



Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

**Estudo da Salinidade nas Águas Superficiais das Ribeiras do Concelho
de Oeiras**

Projecto Final de Licenciatura

Elaborado por Maria de Fátima Mendes Constanço

Aluna nº 20101342

Orientadora: Professora Doutora Sandra Félix

Barcarena

Dezembro 2016

Universidade Atlântica

Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

**Estudo da Salinidade nas Águas Superficiais das Ribeiras do Concelho
de Oeiras**

Projecto Final de Licenciatura

Elaborado por Maria de Fátima Mendes Constanço

Aluna nº 20101342

Orientadora: Professora Doutora Sandra Félix

Barcarena

Dezembro 2016

O autor é o único responsável pelas ideias expressas neste relatório

Agradecimentos

Declaro que por minha vontade, o presente trabalho não segue a grafia do novo Acordo Ortográfico (AO90).

Agradeço às minhas colegas de trabalho, Filomena Segismundo e à Ana Brântuas, toda a colaboração demonstrada.

Agradeço a todos os professores que ao longo do meu percurso académico da Licenciatura de Gestão de Ambiente e de Ordenamento do Território me transmitiram o conhecimento, contribuindo para a minha evolução.

Agradeço ao Professor Carlos Russo Machado, ao Professor João Vilhena, ao Professor Luís Rodrigues e à Professora Rita Teixeira d’Azevedo, o entusiasmo e a motivação com que sempre conduziram as suas aulas.

Agradeço ao Professor Mário Macedo que pela sua dedicação, disponibilidade e apoio fundamental, me fez empenhar, acreditar e ultrapassar obstáculos.

Por último, e porque os últimos são os primeiros, quero agradecer à Professora e Orientadora Sandra Félix, que me acompanhou ao longo destes anos académicos, e com quem fecho este ciclo.

Que o Sol vos brilhe sempre!

À minha mãe.

Ao meu irmão.

À memória do meu pai.

“Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós.

Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.”

Antoine Saint-Exupery

Estudo da Salinidade nas Águas Superficiais das Ribeiras do Concelho de Oeiras
Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Resumo

O concelho de Oeiras apresenta uma elevada riqueza, quer em termos da qualidade dos solos de produção agrícola, quer em termos de recursos hídricos, nomeadamente pelos cursos de águas superficiais que apresentam caudal durante todo o ano, alimentados por afluentes e águas pluviais, e que são susceptíveis de serem contaminados.

Este problema está relacionado tanto com factores naturais como por acção do Homem, que de forma isolada ou interagindo são decisivos na qualidade da água dos cursos hídricos superficiais e subterrâneos, e que são alvo de uma alteração química, tornando-a imprópria para a sobrevivência da maioria dos seres vivos, nomeadamente os que dependem destes ecossistemas.

Este estudo incide sobre a alteração química da água através da avaliação de parâmetros físico-químicos num determinado percurso da Ribeira da Lage e da Ribeira de Barcarena. Estes cursos de água com origem em concelhos diferentes atravessam grandes aglomerados populacionais, entrando depois concelho de Oeiras, também ele muito urbanizado, onde ainda se assiste a algumas actividades tradicionais agrícolas de regadio e outras actividades industriais que utilizam as águas destas ribeiras.

Palavras-Chave: águas superficiais, condutividade, salinidade.

Abstract

The municipality of Oeiras has a high wealth, both in terms of quality of agricultural production soils and in terms of water resource, in particular by superficial waters courses, that flows all over the year, fed by tributaries and rainwater. However, this water courses are susceptible to be contaminated.

This problem is related with natural causes and human causes, which in isolation or interacting with each other are decisive in the superficial and underground water quality of these hydric resources. This water is target to have a chemical alteration, and becomes unable for the survival of most living beings, especially those that depends on these ecosystems.

This study case is about the water chemical alteration, study through the evaluation of physico-chemical parameters in a certain course of the Ribeira da Lage and the Ribeira de Barcarena. These superficial waters born in different municipalities, and before enter in Oeiras municipality, these water courses cross a large urban occupation. The Oeiras municipality is also very urbanized, where there are still some traditional agricultural activities of irrigation and other industrial activities that use the waters of these hydric resources.

Keywords: superficial waters, conductivity, salinity.

Estudo da Salinidade nas Águas Superficiais das Ribeiras do Concelho de Oeiras
Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Índice

Agradecimentos	iv
Resumo	vi
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Índice de figuras	xii
Índice de tabelas	xiii
Lista de abreviaturas e siglas	xiv
Glossário.....	xvi
Introdução	1
1. Qualidade da Água.....	3
1.1. Alteração química da água	3
1.1.1. Causas de Natureza Humana – Antropogénicas.....	3
1.1.2. Causas Naturais	5
1.2. Salinidade.....	10
1.3. Condutividade eléctrica.....	10
1.4. Sais minerais determinantes da salinidade	11
1.5. Monitorização das águas	12
2. Enquadramento legislativo	15

2.1. Declaração de Dublin sobre a Água e Desenvolvimento Sustentável	15
2.2. Lei da Água	16
2.3. Instrumentos de Ordenamento do Território - RAN e REN	20
2.3.1. Reserva Agrícola Nacional	20
2.3.2. Reserva Ecológica Nacional	21
2.4. Política Ambiental	22
3. Cenários climáticos futuros para Portugal Continental – Projecto SIAM II	22
4. Enquadramento da área de estudo	23
4.1. Concelho de Oeiras - Caracterização	25
4.1.1. Clima, precipitação e vento	25
4.1.2. Relevo, Hipsometria e Hidrografia	26
4.1.3. Geologia e Geomorfologia	29
4.1.4. Formações arbustivas naturais	31
4.1.5. Uso do solo, Carta de Capacidade de Uso do Solo e Valor Ecológico do Solo	32
5. Caso de estudo	33
5.1 Introdução às ribeiras em estudo	34
5.2. Caracterização das ribeiras	34
5.2.1. Ribeira da Lage	35
5.2.2. Ribeira de Barcarena	36

5.3. Zonas das ribeiras abrangidas pelos IOT- RAN e REN.....	37
5.3. Metodologia	39
6. Análise e interpretação dos resultados obtidos	42
Conclusão.....	52
Bibliografia	54
Anexos I.....	64
Anexos II.....	65
Anexos III	66

Índice de figuras

Figura 1 - Fontes diversas que podem contribuir para o nível de sólidos dissolvidos na água.	9
Figura 2 - Clima de Portugal Continental	24
Figura 3 - Ortofotomapa	25
Figura 4 - Carta Hipsométrica	27
Figura 5 - Sistemas aquíferos do concelho de Oeiras	27
Figura 6 - Rede hidrográfica do Concelho de Oeiras	28
Figura 7 - Formação geológica dos solos do C.M.O.	29
Figura 8 - Carta de solos do C.M.O.	30
Figura 9 - Uso do solo.....	32
Figura 10 - Características e origem da ribeira da Lage	36
Figura 11 - Características e origem da ribeira de Barcarena.	37
Figura 12 - Ribeiras em estudo – REN e RAN.....	38
Figura 13 - REN e RAN	39
Figura 14 - Identificação das ribeiras em estudos e pontos de recolha.....	40

Índice de tabelas

Tabela 1 - Pontos de recolha de água para análise	41
Tabela 2 - Valores de CE nos quatro pontos de recolha de água das ribeiras de Barcarena	42
Tabela 3 - Equivalência entre os valores de condutividade elétrica e a quantidade de sais minerais presentes nas amostras de água recolhidas ao longo do percurso das duas ribeiras em estudo.	44
Tabela 4 - Caracterização dos diferentes tipos de água com os diferentes índices de sais minerais.....	44

Lista de abreviaturas e siglas

AML – Área Metropolitana de Lisboa

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ARH – Administração da Região Hidrográfica

CE – Condutividade Eléctrica

CMO – Câmara Municipal de Oeiras

CVL – Complexo Vulcânico de Lisboa

DQA – Directiva do Quadro da Água

FAO – Food and Agriculture Organization (of the United Nations)

IGT – Instrumentos de Gestão Territorial

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Changes

ONU – Organização das Nações Unidas

PA – Planeamento da Água

RH – Região Hidrográfica

PDM – Plano Director Municipal

PNA – Plano Nacional da Água

PPP – Princípio do Poluidor Pagador

PUP – Principio do Usuário Pagador

PEGA – Planos Específicos da Gestão da Água

PGRH – Planos de Gestão das Regiões Hidrográficas

RAN – Reserva Agrícola Nacional

REN – Reserva Ecológica Nacional

SIAM – Scenarios, Impacts and Adaptation Measures

USEPA – United States Environmental Protection Agency

Glossário

Águas subterrâneas – são todas as águas que se encontram abaixo da superfície do solo, mais concretamente na zona saturada.

Águas superficiais – são todas as águas que se encontram á superfície do solo em forma de rios, nascentes, lagos, nascentes ou lagoas, que têm origem nas águas subterrâneas e na precipitação.

Aluviões – depósito de cascalho, areia e argila que se forma e se deposita junto às margens de um curso de água ou na foz dois rios e ribeiras que tem origem no fenómeno de erosão.

Aluio solos – compostos de sedimentos aluvionares são solos com relevo plano ou quase plano constituídos por depósitos de estratificados de aluviões. Em muitos casos, o lençol freático encontra-se a menos de dois metros de profundidade, fazendo com que os mesmos se encontrem geralmente humedecidos e cuja em superfície se faz notar a presença de vegetação.

Aquífero – acumulação de água subterrânea que se deposita em terreno de características impermeáveis e que podem ser constituídos por uma ou mais camadas subterrâneas de rocha ou outros estratos geológicos suficientemente porosos e permeáveis que permitem um escoamento significativo das águas subterrâneas.

Barros castanho-avermelhados e barros pretos – solos evoluídos, de cor escura, argilosos, com presença de superfícies polidas por deslizamento e curta sazão.

Causas antropogénicas – efeitos, processos de acção derivada de actividade humanas.

Causas naturais – efeitos, processos que decorrem em ambientes naturais sem influência humana.

Condutividade eléctrica – é uma medida de capacidade de uma matéria deixar passar uma corrente eléctrica. A condutividade eléctrica da água é afectada pela presença de sólidos dissolvidos inorgânicos tais como o cloreto, nitrato, sulfato e aniões de fosfato

(iões que transportam carga negativa) ou de sódio, magnésio, cálcio, ferro e catiões de alumínio (iões que transportam carga positiva).

Contaminação – tem origem em qualquer alteração física, química ou biológica do ar, do solo ou da água e que produz impacte nos seres vivos.

Complexo Vulcânico de Lisboa – também chamado de Complexo Basáltico de Lisboa. A zona de Lisboa evidencia que a muitos milhões de anos, já teve actividade vulcânica, onde predomina as rochas basálticas. Em diferentes períodos de tempo, nomeadamente na era Mesozóica, mais concretamente no período do Cretácico surgem as rochas esbranquiçadas que caracterizam a forte incidência do calcário que existe em toda a região de Lisboa.

Degradação ambiental – todo e qualquer processo de alteração física, química ou biológica que provoca o desequilíbrio no meio ambiente, com ou sem a intervenção humana e que diminui a capacidade de determinado ecossistema em sobreviver.

Impacte ambiental – é uma mudança no meio ambiente causada pela actividade do ser humano e cujas alterações físicas, químicas e biológicas derivadas das actividades humanas, directa ou indirectamente provocam um desequilíbrio ecológico, que pode provocar graves prejuízos no meio ambiente.

Meio ambiente – conjunto de todas as unidades ecológicas e influências externas que afectam a vida e o desenvolvimento de um organismo.

Nível piezométrico – nível a que a água de um aquífero se encontra à pressão atmosférica.

Poluente – toda e qualquer forma de matéria ou energia que possa causar e que cause alteração química no meio ambiente.

Rochas ígneas – também designadas de magmáticas ou eruptivas, têm origem no arrefecimento do magma derretido ou parcialmente derretido.

Rochas piroclásticas – são fragmentos de rocha sólida ígnea que são expelidos para o ar pela erupção de um vulcão.

Salinidade – refere-se à quantidade total de sais minerais dissolvidos na água e pode ser determinada como sais totais dissolvidos ou como sólidos totais dissolvidos.

Salinização – alteração da concentração por aumento de sais minerais no solo e/ou na água e que pode ter origem quer em causas naturais como em causas antropogénicas.

Solos basálticos – rocha de composição ígnea eruptiva, rica em silicatos de magnésio e ferro e com baixo teor de sílica, que constitui uma das rochas mais abundantes na crosta terrestre.

Solos calcários – são formados a partir de rochas calcárias. São solos pouco evoluídos, com percentagem variável de carbonato de cálcio ao longo do perfil. Distinguem-se os solos calcários pardos que apresentam uma escassa cobertura vegetal. A água da chuva transporta por dissolução uma grande quantidade de carbonatos que se acumulam ao longo do seu perfil.

Estudo da Salinidade nas Águas Superficiais das Ribeiras do Concelho de Oeiras
Licenciatura em Gestão do Ambiente e do Território

Introdução

A água doce é um elemento finito e incontestável para a vida, recurso natural economicamente indispensável, vem sendo cada vez mais ameaçado, mais contaminado e mais escasso (Marques & Comune, 2001).

Aproximadamente 70% da superfície terrestre é coberta por água. Trata-se de quase 1,5 mil milhões de km³ de água em todo o planeta, contando com oceanos, rios, lagos, lençóis subterrâneos e icebergs e glaciares.

A maior parte da água encontra-se distribuída pelos oceanos, mares e lagos de água salgada e representa 97% do total, correspondendo a água doce da Terra apenas aos restantes 3% (ONU, 2002).

Deste total de água doce, 77% representa a água que está presente em icebergs e glaciares e que não se encontra disponível na forma líquida, 22% correspondem a água subterrânea, e os restantes 1% desta água, correspondem a água dos rios e dos lagos.

As águas, distribuem-se por reservatórios aéreos, superficiais e subterrâneas, integram um circuito fechado, designado de Ciclo da Água ou Ciclo Hidrológico, que caracteriza a interdependência e o fluxo contínuo da água, no comportamento natural de renovação da água no planeta através da gigantesca circulação ao nível da atmosfera, da superfície terrestre e do subsolo.

As águas superficiais surgem na natureza em forma de nascentes, rios, lagos ou lagoas e têm origem nas águas subterrâneas, cuja água é proveniente da precipitação. Estas águas subterrâneas quando atingem a superfície (nascentes), alimentam as linhas de água que se juntam a rios permitindo que os mesmos apresentem caudal durante todo o ano, mesmo quando não ocorra precipitação, até atingirem os oceanos. Também os rios em determinada altura do seu percurso, podem contribuir para recarregar os aquíferos (rios influentes), por infiltração da água nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fissuras e fracturas (escoamento subterrâneo) até atingir a zona saturada das rochas, entra na circulação subterrânea e contribui para a recarga dos aquíferos.

As águas superficiais integram sistemas complexos, de particularidades muito próprias, caracterizados com escoamentos naturais das áreas de drenagens adjacentes, formando as bacias hidrográficas (Tucci, 1997).

Segundo Yassuda (1993), a bacia hidrográfica é a área de interacção das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, económico e cultural".

Desde a antiguidade que quase todos os aspectos da vida do Homem giram em torno da água, razão pela qual as grandes cidades e civilizações se desenvolveram junto às margens dos rios. Com a revolução industrial, a quantidade de resíduos lançados no meio ambiente passou a ser cada vez maior (Tommasi, 1994).

As regiões costeiras surgem como ambientes de características frágeis. O rápido crescimento populacional e o conseqüente crescimento das cidades que se verifica junto às zonas litorais, provocam quer pelo consumo excessivo e descontrolado quer pela contaminação dos recursos hídricos por efluentes domésticos, urbanos, industriais e agrícolas, associado às causas naturais a contaminação das águas, cuja alteração química, leva a que tanto a qualidade, quanto a disponibilidade de água se encontre ameaçada.

Os efeitos na qualidade e na quantidade da água disponível, relacionados com os sedimentos por ela transportados são temas cada vez mais pertinentes.

1. Qualidade da Água

A noção de qualidade da água tem tido como princípio a ideia de pureza, no sentido de inviolabilidade das suas características químicas. A qualidade da água é uma variável que depende das características naturais como climáticas e geomorfológicas e também de factores antropogénicos da Bacia Hidrográfica. Além de que, depende directamente da quantidade de água existente para se dissolver, diluir e transportar as substâncias. A qualidade da água vai por isso, depender da sua composição química, ou seja, da concentração de sais dissolvidos.

À medida que as ribeiras fluem, a qualidade das águas pode melhorar pela capacidade de autodepuração dos próprios rios e diluição dos contaminantes e, pela recepção da melhor qualidade dos seus afluentes.

1.1. Alteração química da água

A alteração química da água, fenómeno designado de salinização, envolve a concentração de sais minerais solúveis na água, com origem na actividade antropogénica e/ou em causas naturais, que de forma isolada ou interagindo são responsáveis pelas mudanças que ocorrem no ambiente. A concentração salina varia não somente com a proximidade do litoral como também com a profundidade, os condicionantes estratigráficos, geomorfológicos e estruturais e com a intensidade da ocupação populacional. Da mesma forma, em função de factores meteorológicos e da eventual sazonalidade de fontes de poluição e de descarga, a sua qualidade varia ao longo do ano.

1.1.1. Causas de Natureza Humana – Antropogénicas

Com origem nas grandes cidades, onde se concentram um maior número de pessoas e a maioria na indústria, ocorrem uma infinidade de fontes poluidoras, tanto na forma de efluentes domésticos como industriais, urbanos e agrícolas, que influenciam a alteração químicas dos recursos hídricos cuja salinização com origem em atividades humanas é mais perceptível em ambientes de elevada evapotranspiração e baixa precipitação pluviométrica, manifestando-se de forma mais acentuada nessas áreas em consequência da utilização inadequada da água (Oliveira, 1997).

Os efluentes industriais, cuja água resultante dos processos industriais, e os efluentes domésticos quando lançados para os cursos de água, para além de conterem resíduos tóxicos provocam um aquecimento das águas naturais e contribuem em muito para a alteração química dos sistemas lóticos.

Os contaminantes inorgânicos face à toxicidade que apresentam, têm ganhado uma maior visibilidade com o estudo da contaminação por metais pesados. Sendo a água a principal via de transporte de compostos inorgânicos, a condução dos mesmos poderá ser realizada de forma física quer como espécies dissolvidas ou como espécies associadas a partículas sólidas (Forstner & Wittmann, 1981).

A agricultura além de se afigurar como a maior consumidora em cerca de 70% da disponibilidade hídrica mundial, é também, a maior responsável pela alteração química dos recursos hídricos, que através dos adubos e os fertilizantes que são arrastados pelas águas pluviais até aos cursos de águas, causam a contaminação tanto das águas superficiais quanto subterrâneas por conterem grandes quantidades de sais, nutrientes, pesticidas e sedimentos, contribuindo para a degradação da qualidade e redução da disponibilidade de água (Ongley, 2000).

Segundo Alloway & Ayres (1997), a agricultura é uma das maiores fontes não pontuais de poluição por metais pesados, sendo as fontes principais as impurezas em fertilizantes, os pesticidas, os agrotóxicos e os dejectos de produção de aves e porcos.

A agricultura irrigada praticada pelos pequenos produtores contribui significativamente para degradar a qualidade das águas. A exploração dos recursos naturais com o uso de técnicas inadequadas favorece o aumento do grau de degradação dos solos, verificando-se alterações nas suas características físico, químicas e biológicas. Provocam uma grave degradação ambiental, incluindo perda de biodiversidade, exercendo também, pressão nos cursos de água superficiais e subterrâneos devido ao uso intenso de fertilizantes e pesticidas nas lavouras (FAO, 2011).

Os impactos ambientais com origem na agricultura são da natureza difusa e a sua monitorização deve ter em conta a bacia hidrográfica onde esta actividade se insere com

efeitos cumulativos do sentido de montante/jusante. Sendo que os parâmetros indicadores para avaliação destas alterações químicas sofrem ainda a influência que o clima causa sobre os mesmos, principalmente a precipitação que mascara o comportamento destes indicadores através de um efeito de sazonalidade (Toledo & Ferreira, 2000).

Similarmente, também o consumo excessivo de água nos sistemas hídricos costeiros e estuarinos provoca um desequilíbrio dos aquíferos, conduzindo a uma diminuição da quantidade de água, e em consequência, a uma maior pressão sobre os aquíferos costeiros permitindo face à diminuição da cunha de água doce o avanço das águas marinhas, elevando assim os níveis de salinidade destes recursos hídricos subterrâneos.

Quando se estabelecem captações de água, o fluxo de água doce para o mar diminui de intensidade verificando-se a mudança de posição da interface que se supõe que seja pela penetração da água do mar para o continente. Segundo Fetter (2004), quando o caudal extraído do aquífero é maior do que a recarga que o aquífero recebe, ocorre a intrusão activa sendo que o gradiente hidráulico natural do aquífero é revertido, o aquífero deixa de descarregar água no mar e a água doce vai mover-se da interface água doce/água salgada para as captações. A migração da interface cria um cone de depressão profundo, e desloca-se para o interior do continente mais rapidamente, só parando quando a intrusão alcançar o centro de bombagem.

Contribuem para além destes factores antropogénicos que influenciam na quantidade e qualidade do escoamento, outros factores, naturais, como o clima, a duração e a intensidade das precipitações, o tipo e uso de solo e a sua declividade (United States Environmental Protection Agency – USEPA, 1999).

1.1.2. Causas Naturais

Os impactos causados pelas alterações climáticas influenciarão entre outros, a disponibilidade de água existente nos recursos hídricos e na relação directa de escorrência de água com o clima.

Com o aumento do aquecimento global a quantidade de evaporação das reservas de água tende a aumentar. As alterações climáticas provocam modificações no regime de

precipitação e levam a variações do volume e distribuição da disponibilidade de água superficial e subterrânea.

Para além de provocar alterações na quantidade de água, os factores climáticos também interferem na qualidade das águas, provocando alterações.

Por um lado, a contaminação das águas por causas naturais, como é no caso da precipitação, que favorece os processos de mineralização dos solos e das rochas, como no transporte de solutos, arrastando para os cursos de água superficiais e reservatórios hídricos, materiais sólidos e sais dissolvidos e as chuvas que lavando a atmosfera depositam poeiras e gases na água e no solo, aumentando o seu grau de salinidade. Com as chuvas, ocorre a renovação das águas e diluição dos solutos das fontes hídricas, cuja concentração de solutos na água foi favorecida pelas baixas precipitações e elevadas taxas evapotranspirométrica. Também a acumulação de sais minerais na superfície do solo em consequência da evaporação da água é decorrente da subida do nível do lençol freático até à superfície do solo.

As actuais mudanças climáticas propiciam o aumento de temperatura. E, estão na causa significativa da subida do nível das águas do mar contribuindo para o risco de salinização dos solos e das águas subterrâneas das zonas costeiras, por desequilíbrio entre a água doce e a água salgada presentes nos aquíferos. (IPCC, 2001), (Santos & Miranda, 2006).

As áreas litorais são ambientes muito frágeis, nos quais os aquíferos podem ser facilmente contaminados, gerando um problema ambiental. Com a subida do nível das águas do mar pode ocorrer o avanço das águas salgadas, através da superfície, denominada de invasão marinha. Também o avanço da cunha salina, propriamente chamada de intrusão marinha, ocorre quando a cunha de água salgada do mar avança ou se mistura com as águas doces do aquífero através das rochas que existem no subsolo das áreas costeiras (Cruz & Silva Jr., 2006), fenómeno que ocorre em zonas litorais onde existem cursos de água subterrâneos e aquíferos, agravando o problema da sua escassez.

As águas dos aquíferos costeiros são sistemas em equilíbrio dinâmico entre a água doce e a água salgada, este equilíbrio é estabelecido em função do caudal que se escoia para o

mar, e que impedem o avanço da água marinha para o interior do continente. Este equilíbrio dinâmico é estabelecido em função da diferença de densidades entre a água doce e salgada, e dos níveis potenciométricos no aquífero. A água doce, por acção da pressão, impede o avanço da água salgada para a zona costeira terrestre. Caso ocorra uma redução na pressão, isto permitirá ao mar avançar por debaixo da terra, cujo movimento permanente ou temporário desta água marinha para o continente causará um impacto negativo na qualidade da água doce. Invasão que na maioria das vezes se se torna imperceptível e cuja consequência será a salinização das águas subterrâneas.

Numa composição que contém dois fluídos não miscíveis em contacto, a interface tem uma profundidade e orientação que se correlaciona com a velocidade e a direcção do movimento com o potencial hidráulico e também com a densidade de cada um desses fluídos. Tratando-se de dois líquidos que são miscíveis, água doce e água salgada, não ocorre uma zona brusca de interface, passando-se de um líquido para o outro através de uma zona de mistura. Cujas espessura denominada de zona de difusão ou de transição, dependerá da difusividade e da dispersividade do meio e das características do movimento.

O fluxo de água doce que escorre em direcção ao mar ajuda a manter um certo balanço de sais no aquífero. Se, como consequência da redução do fluxo de água ao mar, ocorre uma recirculação de água doce que perde sais no solo como em regadios com água subterrânea, tem-se um certo incremento da salinidade de água doce de origem diferente da contaminação pela água do mar.

A invasão passiva da água marinha ocorre quando o caudal de água doce no aquífero diminui nomeadamente pela diminuição da recarga ou exploração do aquífero, contudo o gradiente hidráulico ainda é favorável à descarga de água doce no mar (Fetter, 1994). Mediante estes factos, a interface entre estas duas águas deslocar-se-á paulatinamente em direcção ao continente até encontrar novo equilíbrio. Assim sendo, a interface durante a praia-mar, desloca-se em direcção ao continente, o inverso ocorre durante a baixa-mar (Barlow, 2003).

Segundo Custódio & Llamas (1983), outra hipótese de intrusão salina decorrerá da possível infiltração (através de aquíferos) de água de outros aquíferos salinizados, por gotejamento ou por deficiências na captação. E, referem ainda a possibilidade de contaminação por inundação da água do mar em zonas litorais durante tempestades.

A salinização dos solos pode ocorrer pela intemperização das rochas e pela deposição de sais provenientes dos oceanos pela acção das chuvas e dos ventos, sendo denominada de salinização primária (Richards, 1954; Neumann, 1997, Ribeiro *et al.* 2009). Os sais, resultantes do processo de intemperização, podem ser carreados para horizontes inferiores, mediante percolação e depositados nas águas superficiais ou levados a lugares distantes do escoamento superficial. Assim, geologia tem uma forte influência na concentração de solutos nas águas. A composição química das águas superficiais é determinada directamente pela composição do solo, pela composição geológica, pelo percurso por onde escorre, na superfície do solo ou nas fracturas das rochas que afloram, por organismos aquáticos e indirectamente pelo clima e vegetação. No entanto, metais pesados podem estar presentes nas águas superficiais e subterrânea, tanto em razão de processos naturais quanto devido a actividade antropogénica.

A salinização é denominada secundária quando a elevação na concentração de sais no solo é resultante de alguma actividade antrópica, geralmente associada ao desmatamento, ao excesso de água ou de irrigação, ao padrão de qualidade da água de irrigação abaixo do recomendado, uso de adubos químicos e sistema de drenagem ineficientes (Williams, 1987; Ribeiro *et al.*, 2003; Neumann, 1997).

A origem dos problemas de salinidade confunde-se com a própria formação dos solos e envolve processos físicos, químicos e biológicos, por intervenção da acção de factores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo (Ribeiro *et al.*, 2003; Dias, 2004).

Embora os rios, apresentem a vantagem por estarem em constante movimento, facto que permite a renovação das águas, os mesmos funcionam como colectores naturais das paisagens, e reflectem não só o uso como também a ocupação do solo da respectiva bacia de drenagem. A complexidade destes sistemas lóticos, de águas em movimento, deve-se não só ao uso da terra, como ao tamanho e formas das bacias de drenagem e às condições

climáticas locais. Segundo Manoel Filho (1997), factores «naturais, principalmente a geologia, tem forte influência na qualidade das águas», cuja composição química dependerá da concentração química dos minerais e rochas e de factores pedogenéticos, e se encontra directamente relacionada com o trajecto percorrido por ela, quer nos cursos de água na superfície quer nos cursos de água subterrânea ou nas fracturas das rochas. Sendo que o grau de salinidade é mais acentuado nas regiões que apresentam altas taxas de evaporação, donde resulta uma maior concentração dos sais dissolvidos, bem como devido à pouca descarga fluvial por fraca precipitação (Ayers & Westcot, 1991; Wanderley, 2009).

Segundo Faust & Aly (1981), quando considerados exclusivamente processos naturais, os principais constituintes presentes nas águas superficiais e subterrâneas resultam de processos físicos e químicos de intemperismo de rochas.

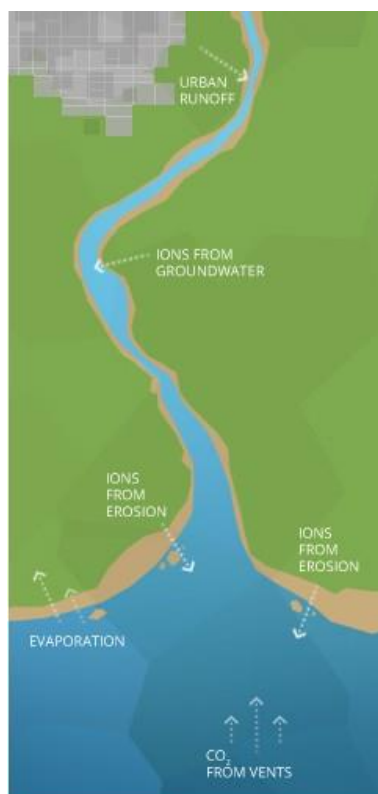


Figura 1 – Fontes diversas que podem contribuir para o nível de sólidos dissolvidos na água.

<http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/conductivity-salinity->

Acedido em 30 de Setembro

O impacte ambiental causado quer por causas naturais quer por causas antrópicas, reflete-se assim na qualidade da água, tornando-a um sistema fortemente sinalizador dos desequilíbrios ao seu redor (Fawcett, 1997). A avaliação de parâmetros como carga de sedimentos e de organismos, metais pesados, nitratos e fosfatos em águas superficiais auxilia na determinação do nível da alteração química da água.

1.2. Salinidade

A salinidade refere-se à concentração total de todos os sais dissolvidos na água, e pode ser definida pelo peso total de sais inorgânicos dissolvidos em um quilograma de água. O parâmetro da salinidade tem grande importância na caracterização das massas de água, já que possibilita a determinação de diversas propriedades físico-químicas, o tipo de fauna e flora e os potenciais usos humanos da água.

A água do mar de todo o mundo possui em média uma salinidade de 35, o que significa que para cada litro de água há 35 gramas de sais dissolvidos. Embora possam haver variações em função do ambiente. A salinidade dos oceanos varia entre 30 e 37. Regiões com altas taxas de evaporação apresentam maiores índices de salinidade, valor que tende a diminuir em áreas mais frias, devido ao aporte de água doce proveniente dos glaciares. A água dos rios, lagos e lençóis subterrâneos procedente de um processo de precipitação (chuva, granizo e neve) apresenta uma salinidade próxima de zero, por oposição à água do mar, enquanto a água salobra, ou dos estuários, apresentam uma salinidade intermédia.

1.3. Condutividade eléctrica

A variável utilizada para se avaliar a salinidade ou a concentração de sais solúveis na água e no solo é a condutividade eléctrica, CE, a qual corresponde à medida da capacidade dos iões presentes na água em conduzir o fluxo eléctrico, e que cresce proporcionalmente com o aumento da concentração de sais (Ribeiro *et al.* 2005) e com o aumento da temperatura (factor que influencia praticamente todos os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem na água). Segundo Farias (2006), a importância do estudo da condutividade eléctrica dá-se pelo facto de ser um indicador da concentração de minerais na água.

A unidade padrão usada nas medidas de condutividade do Sistema Internacional de Unidades e usado para as medições em água doce é o microsiemens por centímetro ($\mu\text{S cm}^{-1}$) em uma dada temperatura.

Dado que existe uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, pode estimar-se o teor de sais pela medida de propriedades químicas e físico-químicas estudadas e pela condutividade de uma massa de água, numa dada temperatura, ou seja, o seu teor salino é aproximadamente dois terços do valor obtido para a condutividade (Pedrosa & Caetano, 2002; Pádua, 2005).

Similarmente, a condutividade fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece indicação das quantidades dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade aumenta. Segundo Mestrinho (2006), uma maior condutividade nas águas está associada aos calcários e basaltos do que naquelas mais resistentes como granitos e quartzitos.

1.4. Sais minerais determinantes da salinidade

A água pura é um meio isolante, porém sua capacidade de solvência das substâncias, orgânicas e inorgânicas nomeadamente de sais, faz com que as águas naturais tenham, em geral, alto poder de condutividade elétrica, que dependerá do tipo de mineral dissolvido bem como da sua concentração, bem como da temperatura e profundidade. Assim, a água tem a capacidade de dissolver substâncias polares ou iónicas para formar soluções aquosas. A interação entre as moléculas do solvente (água) e as do soluto são responsáveis pelo processo de solubilização. Apresenta um forte poder de dissociação, i.e., pode separar o material dissolvido em iões carregados eletronicamente, em cujo resultado, o material dissolvido aumenta bastante a condutividade da água.

Os iões condutores, designados por electrólitos, são provenientes dos sais dissolvidos e de materiais inorgânicos, que quando dissolvidos na água, se dividem em partículas de carga positiva, catiões (+) e em partículas de carga negativa aniões (-).

Existem muitos diferentes sais dissolvidos que contribuem para a salinidade da água. Enquanto a água doce normalmente tem uma proporção maior de bicarbonato, a água salgada tem uma maior concentração de cloreto de sódio.

Em comparação com a água doce, a água dos mares e oceanos contém grandes quantidades de sais, embora tal salinidade não seja igual em todos eles. Dentre os elementos dissolvidos na água do mar, os iões de Na^+ e Cl^- compreendem mais de 85,65% de todas as substâncias dissolvidas na água do mar. Estes dois constituintes iónicos fornecem à água do mar sua propriedade mais característica, a salinidade. Os seis iões mais abundantes – cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), sódio (Na^+), magnésio (Mg^{2+}), cálcio (Ca^{2+}) e potássio (K^+) – somam cerca de 99% de todo os solutos presente na água do mar, restando cerca de 0,01% que é composto por outras substâncias.

Muitos destes iões também estão presentes em fontes de água doce, mas em quantidades muito menores, nas formas de cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos. Estes elementos podem apresentar diferentes proporções dependendo da fonte de água, de sua localização geográfica e da época de colecta, entre outros factores (Silva JÚNIOR *et al.*, 1999).

Por conseguinte, a CE, possui grande proporcionalidade com as concentrações dos principais iões determinantes da salinidade como o cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonatos, sulfatos e cloretos.

1.5. Monotorização das águas

Para identificação das causas que originam alterações, a monotorização da qualidade das águas é a abordagem mais viável. O seu excelente desempenho como solvente permite que possamos nas águas ambientais encontrar a presença de muitas substâncias orgânicas e inorgânicas. No que respeita aos sais minerais, a sua solubilidade em água está relacionada com a condutividade eléctrica que esta apresenta, cujos valores dependerão do tipo de mineral dissolvido, da sua concentração, bem como da temperatura e da profundidade, entre outros.

Com base nas concentrações dos sais minerais dissolvidos, são definidos diferentes tipos de água, o que permite distinguir uma água doce, de uma salobra ou mesmo salgada. Embora a CE não forneça a indicação das quantidades dos vários componentes, ela é um dos indicadores da qualidade da água.

Valores altos de condutividade eléctrica podem servir como indicadores da presença de sais minerais dissolvidos.

A avaliação da qualidade da água tem como ponto de partida as interacções entre as diversas variáveis mensuradas numa amostra de água, e devem ser obtidas a partir de uma distribuição amostral no espaço e no tempo das variáveis do sistema a ser estudado (Harmancioglu *et al.*, 1998).

Dado que cada sistema lótico tem particularidades muito próprias, é difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão para qualquer sistema hídrico.

Sendo que o uso de indicadores da qualidade da água está associado ao propósito da monitorização a ser realizada, devem por isso, ser seleccionados os que mais probabilidades têm de ter sucesso na caracterização da bacia hidrográfica.

Desta forma, o conceito de qualidade da água pode ser descrito apenas por um indicador ou pela combinação de mais de 100 variáveis, como por exemplo, temperatura, nutrientes, agrotóxicos, metais pesados, condutividade, entre outros.

Assim, o uso de indicadores de qualidade de água é baseado no emprego de várias variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais (Couillard & Lefebvre, 1985).

O objectivo do uso de índices de qualidade de água, permite acompanhar a possível alteração dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo.

A monitorização de variáveis físicas e químicas apresenta vantagens no sentido da avaliação de impactes ambientais nos cursos de água superficiais, tais como: identificação

imediate de modificações nas propriedades físicas e químicas da água, detecção precisa da areável modificada e determinação destas concentrações alteradas.

A desvantagem deste sistema consiste na descontinuidade temporal e espacial das amostragens, uma vez que a amostragem de variáveis física e químicas apenas fornece somente uma fotografia momentânea do que pode ser uma situação altamente dinâmica (Whitfield, 2001).

Pois, em função da capacidade que os rios apresentam, nomeadamente a autodepuração e o fluxo unidirecional de ecossistemas lóticos, os efluentes sólidos carreados pelas drenagens pluviais podem ser dissolvidos (dependendo das concentrações e do tamanho do rio) antes da data da recolha das amostras ou causarem poucas modificações nos valores das variáveis.

O sucesso do estudo das águas superficiais de determinada bacia hidrográfica depende da localização dos pontos de recolha das amostras e a monitorização da qualidade da água deve ter a ver com objectivos específicos como, verificar tendências de alterações da qualidade da água, busca de indicadores, avaliação de impactos ambientais, alteração de características biológicas, etc., (Harmancioglu *et al*, 1998).

Mas, é de salientar que as alterações verificadas podem estar distribuídas ao longo do curso de drenagem num dado momento, caracterizando deste modo a presença de fontes pontuais de contaminação. E, caso essas fontes pontuais, sejam inexistentes, as alterações da qualidade da água podem ser verificadas ao longo do tempo, quer por efeitos sazonais quer por efeitos acíclico tocante ao uso da terra e que de forma gradual afectam a qualidade dos recursos hídricos.

A monitorização da qualidade das águas é a abordagem mais viável, para identificação das causas que originam alterações tendo como unidade básica as microbacias hidrográficas (Ryff, 1995).

2. Enquadramento legislativo

Tendo em vista a necessidade da protecção e gestão da água, que além de ser um bem essencial à vida humana fornece um vasto número de bens e serviços indispensáveis ao funcionamento de qualquer sociedade organizada. Foi em 1972, com a publicação do relatório “*Limits to Growth*”, introduzida a noção de que a economia tem de estar em harmonia com os recursos naturais. Donde advém que, a exploração de recursos naturais, quer pelo crescimento económico quer pela poluição gerada pela actividade económica, pode conduzir à exaustão dos próprios recursos (Meadows *et al*, 1972).

2.1. Declaração de Dublin sobre a Água e Desenvolvimento Sustentável

Em 1992, realizou-se em Dublin, a Conferência Internacional sobre a Água e o Meio Ambiente, onde através da elaboração da Declaração de Dublin sobre a Água e Desenvolvimento Sustentável, se identifica a água como um bem económico, com a adopção do princípio “poluidor-pagador” (PPP), através do pagamento de taxas ambientais, que tratando-se de recursos hídricos, dá-se pela cobrança sobre os efluentes despejados e do princípio usuário-pagador (PUP), que considera também o uso de água bruta para cobrança, conduzindo ao uso moderado dos recursos hídricos.

Declara-se no seu princípio quarto que “...no passado o falhanço em reconhecer o valor económico da água levou ao desperdício e a danos ambientais no uso deste recurso. A gestão de água como um bem económico é uma forma importante de se alcançar o uso equitativo e eficiente e incentivar á conservação e protecção dos recursos hídricos...” (in World Meteorological Organization, 2013).

É, pois, incentivado aos governantes reunidos na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, em Junho de 1992, por meio de implementação das recomendações inseridas no Relatório da Conferência, aplicar de forma urgente em programas que visem a acção para a água e desenvolvimento sustentável, nomeadamente para uma melhor gestão dos recursos hídricos, nomeadamente ao nível das práticas de irrigação, economia e reciclagem de água.

2.2. Lei da Água

A Directiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, e que entrou em vigor no dia 22 de Dezembro de 2000, um dos actos legislativos mais importantes da política do ambiente da União Europeia, estabelece um quadro de acção comunitária no âmbito da política da água, designada de Directiva-Quadro da Água (DQA). O ponto 34 das considerações iniciais da DQA define claramente esta necessidade: “Para efeitos de protecção ambiental, é necessária uma maior integração dos aspectos qualitativos e quantitativos das águas de superfície e das águas subterrâneas, que tenha em conta as condições de fluxo natural da água dentro do ciclo hidrológico.”

Este quadro de acção é concretizado através da coordenação, integração e adaptação das estruturas normativas e institucionais dos Estados-Membros aos princípios gerais de protecção, de melhoramento, recuperação e uso sustentável das águas da Comunidade.

Através da transposição da DQA para a ordem jurídica, esta Directiva passou a constar na legislação nacional, assegurada pela Lei da Água, Lei n.º 58, 2005, de 29 de Dezembro, alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2013, de 22 de Junho, tem como objectivo basilar atingir “o bom estado das águas comunitárias antes de 2015”, através da aplicação dos programas de medidas estabelecidos nos Planos de Gestão das Regiões Hidrográficas (PGRH), representará para Portugal, a protecção e gestão dos recursos hídricos (Artigo 4º, DQA).

Os Estados Membros têm o dever da classificação sobre o Estado das massas de água de superfície, atendendo a que o Estado de uma massa de água de superfície é definido em função do pior dos dois Estados, Ecológico ou Químico. Para alcançar o Bom Estado, a DQA estabelece que as águas de superfície atinjam pelo menos o Bom Estado Químico e o Bom Estado Ecológico, contudo, sem deixar de atender à prevenção da degradação dos Estados das massas de água (Artigo 4º, Artigo 46.º, Lei da Água).

De acordo com a APA, O BOM ESTADO das águas de superfície é o estado em que uma massa de água se encontra quando os seus estados ecológicos e químico são considerados como pelo menos, “BONS”.

Sendo que, o Bom estado químico, é o estado químico que é essencial para atingir os objetivos ambientais para as águas de superfície fixados nas alíneas a) do n.º 1 do artigo 4.º, ou seja, o estado químico alcançado por uma massa de águas de superfície em que as concentrações dos poluentes não ultrapassam as normas de qualidade ambiental definidas no anexo IX e no n.º 7 do artigo 16.º, ou noutros atos legislativos comunitários relevantes que estabeleçam normas de qualidade ambiental a nível comunitário, nomeadamente a Diretiva2008/105/CE (APA, 2016).

Já o Bom estado ecológico, também citado pela APA, é o estado que é alcançado por uma massa de água de superfície classificado como BOM, nos termos do anexo V da DQA.

As massas de água que não estejam em bom estado devem ser sujeitas a programas de medidas para melhoria do estado das águas, exceto nos casos previstos nos n.ºs 4 e 5 do artigo 4.º da DQA. (APA, 2016).

Nos termos da DQA e da Lei da Água, o referido Plano de Gestão das Águas (PGA) está ordenado em ciclos de 6 em 6 anos, constituído por três ciclos. Destes ciclos, o primeiro ciclo de implementação da DQA, período de 2009 a 2015, que consistiu na avaliação do impacte das actividades humanas no estado das águas superficiais e subterrâneas, na análise económica das utilizações, na análise de lacunas e incertezas, na caracterização das regiões hidrográficas, PGRH, foram concluídos e reportados à Comissão Europeia num Relatório Síntese, onde foram apresentadas as Regiões Hidrográficas (RH) previstas no Decreto-Lei n.º 112/2002, de 17 de Abril, que aprova o PNA e que a Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, altera a delimitação da RH com afectação da bacia hidrográfica das Ribeiras do Oeste e respectivas águas costeiras à RH do Vouga, Mondego e Lis.

Está actualmente em vigência, o segundo ciclo no período de 2016 a 2021, em que serão aplicadas as estratégias da PNA a aplicar pelos PGRH e os programas de medidas devem ser revistos e actualizados. De forma similar, o Plano Nacional da Água (PNA) projecta para o período de 2022 a 2027 contingências que corresponde ao terceiro ciclo da PGA.

Por aprovação da Lei da Água foram desenvolvidos instrumentos legais, comunitários e nacionais, com o intuito de objectivar a implementação de uma estratégia que vise a

gestão e preservação dos recursos hídricos e que estabelecem as bases para a gestão sustentável das águas e definem o novo quadro institucional para o sector cuja competência está cometida à Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA).

Desde então têm sido publicados diversos diplomas que apresentam orientações políticas, ao nível do desenvolvimento de instrumentos de planeamento das bacias hidrográficas, da gestão de empreendimentos de fins múltiplos, do regime económico e financeiro e associações de utilizadores e do licenciamento das utilizações de água.

Em Portugal, o Planeamento das Águas (PA) é efectivado através dos seguintes instrumentos:

- Plano Nacional da Água (PNA), de âmbito territorial abrange todo o território nacional e define estratégias nacionais para a gestão integrada da água.
- Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH), que abrangem a bacias hidrográficas e as águas costeiras, integradas numa região hidrográfica e incluem os respectivos programas de medidas de suporte à gestão, à protecção e à valorização social e económica das águas. Este PGRH propõe promover a aplicação eficaz do Plano Nacional para o Uso Eficiente da água, assim como condicionar, restringir e interditar as utilizações susceptíveis de comprometer o cumprimento dos objectivos específicos em termos de quantidade e qualidade das massas de água, em concreto, o controlo das captações de águas superficiais e subterrâneas e outras infraestruturas hidráulicas, por meio do estabelecimento de um regime de licenciamento ou registo e da participação dos cidadãos nas decisões e incluem, entre outros aspectos, uma descrição geral da RH, uma caracterização das pressões naturais e incidências relacionadas com a actividade humana além de um programa de medidas que garanta o seguimento dos objectivos ambientais estabelecidos pela Lei n.º 58, 2005.
- Planos Específicos de Gestão de Águas (PEGA), complementares ao PGRH, podem apresentar-se no âmbito territorial, abrangendo uma sub-bacia ou uma área geográfica específica ou de âmbito sectorial, abrangendo um problema, tipo de água, aspecto específico ou sector de actividade económica com interacção significativa com as águas.

Os PGRH funcionam como instrumentos reguladores das relações entre a Administração e os Cidadãos e Agentes de Desenvolvimento socioeconómico e estão integrados obrigatoriamente nos Planos Directores Municipais (PDM), em cuja função “estabelece a estratégia de desenvolvimento territorial, a política municipal de ordenamento do território e de urbanismo e as demais políticas urbanas, integra e articula as orientações estabelecidas pelos instrumentos de gestão territorial de âmbito nacional e regional, e estabelece o modelo de organização espacial do território municipal” conforme o artigo 84.º, n.º1 do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (CMO/GDM, 2013b).

A Directiva-Quadro da Água, define no artigo 2.º, Bacia Hidrográfica como” a área terrestre a partir da qual todas as águas fluem, através de uma sequência de ribeiros, rios e eventualmente lagos para o mar, desembocando numa única foz, estuário ou delta.”

É também apresentada a definição de RH – “a área de terra e de mar constituída por uma ou mais bacias hidrográficas vizinhas e pelas águas subterrâneas e costeiras que lhes estão associadas definida (...) como a principal unidade para a gestão das bacias hidrográficas.”

O território nacional está subdividido em RH nos termos do Decreto-Lei nº 112/2002, de 17 de Abril. A Lei da Água (Artigo 6.º) estabelece dez regiões hidrográficas (RH) em Portugal Continental delimitadas de forma georreferenciada por normativo definido na própria (Lei n.º 58, 2005), nomeadamente RH1 – Minho e Lima; RH2 – Cavado, Ave e Leça; RH3 – Douro; RH4 – Vouga, Mondego e Lis; RH5 – Tejo e ribeiras do Oeste; RH6 – Sado e Mira; RH7 – Guadiana; RH8 – Ribeiras do Algarve; RH9 – Arquipélago dos Açores; RH10 – Arquipélago da Madeira.

A gestão destas regiões encontra-se dividida por sete entidades: ARH do Norte (Administração da Região Hidrográfica), ARH Centro, ARH Tejo, ARH Alentejo, ARH Algarve, ARH Açores e ARH Madeira. Por acordo entre a ARH do Centro e a ARH do Tejo (despacho n.º 4593/2009, publicado a 5 de Fevereiro) a gestão da bacia hidrográfica das Ribeiras do Oeste /a Sul do rio Lis) são da responsabilidade da ARH do Tejo.

As ARH são entidades governamentais que em articulação com as restantes intervenientes do sector, são responsáveis pela protecção e valorização das componentes ambientais das águas e da gestão sustentável dos recursos hídricos.

A RH (anteriormente bacia hidrográfica) constitui a principal unidade para a gestão das bacias hidrográficas e corresponde à área de terra e de mar constituída por uma ou mais bacias hidrográficas contíguas e pelas águas subterrâneas e costeiras que lhes estão associadas.

Através da aplicação dos programas de medidas especificados nos PGRH, procura-se alcançar os objectivos ambientais de bom estado das massas de águas superficiais (artigo n.º 46) e ainda ter em vista a tomada de medidas tendentes à sua protecção, melhoria e recuperação. E, além de que, deve ser assegurada a redução gradual da poluição causada por substâncias prioritárias e a cessação das emissões, descargas e perdas de substâncias prioritárias perigosas. Assim como, alcançar o objectivo de bom potencial ecológico e bom estado químico das massas de águas artificiais ou fortemente modificadas, devem também ser tomadas medidas tendentes à sua protecção e melhoria do seu estado.

2.3. Instrumentos de Ordenamento do Território - RAN e REN

Nos anos 80, com a publicação da Carta Europeia do Ordenamento do Território, consagrou-se a gestão responsável dos recursos naturais e a protecção do ambiente no Ordenamento do Território. Tendo sido integrada na componente ambiental das políticas de planeamento. Ao nível dos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT), ao integrar-se a componente ambiental no ordenamento do território, especificamente ao instituir-se condicionantes à ocupação do território, estas restrições passaram a ser identificadas nos diversos níveis de planos.

2.3.1. Reserva Agrícola Nacional

A Reserva Agrícola Nacional (RAN) criada pelo Decreto-lei /DL) n.º 451/82, de 16 de Novembro, revogado pelo DL n.º 196/89, e, mais recentemente, alterado pelo DL n.º 199/2015, 16 de Setembro, consagra-se como o conjunto de terras que, em virtude das suas características, em termos agroclimáticos, geomorfológicos e pedológicos,

apresentam maior aptidão para a atividade agrícola. Realçando a importância do solo agrícola, como recurso fundamental, quer para a sobrevivência e bem-estar das populações, quer para a independência económica do país. Além de que sublinha a importância das áreas de maior aptidão agrícola no equilíbrio ecológico da paisagem, face à importantíssima função que desempenha na drenagem das bacias hidrográficas e na caracterização e diferenciação do zoneamento do espaço agrícola. Este diploma protege os solos agrícolas nacionais da edificação e da sua destruição para outras actividades que não a agrícola, devendo a sua delimitação ocorrer nos planos municipais.

2.3.2. Reserva Ecológica Nacional

A Reserva Ecológica Nacional (REN) teve origem através do DL n.º 321/83, de 5 de Julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro, estabelece o regime jurídico da REN. A REN correspondeu ao segundo passo na concretização de uma política de ordenamento do território, foi criada com o propósito de autorizar a exploração dos recursos e a utilização do território com salvaguarda de determinadas funções e potencialidades, de que dependem o equilíbrio ecológico e a estrutura biofísica das regiões, assim como a permanência de muitos dos seus valores socioeconómicos e culturais. A REN tem por objectivos, proteger os recursos naturais água e solo, preocupando-se essencialmente com a protecção do litoral, com a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre e com a prevenção de riscos, conforme Decreto-Lei n.º 166/2008 de 22 de Agosto, artigo 2.º, n.º 3, a) b), entre outros, a REN visa contribuir para a ocupação e o uso sustentáveis do território e tem por objectivos: “proteger os recursos naturais água e solo, bem como salvaguardar sistemas e processos biofísicos associados ao litoral e ao ciclo hidrológico terrestre, que asseguram bens e serviços ambientais necessários ao desenvolvimento das actividades humanas”, “prevenir e reduzir os efeitos da degradação da recarga de aquíferos, dos riscos de inundação marítima, de cheias, de erosão hídrica do solo e de movimentos de massa em vertentes, contribuindo para a adaptação aos efeitos das alterações climáticas e acautelando a sustentabilidade ambiental e a segurança de pessoas e bens.

2.4. Política Ambiental

As regras europeias vieram impor normas no uso de pesticidas, pelo que as práticas da protecção integrada tornaram-se obrigatórias na agricultura, o que limita o uso de pesticidas, herbicidas e outras substâncias.

Segundo a Lei de Bases do Ambiente, Decreto-Lei n.º 11/87, de 07 de Abril, revogada por diversos diplomas e, de acordo com a última versão o Decreto - Lei n.º 19/2014, de 14 de abril. D.R. n.º 73, Série I, artigo 10º. “A política de ambiente tem por objeto ... designadamente nos seguintes termos: ... d) A conservação da natureza e da biodiversidade como dimensão fundamental do desenvolvimento sustentável impõe a adoção das medidas necessárias para travar a perda da biodiversidade, através da preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora no conjunto do território nacional, a proteção de zonas vulneráveis, bem como através da rede fundamental de áreas protegidas, de importância estratégica neste domínio”.

A publicação do Decreto - Lei n.º 26/2013 de 11 de abril, que regula as actividades de distribuição, venda e aplicação de produtos fitofarmacêuticos para uso profissional e que resulta da transposição da Diretiva n.º 2009/128/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de outubro, tem por objetivo uma utilização sustentável dos pesticidas, através da redução dos riscos e efeitos da sua utilização na saúde humana e no ambiente, promovendo o recurso à protecção integrada e a técnicas alternativas, designadamente não químicas, aos produtos fitofarmacêuticos. E, impõe inspecções periódicas por parte dos organismos de fiscalização e o incumprimento das novas exigências leva à aplicação de pesadas coimas, que poderão atingir os milhares de euros. As regras passam pela formação e certificação e obrigatoriedade de formação dos agricultores e utilizadores, de forma a habilita-los ao manuseamento destes produtos, cuja aquisição dos mesmos dependerá da sua certificação.

3. Cenários climáticos futuros para Portugal Continental – Projecto SIAM II

Para o território nacional, O projecto *Climate Changes Potugal -Scenarios, Impactes and Adaptation Mesures* (SIAM II), teve início em meados de 1999, e visa investigar cenários

climáticos futuros e avaliar seus impactes a nível das zonas costeiras, agricultura, biodiversidade, floresta, saúde humana, pescas e recursos hídricos para o território de Portugal.

O estudo dos impactes das alterações climáticas revela que ao nível da recarga dos recursos hídricos pela subida do nível do mar, o risco de salinização é premente. Também devido às altas temperaturas e valores elevados de evapotranspiração, os riscos de salinização poderão ocorrer nos aquíferos.

Assim, o projecto SIAM II (Santos e Miranda, 2006), indica os seguintes impactes directos e indirectos das alterações climáticas nas águas subterrâneas como cenários possíveis de acontecer:

- Contaminação dos aquíferos costeiros por intrusão salina devido à subida dos níveis do mar.
- Alterações da precipitação e evapotranspiração que irão influenciar a recarga
- Alterações da concentração de CO₂ que irão influenciar os processos de dissolução dos carbonatos, aumentando a carsificação
- Aumento da intensidade da precipitação poderá levar a um maior escoamento superficial e menor recarga efectiva
- Alterações dos padrões de vegetação natural e de culturas que irão influenciar a recarga
- Aumento de ocorrências de cheias que irá afectar a qualidade da água subterrânea em aquíferos aluviais.
- Mudanças nas concentrações de carbono orgânico no solo que deverão afectar a propriedade de infiltração dos aquíferos.
- Aquíferos podem de forma natural armazenar ou libertar gases de estufa tais como CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano) e N₂O (óxido nítrico).

4. Enquadramento da área de estudo

O território Continental situa-se numa região de transição da zona das depressões subpolares para a zona dos anticlones subtropicais. Durante o Inverno, está sob a

influência das depressões subpolares e do anticiclone dos Açores. No Verão está sob a influência da depressão de origem térmica, com ar quente e seco. Também os factores locais condicionam os climas, nomeadamente: a orografia, a hidrografia, a proximidade do Oceano Atlântico, a continentalidade, a altitude, as concentrações urbanas, as superfícies interiores com água e as áreas de floresta. Podem influenciar a caracterização do clima através de variações significativas nalguns elementos, designadamente a temperatura do ar e a quantidade de precipitação. A Corrente do Golfo é um factor regional que influencia o clima em Portugal Continental e que passa de Norte para Sul, entre a Costa da Península Ibérica e os Açores.

O clima de Portugal Continental, segundo a classificação de Köppen-Geiger, meteorologistas e climatologistas alemães (1900-1936), é um clima temperado (designado pela letra C), de características mediterrânicas (*sa* e *sb*). Portugal Continental encontra-se dividido em duas regiões: uma de clima temperado, com um Inverno chuvoso e Verão quente e seco (Csa) e outra de clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e suave (Csb), de características A área de estudo insere-se na região Csb.

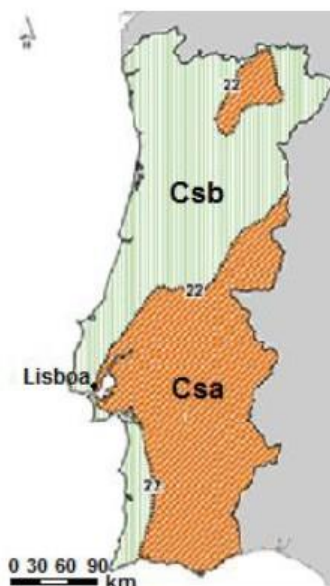


Figura 2 - Clima de Portugal Continental, segundo a classificação de Köppen
<https://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/> – Acedido em 05 Outubro

4.1. Concelho de Oeiras - Caracterização

O concelho de Oeiras detém 1,6% da Área Metropolitana da Lisboa (AML) (Oeiras, Factos e Números 2009) com uma área aproximada de 46 Km² (Fonte: CMO, 2008), situa-se na margem Norte do Rio do Tejo, sendo limitado a Sul pelo Estuário do Tejo, cuja linha de costa tem uma extensão de 10 Km (Fonte: CMO, 2008), a Norte por Sintra, a Este por Lisboa e Amadora e a Oeste por Cascais.



Figura 3 - Ortofotomapa Geoportal - <http://geoportal.cm-oeiras.pt/ver/mapas/epl>
Acedido em 17Set2016

4.1.1. Clima, precipitação e vento

A área de estudo é fortemente influenciada pela proximidade do Estuário do Tejo e do Oceano Atlântico, responsáveis pela amenidade desta região, com um clima temperado mediterrânico de influência atlântica, com Verão quente e seco e Inverno ameno e pluvioso de carácter irregular (GDEIG/CMO, 2013).

No que se refere à precipitação, esta região apresenta fortes irregularidades quer na distribuição pluviométrica ao longo do ano como também na intensidade da mesma. Os maiores valores de precipitação concentram-se nos meses de Outubro-Março. Sendo que

os meses de Verão, em particular aos meses de Julho e Agosto, são os meses com menores valores de precipitação anual (Oeiras, factos e números, 2015), particularmente secos, o que condiciona a vegetação e tem fortes implicações nos recursos hídricos. Contudo, ocorrem com alguma frequência, chuvas torrenciais, com precipitações superiores a 150 mm/h, que afectam o caudal das ribeiras e que provocam inundações no meio urbano (GDEIG/CMO, 2013).

O regime de ventos é de forma geral moderado soprando de norte para sul. Durante os meses estivais verifica-se aqui, tal como em toda a costa litoral de Portugal, uma circulação intensa do vento, fenómeno típico do verão que se designado por nortada. A esta latitude verifica-se a predominância dos ventos do quadrante Norte, nomeadamente de Noroeste, Norte e Nordeste, bem como na direcção Sudoeste (Oeiras, factos e números, 2015).

4.1.2. Relevo, Hipsometria e Hidrografia

O concelho de Oeiras é caracterizado por um relevo suave e ondulado, sendo que as zonas mais altas a Norte vão diminuindo à medida que se aproxima da orla costeira, a sul (GDEIG/CMO, 2013).

A topografia do concelho de Oeiras tem na parte norte e nordeste um relevo mais vigoroso. A parte meridional apresenta formas residuais de rocha vulcânica resultantes das escoadas lávicas do CVL. As áreas com maior declive situam-se orientadas a nascente e poente. Os cursos de água escorrem por entre vales encaixados até à foz, onde a topografia de superfície apresenta formas mais planas e que dão origem a terrenos aluvionares relativamente extensos.

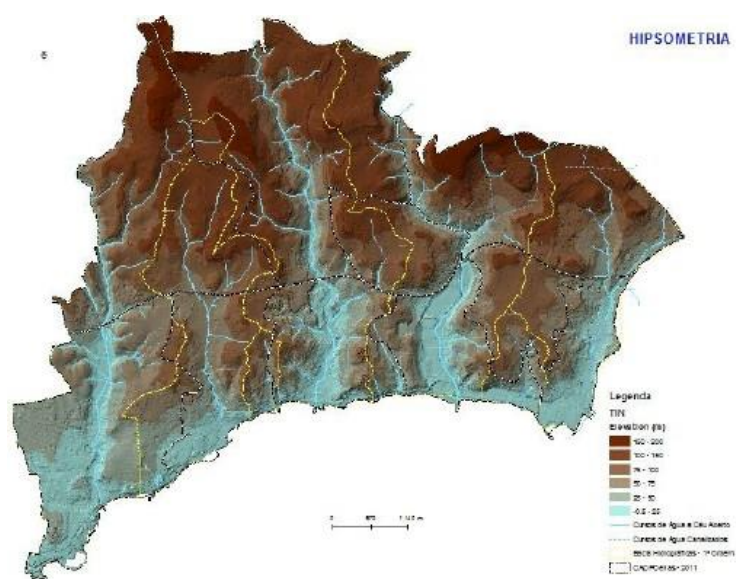


Figura 4 – Carta Hipsométrica – Fonte: REN 2015 - C.M.O.

Em termos hidrológicos, o concelho de Oeiras apresenta diversas ribeiras que fazem parte das chamadas “ribeiras do Oeste” de jurisdição da Bacia Hidrográfica do Tejo.

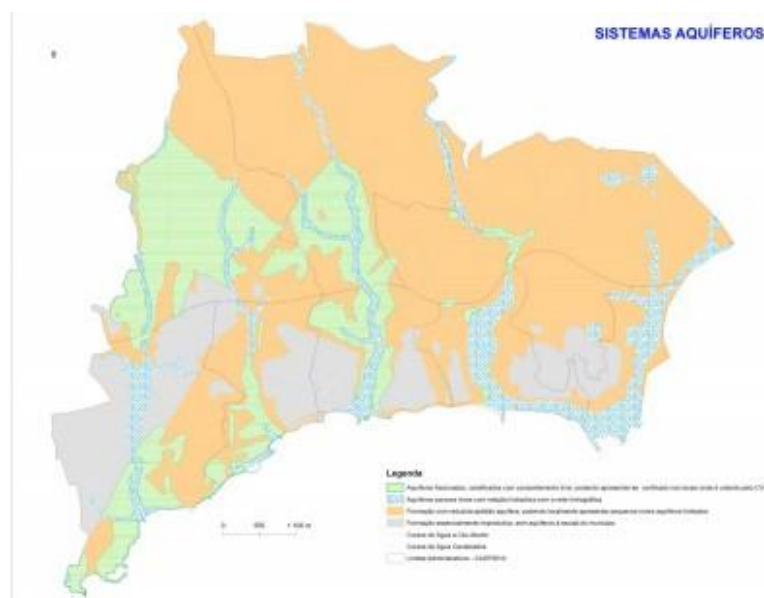


Figura 5 – Sistemas aquíferos do concelho de Oeiras
Fonte: REN – C.M.O.

A estrutura hidrográfica do concelho de Oeiras é caracterizada por ser constituída, essencialmente, por cinco vales a que correspondem as ribeiras da Laje, Barcarena, Algés, Porto Salvo e o Rio Jamar. Os vales destas ribeiras são encaixados a norte, com encostas laterais bastante declivosas, evoluindo para vales abertos e relativamente planos a sul (GPDEI/CMO, 2013), cujas águas escorrem no sentido Norte-Sul e têm uma direcção perpendicular ao rio Tejo, onde desaguam.

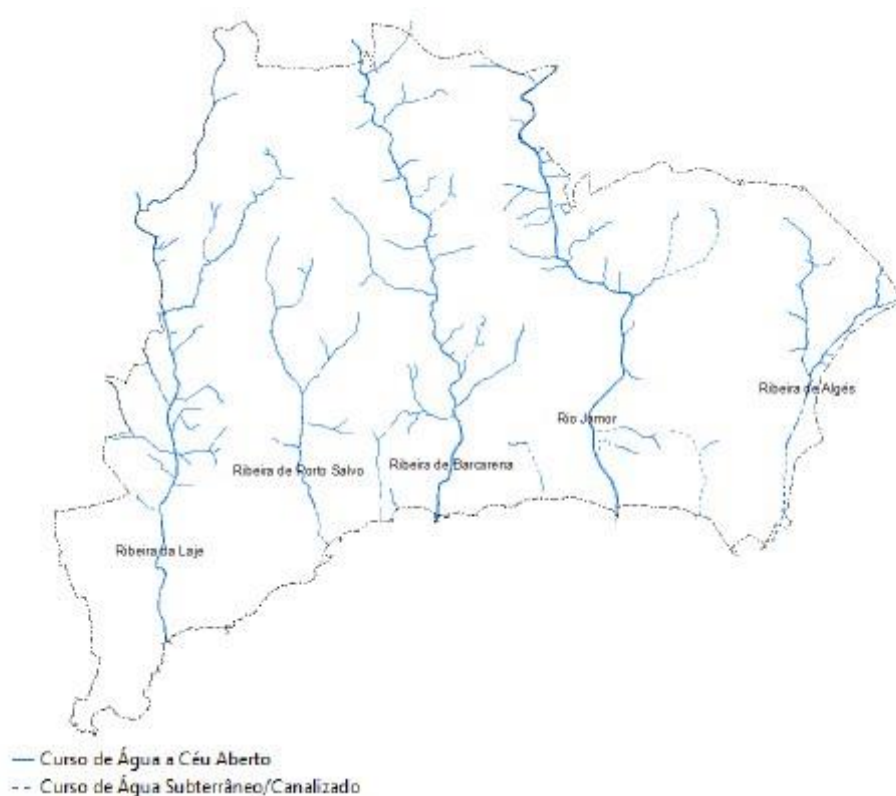


Figura 6 - Rede hidrográfica do Concelho de Oeiras (cursos de água a céu aberto e canalizados)
Fonte: REN 2015 C.M.O.

Estes cinco cursos de águas superficiais que escorrem entre vales são alimentados por pequenos cursos de água de dimensões reduzidas em que os cursos de águas superficiais urbanos se encontram em regra artificializados, contribuem para que os cursos de águas principais tenham drenagem todo o ano, e que situando-se em planaltos com declives moderados, constituem pequenas bacias de linhas de água, como as ribeiras de Junca e Leião (CMO,1996).

4.1.3. Geologia e Geomorfologia

Geologicamente, a área do Concelho de Oeiras integra o Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) que se distribui de Norte a Sul do Concelho, sendo a formação predominante no norte do município. O CVL é composto por rochas ígneas, com predominância dos basaltos, ocorrem também andesitos e labradoritos e rochas piroclásticas, embora com menos expressividade (GPDEIG/CMO, 2013).

O aparecimento dos vales das ribeiras com aquíferos pequenos que constituem os aquíferos porosos livres e que se apresentam como os causadores de elevada contaminação (aluviões e areias), são formações aluvionares que estabelecem uma relação hidráulica com a rede hidrográfica. Além de que em diferentes períodos surgiram os solos de características sedimentares. as formações de características calcárias, aréolas e argilas, grês calcário e calcários recifais.

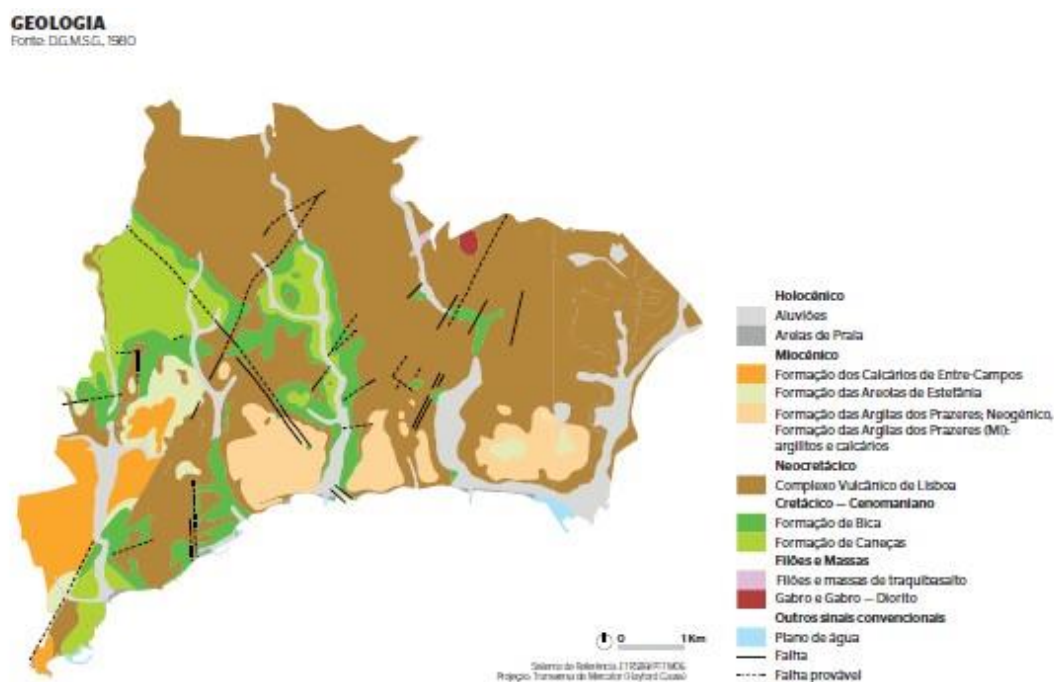


Figura 7 – Formação geológica dos solos do C.M.O.
Fonte: Oeiras Factos e Números – Edição Especial - C.M.O.

Os calcários margosos e recifais surgem entre as ribeiras da Lage e de Porto Salvo, e em toda a extensão da ribeira Barcarena. Já no litoral, entre as ribeiras de Algés e de Porto Salvo, estão presentes formações de argilitos e calcários, denominada por “Formação Argilosa dos Prazeres” (Ramalho, 1981). A norte da Vila de Oeiras, predominam afloramentos denominados de “Calcários de Entre-Campos” (GPDEIG/CMO, 2013). Os depósitos aluvionares predominam nos vales das ribeiras, sobretudo no sul do concelho. E, nas pequenas enseadas ocorrem depósitos arenosos (aluvionares) (GPDEIG/CMO, 2013).

Ao nível pedológico, o concelho de Oeiras assenta numa extensa mancha de barros castanhos-avermelhados, que se encontram presentes nas áreas do CVL, e cujos solos apesentam uma elevada fertilidade. Os aluviossolos modernos e os solos calcários pardos surgem a Sul do Concelho entre a Auto-Estrada 5 (A5) e o litoral. Os aluviossolos modernos encontram-se localizados no fundo dos vales e leitos de cheia das linhas de água.

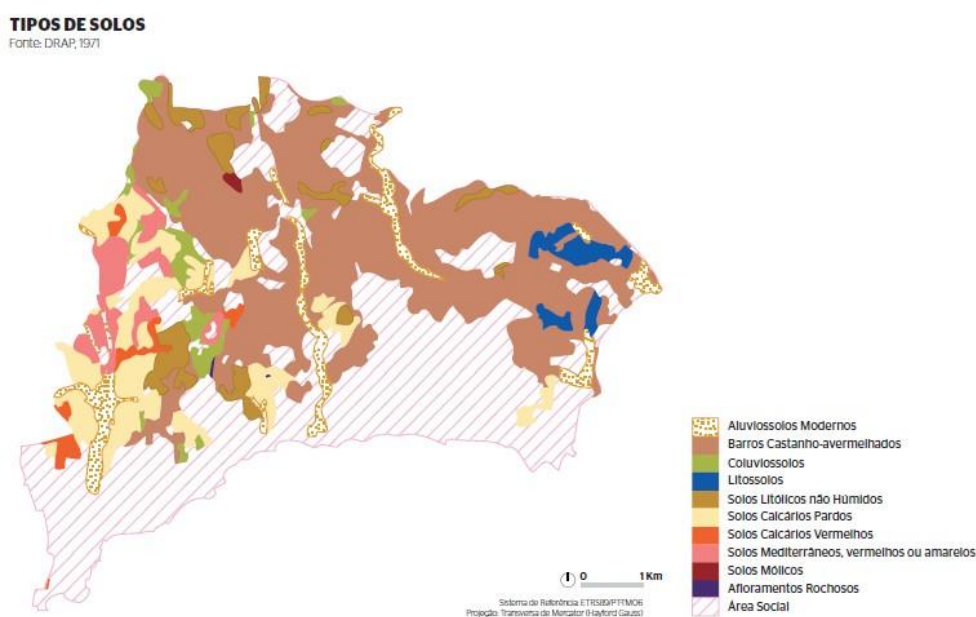


Figura 8 - Carta de solos do C.M.O.
Fonte: Oeiras Factos e Números – Edição Especial - C.M.O.

As características naturais, como o barro e a sua orla marítima, inserida no Rio Tejo, são factores que conferem ao concelho aptidões agrícolas e pecuárias. A elevada produtividade é originada pela abundância de teores de argila que lhe confere plasticidade, possibilitando a retenção de água e nutrientes. Estes solos enquanto húmidos apresentam uma grande adesividade, ao contrário de que quando se apresentam secos, observam-se fendas na sua superfície.

A natureza dos solos do concelho de Oeiras dependem do tipo de material do solo, da topografia e utilização (CMO/GDM, 2013c). Com alguma cobertura pelo território do concelho, principalmente nos principais vales que caracterizam o concelho de Oeiras surgem os solos calcários pardos, os solos mediterrânicos pardos e vermelhos, os aluviossolos modernos, os litossolos, e os solos litólicos modernos. Sendo que os barros e os aluviossolos conferem ao solo uma produtividade elevada e menores restrições quanto às actividades agrícolas que neles se realizam, em suma, apresentam uma boa fertilidade. A área livre presente no centro e a Oeste do Concelho de Oeiras e nas freguesias de Barcarena e Porto Salvo apresenta uma concentração de barros castanhos-avermelhados.

4.1.4. Formações arbustivas naturais

O concelho de Oeiras apresenta uma diversidade de habitats de formações vegetais silvestres (muitas das espécies são comuns, e muitas outras, espécies autóctones) com tipologias diferentes: matas, matos e prados.

Junto aos cursos de água observam-se as matas higrófilas, caracterizadas por serem constituídas por formações ripícolas que se encontram junto às linhas de água permanentes, e são dominadas por salgueiros arbóreos e arbustivos, amieiros, choupos e freixos. Já em linhas de água cujo caudal se apresenta irregular, seca prolongada no verão e escoamento torrencial no inverno, e no estuário, surgem formações arbustivas.

4.1.5. Uso do solo, Carta de Capacidade de Uso do Solo e Valor Ecológico do Solo

Na Carta do Uso do Solo (CMO, 2009) observa-se que o tecido urbano é mais concentrado na zona costeira e na fronteira com o Concelho de Lisboa, com áreas urbanas de elevada densidade.

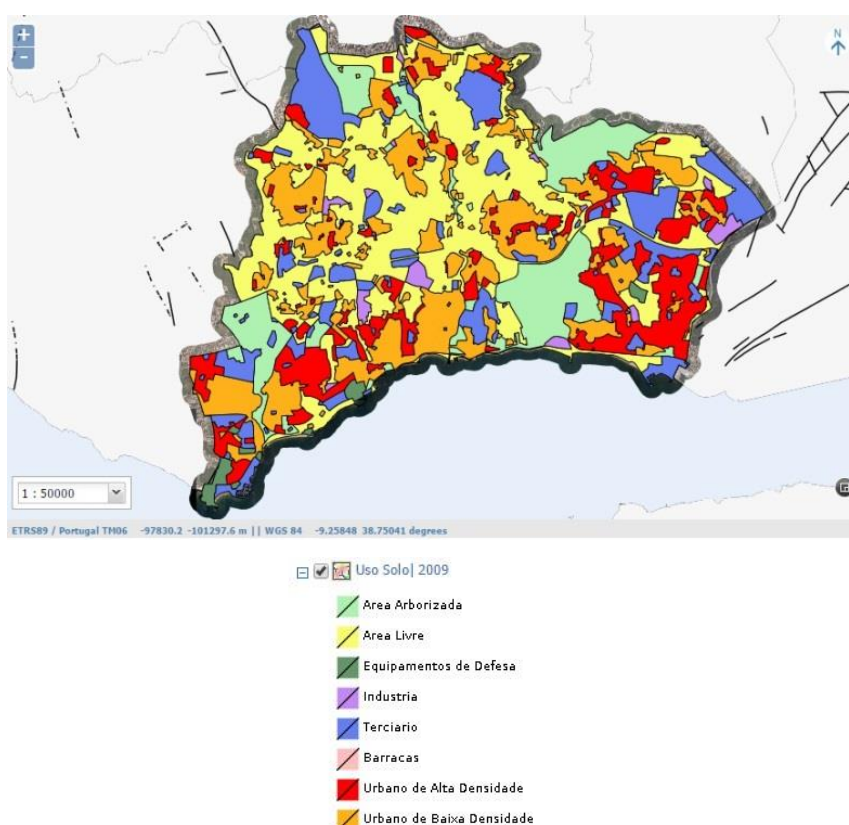


Figura 9 – Uso do solo - <http://geoportail.cm-oeiras.pt/ver/mapas> - Acedido em 17 Setembro.

A área livre, à qual corresponde os espaços agrícolas, áreas e incultos, leitos de cursos de água e praias, estão principalmente concentradas nas freguesias de Porto Salvo e Barcarena e têm mais expressão no centro e no Oeste do Concelho. As áreas arbóreas mais significativas correspondem ao Complexo Desportivo do Jamor, à Estação

Agronómica Nacional, á Serra de Carnaxide e ao Oeiras Golf & Residence. Resta que, no concelho de forma dispersa, a ocupação terciária concentra-se a norte do Município.

A Carta de Capacidade de Uso do Solo (CUS) surge da interpretação da Carta de Solos onde se agrupam de acordo com as potencialidades e limitações para suportarem as culturas usuais (SROA, 1972).

O Valor Ecológico do Solo (VES) resulta da interpretação das características de cada tipo de solo e da sua qualificação de acordo com os critérios de Cortez (2007) conforme quadro em Anexo D. Importa salientar que o solo além ter um importantíssimo papel de suporte para as plantas terrestres e de reserva dos nutrientes ao seu desenvolvimento, e de constituir habitat e fonte de alimentação para os seres vivos, também funciona como reservatório e depurador das águas que nele se infiltram.

5. Caso de estudo

Os recursos hídricos têm sido um tema de grande preocupação e de destaque de estudo, principalmente devido à constatação da sua contaminação e da sua escassez.

O objectivo principal deste trabalho consiste na avaliação da salinidade das águas de duas das cinco das ribeiras principais que atravessam e desaguam na orla costeira marítima do Concelho de Oeiras. Para tal, utilizar-se-á informação existente sobre o estudo do fenómeno da salinização e serão realizadas análises das águas.

Assim, e tratando-se de uma área susceptível de sofrer salinização quer por causas naturais quer por causas humanas, procurar-se-á identificar os fenómenos que possam estar na origem desta alteração química.

Para se atingirem os objectivos, foram realizadas amostragens das águas de duas ribeiras que atravessam o concelho de Oeiras, em quatro pontos distintos das linhas de água. Nos pontos de recolha das águas foi dada particular atenção ao meio circundante, averiguando-se o tipo de solo existente e o uso de solos.

O trabalho experimental consistiu em análises físico-químicas, nomeadamente a medida da condutividade eléctrica (CE), a fim de se avaliar a salinidade ou a concentração de sais solúveis presentes na água.

5.1 Introdução às ribeiras em estudo

Os cursos de água superficiais que atravessam o concelho de Oeiras integram uma parte do património biológico da região. Nos últimos anos, a região do concelho de Oeiras presenciou um aumento populacional, devido a vários factores sócio-económicos. Este aumento populacional conduziu a diversos problemas ambientais que afectam os recursos hídricos e que surgem nas zonas envolventes das áreas urbanizadas, visivelmente testemunhado por estas duas ribeiras em estudo.

5.2. Caracterização das ribeiras

As ribeiras da Lage e de Barcarena nascem na parte oriental da Serra de Sintra, e desaguam no estário do Tejo, nas praias de Santo Amaro de Oeiras e Caxias, respectivamente. As duas ribeiras integram bacias hidrográficas de áreas muito pequenas e inserem-se na bacia hidrográfica do rio Tejo (PGRH Tejo).

A ribeira de Barcarena percorre desde a nascente até à foz aproximadamente de 19 km, enquanto a ribeira da Lage percorre aproximadamente 17 km. As duas ribeiras sofrem influências pela proximidade ao rio Tejo e ao Oceano Atlântico, facto que lhes confere uma certa amenidade climática, com fracas amplitudes térmicas. Da nascente à foz, estas duas bacias hidrográficas, apresentam maiores valores de precipitação a norte (Sintra) e menores a sul (Oeiras). São duas das cinco linhas de água que marcam a morfologia do terreno do concelho de Oeiras no sentido Norte-Sul.

As zonas adjacentes às linhas de águas destas duas ribeiras, denominadas pelas zonas mais ou menos aplanadas, côncavas, apresentam uma humidade relativa, onde é praticada com facilidade uma agricultura de regadio, facto que se deve aos solos que apresentam uma elevada aptidão para a produção de biomassa.

O caudal médio destas duas ribeiras é relativamente baixo para a maioria dos usos de águas fluviais. Contudo, esta água deverá ser suficientemente boa para garantir a qualidade das águas balneares junto à foz e servir para usufruto das populações contíguas às ribeiras de forma segura.

Relativamente à precipitação nesta região hidrográfica, esta distribui-se de forma heterogénea. Sendo estas bacias associadas a processos de infiltração com intervalos de tempo curtos, dando origem a caudais torrenciais muito dependentes da humidade do solo e da intensidade da chuva em cada momento, com o potencial de causar prejuízos materiais e situações de perigo nas vias e populações junto às linhas de água, com consequências desvatadoras. Esta situação também ocorre devido à impermeabilização dos solos em grandes áreas da bacia hidrográfica face ao elevado grau de cuja a urbanização que nelas se faz sentir.

A acção do cobertura vegetal, em especial as áreas com florestas e as culturas da bacia hidrográfica hidrográfica, tem influência em conjunto com a natureza geológica dos terrenos, e condicionam a maior ou menor rapidez do escoamento superficial e também a concentração de nutrientes e sedimentos no caudal.

O uso do solo influencia o escoamento superficial, relativamente à quantidade de água infiltrada, evapotranspirada e interceptada pela vegetação, desempenhando similarmente um importante papel na erosão do solo.

5.2.1. Ribeira da Lage

A ribeira da Lage que até à povoação da Lage tem o nome de ribeira das Parreiras, cuja bacia tem origem na serra de Sintra, atravessa o concelho de Cascais e ao entrar no concelho de Oeiras atravessa uma zona um pouco acidentada, com cotas de relevo de 50m, em cerca de 6 km de percurso. A queda de 8,33m por km é muito superior à observada na ribeira de Barcarena.

RIBEIRA DA LAGE

Origem/Foz	Orientação da escorrência	Altimetria	Extensão do curso de água principal	Superfície/extensão territorial
Nascente Mem Martins, Sintra	N → S	Cota máxima bacia hidrográfica 228m Altitude média 103m	14.8 Km, com 5.7 km no Concelho de Oeiras	Área total 41 Km ² , com 9.2 Km ² no Concelho de Oeiras
Foz estuário do Tejo		Cota máxima curso água principal 202m Declive médio curso água principal 1.1%		Abrangência territorial Concelhos de Sintra, Cascais e Oeiras

Figura 10 – Características e origem da ribeira da Lage. Fonte: Oeiras Factos e Números, Edição Especial
Último acesso 10 Outubro <http://factosenumeros.cm-oeiras.pt/conteudos/geral/oeirasfactosenumeros.pdf>

A montante esta ribeira, corre por terrenos argilo-margosos, atravessa uma estreita banda de calcários duros, para depois passar por uma outra banda de rochas basálticas.

Na Quinta do Marquês, o vale alarga-se, correspondendo a aluviões modernos. As encostas são constituídas por depósitos com características carbonatada, de origem flúvio-marinha, sendo que junto a Oeiras, dão lugar nos dois lados do vale, por acções tectónicas que são responsáveis pelo reaparecimento dos calcários duros.

A caminho do litoral, a jusante, o vale da ribeira da Lage aparece sob margas e calcários margosos.

Metade da área desta bacia encontra-se coberta por tecido urbano, na sua maioria de forma descontínua. Sendo que na zona norte da bacia, centra-se inúmeras actividades industriais, comerciais e equipamentos gerais. Ao passo que a restante área é maioritariamente ocupada pela prática agrícola.

5.2.2. Ribeira de Barcarena

A ribeira de Barcarena nasce no concelho de Sintra, a 310 m de altitude, a sul da povoação de Almornos, numa área ainda de características rurais. Ao longo do seu percurso perde 80m de cota (4,32m por km), sendo que, escavou o leito nos terrenos do Complexo Basáltico de Lisboa. Por força das acções tectónicas, os terrenos cretácicos subjacentes surgem, e são colocados a descoberto numa grande extensão. Desta forma, os calcários duros, de faciés recifal, são a partir da localidade de Barcarena, uma cornija descontínua, e que estão presentes nas encostas do vale, até jusante de Murganhal. Sob esta assentada

de calcários duros, surgem as margas e os calcários, tal como aparece a Oeste, na ribeira da Lage.

A ribeira de Barcarena atravessa zonas densamente urbanizadas, com traços de alguma ruralidade, embora com evidente e acentuada expansão urbana. Em termos de uso de solo, observa-se um elevado número de manchas de tecido urbano contínuo e descontínuo, áreas industriais, comerciais e equipamentos gerais, maioritariamente nas zonas adjacentes aos cursos de água.

RIBEIRA DE BARCARENA

Origem/Foz	Orientação da escorrência	Altimetria	Extensão do curso de água principal	Superfície/extensão territorial
Nascente Serra da Carregueira, Sintra	N → S	Cota máxima 332m Altitude média 103m	10.5 Km	Área total 34.7 Km ² , com 10.5 Km ² no Concelho de Oeiras
Foz estuário do Tejo		Declive médio curso água principal 1.4%		Abrangência territorial Concelhos Sintra e Oeiras

Figura 11 - Características e origem da ribeira de Barcarena.

Fonte: Oeiras Factos e Números, Edição Especial Último acesso 10 Outubro
<http://factosenumeros.cm-oeiras.pt/conteudos/geral/oeirasfactosenumeros.pdf>

5.3. Zonas das ribeiras abrangidas pelos IOT- RAN e REN

Sobre estas duas ribeiras relativamente aos Instrumentos de ordenamento do território, uma grande área ao longo da ribeira da Lage está classificada como Reserva Agrícola Nacional (RAN) e também de Reserva Ecológica Nacional (REN). A ribeira de Barcarena apresenta ao longo do seu percurso áreas classificadas de REN. Embora a montante também existam áreas agrícolas inseridas na RAN.

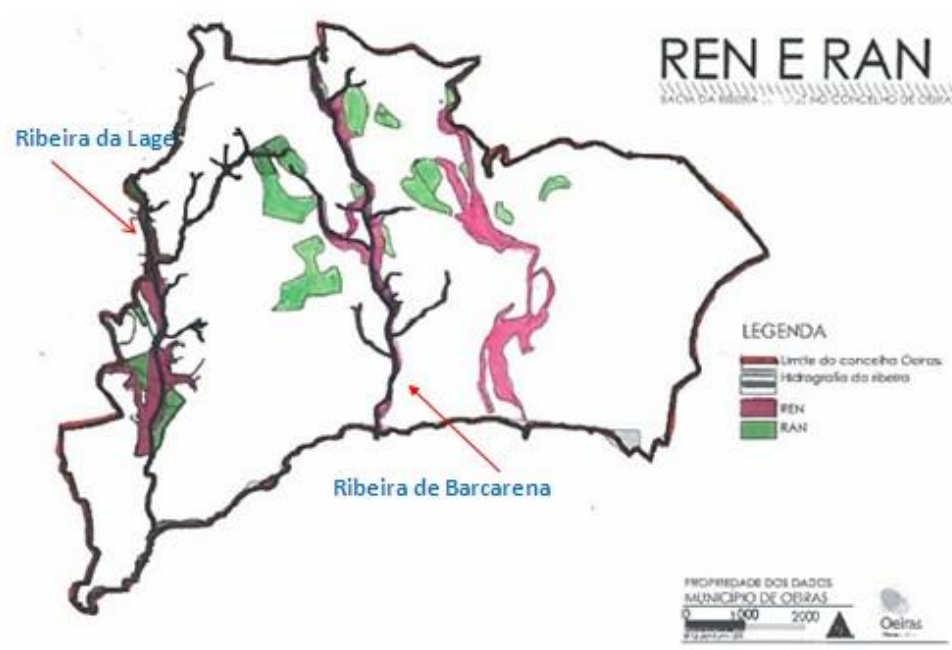
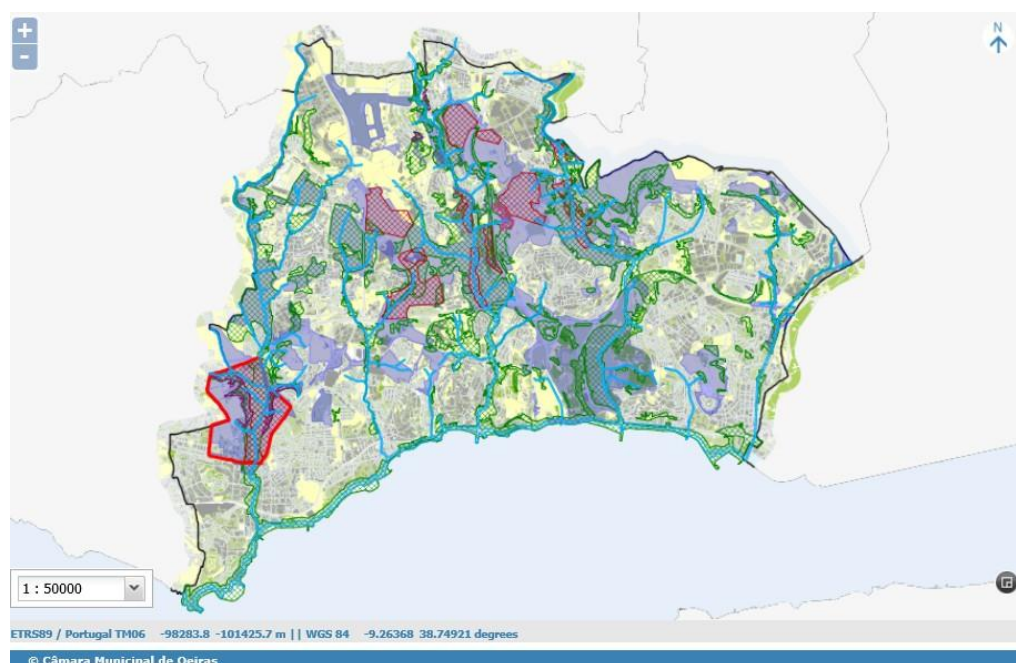


Figura 12 - Ribeiras em estudo – REN e RAN
Fonte: CMO – Adaptado pela aluna

As zonas incluídas na RAN são alvo de protecção e gestão sustentável do recurso solo, o que contribui indirecta e favoravelmente para a manutenção da permeabilidade do solo e consequente diminuição do escoamento superficial e controlo das cheias.

A REN tem contribuído para uma boa gestão do território, principalmente no que respeita à construção de edificado, e para a conservação da natureza e biodiversidade, uma vez que confere estatuto de protecção tanto ao solo como à água.



-  Reserva Ecológica Nacional
-  Reserva Agrícola Nacional
-  Domínio público hídrico
-  Regime florestal
-  Povoamento de sobreiros e azinheiras
-  Áreas vitais da REM
-  Habitats de interesse comunitário

Figura 13 – REN e RAN
<http://geoportal.cm-oeiras.pt/ver/mapas/epl> - Acedido em 17 de Setembro.

5.3. Metodologia

O trajecto definido para dar início à monitorização destes dois cursos de águas superficiais, teve origem a montante da Ribeira da Lage, no concelho de Oeiras, para terminar a jusante, junto à foz, onde esta ribeira desagua, designadamente na Praia de Stº Amaro de Oeiras.

De seguida, em direcção a Lisboa, em pleno concelho de Oeiras, ao encontro da foz da ribeira de Barcarena, sito na Praia de Caxias, foi iniciada a recolha de amostras de água desta ribeira, de forma a beneficiar da maré vazante que ainda se verificava, com o

máximo de Baixa-mar pelas 18h27m, conforme previsão das marés para o dia 12 de Setembro de 2016, publicada na página da internet do Instituto Hidrográfico Português (anexo I). Concluindo a recolha de amostras desta ribeira a montante, junto à Fábrica da Pólvora.

No final, o objectivo da monitorização realizada nas duas linhas de água supracitadas, incluía os parâmetros Físico-químicos, nomeadamente a condutividade pela presença de sais minerais em solução. Foram entregues no laboratório da Atlântica University Higher Institution, para a sua determinação.

A determinação da CE (20°C) foi efectivada com a utilização de um condutímetro portátil, Hanna Instruments, modelo HI98312.

Os pontos de recolha foram identificados para a ribeira da Lage pela letra L, sendo a primeira recolha identificada pelo número um e a última pelo número quatro. Quanto à ribeira de Barcarena, é designada pela letra B, sendo que a montante é realizada a recolha B1 e a jusante a recolha B4 (Anexo II e III), conforme figura e tabela seguinte:



Figura 14 - Identificação das ribeiras em estudos e pontos de recolha. Adaptado pela aluna.
Fonte: Google Earth –Acedido em 13 de Setembro.

Identificação da ribeira – tipologia	Local de recolha
Ribeira da Lage – L1	Localidade da Lage
Ribeira da Lage – L2	Jardim do Palácio do Marquês de Pombal
Ribeira da Lage – L3	Parque Urbano de Oeiras
Ribeira da Lage – L4	Foz - Praia de Sto Amaro de Oeiras
Ribeira de Barcarena – B1	Campus da UATLA – Fábrica da Pólvora
Ribeira de Barcarena – B2	Antes da localidade de Barcarena
Ribeira de Barcarena – B3	Oeiras International School
Ribeira de Barcarena – B4	Foz – Praia de Caxias

Tabela 1 – Pontos de recolha de água para análise – Elaborado pela aluna.

Sobre os valores de temperatura e de precipitação verificada no dia 12 de Setembro de 2016 (elementos disponíveis no Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IPMA, mas com custos inerentes ao acesso da informação, e por isso indisponíveis na internet) este dia apresentou temperaturas acima dos 34°C, com amplitudes térmicas muito pequenas e ausência de precipitação. É de referir que os meses de Verão, foram meses de temperaturas altas, com valores médios de temperatura que não se verificavam há mais de 30 anos, segundo órgãos informativos, com ausência de precipitação e humidade relativa muito baixa. De acordo com a publicação no Boletim Climatológico – Setembro 2016, para Portugal Continental do IPMA, disponível no site www.ipma.pt verificou-se que no mês de Setembro, o valor médio de temperatura máxima 28,96°C, foi muito superior ao valor normal para a época. E, que o mesmo correspondeu ao terceiro valor mais alto desde 1931 (depois de 1985 e 1978) e ao valor mais alto dos últimos 32 anos.

6. Análise e interpretação dos resultados obtidos

Numa primeira instância desta abordagem, e de acordo com medição da condutividade eléctrica (CE) das amostras de água das duas ribeiras em estudo, apresentam-se os valores obtidos de CE, conforme nos gráficos que se seguem:

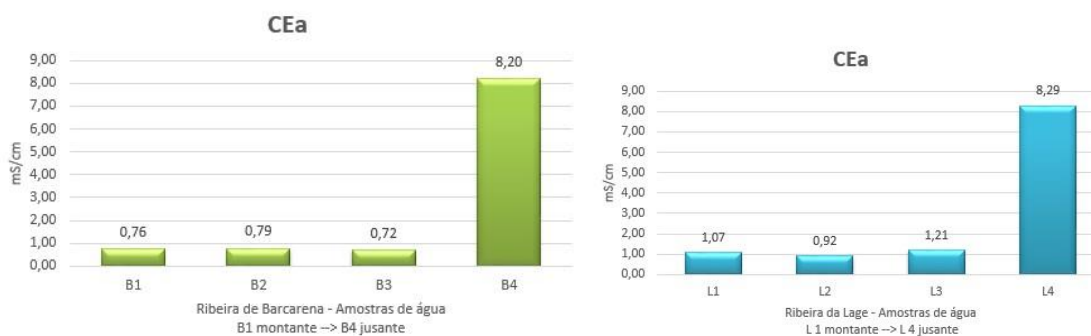


Tabela 2 - Valores de CE nos quatro pontos de recolha de água das ribeiras de Barcarena e na Ribeira da Lage. Elaborado pela aluna.

De acordo os valores de CE obtidos, em termos comparativos para as quatro amostras de água da ribeira de Barcarena e da ribeira da Lage, podemos constatar de imediato que as mesmas, apresentam valores de condutividade muito similares. Embora se tratem de ribeiras diferentes, ambas integram a mesma bacia hidrográfica do concelho de Oeiras. Seria de esperar que, tratando-se de ribeiras diferentes, as duas apresentassem valores distintos de CE entre si, dado que a salinidade varia muito entre os diferentes corpos de água, face às características geomorfológicas, revelo, declives, clima, vegetação e uso do solo pela actividade humana.

Constata-se através da leitura dos valores de CE que os mesmos revelam uma pequeníssima diferença nos pontos a montante e a jusante nas duas ribeiras, que poderá atender à acção erosiva que a água exerce ao longo do curso das ribeiras em consequência da morfologia do solo, bem como, do declive. Transportando a água, os sais minerais dissolvidos para a parte mais baixa das ribeiras, onde parte desses minerais poderão ficar depositados e outra parte lançada para a zona estuarina. Mas, também os valores de CE encontrados na foz das duas ribeiras, B4 e L4, podem revelar que nos encontramos sob a

influência das marés, mais concretamente, numa zona de contacto da água doce e da água salgada. Embora estas águas não se misturem de forma brusca, a transição de uma para outra faz-se através de uma zona de difusão, sendo que os valores de CE obtidos, revelam estarmos diante de água de salobra, característica das zonas estuarinas. E, atendendo a que os valores encontrados quer em B4 como em L4, se aproximam do limite inferior que define uma água salobra, os mesmos poderão ser justificados com o facto de estarmos no auge do vazamento da maré.

Em virtude da proporcionalidade entre a CE e a salinidade, podemos dizer que a concentração de sais minerais dissolvidos ao longo dos cursos destas duas ribeiras, aumenta junto á foz destas duas ribeiras, devido à aproximação das águas marinhas, ricas em sais minerais dissolvidos. Sendo a presença de concentrações elevadas de NaCl (cloreto de sódio), um dos principais factores que contribuem para a elevada condutividade em aquíferos costeiros. E que por isso, quanto maior o valor da condutividade, mais acentuadas são as características salobras da água. Sabendo que o aumento da CE se encontra directamente relacionado com a concentração de iões em água e dado que a salinidade é um forte contributo para a condutividade, também se intui que existe uma maior densidade da água pelo aumento de sais dissolvidos. Também a concentração de oxigénio dissolvido é menor, pois a salinidade afecta a sua solubilidade. Factos que podem ser confirmados pela aproximação da zona estuarina, uma vez que a salinidade aumenta lentamente à medida que nos afastamos a partir das nascentes em direcção ao oceano.

Para melhor interpretação dos valores de CE obtidos, converteram-se os milisiemens por centímetro (mS/cm) da CE para partes por mil (ppt, ‰) de salinidade através da seguinte fórmula:

$$x \text{ mS/cm}^{1,0878} \times 0,4665 = \text{ppt}$$

x = Condutividade

ppt = Partes-por-mil (‰)

E, obtiveram-se os seguintes valores:

	mS/cm	ppt		mS/cm	ppt	
B1	0,76	0,35		L1	1,07	0,50
B2	0,79	0,36		L2	0,92	0,43
B3	0,72	0,33		L3	1,21	0,57
B4	8,20	4,60		L4	8,29	4,66

Tabela 3 – Equivalência entre os valores de condutividade elétrica e a quantidade de sais minerais dissolvidos presentes nas amostras de água recolhidas ao longo do percurso das duas ribeiras em estudo.

Desta forma, pode estabelecer-se comparações entre valores e enquadrá-los em valores aproximados de sais dissolvidos para cada tipo de água. O quadro seguinte refere-se aos valores aproximados de sais dissolvidos para águas de diferentes ambientes:

Águas de diferentes ambientes	Valores de salinidade (ppt)
Água doce	< 0,5
Água salobra / Estuário	0,5 - 17
Água salgada (média)	35
Oceanos (variação)	32 - 37

Tabela 4 – Caracterização dos diferentes tipos de água com os diferentes índices de sais minerais.
Fonte: <http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/conductivity-salinity-tds/>

Acedido em 30 de Setembro - Adaptação da aluna

Verifica-se que perante os valores de salinidade calculados para as amostras recolhidas das duas ribeiras (B1, B2 e B3) e (L1, L2 e L3), as ribeiras apresentam valores dentro dos parâmetros normais para a água doce, o que permite que ao longo das ribeiras através da utilização da água para rega, existam áreas de cultivo. Ao longo do curso destas duas ribeiras, constata-se que a água tem características químicas muito próximas de água doce, apresentando valores de salinidade muito similares uma da outra.

De acordo com o boletim balnear, publicado pela APA, de 2013, destas duas ribeiras, o impacto ambiental é de má qualidade em consequências de efluentes domésticos e industriais. No entanto, decorridos três anos após estas publicações, esperando encontrar-se valores significativos de salinidade nestas águas, verifica-se que os valores salinidade são muito baixos, o que *a priori* poderia revelar o empenho pela aplicação da Lei da Água, Lei n.º 58, 2005, de 29 de Dezembro, alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2013, de 22 de Junho, e que tem como objectivo basilar atingir “o bom estado das águas comunitárias antes de 2015”, por parte dos concelhos por onde escorrem estas águas. Também, estes valores de CE avaliados, podem advir da aplicação da Lei n.º 26/2013 de 11 de abril, que impõe obrigatoriedade de formação aos agricultores e utilizadores, de forma a habilitar manuseamento destes produtos com o objectivo de redução dos riscos e efeitos da sua utilização nos seres vivos e meio ambiente.

Mas, os valores de salinidade encontrados, embora possam revelar o estado em que se encontram estas águas, não permitem identificar a origem dos mesmos. Por isso, talvez estes valores possam ter origem nos sais dissolvidos das rochas presentes na escorrência desta água em direcção à foz, bem como pelos fertilizantes e pesticidas utilizados pelos agricultores das pequenas hortas que encontramos ao longo da ribeira, e que contribuem para a alteração química das mesmas.

Mas, embora as duas ribeiras apresentem valores insignificativos de salinidade, existe uma pequeníssima diferença de valores entre ambas, o que permite identificar que a ribeira da Lage apresenta uma ligeira variação de CE ao longo do seu percurso, que poderá advir das características geomorfológicas do solo, declive e relevo.

Em termos de uso do solo, estas duas ribeiras encontram-se em pequenas bacias cujo percurso é quase inteiramente constituído por zonas urbanas, com algumas zonas agrícolas e industriais. Verificando-se uma forte ocupação urbana da faixa costeira.

Ao longo do percurso destas duas ribeiras e face ao predomínio de solo com elevado valor ecológico, encontram-se muitos terrenos agrícolas, alguns explorados por pequenos agricultores. Estes terrenos agrícolas encontram-se delimitados na RAN, por serem terrenos com aptidão agrícola e ao mesmo tempo integram a REN, pelo valor e sensibilidade ecológica a que se encontram sujeitos, que visam proteger os recursos naturais água e solo. Esta área de concelho, apresenta uma extensa mancha de barros castanho-avermelhados, presentes nas áreas do Complexo vulcânico de Lisboa, com uma elevada fertilidade. Sendo que a maior extensão destes solos se encontra presente na bacia de drenagem da ribeira da Lage.

As características do solo, de origem basáltico, fazem com que o mesmo seja cultivável. Face a que também ao longo do percurso destas ribeiras existem solos de origem calcária e que a água tem a capacidade de dissolver o cálcio transformando-o no ião Ca^{2+} , estes dois tipos diferentes de solo podem contribuir para a CE encontrada nestas ribeiras. Ao contrário do que seria de esperar, dado que existe uma maior percentagem de terreno cultivável ao longo da ribeira da Lage, verifica-se que praticamente não existe diferença nos valores de salinidade entre as duas ribeiras. A possibilidade dos valores de CE poderem ter origem na contaminação agrícola, atendendo a que é uma das maiores fontes não pontuais de poluição, pode contribuir para a variação espacial da condutividade da água superficial, estando relacionada com a utilização de fertilizantes e pesticidas. Também poderá advir de matérias orgânicas, relacionadas com os esgotos domésticos e industriais, através da presença de iões cloreto, fosfato e nitrato. Similarmente, a degradação do solo está relacionada com práticas agrícolas, intensivas que provocaram grave degradação ambiental, incluindo perda de biodiversidade e poluição dos mananciais superficiais e subterrâneos devido ao uso intenso de fertilizantes e pesticidas nas lavouras. A ocupação das margens destes dois cursos de águas superficiais, principalmente a ribeira da Lage por hortas, permite manter a permeabilidade dos solos face à abundância de teores de argila expansível que lhe confere uma boa plasticidade,

permitindo a retenção de água e nutrientes. Sendo que o abandono dos mesmos causa um impacto ao meio ambiente, pois interfere na má conservação do solo e da água, agravando os fenómenos erosivos do local, contribuindo para a presença de sais minerais dissolvidas nas águas destas duas ribeiras. Estes tipos de solos fazem, de igual forma, parte dos solos férteis, localizados no fundo dos vales e leitos de cheia das linhas de água das duas ribeiras em estudo.

Embora a ribeira da Lage apresente valores próximos de água doce, poderá contribuir também para a salinidade das águas, no ponto L1 da amostragem, a existência de pedreiras, que se encontram junto aos afluentes desta ribeira, sendo que os sais minerais possam ter origem no depósito de inertes provenientes destas mesmas pedreiras junto destas águas superficiais. E, que com o auxílio dos ventos, das precipitações fortes, estes pequenos afluentes contribuam para o transporte destes resíduos, da parte mais alta, a montante, para a parte mais baixa, a jusante, onde ao serem transportados, poderão ficar depositados.

Também o ponto da amostra L2, localizado logo a seguir à Faculdade de Agronomia, à entrada do Palácio do Marquês, apresenta um valor de salinidade dentro dos parâmetros próximos de água doce. Ao contrário do que seria de esperar, a escorrência da água desta ribeira para uma altitude inferior, faria com que os sais minerais dissolvidos na água ao serem arrastados, se encontrassem em maior concentração em L2, o que não se verificou. Face ao caudal que a ribeira apresenta, este poderá contribuir para que os mesmos se encontrem dissolvidos numa maior quantidade de soluto.

Pode depreender-se que a salinidade depende do fluxo de água ao longo destas duas ribeiras, e que as mudanças do caudal podem contribuir para uma variação de CE, facto que também pode ter a ver com o período do dia em que foi recolhida a amostra, uma vez que a maré estava em estado vazante, permitindo que as águas da ribeira escorressem ao encontro das águas marinhas, e por isso, os sais minerais fossem arrastados pela escorrência das águas até à zona estuarina, onde foi avaliada uma maior CE.

Também a temperatura verificada ao longo do Verão, e que se estendeu pelo mês de Setembro, poderá causar flutuação nos níveis de condutividade eléctrica avaliada nestas

duas ribeiras, pois a CE cresce proporcionalmente com a concentração de sais minerais e com o aumento de temperatura. Sendo que tem influência na dissolução de sais solúveis presentes água. Ao contrário do que seria de esperar, não se verificou valores significativos de CE que denunciasses grandes quantidades de sais minerais.

Ao longo do curso destas ribeiras existe uma vegetação ripícola, facto que pode contribuir para que a temperatura da água se mantenha fresca, a crescer de que se tratando de um sistema lótico, as águas encontram-se em movimento, e por isso, menos propensas à acumulação de calor. Assim sendo, também a temperatura da água pode condicionar os valores obtidos de CE por influência da vegetação existente nas margens das ribeiras.

Em pleno Parque Urbano, L3, ao contrário do que seria de esperar, os valores da CE não são significativos, caso que poderá advir da possibilidade de já nos encontramos sob a influência do movimento das marés, que embora ainda distante alguns metros da foz, este tipo de águas tende a ser o mais variável, à medida que são constantemente influenciadas pelo fluxo de água doce e salgada. Seria de esperar alguma salinidade em L3. Mas, face ao movimento de escorrência desta ribeira em direcção ao mar, e em simultâneo ao vazamento da maré, o fluxo de água doce impede a entrada da água marinha no curso da ribeira. Esta invasão salina que seria de esperar, pode ter origem numa formação que contém dois fluídos com gradiente de concentração, como é o caso da água doce e da água salgada, que se encontram em contacto, e cuja mistura dependerá da temperatura, da orientação, da profundidade, da velocidade e direcção do movimento e da densidade de cada um dos fluídos. Também o contacto entre a água doce e a água salgada cria uma zona de transição, interface, que em condições naturais pode sofrer alterações a longo prazo, por modificações das condições climáticas e ainda às modificações causadas pelos efeitos da maré.

No último ponto da amostra, L4, tal como se verifica em B4, já em plena foz, estamos perante uma zona de águas de transição, cuja água apresenta um carácter parcialmente salgado em resultado da proximidade das águas marinhas. Estas águas costeiras são influenciadas por cursos de água doce. Assim sendo, os valores de salinidade destas amostras de água apresentam valores que revelam estarmos diante uma água salobra,

característica de um estuário. Um estuário normalmente exhibe uma mudança gradual de salinidade em toda a sua extensão, a água doce dos rios ao entrar no oceano, não se mistura facilmente, como é menos densa que a água marinha vai flutuar sobre ela, podendo originar haloclines horizontais ou verticais, dependendo da temperatura e do movimento das águas. O facto deste valor de salinidade ser um valor baixo, também pode advir de à hora da recolha da amostra e devido à maré baixa, a água salgada ser puxada para trás em direcção ao oceano, diminuindo a presença de concentração de sais minerais dissolvidos. A mesma reflexão pode ser feita para o ponto de amostra B4.

Da mesma forma, no que refere à ribeira de Barcarena, esta também apresenta uma mancha de solos a montante, de elevado valor ecológico com aptidão agrícola, áreas que em termos agro-climáticos, geomorfológicos e pedológicos integram a RAN e REN, embora numa menor área em relação aos solos existentes ao longo da ribeira da Lage. Estes solos também fazem parte dos solos férteis, localizados no fundo dos vales e leitos de cheia das linhas de água e que são cultivados em diversos pontos juntos à ribeira, e podendo contribuir, tal como os solos ao longo da ribeira da Lage, através das práticas de irrigação e utilização de fertilizantes e pesticidas para valores consideráveis de salinidade. Ao contrário do que seria esperado, os resultados obtidos para os pontos de amostra, B1, B2 e B3, que apresentam valores muito próximos dos parâmetros estabelecidos para a água doce, $<0,5\text{ppt}$.

A geologia conjuntamente com o declive, são um importante contributo para a compreensão da CE verificada. Para os valores da CE, são determinantes para a condição de salinidade das águas superficiais, sais dissolvidos em iões Cl^- , Mg^{2+} e Na^+ , que apresentam maior expressão para a determinação de CE.

Em todo o concelho de Oeiras predomina o CVL, com formações calcárias, basálticas. A montante da ribeira de Barcarena, predominam os basaltos do CVL, com afloramentos calcários, margosos e recifais, B1 e B2, onde surgem os solos basálticos. Era de esperar um maior valor de CE, em virtude das características destes solos onde predominam pequenas hortas junto às margens da ribeira, por utilização de pesticidas, adubos e fertilizantes, o que não se verificou.

Em toda a extensão desta ribeira, e onde foi recolhida a amostra B3, predominam os calcários e os arenitos. Relativamente à ribeira da Lage, ao longo de todo o seu percurso desde que entra na área do concelho de Oeiras, atravessa de forma alternada, vários tipos de formação de rocha, onde também predominam os calcários, margas, dolomitos e os arenitos. Seria de esperar que, atendendo a que uma maior condutividade nas águas está associada aos calcários e basaltos, os valores de CE fossem significativos, dado a riqueza química do local, facto que não se verificou. Pois, os cursos hídricos localizados em zonas calcárias, apresentam a predominância de iões bicarbonatos de cálcio, contribuindo significativamente para a salinização das águas.

Os valores de CE encontrados nas águas destas duas ribeiras, poderão residir no facto de ao longo de todo o percurso das mesmas, estas águas escorrem alternadamente por formações de relevo de diferentes tipos de rochas calcárias, calcite e dolomite, cujos minerais são muito solúveis em água.

As duas ribeiras em estudo, nos pontos L1 e B1 apresentam cotas superiores a montante relativamente às cotas a jusante, nos pontos L4 e B4. O declive e o relevo numa bacia hidrográfica apresentam-se como factores determinantes quer na distribuição no solo e na retenção da água superficial e subterrânea. O declive inerente ao relevo, nestas duas ribeiras, permite depreender a magnitude dos escoamentos superficiais e conseqüentemente a susceptibilidade a fenómenos erosivos.

Enquanto a ribeira da Lage atravessa uma zona um pouco acidentada, contida num vale encaixado bem definido que contrasta com as zonas planas a sul, a ribeira de Barcarena apresenta desníveis menos acentuados. As cotas a montante da ribeira da Lage são superiores às cotas da ribeira de Barcarena que nasce a uma altitude inferior à da ribeira da Lage, e que perde altitude de forma suave. Face a que a ribeira da Lage nasce a uma altitude superior, em que as cotas de relevo baixam 8,3m/km, contribui para que se verifique uma maior velocidade das águas e uma maior magnitude da erosão. Se existe uma maior erosão dos solos, depreende-se que exista uma grande quantidade de sais dissolvidos na água, Cl^- (cloreto), Na^+ (sódio), SO_4^{-2} (sulfato), Mg^{2+} (magnésio), Ca^{2+}

(cálcio), K^+ (potássio), HCO_3^- (bicarbonato). Estes sais minerais ionizados contribuem para um aumento da CE.

Também os factores climáticos, cujas alterações se fazem sentir, através de fortes precipitações e de episódios de elevadas temperaturas, podem contribuir para uma maior salinidade nas águas destas duas ribeiras e em consequência da evaporação, na salinidade dos solos.

Embora se saiba que durante a intemperização dos minerais que compõem a rocha ou o material de origem do solo, através de processos físicos, químicos e biológicos, os sais solúveis que constituem as rochas são libertados dando origem à formação do solo. E que nos períodos secos estes sais em forma de iões (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} e Cl^-) afloram à superfície dos solos, principalmente na camada mais superficial, e que resultam na acumulação de sais solúveis: cloretos e sulfatos de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ , contribuem para o aumento da CE. Estes sais que se encontram nos solos e nas rochas, são transportados pelas águas, levados a lugares distantes do escoamento superficial, armazenados nos solos, acumulando-se à medida que a água é evaporada. Sendo que podem ser depositados através da escorrência das águas superficiais em zonas planas, aumentando a sua concentração, o que pode também justificar os valores de CE nas duas ribeiras.

Conclusão

Embora o impacto ambiental com origem na agricultura, contribua para a alteração química das águas, a actividade agrícola praticada pelos pequenos agricultores ao longo destas duas ribeiras, por aplicação de adubos, de pesticidas e fertilizantes com índice salino elevado, não revela contribuir de forma significativa para que se possa falar em salinização, de acordo com os valores obtidos de CE. Pois, apesar de a CE não servir para determinar que diferentes tipos de contaminantes estão presentes nas águas, o impacto que a actividade humana exerce sobre um determinado curso água, pode ser avaliado através deste parâmetro, que assume um papel de indicador, um forte sistema sinalizador dos desequilíbrios ao seu redor, útil na indicação da concentração de sais minerais dissolvidos na água. E assim, aferir se existe contaminação dos mananciais e em que grau, dado que a CE é proporcional à concentração de sais minerais dissolvidos na água.

Um dos principais factores que contribuem para uma elevada condutividade é a presença de concentrações elevadas de Na^+ , Cl^- e Mg^{2+} , determinantes da condição salina das águas superficiais. Os valores CE/Salinidade encontrados nas duas ribeiras são baixos e muito idênticos, embora a ribeira da Lage apresente uma ligeiríssima diferença que a faz estar mais próxima das águas do tipo salobras, em relação à ribeira de Barcarena que apresenta valores de água doce.

O facto destas duas ribeiras apresentarem pequeníssimas diferenças de valores de CE, poderá depreende-se que os sais minerais dissolvidos na água, não se encontram nas ribeiras nas mesmas concentrações, e que por isso podem apresentar diferentes proporções dependendo da fonte de água, de sua localização geográfica e da época de colecta, entre outros factores, nestas duas ribeiras com características semelhantes.

Sendo que as características geológicas têm uma forte influência na qualidade das águas destas duas ribeiras. Podem os valores encontrados na ribeira da Lage, face à ribeira de Barcarena, dever-se à relevância das características do relevo, do declive e do solo, que se apresentam como factores que contribuem para a salinização das águas, e para que as mesmas apresentem flutuações de CE ao longo do seu percurso.

Os sais contidos nas águas superficiais podem em certas condições de clima, contribuir para salinizar as águas, a acrescer a acção directa da intemperização das rochas, cujo aumento será expectável dado as alterações climáticas donde advêm longos períodos de seca que implicará num grande afloramento de sais minerais na superfície do solo e em cursos de água.

Já os valores de CE avaliados junto à foz nestas duas ribeiras, revelam estarmos perante uma água de característica salobra, por ser uma água de transição. A água salgada apresenta de forma geral, uma composição química constituída de sais de cálcio, magnésio, sódio e potássio nas formas de cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos, muitos destes iões (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} e Cl^-) que também estão presentes na água doce embora em menores concentrações, e dependendo da concentração e da temperatura, podem contribuir para um aumento da CE.

Por fim, embora as ribeiras actuem como depuradores, por se tratar de uma bacia litoral, a influência do mar está presente. Nos pontos de amostras B4 e L4, e face à maré vazante, os valores de CE proporcionais à concentração de sais dissolvidos devem-se aos iões de sódio e de cloro, denunciando esses valores, uma água do tipo salobra.

A monitorização da qualidade das águas é a abordagem mais viável, para identificação das causas que originam alterações químicas na sua composição, tendo como unidade básica as microbacias hidrográficas.

Bibliografia

APA *Critérios para a classificação do estado das massas de água superficiais.*

Disponível em: <https://www.apambiente.pt/dqa/assets/crit%C3%A9rios-classifica%C3%A7%C3%A3o-rios-e-albufeiras.pdf>

APA - Plano Nacional da Água Último acesso em 15/10/2016 Disponível em:

<https://www.apambiente.pt/?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=833>

Ayers & Westcot, 1991; Wanderley (2009). *A qualidade da água na agricultura.* Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande, PB: UFPB

Alloway & Ayres (1997) *Chemical Principles of Environmental Pollution*, 2 ed. Ed. Chapman & Hall, New York. 1997

Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo I - Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional Fernanda Gene Nunes Barros² Mário M. Amin (PHD) Último acesso 26/10/2016. <http://www.rbgdr.net/012008/artigo4.pdf>

ALMEIDA, C. (2004) *Biólogos sugerem nova visão pela natureza.* São Paulo: Agência Estado, Caderno Ciência, 1998.

AGENDA 21. *Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.* Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de edições técnicas, 1997

Artigo científico Belo Horizonte 07(2) 56-67 julho-dezembro de 2011 *Avaliação geoquímica ambiental da água superficial do Rio do Formoso, Buritizeiro – MG* Belo Horizonte Hernando Baggio Adolf Heinrich Horn

Artigo científico *Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos.* Marielle Medeiros de Souza, Maria do Carmo Cauduro Gastaldini²

Água na região Nordeste: desperdício e escassez. Estudos avançados 11 (29), 1997 Aldo da C. Rebouças. Acedido em 06/10/2016 Disponível on line em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141997000100007

ARHtejo. Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo. Acedido em 06-10-2016 Disponível em: <https://www.apambiente.pt/?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=834>

Braga, C. (2002). *Introdução à Engenharia Ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2002. In: Simpósio do Cerrado. São Paulo: Brasil. 2002.

Barlow (2003) *Groundwater in freshwater-saltwater environments of the Atlantic coast*. U. S. Geological Survey, Preston, Virginia.

Couillard, D.; Lefebvre, Y (1985). *Analysis of water quality indices*. Journal of Environmental Management.

Classificação climática de Portugal Continental. Disponível em: <https://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/> Acedido em 05/10/2016

Cruz & Silva Jr., 2006. *Modelagem hidrogeoquímica do aquífero freático da restinga de Piratininga*, Niterói-RJ. In: Congresso Brasileiro De Águas Subterrâneas, 14, Curitiba, 2006.

Custódio e Llamas (1983). *Hidrología subterránea*. Editorial Omega, Barcelona.

Cruz & Silva Jr., 2006. Spatial and temporal hydrochemical behavior of Piratininga coastal aquifer, Niterói City, Brazil. In: *Salt Water Intrusion Meeting*, 19, Cagliari, Italy, 2006. Proceedings of the 19th SWIM, v. 1

Cortez, N. (2007) Solo in Magalhães, M. R. (coord.) *Estrutura Ecológica da Paisagem. Conceitos e Delimitação, Escalas Regional e Municipal*. ISAPress, Lisboa.

Constanza, R. (data desconhecida). *Ecological economics: the science and management of sustainability*. United States of America: Columbia University Press Book, 1991.

CMO (2013b) *Plano Director Municipal de Oeiras – Revisão, Relatório Ambiental relativo à Avaliação Ambiental Estratégica da Revisão do PDM de Oeiras*. IPA, Inovação e Projectos em Ambiente, Lda.

CMO (1996) *Plano Director Municipal de Oeiras. Assumir a história, preparar o futuro*. Câmara Municipal de Oeiras, Oeiras.

CMO/GDM (2013a) *Plano Director Municipal de Oeiras – Revisão, Reserva Agrícola Nacional, Memória descritiva*. Gabinete de Desenvolvimento Municipal, Câmara Municipal de Oeiras.

CMO/GDM (2013b) *Plano Director Municipal de Oeiras – Revisão, Relatório de Proposta*. Gabinete de Desenvolvimento Municipal, Câmara Municipal de Oeiras.

CMO/GDM (2013c) *Plano Director Municipal de Oeiras – Revisão, Relatório de Caracterização e Diagnóstico*. Gabinete de Desenvolvimento Municipal, Câmara Municipal de Oeiras.

Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água. Jornal Oficial das Comunidades Europeias n° L 327. Disponível em: http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/221?newsId=921&fileName=2702_1999.pdf

Decreto-Lei n.º 11/87, de 07 de Abril, que define as bases da Política de Ambiente. Último acesso 30/10/2016. <http://www.icnf.pt/portal/icnf/legisl/legislacao/2014/lei-n-o-19-2014-de-14-de-abril-d-r-n-o-73-serie-i>

Decreto -Lei n.º 19/2014, de 14 de abril. D.R. n.º 73, Série I, Último acesso 30/10/2016.

Decreto - Lei n.º 26/2013 de 11 de abril. Regula as actividades de distribuição, venda e aplicação de produtos fitofarmacêuticos. Último acesso 30/10/2016. http://www.drapc.minagricultura.pt/drapc/servicos/desenvolvimento/files/fp/procedimentos_operativos_pc_mais_65anos.pdf

Diretiva n.º 2009/128/CE, do Parlamento Europeu. Último acesso 30/10/2016.
http://www.drapc.min-agricultura.pt/base/legislacao/files/diretiva_128_2009_ce.pdf

Fetter (1994). *Applied Hydrogeology*. Editions Prentice Hall, U.S.A.

Farias (2006) *Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo, Campina Grande*, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2006.

Forstner & Wittmann, (1981). *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. 2ed. Berlin. Springer-Verlag.

Fundamentals Environmental Measurements - Testing and Interpretation of Salinity and PH - Último acesso em 22-09-2016. Disponível on line em:
<http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/farm-management/soil-and-water/salinity/testing-and-interpretation-of-salinity-and-ph>

Fundamentals Environmental Measurements - Conductivity, Salinity & Total Dissolved Solids - Acedido em 22-09-2016. Disponível on line em:
<http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/conductivity-salinity-tds/>

Fundamentals Environmental Measurements - Voluntary Estuary Monitoring Manual Chapter 14: Salinity – Acedido em 22-09-2016. Disponível on line em:
https://www.epa.gov/sites/production/files/201509/documents/2009_03_13_estuaries_monitor_chap14.pdf

FAO (2011). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture*. Roma: FAO

Faust & Aly (1981). *Chemistry of natural waters*, Universidade da Califórnia

Fawcett (1997). *Influences of the no-till system on drinkability of water; consequences on water treatment and availability*. II Sem. Intern. Sistema Plantio Direto. 6 a 9 out. Passo Fundo (RS). Anais Embrapa-CNPT

Geoportal da C.M.O.- Último acesso em 27/09/2016. Disponível em:<http://geoportal.cm-oeiras.pt/ver/mapas>

Harmancioglu et al., (1998). *Water monitoring and network design*. The Hague: Kluwer Academic Publishers, 1998. (Water Science Technology Library, 27).

Henriques, A. G., West, C. A., & Pio, S. (2000). *Directiva Quadro Da Água: Um instrumento integrador da política da água da união europeia*. Congresso da Água.

IPCC. (2007). *Fourth IPCC Assessment Report: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Geneva

Instituto português do mar e da atmosfera – Boletim Climatológico Setembro 2016
<http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=-1>

IPCC (2001) - *Climate Change 2001, Impacts, Adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II. Third Assessment Report of the intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press

Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro da Assembleia da República que aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva nº 2000/60/CE Acedido em 27/07/2016

http://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=1191&tabela=leis

Manoel Filho, J. (1997), *Contaminação das águas subterrâneas*. In: FEITOSA, F. A. C; Manoel Filho, J. (Ed.). *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. Fortaleza: CPRM/LABHID/UFPE, 1997.

Major, I. et al. (2012). *Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável*.

Município, SA (2013) *Oeiras, Factos e Números*. Edição Especial. CMO, Oeiras. 130 páginas.

Meadows, D. H. (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.

Marques, J. F.; Comune, A. E. (data desconhecida) *A teoria neoclássica e a valoração ambiental. Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas: UNICAMP. IE, 2001

Neutzling, I. (org.). *Água: bem público universal*. São Leopoldo: UNISINOS, 2004

Neumann, P. 1997. *Salinity resistance and plant growth revisited*. Plant, Cell & Environment.

Oeiras Factos e Números, Edição Especial 1.^a edição Setembro 2013 Disponível em: <http://factosenumeros.cm-oeiras.pt/conteudos/geral/oeirasfactosenumeros.pdf>

Oliveira, M. 1997. *Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais*. In: Gueyi, H. R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J. F. (Ed.) *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: UFPB.

Ongley, E.D. *Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas*. Tradução de Gheyi, H.R.; Damasceno, F.A.V.; Brito, L. T. de L. Campina Grande: UFPB, 2000. 92 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 55).

Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos avançados* 22 (63) 2008 José Galizia Tundisi. Acedido em 05-10-2016 Disponível on line em: <http://scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a02.pdf>

Ramalho, M.M.; Rey, J.; Zbyszewsky, G.; Matos Alves, C.A.; Moitinho de Almeida, F; Costa, C.; Carla Kullberg, M. (1981) *Carta Geológica de Portugal, na escala de 1/50 000*; Notícia Explicativa da Folha 34-C, Cascais. Direcção-Geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal.

Ribeiro, M. R.; Barros, M. F. C.; Freire, M. B. G. S. 2009. *Química dos solos salinos e sódicos*. In: Melo, V. F.; Alleoni, L. R. F. (eds.). *Química e mineralogia do solo. Parte II – Aplicações*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Ribeiro, M. R.; Freire, F. J.; Montenegro, A. A. A. (2003). *Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável*. In: Curi, N.; Marques, J. J.; Guilherme, L. R. G.; Lima, J. M.; Lopes, A. S; Alvarez, V. H. (eds.). *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

REN – Decreto-Lei n.º 321/83, de 5 de Julho. É instituída a Reserva Ecológica Nacional, que integra todas as áreas indispensáveis à estabilidade ecológica do meio e à utilização racional dos recursos naturais, tendo em vista o correcto ordenamento do território Último acesso em 27/07/2016, <http://dre.pt/pdf1sdip/1983/07/15200/24252427pdf>

Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro.- Proceda à primeira alteração (e republicação) ao Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, que estabelece o Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN). Último acesso em 27/07/2016

RAN – Decreto-Lei n.º 451/82, de 16 de novembro. Institui a reserva agrícola nacional Último acesso em 27/07/2016 <http://dre.pt/pdf1sdip/1982/11/26500/38283832pdf>

Decreto-Lei n.º 196/89, de 14 de Junho. Aprova o Regime da Reserva Agrícola Nacional (RAN)

Decreto-Lei n.º 199/2015, de 16 de Setembro. Proceda à primeira alteração ao [Decreto-Lei n.º 73/2009](#), de 31 de março, que aprova o regime jurídico da Reserva Agrícola Nacional

Santos & Miranda (2006). – *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM II*. Gradiva, Lisboa.

Santos, 2000 SANTOS, J.G.R. dos. *A salinidade na agricultura irrigada: teoria e prática*. Campina Grande: UFPB, 2000.

SROA (1972) *Carta de Capacidade de Uso do Solo de Portugal, Bases e Normas Adoptadas na sua Elaboração*, (Região a Sul do Tejo). Ministério da Economia, Secretaria de Estado da Economia, Boletim de Solos n.º 12, Lisboa.

Silva JÚNIOR et al., (1999). Silva Júnior, L.G.A.; Gheyi, H.R.; Medeiros, J.F. *Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.

The Dublin Statement on Water And Sustainable Development Último acesso em 15/09/2016 disponível em: <http://www.un-documents.net/h2o-dub.htm>

Tomassi, L. R. (1994) *Estudo de Impacto Ambiental*. São Paulo: CETESB

Toledo& Ferreira (2000) *Impactos das atividades agrícolas na qualidade da água*. Rev. Plantio Direto

Tucci, C. E. M.(1997) *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997

USEPA (1999). Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices. EPA Washington, DC.

Viero, Lia Margot Dornelles. (2004). *Água: Recurso Natural Indispensável ao Ambiente Urbano*.

Wanderley, R. A. 2009. *Salinização de solos sob aplicação de rejeito de dessalinizadores com e sem adição de fertilizantes..* (Dissertação de Mestrado) – Universidade de Federal Rural de Pernambuco, Recife

Whitfield, (2001) *Vital signs*. Nature.

West, C. A. e Henriques, A. Gonçalves (2000) – “*Instrumentos Económicos e Financeiros para a Gestão Sustentável da Água*”. 5º Congresso da Água. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Lisboa.

Williams, W. D. (1987). *Salinization of rivers and streams: an important environmental hazard*. Ambio.

Richards, L. A. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington D.C., U.S. Salinity Laboratory. (USDA Agriculture Handbook, 60).

World Meteorological Organization (2013). Acedido em 5 de Outubro. Disponível em:

<http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/documents/english/icwedece.html>

Yassuda, E. R. *Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais*. Rev. Adm. Púb.

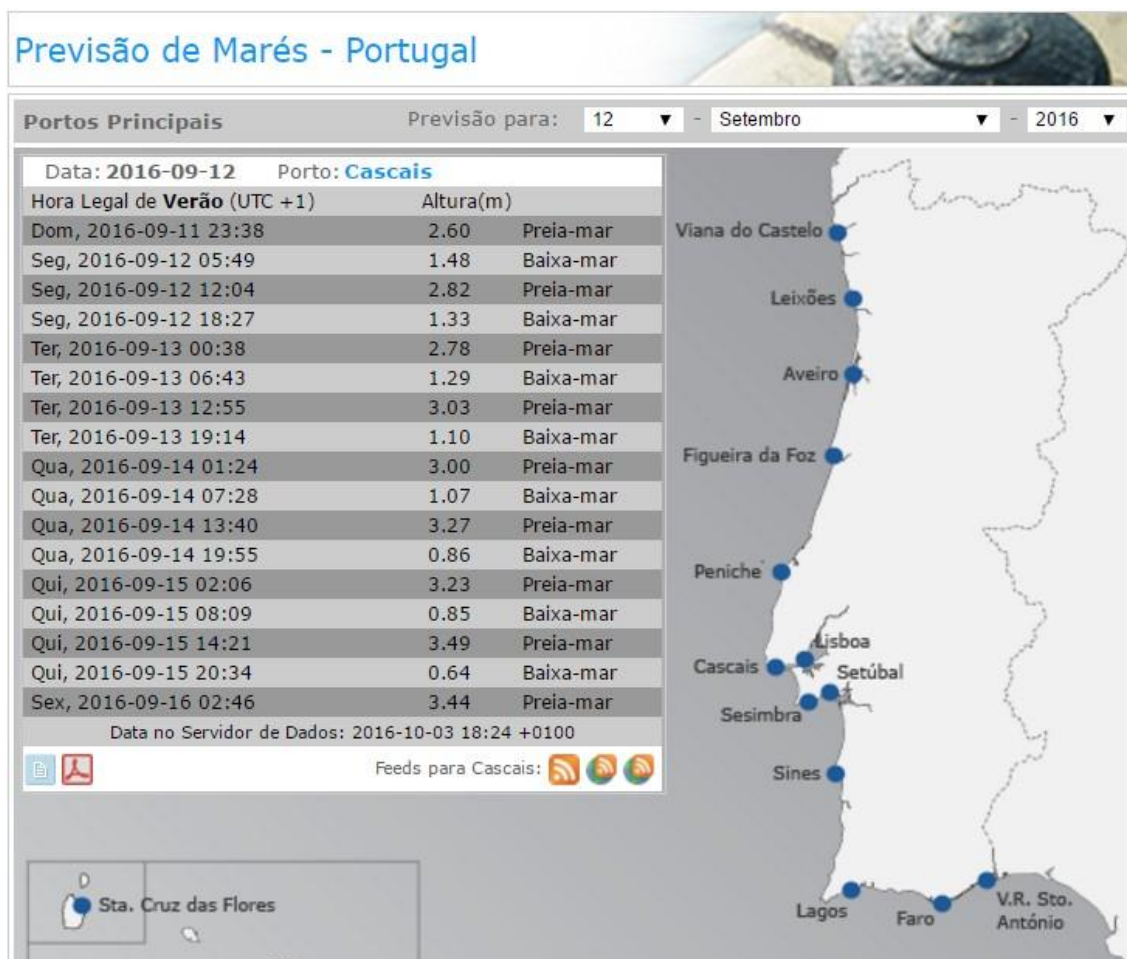
World Meteorological Organization . (2013). World Meteorological Organization.

Último acesso em 15/09/2016 Disponível em:

<http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/documents/english/icwedece.html>

Anexos

Anexos I



Fonte: <http://www.hidrografico.pt/previsao-mares.php>. Acesso em 03/10/2016.

Anexos II

Pontos de recolha de amostragem – Ribeira da Lage – Concelho de Oeiras - (Fotos da aluna)



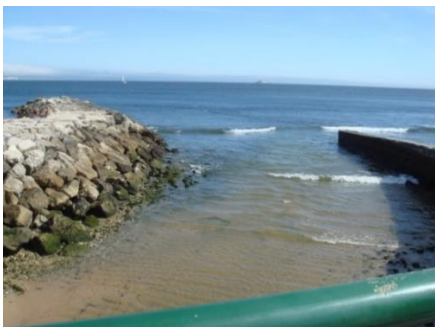
L1 – Localidade da Lage 12/09/2016_14:00



L2 – Palácio do Marquês 12/09/2016_14:26



L3 – Localidade de Oeiras 12/09/2016_15:09



L4 – Praia de Santo Amaro Oeiras 12/09/2016_16:00

Anexos III

Pontos de recolha de amostragem – Ribeira de Barcarena – Concelho de Oeiras- (Fotos da aluna)



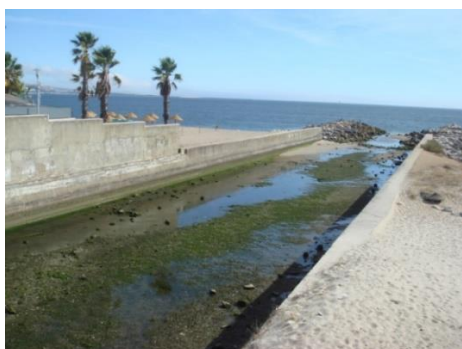
L1 – Fábrica da Pólvora 12/09/2016_17:57



L1 – Antes de Barcarena 12/09/2016_17:13



L1 – Depois de Barcarena 12/09/2016_16:56



L1 – Praia de Caxias 12/09/2016_16:23

