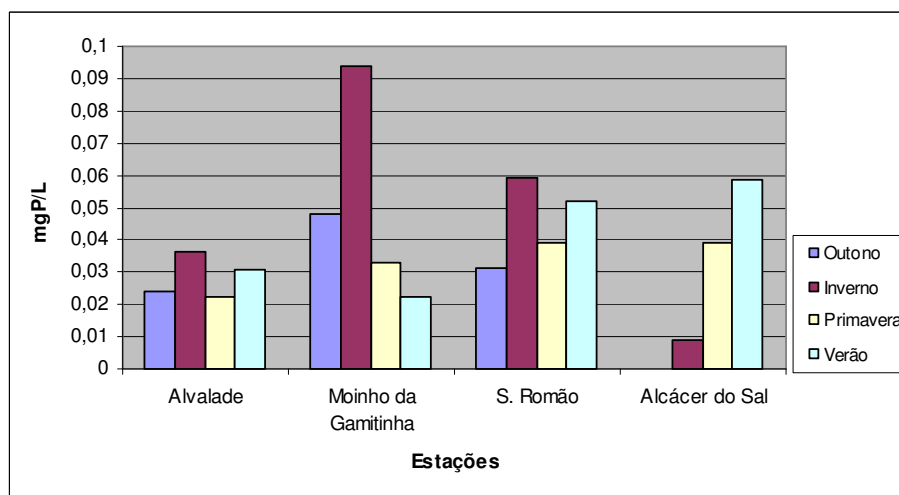


Figura 4.31. Concentrações médias de ortofosfato registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

A figura 4.31 apresenta concentrações médias de ortofosfato mais elevadas no Moinho da Gamitinha, na estação de Inverno.

b) Fósforo Total

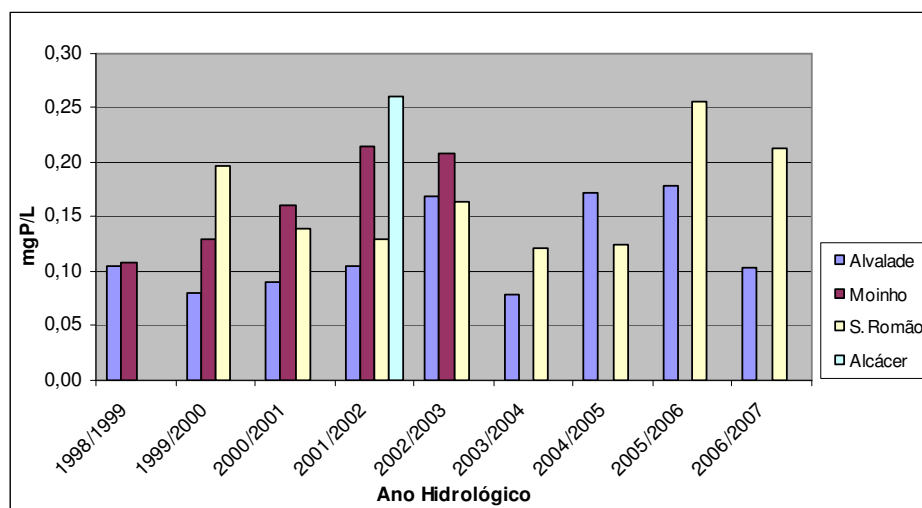


Figura 4.32. Concentrações médias de fósforo total registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Mais uma vez, pelo facto de existirem muitas falhas na informação disponível, o único ano em que se podem comparar valores de fósforo entre todas as estações é o ano hidrológico de 2001/2002. Neste ano encontraram-se concentrações que variaram entre 0,10mg/L e 0,26mg/L, na estação de Alvalade e Alcácer do Sal, respectivamente.

As concentrações mais elevadas decorreram em Alcácer, no ano de 2001/2002 e em S. Romão, no ano de 2005/2006, com valores médios de 0,26mg/L em ambas as estações.

A estação do Moinho da Gamitinha apresentou valores com comportamento crescente e Alvalade e S. Romão ligeiramente crescente ao longo dos anos.

Pode-se verificar o cumprimento do VMA para a qualidade mínima das águas superficiais em todas as estações, em todos os anos.

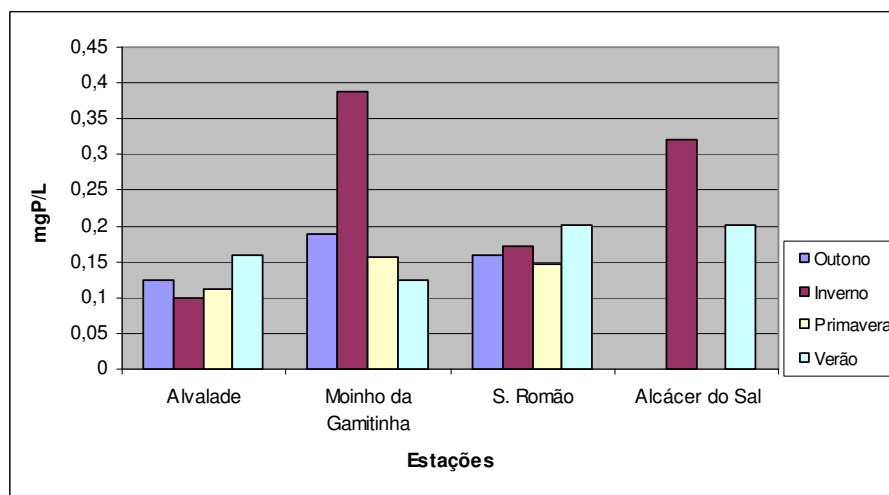


Figura 4.33. Concentrações médias de fósforo total registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

Na figura acima apresentada, mais uma vez, se verificaram concentrações médias de fósforo total mais elevadas no Moinho da Gamitinha, na estação de Inverno.

Observou-se também a falta de informação disponível em Alcácer do sal.

Na avaliação feita a cada estação de medição de qualidade, verificou-se o cumprimento do VMA para a qualidade mínima das águas superficiais, mas as concentrações encontradas são mais elevadas que as encontradas em águas superficiais em condições naturais.

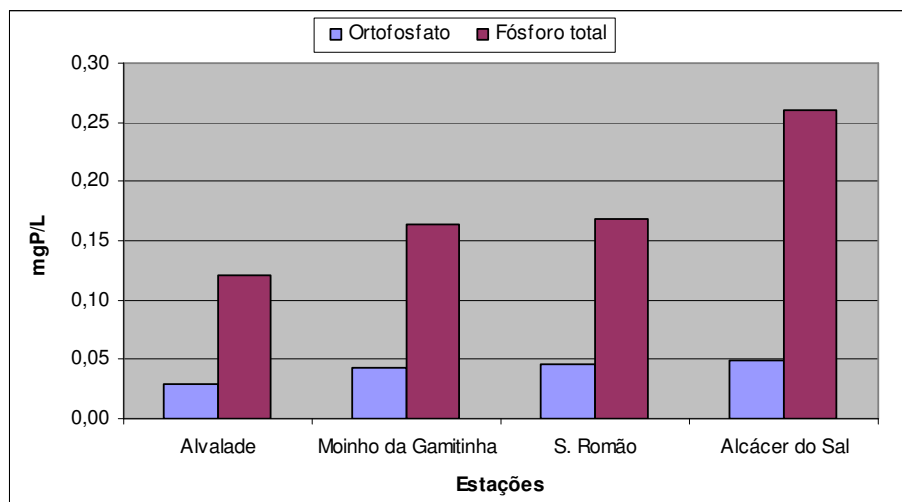


Figura 4.34. Concentrações médias de ortofosfato e fósforo total registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

Na figura 4.34 pode-se observar que as concentrações médias de ortofosfatos aumentaram gradualmente no rio, de montante para jusante.

Tal como aconteceu com as concentrações médias de ortofosfato, as concentrações médias de fósforo total também aumentaram no rio, de montante para jusante.

4.1.10. CQO

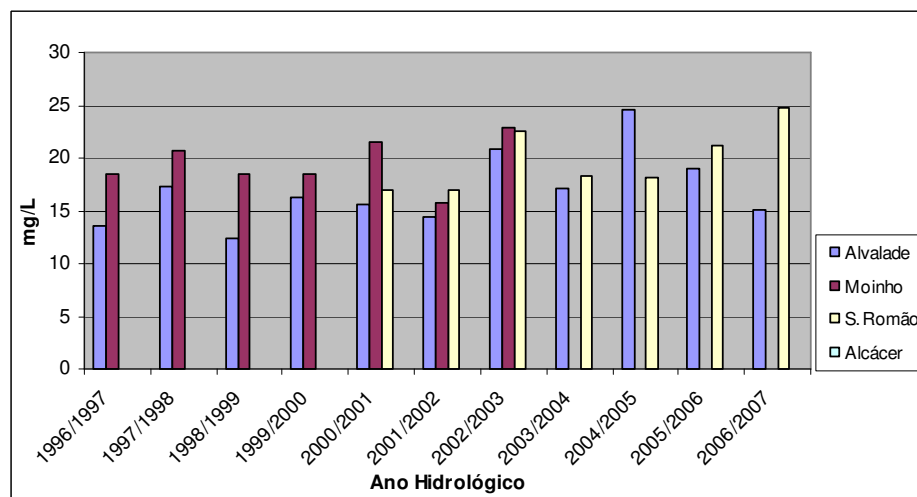


Figura 4.35. Concentrações médias de CQO registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Estes últimos dez anos demonstram-nos que os valores de concentração de CQO no Moinho da Gamitinha não apresentaram uma tendência de melhoria, nem de agravamento.

As estações de Alvalade e S. Romão apresentaram valores com uma ligeira tendência crescente à medida que os anos passaram. É também nestas estações que se puderam verificar as concentrações de CQO mais elevadas, com valores que rondam os 25 mg/L.

Na estação de Alcácer do Sal não existem dados relativos ao parâmetro CQO.

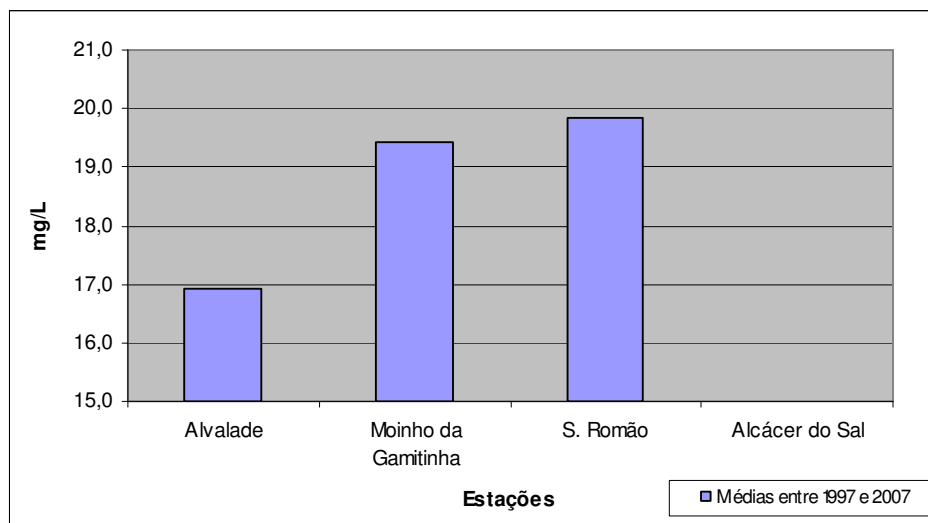


Figura 4.36. Concentrações médias de CQO registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

Na figura 4.36 observou-se o aumento das concentrações médias de CQO ao longo do rio, de montante para jusante.

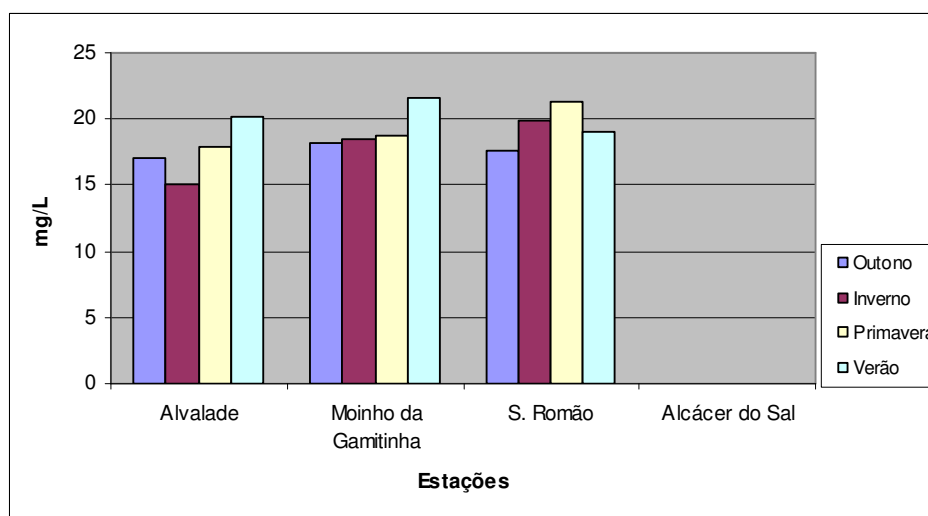


Figura 4.37. Concentrações médias de CQO registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

As concentrações médias de CQO mostraram comportamentos muito semelhantes, entre estações do ano e entre as várias estações de medição de qualidade.

De uma maneira geral, foram observadas concentrações de CQO que rondam os 20mg/L (concentração que se pode encontrar em águas naturais).

4.1.11. CBO_5

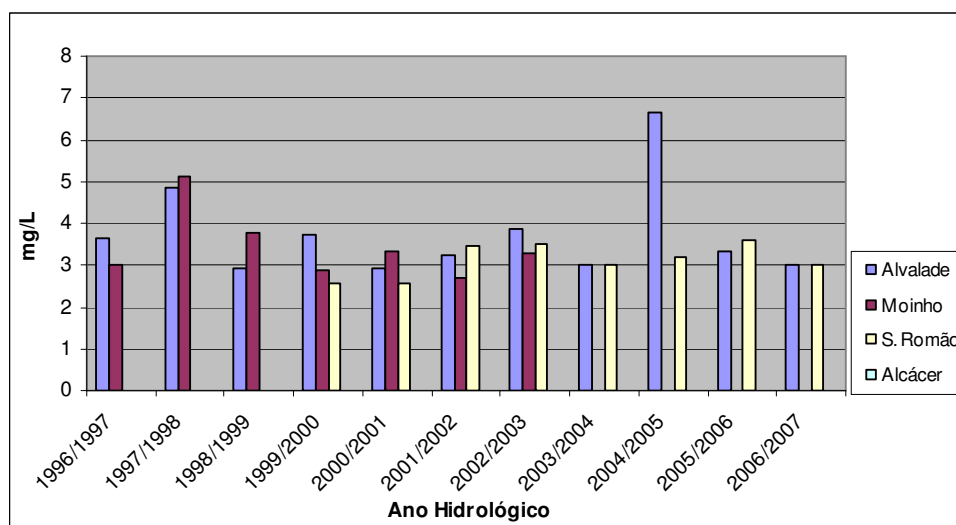


Figura 4.38. Concentrações médias de CBO_5 registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

No ano hidrológico 2004/2005 verificou-se um pico de concentração bastante destacado na estação de Alvalade, com um valor de 6,6mg/L, o que faz com que seja a única concentração que não cumpre os limites estabelecidos, tanto para a qualidade mínima das águas superficiais, como para fins piscícolas. Nesta estação, os valores apresentam um comportamento constante ao longo dos anos.

Na estação do Moinho da Gamitinha os valores mostraram uma tendência para diminuir, ao contrário da estação de S. Romão do Sado, cujos valores apresentaram tendência crescente ao longo do tempo.

Não existem dados relativos a este parâmetro, na estação de Alcácer do Sal.

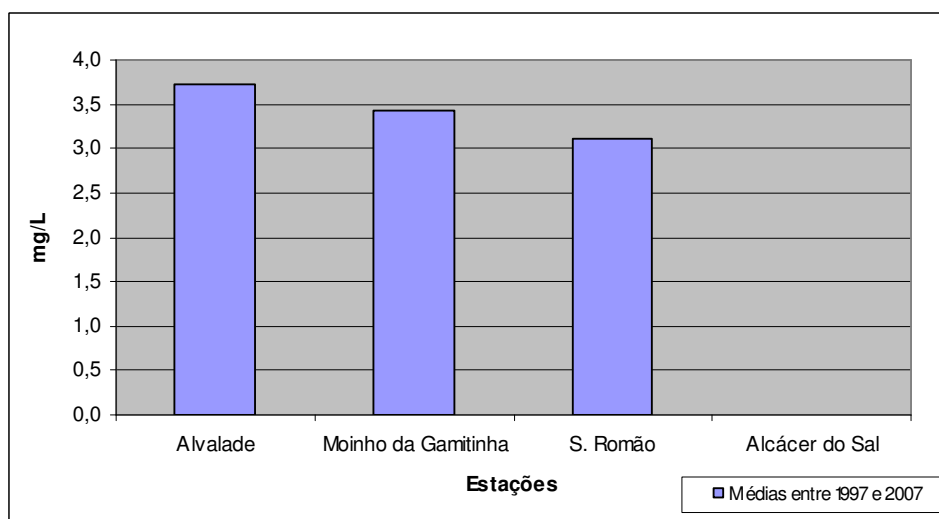


Figura 4.39. Concentrações médias de CBO_5 registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

Pode-se verificar, pela figura 4.39, que as concentrações médias de CBO₅ decrescem ao longo do rio, de montante para jusante.

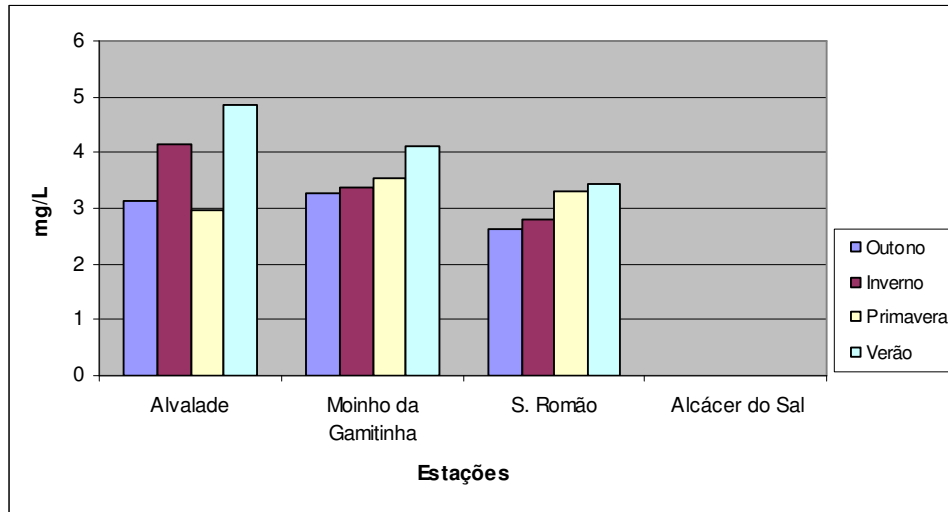


Figura 4.40. Concentrações médias de CBO₅ registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

As estações de Verão e de Inverno apresentaram comportamentos decrescentes, de montante para jusante. As concentrações médias de CBO₅, na Primavera e o Outono, mostraram um comportamento mais ou menos constante ao longo do rio.

Verificou-se um cumprimento dos limites estabelecidos para a qualidade mínima das águas superficiais e para fins piscícolas em todas as estações de medição. No entanto, verificaram-se concentrações sempre superiores a 2mg/L (concentrações em águas naturais).

4.1.12. Estimativa de Biodegradabilidade da Matéria Orgânica

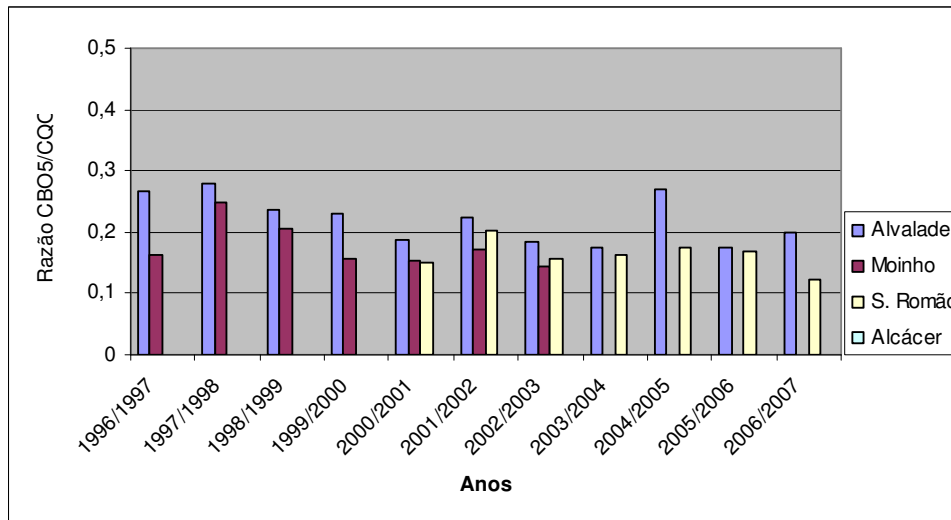


Figura 4.41. Biodegradabilidade da matéria orgânica em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

A biodegradabilidade da matéria orgânica ao longo dos anos, em todas as estações de medição da qualidade da água nunca atinge os 0,5. Estes valores baixos de biodegradabilidade da matéria significam uma maior presença de matéria quimicamente oxidável.

Em todas as estações se verifica uma tendência decrescente ao longo dos anos e consequentemente uma diminuição da degradação biológica da matéria.

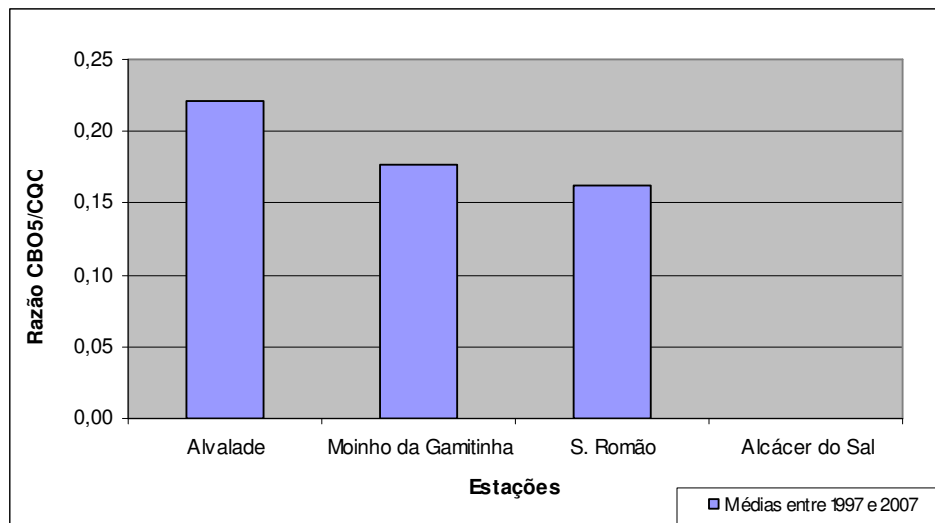


Figura 4.42. Razão CBO₅/CQO registada em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

Pela figura 4.42 verificou-se que a biodegradabilidade da matéria orgânica nunca atinge o valor de 0,5 e que vai decrescendo de montante para jusante.

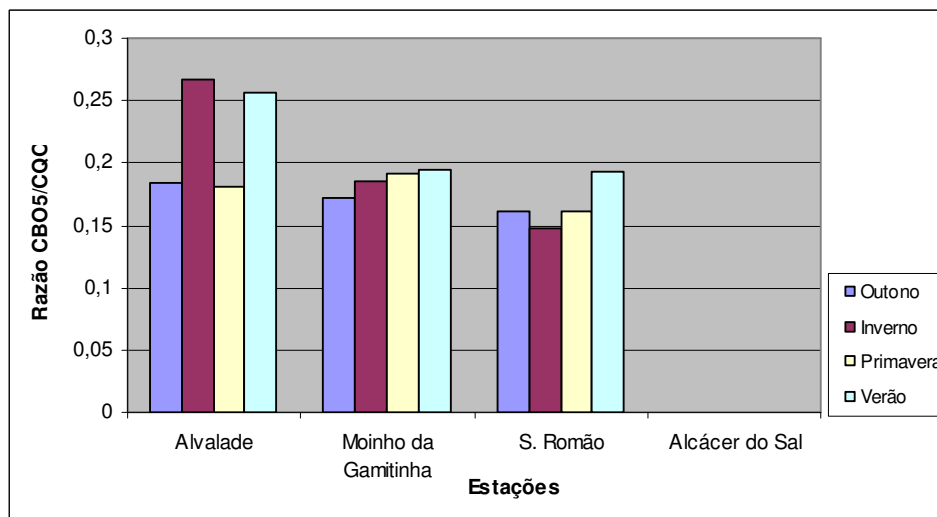


Figura 4.43. Razão CBO₅/CQO registada em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

Como se verificou na figura 4.43, a biodegradabilidade da matéria orgânica é superior em Alvalade, nas estações de Inverno e Verão. No Moinho da Gamitinha e em S. Romão os valores mais elevados também se verificaram no Verão.

Da análise efectuada em cada estação de medição de qualidade da água, verificou-se que a biodegradabilidade da matéria orgânica ao longo das estações do ano nunca atinge os 0,5.

4.2. Parâmetros Microbiológicos

Na estação de Alvalade verificaram-se nas concentrações de coliformes fecais e totais valores anormalmente elevados, de 450000 MPN/100ml e 28000000 MPN/100ml, respectivamente. A explicação para valores tão elevados não foi possível de obter, pois a estimativa de cargas poluentes na bacia foi feita apenas a jusante da estação de Alvalade. Com isto, não foi possível avaliar a fonte poluente responsável por valores tão elevados de coliformes fecais registados.

Foi, então, decidido eliminar tais valores, pois a sua inclusão não permitiria uma avaliação correcta das médias destes parâmetros.

4.2.1. Coliformes Fecais

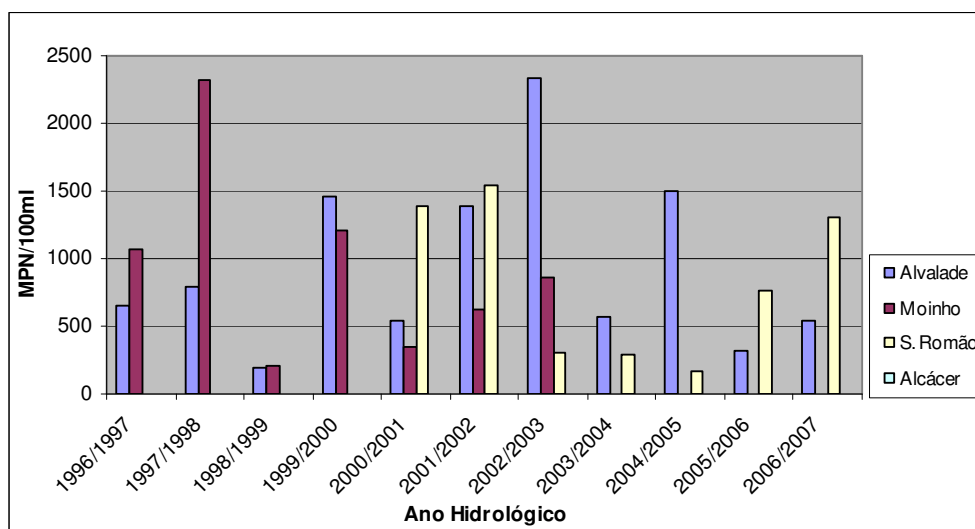


Figura 4.44. Concentrações médias de Coliformes Fecais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

No gráfico acima apresentado, as concentrações mais elevadas de coliformes fecais verificaram-se nas estações de Alvalade e do Moinho da Gamitinha, nos anos hidrológicos de 2003/2004 e 1997/1998, respectivamente.

Ao longo dos anos, nas estações do Moinho da Gamitinha e S. Romão, os valores mostraram uma tendência para diminuir.

Mais uma vez, na estação de Alcácer do Sal não existem dados relativos ao parâmetro coliformes fecais.

Em todas as estações, em quase todos os anos hidrológicos, o VMR estipulado para águas para fins balneares não é cumprido, mas verifica-se o cumprimento do VMA.

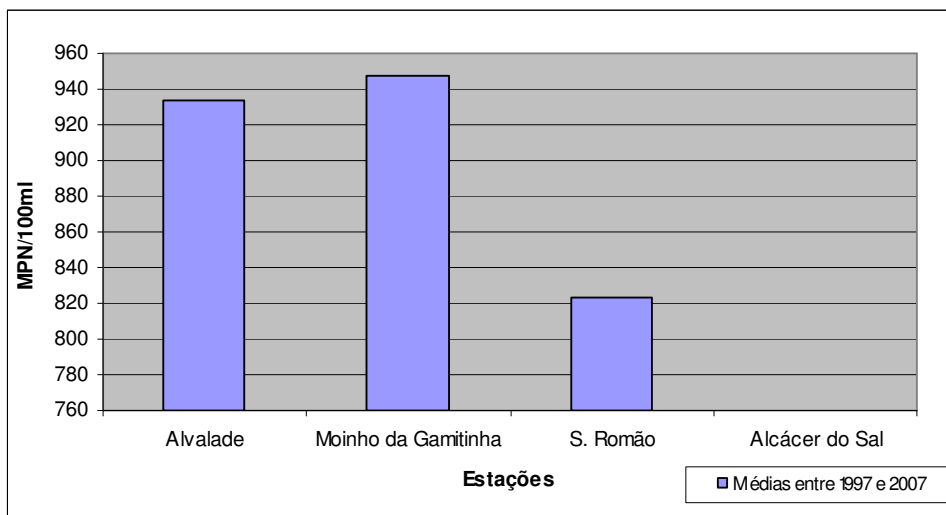


Figura 4.45. Concentrações médias de coliformes fecais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

Pela figura acima apresentada observaram-se concentrações médias de coliformes fecais com um comportamento ligeiramente crescente entre Alvalade e Moinho da Gamitinha e depois um decréscimo mais acentuado para S. Romão.

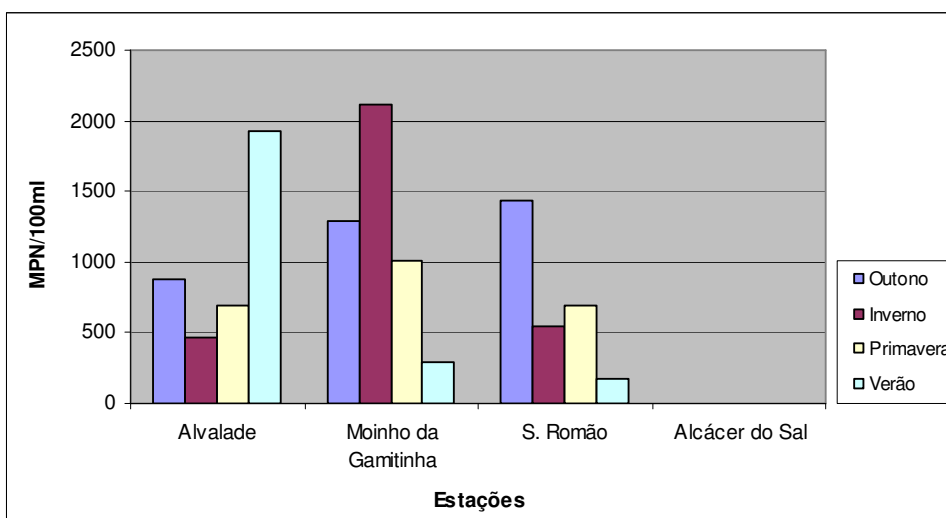


Figura 4.46. Concentrações médias de coliformes fecais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

As concentrações médias de coliformes fecais elevadas em Alvalade ocorreram principalmente na estação do Verão e no Moinho da Gamitinha no Inverno.

Mais uma vez se verificou que em todas as estações de medição de qualidade, em quase todas as estações do ano, o VMR estabelecido para águas para fins balneares não foi cumprido, mas verificou-se o cumprimento do VMA.

4.2.2. Coliformes Totais

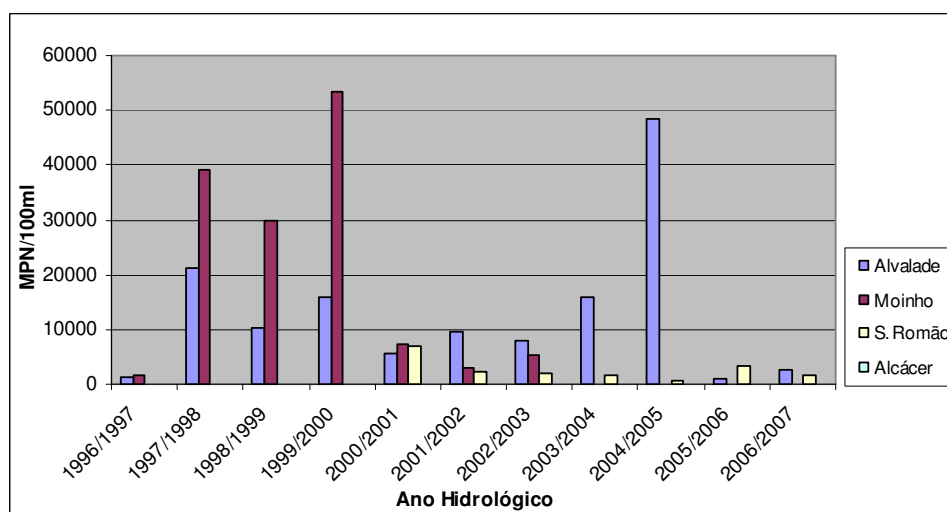


Figura 4.47. Concentrações médias de Coliformes Totais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

As concentrações mais elevadas de coliformes fecais podem ser verificadas nas estações de Alvalade e Moinho da Gamitinha, nos anos hidrológicos de 2004/2005 e 1999/2000, respectivamente.

Na estação de S. Romão a concentração mais elevada foi cerca de 7000MPN/100ml, o que torna esta concentração insignificante perante as concentrações atingidas na estação de Alvalade e Moinho da Gamitinha.

Na estação de Alcácer do Sal não existem dados relativos ao parâmetro coliformes totais.

O VMR para águas para fins balneares nunca foi cumprido em nenhuma das estações de medição e na maioria dos anos o VMA também não foi cumprido.

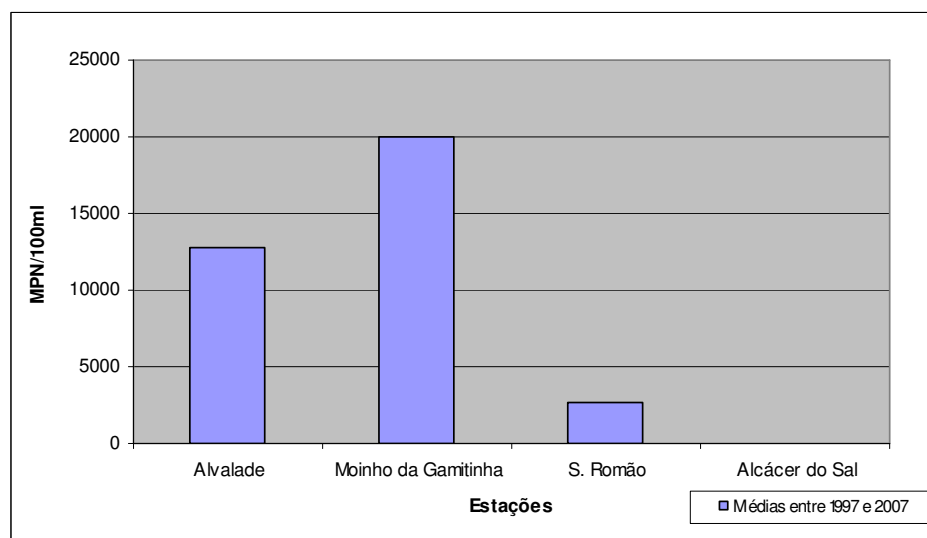


Figura 4.48. Concentrações médias de coliformes totais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

Verificou-se o mesmo comportamento observado nas concentrações médias de coliformes fecais, mas com valores muito superiores em todas as estações.

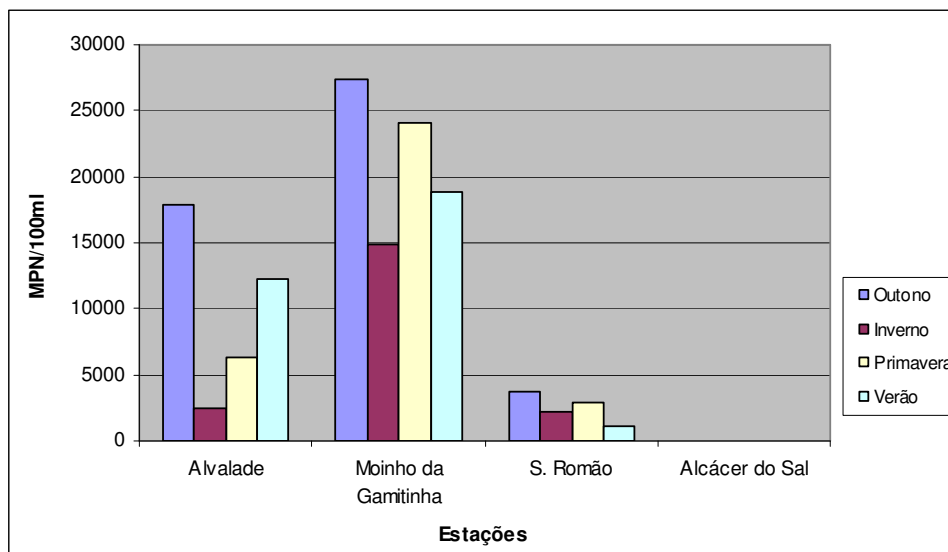


Figura 4.49. Concentrações médias de coliformes totais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

As concentrações médias de coliformes totais mais elevadas em cada estação ocorreram no Outono.

O VMR para águas para fins balneares nunca foi cumprido e o VMA também na maioria dos anos não foi cumprido.

4.2.3. *Streptococos Fecais*

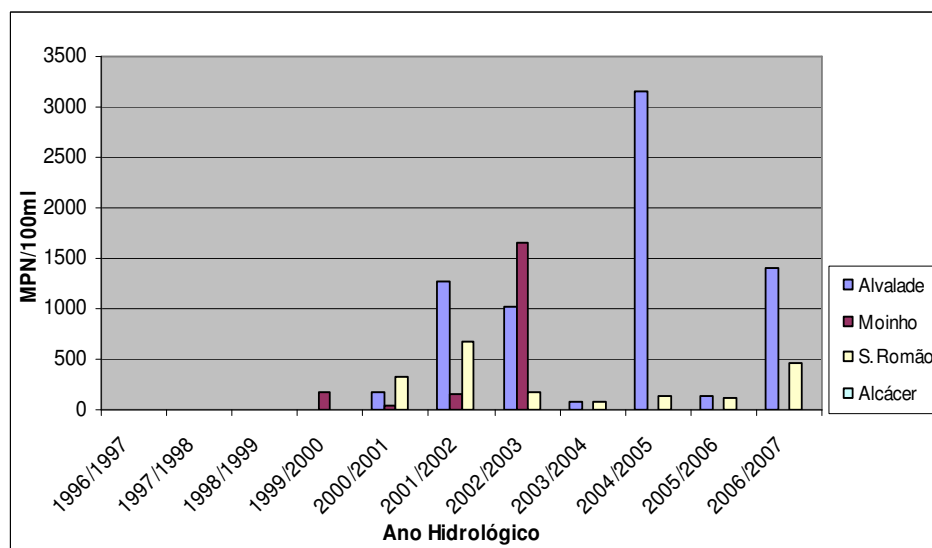


Figura 4.50. Concentrações médias de *Streptococos Fecais* registadas em cada estação de medição de qualidade da água, ao longo dos anos.

Os valores de concentração de Estreptococos fecais apresentaram-se muito irregulares ao longo dos dez anos, apresentando uma tendência crescente nas estações de Alvalade e Moinho e em S. Romão uma tendência estável.

Os principais picos verificaram-se nos anos hidrológicos de 2001/2002, 2004/2005 e 2006/2007 na estação de Alvalade e no ano de 2002/2003 na estação do Moinho da Gamitinha.

Na maior parte dos anos, em todas as estações, o VMR estipulado para águas para fins balneares não é cumprido.

Na estação de Alcácer não existem dados relativos a este parâmetro.

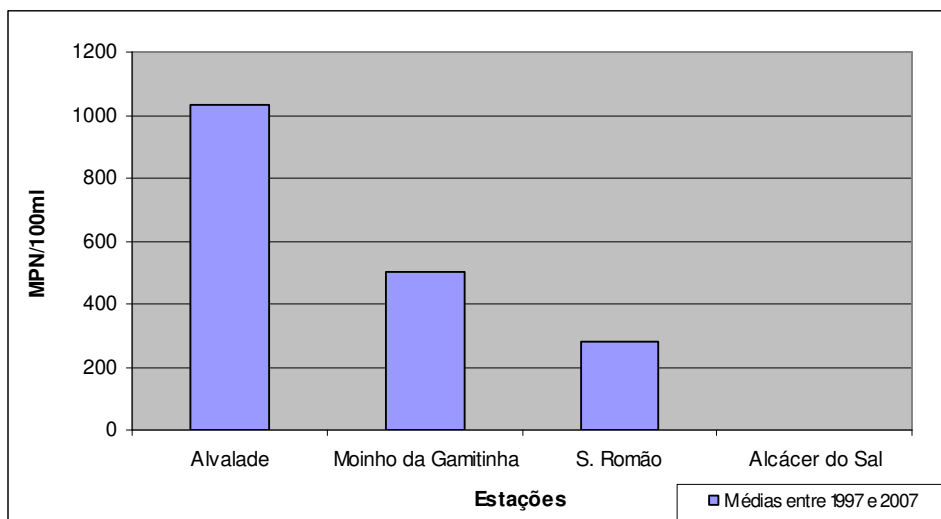


Figura 4.51. Concentrações médias de estreptococos fecais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, entre 1997 e 2007.

Pela figura 4.51 verificou-se um comportamento decrescente nas concentrações médias de estreptococos fecais, de montante para jusante.

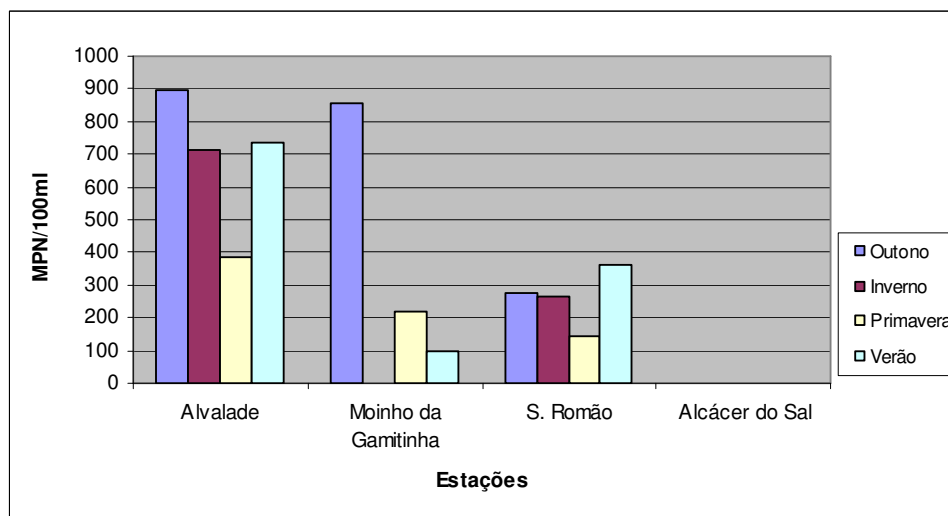


Figura 4.52. Concentrações médias de estreptococos fecais registadas em cada estação de medição de qualidade da água, em cada estação do ano, entre 1997 e 2007.

As concentrações médias de estreptococos fecais mais elevadas ocorreram em Alvalade e Moinho da Gamitinha, na estação do Outono.

A análise efectuada em cada estação de medição de qualidade mostra que na maior parte dos anos o VMR estipulado para águas para fins balneares não é cumprido.

4.3. Classificação do Estado Trófico do Rio

Na classificação do estado trófico do Rio Sado foram utilizados os intervalos de valores dos parâmetros representados no quadro seguinte.

Quadro 4.1. Nível trófico de massas de água superficiais consoante a concentrações de fósforo total, percentagem de saturação de OD e concentração de clorofila *a* (Fonte: Merrington *et al.*, 2002).

	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico
Fósforo Total (mgP/L)	<0,01	0,01 - 0,02	>0,02
OD (% saturação)	>80	10 - 80	<10
Clorofila <i>a</i> (mg/m ³)	<2,5	2,5 - 10	>10

Para a classificação do estado trófico do Rio Sado foram utilizadas médias dos últimos dez anos dos parâmetros apresentados no quadro 4.1 de cada estação de medição de qualidade.

As médias encontradas para cada parâmetro, em cada estação de medição, podem ser observadas no quadro 4.2.

Quadro 4.2. Concentrações de fósforo total e clorofila *a* e percentagem de saturação de OD a registadas nas estações em estudo.

Estações	Fósforo Total (mP/L)	OD (% de saturação)	Clorofila <i>a</i> (µg/L)
Alvalade	0,12	67	12,39
Moinho da Gamitinha	0,16	85	30,14
S. Romão do Sado	0,17	61	9,73
Alcácer do Sal	0,26	74	23,58

De acordo com os dados disponíveis, apresentados no quadro 4.2, o rio pode ser considerado Eutrófico pelos parâmetros fósforo total e clorofila *a*, em todas as estações; relativamente à saturação de oxigénio dissolvido, classifica-se como Mesotrófico na estação de Alvalade, como Oligotrófico na estação do Moinho da Gamitinha e como Mesotrófico nas estações de S. Romão do Sado e Alcácer do Sal.

5. Comparação com estudo de 1978

Pelo facto de, já em 1977, se registarem acidentes frequentes e de grande amplitude, ocasionados por diversas formas de poluição, no rio e no estuário do Sado, a Secretaria de Estado das Pescas decidiu proceder ao estudo do Rio Sado. A realização deste estudo, tendo em conta o empenho na protecção e conservação dos recursos vivos aquáticos, teve como objectivos (Lima, C. & Vale, C., 1978):

- identificar as principais fontes de poluição,
- avaliar a qualidade da água do rio,
- avaliar o impacto dos vários poluentes na qualidade da água e compreender os mecanismos de actuação dos peixes
- propor medidas correctivas.

No desenvolvimento do estudo (realizado em 1977), foram recolhidas amostras para avaliação de valores de alguns parâmetros seleccionados de estações de medição de qualidade localizadas ao longo do rio Sado, nas datas de 10 a 14 de Outubro de 1977. Essas estações estão apresentadas, de montante para jusante, no quadro 5.1. Para facilitar a comparação das concentrações deste estudo com as concentrações registadas nos últimos dez anos, neste estudo de 1997 foram apenas escolhidas as estações iguais ou de localização aproximada às estações que são objecto de estudo dos últimos dez anos.

É importante mencionar o facto de que apesar desta comparação ter sido feita sabe-se, no entanto, que não foi um procedimento muito correcto. No estudo de 1977 as medições foram realizadas apenas naquele ano, o que não se torna comparável a medições registadas ao longo de dez anos.

Quadro 5.1. Localização das estações situadas ao longo do rio Sado, distância e respectiva zona de influência, em 1977.

	Estações	Distância a partir da est.0 (km) *	Localidade
Zona antes da influência de minas	Alvalade	14,6	Alvalade
Zona sob influência de minas	Próximo do Moinho da Gamitinha	36,4	Zona de rápidos
Zona de influência de marés	Próximo de S. Romão	81,9	Porto Rei
	Alcácer do Sal	94,7	Alcácer do Sal

* A estação 0 localiza-se na Torre Vã; estação que não é referida por não se encontrar na zona de estudo.

Os parâmetros avaliados foram: condutividade, pH, CBO₇, CQO, OD, nitritos, nitratos, fosfatos, clorofila *a*, coliformes totais e outros que não se consideraram tão importantes para o caso em estudo.

5.1. Condutividade

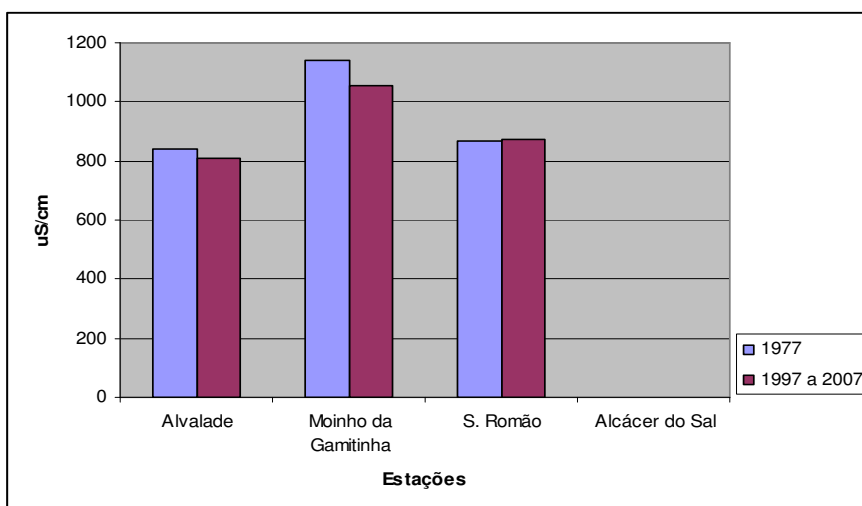


Figura 5.1. Comparação da condutividade registada nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e a condutividade média registada entre 1997 e 2007.

A condutividade é um parâmetro que apresentou, no ano de 1977, valores variantes entre $830\mu\text{S}/\text{cm}$, em Alvalade e $1140\mu\text{S}/\text{cm}$, no Moinho da Gamitinha.

Mais uma vez, a condutividade é um parâmetro que não foi avaliado na estação de Alcácer, tal como acontece no estudo realizado com os valores recolhidos no SNIRH, dos últimos dez anos.

Entre os anos de 1997 e 2007, verificaram-se valores de condutividade um pouco mais baixos que os registados em 1977, na estação de Alvalade e Moinho da Gamitinha. A estação de S. Romão apresentou valores semelhantes em ambas as situações.

5.2. pH

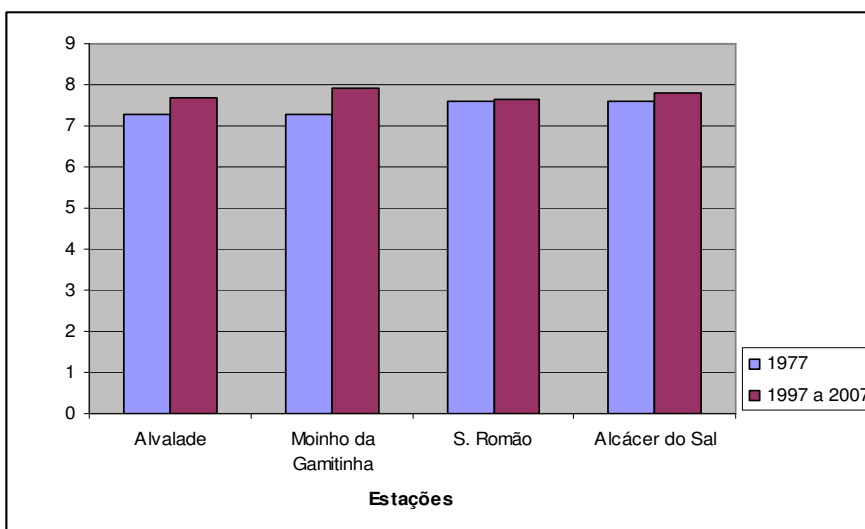


Figura 5.2. Comparação do pH registado nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e os valores médios registados entre 1997 e 2007.

Como se pode observar, o pH é um parâmetro que não apresentou grande variação ao longo dos anos. Os seus valores variam entre 7 e 8, facto que permitiria estar de acordo com o Decreto-lei nº 236/98, se já estivesse em vigor no ano de 1977.

5.3. CBO₇

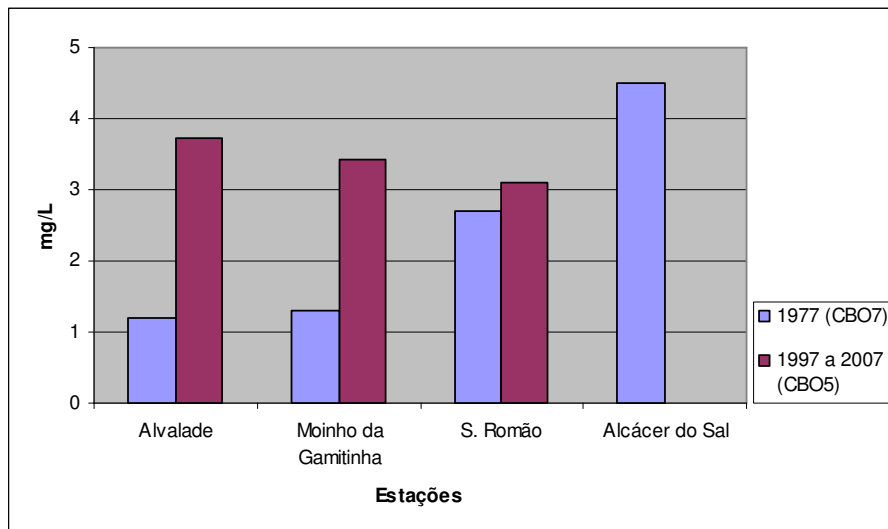


Figura 5.3. Concentrações de CBO₇ e CBO₅ registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, no ano de 1977 e nos anos entre 1997 e 2007, respectivamente.

Os valores de CBO₇ por respeitarem à carência bioquímica de oxigénio ao fim de 7 dias, não poderão ser comparados com os da CBO registada nos últimos 10 anos, pois estes referem-se a um período de incubação de cinco dias. No entanto as concentrações foram apresentadas em conjunto na tentativa de encontrar alguma relação.

No gráfico acima apresentado verificou-se que, no ano de 1977, os valores apresentaram uma tendência crescente, bastante acentuada ao longo das estações. Os valores mais elevados verificados em Alcácer do Sal podem ser explicados pela influência de descargas de esgotos urbanos e pela existência de fábricas de concentrado de tomate. O valor máximo registado foi de cerca de 4,5mg/L.

Já as concentrações de CBO₅ apresentaram um comportamento inverso às concentrações de CBO₇, decrescendo ligeiramente de montante para jusante.

5.4. CQO

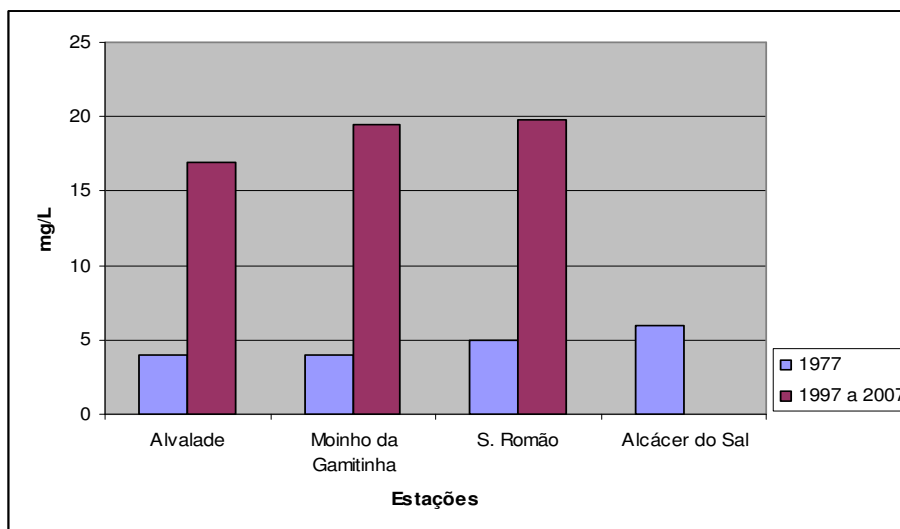


Figura 5.4. Comparação das concentrações de CQO registada nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de CQO registadas entre 1997 e 2007.

Os valores da CQO mostram um comportamento com evolução crescente ao longo das estações. Os valores máximos ocorreram, mais uma vez, em Alcácer do Sal, com concentrações de 6mg/L.

Relacionando com as concentrações registadas entre os anos de 1997 e 2007, estas são concentrações muito baixas, já que nos últimos dez anos se registaram valores de cerca de 20mg/L.

5.5. Oxigénio Dissolvido

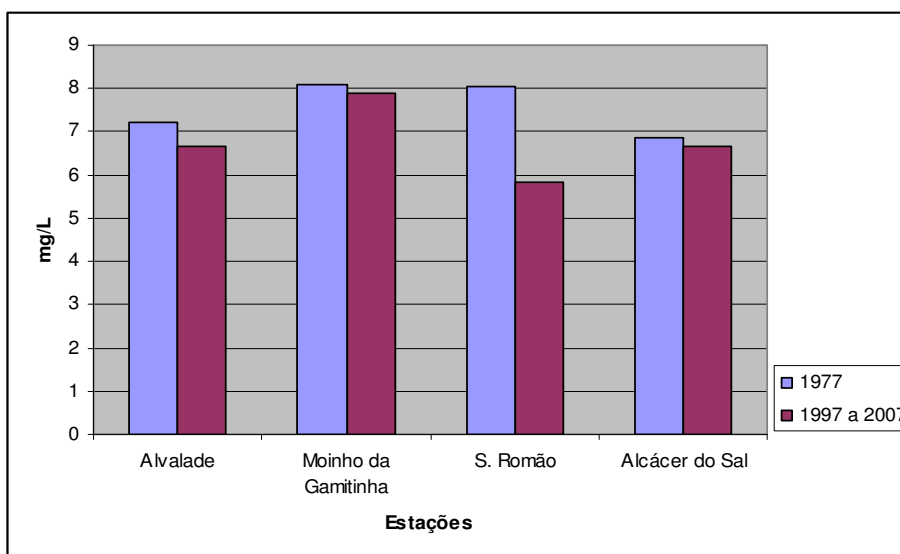


Figura 5.5. Comparação das concentrações de OD registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de OD registadas entre 1997 e 2007.

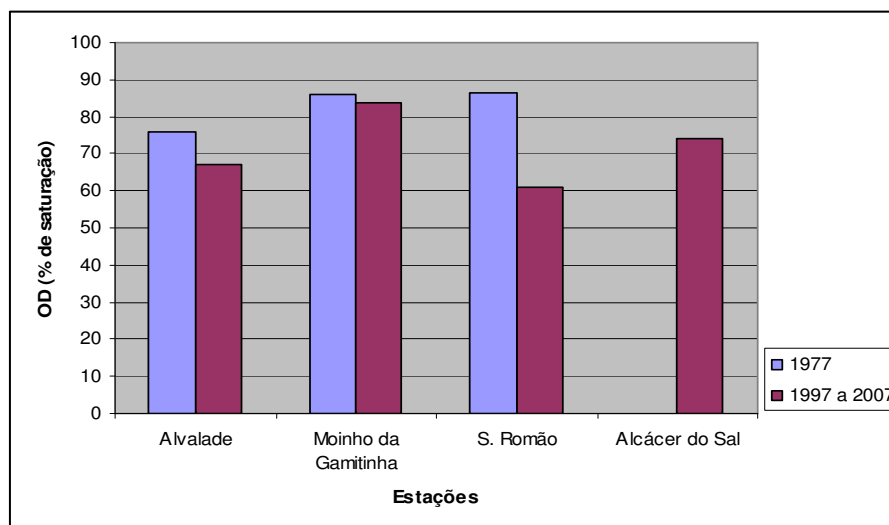


Figura 5.6. Comparação da percentagem de saturação registada nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e a percentagem de saturação média registada entre 1997 e 2007.

Fazendo uma análise comparativa entre os últimos dez anos e o ano de 1977, as concentrações de OD e a taxa de saturação não diferem muito. Apenas a estação de S. Romão apresentou concentrações de OD e percentagens de saturação mais elevadas no ano de 1977.

5.6. Nitratos

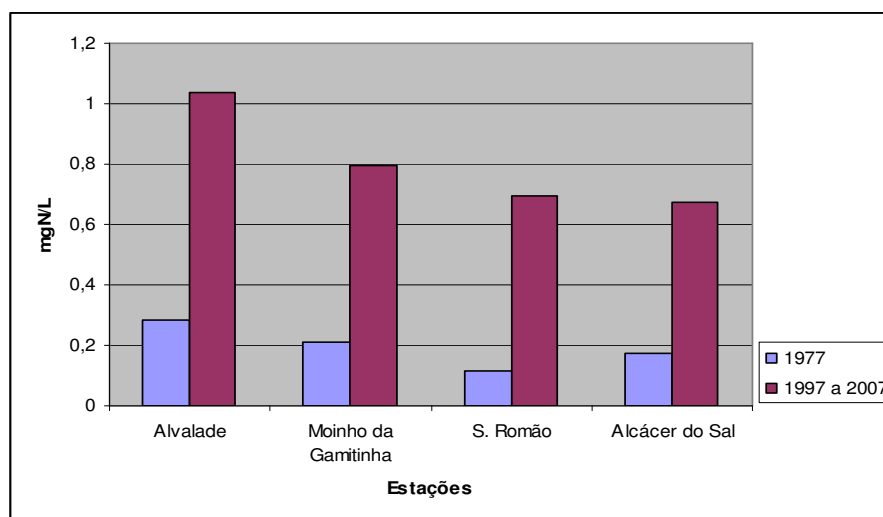


Figura 5.7. Comparação das concentrações de nitratos registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de nitratos registadas entre 1997 e 2007.

Foi na estação de Alvalade que se observaram as concentrações mais elevadas. Nos últimos dez anos (1997 a 2007) foi também na estação de Alvalade que se registam as concentrações mais elevadas, mas com valores muito superiores, chegando a atingir concentrações de 1,04mg/L.

De uma maneira geral verificaram-se, em todas as estações, concentrações de nitratos muito superiores nos últimos dez anos.

5.7. Nitritos

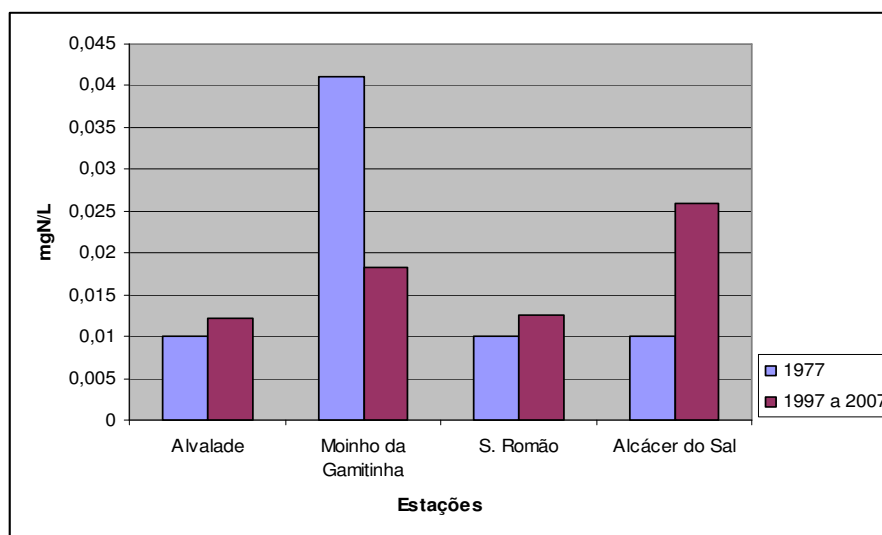


Figura 5.8. Comparação das concentrações de nitritos registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de nitritos registadas entre 1997 e 2007.

Existiu um pico de concentração de nitritos no Moinho da Gamitinha que chegou a atingir 0,04mg/L, sendo esta a concentração mais elevada registada no ano de 1977.

Na estação de Alcácer do Sal pode-se observar que a concentração, em 1977, era inferior à concentração registada nos últimos dez anos, que chegou a atingir valores de concentração de 0,025mg/L.

5.8. Fosfatos

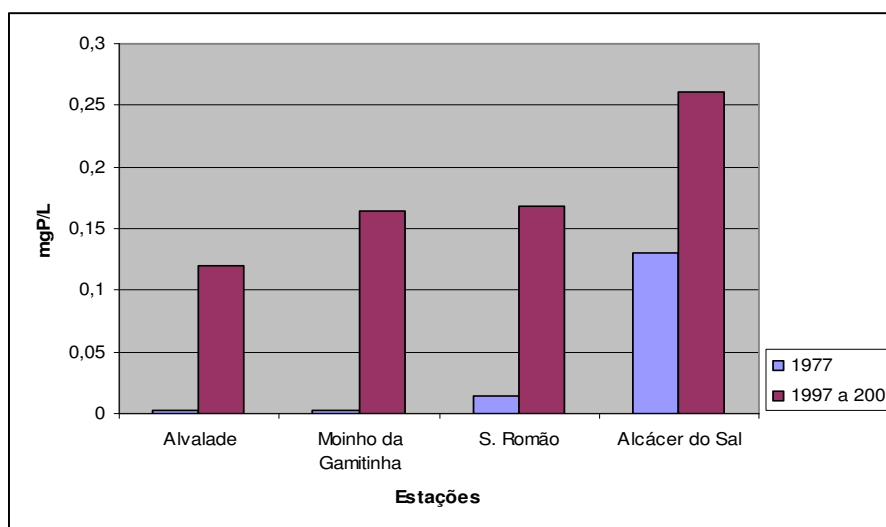


Figura 5.9. Comparação das concentrações de fosfatos registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de fósforo total registadas entre 1997 e 2007.

Os valores mais elevados ocorreram na estação de Alcácer do Sal, com um pico de concentração de 0,13mg/L. Contudo, apesar da verificação deste pico, as concentrações neste ano foram muito mais baixas que as concentrações de fósforo total registadas nos últimos dez anos.

5.9. Clorofila *a*

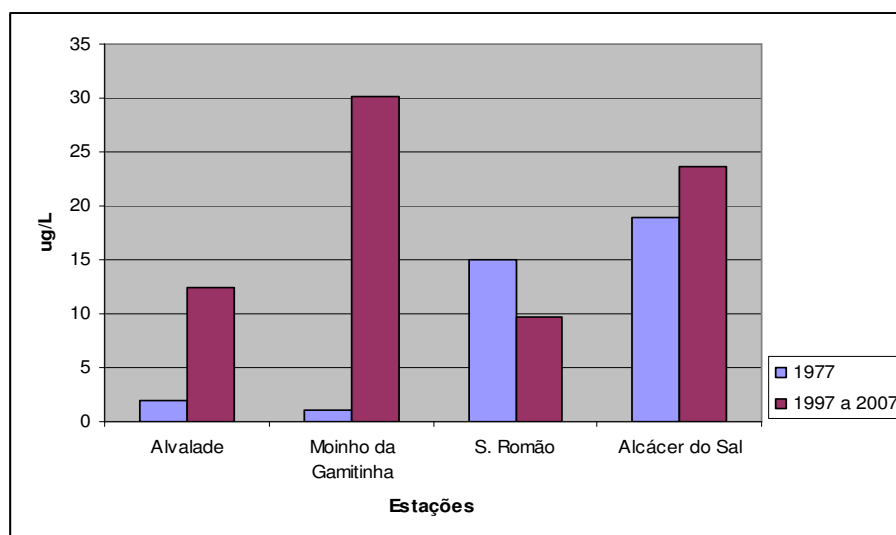


Figura 5.10. Comparação das concentrações de clorofila *a* registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de clorofila *a* registadas entre 1997 e 2007.

As concentrações de clorofila *a*, no ano de 1977, mostram uma evolução crescente entre as estações do Moinho da Gamitinha e Alcácer do Sal.

Nos últimos dez anos as concentrações foram sempre superiores em todas as estações, com excepção da estação de S. Romão, em que apresenta concentrações de clorofila *a* superiores no ano de 1977.

5.10. Coliformes totais

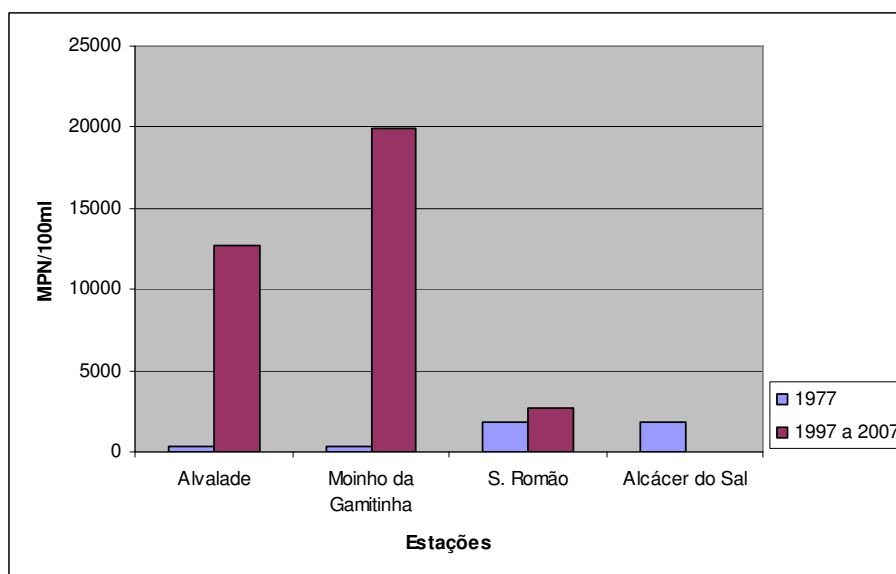


Figura 5.11. Comparação das concentrações de coliformes totais registadas nas estações localizadas ao longo do rio Sado, em 1977 e as concentrações médias de coliformes totais registadas entre 1997 e 2007.

Pela figura 5.11 verificou-se que as concentrações de coliformes totais nos últimos dez anos foram bastante superiores às concentrações registadas no ano de 1977. Este facto verificou-se principalmente na estação de Alvalade e Moinho da Gamitinha.

6. Avaliação das cargas poluentes afluentes ao Rio Sado e comparação com a qualidade da água registada

Com as precipitações anuais registadas na estações meteorológicas de S. Domingos e de Ferreira do Alentejo, localizadas na área drenada para a estação do Moinho da Gamitinha, foi calculado o escoamento e o caudal médio anual do rio nesta estação, através da aplicação das expressões 2.1.5.5 e 2.1.5.6. O caudal nas restantes estações foi estimado a partir do caudal do Moinho da Gamitinha por aplicação da expressão 2.1.5.1.

Quadro 6.1. Áreas drenadas e caudal médio anual estimado para cada estação pelo método da regressão escoamento – precipitação. (*Fonte: SNIRH, 2008)

Estações	Áreas Drenadas (km ²) *	Caudal médio anual (m ³ /s)
Alvalade	669,75	2,48
Moinho da Gamitinha	2713,16	10,85
S. Romão do Sado	4649,48	18,60
Alcácer do Sal	6054,19	24,22

Os caudais médios anuais obtidos desta forma são muito elevados, levando a que as concentrações calculadas tenham sido muito inferiores às concentrações registadas nas estações. A verificação de concentrações baixas não inviabiliza a utilização deste método, mas sim o facto de se obterem caudais tão elevados para estas estações. Desta forma, o cálculo dos caudais através da utilização da regressão escoamento – precipitação não foi considerado.

Como o curto período para a realização da tese não permitiu a aplicação de outro método mais elaborado e robusto, admitiu-se que o método de determinação do caudal específico seria o melhor dentro das possibilidades. Então, os caudais médios anuais estimados para cada estação e respectivas áreas drenadas podem ser observados no quadro seguinte.

Quadro 6.2. Áreas drenadas e caudal médio anual estimado para cada estação pelo método do caudal específico. (*Fonte: SNIRH, 2008)

Estações	Áreas Drenadas (km ²) *	Caudal médio anual (m ³ /s)
Alvalade	669,75	1,10
Moinho da Gamitinha	2713,16	4,48
S. Romão do Sado	4649,48	7,67
Alcácer do Sal	6054,19	9,99

Na área que drena para a estação do Moinho da Gamitinha encontram-se 14 ETAR domésticas que geram cerca de 29,8% de carga de CBO₅ e 40,1% de fósforo total e 3 suiniculturas com 70,2% de carga de CBO₅ gerada e 52,9% de carga de fósforo total. É influenciada pelas áreas agrícolas dos concelhos de Santiago do Cacém e Ferreira do Alentejo (produzem cerca de 6,9% de carga de fósforo total).

Na área drenante para a estação de S. Romão do Sado encontram-se 17 ETAR domésticas com uma produção de cerca de 17,7% de carga de CBO₅ e 13,5% de fósforo total, 22 suiniculturas que produzem 82,3% de carga de CBO₅ e 86,5% de fósforo total e não tem influência de áreas agrícolas.

Na área drenante para a estação de Alcácer do Sal existem 6 ETAR domésticas que produzem cerca de 3,9% da carga de CBO₅ e 3,1% de fósforo total, 3 suiniculturas que produzem 96,1% da carga de CBO₅ e 86,2% de fósforo total e é influenciada pelas áreas agrícolas do concelho de Alcácer do Sal que geram 10,7% de carga de fósforo total.

Com os caudais encontrados para cada estação foram calculadas concentrações médias anuais a partir das cargas geradas pelas fontes poluidoras. No quadro seguinte poderão ser observadas as concentrações afluentes a cada estação.

Quadro 6.3. Concentrações médias anuais afluentes a cada estação.

Estações	CBO ₅ a 20°C (mg/L)	CQO (mg/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)
Moinho da Gamitinha	1,469	0,253	0,089	0,163
S. Romão do Sado	3,100	1,022	0,425	0,423
Alcácer do Sal	0,807	0,049	0,013	0,084

As concentrações médias anuais registadas de cada estação, da informação obtida do SNIRH podem ser observadas no quadro abaixo representado.

Quadro 6.4. Concentrações médias anuais registadas em cada estação, obtidas do SNIRH.

Estações	CBO ₅ a 20°C (mg/L)	CQO (mg/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)
Moinho da Gamitinha	3,437	19,439	28,601	0,164
S. Romão do Sado	3,109	19,844	24,860	0,168
Alcácer do Sal			131,167	0,261

Como já foi referido, as concentrações de azoto total calculadas não poderão ser comparadas com as concentrações registadas pelo SNIRH. Então, as comparações apenas serão feitas com base nos parâmetros CBO₅, CQO, SST e fósforo total.

Na estação de Alcácer do Sal as concentrações de SST e fósforo total são sempre inferiores às concentrações registadas. Já no Moinho da Gamitinha a concentração de fósforo total é muito semelhante à concentração de fósforo total registada. Na estação de S. Romão verifica-se uma concentração de fósforo total um pouco superior à registada. Tal facto não terá influência da agricultura, mas sim do grande número de suiniculturas e ETAR que se podem encontrar na área que drena para esta estação. As cargas geradas pelas suiniculturas foram estimadas utilizando taxas de remoção médias, iguais sempre que se verificavam os mesmos sistemas de tratamento. Este facto poderá não corresponder à realidade e permitir a inclusão de algumas incorrecções.

Nas concentrações de CBO₅ podem-se observar, na estação de S. Romão, concentrações muito semelhantes às registadas. Já as concentrações de CQO e SST são muito inferiores, tanto em S. Romão, como no Moinho da Gamitinha, pois estas concentrações foram calculadas apenas com base nas cargas de CQO e SST do efluente descarregado pelas ETAR domésticas.

Na estação de Alcácer do Sal não foi possível comparar concentrações de CBO₅ e CQO porque fazem parte do conjunto de alguns parâmetros que não são medidos nesta estação.

7. Estudo da variação da qualidade da água em Alcácer no ano de 2008

7.1. Metodologia

7.1.1. Plano de Amostragem

7.1.1.1. Definição e escolha dos locais de amostragem

A definição e escolha dos locais de recolha das amostras foram, de acordo com o objectivo do trabalho, a determinação da qualidade actual do rio Sado na zona de Alcácer do Sal e suas implicações nos usos possíveis da água. A escolha teve em conta, também, o facto de naquela zona do rio, a água se encontrar muito turva e de cor acastanhada.

Como na zona de Alcácer do Sal existem três pontes – rodoviária, pedonal e ferroviária (de montante para jusante) – estas foram utilizadas como pontos de referência para o procedimento da recolha das amostras.

Isolando apenas o troço entre as três pontes (pois no rio, em qualquer um dos locais, a qualidade da água vai ser influenciada por todas as descargas a montante), na ponte rodoviária, que se localiza mais a montante, a qualidade da água é influenciada apenas pela agricultura, pois a sua localização antecede os pontos de descarga de águas residuais domésticas da população de Alcácer e das pluviais.

A ponte pedonal localiza-se a jusante da ponte rodoviária e a montante da ponte ferroviária. É a ponte que se encontra entre pontos de descarga de águas residuais urbanas.

A ponte ferroviária localiza-se a jusante das outras pontes e dos colectores de descarga de águas residuais provenientes de Alcácer. Aqui a qualidade da água para além de ser influenciada pelas descargas é também afectada pela agricultura, pois existem campos de arroz nas duas margens do rio.

Na zona de Alcácer, onde é sentida ainda uma grande influência da maré, a qualidade da água do rio será afectada pela poluição gerada no estuário pelas fábricas localizadas em Setúbal. No entanto, este aspecto não foi tido em consideração no presente estudo, pois é possível que se faça sentir de igual modo nos três pontos de amostragem seleccionados.



Figura 7.1. Localização das pontes rodoviária (1), pedonal (2) e ferroviária (3). (Adaptado de: Google Earth, 2008; Fotos de: Ângelo Pacheco)

7.1.1.2. Definição das condições de amostragem

As recolhas de amostras foram realizadas no dia 7 de Maio de 2008, nas condições mais desfavoráveis, ou seja, em baixa-mar entre as 12h25min e as 12h55min, e em preia-mar entre as 18h30min e as 19h10min.

7.1.1.3. Metodologia de recolha de amostras

As amostras foram recolhidas à superfície, num bote, aproximadamente no centro rio. As recolhas foram feitas por imersão dos recipientes onde se armazenaram as amostras.

7.1.2. Parâmetros analisados

7.1.2.1. Transparência

A transparência de uma massa de água é controlada pelo tipo e concentração de matéria em suspensão, como lodo, argila, partículas de matéria orgânica e inorgânica, compostos orgânicos solúveis, plâncton e outros organismos microscópicos. Estas partículas podem ter um tamanho de 10nm a 0,1mm. O valor da transparência exprime o limite de visibilidade de um objecto imerso numa massa de água. Pode variar sazonalmente com a actividade biológica na coluna de água e com o transporte de partículas pelas escorrências do solo (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

A transparência é um parâmetro que é medido utilizando um disco circular, chamado disco de Secchi, ligado a um cabo marcado de metro em metro. O disco de Secchi utilizado tem 30 cm de diâmetro e tem sectores brancos e pretos pintados. Mergulhou-se o disco na água até ele deixar de ser visível e registou-se a respectiva profundidade.

7.1.2.2. Temperatura

Para a medição da temperatura da água, recorreu-se a um termómetro e mediu-se à superfície, em todos os locais de recolha de amostras. Para a determinação da temperatura ambiente, foi seguido o mesmo procedimento, mas sem mergulhar o termómetro na água.

7.1.2.3. Oxigénio Dissolvido

A determinação do OD foi feita segundo o método de Winkler, ou iodométrico (APHA/AWWA/WEF, 1998).

7.1.2.4. pH

O pH foi medido em laboratório, logo a seguir à recolha das amostras. O método utilizado foi o método potenciométrico e utilizou-se um aparelho de pH portátil (CRISON, pH meter 507).

7.1.2.5. Condutividade

Para a determinação da condutividade utilizou-se um método instrumental que se baseia na utilização de uma célula condutimétrica ligada a uma ponte de Wheatstone (Orion Conductivity/ Salinity meter, model 140).

7.1.2.6. Turvação

Para a medição da turvação seguiu-se o método turbimétrico, utilizando um aparelho, o turbidímetro (HANNA instruments, HI 93703 Microprocessor, Turbidity Meter) que emite um feixe de luz que vai ser reflectida pelas partículas em suspensão.

7.1.2.7. Sólidos

A determinação dos sólidos baseou-se numa medição gravimétrica numa balança (AG 204 Mettler Toledo) depois dos procedimentos de filtração, evaporação (estufa a 180°C - Memmert 854 Schwabach, W-Germany), secagem e ignição (mufla a 550°C - Heraeus instruments, D-63450 Hanau).

7.1.2.8. Clorofila *a* e Feopigmentos

O método utilizado para a determinação da clorofila *a* e feopigmentos foi o método espectrofotométrico após extracção com acetona a 90%, em que foi utilizado um espectrofotómetro (Pharmacia LKB Ultrospecplus Spectrophotometer). (APHA/AWWA/WEF, 1998).

7.1.2.9. Compostos de Azoto

Amónia

Para a determinação do azoto amoniacal foi utilizado o método de Nessler (espectrofotómetro Pharmacia LKB Ultrospecplus Spectrophotometer) (APHA/AWWA/WEF, 1998).

Nitratos

Para a determinação dos nitratos foi utilizado um método colorimétrico após redução em coluna de cádmio, que se baseia na redução dos nitratos a nitritos pelo cádmio na forma granulada e doseamento desta. Foi também utilizado o espectrofotómetro Pharmacia LKB Ultrospecplus Spectrophotometer (APHA/AWWA/WEF, 1998).

Nitritos

Para a determinação dos nitritos foi utilizado um método colorimétrico (espectrofotómetro – Pharmacia LKB Ultrospecplus Spectrophotometer) (APHA/AWWA/WEF, 1998).

Azoto orgânico (Azoto Kjeldahl)

O azoto orgânico consiste principalmente em substâncias proteicas e no produto de transformações bioquímicas. É naturalmente sujeito a flutuações sazonais da comunidade biológica porque é formado na água, maioritariamente por fitoplâncton e bactérias e é cíclico na cadeia alimentar. O aumento das concentrações de azoto orgânico pode indicar poluição numa massa de água (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

Geralmente o azoto orgânico é determinado utilizando o método Kjeldahl que permite dosear conjuntamente a amónia total e o azoto orgânico. A diferença entre o azoto Kjeldahl e azoto amoniacal dá a quantidade de azoto orgânico total.

Para a determinação do azoto Kjeldahl utilizou-se o método de doseamento após mineralização com selénio, em que se fez uma digestão (digestor P selecta Bloc Digest 12) e depois uma destilação (destilador Kjeltec system 1026 Distiling unit) (Norma Internacional ISO 5663, 1984/ EN 25663, 1993).

7.1.2.10. Compostos de Fósforo

As formas de fósforo determinadas foram fósforo total, ortofosfatos e fósforo total solúvel. O fósforo particulado determinou-se pela subtracção do solúvel ao fósforo total.

Na determinação dos ortofosfatos foi seguido o método colorimétrico com ácido ascórbico (APHA/AWWA/WEF, 1998).

As determinações do fósforo total e total solúvel foram efectuadas pelo mesmo método colorimétrico utilizado para os ortofosfatos, aplicado em amostras submetidas a hidrólise prévia em meio ácido com adição de persulfato e a quente (autoclave Raypar), filtradas (fósforo solúvel) e não filtradas (fósforo total).

7.1.2.11. CQO

Na determinação da CQO utilizou-se um método de oxidação-redução por dicromato de potássio em meio ácido e quente (Norma Internacional ISO N°6060, 1989). Foi utilizado um aparelho de refluxo (G. Vittadini, RECOD/6 Test).

7.1.2.12. CBO₅

Para a determinação da CBO foram utilizados procedimentos laboratoriais que medem a quantidade de oxigénio consumido durante a incubação de uma amostra, no escuro, a uma

determinada temperatura (normalmente 20°C) durante 5 dias (CBO₅) (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996). O oxigénio consumido foi determinado pela diferença entre a concentração de oxigénio dissolvido numa amostra antes e depois da incubação (Norma Internacional ISO N°5815, 1989).

7.1.2.13. Biodegradabilidade da Matéria Orgânica

A biodegradabilidade da matéria orgânica presente na água foi avaliada pela relação entre as concentrações de CBO₅ e a CQO (razão CBO₅/CQO).

7.2. Resultados

7.2.1. Profundidade

As profundidades registadas em cada local de recolha, para cada regime de maré, estão apresentadas no quadro 7.1.

Quadro 7.1. Profundidade registada em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	Profundidade (m)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	6
Pedonal		12:43	2,43
Ferroviária		12:25	2,36
Rodoviária	Preia-mar	18:30	9,25
Pedonal		18:50	5,9
Ferroviária		19:10	5,3

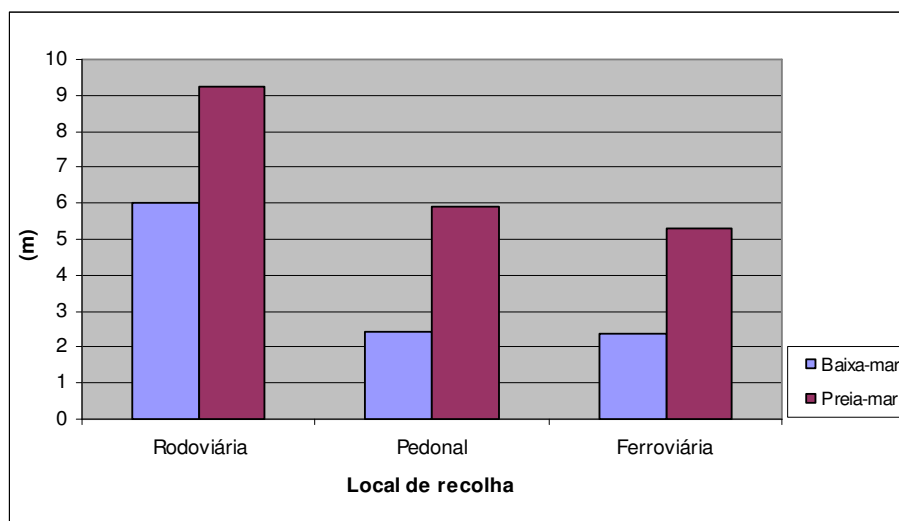


Figura 7.2. Profundidade ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

O local de recolha mais profundo é a ponte rodoviária localizada mais a montante dos restantes locais de recolha.

7.2.2. Transparência

A transparência registada em cada local de recolha está apresentada no quadro 7.2.

Quadro 7.2. Transparência da água registada em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	Transparência (m)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	0,03
Pedonal		12:43	0,07
Ferroviária		12:25	0,07
Rodoviária	Preia-mar	18:30	0,25
Pedonal		18:50	0,20
Ferroviária		19:10	0,20

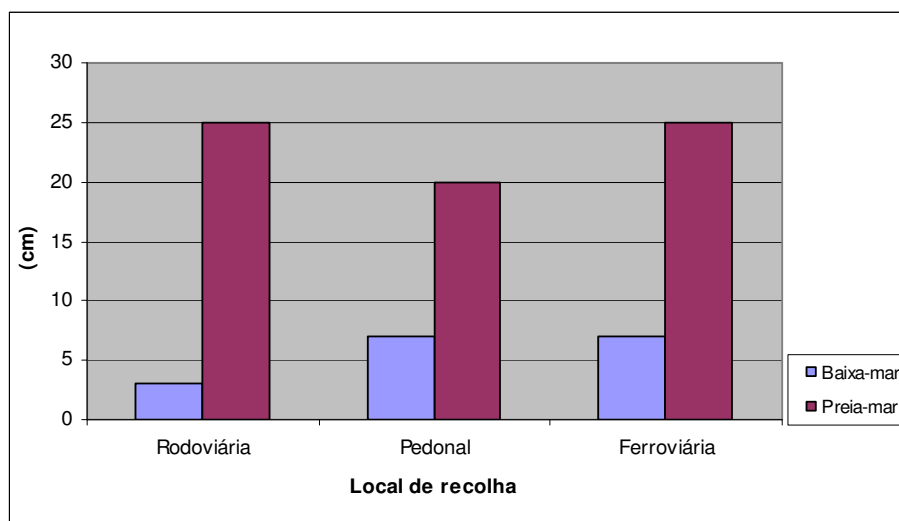


Figura 7.3. Transparência da água ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

Devido a uma maior concentração de sólidos na baixa-mar, a transparência da água foi menor. Entre os locais de recolha, foi junto à ponte rodoviária que se registou uma menor transparência.

Na preia-mar a transparência da água foi maior junto às pontes rodoviária e ferroviária, mas a diferença obtida junto à ponte pedonal não foi muito significativa.

Um dos objectivos da utilização da água do rio seria para fins balneares e recreativos. Mas, em qualquer ponto de recolha das amostras, a transparência da água não se encontra de acordo com o anexo XV do Decreto-lei nº 236/98 que estabelece limites para a qualidade das águas balneares.

7.2.3. Temperatura

No quadro seguinte estão apresentadas as temperaturas ambiente e da água registadas em cada local de recolha.

Quadro 7.3. Temperaturas ambiente e da água registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura da água (°C)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	21	23
Pedonal		12:43	24	23
Ferroviária		12:25	24	23
Rodoviária	Preia-mar	18:30	21	23
Pedonal		18:50	21,5	23
Ferroviária		19:10	21	23,5

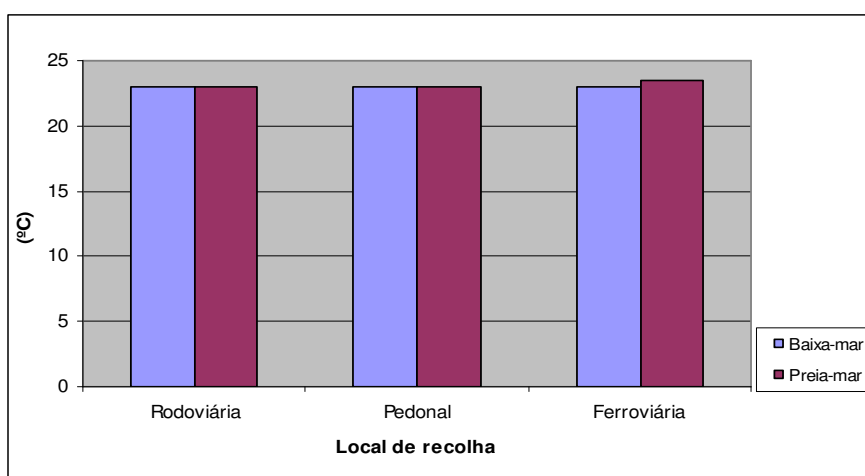


Figura 7.4. Temperatura da água ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

A temperatura da água foi praticamente constante ao longo dos três pontos de recolha, tanto em baixa-mar como em preia-mar.

A temperatura registada encontrava-se de acordo com o VMA, de 30°C, estabelecido pelo Decreto-lei nº236/98, para a qualidade mínima das águas superficiais.

7.2.4. Oxigénio Dissolvido

As concentrações de oxigénio dissolvido e as percentagens de saturação de oxigénio em cada local de recolha podem ser observadas no quadro 7.4.

Quadro 7.4. Concentrações de OD e percentagens de saturação de OD registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	OD (mg/L)	OD (% de saturação)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	3,2	38
Pedonal		12:43	3,4	41
Ferroviária		12:25	3,5	42
Rodoviária	Preia-mar	18:30	3,7	44
Pedonal		18:50	3,6	43
Ferroviária		19:10	3,6	43

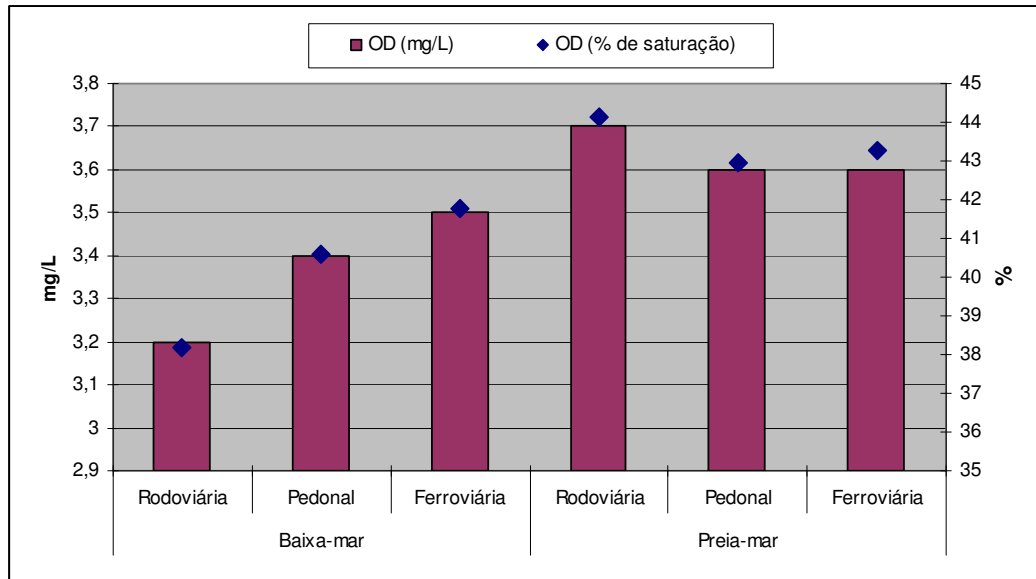


Figura 7.5. Concentrações de OD e percentagens de saturação de OD registadas ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

As concentrações de OD foram muito semelhantes entre os locais de recolha das amostras, em preia e baixa-mar. Variaram dentro do intervalo de 3 a 4mg/L e como são menores que 5mg/L podem afectar o bom funcionamento e a sobrevivência de comunidades biológicas. Como já foi referido, normalmente em águas doces as concentrações de OD rondam os 15mg/L a 0°C e os 8mg/L a 25°C, o que não sucedeu neste caso. Este acontecimento poderá ser explicado com a descarga de águas residuais domésticas no rio, provenientes da cidade de Alcácer, sem qualquer tipo de tratamento. A descarga de águas residuais com elevada matéria orgânica e nutrientes pode levar a um decréscimo nas concentrações de OD como resultado do aumento da actividade microbiológica (respiração) que ocorre durante a degradação da matéria orgânica.

Com concentrações tão baixas de OD, a água não apresenta qualidade para ser utilizada para fins aquícolas — águas piscícolas, para águas de Ciprinídeos.

A percentagem de saturação de OD, em baixa-mar, aumentou ligeiramente de montante para jusante. Em preia-mar as percentagens foram muito semelhantes nos três pontos de amostragem.

A percentagem de saturação de OD encontrada nas amostras de água também não está dentro dos limites estabelecidos pela legislação para a qualidade mínima das águas superficiais, nem para utilização da água para fins balneares e nem para fins aquícolas — águas piscícolas, para águas de Ciprinídeos.

7.2.5. pH

Registaram-se, para cada local de recolha, o pH e a temperatura a que este parâmetro foi medido.

Quadro 7.5. pH registado em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	pH	
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	7,62	22°C
Pedonal		12:43	7,49	21,8°C
Ferroviária		12:25	7,52	22,1°C
Rodoviária	Preia-mar	18:30	7,58	22,4°C
Pedonal		18:50	7,53	21,9°C
Ferroviária		19:10	7,52	21,8°C

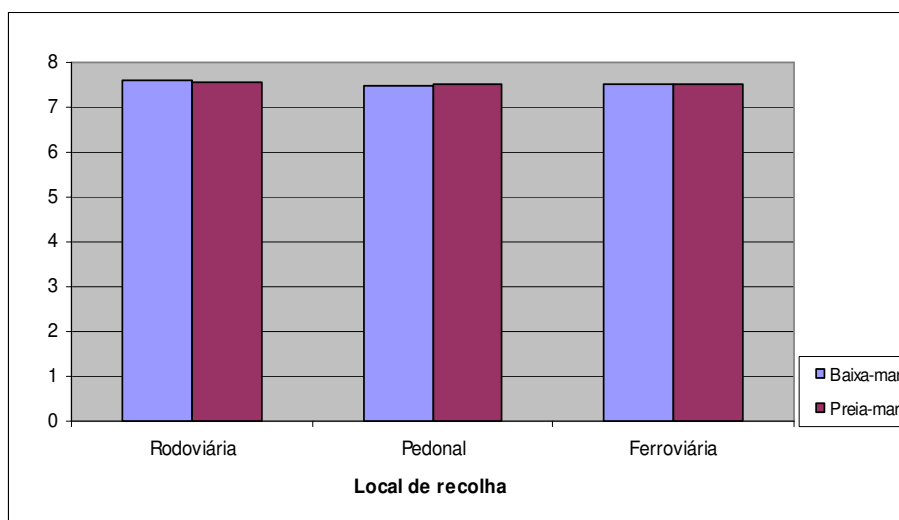


Figura 7.6. Valores de pH registados ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

A variação de pH entre os pontos de amostragem não foi significativa. Em qualquer um dos locais de recolha, nos dois regimes de maré, o pH encontrava-se dentro do intervalo de valores para águas naturais e de acordo com os limites estabelecidos pelo Decreto-lei n°236/98 para qualidade mínima das águas superficiais e para qualidade das águas doces para fins aquícolas — águas piscícolas.

7.2.6. Condutividade

No quadro seguinte podem ser observados os valores de condutividade em cada local de recolha, para cada regime de maré.

Quadro 7.6. Condutividade registada em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	Condutividade a 20°C (µS/cm)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	2240
Pedonal		12:43	2593
Ferroviária		12:25	2967
Rodoviária	Preia-mar	18:30	14399
Pedonal		18:50	15481
Ferroviária		19:10	15869

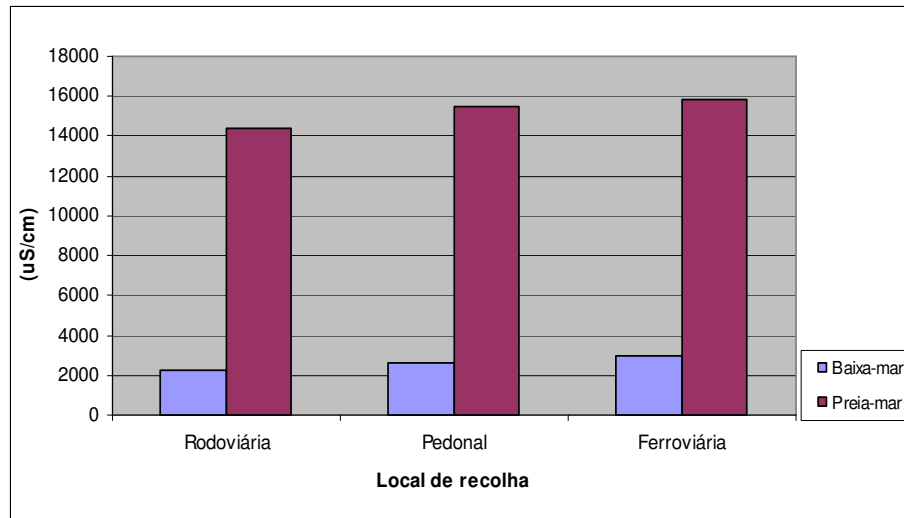


Figura 7.7. Condutividade registada ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

Os resultados obtidos mostram que nesta zona do rio ainda existe uma grande influência de maré (logo influência salina). Com efeito em preia-mar os valores de condutividade foram muito superiores aos verificados em baixa-mar.

7.2.7. Turvação

Os valores de turvação que se registaram para os diferentes locais de recolha e diferentes regimes de maré podem ser observados no quadro seguinte.

Quadro 7.7. Turvação registada em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	Turvação (NTU)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	1000
Pedonal		12:43	440
Ferroviária		12:25	402
Rodoviária	Preia-mar	18:30	78
Pedonal		18:50	47
Ferroviária		19:10	56

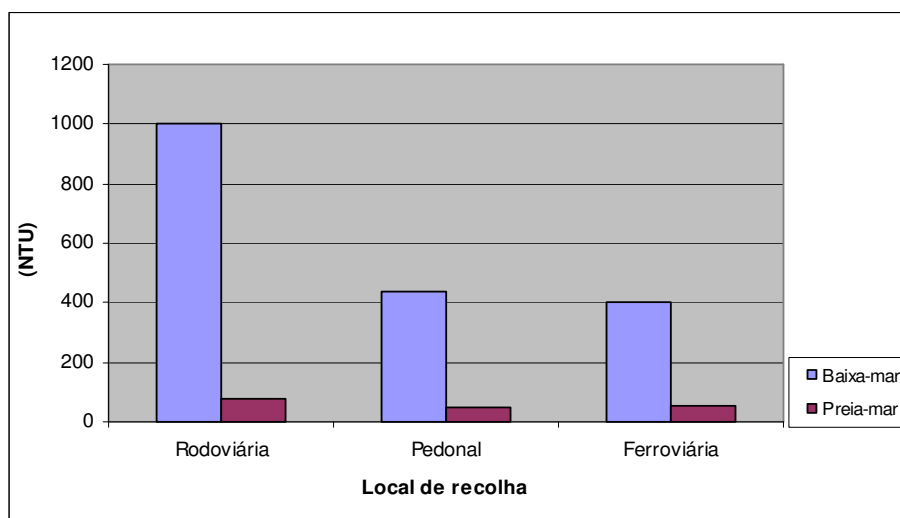


Figura 7.8. Turvação registada ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

Fazendo uma análise comparativa em relação ao regime de marés, a turvação em preia-mar é muito menor que em baixa-mar, devido à diluição provocada pela entrada de água vinda do estuário.

Em relação aos locais de recolha, junto às pontes pedonal e ferroviária a turvação foi muito semelhante mas junto à ponte rodoviária os valores foram muito superiores. Tal acontecimento pode dever-se ao facto de no ponto de recolha na ponte rodoviária, a largura do rio ser muito menor que nos outros dois pontos de recolha, e por se tratar do ponto de amostragem situado mais a montante, portanto com menor influência de maré.

De qualquer forma, nos dois regimes de maré e em todos os locais de recolha a turvação registada encontrava-se dentro do intervalo de valores de turvação existente em águas naturais.

7.2.8. Sólidos

Os valores determinados de sólidos totais (ST), sólidos totais voláteis (STV), sólidos totais não voláteis (STNV), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), sólidos suspensos não voláteis (SSNV), sólidos dissolvidos totais (SDT), sólidos dissolvidos voláteis (SDV) e sólidos dissolvidos não voláteis (SDNV) podem ser observados no quadro seguinte.

Quadro 7.8. Concentrações de ST, STV, STNV, SST, SSV, SSNV, SDT, SDV e SDNV registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	ST (mg/L)	STV (mg/L)	STNV (mg/L)	SST (mg/L)	SSV (mg/L)	SSNV (mg/L)	SDT (mg/L)	SDV (mg/L)	SDNV (mg/L)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	2,23	0,30	1,93	0,92	0,10	0,82	1,31	0,20	1,11
Pedonal		12:43	1,97	0,30	1,68	0,37	0,07	0,30	1,61	0,23	1,38
Ferroviária		12:25	2,22	0,33	1,89	0,38	0,08	0,30	1,84	0,25	1,59
Rodoviária	Preia-mar	18:30	10,43	1,72	8,71	0,11	0,03	0,09	10,32	1,69	8,63
Pedonal		18:50	11,50	2,00	9,50	0,09	0,02	0,07	11,42	1,98	9,43
Ferroviária		19:10	11,74	2,10	9,64	0,10	0,01	0,09	11,64	2,09	9,55

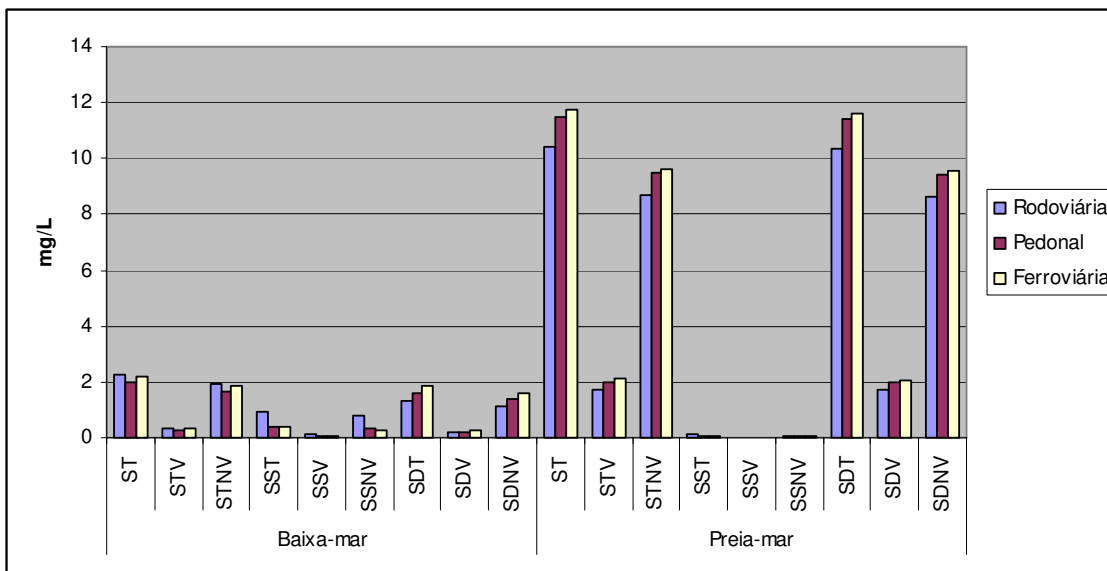


Figura 7.9. Concentrações de ST, STV, STNV, SST, SSV, SSNV, SDT, SDV e SDNV registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

No regime de maré baixa a concentração de ST foi relativamente baixa em todos os pontos de recolha e foram os STNV que tiveram maior expressão.

No regime de preia-mar as concentrações de ST foram muito mais elevadas do que em baixa-mar, em todos os locais de recolha e os STNV continuaram a mostrar valores de concentração mais elevados que os STV. Estes apresentaram um comportamento muito semelhante ao longo dos três pontos de recolha das amostras. De uma maneira geral, as concentrações foram baixas, mas no regime de preia-mar foram muito mais elevadas que em baixa-mar.

Tanto em baixa-mar, como em preia-mar, entre os SDT e os SST, dentro dos ST foram os SDT que apresentaram maior expressão.

Tal como aconteceu com o parâmetro turvação (pois os SST estão relacionados com a turvação da água), as concentrações de SST foram mais elevadas em baixa-mar, junto da ponte rodoviária. Em regime de preia-mar foram mais baixas e foram maioritariamente SSNV. Nos dois regimes de maré, em todos os locais de recolha das amostras, as concentrações de SST encontraram-se de acordo com os VMR estabelecidos pelo anexo X do Decreto-lei nº236/98 referente à qualidade das águas doces para fins aquícolas — águas piscícolas, para águas de Ciprinídeos.

Analisando as concentrações de SSV, estas apresentaram valores mais elevados em maré baixa e foram maioritariamente SSNV.

Em regime de baixa-mar as concentrações de SDT foram muito mais baixas que em preia-mar, em todos os pontos de recolha e a maior parte foram SDNV, em ambas as situações.

7.2.9. Clorofila *a* e Feopigmentos

As concentrações de clorofila *a* e feopigmentos registadas em cada ponta de recolha podem ser observadas no quadro 7.9.

Quadro 7.9. Concentrações de clorofila *a* e feopigmentos registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	Clorofila <i>a</i> (mg/m ³)	Feopigmentos (mg/m ³)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	10,15	59,86
Pedonal		12:43	7,39	56,56
Ferrovária		12:25	5,45	51,20
Rodoviária	Preia-mar	18:30	8,19	36,27
Pedonal		18:50	9,85	33,75
Ferrovária		19:10	4,17	23,60

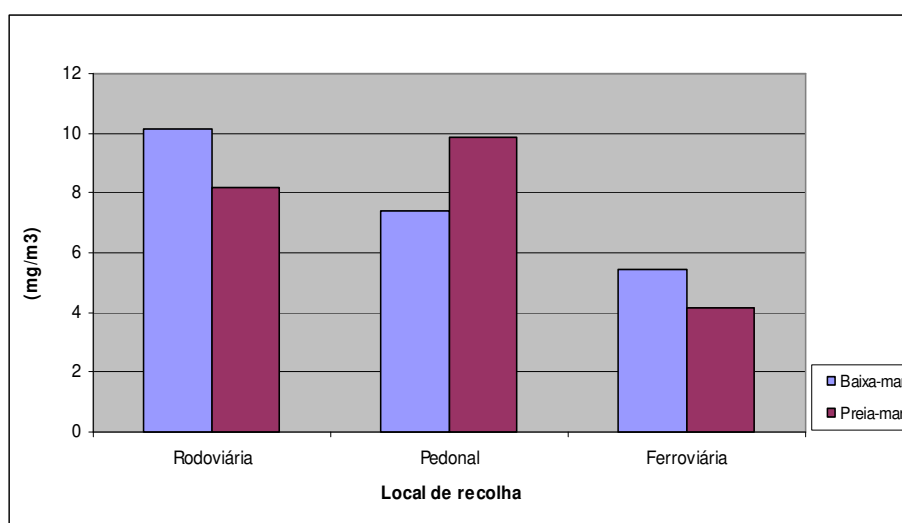


Figura 7.10. Concentrações de clorofila *a* registadas ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

De uma maneira geral, as concentrações de clorofila *a* obtidas são concentrações normais para massas de água superficiais. Em regime de maré baixa as concentrações foram diminuindo ao longo dos pontos de recolha, de montante para jusante. Em preia-mar as concentrações aumentaram da ponte rodoviária para a ponte pedonal e decresceram bastante da pedonal para a ponte ferroviária.

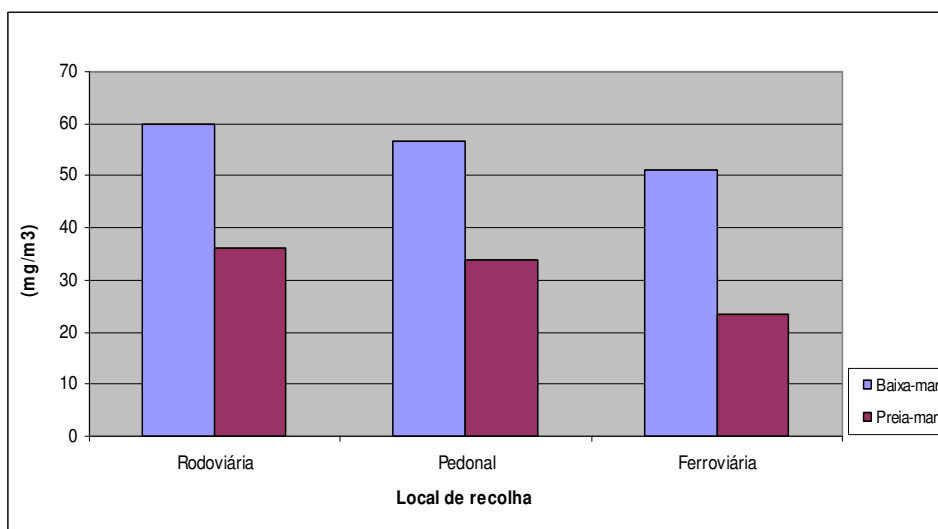


Figura 7.11. Concentrações de feopigmentos registadas ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

Nos dois regimes de maré foi possível verificar um decréscimo nas concentrações de feopigmentos, de montante para jusante.

7.2.10. Compostos de Azoto

As concentrações obtidas de azoto Kjeldhal, azoto amoniacal, azoto orgânico, nitritos, nitratos e azoto total em laboratório podem ser observadas no quadro seguinte.

Quadro 7.10. Concentrações de azoto Kjeldhal, azoto amoniacal, azoto orgânico, nitritos, nitratos e azoto total registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	Azoto Kjeldhal (mgN/L)	Azoto Amoniacal (mgN-NH ₄ ⁺ /L)	Azoto Orgânico (mgN/L)	Nitritos (mgN-NO ₂ /L)	Nitratos (mgN-NO ₃ /L)	Azoto Total (mgN/L)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	4,62	0,06	4,56	0,08	40,13	44,88
Pedonal		12:43	2,66	0,06	2,60	0,08	38,85	41,64
Ferroviária		12:25	3,22	0,06	3,16	0,08	38,97	42,32
Rodoviária	Preia-mar	18:30	1,82	0,10	1,72	0,15	23,73	25,80
Pedonal		18:50	1,96	0,06	1,90	0,15	20,61	22,78
Ferroviária		19:10	2,80	0,10	2,70	0,15	21,21	24,26

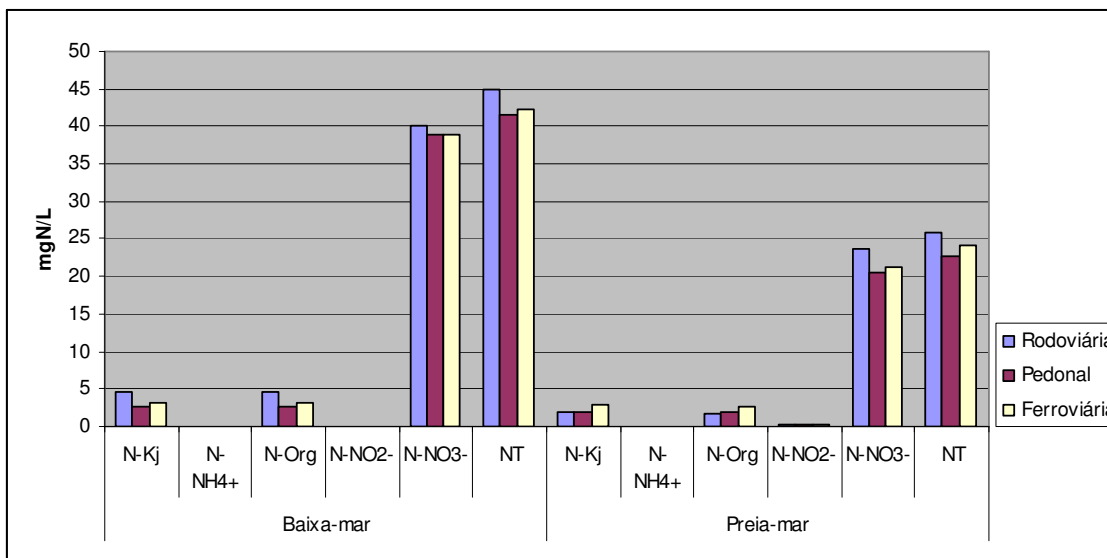


Figura 7.12. Concentrações de azoto Kjeldhal, azoto amoniacal, azoto orgânico, nitritos, nitratos e azoto total registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Em baixa-mar as concentrações de azoto Kjeldhal foram superiores às concentrações registadas em preia-mar. De entre os locais de recolha foi na ponte rodoviária que se verificaram as concentrações mais elevadas em regime de maré baixa. Em preia-mar as concentrações foram aumentando ao longo dos pontos de recolha, de montante para jusante.

Todas as concentrações de azoto Kjeldahl registadas em baixa-mar e a concentração em preia-mar, na ponte ferroviária, excederam o VMA de 2mg/L imposto pelo Decreto-lei nº 236/98 para a qualidade mínima de águas superficiais.

As concentrações de azoto amoniacal, apesar de não ser possível a sua visualização no gráfico, em maré baixa foram semelhantes em todos os pontos de recolha e em preia-mar diminuíram da ponte rodoviária para a pedonal e depois voltaram a aumentar na ponte ferroviária. De acordo com este parâmetro, pode-se dizer que as amostras recolhidas foram de uma massa de água não poluída, já que as concentrações obtidas foram todas inferiores ou iguais a 0,1mg/L (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996). Estas concentrações também estiveram de acordo com anexo XXI do Decreto-lei nº236/98 que estabelece limites para a qualidade mínima das águas superficiais e com o anexo X referente à qualidade das águas doces para fins aquícolas — águas piscícolas, de Ciprinídeos.

As concentrações de azoto orgânico foram mais elevadas junto à ponte rodoviária, em regime de maré baixa e em preia-mar aumentaram de montante para jusante.

As concentrações de nitritos, que também não foram possíveis de observar no gráfico, foram muito elevadas e praticamente semelhantes em todos os pontos de recolha, sendo mais elevadas em preia-mar. Concentrações tão elevadas de nitritos não ocorrem, normalmente, em massas de água. São formas de azoto muito instáveis, pois todos os nitritos produzidos rapidamente se convertem em nitratos. Concentrações tão elevadas de nitritos poderão ter ocorrido por a uma inibição da actividade microbológica ou conservação dos nitritos pela salinidade da água.

Nos dois regimes de maré, em todos os locais de recolha das amostras, as concentrações de nitritos não se encontraram de acordo com o VMR estabelecido pelo anexo X do Decreto-lei nº236/98 referente à qualidade das águas doces para fins aquícolas — águas piscícolas de Ciprinídeos.

As concentrações de nitratos foram praticamente semelhantes em todos os pontos de amostragem, sendo superiores em regime de maré baixa e como foram muito elevados e

excederam em muito a concentração de 5mg/L, isso significa que existe poluição provocada por descargas domésticas e/ou escorrências de fertilizantes (Chapman & Kimstach, 1996 citado por Chapman, 1996).

O teor de nitratos é um dos parâmetros que não está referido no Decreto-lei nº236/98, no anexo XXI referente à qualidade mínima para águas superficiais.

Como se previa, as concentrações de azoto total apresentaram um comportamento semelhante ao das concentrações de nitrato, pois este representou cerca de 90% da concentração de azoto total. O azoto orgânico representou cerca de 8%, e o azoto amoniacal e os nitritos, cerca de 0,25% e 0,4%, respectivamente.

7.2.11. Compostos de Fósforo

As concentrações, obtidas em laboratório, de fósforo total, fósforo solúvel e fósforo particulado podem ser observadas no quadro seguinte.

Quadro 7.11. Concentrações de ortofosfatos, fósforo solúvel, fósforo particulado e fósforo total registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	Ortofosfatos (mgP/L)	Fósforo solúvel (mgP/L)	Fósforo particulado (mgP/L)	Fósforo Total (mgP/L)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	0,043	0,05	0,07	0,12
Pedonal		12:43	0,039	0,05	0,00	0,05
Ferroviária		12:25	0,039	0,05	0,00	0,05
Rodoviária	Preia-mar	18:30	0,030	0,03	0,05	0,08
Pedonal		18:50	0,024	0,03	0,05	0,08
Ferroviária		19:10	0,028	0,04	0,05	0,09

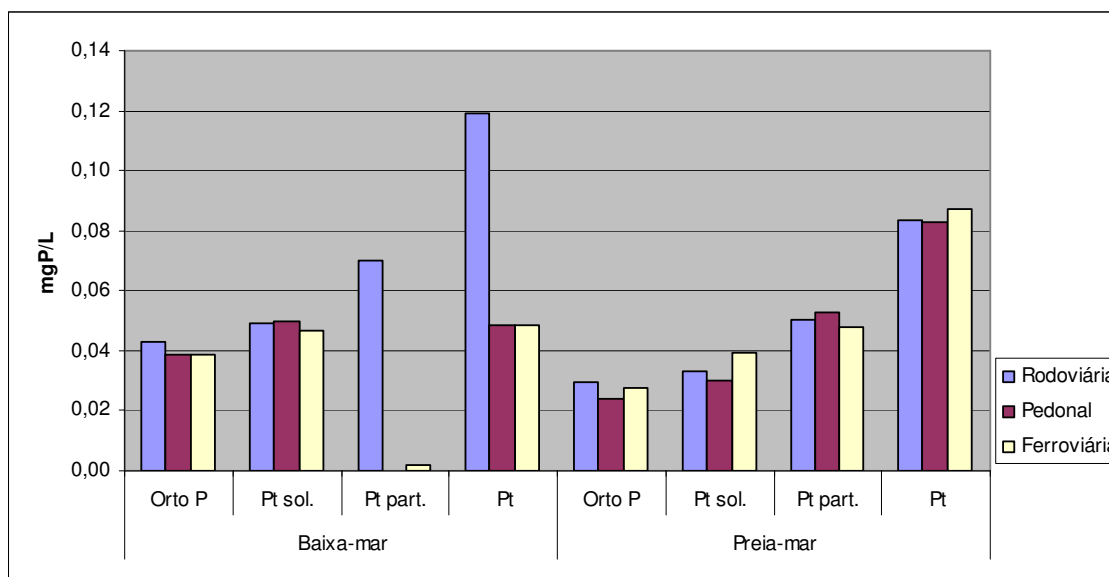


Figura 7.13. Concentrações de ortofosfatos, fósforo solúvel, fósforo particulado e fósforo total registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

As concentrações de ortofosfatos, de uma maneira geral, foram semelhantes ao longo dos pontos de recolha, sendo mais elevadas em maré baixa.

Em regime de maré baixa, apenas na ponte rodoviária se observou uma concentração mais elevada de fósforo particulado que de fósforo solúvel. Nos outros dois pontos de recolha a concentração de fósforo total foi essencialmente de fósforo solúvel.

Os valores de concentração de fósforo solúvel foram superiores em maré baixa, de uma forma relativamente semelhante em todos os pontos de recolha. Em preia-mar os valores foram um pouco mais baixos, sendo o valor mais elevado registado na ponte ferroviária, portanto no ponto mais perto do estuário.

As concentrações de fósforo particulado foram superiores em baixa-mar, na ponte rodoviária, mas nos restantes pontos de recolha esteve presente, essencialmente, na amostragem de preia-mar. Existiu uma diminuição brusca de concentrações entre a ponte rodoviária e a ponte pedonal. Este facto poderá estar relacionado com sedimentação no fundo do rio.

Em preia-mar as concentrações de fósforo total foram muito semelhantes em todos os pontos de recolha, estando presente fósforo particulado e solúvel.

Nos dois regimes de maré estudados, em todos os locais de recolha, as concentrações de fósforo total cumpriram o limite estipulado para qualidade mínima das águas superficiais, de 1mgP/L, pelo Decreto-lei nº236/98. Contudo, as concentrações normais em águas superficiais encontram-se entre 0,005 e 0,02mg/L. Logo, as concentrações de fósforo total presente nas amostras, como são superiores a 0,02mg/L, poderão ser indicadoras de poluição, talvez por escorrências de fertilizantes aplicados nas culturas envolventes ao rio ou das descargas de esgotos, que por sua vez poderão provocar uma eutrofização do rio.

7.2.12. CQO

No quadro abaixo apresentado podem ser observadas as concentrações de CQO observadas em cada local de amostragem.

Quadro 7.12. Concentrações de CQO registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	CQO (mgO ₂ /L)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	86
Pedonal		12:43	48
Ferrovária		12:25	48
Rodoviária	Preia-mar	18:30	77
Pedonal		18:50	96
Ferrovária		19:10	86

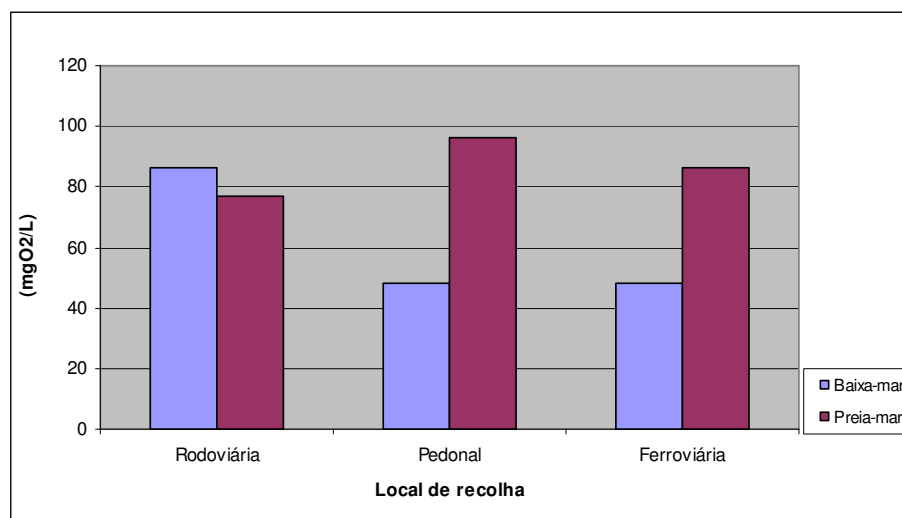


Figura 7.14. Concentrações de CQO registadas ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

As concentrações de CQO mostraram uma diminuição da ponte rodoviária para as pontes pedonal e ferroviária em baixa-mar e mostraram um ligeiro aumento da ponte rodoviária para a pedonal em preia-mar. Este facto mostrou que o efeito da maré teve grande influência na quantidade de materiais oxidáveis junto das pontes pedonal e ferroviária. Junto da ponte rodoviária o efeito da maré não se revelou muito significativo. Este acontecimento poderá ter explicação nas escorrências de fertilizantes e/ou pesticidas aplicados nas culturas localizadas a montante da ponte rodoviária, que garantem uma quantidade elevada de matéria quimicamente oxidável, independente do regime de maré.

Normalmente, em águas superficiais não poluídas, os valores de CQO rondam os 20mg/L. As concentrações obtidas nestas amostras ultrapassam em muito este valor, facto que poderá ser explicado pelas descargas directas de esgotos provenientes da cidade de Alcácer do Sal, sem qualquer tipo de tratamento.

7.2.13. CBO₅

As concentrações de CBO obtidas, passados cinco dias, para cada local de recolha, estão representadas no quadro seguinte.

Quadro 7.13. Concentrações de CBO₅ registadas em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	CBO ₅ (mgO ₂ /L)
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	2,15
Pedonal		12:43	1,1
Ferroviária		12:25	1,4
Rodoviária	Preia-mar	18:30	0,4
Pedonal		18:50	0
Ferroviária		19:10	0

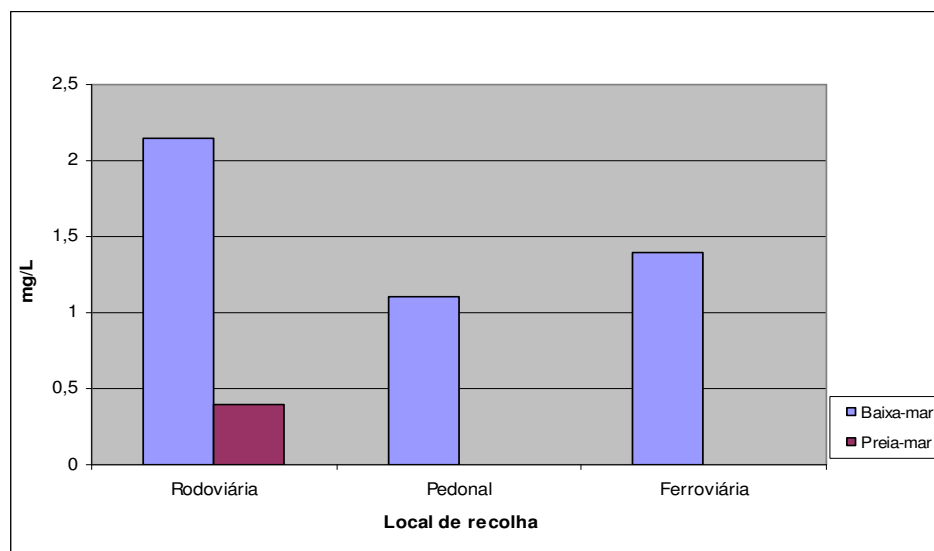


Figura 7.15. Concentrações de CBO₅ registadas ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

As concentrações de CBO₅ mostraram valores mais elevados, em baixa-mar, junto à ponte rodoviária, apesar desta se situar a montante dos locais de descarga de águas residuais domésticas provenientes da cidade de Alcácer. Junto à ponte pedonal, que se situa entre os pontos de descarga de águas residuais, as concentrações de CBO₅ foram muito inferiores.

Em preia-mar, as amostras da ponte pedonal e ferroviária não foram efectivamente zero. Poderão ter existido erros de procedimento ou até mesmo de recolha e armazenamento, o que não permitiu que houvesse consumo de oxigénio dissolvido durante os cinco dias de armazenamento. Logo os resultados obtidos poderão não ser muito credíveis. Contudo estas concentrações são baixas e típicas de águas não poluídas (cerca de 2mg/L) e estão de acordo com o Decreto-lei n°236/98 que estabelece um VMA de 5mgO₂/L para a qualidade mínima das águas superficiais e com o anexo X do mesmo decreto, referente à qualidade das águas doces para fins aquícolas — águas piscícolas, para águas de Ciprinídeos.

7.2.14. Biodegradabilidade da Matéria Orgânica

Os factores de biodegradabilidade da matéria orgânica em cada local de recolha, podem ser observados no quadro 7.14.

Quadro 7.14. Biodegradabilidade da matéria orgânica em cada local de recolha das amostras, em cada regime de maré.

Local de recolha	Marés	Hora	CBO ₅ /CQO
Rodoviária	Baixa-mar	12:55	0,02
Pedonal		12:43	0,02
Ferroviária		12:25	0,03
Rodoviária	Preia-mar	18:30	0,01
Pedonal		18:50	0,00
Ferroviária		19:10	0,00

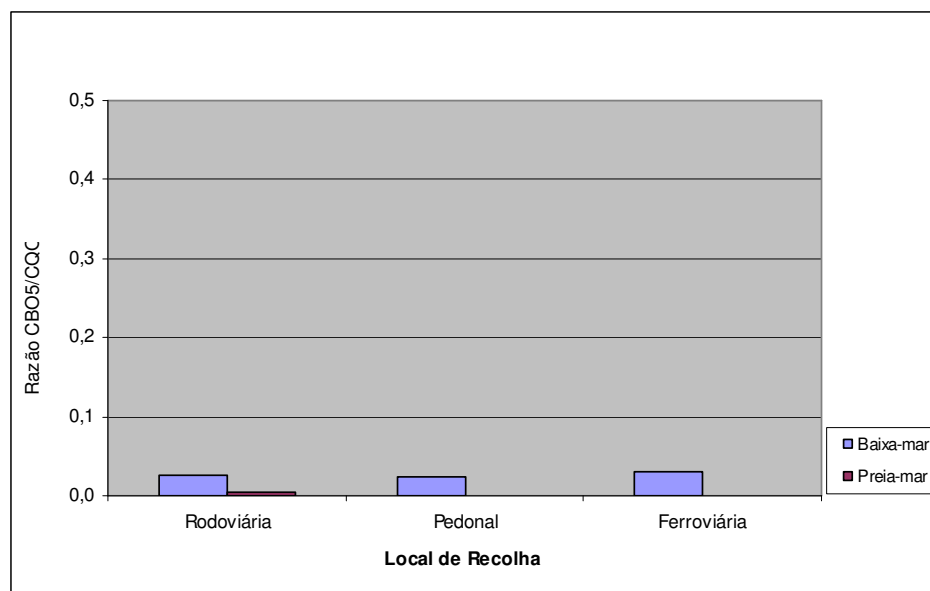


Figura 7.16. Biodegradabilidade da matéria orgânica registada ao longo dos locais de recolha das amostras, para cada regime de maré.

Como se pode verificar, os factores de biodegradabilidade da matéria foram muito baixos, estando muito longe de alcançar o valor de 0,5. Estes valores tão baixos significam a presença de muito mais matéria quimicamente oxidável do que biologicamente. Este tipo de matéria pode vir de escorrências de fertilizantes e pesticidas provenientes das imensas culturas de arroz que quase acompanham o rio da nascente até à foz.

Neste caso, a influência da maré também poderá ter sido muito importante, pois os cloretos são quimicamente oxidáveis e em regime de preia-mar, a sua concentração poderá ter inibido a actuação dos microrganismos responsáveis pela biodegradação.

7.3. Conclusões

Na avaliação da qualidade da água na zona de Alcácer do Sal, no troço entre a ponte rodoviária e a ponte ferroviária verificou-se que a maré teve uma influência significativa em alguns parâmetros estudados, tal como as fontes poluentes que influenciam aquela zona.

A transparência da água e a condutividade sofreram influência da maré, aumentando igualmente em todos os pontos de amostragem. A turvação da água também sofreu influência da maré, mas verificaram-se valores superiores junto da ponte rodoviária. Já a temperatura e o pH mantiveram-se constantes e semelhantes entre os pontos de amostragem independentemente do regime de maré.

As concentrações de OD e percentagem de saturação apresentaram valores muito baixos, em ambos regimes de maré, não sofrendo por isso a sua influência, mas sim das descargas de águas residuais domésticas provenientes da cidade de Alcácer do Sal.

As concentrações de sólidos encontradas na água do rio foram muito baixas em regime de maré baixa de uma maneira semelhante entre os pontos de amostragem. Em preia-mar, nos ST, STNV, SDT e SDNV verificou-se um aumento das suas concentrações, principalmente junto da ponte ferroviária. Isto permite concluir que a maioria dos sólidos presentes na água provêm da zona do estuário.

Nas concentrações de clorofila *a* e feopigmentos verificou-se o efeito da maré, com concentrações mais elevadas em baixa-mar em todos os pontos de amostragem, no caso dos

feopigmentos e um comportamento decrescente nas concentrações de clorofila *a*, de montante para jusante. Em preia-mar a clorofila *a* apresenta concentrações superiores junto da ponte pedonal.

Nos compostos de azoto verificaram-se concentrações elevadas de nitratos, em baixa-mar, junto da ponte rodoviária, o que significou que este tipo de poluição provém dos campos agrícolas localizados a montante. Em regime de preia-mar verificou-se diminuição nestas concentrações. Não se verificou influência da maré nas concentrações de azoto Kjeldahl nem nas concentrações de azoto orgânico. Observaram-se concentrações de nitritos um pouco elevadas, já que este constitui uma forma de azoto muito instável, porque rapidamente se oxida a nitrato. Logo, conclui-se que existiu alguma forma de inibição na actividade microbiológica, talvez por parte da salinidade da água.

Entre os diferentes locais de amostragem não se verificou qualquer influência nas concentrações dos compostos de azoto por parte das descargas de águas residuais domésticas.

Nos compostos de fósforo, nas concentrações de ortofosfatos e de fósforo solúvel não se observou influência da maré. Já no fósforo particulado verificaram-se concentrações elevadas, em baixa-mar, apenas junto da ponte rodoviária, ocorrendo uma diminuição brusca para jusante. Este facto poderá estar relacionado com deposição no fundo do rio. O fósforo total apresentou concentrações muito superiores, em baixa-mar, junto da ponte rodoviária, o que significou, mais uma vez, que a poluição gerada vem de montante.

Nas concentrações de CQO verificou-se influência da maré, com o aumento destas em preia-mar, em todos os locais de amostragem, mas principalmente junto da ponte pedonal. Isto levou à conclusão que a descarga de águas residuais domésticas poderá ter alguma influência. Em baixa-mar as concentrações foram superiores junto da ponte rodoviária, o que leva a concluir que o aumento de matéria quimicamente oxidável esteve associado às escorrências de fertilizantes e pesticidas aplicados nos campos agrícolas localizados a montante.

Em relação ao parâmetro CBO₅ verificaram-se concentrações superiores junto à ponte rodoviária, o que leva à conclusão de que a descarga de águas residuais domésticas não têm uma influência muito significativa.

A biodegradabilidade da matéria orgânica verificada foi muito baixa, talvez por influência de escorrências de fertilizantes e pesticidas e/ou por influência da maré que transporta cloretos que inibem a actividade dos microorganismos responsáveis pela biodegradação.

A água do rio Sado, naquela zona, apresenta qualidade mínima para águas superficiais pelos parâmetros: temperatura, pH, fósforo total e CBO₅. Apenas o azoto Kjeldahl não garante essa qualidade.

Pelos parâmetros transparência e percentagem de saturação de OD a água não apresenta qualidade para usos balneares.

A qualidade da água para fins piscícolas apenas é garantida pelos parâmetros pH, SST e CBO₅. Os parâmetros OD, percentagem de saturação de OD e nitritos não garantem essa qualidade

Como conclusão final poder-se-á dizer que a água do rio Sado na zona de Alcácer do Sal sofre muita influência da maré e a maior parte da poluição afluyente provém dos campos agrícolas, suiniculturas ou até mesmo ETAR domésticas localizadas a montante da ponte rodoviária. As descargas de águas residuais domésticas e os campos de arroz localizados a jusante não apresentaram uma influência tão significativa como era esperado.

8. Proposta de medidas de gestão ambiental para solucionar possíveis problemas existentes

Face aos problemas diagnosticados no presente estudo, a proposta de gestão ambiental para a solução desses problemas vai assentar em alguns pontos que se consideram essenciais na reabilitação e melhoria da qualidade física, química e biológica da água do rio Sado.

8.1. Melhoria da gestão das ETAR

Como se verificou no capítulo das fontes poluentes na bacia hidrográfica do Sado, o funcionamento das ETAR em qualquer um dos concelhos estudados, não é o melhor. Independentemente do tratamento biológico aplicado em cada ETAR, 96% das ETAR apresentam incumprimento do anexo XVIII do Decreto-lei nº236/98 de 1 de Agosto, que estipula valores limite de emissão na descarga de água residuais relativamente às concentrações efluentes de CBO₅ e CQO. 70% das ETAR não cumprem os limites de concentração efluente de SST, 30% não cumprem os limites de concentração efluente de fósforo e nenhuma cumpre os limites de descarga de azoto.

Com uma percentagem tão elevada de incumprimentos nos limites máximos de descarga, é necessário que se tomem medidas de fiscalização e controlo por parte das entidades responsáveis.

8.2. Melhoria e controlo da actividade suinícola

Na contabilização da carga poluente gerada por fontes pontuais, observou-se que as suiniculturas tiveram um peso significativo. Esta é uma actividade em que muitas vezes os seus efluentes sofrem um tratamento muito primário ou simplesmente não sofrem qualquer tipo de tratamento antes de serem lançados nas linhas de água. Logo será necessário um controlo e fiscalização, por parte das entidades responsáveis, para implementação de sistemas de tratamento adequados a esta actividade e melhoria dos sistemas de tratamento já existentes.

8.3. Boas Práticas Agrícolas

Como é de conhecimento geral, nas últimas décadas, o sistema de produção intensiva de alimentos tem conduzido à utilização desregrada de adubos e pesticidas e à gestão incorrecta de resíduos orgânicos produzidos nas explorações pecuárias. Pelo facto dos agricultores terem conhecimento da importância do azoto no aumento da produtividade das culturas, estes tendem a aumentar as quantidades de fertilizantes utilizadas. Este sistema de agricultura cria riscos para a saúde pública e origina graves problemas ambientais, como a poluição das águas superficiais e subterrâneas. Assim, uma vez que a poluição do meio hídrico em Portugal por nitratos está quase sempre associada à agricultura intensiva, a incentivação de boas práticas agrícolas junto dos agricultores contribuirá para a melhoria do nível de protecção das águas contra a poluição difusa de origem agrícola. Será, também, necessário tomar mais e melhores medidas de controlo e fiscalização, por parte das entidades competentes, de maneira a diminuir as escorrências de fertilizantes e pesticidas para o meio hídrico. É fundamental que o Código de Boas Práticas Agrícolas e o Manual de Fertilização das Culturas de 2006 sejam sempre seguidos.

8.4. Requalificação e limpeza do rio

As limpezas de vegetação e desobstrução de linhas de água, que têm por objectivo o regadio agrícola e a melhoria da drenagem, são frequentes no nosso país (Patacho, 2008). No entanto, neste trabalho propõe-se a requalificação e limpeza do rio para melhoria do seu aspecto físico, para garantir a sua utilização para recreio, pesca e usos balneares.

Para alcançar tais objectivos será necessário recorrer à execução de intervenções nas linhas de água, através de um conjunto de operações de manutenção destinadas à limpeza do curso de água, da vegetação invasora, das árvores caídas, dos resíduos e das obstruções e assoreamentos que impedem o escoamento ou dificultam o acesso ao rio (Pereira, 2001).

Consideram-se geralmente dois tipos distintos de operações de manutenção, consoante se encontram dirigidas às margens ou ao leito. A limpeza e desobstrução, consiste essencialmente na retirada de obstáculos, como troncos de árvores mortas, detritos, corte de vegetação que cresce para o meio do curso de água, que contribuem para a redução da capacidade de vazão, com a obstrução do leito. O desassoreamento consiste na remoção dos materiais do fundo do leito e das plantas aquáticas que tendem a reduzir a capacidade de vazão do curso de água (Pereira, 2001). Estas intervenções se não tiverem em consideração as condicionantes definidas pelas CCDR, podem provocar elevados impactes negativos sobre os ecossistemas ribeirinhos.

As medidas de conservação e reabilitação da rede hidrográfica são enquadradas pela Lei n.º 58/2005 – Lei da Água – de 29 de Dezembro.

De acordo com o n.º1 do artigo 33.º da Lei da Água, algumas das medidas de conservação e reabilitação da rede hidrográfica e zonas ribeirinhas compreendem:

- Limpeza e desobstrução dos álveos das linhas de água, de forma a garantir condições de escoamento dos caudais líquidos e sólidos em situações hidrológicas normais ou extremas;
- Reabilitação de linhas de água degradadas e das zonas ribeirinhas;
- Correção dos efeitos da erosão, transporte e deposição de sedimentos, designadamente ao nível da correcção torrencial;
- Renaturalização e valorização ambiental e paisagística das linhas de água e das zonas envolventes;
- Regularização e armazenamento dos caudais em função dos seus usos, de situações de escassez e do controlo do transporte sólido.

Segundo o n.º2 do artigo 33.º da Lei referida, a correcção dos efeitos da erosão, transporte e deposição de sedimentos que implique o desassoreamento das zonas de escoamento e de expansão das águas de superfície, quer correntes quer fechadas, bem como da faixa costeira, e da qual resulte a retirada de materiais, tais como areias, areão, burgau, godo e cascalho, só será permitida quando decorrente de planos específicos.

De acordo com o n.º3 do artigo 33.º da Lei da Água, os planos específicos de desassoreamento terão de definir os locais potenciais de desassoreamento que garantam:

- A manutenção das condições de funcionalidade das correntes, a navegação e flutuação e o escoamento e espraiamento de cheias;
- O equilíbrio dos cursos de água;
- O equilíbrio dos ecossistemas;
- A preservação das águas subterrâneas;
- A preservação das áreas agrícolas envolventes;
- A integridade dos leitos e margens;

- A segurança de obras marginais ou de transposição dos leitos;
- A preservação da fauna e da flora.

No n.º 4 do mesmo artigo, da mesma lei, é referido que a adequação de uma actividade de extracção de inertes como medida de desassoreamento constitui requisito necessário para o exercício dessa actividade, nos termos do n.º 3 do artigo 60.º, e sem prejuízo do regime de avaliação de impacte ambiental e do plano de recuperação paisagística. O n.º 3 do artigo 60.º refere que a extracção de inertes em águas públicas deve passar a ser executada unicamente como medida necessária ou conveniente à gestão das águas, ao abrigo de um plano específico de gestão das águas ou de uma medida tomada ao abrigo dos artigos 33.º ou 34.º.

De acordo com o n.º 5 do artigo 33.º da mesma lei, as medidas de reabilitação e conservação da rede hidrográfica são de responsabilidade dos proprietários, nas frentes particulares fora dos aglomerados urbanos. Quando se trate de uma linha de água inserida em aglomerado urbano essa responsabilidade cabe ao respectivo município. Estas acções estão sujeitas à obtenção de parecer, cuja emissão é da competência das CCDR.

De uma maneira geral deveriam ser aplicados todos os números do artigo 33.º da Lei da Água referidos acima, mas os mais importantes para aplicação na zona estudada, zona de Alcácer do Sal seriam os associados ao desassoreamento do rio, o n.º2 e n.º3.

8.5. Outras

Existem outras medidas de gestão ambiental relacionadas directamente com a melhoria da qualidade da água na zona da cidade de Alcácer do Sal. Uma das medidas seria a separação dos colectores pluviais e domésticos, pois o facto de apenas existirem colectores unitários, leva a que, quando existem chuvadas, sejam descarregados caudais elevados de águas pluviais na ETAR Norte de Alcácer, que não tem capacidade para o tratamento destes caudais. Tal facto não permite o bom funcionamento da ETAR.

A outra medida seria a construção de uma ETAR para toda a população residente na cidade de Alcácer do Sal (cerca de 9000 habitantes) (INE, 2008), pois a única ETAR existente é a ETAR Norte que apenas recebe efluentes de cerca de 10% da população. As águas residuais provenientes de cerca de 90% da população são descarregadas directamente no rio Sado, sem qualquer tipo de tratamento.

9. Conclusões Finais

A bacia hidrográfica do Sado está sujeita a vários tipos de poluição que provêm de fontes de poluição pontual e difusa. A da poluição difusa não foi fácil de determinar devido à falta de informação associada. A estimativa da poluição pontual também não foi fácil devido às inúmeras influências a que esta está sujeita, o que dificultou o estudo de suporte ao desenvolvimento da presente tese e o alcance dos objectivos da mesma. Contudo, tendo por base as estimativas efectuadas, pode-se considerar atingido o objectivo do trabalho.

No decurso do estudo efectuado às ETAR domésticas dos concelhos de Alcácer do Sal, Grândola e Santiago do Cacém concluiu-se que as concentrações do efluente, na grande maioria, não estão de acordo com o anexo XVIII do Decreto-lei nº236/98 de 1 de Agosto, que estipula valores limite de emissão na descarga de água residuais. No concelho de Alcácer do Sal todas as ETAR apresentaram incumprimento da legislação nas concentrações efluentes de CBO₅, CQO, SST e azoto total. Apenas as concentrações efluentes de fósforo total não apresentaram problemas. No concelho de Grândola 89% das ETAR não cumpriram os limites estipulados pela legislação para as concentrações efluentes de CBO₅, 78% para concentrações de CQO, 67% de SST, 33% de fósforo total e todas apresentaram incumprimento nas concentrações efluentes de azoto total. As ETAR de Santiago do Cacém, todas elas apresentaram incumprimento nas concentrações efluentes de CBO₅, CQO e azoto total. Apenas 70% apresentaram problemas nas concentrações efluentes de SST e 40% nas concentrações de fósforo total.

Na área que drena para a estação do Moinho da Gamitinha encontram-se 14 ETAR domésticas, 3 suiniculturas e é uma área influenciada pelas zonas agrícolas dos concelhos de Santiago do Cacém e Ferreira do Alentejo. A poluição gerada por estas fontes poluidoras é perceptível nas concentrações médias de CBO₅, fósforo total, nitratos e nitritos registadas nos últimos dez anos, naquela estação de amostragem.

Na área drenante para a estação de S. Romão do Sado encontram-se 17 ETAR, 22 suiniculturas e não tem influência significativa de áreas agrícolas. Apesar de o número de suiniculturas ser muito superior ao número de suiniculturas encontradas na área drenante para o Moinho da Gamitinha, as concentrações médias de CBO₅ registadas em S. Romão foram inferiores às encontradas no Moinho da Gamitinha. Logo a poluição gerada, em termos de CBO₅, pelas ETAR domésticas e pelas suiniculturas não é visível nas concentrações encontradas nesta estação. Em relação às concentrações de fósforo total, é perceptível o facto de não haver influência de áreas agrícolas significativas, pois estas concentrações mantiveram-se constantes, entre o Moinho da Gamitinha e S. Romão.

Na área drenante para a estação de Alcácer do Sal existem 6 ETAR domésticas, 3 suiniculturas e é influenciada pelas áreas agrícolas do concelho de Alcácer do Sal. Em termos de carga de CBO₅ não é possível fazer uma avaliação porque este é um dos parâmetros que não é medido na estação de Alcácer do Sal. No entanto, o facto de esta estação sofrer influência das áreas agrícolas, torna a poluição gerada por estas, perceptível nas concentrações de fósforo total encontradas em Alcácer do Sal, pois ocorreu um aumento nestas concentrações entre a estação de S. Romão e a estação de Alcácer do Sal.

Como já foi referido, os objectivos de utilização da água do rio Sado são a pesca, navegação e fins balneares. Dos parâmetros estudados e possíveis de comparar com a legislação, apenas o parâmetro pH apresentou valores que proporcionam qualidade à água para fins balneares. Os parâmetros azoto amoniacal, nitritos e mais uma vez o pH foram os únicos a garantir a qualidade mínima para fins aquícolas — águas piscícolas.

A qualidade mínima das águas superficiais apenas não foi garantida pelo parâmetro CBO₅, cujos limites estabelecidos pela legislação não são cumpridos em alguns anos, em quase todas as estações de medição de qualidade.

Como, na avaliação da qualidade da água, basta existir um parâmetro que não cumpra a legislação para que esta não apresente qualidade para o fim pretendido, concluiu-se, assim, que a água do rio não apresentou qualidade para os objectivos de utilização propostos.

Paralelamente à verificação de cumprimento ou incumprimento da legislação para os vários objectivos da utilização da água, foi feita uma avaliação comparativa dos valores registados no rio Sado com valores que deveriam ser observados em águas naturais. Nesta avaliação verificou-se que apesar de quase todos os parâmetros cumprirem os limites estabelecidos pela legislação, respeitantes à qualidade mínima das águas superficiais, não se encontram de acordo com concentrações verificadas em águas naturais e muitas vezes apresentam concentrações muito superiores. Tal facto poderá levar a concluir que os limites estabelecidos para a qualidade mínima das águas superficiais descritos no Decreto-lei nº236/98 são um pouco permissivos, não evitando assim a poluição e consequente degradação destas águas.

Da comparação feita com o estudo realizado em 1977, pôde-se verificar que, de uma maneira geral, em quase todos os parâmetros analisados, os valores registados nesse ano são inferiores aos valores registados entre os anos 1997 e 2007. Desta análise, pode-se então concluir que a poluição gerada na bacia tem aumentado ao longo dos anos.

Da comparação entre o ano de 1977 e os últimos dez anos, foi feita ainda uma avaliação do comportamento dos vários parâmetros ao longo do rio. A condutividade e o pH, nos últimos dez anos, apresentaram uma variação ao longo do rio semelhante ao do ano de 1977. A CQO, apesar de as concentrações observadas nos últimos dez anos terem sido superiores, apresentou a mesma variação crescente de montante para jusante. O OD também apresentou uma variação de concentrações semelhante em ambas as situações, mas diferiu na estação de S. Romão. Em vez das concentrações se manterem constantes entre o Moinho da Gamitinha e S. Romão, como aconteceu em 1977, ocorreu uma diminuição. O comportamento observado para a percentagem de saturação de OD foi semelhante.

A variação ao longo do rio da concentração de nitratos foi semelhante nos anos comparados, com excepção da estação de S. Romão. Enquanto nos últimos dez anos, as concentrações decresceram de montante para jusante, em 1977, ocorreu um ligeiro aumento nas concentrações de S. Romão para a estação de Alcácer do Sal.

As concentrações de nitritos também diferiram na estação de S. Romão, pois em 1977 verificaram-se valores constantes entre S. Romão e Alcácer e nos últimos dez anos ocorreu um acréscimo bastante acentuado.

Em relação à concentração de fosfatos também existiu um aumento ao longo do rio, mas em 1977, verificou-se um acréscimo mais acentuado nas concentrações.

O comportamento observado da clorofila *a* foi diferente entre os anos comparados. Enquanto em 1977 foi verificado um aumento de montante para jusante, nos últimos dez anos as concentrações mais elevadas ocorreram nas estações do Moinho da Gamitinha e Alcácer do Sal.

Em relação aos coliformes totais, a variação verificada foi completamente diferente, pois em 1977 as baixas concentrações aumentaram de uma forma muito ligeira, de montante para jusante, enquanto, nos últimos dez anos, as concentrações elevadas registadas em Alvalade aumentaram para o Moinho da Gamitinha e depois decresceram bruscamente para S. Romão.

Como, de uma maneira geral, a variação ao longo do rio dos vários parâmetros analisados foi semelhante entre os anos comparados, poder-se-á concluir que as fontes poluidoras poderão ter a mesma localização que tinham em 1977, mas aumentaram em termos

de número. No entanto, ocorreram pequenas diferenças na variação de nitratos e nitritos entre a estação de S. Romão e Alcácer do Sal. Aqui poder-se-á afirmar que ou houve um aumento da área dos campos agrícolas localizados na área drenante da estação de Alcácer do Sal ou intensificação na utilização de fertilizantes na actividade agrícola.

A determinação da qualidade da água do rio Sado, na zona de Alcácer do Sal, no ano de 2008, feita através da realização de uma única campanha de amostragem é muito pouco representativa. No entanto, os resultados decorrentes da avaliação destas recolhas também foram comparados com o Decreto-lei nº236/98 de 1 de Agosto. Se a utilização da água for para fins balneares, apenas o pH proporciona qualidade para estes fins. Na utilização da água para pesca são os parâmetros nitritos e OD que não apresentam qualidade. Para a qualidade mínima das águas superficiais são os parâmetros OD e azoto Kjeldahl que não estão de acordo com a legislação.

Assim, mais uma vez se verificou que a água não apresentou qualidade para os fins pretendidos.

Tal como foi feito no estudo dos últimos dez anos, também se compararam com valores de concentração que normalmente se encontram em águas em condições naturais com os resultados das recolhas feitas no rio, em 2008. Mais uma vez se verificou que, apesar de cumprirem a legislação referente à qualidade mínima das águas superficiais, existem muitos parâmetros com concentrações superiores às encontradas em águas naturais. São estes, os nitratos, nitritos, fósforo, CQO, biodegradabilidade da matéria orgânica e OD.

No capítulo 6 não foi possível comparar concentrações de CBO₅ e CQO calculadas com as registadas na estação de Alcácer do Sal. Mas, como se pôde verificar no capítulo 7, foram realizadas recolhas no rio, na zona de Alcácer do Sal para analisar alguns parâmetros, que incluíram a CBO₅ e a CQO. Apesar dos resultados destas análises não serem muito representativos, ao ser feita a comparação verificou-se que a concentração de CBO₅ calculada é um pouco inferior à concentração média obtida nas análises realizadas em laboratório e as concentrações de CQO calculadas são muito inferiores. A justificação para tal acontecimento está aliado ao facto de as concentrações de CQO, e também de SST, estarem apenas associadas às concentrações efluentes das ETAR domésticas, pois não foram consideradas concentrações destes parâmetros associadas a outras fontes de poluição. Assim, pode-se concluir que as ETAR que descarregam na área que drena para a estação de Alcácer do Sal têm uma representatividade muito pequena (que não atinge o 1%) em termos de carga gerada de CQO e SST.

Poderá ser feito, também, o mesmo tipo de observação que foi feito para as concentrações de CBO₅ e CQO, para as concentrações de azoto total, que foram possíveis de determinar, em laboratório, para a zona de Alcácer do Sal (capítulo 7). As concentrações médias anuais de azoto total calculadas na área drenante para a estação de Alcácer do Sal foram cerca de 0,525mgN/L, enquanto as determinadas a partir dos resultados das recolhas efectuadas no rio apresentaram um valor médio de 33,6mgN/L. Assim, poder-se-á concluir, mais uma vez, que as concentrações de azoto total estimadas têm uma representação muito pequena (cerca de 1,6%) nas concentrações encontradas no rio.

Nas análises efectuadas, no laboratório, às amostras recolhidas no rio, verificou-se que as concentrações de azoto total foram muito semelhantes em regime de preia-mar e baixa-mar, ao longo dos vários locais de recolha das amostras. Tal aconteceu porque existe sempre influência dos campos agrícolas localizados ao longo do rio.

As concentrações mais elevadas de fósforo total, verificaram-se na ponte rodoviária, em regime de maré – baixa. Poder-se-á, então, concluir que a carga de fósforo total gerada a

montante deste ponto de recolha terá mais influência que a carga gerada pelos campos agrícolas localizados a jusante.

A carga total gerada na bacia hidrográfica do rio Sado foi estimada em cerca de 1211000 kg/ano de CBO₅ (83,1% provém de suiniculturas e 16,9% das descargas das ETAR domésticas), 151000 kg/ano de fósforo total (2,9% provém da agricultura, 81,3% das suiniculturas e 15,8% das descargas das ETAR domésticas) e 866000 kg/ano de azoto total (23,9% provém da agricultura, 63% das suiniculturas e 13,1% das ETAR domésticas).

O rio pode ser considerado Eutrófico devido às concentrações encontradas para os parâmetros fósforo total e clorofila *a*, em todas as estações; relativamente à saturação de oxigénio dissolvido, classifica-se como Mesotrófico na estação de Alvalade, como Oligotrófico na estação do Moinho da Gamitinha e como Mesotrófico nas estações de S. Romão do Sado e Alcácer do Sal.

Como conclusão final, poder-se-á afirmar que o rio Sado se encontra poluído, de acordo com as concentrações encontradas de alguns parâmetros, que não garantem uma qualidade mínima, física, química e biológica das águas superficiais naturais, nomeadamente na zona de Alcácer do Sal, e que conseqüentemente vai proporcionar uma contínua degradação do ecossistema fluvial. Logo, é necessário que sejam tomadas medidas rápidas de intervenção, de maneira a diminuir, ou mesmo anular, os impactos negativos.

9.1. Limitações

Durante a realização desta tese existiram algumas limitações, principalmente associadas ao tempo disponível para a execução do trabalho, que foi curto (cerca de 7 meses). A limitação de tempo não permitiu a realização de um maior número de amostragens no rio Sado. Também não permitiu a realização de análises a mais parâmetros, que seriam importantes para o objectivo da tese e a tornariam muito mais completa.

Outra das limitações esteve associada ao facto da informação disponível referente aos parâmetros analisados pelo INAG, principalmente na estação de Alcácer do Sal, apresentar imensas lacunas, o que não permitiu uma melhor e mais completa avaliação da qualidade da água nesse local. A existência de lacunas estendeu-se também à informação disponibilizada, referente às análises efectuadas aos afluentes e efluentes das ETAR, pois em muitos casos apenas apresentavam uma única análise realizada durante cada ano, o que não permitiu efectuar uma avaliação correcta das eficiências de remoção de algumas ETAR.

10. Bibliografia

- APHA/AWWA/WEF 1998 *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th. Ed.
- Chapman, D. & Kimstach, V. 1996 *Selection of Water Quality Variables* em Chapman, D. (Ed.) *Water Quality Assessments – A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. 2^a Edição. E&FN SPON/OMS/UNEP/UNESCO. London, 59 – 125 pp.
- Faria, P. L., Pinto, P. A., Coelho J. P., Luzes, D. F., Barradas, G., Tenreiro, P., Ferreira, J. C., Goes, J. e Nuncio J. 1999 *Sistemas de Agricultura dos Concelhos de Alcácer do Sal e Grândola – Programa de Desenvolvimento Agrícola Regional*. Centro de Estudos de Agricultura – Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.
- Gonçalves, M. e Gomes, H. B. 2002 *Protecção Integrada das Culturas de Arroz, Milho e Cereais de Outono/Inverno – Listas dos Produtos Fitofarmacêuticos e Níveis Económicos de Ataque*. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Oeiras. 91pp.
- Halling-Sorensen, B. & Jorgensen S. E. 1993 *Studies in Environmental Science 54: The removal of nitrogen compounds from wastewater*. Elsevier. Netherlands. 443pp.
- Harper, D. 1992 *Eutrophication of Freshwaters - Principles, problems and restoration*. Chapman & Hall. U.K.. 327pp.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas) - Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva 2006 *Manual de Fertilização das Culturas*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, INIAP - Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva. Lisboa. 282pp
- Kaplan, O. B. 1987 *Septic Systems Handbook*. Lewis Publishers. USA. 290pp.
- Lencastre, A. e Franco F. M. 2003 *Lições de Hidrologia*. Fundação Armando Lencastre. 3^aEdição. Caparica. 451pp.
- Lima, C. e Vale, C. 1978 *Poluição no Rio Sado – Impacto na Fauna e na Flora*. Instituto Nacional de Investigação das Pescas. 90pp.
- Loureiro, J. J. M., Nunes, M. N. F., e Botelho, O. F. 1982 *Monografia Hidrológica do Rio Sado*. Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, Comissão de Coordenação da Região do Alentejo. Lisboa. 31pp.
- Mendes, B., Oliveira, J. F. S. 2004 *Qualidade da água para consumo humano LIDEL*, Edições Técnicas, Lda. Lisboa. 626pp.
- Merrington, G., Winder, L., Parkinson, R. & Redman, M. 2002 *Agricultural Pollution – Environmental Problems and Practical Solutions*. 1^aEdição. Spon Press. London

- Metcalf & Eddy, Inc. Revised by George Tchobanoglous, Franklin L. Burton, H. David Stensel 2003 *WasteWater Engineering: Treatment and Reuse*. McGraw-Hill. 4th Ed. New York. 1819pp.
- Meybeck, M. & Helmer, R. 1996 *An Introduction to Water Quality* em Chapman, D. (Ed.) *Water Quality Assessments – A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. 2^a Edição. E&FN SPON/OMS/UNEP/UNESCO. London, 1 - 22pp.
- Meybeck, M., Friedrich, G., Thomas, R. & Chapman, D. 1996 *Rivers* em Chapman, D. (Ed.) *Water Quality Assessments – A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. 2^a Edição. E&FN SPON/OMS/UNEP/UNESCO. London, 243 – 316 pp.
- Morais, C. (coordenação geral) 2000 *Plano de Bacia Hidrográfica do Sado, 1^aFase – Análise e Diagnóstico da Situação Actual, VOL III – Análise, III-1 Caracterização Geral da Bacia*. Instituto da Água, Direcção Regional do Ambiente do Alentejo, Direcção Regional do Ambiente de Lisboa e Vale do Tejo. Hidroprojecto, COBA – Consultores de Engenharia e Ambiente, HP (Hidrotécnica Portuguesa). 53pp.
- Norma Internacional ISO 5663 (1984)/ EN 25663 (1993), *Qualidade da Água. Determinação do azoto kjeldahl. Método após mineralização com selénio*.
- Norma Internacional ISO N°5815 1989 *Qualité de l'Eau - Détermination de la Demande Biochimique en Oxygène après 5 Jours (DBO₅) - Méthode par Dilution et Ensemencement*, International Organization for Standardization.
- Norma Internacional ISON°6060 1989 *Qualité de l'Eau - Détermination de la Demande Chimique en Oxygène*, International Organization for Standardization.
- Oliveira, J. F. dos Santos 1995 *A Lagunagem em Portugal – Conceitos Básicos e aplicações Práticas*. Edições Universitárias Lusófonas, Lda. Lisboa. 516pp.
- Pereira, T. 2003 *Impacte da utilização de pesticidas em ecossistemas orizícolas sobre a qualidade de águas superficiais*. Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 366pp.
- Portela, L. I. F. S. 1992 *As cheias em Portugal – Caracterização das zonas de risco – 2^o Relatório: Bacia Hidrográfica do Rio Sado*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil – Departamento de Hidráulica. Lisboa. 75pp.
- Santos, J. Q. 1996 *Fertilização – Fundamentos da Utilização dos Adubos e Correctivos*. 2^aEdição. Publicações Europa-América. Mira Sintra – Mem Martins
- Shilton, A. 2005 *Integrated Environmental Technology Séries: Pond Treatment Technology*. IWA Publishing. UK. 479pp.
- Wharton, G. 2000 *Managing river environments*. 1^aEdição. Cambridge University Press. Cambridge, 12-24 pp.

Legislação

Decreto-lei nº236/98 1998 *Normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.* Diário da República nº176, série I-A, de 1 de Agosto de 1998

Decreto-Lei nº 68/99 1999 *Altera o Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro, que transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/676/CEE, do Conselho, de 12 de Dezembro, relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola.* Diário da República nº59, série I-A, de 11 de Março de 1999

Lei nº 58/2005 2005 *Aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, e estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.* Diário da República nº249, série I-A, de 29 de Dezembro de 2005

Sites de Internet

INAG – Instituto da Água
<http://www.inag.pt/> (consultado em Fevereiro de 2008)

INE – Instituto Nacional de Estatística
http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main (consultado em Fevereiro de 2008)

SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
<http://snirh.pt/> (consultado em Março e Abril de 2008)

Instituto Hidrográfico
<http://www.hidrografico.pt/previsao-mares.php> (consultado em Maio de 2008)

DRAOT Alentejo 1999 *Identificação e Caracterização das Fontes Poluidoras de Carácter Pontual Localizadas em Bacias Hidrográficas das Albufeiras Destinadas à Produção de Água para Consumo e em Bacias Drenantes para Zonas Balneares.* CCDRA – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo
<http://www.ccdr-a.gov.pt/default.asp?eixo=4&id=19> (consultado em Julho de 2008)

Patacho, D. 2008 *Gestão Sustentável dos Cursos de Água*
Quercus - Associação Nacional de Conservação da Natureza
<http://www.quercus.pt/scid/webquercus/defaultArticleViewOne.asp?categoryID=632&articleID=1878> (consultado em Julho de 2008)

Pereira, A. H. 2001 *Guia - Requalificação e Limpeza de Linhas de Água.* Instituto da Água. Lisboa
<http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/publicas.html> (consultado em Julho de 2008)

<http://web.educom.pt/dgpedronunes/mapas.html> (consultado em Agosto de 2008)

ANEXOS

**ANEXO I – Resultado das análises realizadas ao afluente e efluente das ETAR
localizadas nos concelhos de Alcácer do Sal, Grândola e Santiago do Cacém**

Quadro A I.1. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR Norte do concelho de Alcácer do Sal.

ETAR Norte										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
09-05-2005	420	750	220	1	76	130	320	75	5	54
30-03-2006	350	873	314	6	69	104	317	124	1	37
24-04-2006	290	865	260	13	89	51	373	58	8	34
30-05-2006	265	744	193	8	61	32	216	20	6	36
27-06-2006	1000	1660	510	3	90	51	288	70	7	38
19-07-2006	265	664	160	10	99	34	283	62	7	27
29-08-2006	64	389	200	16	108	20	174	20	7	34
11-09-2006		726	368	12,7	79		229	46	7,9	44
22-09-2006							131	20	8,5	7
26-09-2006	680	1440	572	13	73	28	160	20	7	73
31-10-2006	240	672	140	1	43	13	144	20	5	35
28-11-2006	820	1950	2878	3	73	35	167	46	3	31
04-01-2007	310	1310	568	12	61	40	214	36	4	29
02-03-2007	225	508	157	6	66	82	278	39	6	45
16-04-2007	390	630	160	11	63	79	340	69	8,5	52
14-05-2007	110	680	90	9,6	59	270	310	85	7,9	60
20-06-2007	280	840	500	8,8	61	120	260	110	7,3	62
04-07-2007	320	590	280	9,1	60	47	190	54	7,8	56
14-08-2007	490	990	160	27	73	66	240	58	11	51
12-09-2007	290	600	200	9,8	83	51	270	36	7,8	62
10-10-2007	270	610	150	8,5	51	62	170	44	7,6	48
15-11-2007	560	610	160	15	76	68	290	54	9,7	55
07-12-2007	590	840	190	16	53	140	180	55	9,7	41

Quadro A I.2. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Rio de Moinhos do concelho de Alcácer do Sal.

Rio de Moinhos										
Data	Entrada					Saída				
	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
09-05-2005	330	720	350	1	45	220	460	120	9,3	84
27-03-2006	245	688	184	6	46	43	208	38	6	58
24-04-2006	520	1210	334	10	75	100	333	82	7	68
30-05-2006	10	1420	1006	10	6	10	64	49	1	33
27-06-2006	310	765	252	9	72	51	215	114	9	59
19-07-2006	320	680	162	7	57	13	148	52	6	37
26-09-2006	310	797	266	11	53	420	860	232	12	32
31-10-2006	104	408	68	6	29	21	96	20	5	35
28-11-2006	130	335	133	1	42	27	135	48	1	32
04-01-2007	235	746	312	8	176	54	262	52	5	46
02-03-2007	96	254	91	2	16	54	174	53	4	32
08-05-2007	190	590	51	9,3	69					
29-08-2007	230	450	0	9,2	0	57	290	0	6,7	73
13-11-2007	280	530	33	11	79	400	520	94	8,8	78

Quadro A I.3. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR do Batão do concelho de Alcácer do Sal.

Batão										
Data	Entrada					Saída				
	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
09-05-2005	110	220	140	3,6	80	51	180	41	7	73
27-03-2006	84	240	46	6	25	30	120	34	3	25
24-04-2006	55	190	98	4	32	46	190	68	4	32
30-05-2006	31	136	35	3	29	44	272	204	8	45
27-06-2006	33	255	68	8	60	46	168	48	8	55
19-07-2006	72	364	124	12	68	53	286	82	10	63
29-08-2006	28	190	20	9	79	28	143	60	5	63
01-10-2006	42	136	61	5	26	17	88	20	4	21
28-11-2006	20	104	20	0,5	15	10	64	20	1	16
04-01-2007	18	135	20	2	23	14	95	26	2	23
02-03-2007	130	317	133	2	34	56	230	142	4	24
10-05-2007	52	150	27	2,7	26	37	150	41	3,2	24
30-08-2007	180	480		9,3	78	100	260	66	6,7	66
14-11-2007	350	480	44	12	82	110	340	25	12	70

Quadro A I.4. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Vale de Guizo do concelho de Alcácer do Sal.

Vale de Guizo										
Data	Entrada					Saída				
	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
09-05-2005	390	860	1100	20	100	44	80	43	6,3	81
27-03-2006	185	568	107	12	71	72	304	170	9	70
24-04-2006	28	87	35	2	22	59	341	170	9	74
30-05-2006	60	248	34	7	71	24	120	46	7	44
27-06-2006	235	704	222	10	86	19	144	42	8	64
19-07-2006	125	312	40	11	81	21	70	29	0	28
29-08-2006	10	48	20	6	39	13	95	95	6	34

26-09-2006	40	135	27	5	51	25	112	37	4	28
31-10-2006	200	432	76	4	30	10	96	21	4	32
28-11-2006	51	175	59	4	36	11	56	29	3	24
04-01-2007	145	436	6118	12	71	17	151	22	7	62
02-03-2007	22	79	67	2	11	23	143	49	7	60
15-06-2007	390	730	410	12	80	190	480	370	14	96
31-08-2007	2700	2900	730	39	240	180	320	100	12	110

Quadro A I.5. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Silha do Pascoal do concelho de Grândola.

Silha do Pascoal										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
11-08-2006	230	420	58	11	99	25	100	37	4,6	46
09-02-2007	100	110	110	2,5	19	2,7	100	42	2	36
09-08-2007	190	280	120	12	80	38	100	48	3,1	34

Quadro A I.6. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Paragem Nova do concelho de Grândola.

Paragem Nova										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
22-07-2006	310	780	350	15	94	120	140	31	9,2	89
20-10-2006	210	250	64	8,4	68	62	180	39	8,6	86
19-01-2007	62	100	39	2,1	39	21	100	10	1,5	29
20-04-2007	49	100	19	2,2	71	14	100	9,5	2,3	23
31-07-2007	370	680	100	8	61	30	110	17	5,6	62
26-10-2007	690	1200	740	22	74	70	230	44	12	78

Quadro A I.7. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Lousal Sul do concelho de Grândola.

Lousal Sul										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
02-08-2006	390	460	100	12	76	50	150	40	9,4	84
02-11-2006	160	240	200	4,4	30	61	100	77	5,4	28
02-02-2007	480	910	93	15	84	88	140	35	10	71
03-05-2007	130	190	94	3,6	35	19	100	41	2,7	35
02-08-2007	370	640	180	12	11	45	150	38	7	9,8
07-11-2007	410	900	83	15	85	58	140	37	8,8	63

Quadro A I.8. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Lousal Norte do concelho de Grândola.

Lousal Norte										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
01-08-2006	390	430	48	7,3	77	52	250	120	6,5	65
30-10-2006	220	240	230	6,6	42	28	100	36	1,2	28
01-02-2007	150	310	81	6,4	44	78	180	170	4,3	43
04-05-2007	330	760	64	8,5	45	59	120	50	5,8	36
01-08-2007	730	2000	510	23	11	54	180	22	5,5	10
31-10-2007	290	600	72	23	71	53	130	95	8,3	69

Quadro A I.9. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR das Fontainhas do concelho de Grândola.

Data	Fontainhas									
	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
05-01-2005	245	669	220	9	63	180	653	458	10	70
05-02-2005	275	782	486	9	69	116	858	808	13	76
08-03-2005	380	813	282	10	58	30	191	112	5	36
05-04-2005	620	1190	970	9	57	360	905	524	15	68
10-05-2005	300	593	204	9	64	10	87	24	6	17
07-06-2005	140	524	334	7	51	10	80	20	6	11
05-07-2005	200	494	212	7	55	21	165	126	7	38
06-09-2005	320	727	186	11	86	29	229	114	15	57
11-10-2005	265	964	20	11	84	300	1230	1052	21	114
08-11-2005	285	746	232	9	84	13	87	20	3	11
08-12-2005	27	70	20	2	19	265	640	234	6	53
27-06-2006						380	600	280	12	34
25-07-2006	270	860	140	11	66	94	120	52	5	27
29-08-2006	459	678	156	16	89	529	658	540	18	95
26-09-2006	310	520	210	13	83	65	140	42	6,9	46
24-10-2006	46	120	5	2,9	20	29	100	12	1,4	15
28-11-2006	130	260	58	5,5	35	130	140	17	4	30
19-12-2006	240	560	97	8,5	42	57	320	51	7,3	30
23-01-2007	350	770	86	9,1	39	320	660	160	12	39
28-02-2007	180	240	82	4,6	33	74	100	10	2,4	27
27-03-2007	320	150	62	7,2	48	200	120	53	5,4	20
24-04-2007	230	420	180	11	92	95	180	130	6,4	49
22-05-2007	340	720	150	8,4	70	66	160	40	2,2	68
22-06-2007	340	550	360	7,9	88	45	100	22	6,1	46
19-07-2007	340	540	85	11	49	3	100	7	3,3	21
01-09-2007	380	630	310	10	48	69	300	200	8	46
20-09-2007	270	420	180	8	65	350	550	340	12	58
17-10-2007	300	660	100	12	130	310	360	190	14	44
21-11-2007	230	470	66	6,5	47	34	110	20	4,7	15
29-12-2007	730	600	170	11	16	470	520	350	10	20

Quadro A I.10. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR do Canal Caveira do concelho de Grândola.

Canal Caveira										
Data	Entrada					Saída				
	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
05-01-2005	570	1080	234	12	109	125	446	348	11	33
08-02-2005	265	700	164	3	108	27	199	62	7	34
09-03-2005	570	996	328	3	136	120	466	116	10	101
06-04-2005	360	614	136	9	72	22	126	40	2	10
11-05-2005	300	809	320	11	82	46	182	108	8	14
09-06-2005	570	1050	386	3	118	11	80	22	2	6
06-07-2005	380	1040	308	14	77	15	102	27	2	44
31-08-2006	544	544	182	13	91	335	334	208	8,5	68
23-11-2006	340	830	100	13	86	28	100	28	2,6	45
27-02-2007	660	950	160	12	64	17	100	20	3,1	51
29-05-2007	460	920	320	12	91	25	120	42	4,6	84
28-08-2007	300	910	260	12	83	79	370	200	8,3	87
29-11-2007	730	1400	230	28	120	13	100	13	3,8	11

Quadro A I.11. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Cadoços do concelho de Grândola.

Cadoços										
Data	Entrada					Saída				
	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
07-01-2005	450	1130	532	14	102	112	384	84	10	81
08-02-2005	360	909	270	14	148	30	190	22	9	55
12-03-2005	235	643	172	14	140	125	416	112	12	102
09-04-2005	580	988	310	12	99	96	387	135	12	87
11-05-2005	420	920	204	10	86	72	310	100	10	80
07-07-2005	360	972	520	20	120	43	182	95	13	81
09-08-2006	320	1100	320	19	94	110	160	67	14	74
06-02-2007	110	230	35	4,1	32	51	100	11	3,5	32
08-08-2007	320	710	140	15	130	270	540	180	12	140

Quadro A I.12. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Azinheira de Barros do concelho de Grândola.

Azinheira de Barros										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
06-01-2005	235	550	132	11	98	130	1230	112	11	78
11-03-2005	175	431	120	12	79	185	478	117	11	82
10-06-2005	530	1040	428	10	56	98	319	110	8	55
08-07-2005	92	332	122	12	76	28	150	28	9	72
10-08-2006	320	780	170	14	77	70	100	39	6,1	34
07-02-2007	87	450	58	4,2	30	57	150	28	4,2	28
03-08-2007	120	400	91	5	36	56	110	26	5,5	40

Quadro A I.13. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR da Ameira do concelho de Grândola.

Ameira										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
04-01-2005	260	494	100	9	75	55	239	61	7	63
04-02-2005	195	964	640	10	94	78	277	43	9	80
08-03-2005	190	502	170	2	74	57	279	48	9	76
05-04-2005	250	714	250	12	76	74	310	66	9	71
10-05-2005	250	561	328	12	142	112	371	24	11	69
07-06-2005	230	690	288	15	113	54	278	35	10	63
05-07-2005	310	815	390	4	138	86	298	68	11	66
06-09-2005	225	648	162	11	84	50	253	49	11	74
11-10-2005	200	561	142	6	70	43	253	30	9	87
08-11-2005	350	825	248	11	85	64	230	104	6	59
07-12-2005	215	504	272	7	53	41	134	51	5	39
28-06-2006						53	230	37	7,5	44
26-07-2006						320	250	38	8,3	50
30-08-2006	545	598	196	14	84	66	284	46	12	67

27-09-2006	400	800	330	14	99	70	180	72	7,6	60
24-10-2006	270	260	170	6,9	35	65	120	84	4,7	45
29-11-2006	140	320	180	6,4	37					
29-11-2006						28	220	27	2,4	23
20-12-2006	160	300	79	9,9	33	38	270	20	5,9	20
24-01-2007	190	520	280	10	38	75	110	12	53	36
01-03-2007	260	270	72	4,3	40	30	170	58	4,1	31
28-03-2007	320	390	270	16	60	31	140	30	4,9	35
27-04-2007	220	900	220	10	42	44	120	18	5,4	39
23-05-2007	490	1200	220	14	90	58	200	49	6,2	44
27-06-2007	290	610	230	7	51	19	180	28	6	38
20-07-2007	520	1300	1100	9,8	62	49	130	50	11	48
22-08-2007	330	790	120	17	65	91	220	44	11	45
26-09-2007	460	960	160	14	21	130	180	55	9,2	20
25-10-2007	330	930	2300	13	90	130	390	70	9,9	83
22-11-2007	230	570	270	13	110	85	280	70	12	76
21-12-2007	250	430	180	11	36	130	280	170	8,5	25

Quadro A I.14. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR da Abela do concelho de Santiago do Cacém.

Abela										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
01-09-2005	200	464	184	11	84	43	240	25	9	36
20-04-2006	210	797	176	166	13	45	327	54	4	32
Mai-07	99	310	56	7,6	50	79	270	42	34	6,6
Jun-07	150	720	280	13	47	92	370	120	6,2	20
Ago-07	430	351	101	5,9	37	151	301	47	5,3	26
Set-07	220	610	200	11	60	52	210	36	5,5	15
Out-07	110	260	27	9,9	58	45	160	40	8	33
Nov-07	210	540	140	9,8	72	100	380	76	8,9	52
Dez-07	90	290	94	5,2	43	140	330	44	7,8	53

Quadro A I.15. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR da Abela do concelho de Santiago do Cacém.

Aldeia de Chãos										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
02-06-2005	240	563	172	11	101	22	143	20	4	17
Mai-07	240	830	170	14	130	36	180	25	5,4	11
Jun-07	530	900	300	20	96	94	240	40	5,7	16
Ago-07	261	881	221	13,6	87	32	171	38	2,9	9
Set-07	210	690	290	9,7	91	62	120	91	3,7	16
Out-07	250	620	190	12	84	16	180	48	4,9	16
Nov-07	390	930	420	18	140	240	760	25	6,7	26
Dez-07	220	580	150	6,4	44	34	350	40	6,5	28

Quadro A I.16. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de S. Bartolomeu da Serra do concelho de Santiago do Cacém.

S. Bartolomeu da Serra										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
21-07-2005	330	724	210	14	132	175	535	318	8	103
16-12-2005	220	510	98	12	106	48	207	79	18	48
Jun-07	300	590	250	130	14	250	100	200	60	19
Ago-07	251	601	201	7,1	97	321	341	141	18,5	37
Set-07	260	550	150	12	220	110	100	320	13	38
Out-07	210	500	150	15	150	99	460	190	16	49
Nov-07	240	580	160	22	180	61	180	42	22	84
Dez-07	150	360	80	7,4	97	46	210	28	15,6	68

Quadro A I.17. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de S. Domingos da Serra do concelho de Santiago do Cacém.

S. Domingos da Serra										
Data	Entrada					Saída				
	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
27-01-2005	200	624	94	11	84	66	348	56	11	97
13-07-2006	285	1010	422	17	135	44	248	48	8	37
17-05-2007	430	100	360	13	90	230	420	170	7	74
14-11-2007	440	160	590	62	130	51	320	84	10	56

Quadro A I.18. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Vale d'Água do concelho de Santiago do Cacém.

Vale d'Água										
Data	Entrada					Saída				
	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO₅ 20°C (mgO₂/L)	CQO (mgO₂/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
01-09-2005	330	656	234	20	282	130	432	0	15	87
24-02-2006	250	587	212	9	86	56	230	94	6	38
23-08-2007	160	470	60	9	61	200	730	180	11	64

Quadro A I.19. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Ermidas do Sado do concelho de Santiago do Cacém.

Ermidas do Sado										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
Jan-05	660	1650	768	13	106	140	514	270	10	82
Fev-05	114	1260	343	15	105	190	624	378	3	100
Mar-05	360	1411	712	57	170	110	682	280	17	86
Abr-05	430	1220	362	14	132	145	419	296	14	81
Mai-05	215	524	43	65	11	185	928	53	266	10
Jun-05	175	506	96	11	136	225	664	130	16	68
Jul-05	250	450	56	10	101	155	348	26	10	62
Ago-05	510	1670	892	34	174	86	384	122	12	79
Set-05	350	822	244	15	100	265	1440	790	3	149
Out-05	130	474	78	9	101	118	198	208	8	41
Nov-05	28	151	90	3	25	32	120	39	3	44
Dez-05	145	400	59	7	70	35	160	128	6	39
Jan-06	145	422	106	9	110	106	534	284	13	82
Fev-06	215	428	62	9	88	55	222	134	8	55
Mar-06	285	516	392	9	89	66	230	82	6	58
Abr-06	210	920	248	17	144	210	611	310	15	78
Mai-06	116	528	56	9	98	22	216	1133	6	37
Jun-06	116	532	66	8	60	27	310	73	9	36
Jul-06	130	413	76	11	104	118	528	344	14	65
Ago-06	230	601	82	11	106	94	352	54	9	85
Set-06	410	840	492	17	125	10	88	20	5	32
Out-06	260	446	300	6	36	34	191	96	4	18
Nov-06	235	422	180	10	92	130	350	135	8	74
Dez-06	108	254	49	9,2	86	70	151	20	5,2	41
Jan-07	145	346	77	7	72	94	299	62	7	66
Mar-07	499	1210	600	27	139	153	424	131	12	86
Abr-07	561	941	364	20	127	942	423	88	11	80
Mai-07	520	530	120	8	90	400	670	370	10	24
Jun-07	640	280	170	29	120	390	830	330	12	100
Jul-07	230	560	110	8	52	200	540	88	10	64

Ago-07	330	790	260	13	110	240	620	160	17	110
Out-07	510	140	600	120	34	380	880	350	18	92
Nov-07	310	570	150	14	130	210	480	170	12	110
Dez-07	530	150	600	19	170	200	410	60	18	89

Quadro A I.20. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR do Roncão do concelho de Santiago do Cacém.

Roncão										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
21-04-2005	280	632	164	10	89	60	221	50	8	22
19-10-2006	180	486	198	7	41	58	263	26	7	24
Abr-07	482	2,73	32	1	9	280	220	52	5	16
Mai-07	360	850	130	11	70	32	160	34	5	13
Jun-07	770	840	390	9	110	90	190	23	5	13
Ago-07	441	801	131	10	98	63	171	27	4	10
Set-07	670	280	710	19	190	43	160	120	5	26
Out-07	210	540	210	12	110	39	140	30	7	21
Nov-07	610	470	560	35	210	74	250	70	9	38
Dez-07	150	330	130	8	680	38	170	37	3	40

Quadro A I.21. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Alvalade do Sado do concelho de Santiago do Cacém.

Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
Jan-05	380	1140	686	18	105	10	790	206	11	73
Fev-05	340	1270	220	15	131	160	466	142	10	90
Mar-05	290	714	178	11	61	140	548	214	13	89
Abr-05	195	601	178	9	118	125	379	302	11	54
Mai-05	640	1620	0	22	179	27	174	0	6	62
Jun-05	245	458	126	12	114	118	316	94	10	54
Jul-05	135	386	62	10	98	51	205	20	6	38
Ago-05	570	1222	256	15	126	220	504	200	11	92
Set-05	340	774	280	14	88	145	435	78	11	87
Out-05	260	735	372	13	126	170	640	210	15	91
Nov-05	160	348	146	8	118	55	174	36	5	51
Dez-05	250	587	180	15	90	470	1570	858	25	115
Jan-06	320	629	214	10	117	230	566	178	11	109
Fev-06	290	722	208	9	91	82	286	98	9	90
Mar-06	135	500	111	7	70	280	643	229	12	101
Abr-06	180	603	142	10	89	245	643	254	23	151
Mai-06	240	816	206	15	141	96	392	88	10	94
Jun-06	96	20	56	8	79	64	294	60	7	51
Jul-06	180	696	146	12	110	51	368	53	7	63
Ago-06	340	804	240	9	81	195	398	126	8	78
Out-06	235	558	140	10	112	135	422	63	6	84
Nov-06	285	677	288	9	78	140	410	166	9	82
Dez-06	330	1320	180	10,3	101	57	270	31	7,8	79
Jan-07	590	1020	212	15,86	140	160	433	104	9,66	86
Mar-07	167	544	142	14,8	97	202	520	146	12,5	87
Abr-07	310	680	200	12	75	270	1100	220	13	79
Mai-07	260	650	200	10	87	210	580	340	11	78
Jun-07	270	530	140	9	48	140	380	150	8	54
Jul-07	330	680	110	6,3	79	91	900	55	9,6	41
Ago-07	280	400	120	8,5	70	220	590	110	11	86

Set-07	380	110	160	12	81	130	610	140	10	77
Out-07	420	110	260	11	73	250	110	180	8,6	52
Nov-07	400	630	230	9,5	85	270	600	210	11	110
Dez-07	260	470	140	7,2	76	150	340	52	9	70

Quadro A I.22. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Cruz João Mendes do concelho de Santiago do Cacém.

Cruz João Mendes										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
31-05-2005	140	532	118	12	50	74	341	80	7	39
28-09-2006	390	584	422	13	58	78	384	120	6	30
Abr-07	26	142	60	15	1,9	10	126	20	3,5	22
Mai-07	120	400	80	6,8	69	10	110	20	4,3	13
Jun-07	290	280	100	8,5	150	11	150	21	5,3	18
Ago-07	340	490	381	10,3	110	0	490	60	3,4	12
Set-07	620	130	660	21	130	0	980	640	13	75
Out-07	140	140	170	9,8	82	30	180	34	7,5	27
Nov-07	220	660	110	15	160	51	260	27	9,1	45
Dez-07	150	390	110	8,2	86	37	170	22	7,3	41

Quadro A I.23. Resultado das análises efectuadas ao afluente e efluente da ETAR de Ermidas Aldeia do concelho de Santiago do Cacém.

Ermidas Aldeia										
Data	Entrada					Saída				
	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)	CBO ₅ 20°C (mgO ₂ /L)	CQO (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	Fósforo Total (mgP/L)	Azoto Total (mgN/L)
27-01-2005	660	1650	768	13	106	140	514	270	10	82
20-04-2006	60	295	72	6	57	92	350	46	6	38
19-04-2007	251	690	86	8,2	56	228	416	72	7,7	34

ANEXO II – Áreas regadas nos concelhos de Alcácer do Sal, Ferreira do Alentejo e Santiago do Cacém entre os anos de 1997 e 2007

Quadro A II.1. Áreas regadas nos concelhos de Alcácer do Sal, Ferreira do Alentejo e Santiago do Cacém entre os anos de 1997 e 2007

ÁREAS REGADAS (ha)									
	Alcácer do Sal			Santiago do Cacém			Ferreira do Alentejo		
Anos	Arroz	Milho	Outras	Arroz	Milho	Outras	Arroz	Milho	Outras
1997	5292	155	335	1402	1745	816	654	1343	698
1998	6354	197	310	1298	2251	855	415	1706	1338
1999	5464	78	208	1137	2037	1250	345	1452	1918
2000	3625	115	731	966	1975	2119	395	1209	2353
2001	5379	152	275	1101	1877	1830	370	1225	2276
2002	5480	200	286	1230	1996	1464	346	1279	1762
2003	5435	103	471	1338	2454	1280	320	1103	1686
2004	5916	78	283	1308	2343	1308	316	852	1920
2005	3879	38	413	439	1104	1487	305	734	5377
2006	5045	36	283	1009	975	1155	260	820	4242
2007	5501	152	360	1239	1435	13892	310	720	4986

ANEXO III – Caudais médios anuais registados na estação de qualidade de Alvalade do Sado

Quadro A III.1. Caudais médios anuais registados na estação de qualidade de Alvalade do Sado.

Ano Hidrológico	Caudal médio anual (m³/s)
1980/1981	0,61
1981/1982	1,07
1982/1983	0,17
1983/1984	1,44
1984/1985	2,42
1985/1986	1,05
1986/1987	0,99
1987/1988	2,11
1988/1989	0,07
1989/1990	5,58
1990/1991	1,65
1991/1992	0,20
1992/1993	0,31
1993/1994	0,42
1994/1995	0,10
1995/1996	4,92
1996/1997	1,85
1997/1998	1,18
1998/1999	0,07
1999/2000	0,32
2000/2001	0,93
2001/2002	0,01
2002/2003	0,09
2003/2004	0,03
2006/2007	0,03

**ANEXO IV – Precipitações anuais registadas nas estações meteorológicas de S.
Domingos e Ferreira do Alentejo**

Quadro A IV.1. Precipitações anuais registadas nas estações meteorológicas de S. Domingos e Ferreira do Alentejo

Data	Precipitação anual (mm) na estação de Ferreira do Alentejo	Precipitação anual (mm) na estação de S. Domingos
01-10-1980 9:00	303,9	352,5
01-10-1981 9:00	495,6	593,1
01-10-1982 9:00	270,7	287,1
01-10-1983 9:00	673,7	798,5
01-10-1984 9:00	671	767,6
01-10-1985 9:00	530,8	598,6
01-10-1986 9:00	459,6	511,7
01-10-1987 9:00	632,2	801,2
01-10-1988 9:00	578,2	626,1
01-10-1989 9:00	713,3	824,1
01-10-1990 9:00	509,4	822,3
01-10-1991 9:00	277,5	433,6
01-10-1992 9:00	429,5	391,3
01-10-1993 9:00	424,7	
01-10-1994 9:00	315,6	375,3
01-10-1995 9:00	813,7	
01-10-1996 9:00	568,4	
01-10-1997 9:00	757,7	
01-10-1998 9:00	331,6	
01-10-1999 9:00	546	
01-10-2002 9:00		529,9
01-10-2003 9:00	682,7	479,4
01-10-2004 9:00	241,6	200,8
01-10-2005 9:00		644,1
01-10-2006 9:00	1658,6	

**ANEXO V – Valores de concentração dos vários parâmetros analisados no estudo de
1978**

Quadro A V.1. Valores de concentração dos vários parâmetros analisados no estudo de 1978

Parâmetros	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6 Vaz.	E 6 Enc.	E 7 vaz.
Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)	840	1050	1140	1100	1100	830	910	0
pH	7,3	7,2	7,3	7,3	7,3	7,6	7,6	7,6
OD (mg/L)	7,2	5,6	8,1	6,5	6,6	8,3	7,8	6,86
OD (% de saturação)	76	59	86	70	71	89	84	0
CBO₇ (20°C) (mg/L)	1,2	2,8	1,3	1,2	2,3	2,3	3,1	4,5
CQO (mg O/L)	4	4	4	4	3	5	5	6
Nitritos (mg/L)	0,01	0,028	0,041	0,025	0,013	0,01	0,01	0,01
Nitratos (mg/L)	0,285	0,071	0,208	0,28	0,206	0,11	0,12	0,173
Fosfatos (mg/L)	0,002	0,012	0,002	0,12	0,002	0,026	0,004	0,13
Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	2	4	1	25	11	12	18	19
Sólidos dissolvidos (mg/L)	545	680	740	715	715	540	590	
Sólidos suspensos (mg/L)	8	11	9	10	4	50	160	222
Coliformes Totais (MPN) (dia 11)	0	275	350	1800	550	1800		1800
Coliformes Totais (MPN) (dia 14)	350	1800	8					85
Matéria Orgânica	0,3	0,7	0,3	0,3	0,8	0,5	0,6	0,8

**ANEXO VI – Exemplo de folha de campo utilizada na recolha de amostras efectuadas
no rio Sado**

RIO SADO

Dia:...../...../.....

Estado do Tempo:.....

Observações:.....

.....

	1- Rodoviária	2- Pedonal	3- Ferroviária
Hora			
Profundidade do rio (m)			
Transparência (m)			
Temperatura ambiente (°C)			
Temperatura da água (°C)			
Fósforo (frasco)			
CBO, OD (frascos winckler)	(t=0)	(t=0)	(t=0)