



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências

Educar Para a Gestão Sustentável da Água em Portugal

Susana Maria Carvalho Ramos Magalhães

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ensino de Física e Química no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Arlindo Caniço Gomes

Covilhã, Outubro de 2010

Trabalho apresentado no âmbito da unidade curricular de **ESTÁGIO NAS ÁREAS DE FÍSICA E QUÍMICA**.

O conteúdo do presente trabalho é da exclusiva responsabilidade da autora.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Arlindo Caniço Gomes pela dedicação, qualidade da orientação e total disponibilidade manifestada ao longo do trabalho.

Ao Sérgio, que me apoiou e incentivou sempre nos momentos mais difíceis e me compensou na minha ausência ficando mais perto dos nossos filhos.

À Marta e ao Henrique, que me cederam parte do escasso e precioso tempo a que têm direito e que lhes costumo dedicar, para que à dissertação me dedicasse.

Aos meus pais pelo apoio prestado na minha ausência, pelo carinho e coragem que sempre me deram e que muito contribuiu para a realização deste estudo.

À minha irmã Cristina, pela disponibilidade e pela confiança que sempre me depositou.

Aos meus irmãos, Catarina, João Paulo e José Henrique e todos familiares e amigos pelo apoio manifestado.

A todos o meu Bem Haja!

Resumo

Este trabalho pretende demonstrar a importância da Educação para a Utilização Sustentável da Água em Portugal num contexto de crescente globalização, aumento exponencial da população do planeta e consequente sobre-exploração dos recursos naturais. A escola deve desempenhar um papel fundamental na formação dos futuros cidadãos, o qual é possível porque os programas curriculares permitem que os professores desenvolvam actividades que contribuam para a consciencialização dos alunos relativamente ao problemas dos ecossistemas e à importância da adopção de uma atitude de responsabilidade ética individual e colectiva. Actualmente, os programas curriculares do ensino já estão organizados de forma a que o Professor desenvolva actividades que possam/devam formar alunos conscientes nos diferentes componentes dos conteúdos programáticos: Ciência, Tecnologia e Sociedade.

O acesso a fontes de informação fidedignas nas escolas é fácil, pelo que a consulta de documentos actualizados permite o desenvolvimento, sob orientação do professor, de múltiplos temas no contexto dos conteúdos programáticos incluindo aqueles com reflexo na utilização Sustentável da Água.

Palavras chave: Educação Ambiental, Água, Conteúdos Programáticos do Ensino Secundário (Física e Química A)

Abstract

This study aims at demonstrating the importance of Environmental Education to the sustainable use of water in Portugal, in a context of increasing globalization, exponential increase of world population and consequent over-exploitation of natural resources. School must assume an essential role in educating future citizens, which is possible because syllabuses allow teachers to develop activities that contribute to students' recognition of ecosystem problems and the importance of adopting an attitude of both individual and collective ethical responsibility. Nowadays, syllabuses are already organized so that teachers can develop activities which might/should raise students' awareness regarding the different components of curricular contents: Science, Technology and Society.

The access to reliable information sources at school is easy, that is why the research of updated documents allows the development, under the teacher's guidance, of diverse topics in the context of syllabuses, including those with repercussion in the sustainable use of water.

Keywords: Environmental Education, Water, Syllabuses of Secondary School (Physics and Chemistry A).

Índice

Capítulo 1- Introdução	7
1.1- Enquadramento do tema	8
1.2- Motivação e objectivo	11
1.3- Estrutura da Dissertação	11
Capítulo 2- Da Educação Ambiental à Educação para o Desenvolvimento Sustentável: Percursos, Oportunidades e Conceitos	12
2.1- Desenvolvimento da Educação Ambiental (EA) em Portugal	13
2.2- Da Educação Ambiental à Educação para o Desenvolvimento Sustentável (DS)	16
2.3- Em Portugal: Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável	17
2.4- Desenvolvimento Sustentável da Água em Portugal	18
Capítulo 3- Água	23
3.1- A Importância da Água na Sociedade	24
3.2- O Ciclo Hidrológico	25
3.3- Disponibilidade da Água no Planeta Terra	26
3.4- Disponibilidade da Água em Portugal	27
3.5- Os Períodos de Seca em Portugal	28
3.6- Factores que Promovem a Alteração da Qualidade da Água	29
3.7- Parâmetros Importantes para a Caracterização da Água	30
3.8- Qualidade da Água para Consumo Humano e Saúde Pública	30
3.9- Processos de Tratamento de Água para Consumo Humano	33
3.9.1- Coagulação/Floculação	33
3.9.2- Decantação	34
3.9.3- Filtração	34
3.9.4- Desinfecção	34
3.10- Processos de Tratamento de Água Residuais	35
3.11- Parâmetros Físico - Químicos, Químicos, Microbiológicos e Outros	36
3.12- pH	37
3.13- Nitratos	38
3.14- Sódio	41
3.15- Dureza da água	42
3.16- Alcalinidade	43
Capítulo 4- Conteúdos Programáticos e Abordagem da Educação na Utilização Sustentável da Água	45

Conclusão	61
Bibliografia	64
Anexos	70

Lista de Figuras

1.	Ciclo da água, definido pelos vários subsistemas nela integrados com a indicação da dimensão de alguns compartimentos e dos principais fluxos envolvidos do seu equilíbrio dinâmico [24]	25
2.	Zona não saturada e zona saturada no subsolo [13]	26
3.	Serviços e funções da água [26]	27
4.	Esquema de uma ETA	35
5.	Diferentes Etapas de um Processo Integral de Tratamento de Águas Residuais	36
6.	Ciclo do azoto e transformações biológicas no solo [19]	39
7.	Água e a Natureza [58_61]	47
8.	A desertificação do Solo e da escassez de água para o consumo humano [62_ 65]	49
9.	Distribuição de água para consumo humano no Planeta Terra [66]	49
10.	Poluição da água causada pela actividade do homem, realçando o “desrespeito” que o homem tem em relação ao ambiente [67_73]	50
11.	Filme que ilustra as doenças transmitidas pela água imprópria para consumo humano [74]	51
12.	Vídeo sobre as alterações comportamentais no uso da água [75]	57
13.	Site das águas da Serra Estrela [76]	58
14.	Exemplo do <i>mail</i> enviado pelas Águas Serra da Estrela	58
15.	Carta Escrita no Ano de 2070 [77]	58
16.	Simulador de Consumo de Água [78]	59
17.	Vídeos Sobre a água [79]	59
18.	Reportagem transmitida pela RTP no programa “Jornal da Uma” [80]	60

Lista de Tabelas

1.	Evolução histórica da Política de Ambiente em Portugal quando consideradas as envolventes Europeia e Mundial [27]	17
2.	Síntese da análise de risco de incumprimento dos objectivos ambientais das massas de água de superfície, em cada Região Hidrográfica (INAG, 2009)	21
3.	Procura de água nacional por sector e eficiência dos consumos [84]	22
4.	Esquemas de tratamento Tipo [88]	31
5.	Parâmetros analisados para a produção de água para abastecimento [88]	31
6.	Parâmetros com Valor Imperativo e Parâmetros só com Valor Guia [88]	32
7.	Parâmetros Físico - Químicos, Químicos, Microbiológicos e Outros	37
8.	Principais compostos azotados e estado de oxidação do azoto (N) [19]	39
9.	Tipos de Tratamento no controlo da dureza da água para consumo humano	43
10.	Extracto Conteúdos e Competências/Objectivos 11º Ano [20]	46
11.	Distribuição das tarefas por equipa na realização do trabalho de grupo	51
12.	Material de apoio à realização do trabalho de grupo proposto pelo professor	52
13.	Fóruns Mundiais da Água	54

Lista Abreviaturas

AEA	Agência Europeia do Ambiente
AIA	Avaliação de Impacte Ambiental
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ARH	Administrações de Região Hidrográfica
CEE	Comunidade Económica Europeia
CNA	Comissão Nacional do Ambiente
CNADS	Comissão Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável
CNUAD	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
DDT	Dicloro Difenil Tricloetano
DQA	Directiva do Quadro da Água
DS	Desenvolvimento sustentável
EA	Educação Ambiental
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
GEE	Gases do Efeito Estufa
INAG	Instituto Nacional da Água
INAMB	Instituto Nacional do Ambiente
IPAMB	Instituto de Promoção Ambiental
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
INR	Instituto Nacional Resíduos
IRAR	Instituto Regulador de Águas e Resíduos
MA	Ministério do Ambiente
MARN	Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais
MPAT	Ministério do Planeamento e Administração do Território
MQV	Ministério da Qualidade de Vida
ONU	Organização das Nações Unidas
PDR	Plano de Desenvolvimento Regional
PEAASAR	Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas
PGBH	Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica
PIDDAC	Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Administração Local
PNA	Plano Nacional da Água
PNAC	Programa Nacional para as Alterações Climáticas
PNDES	Plano Nacional de Desenvolvimento Económico e Social
PNUEA	Programa Nacional Para o Uso Eficiente da Água
QCA	Quadro Comunitário de Apoio
QREN	Quadro de Referência Estratégico Nacional
RAN	Reserva Agrícola Nacional

REN	Reserva Ecológica Nacional
RTP	Rádio Televisão Portuguesa
SEA	Secretaria do Estado de Ambiente
UE	União Europeia
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
UNGASS	United Nations General Assembly
UNICEF	United Nations Children's Fund
USEPA	Protecção Ambiental dos Estados Unidos
VMA	Valor Máximo Admissível
VMR	Valor Máximo Recomendado

CAPÍTULO 1

Introdução

1.1- Enquadramento do Tema

Ao longo do século XX assistimos a um desenvolvimento industrial e económico ímpar na história da humanidade. Foi sem dúvida uma época de exaltantes conquistas científicas e tecnológicas e de grandes avanços. Se por um lado o crescimento económico criou riqueza, por outro criou problemas ambientais graves. É na década de 70 do século XX que a humanidade começa a tomar consciência dos graves problemas ambientais, com a publicação do relatório “Os limites do crescimento” [16]. Este último, previu que ao ritmo de crescimento populacional, os limites do planeta seriam atingidos num horizonte de 100 anos, e toma uma posição “radical” para a solução do problema, sugerindo que fosse congelado o crescimento económico para evitar a tragédia ecológica. É este o grande marco da história ambiental e é a partir deste momento que se começam a dar os primeiros passos, ainda que incipientes, em questões do ambiente.

Fazendo um balanço até à actualidade, tem-se evoluído lentamente face à gravidade da situação. No entanto, não podemos descurar que o processo é extremamente complexo e com uma grande diversidade de temas. A realidade de cada povo é uma realidade por si só, não se podendo fazer, por essa razão, leis universais que satisfaçam toda a humanidade.

Tal como nos diversos países de todo o mundo, Portugal teve que desenvolver um conjunto de iniciativas e programas que visassem a resolução das questões ambientais. Com a entrada, em 1986, na Comunidade Económica Europeia (CEE), existe a obrigatoriedade da transposição das Directivas Comunitárias para o nosso direito interno. É a partir da década de oitenta do século XX que a “consciência ecológica” começa a tomar uma posição no nosso país. As políticas ambientais surgem e começam a ser implementadas. Mais tarde, no final da década de oitenta do século XX (1987), com a publicação do Relatório de Brundtland - Nosso Futuro Comum [3], discute-se a necessidade de criar um modelo de desenvolvimento que garanta a sustentabilidade do planeta (Desenvolvimento Sustentável, DS).

Para harmonizar esta tónica entre a consciência ecológica e o DS, a Educação Ambiental (EA) é um meio, pois a tomada de consciência, as atitudes, a capacidade de avaliação e mesmo a participação dos cidadãos são objectivos a serem atingidos, para que o DS e a EA caminhem na mesma direcção, da sustentabilidade.

A escola tem um papel fundamental na formação de cidadãos, embora conscientes que a EA não é território exclusivo da escola, mas sendo um local de formação possui todas as características para o desenvolvimento da EA.

Neste sentido, foi exigido à escola uma adaptação às políticas ambientais, a fim de que os programas curriculares contemplassem conteúdos que permitissem aos professores

desenvolver actividades/projectos de forma a alcançar os objectivos da EA. Em Portugal com a aprovação da Lei de Bases do Sistema Educativo em 1986, verificamos um aumento significativo em matéria de EA nos Programas Educativos. Podemos dizer que a partir desta data os professores têm o caminho aberto para poderem desenvolver essas actividades. De uma forma injusta e atrevendo a classificá-la como ingrata dá-se à escola esta responsabilidade, sem garantir programas de formação adequados às novas temáticas ambientais. Só a partir de 1996, surgiram programas integrados que visavam formação de professores em EA. Os projectos financiados estavam no “terreno” e existiam professores com disponibilidade total na orientação e concretização desses projectos. Em 2001, com a reorganização curricular no Ensino Básico e Secundário, permite-se, ainda mais, aos professores “verem” a estrutura curricular adaptada de forma a desenvolverem projectos onde podem/devem ser desenvolvidas as questões ambientais, nomeadamente, o “buraco” da camada de ozono, alterações climáticas, escassez de água, inundações, degelo e poluição atmosférica.

Os currículos escolares, ao serem reestruturados, passam a contemplar o tema da água, não só no seu estudo químico, mas também como elemento diferenciador no caminho para a sustentabilidade.

A água é o recurso natural que maior preocupação causa a nível mundial, quer pela sua escassez, quer pela poluição a que se vê sujeito. O aumento da população amplifica o problema da escassez de água, uma vez que a este ritmo de crescimento põe-se em risco a sobrevivência humana.

Em termos globais, temos água mais do que o suficiente para fins domésticos, para a indústria e para a agricultura, a questão reside nas assimetrias entre países, e nas regiões de cada país. É frequente existir a uma desproporção entre os recursos hídricos disponíveis e o número de habitantes. Assiste-se, também, a um aumento mais rápido do consumo de água comparativamente com o aumento da população. Estima-se que em 2025 haja menos 34% de água disponível por pessoa e o aumento da população seja de 18%. Também é problema o facto de algumas pessoas – nomeadamente as pessoas carenciadas – serem sistematicamente excluídas do acesso à água pela sua pobreza, pelos seus reduzidos direitos legais ou por políticas públicas que limitam o acesso às infra-estruturas que fornecem água para a vida e para a subsistência [26].

Decorrente do aumento da população, existe um conjunto de causas/actividades que podem por em risco a disponibilidade de água: o aumento da poluição, o uso do solo relativo a práticas agrícolas e florestais, das actividades extractivas, bem como da descarga de efluentes domésticos e de outras actividades industriais. Todas estas actividades provocam o transporte de sedimentos para os recursos aquáticos.

Os sectores agrícolas e florestais são, igualmente, responsáveis pela entrada excessiva de nutrientes em massas de água, para além da descarga de efluentes domésticos e industriais, causando problemas de eutrofização. Estas actividades provocaram um aumento da salinidade e condutividade de águas superficiais e a presença de inúmeros compostos químicos, orgânicos, inorgânicos e microbiológicos. A contaminação microbiológica da água, causada pelas actividades agrícolas, pecuária e por efluentes domésticos, pode ser reduzida se recorrermos a sistemas de tratamentos de águas residuais e os efluentes domésticos forem sujeitos a processos de desinfecção apropriados. No entanto, verificou-se que 2,6 mil milhões de pessoas, em todo o mundo, em 2002 não tinham acesso a sistemas de saneamento, ocorrendo, portanto, a descarga directa de águas residuais nos meios receptores naturais [26].

A procura de água em Portugal está actualmente estimada em cerca de $7\,500 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, em termos de procura por sectores, e tendo por base o Plano Nacional da Água, verifica-se que a agricultura é claramente o maior utilizador de água em Portugal, com um volume total de cerca de $6\,550 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (87% do total), contra $570 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ no abastecimento urbano às populações (8% do total) e $385 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ na indústria (5% do total) [85].

Nem toda esta procura de água é efectivamente aproveitada, na medida em que há uma parcela importante associada à ineficiência de uso e a perdas, relativamente à água que é efectivamente captada. Trata-se, portanto, de uma componente que tem custos para a sociedade, mas que não lhe traz benefícios. Estes elevados volumes indiciam assim potenciais de poupança muito importantes. Sendo a água um factor essencial para o desenvolvimento sócio-económico do País, deve ser considerada um recurso estratégico e estruturante, tendo necessariamente que se garantir uma elevada eficiência do seu uso, o que deve corresponder a uma opção estratégica na política portuguesa de gestão de recursos hídricos.

A sociedade deverá ter consciência que a água é um bem escasso e a sua qualidade para consumo humano tem vindo a diminuir, exigindo cada vez mais tratamentos que a tornem potável. É necessário um uso cada vez mais eficiente, através da optimização da sua utilização, sem pôr em causa as necessidades vitais, qualidade de vida e desenvolvimento sócio-económico. Este facto dependerá dos recursos sociais, implicando um esforço concertado, entre governo, cidadãos e entidades gestoras.

1.2- Motivação e Objectivo

Os factores que motivaram a desenvolvimento do tema foram vários, nomeadamente o problema mundial da escassez de água e a urgência da sustentabilidade deste recurso natural. Por outro lado, a escola é um meio de informação e formação de cidadãos e, ainda, a necessidade dos professores terem um portfólio sobre a Educação para a Gestão Sustentável da Água em Portugal.

1.3- Estrutura da Dissertação

A dissertação está organizada por Capítulos, cada um com um vasto tema base a partir do qual é feita uma revisão teórica da temática global. São quatro os capítulos, estruturados da seguinte forma:

O capítulo 1 fornece uma visão global da temática a tratar e apresenta o objectivo principal do trabalho.

No capítulo 2 revê-se a evolução da implementação da Educação Ambiental nas escolas, bem como se faz referência ao desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade da água em Portugal.

O Capítulo 3 trata do tema água. É evidenciada a sua importância na sociedade e a necessidade absoluta da sua prevenção. São analisados parâmetros de qualidade, bem como os principais factores que levam à sua deterioração. São ainda desenvolvidos, neste capítulo, processos de tratamento água e água residual e alguns parâmetros Físico Químicos que a caracterizam.

O capítulo 4 apresenta sugestões de actividades para a sala de aula, a serem desenvolvidas pelos professores e alunos de modo a criar-se um ambiente onde os conteúdos sejam explorados e os objectivos de ensino/aprendizagem atingidos.

CAPÍTULO 2

Da Educação Ambiental à Educação para Desenvolvimento Sustentável: Percursos, Oportunidades e Conceitos

2.1- Desenvolvimento da Educação Ambiental (EA) em Portugal

Em Portugal o início da EA foi marcado nos anos 70, já por influência de um dinamismo global iniciado pelas Nações Unidas através da Conferência sobre o Ambiente Humano em Estocolmo no ano de 1972.

A EA começa a dar os primeiros passos a nível académico, ainda, na década de 70, nomeadamente no ensino preparatório através da introdução no plano curricular do 1º ciclo do Ensino Básico da área do Meio Físico e Social e com o objectivo de fomentar atitudes responsáveis na defesa e melhoria do ambiente.

Com a entrada de Portugal para a Comunidade Económica Europeia (CEE), actual União Europeia (UE), 1986, inicia-se um período de crescimento formal das acções da EA. Os currículos escolares são reestruturados e começam a ser implementadas áreas temáticas da EA, sendo que a escolaridade obrigatória passa a ser de nove anos (a iniciar nos anos 90), Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º 46/86 de 14 de Outubro). Mais tarde, com a publicação do Decreto de Lei n.º 286/89 de 29 de Agosto, institucionaliza-se a Área-Escola, que permite aos professores desenvolverem actividades de EA. Entretanto, também é criada a Lei de Bases do Ambiente, em que no artigo 39º criou o Instituto Nacional do Ambiente (INAMB). Compete ao INAMB estudar e promover projectos especiais de EA, de defesa do ambiente e do património natural e construindo, em colaboração com as autarquias, serviços da Administração Pública, instituições públicas, privadas e cooperativas, escolas e universidades, incluindo acções de formação. Mais tarde, em 1989, com a aprovação da sua lei orgânica as suas atribuições específicas são clarificadas, nomeadamente a promoção de acções de formação na área da qualidade do ambiente, apostando-se na formação e informação de cidadãos e na prestação de apoio às associações de defesa do ambiente.

É na década de 90, com a disponibilização de mais recursos financeiros e humanos, que a EA atinge o seu momento alto. Nesta época houve um investimento na formação de professores no âmbito específico da EA e o recrutamento de uma bolsa de professores, em regime especial, para coordenar projectos da EA (no ano lectivo 1998/1999 chegaram a ser 22 professores). Nesta altura o IPAMB, como responsável na divulgação de informação em matéria do ambiente, passou a contemplar três novas publicações periódicas. Também a nível de formação profissional foram dinamizadas acções de formação profissional desenvolvidas em parceria entre o IPAMB e o Instituto do Emprego e Formação Profissional. Ocorreu, ainda, nesta fase o aparecimento das ecotecas, centros educativos compostos por bibliotecas, material multimédia e outros materiais que permitem desenvolver a EA. O programa «Ciência Viva», criado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, deu um bom contributo à EA, já que permitiu multiplicar o número de projectos financiados.

Um marco importante desta época, que só no futuro foi visível para a EA, foi a adesão ao programa europeu Eco-Escolas da Associação Bandeira Azul Europeia, programa este que passa a ser promovido em Portugal. As escolas envolvidas na procura de soluções sustentáveis ambientalmente para os seus estabelecimentos são já actualmente cerca de 1000 [29]. É importante salientar que é nesta década que se dá a internacionalização das iniciativas da EA, a nível das organizações não governamentais, não apenas por conferências ou congressos internacionais, mas sim através de partilha de informação, experiências e de avaliação de resultados. É uma época em que a EA consegue dar uma resposta às solicitações internacionais para encontros e conferências, aumentando os seus projectos dentro das escolas e fora destas.

Em 2001, extingue-se o IPAMB que se funde com a Direcção Geral do Ambiente para criar o Instituto do Ambiente, e consequentemente são cortadas as linhas de financiamento dedicadas a projectos da EA. Estas linhas de financiamento dos projectos passaram a ser suportadas mais tarde (2003) pelo Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Administração Local (PIDDAC).

Nesta altura (2001), é feita a reorganização curricular no Ensino Básico e do Ensino Secundário, com a publicação do Decreto de Lei n.º6/2001 e mais tarde actualizado pelo Decreto de Lei n.º209/2002. Esta reforma introduz no Ensino Básico três novas áreas curriculares não disciplinares: a Área de Projecto, Estudo Acompanhado e a Formação Cívica. Para estas áreas foram identificados os objectivos pedagógicos e as competências a adquirir pelos alunos. Desta forma, existe uma transversalidade das disciplinas, por exemplo a formação cívica permite englobar temas como a EA, educação para a saúde e a defesa do consumidor. Os currículos ganham flexibilidade e passam também a depender do Projecto Educativo das escolas e dos Projectos Curriculares de Turma. Deste modo, a EA torna-se mais dependente das iniciativas dos professores.

No Ensino Secundário passa a contemplar-se a Área Projecto (no 12ºAno). Esta área curricular não disciplinar tem como objectivo desenvolver uma visão integrada dos saberes e da relação teórico-prática, bem como a promoção da orientação escolar e profissional e a aproximação ao mundo do trabalho. «Os alunos deverão mobilizar e integrar competências desenvolvidas no âmbito das diferentes disciplinas do seu plano de estudos para resolverem problemas, para estudarem e compreenderem fenómenos do mundo que os rodeia, elaborando produtos concretos - relatórios, ensaios, objectos tridimensionais diversos, programas informáticos, filmes em suporte de vídeo, páginas para a Internet ou trabalhos em suporte multimédia. Estes produtos deverão, preferencialmente, ser concebidos por pequenos grupos de alunos e a metodologia usada, a do trabalho de projecto [...] Será uma oportunidade para os alunos conhecerem e reflectirem sobre os problemas sociais, económicos, tecnológicos, científicos, artísticos e ambientais de forma integrada [...]» [89].

Esta estrutura veio permitir que se avalie um trabalho, que é determinante na transição do ano lectivo, ao passo que a área escola (do currículo antigo) não tinha avaliação e a responsabilidade do projecto estava distribuída por todos os professores das diversas disciplinas da turma [29].

É de salientar que esta reestruturação torna flexível a gestão curricular, tornando as escolas mais autónomas nas orientações do ensino e na construção do seu próprio caminho. A EA passou a desenvolver-se de uma forma mais dispersa e dependente das iniciativas e recursos presentes em cada escola, ficando a cargo dos professores todas as iniciativas em prol do ambiente, dependendo da vocação, capacidade de iniciativa e competência científica destes, ficando para trás a formação específica em ambiente e tecnologia.

Em 2007 é criada a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), ficando a seu encargo o Departamento de Promoção e Cidadania Ambiental, que inclui duas divisões: Divisão de Divulgação e Acesso à Informação e Divisão de Participação do Cidadão.

O número de técnicos da EA foi progressivamente reduzido, verificando-se hoje uma carência destes face às solicitações que se fazem sentir. Esta diminuição está ligada com o novo estatuto da carreira docente dos professores do Ensino Básico e Secundário, que “obrigou” os professores requisitados por um período de quatro anos, a terem de voltar às suas funções na escola.

Fazendo uma análise podemos verificar que a nível nacional é durante os anos noventa, do século XX, que se dá um encaminhamento em torno da dinâmica da EA. Com a passagem do milénio há um retrocesso. Com cortes nos recursos financeiros e com eles os próprios recursos humanos e organizativos perderam eficácia, a começar pelas próprias acções de formação dos docentes [29].

Um estudo nacional sobre a EA mostrou que o frágil desempenho se devia à acumulação de várias falhas: défice de formação e especialização de docentes nesta área, falta de profissionalização dos educadores desta actividade educativa, deficiente articulação e integração do ambiente nos currículos escolares dos diferentes níveis e uma ausência de efectiva avaliação das actividades de EA [16].

Actualmente, os currículos escolares proporcionam aos alunos informação cada vez mais consistente no que diz respeito à educação ambiental, mas existe uma lacuna a nível de estratégias e de sentido de prioridades. «Faz falta uma política estratégica de educação para o ambiente e o desenvolvimento sustentável que possibilite uma mais consistente integração e articulação curricular da temática ambiental no ensino formal e que facilite o

estabelecimento de dinâmicas intermédias e transversais que possam dar conta de forma mais fiel e experimentada da complexidade pluridimensional que hoje domina as relações do ambiente com as restantes dimensões da vida social e da economia contemporâneas» [29].

2.2- Da Educação Ambiental à Educação para o Desenvolvimento Sustentável (DS)

A EA surge nos anos 60 para responder à crescente evidência da degradação ambiental. Foi implementada em manuais escolares através de actividades e organizações educativas.

A diminuição da camada de ozono, contaminação de cursos de água, poluição atmosférica, devastação das florestas destruição dos habitats e a consequente redução da biodiversidade e alterações climáticas estão presentes no senso comum e também em debates políticos. Assim, torna-se evidente um crescente apelo à mudança de comportamentos que vão contribuir para os ultrapassar. É urgente mudar atitudes e comportamentos para que a gestão responsável dos recursos gere uma igualdade social, não só entre gerações, como também dentro de cada uma. Isto é, promover uma maior justiça na disponibilização e usufruto de recursos naturais entre povos e grupos sociais e assegurar a satisfação das necessidades das gerações presentes sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras poderem satisfazer as suas - conceito de desenvolvimento sustentável.

A EA é um processo permanente de aprendizagem que permite incrementar a informação e o conhecimento público sobre problemas ambientais, promovendo simultaneamente o sentido crítico das populações e a sua capacidade para intervir em decisões que afectam o ambiente e consequentemente, a sua qualidade de vida.

Os objectivos da EA foram pensados como um processo progressivo e dinâmico de aprendizagem que permita alcançar os objectivos destacados pela Declaração de Tbilisi de 1977: a) ajudando a compreender com clareza e promover a consciência relativamente à interdependência económica, política, social e ecológica das zonas urbanas e rurais; b) proporcionar a cada indivíduo a possibilidade de aceder ao conhecimento, valores, atitudes, compromissos e meios necessários para proteger e melhorar o meio ambiente; c) induzir o aparecimento de novos padrões de comportamento dos indivíduos, grupos sociais e da sociedade no seu todo relativamente ao meio ambiente” [38].

A EA tem feito um esforço reconhecido, apesar de muitas vezes inglório, pois passados mais de trinta anos os problemas ambientais persistem, os desequilíbrios ecológicos a degradação ambiental são infelizmente uma realidade. É necessário um desenvolvimento ecologicamente equilibrado e sustentável. A definição de DS surgiu no final do século XX pela constatação de que o desenvolvimento económico precisa de ter em conta, também, o equilíbrio ecológico e

a preservação da qualidade de vida das populações humanas a nível global. Isso implica, por exemplo, a gestão racional e equilibrada dos recursos minerais e ecológicos do planeta.

A ideia de DS tem por base o princípio de que o Homem deveria gastar os recursos naturais de acordo com a capacidade de renovação desses recursos, de modo a evitar o seu esgotamento. De acordo com o ambicioso Relatório Brundtland de 1987, um documento das Nações Unidas, é o “desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem prejudicar a capacidade das futuras gerações de atender às suas próprias necessidades”.

2.3- Em Portugal: Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável

Em Portugal, tal como nos países ocidentais, a atenção para questões de ambiente foi fortemente influenciada pelo momento gerado em torno da Conferência das Nações Unidas sobre o ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972, neste ano foi, ainda, publicado o relatório «Os Limites de Crescimento» pelo Instituto Tecnológico de Massachusetts. A Tabela 1, apresenta uma evolução histórica da política de ambiente em Portugal quando consideradas as envolventes Europeia e Mundial.

Tabela 1- Evolução histórica da Política de Ambiente em Portugal quando consideradas as envolventes Europeia e Mundial [28].

Ano	Iniciativas Internacionais	Iniciativas em Portugal
1970	Introdução da Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) nos Estados da América Criação da agência de Protecção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA)	
1971		Criação da Comissão Nacional do Ambiente (CNA) no seio da JNICT; Criação do Parque Nacional da Peneda-Gerês
1972	Relatório Meadows Conferência de Estolcomo, laçamento do PNUEA Primeiros políticos Verdes UTG (Austrália) e Values Party (Nova Zelândia)	
1974 1975		Revolução dos cravos Criação da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) e do Serviço Nacional de Parques Reservas e Património Paisagístico
1976	Ambiente de Seveso (Itália)	Consagração constitucional dos «direitos do ambiente» (art.º66 da CRP).
1979		SEA e ministério da Qualidade de Vida (MQV)
1983		Constituição do partido ecologista «os verdes» Criada a Reserva Ecológica Nacional (REN), Reserva Agrícola Nacional (RAN)
1985	Introdução da avaliação do Impacto Ambiental (AIA) no espaço político da comunidade Económica Europeia (CEE)	SEA passa a Secretaria de Estado do ambiente e Recursos Naturais (sob a alçada do Ministério do Planeamento e Administração do Território - MPAT) Constituição da Quercus
1986	Acidente Nuclear Chernobyl, Assinatura do Acto Único Europeu, onde consta um capítulo relativo ao ambiente	Adesão de Portugal à Comunidade Económica Europeia (CEE) Constituição da Geota
1987	Relatório Brundtland Ano Europeu do Ambiente	Lei de Bases do ambiente; Lei de Bases das Associações de Defesa do ambiente
1988	Estabelecimento do IPCC	
1990	Criação da Agência Europeia do Ambiente (AEA)	Criação do Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais (MARN); Primeira Legislação Nacional AIA
1992	CNUAD, Convenção sobre a biodiversidade e Convenção-quadro sobre as alterações climáticas, Inclusão da Dimensão de Sustentabilidade no texto do Tratado da União Europeia	

Ano	Envolvente Mundial/ Europeia	Iniciativas em Portugal
1993		PDR: Plano de Desenvolvimento Regional 1994-1999 (QCAII) e respectiva avaliação ambiental
1994	Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação 5º Programa de acção em matéria de ambiente e desenvolvimento sustentável	Adaptação a Portugal da Agenda 21
1995		Plano Nacional da Política do Ambiente
1996		Lei de Bases da Política Florestal
1997	Protocolo de Quioto, UNGASS, Cimeira do Rio, Tratado de Amesterdão/Revisão dos Tratados da União Europeia; Inclusão do conceito de Desenvolvimento Sustentável nos Tratados Europeus	Revisão da Constituição da República Portuguesa, com a inclusão do conceito de DS Criação do Conselho Nacional do Ambiente e DS
1998	Estratégia florestal da União Europeia	Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e do Urbanismo
1999		Plano Nacional de Desenvolvimento Económico e Social (PNDES) para o período 200-2006 (QCA III) Plano de DS da Floresta Portuguesa
2000	Directiva do Quadro da Água	
2001	Estratégia Europeia para o DS, Directiva europeia sobre a avaliação Ambiental de Planos e Programas	Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade
2002	Conferência de Joanesburgo Ratificação pela EU de Protocolo de Quioto	
2003 2004	Criação do Sistema de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa (GEE)	Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) Transposição para a ordem jurídica nacional da legislação europeia relativa ao comércio de licenças de admissão de GEE
2005	Entrada em vigor do Protocolo de Quioto	Lei da Água; Estratégia Nacional para a energia
2006	Livro Verde Estratégia europeia para energia Sustentável, competitiva e segura, Estratégia Europeia de DS Aprovada no Conselho Europeu de 9 de Junho	Estratégia Nacional para Florestas
2007		Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN) 2007-2013; Quadro legal de suporte à avaliação Ambiental Estratégica Estratégia Nacional de DS

Entre os anos 1994 e 2001 houve uma evolução significativa nas políticas ambientais. Pode-se apontar para quatro aspectos fundamentais: (a) aprovação da lei de bases de ordenamento do território; (b) em 1997 a criação de uma Comissão Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável (CNADS), tornado o primeiro órgão de governo explicitamente consagrado às questões de sustentabilidade); (c) Criação de dois novos institutos vocacionados para a regulação do sector das águas e resíduos (Instituto Nacional Resíduos (INR) e Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR)); (d) criação da Inspecção Geral do Ambiente. Neste período, o Ministério do Ambiente (MA) fica, ainda, com a responsabilidade do ordenamento do território que estava sobre a alçada do Ministério do Planeamento.

2.4- Desenvolvimento Sustentável e Água em Portugal

Em Portugal, é o Instituto Nacional da Água (INAG), autoridade nacional da água, que tem como responsabilidade garantir a política nacional da água e também a responsabilidade, externamente, pelo cumprimento das várias obrigações impostas pela Directiva do Quadro Água (DQA). A DQA foi transposta para ordem jurídica interna através da Lei nº 58/2005 de 29

de Dezembro, que aprova a Lei da Água, estabelecendo bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas em Portugal.

A DQA preconiza uma abordagem abrangente e integrada de protecção e gestão da água, tendo em vista alcançar o bom estado de todas águas em 2015. Dos elementos inovadores previstos na DQA, destacam-se os seguintes: abordagem integrada de protecção das águas de superfície e subterrâneas; avaliação da qualidade das águas através de uma abordagem ecológica; planeamento integrado a nível da bacia hidrográfica; estratégia específica para a eliminação da poluição causada por substâncias perigosas; aplicação de instrumentos económico-financeiros para promover o uso sustentável da água; divulgação da informação e incentivo da participação pública; aplicação integrada das outras normas comunitárias relativas à protecção das águas.

O principal objectivo da DQA é garantir o bom estado ecológico e bom estado químico de todas as águas superficiais. O estado ecológico de uma massa de água de superfície de um dado tipo é definido principalmente pelo desvio entre as características das comunidades de organismos aquáticos (flora aquática, invertebrados bentónicos e peixes) que estão presentes em condições naturais (condições de referência) e as características dessas mesmas comunidades quando sujeitas a uma pressão (descarga de um efluente urbano, extracção de areias, por exemplo). O estado ecológico é, ainda, caracterizado por parâmetros físico-químicos (temperatura, oxigénio dissolvido e nutrientes, entre outros), e por características hidromorfológicas (vegetação ribeirinha, caudal, profundidade do rio, entre outros). O estado químico depende da presença, em quantidades significativas, de substâncias denominadas substâncias prioritárias, tais como metais pesados, hidrocarbonetos persistentes e alguns pesticidas. Os limites máximos admissíveis para estas substâncias, consideradas como apresentando um risco significativo para o ambiente aquático, e as normas de qualidade ambiental são estabelecidos a nível comunitário. Deste grupo de substâncias destacam-se as designadas por substâncias perigosas prioritárias, cuja concentração no meio hídrico se pretende eliminar totalmente. Uma massa de água apresentará um bom estado químico se as concentrações das referidas substâncias, ou outras substâncias perigosas com normas de qualidade definidas a nível comunitário, não excederem os limites estabelecidos.

Em 2005, segundo o INAG, para dar cumprimento à DQA, em matéria de avaliação da qualidade das águas, cerca de 41% das massas de água de superfície de Portugal continental encontram-se em risco de não conseguir cumprir os objectivos ambientais de bom estado ecológico e bom estado químico. Os Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica (PGBH), constituem o meio para inverter esta situação, mas devem ponderar a estratégia de gestão, dando destaque preferencial à gestão sustentada de bacias que integrem reservas de água potável.

Os PGBH devem, além disso, constituir-se como sede de gestão de informação relacionada com recursos hídricos, informando não só a EU, mas também o público, sobre toda a matéria relevante relacionada com a gestão da água em cada realidade nacional.

A DQA propõe, para a gestão de recursos hídricos, a criação de unidades de gestão ao nível da bacia hidrográfica. A Lei da Água transpõe estas orientações e em 2005 cria-se cinco Administrações de Região Hidrográfica (ARH). Estes organismos constituem uma entidade, de âmbito regional, especializada na protecção e valorização das componentes ambientais que têm como missão a Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos.

Estas políticas da água constituem uma grande complexidade sobre a sua gestão sustentável. É de referir que a DQA aponta, claramente, para uma visão moderna dessa gestão. Em Portugal envolve desafios, fundamentalmente, relacionados com a harmonização do quadro legal e institucional e com a execução dos PBH e do PNA.

Também a gestão da água se torna mais complexa quando existe uma dupla dependência entre a gestão sustentável da água, ao nível da bacia hidrográfica integrada nas estratégias de ordenamento, e a gestão do espaço. Para haver desenvolvimento tem que haver água, mas uma má gestão do uso da água pode trazer problemas graves de *stress* hídrico e até escassez.

O panorama geral da aplicação das leis da água não é satisfatório, como já foi referido, cerca de 41% das massas de água de superfície de Portugal continental encontram-se em risco de não conseguir cumprir os objectivos ambientais de bom estado ecológico e bom estado químico. Há que repensar e criar prioridades. A existência de água potável, a preço acessível, para gerações actuais e futuras e porque é um direito essencial do homem, é uma prioridade de gestão.

Actualmente, em Portugal, e numa fase de avaliação em questões de políticas ambientais, tem-se verificado que os resultados não são satisfatórios, no entanto os progressos são positivos no que diz respeito à água para consumo humano. Tendo em conta o relatório de Estado de Ambiente feito pela APA em 2008, Portugal teve uma evolução positiva, consistente e sustentada, relativamente à qualidade da água distribuída e quanto à realização do número de análises obrigatórias para o seu controlo (99,29% subindo 0,38% em comparação com 2007). Relativamente à qualidade das massas de água de superfície e subterrâneas de Portugal Continental, encontram-se aquém dos objectivos ambientais preconizados pela DQA e pela Lei da Água. Em 2007, cerca de 52,4% das massas de água de superfície de Portugal continental encontravam-se em risco de não cumprir os objectivos ambientais preconizados pela DQA e pela Lei da Água (Tabela 2). Relativamente às águas subterrâneas, apenas 6,8% das massas de água foram classificadas como estando em risco.

Tabela 2- Síntese da análise de risco de incumprimento dos objectivos ambientais das massas de água de superfície, em cada Região Hidrográfica [37]).

Região Hidrográfica	% de Massas de Água		
	Não Risco	Em Dúvida	Em Risco
Ribeiras do Algarve	18	32	50
Guadiana	30	5	65
Sado e Mira	18	10	72
Tejo	30	22	48
Vouga/Mondego/Lis/Ribeira do Oeste	30	20	50
Douro	38	10	52
Cávado/Ave/Leça	30	20	50
Minho/Lima	50	20	30

Também foi feita a avaliação da taxa de cobertura da população nacional servida por redes de drenagem, verificou-se que esta se situa, ainda, abaixo da meta preconizada pelo Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais [24], que aponta servir 90% da população do país com sistemas públicos de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas até 2013. Relativamente ao tratamento de águas residuais, em 2007 cerca de 70% da população foi servida por sistemas públicos de tratamento, dos quais cerca de 94% em ETAR e 6% em fossa séptica colectiva.

Os investimentos realizados em Portugal na área do ambiente, nas últimas décadas tiveram como principal justificação os problemas relacionados com a qualidade do ambiente e a necessidade da sua protecção e valorização. A qualidade das águas interiores, costeiras e subterrâneas, a qualidade do ar ambiente, a erosão, a qualidade dos solos e a problemática dos resíduos gerados pelas actividades económicas foram áreas que mereceram uma especial atenção das políticas ambientais. Igualmente merecedoras de especial atenção são as questões do abastecimento de água às populações e a recolha e tratamento de águas residuais e resíduos.

É importante realçar que este investimento numa «...primeira fase havia uma justificação baseada no conhecimento da realidade ambiental, o facto é que nas fases ulteriores foi-se esbatendo essa ligação, passando a confundir-se, algo subtil, a melhoria da qualidade do ambiente com os progressos realizados ao nível da modernização dos serviços do sistema...» [28].

Um dos aspectos também importantes, dentro deste contexto, é a necessidade de se proceder a um uso cada vez mais eficiente da água disponível, ou seja, otimizar a utilização desse recurso (eficiência de utilização), sem pôr em causa os objectivos pretendidos (eficácia de utilização) ao nível das necessidades vitais, da qualidade de vida e do desenvolvimento sócio-económico. Estes objectivos enquadram-se no Programa Nacional para o uso eficiente da Água (PNUEA). As medidas tomadas no PNUEA vêm combater o uso ineficiente da água (Tabela 3).

Tabela 3- Procura de água nacional por sector e eficiência dos consumos [85].

	Consumo Urbano	Consumo Agrícola	Consumo Industrial
Consumo Útil Actual (m ³ /ano)	330 000 000	3 800 000 000	275 000 000
Procura Efectiva	570 000 000	6 550 000 000	385 000 000
Eficiência Actual	58 %	58 %	71 %
Eficiência Proposta a 10 anos (2015)	80 %	66 %	84 %

Há que salientar que o sector urbano é aquele que se considera ter maior percentagem em termos de eficiência, esperando poder atingir os 80%. Isto, conjugado com o facto de o custo da utilização no sector urbano ser claramente superior ao dos restantes, conduz ao resultado de que o potencial de poupança no sector urbano é muito superior ao esperado para os outros sectores. Os números são muito significativos, sobretudo se tivermos em conta que a poupança se poderá acumular todos os anos.

CAPÍTULO 3

Água

3.1- A Importância da Água na Sociedade

A água constitui um recurso insubstituível na quase totalidade das acções humanas, quer como solvente, quer como meio de transporte para os elementos necessários ao metabolismo, do ser humano, assim como das plantas. Possui propriedades que nenhuma outra substância possui, sendo simultaneamente uma componente essencial às actividades humanas e ao ambiente, pois para além de viabilizar a sobrevivência humana, proporciona dignidade à vida dos indivíduos através das necessidades básicas como higiene e o saneamento básico [35].

Em todo o mundo, existem zonas onde as pessoas usufruem de várias centenas de litros de água por dia, a baixo preço pelos serviços públicos de abastecimento, nomeadamente em cidades da Ásia, da América Latina e da África Subsariana. No entanto, os moradores de bairros degradados e as famílias carenciadas das zonas rurais, dos mesmos países, têm acesso a bem menos do que os 20 litros de água por dia e por pessoa necessários para satisfazer as necessidades humanas mais básicas. As mulheres e as raparigas são duplamente afectadas, já que são elas que sacrificam o seu tempo e a sua educação para recolher água.

Relativamente à questão de água enquanto meio de subsistência passa-se algo semelhante. Em todo o mundo a agricultura e a indústria estão a ajustar-se a constrangimentos hidrológicos cada vez mais rigorosos. Mas se a escassez é um problema generalizado, nem todos são afectados por ela. Em regiões da Índia que sofrem de pressão sobre os recursos hídricos, as bombas de irrigação extraem água de aquíferos 24 horas por dia para os agricultores abastados, ao passo que os pequenos agricultores vizinhos dependem dos caprichos da chuva. Aqui também, a principal causa de escassez, na grande maioria dos casos, tem raízes institucionais e políticas e não se deve a uma deficiência física de água. Em muitos países a escassez é produto de políticas públicas que têm encorajado a utilização abusiva de água [27].

Em 2006, segundo o relatório da ONU, cerca de 1,1 mil milhões de pessoas dos chamados países em desenvolvimento têm um acesso inadequado à água e 2,6 mil milhões não dispõem de saneamento básico. Neste relatório refere-se também que 1,8 milhões de mortes infantis estão relacionadas com água imprópria para consumo e também se perdem 443 milhões de dias de frequência escolar devido a doenças relacionadas com a falta de água e saneamento. Actualmente, e ao fim de 15 anos de debates sobre a questão, a ONU reconheceu que o acesso a uma água de qualidade e a instalações sanitárias são um direito humano. Sendo a água um direito humano, cada pessoa deveria tê-la em número suficiente, segura, aceitável, fisicamente acessível e a um bom preço para uso pessoal e doméstico. Esta posição vem contribuir para que um dos objectivos preconizados nos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio seja a redução para metade da percentagem de população sem acesso permanente à água potável, meta a ser cumprida até 2015.

3.2- O Ciclo Hidrológico

A água existente na terra envolve um processo dinâmico, ciclo hidrológico (Figura1). O conceito de ciclo hidrológico está ligado ao movimento e à troca de água nos seus diferentes estados físicos, que ocorre na Hidrosfera, entre os oceanos, os calotes de gelo, as águas superficiais, as águas subterrâneas e a atmosfera. É um ciclo fechado, no qual a quantidade total de água se mantém constante. Este movimento permanente deve-se à energia transferida pelo Sol. O fornecimento de energia faz elevar a água da superfície terrestre para a atmosfera (evaporação), e a gravidade, que faz com que a água condensada caia (precipitação) e que, uma vez na superfície, circule através de linhas de água que se reúnem em rios até atingir os oceanos (escoamento superficial) ou se infiltre nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fissuras e fracturas (escoamento subterrâneo).

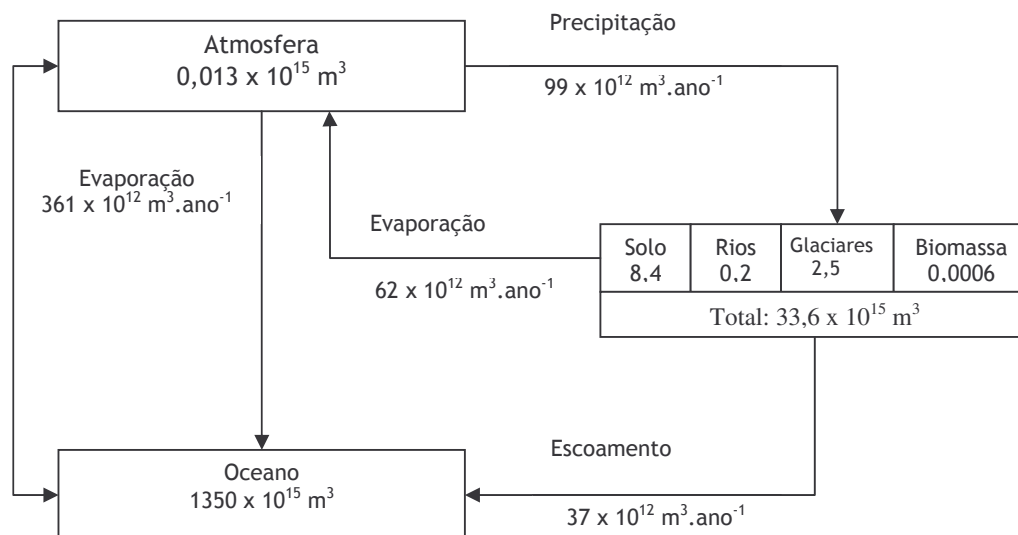


Figura 1- Ciclo da água, definido pelos vários subsistemas nela integrados com a indicação da dimensão de alguns compartimentos e dos principais fluxos envolvidos do seu equilíbrio dinâmico [25].

Nem toda a água precipitada alcança a superfície terrestre, já que uma parte, na sua queda, volta a evaporar-se. A água que se infiltra no solo é sujeita a evaporação directa para a atmosfera e é retida pela vegetação, que através da transpiração, a devolve à atmosfera. Este processo chamado evapotranspiração ocorre no topo da zona não saturada, ou seja, na zona onde os espaços entre as partículas de solo contêm tanto ar como água. A água que continua a infiltrar-se e a atingir a zona saturada das rochas entra na circulação subterrânea e contribui para um aumento da água armazenada (recarga dos aquíferos).

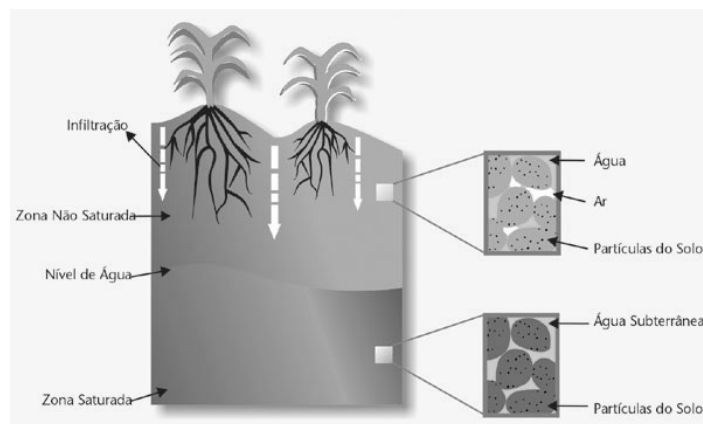


Figura 2- Zona não saturada e zona saturada no subsolo [13].

Na zona saturada (aquífero), Figura 2, os poros ou fracturas das formações rochosas estão completamente preenchidos por água (saturados). O topo da zona saturada corresponde ao nível freático. A água subterrânea pode ressurgir à superfície (nascentes) e alimentar as linhas de água ou ser descarregada directamente no oceano. A quantidade de água e a velocidade a que esta circula nas diferentes etapas do ciclo hidrológico são influenciadas por diversos factores como, por exemplo, o coberto vegetal, altitude, topografia, temperatura, tipo de solo e geologia.

3.3- Disponibilidade da Água no Planeta Terra

No planeta Terra, a água representa dois terços da sua área de ocupação, 3% dessa água corresponde a água doce, destes 3%, 19% dizem respeito a água da superfície, 22% à água subterrânea e 77% à água na fase sólida (Icebergs e glaciares).

Importante ainda referir que a água à superfície está distribuída pelos rios, (percentagem inferior 0.4), lagos (61%) e na atmosfera e solo (39%).

A água disponível tem usos diferentes podendo destinar a consumo humano, agricultura, indústria, energia, navegação e recreio, paisagem e biodiversidade. Podemos verificar que numa primeira linha das funções da água, Figura 3, estão presentes a manutenção da biodiversidade os valores culturais e sociais associados aos ecossistemas aquáticos e terrestres, que não são facilmente ponderados em termos de valia económica.

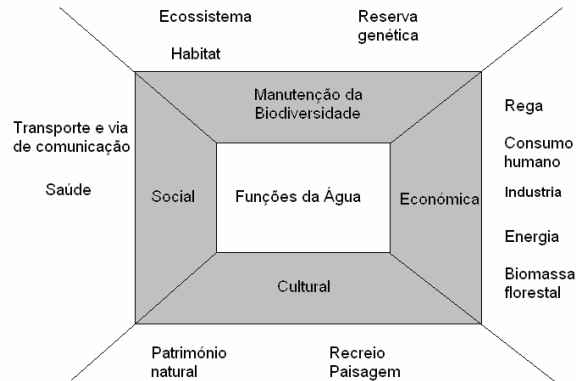


Figura 3- Serviços e funções da água [26].

3.4- Disponibilidade da Água em Portugal

A variabilidade hídrica espacial e temporal é a principal característica dos recursos hídricos portugueses. Portugal Continental possui um património de recursos hídricos suficientes para poder satisfazer as necessidades actuais e assegurar o seu desenvolvimento, no entanto regista fortes assimetrias nas disponibilidades de água, no espaço e no tempo [26].

Em consequência, a ocorrência de períodos sucessivos de reduzida precipitação anual pode induzir problemas graves de escassez, designadamente no interior e no sul do país, sendo também elevada a possibilidade de ocorrência de cheias e inundações em resultado de uma precipitação com intensidade e/ou duração significativa.

A quantidade de água doce resultante da queda pluviométrica foi avaliada no âmbito da elaboração do PNA [85]. A sua estimativa é cerca de 92 km³, em ano médio, este valor de precipitação dá-nos a disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas. As disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas atingem, em termos anuais, cerca de 33 km³ e 8 km³, respectivamente.

A quantidade de recursos hídricos disponíveis prende-se na variabilidade mensal de precipitação dado que cerca de 70% se concentra em semestre húmido (Outubro a Março). É importante realçar, que a distribuição da pluviosidade pode ser bastante heterogenia ao longo do semestre húmido e pode ocorrer num único mês ultrapassado 50% da pluviosidade anual. Podendo mesmo atingir limites extremos e manifesta-se por precipitações intensas de curta duração, as quais originam cheias rápidas e inundações (estima-se que em Portugal 390 000 habitantes residem em zonas com risco de inundações [85]).

De acordo com o PNA os consumos médios totais de água atingem os 8750 000 000 m³/ano no continente e os 8820 000 000 m³/ano em todo o território nacional.

O uso destes recursos hídricos tem uma percentagem mais significativa na utilização na actividade agricultura, 6560 000 000 m³/ano (cerca de 76 % de utilização da cota disponível anualmente), seguindo-se a utilização para a electricidade 1200 000 000 m³/ano (cerca de 14 %), consumo humano, 570 000 000 m³/ano (cerca de 7 %) e a indústria que mobiliza 385 000 000 m³/ano de água (cerca de 4 %). O consumo no sector turismo não tem expressão percentual no cômputo geral, mas destaca-se pela elevada exigência em termos de garantia e qualidade de serviço, requerendo um sobredimensionamento das diversas componentes dos sistemas de abastecimento na capacidade de respostas das origens de águas em zonas com uma população flutuante fortemente variável.

3.5- Os Períodos de Seca em Portugal

A seca é um fenómeno de origem natural que se caracteriza pela diminuição da disponibilidade média de água num determinado território e durante um certo período de tempo. A seca decorre das alterações nos padrões de precipitação e a redução da quantidade de água caída na terra, nas suas diferentes formas (chuva, granizo e neve) em relação aos níveis habituais, vai provocar alterações nos ecossistemas que dependem directa ou indirectamente da água (rios, lagos e floresta) e causar perturbações no normal funcionamento das actividades humanas, como a agricultura, a navegação e o sector eléctrico.

Distinguem-se essencialmente dois tipos de seca: a seca meteorológica, que constitui uma “medida do desvio da precipitação em relação ao valor normal e caracteriza-se pela falta de água induzida pelo desequilíbrio entre a precipitação e a evaporação, entre outros factores” e a seca hidrológica. Esta última está directamente associada ao estado de armazenamento das albufeiras, lagoas, aquíferos e linhas de água, em geral, e corresponde a uma “redução dos níveis médios de água nos reservatórios de superfície e subterrâneos e com a depleção de água no solo” [87]. Estes dois tipos de seca podem não ser coincidentes no tempo, uma vez que a seca hidrológica demora mais tempo a manifestar-se.

Segundo o Instituto de Meteorologia, (IM), nos últimos 65 anos, Portugal teve sete episódios de seca com maior severidade. Estes períodos são mais intensos nos últimos vinte anos registando-se quatro episódios de seca, em 1980/83, 1994/95, 1998/99 e 2004/06. A seca mais longa registou-se em 1943/46 e a de maior extensão, com 100% do território português afectado, foi em 2004/06.

A seca de 2005, registada em Portugal Continental, levantou uma série de questões e preocupações que levaram a IRAR na elaboração de um conjunto de medidas preventivas. Estas medidas, tiveram como objectivo a minimização de efeitos negativos da seca na qualidade da água, distribuída pela rede pública ou pela utilização de autotanques. As recomendações foram dirigidas às entidades gestoras dos sistemas multimunicipais e municipais de abastecimento público [87].

É necessária a aplicação de medidas preventivas, que em períodos de seca sejam minimizadoras dos efeitos desta. Com a aplicação PNUEA, havendo um esforço de aumento da eficiência da água traduz-se evidentemente numa redução de caudais captados e de poluição provocada, contribuindo para não delapidar as disponibilidades e reservas estratégicas de recursos.

3.6- Factores Que Promovem a Alteração da Qualidade da Água

A água, devido às suas características Físico-Químicas próprias que a definem, não se encontra em estado puro na natureza.

A qualidade da água prende-se com o fim a que se destina, qualidade para consumo humano não tem que ser igual à qualidade de irrigação, no entanto ambas são águas de qualidade.

Segundo a UNESCO em 1982, no Relatório do Programa Hidrológico Internacional, a poluição da água é uma qualquer modificação, quer natural quer artificial, que directa ou indirectamente modifique a qualidade da água e altere ou destrua o equilíbrio dos ecossistemas e dos recursos, de tal modo que provoque perigos para a saúde pública, diminua a sua adequabilidade ou eficiência e o bem-estar do Homem e das suas comunidades e reduza os usos benéficos da água.

No entanto, no dia-a-dia também se usa o termo contaminação, este termo é utilizado para caracterizar a introdução/descarga na água ou de organismos patogénicos ou de substâncias tóxicas, que tornem imprópria para consumo público e/ou usos domésticos, poluição refere-se à presença de substâncias químicas ou agentes físicos que provoquem prejuízos ou depreciem o valor do uso de água [19].

Na origem de alterações da qualidade da água, encontram-se os efluentes urbanos, industriais e agro-industriais e as fontes difusas oriundas da agricultura, actividade de mineração, aterros sanitários e poluição atmosférica (aumento do dióxido de carbono). Os agentes de alterações podem ser sistematizados em sólidos em suspensão, nutrientes, compostos

orgânicos biodegradáveis, recalcitrantes, ou perigosos, assim como organismos patogénicos ou geneticamente modificados.

Existem vários agentes que alteram a qualidade da água. Alguns dos mais importantes e graves são:

- Os poluentes orgânicos: são biodegradáveis e provêm da agricultura (adubos, restos de seres vivos) e das actividades domésticas (papel, excrementos e sabões). Quando estão em concentrações elevadas produzem a eutrofização das águas.

- Os poluentes biológicos: são microrganismos capazes de provocar doenças, tais como a hepatite, a cólera e a gastroenterite. A água é contaminada pelos excrementos dos doentes e o contágio ocorre quando essa água é bebida.

- Os poluentes químicos: os mais perigosos são os resíduos tóxicos, como os pesticidas do tipo Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT, chamados organoclorados), porque estes compostos vão acumular-se no corpo dos seres vivos. São também perigosos os metais pesados (chumbo e mercúrio) utilizados em certos processos industriais, por se acumularem nos organismos.

3.7- Parâmetros Importantes Para a Caracterização Da Água

A legislação portuguesa sobre a água tem por base directivas da União Europeia. O Decreto-Lei n.º 74/90 e o n.º 236/98 indicam como regra, para cada um dos parâmetros cuja análise é obrigatória, dois valores, que têm de ser tomados em conta em cada boletim que traduza a qualidade de uma determinada amostra de água destinada ao consumo humano. O valor máximo recomendado (VMR) e o valor máximo admissível (VMA). É importante que os valores das análises da água não ultrapassem o VMR, contudo como as características da água bruta registam variações de origem geológica, de estações do ano, ou por outras razões, e na dificuldade de alteração do esquema de tratamento aplicado a uma Estação de Tratamento de Água (ETA), verificam-se alterações nos valores de alguns parâmetros de água distribuída para consumo, desrespeitando o VMR nesta circunstância tem-se em conta o VMA, que pode ser atingindo excepcionalmente, mas não tido como regra.

3.8- Qualidade da Água para Consumo Humano e Saúde Pública

A maior parte das águas naturais, destinadas ao consumo humano, têm compostos químicos presentes, uma vez que grande parte deles são necessários, em quantidades adequadas (exemplos: Cálcio, Sódio, Potássio, Magnésio, Bicarbonatos, Sulfatos, Cloretos e Nitratos). Definir qualidade é relativo, uma vez que depende do fim a que ela se destina. A água

destilada (quase pura) por exemplo não é boa para o consumo humano por perda de minerais que seriam retirados ao consumidor.

A água é, por definição, aquela que pode ser bebida, sem que daí resulte perigo para a saúde de quem a consome [19]. Esta potabilidade não pode ser apreciada directamente, tendo, para tal, de recorrer à análise de um conjunto de parâmetros para os efeitos seleccionados. Todos os parâmetros deverão ser respeitados para que a água possa ser considerada apta para o fim pretendido.

A qualidade da água para consumo humano compreende características organolépticas (características que actuam sobre os sentidos do consumidor: cheiro, sabor, cor e tacto), microbiológicas e físico-químicas.

A qualidade das águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano encontra-se regulamentada a nível comunitário pelas Directivas 75/440/CEE e 79/869/CEE, transpostas para o normativo nacional através do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. A Directiva 75/440/CEE fixa no Anexo I, três níveis decrescentes de qualidade: A1, A2 e A3 (Tabela 4).

Tabela 4- Esquemas de tratamento Tipo [86].

Esquemas de Tratamento	
A1	Tratamento físico e desinfecção
A2	Tratamento físico, químico e desinfecção
A3	Tratamento físico, químico de afinação e desinfecção

Os parâmetros, que devem ser analisados para produção de água de abastecimento com boa qualidade, estão agrupados em três categorias, I, II e III (Tabela 5).

Tabela 5- Parâmetros analisados para a produção de água para abastecimento [86].

Categoria		
I	II	III
Parâmetros	Parâmetros	Parâmetros
ph Cor Sólidos Suspensos Totais Temperatura Condutividade Cheiro Nitratos Cloretos Fosfatos Carência química de oxigénio Taxa saturação de oxigénio dissolvido Azoto amoniacal	Ferro dissolvido Manganês Cobre Zinco Sulfatos Agentes de superfície Fenóis Azoto kjeldahi Coliformes totais Califormes fecais	Fluoretos Boro Arsénio Cádmio Crómio Total Chumbo Selénio Mercúrio Bário Cianeto Hidrocarbonetos dissolvidos ou emulsionados Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos Pesticidas - Total Detergentes aniónicos Estreptococcus fecais Salmonelas

A cada uma destas categorias é associada uma determinada frequência de amostragem. A frequência de amostragem e os métodos analíticos a utilizar estão definidos na Directiva Comunitária 79/869/CEE. O número de amostras anuais, para cada uma das categorias de parâmetros, é determinado tanto pelo número de habitantes servidos, bem como pela classificação da água da origem.

Por outro lado, o Anexo II da Directiva 75/440/CEE relaciona 46 parâmetros de qualidade (físicos, químicos e microbiológicos) com duas séries de valores - Valor Guia e Valor Imperativo - que definem cada um dos três níveis de qualidade. Na Tabela 6, apresentam-se os parâmetros para os quais estão definidos Valor Imperativo e aqueles que apenas têm definido Valor Guia. Os parâmetros com Valor Imperativo definidos correspondem aos mais persistentes e com maior dificuldade em serem eliminados nas linhas de tratamento das ETA's.

Tabela 6- Parâmetros com Valor Imperativo e Parâmetros só com Valor Guia [86].

	Parâmetros com Valor Imperativo	Parâmetros só com Valor Guia
Categoria I	Cor Temperatura Nitratos Azoto amoniacal	Sólidos suspensos totais pH Condutividade Cloretos Fosfastos Oxigénio dissolvido Carência Bioquímica de oxigénio Carência química de oxigénio
Categoria II	Cobre Ferro dissolvido Zinco Fenóis Sulfatos	Manganês Substâncias tensioactivas Azoto kjeldahl Coliformes Totais Coliformes Fecais
Categoria III	Arsénio Bário Cádmio Chumbo Crómio total Mercúrio Selénio Cianetos Fluoretos Pesticidas totais Hidrocarbonetos dissolvidos e emulsionados Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares	Boro Salmonelas Estreptococcus Fecais Substâncias extraíveis c/ clorofórmio

A aplicação destas duas directivas comunitária obriga a que haja um licenciamento das origens da água, monitorizando todas as águas doces que servem para produzir água de abastecimento; definir e aplicar os Planos de Acção para melhorar e preservar a qualidade das origens (PBH e PNA).

3.9 -Processos de Tratamento de Água para Consumo Humano

Os tipos de tratamento de água variam segundo a origem da água, se é subterrânea ou superficial, e a sua qualidade.

De acordo com as suas características de qualidade, as águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano são incluídas numa de três categorias A1, A2 ou A3, a que correspondem a esquemas de tratamento tipo, identificados na Tabela 4.

Uma ETA terá apenas a combinação de processos necessários para tratar as impurezas da origem de água que utiliza, os processos mais frequentemente utilizados incluem floculação e sedimentação, filtração e sedimentação (Figura 4).

A qualidade das águas subterrâneas, geralmente, é melhor que a das superficiais, já que a água, ao ir passando pelas diferentes camadas do solo, vai-se filtrando, tornando-se mais pura e livre de matéria orgânica e bactérias. Assim, muitas origens de água subterrânea podem satisfazer as exigências legais sem a aplicação de nenhum tratamento, enquanto outras podem precisar de uma adição de cloro ou outro tratamento adicional. Infelizmente, um número crescente de águas subterrâneas encontram-se contaminadas por nitratos, inviabilizando o seu uso como origem de água potável.

Porque as águas superficiais estão mais expostas a contaminações, é necessário tratá-las. As entidades gestoras dos sistemas de abastecimento usam uma grande variedade de processos de tratamento para remover as impurezas da água. Estes processos individuais podem estar organizados numa sequência, que se denomina linha de tratamento.

3.9.1- Coagulação/Floculação

A coagulação tem por objectivo transformar as impurezas que se encontram em suspensão fina, em estado coloidal e algumas que se encontram dissolvidas, através da adição de Cloreto Férrico, Cal, Carvão activado ou Sulfato de Alumínio, em partículas que possam ser removidas por decantação (sedimentação) e filtração. Esses aglomerados gelatinosos reúnem-se produzindo os flocos (floculação).

Posteriormente, a água passa para um tanque denominado decantador, onde flui lentamente, permitindo assim que as partículas se depositem no fundo, separando-se da água.

Neste momento, a maioria das substâncias químicas adicionadas à água já sedimentaram e separaram-se da água, levando com elas as impurezas que estavam originalmente na água

bruta. De facto, embora pareça que se estão a adicionar substâncias à água, sucede exactamente o contrário.

3.9.2- Decantação

É um processo de separação físico de partículas em suspensão na água. Estas partículas, sendo mais pesadas que a água, tenderão a depositar-se no fundo do decantador, clarificando a água e reduzindo em grande percentagem as impurezas. É simplesmente um processo gravítico que remove as partículas floculadas da água.

3.9.3- Filtração

Outro passo no processo de tratamento é a filtração, que se verifica quando a água passa através de filtros constituídos por um leito de areia ou areia e antracite (leito misto). Ao fluir através da areia, as restantes partículas pequenas, que não foram removidas na decantação, ficam retidas nos filtros, sendo assim removidas da água. A filtração clarifica a água e aumenta a eficácia da desinfecção.

3.9.4- Desinfecção

O passo final do tratamento convencional é a desinfecção, tratamento este que se tornou obrigatório a um de Janeiro de 2009. Com esta medida pretendendo-se melhorar a percentagem de cumprimento dos valores paramétricos dos parâmetros microbiológicos. A água é obrigatoriamente desinfectada antes de entrar no sistema de distribuição, a fim de garantir que organismos prejudiciais sejam destruídos ou inactivados. O cloro, as cloroaminas ou o dióxido de cloro são os mais frequentemente usados, porque são desinfectantes muito eficazes, não só na estação de tratamento, mas também nas condutas que distribuem a água, uma vez que podem ser mantidas concentrações residuais para prevenir a contaminação biológica no sistema de distribuição de água. O ozono é um desinfectante poderoso e a radiação ultravioleta é um desinfectante e tratamento eficaz para origens de água relativamente limpas, mas nenhum deles é eficaz no controlo de contaminações biológicas nas condutas de distribuição.

De acordo com a qualidade da origem de água, as entidades gestoras dos sistemas de abastecimento usam outros tratamentos, quando necessários. A pré-oxidação é efectuada no início do processo de tratamento, podendo utilizar cloro, dióxido de cloro ou ozono, ou permanganato de potássio, dependendo das impurezas a eliminar. O cloro ou o dióxido de cloro utilizam-se, normalmente, para eliminar matéria orgânica e amónia. O ozono pode ser usado para a eliminação de algas e outra matéria orgânica. Já o permanganato de potássio é, normalmente, adicionado à água para eliminar ferro e manganês. Quando as águas estão

contaminadas com matéria orgânica, compostos que provocam cor, cheiro e sabor indesejáveis, pode usar-se o carvão activado, como leito de um filtro colocado a seguir aos filtros de areia ou adicionado em pó, para os remover - este processo denomina-se adsorção.

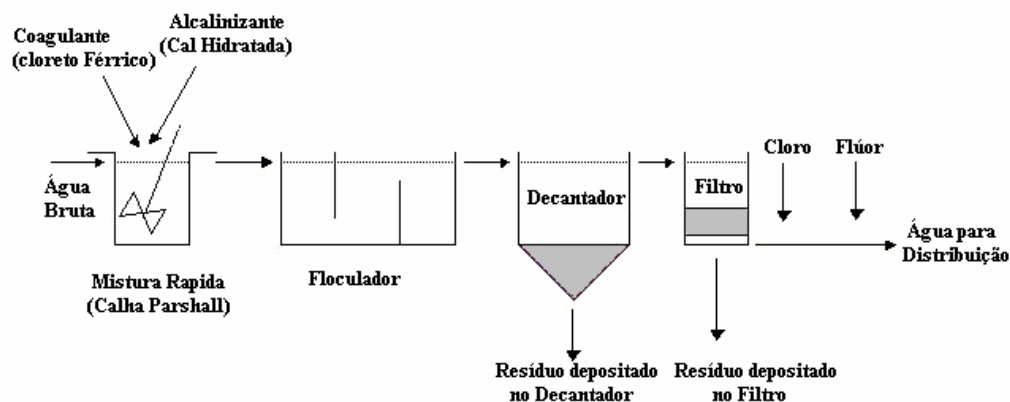


Figura 4- Esquema de uma ETA.

3.10- Processos de Tratamentos de Água Residuais

Uma Estação de Tratamento de Águas Residuais - ETAR - corresponde a uma infra-estrutura, que tem por objectivo proteger o ambiente dos efeitos nefastos das descargas das águas residuais urbanas e das águas residuais de determinados sectores industriais, através da fixação de critérios para o processo de recolha, tratamento e descarga das mesmas.

Estas estações recebem de forma contínua os resíduos líquidos urbanos canalizados através da rede pública de esgotos. Posteriormente, submete esses efluentes a um tratamento que se processa de forma faseada (Figura 5).

A primeira fase corresponde ao pré-tratamento. Nesta fase as águas brutas (esgotos ou águas residuais), produzidas pela população, são admitidas na ETAR por intermédio dos colectores principais, passando por uma câmara de chegada onde, através de uma grade automática, são filtrados os resíduos sólidos de maior dimensão. Estes são descarregados para um contentor de armazenagem e enviados para um aterro sanitário. Em seguida, a água residual passa por tamisadores, sendo retirados sólidos de dimensão mais pequena. Já desprovida de sólidos a água residual passa por unidades de tratamento: desarenador, desengordurador, de forma a remover as areias e as gorduras. A segunda etapa corresponde ao tratamento primário.

Esta segunda fase, desenvolve-se em decantadores primários. Aqui, são separadas a parte líquida e a parte sólida em suspensão, que resistiram ao pré-tratamento. A água residual é filtrada e são adicionados floculantes de forma a acelerar a agregação das partículas e a sua decantação. Estas acumulam-se no fundo do tanque, enquanto a parte líquida se escoia junto à superfície.

A terceira fase - tratamento secundário ou biológico efectua-se nos tanques de arejamento. A adição de oxigénio e microorganismos ajudam a decompor as impurezas, que ainda permanecem na água residual, e vão transformá-las em lamas, que se acumulam no fundo deste gigantesco recipiente, permitindo uma terceira filtragem. Finalmente, na quarta etapa ou tratamento terciário, a água residual é submetida a uma desinfecção efectuada por meio de radiação ultravioleta, de modo a eliminar por completo os microorganismos que possam ainda existir, tornando-a mais pura. Posteriormente, efectua-se a sua descarga para o exterior.

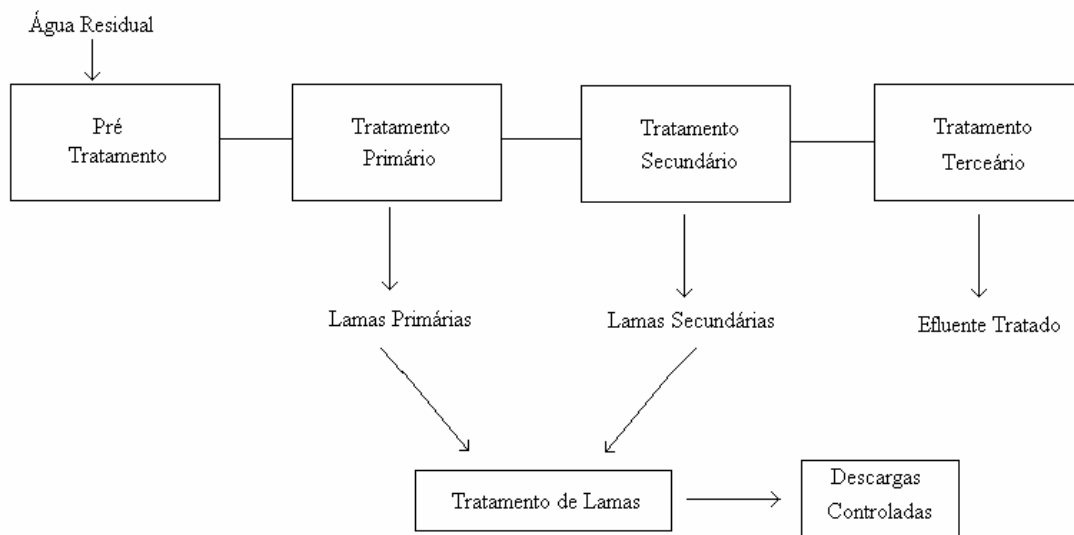


Figura 5- Diferentes Etapas de um Processo Integral de Tratamento de Águas Residuais.

3.11- Parâmetros Físico - Químicos, Químicos, Microbiológicos e Outros

Na Tabela 7 estão identificados os parâmetros Físico - Químicos, Químicos, Microbiológicos e Outros, que caracterizam uma água.

Tabela 7- Parâmetros Físico - Químicos, Químicos, Microbiológicos e Outros.

Parâmetros Físico-Químicos	Parâmetros Químicos	Parâmetros microbiológicos e outros
<p><u>pH</u></p> <p>Condutividade</p> <p>Cloretos</p> <p>Cloro Residual</p> <p>Sulfatos</p> <p>Silica</p> <p><u>Nitratos</u></p> <p>Cálcio</p> <p>Magnésio</p> <p><u>Sódio</u></p> <p>Potássio</p> <p>Alumínio</p> <p>Resíduo Seco</p> <p>Oxigénio Dissolvido</p> <p>Solubilidade do Oxigénio em Água</p> <p><u>Alcalinidade</u></p> <p><u>Dureza</u></p>	<p>Acrilamida</p> <p>Benzeno</p> <p>Benzo-α-pireno</p> <p>Bromatos</p> <p>Bromodiclorometano</p> <p>Clorofórmio</p> <p>1,2- dicloroetano</p> <p>Epicloridrina</p> <p>Tetracloetano</p> <p>Tricloroetano</p> <p>Cloreto de Vinilo</p>	<p>Coliformes</p> <p>Espreptococos fecais</p> <p>Organismos anaeróbios</p> <p>Organismos esporolados</p> <p>Organismos redutores de sulfito (clostrídios sulfito-redutores)</p> <p>Número total de germes em águas de consumo</p> <p>Salmonelas</p> <p>Pseudomonas aeruginosa</p> <p>Estafilococos patogénicos</p> <p>Bacteriófagos fecais</p> <p>Enterovírus</p> <p>Algas</p> <p>Parasitas</p> <p>Escherichia coli</p> <p>(...)</p>

Os parâmetros físico-químicos sublinhados na Tabela 7 serão desenvolvidos, pois no âmbito dos conteúdos programáticos do Ensino Secundário, na disciplina de Física Química A do 11º Ano de escolaridade, são os que têm maior relevância, na medida em que, para este nível de ensino, é objectivo de aprendizagem a caracterização das composições químicas médias da chuva “normal”, da água destilada e da água pura, relacionando-as com os respectivos valores de pH, bem como outros parâmetros importantes para caracterizar as águas destacando a dureza, alcalinidade, sódio e nitratos.

3.12- pH

O pH de uma água é a forma adoptada para exprimir a concentração hidrogeniónica, ou, com maior precisão, a actividade de ião hidrogénio.

O pH das águas naturais é determinado, pela natureza dos terrenos que atravessa, variando, em geral entre 7,2 e 7,6. As águas que são muito calcárias apresentam um pH superior a 7, ao passo que as águas que atravessam zonas siliciosas, ou pobres em calcário, apresentam valores de pH no intervalo 6-7, mais próximos de 6 [19].

Valores de pH de águas naturais inferiores a 6 ou superiores a 8 são pouco frequentes. O pH das águas, com circulação reduzida, é influenciado pelo crescimento da vegetação (a fotossíntese induz aumentos do pH, podendo atingir valores superiores a 10) e, também, pela natureza das rochas com está em contacto, através de processos de solubilização e hidrólise, por exemplo.

O pH da água é um parâmetro importante na definição de carácter agressivo ou incrustante de uma água, intervindo igualmente noutros parâmetros, que a seguir serão abordados, tais como a dureza, a alcalinidade ou o teor de CO_2 . Quando o pH é inferior a 7 podem verificar-se processos corrosivos, afectando o cimento ou as canalizações metálicas (por exemplo através da solubilização/arraste de chumbo). Pelo contrário, quando a água é alcalina pode originar incrustações nos circuitos de distribuição de água, ao mesmo tempo que se observam decréscimos no poder bactericida do cloro ou outros desinfectantes.

O pH afecta a eficiência dos tratamentos de coagulação/floculação/filtração. Afecta, igualmente, a eficiência da desinfecção com cloro, cuja aplicação diminui o valor do pH. O controlo de correcção da acidez podem ser conseguidos neutralizando a água com adjuvantes alcalinos (cal, soda, carbonato de sódio) ou filtrando-a através de produtos alcalino-terrosos.

3.13- Nitratos

De entre os elementos necessários à vida e essenciais ao desenvolvimento das plantas e dos animais, destaca-se, pela sua participação na constituição de muitas das suas moléculas essenciais, o azoto.

Os minerais típicos nos quais o azoto se encontra são os nitratos de sódio e potássio. É abundante na natureza sob a forma gasosa, (constituindo cerca de 80% da atmosfera), sob a forma de compostos orgânicos (proteínas e ácidos nucleicos), e sob a forma mineral (nitratos entre outros compostos).

As diferentes formas encontram-se estreitamente inter-relacionadas, no âmbito de um ciclo biogeoquímico específico, o ciclo do azoto (Figura 6).

A Tabela 8 indica-nos os principais compostos azotados presentes na natureza e a partir dos quais o ciclo do azoto se desenvolve.

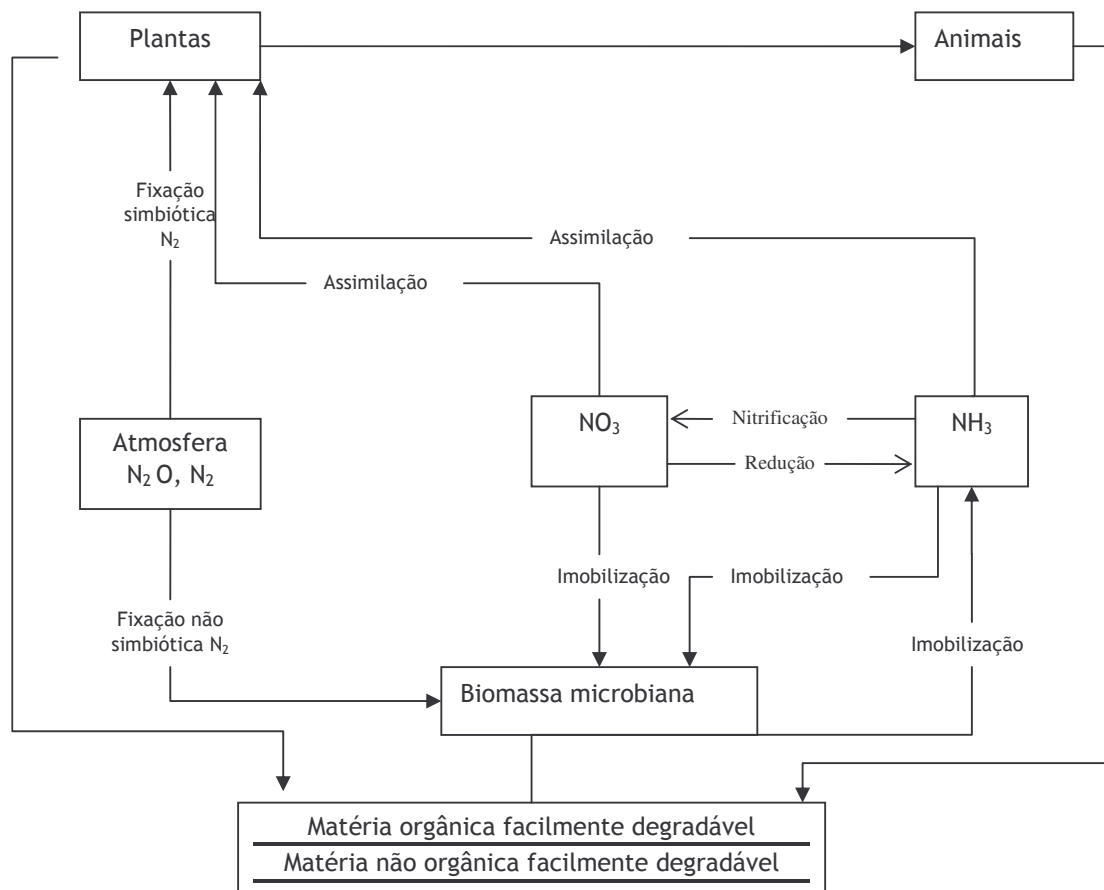


Figura 6- Ciclo do azoto e transformações biológicas no solo [19].

Tabela 8- Principais compostos azotados e estado de oxidação do azoto (N) [19].

Compostos de Azoto	Estado de oxidação do N
N ₂ O ₅ (gás)	+5
HNO ₃ (gás ou solução aquosa)	
Ca (NO ₃) ₂ (sólido)	
NO ₂ (gás)	+4
N ₂ O ₄	
HNO ₂ (gás ou solução aquosa)	+3
NO (gás)	+2
N ₂ O (gás)	+1
N ₂ (gás)	0
NH ₃ (gás)	-3
NH ₄ ⁺ (Solução aquosa)	

As principais reacções biológicas envolvidas, no ciclo do azoto, e de uma forma sumária são:

- Fixação do azoto atmosférico, para originar qualquer outro composto azotado. A fixação biológica por via enzimática reduz o azoto molecular gasoso até se formar amoníaco, ou o ião amónio, em solução aquosa, susceptíveis de se transformarem noutros compostos azotados;

- Assimilação do azoto amoniacal, processo no decurso do qual o NH_3 ou NH_4^+ são assimilados pelos organismos, transformando-se na biomassa, em produtos orgânicos azotados diversos;
- Nitrificação, oxidação do NH_3 ou NH_4^+ até ao estado de nitritos (nitritação) ou na oxidação destes nitratos (nitratção);
- Redução assimilativa dos nitratos, isto é, redução dos nitratos seguida da sua assimilação pelo organismo e acumulação na biomassa, sob a forma N-orgânico;
- Amonificação, constituída pela hidrólise dos compostos orgânicos azotados com formação de espécies mais reduzidas (NH_3 ou NH_4^+);
- Desnitrificação, redução em condições anaeróbicas dos nitratos, com libertação de espécies azotadas gasosas, tais como azoto molecular ou óxidos de azoto;
- Oxidação de azoto molecular a nitratos pelas descargas eléctricas atmosféricas.

Os nitratos são um dos constituintes azotados de maior importância, na medida em que constituem, por um lado, um componente essencial à formação da biomassa das plantas e animais, e, por outro lado, funcionam como um poluente importante das águas superficiais e subterrâneas, utilizadas para produzir água para consumo humano.

Os múltiplos e variados compostos azotados ligados à vida, tais como proteínas, aminoácidos, e ácidos nucleicos, dão lugar, em meios arejados no decurso dos processos biodegradativos, à formação de compostos progressivamente mais oxidados, que culminam nos nitratos.

Esses nitratos, que são muito solúveis, podem ser absorvidos pelas plantas, através da água, do solo ou do ambiente aquático, onde elas se desenvolvem. Vão, depois, sofrer, no interior das células, transformações bioquímicas, que vão produzir compostos essenciais à vida. Embora existam outras substâncias azotadas que podem servir de alimento às plantas, a maior parte destas prefere o consumo dos nitratos, o que explica, também, a sua abundância nos fertilizantes aplicados na agricultura.

Dada a sua solubilidade, e por constituírem as formas azotadas onde o estado oxidativo é máximo, é lógico que nas águas subterrâneas os nitratos constituam a forma usual de acumulação. Daí a ocorrência de teores que podem atingir níveis elevados em lençóis freáticos de regiões onde a agricultura intensiva é praticada.

Também nas regiões onde o solo é contaminado com águas residuais domésticas, ou de criação animal (suinicultura e bovinicultura), a conservação biológica pode levar à formação de nitratos que se infiltram em profundidade e se acumulam nos lençóis freáticos.

Os teores em nitratos das águas superficiais, assim como águas subterrâneas, aumentam em função dos quantitativos de fertilizantes azotados aplicados ao solo e dos efluentes e resíduos industriais, agrícolas e domésticos aí descarregados, que vão sendo objecto de processos

degradativos, em condições aeróbias e oxidativas. A eles se vão juntar alguns contributos de origem industrial directa, tais como os nitratos utilizados no fabrico de explosivos, ou os usados como oxidantes na indústria química, ou como conservantes de alguns produtos alimentares.

Quando se procura limitar os efeitos degradativos da qualidade da água, que os nitratos são susceptíveis de provocar, é mais aconselhável optar, desde o início, por uma estratégia preventiva, dadas as dificuldades da sua eliminação em condições de terreno.

Como estratégias preventivas poderemos ter: - o controlo das fertilizações azotadas, pela adopção de técnicas adequadas; - tratamento dos efluentes e resíduos, antes da sua dispersão no ambiente; - Instalação de perímetros de protecção, de modo a controlar os efeitos da produção de biomassa ou da dispersão de materiais nitrificava.

Quanto a tratamentos, que deverão ser aplicados em último caso, poder-se-á recorrer a tratamentos físico - químicos, do tipo osmose inversa, troca iónica ou electrolise, quando se pretende remover os nitratos existentes sem os destruir ou transformar, também se poderá recorrer a tratamentos biológicos de desnitrificação, através dos quais se procura, por via micróbio, lógica, reduzir nitratos até à forma de azoto molecular, ou de óxidos de azoto, que se perdem na atmosfera.

3.14- Sódio

O sódio é um elemento alcalino muito abundante na crosta terrestre. Devido à sua elevada reactividade, encontra-se sempre sob forma combinada, sendo o cloreto o sal mais abundante existente na água do mar em quantidades significativas. Essencial para muitos organismos, o sódio pode ser tóxico para muitas plantas e animais quando presente em concentrações elevadas.

O sódio, na forma de diversos dos seus sais, é utilizado no fabrico de detergentes, em fertilizantes, como agente antidetonante em gasolinas sem chumbo, como agente de arrefecimento em centrais nucleares e na indústria química. Nas águas residuais domésticas, o sódio aparece através das excreções nas quais se encontra presente, e, pelo seu uso alimentar, como condimento na preparação de alguns alimentos conservados.

Nas águas para consumo têm sido observadas concentrações elevadas de sódio (superiores a 50 mg/L), em geral em consequência de intrusões salinas, contaminando as águas brutas. Os teores elevados de sódio podem originar o processo de pseudo-dureza, em que, devido ao facto do sódio ser um ião comum aos sais de ácidos gordos dos sabões, se verificam

precipitação dos mesmos, com a formação de grumos. O consumo de sabão cresce, tal como no caso da dureza alcalino-terrosa, e daí a designação.

A remoção do sódio da água bruta é feita no âmbito das técnicas de dessalinização/desmineralização das águas, ou seja, recorrendo a técnicas, tais como a destilação, troca iónica, osmose inversa e electro-diálise.

3.15- Dureza da água

A dureza total de uma água reflecte a presença nessa água de sais de metais alcalino-terrosos (cálcio, magnésio e estrôncio) e de sais de metais pesados (ferro, alumínio e manganésio).

Essencialmente, a dureza da água tem que ver com a presença dos metais alcalino-terrosos, cálcio e magnésio, já que estes resultam de inconvenientes para o consumidor/utilizador dessa água.

As águas subterrâneas, pelo contacto com as formações geológicas, são em geral mais duras que as de superfície (contêm mais dióxido de carbono e oxigénio dissolvido que aumentando o poder solubilizante das rochas que contactam). Algumas actividades industriais (química e em resultado da extracção mineira) implicam o aumento da dureza das águas residuais.

Na análise da dureza da água tem que se ter em conta os carbonatos e bicarbonatos, pois por ebulição levam à formação de carbonatos de cálcio, os nitratos, sulfatos e cloretos. A Dureza de uma água é importante, pois constitui uma fonte significativa de cálcio magnésio, para as necessidades nutricionais do homem, tem um sabor mais agradável, mas também tem inconvenientes, tais como consumo acrescido de sabão, aumento do tempo de cozedura dos legumes, endurecimento de alguns alimentos durante a cozedura, devido à formação de pectato de cálcio nas paredes celulares; incrustação das canalizações de água das caldeiras e noutros dispositivos onde a água seja aquecida.

A água macia não forma depósitos, mas pode-se verificar uma intensa formação de espuma nas lavagens.

O método de referência de determinação da dureza da água baseia-se no recurso à titulação complexométrica, com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA).

Uma água destinada ao consumo humano não deverá ser agressiva. Mesmo no caso de águas duras, que foram submetidas a um tratamento de amaciamento, a dureza residual não deverá ser inferior a 150 mg/L, em CaCO_3 . Por isso, tendo em conta o interesse da dureza da água, como forma de proteger a saúde e o risco de incrustação em sistemas de água aquecida, a

dureza adequada de uma água de consumo deverá situar-se entre 150 e 200 mg/L expressos em equivalentes de carbonato de cálcio. O tratamento das águas agressivas ou duras está referenciado na Tabela 9.

Tabela 9- Tipos de Tratamento no controlo da dureza da água para consumo humano.

Tipo de água	Tratamento
Agressiva (dureza baixa)	Podem ser remineralizadas de modo a aumentar a sua dureza até ao nível desejável
Dura	. Adição de soda ou calcário . Troca iónica

3.16- Alcalinidade

A alcalinidade da água deve-se principalmente à presença de sais de ácidos fracos e/ou a bases fortes ou fracas. Estas substâncias são capazes de neutralizar ácidos, pelo que se considera a alcalinidade duma água como a medida da sua capacidade para neutralizar ácidos, ou como reflectindo a sua capacidade protónica.

A alcalinidade das águas naturais deve-se, fundamentalmente, aos hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, correspondendo às três principais formas de alcalinidade. Outros materiais podem também contribuir para a alcalinidade das águas naturais. No entanto, o seu contributo é de tal modo insignificante que pode ser ignorado. Habitualmente, em águas naturais, a alcalinidade, como CaCO_3 , varia entre 10 mg/L e 350 mg/L.

A proveniência e natureza dos iões que contribuem para a alcalinidade deixam antever uma relação directa entre as formas de alcalinidade presentes e o valor de pH da água (hidróxido - dissociação duma base forte; carbonatos e bicarbonatos - dissociação dum ácido fraco, ácido carbónico).

Tal como já se referiu, a natureza básica das substâncias causadoras de alcalinidade proporciona a sua avaliação através de neutralização por adição dum ácido forte.

Do ponto de vista sanitário a alcalinidade não tem significado relevante, mesmo para valores elevados (e. g., 400 mg/L de CaCO_3). No entanto, as águas de alta alcalinidade são desagradáveis ao paladar e a associação com pH elevado, excesso de dureza e de sólidos dissolvidos podem ser prejudiciais.

Nos processos de tratamento de água, ou de águas residuais, a alcalinidade tem grande importância sempre que estão envolvidas operações como a coagulação ou o amaciamento. A alcalinidade é também um parâmetro fundamental no controlo da corrosão. Por outro lado, a alcalinidade é um dos parâmetros a ter em conta em esgotos industriais susceptíveis ou não de tratamento biológico.

Para protecção da vida aquática, a capacidade de tamponamento deve ser pelo menos igual a 20 mg/L. Sendo a alcalinidade muito baixa (abaixo de 20 mg/L) pode haver descidas rápidas do pH, devidas a chuvas e/ou descargas de efluentes ácidos.

A determinação da alcalinidade pode ser feita volumétrica ou potenciometricamente, por titulação com uma solução aferida dum ácido forte.

O método potenciométrico dá determinações mais precisas, visto que não é afectado pelo cloro residual, pela cor e turvação das soluções e pelos erros visuais do operador. Deve ser usado quando a alcalinidade total (em CaCO_3) é inferior a 10 mg/L.

CAPÍTULO 4

Conteúdos Programáticos e Abordagem da Educação na Utilização Sustentável da Água

Conteúdos Programáticos e Abordagem da Educação na Utilização Sustentável da Água

No 11º Ano de escolaridade e na disciplina de Física Química A é abordada a Unidade Didáctica: “Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra”. Com esta unidade, pretende-se desenvolver a compreensão, dos alunos, sobre os sistemas aquosos naturais, distinguir águas próprias para vários tipos de consumo de outras, interpretar diferenças na composição de águas da chuva, de lençóis freáticos e do mar, pese embora o seu principal componente seja sempre o mesmo: a água.

Para que esta interpretação possa ser alcançada, desenvolvem-se conceitos do domínio do ácido-base e da solubilidade, nos quais o equilíbrio químico surge como conceito subsidiário. Uma abordagem simples de oxidação-redução também é prevista. Ao longo de toda a Unidade, a dimensão social do conhecimento está presente ao discutir-se as assimetrias na distribuição e na qualidade da água, ao interpretar-se quanto esta qualidade depende do uso de alguns artefactos tecnológicos e ao incentivar a necessidade de acções individuais e colectivas que não agravem a situação, já que invertê-la é praticamente impossível.

É neste contexto que o professor, para além de cumprir o programa da disciplina, poderá também ajudar os alunos a tomar consciência da “problemática água”, sensibilizando-os para este assunto. Deste modo, vai ajudá-los na sua compreensão, para que estes se motivem na participação activa, na protecção e na melhoria da água.

Seguidamente, apresentamos (Tabela 10) os conteúdos programáticos da unidade didáctica “Da Atmosfera ao Oceano Soluções na Terra Para a Terra”, já referida anteriormente.

Tabela 10- Extracto Conteúdos e Competências/Objectivos 11º Ano [20].

Subcapítulo	Conteúdos	Conteúdos objectivos
1.1- A importância da água de consumo	A água na terra e a sua distribuição.	Descrever as assimetrias da distribuição da água no planeta terra
	Abundância e escassez da água	Perspectivar o problema da água como um dos maiores problemas de futuro
	Águas naturais e águas de abastecimento público	Explicitar o significado de água potável de acordo com a legislação em vigor
	VMR e VMA	Distinguir águas naturais de águas de abastecimento público
	Água da chuva, água destilada e água pura	Caracterizar as composições químicas médias da chuva “normal”, da água destilada e da água pura relacionando-as com os respectivos valores de pH.

As sugestões de actividades que se seguem devem ser ajustadas ao grupo de alunos com o qual se trabalha, pois a posição geográfica e a situação sócio-económica são factores que se devem ter em conta na abordagem do assunto.

No entanto, é também importante referir que a aplicação desta temática, em contexto sala de aula, tem a gestão do tempo como uma dificuldade acrescida. O professor quando faz a planificação do capítulo verifica que tem uma aula (noventa minutos) para o tratamento de dois objectivos de ensino. Devido à escassez de tempo e da necessidade de tornar os alunos mais interventivos em actividades de sala de aula é fundamental que o professor tenha uma série de recursos pedagógicos para que o processo ensino/aprendizagem se torne mais eficaz, alcançando, assim, os objectivos de ensino. Desta forma, é necessário que o professor “construa” material didáctico, de forma a criar nos alunos consciência, conhecimentos e atitudes face a um bem tão precioso como a água.

Como motivação para o tema, uma estratégia que o professor pode utilizar é fazer a consciencialização da “Importância da Água na Sociedade” com base numa série de imagens da natureza, onde se realce a presença da água (Figura 7).



Figura 7- Água e a Natureza (Fonte: [60_64]).

Pretende-se com esta estratégia levar os alunos a concluir que a beleza da natureza está sempre associada à presença da água, e que esta é indispensável à vida. O professor poderá estabelecer com os alunos um diálogo, levando-os, deste modo, a pensar e reflectir, por exemplo, como seria o nosso dia-a-dia se não tivéssemos saneamento básico nas nossas casas? Se após uma aula de educação física não pudéssemos tomar um banho? Que prioridades daríamos à água se só pudéssemos consumir dez litros por dia numa casa de quatro pessoas? Sublinhando e relembrando os alunos que estas situações podem acontecer, aliás já acontece em algumas partes do mundo, pois os problemas associados à água existem. Num momento posterior, o professor pode apresentar várias imagens que identifiquem os problemas associadas a este bem essencial à vida.

Os problemas associados à escassez, má distribuição, poluição, doenças, cheias, são problemas que devem ser discutidos em contexto de sala de aula, permitindo assim que a consciência ambiental seja, ainda, mais consolidada e os alunos adquiram conhecimentos que permitam mudar as suas atitudes perante o ambiente e “levar” para casa alguma atitude de mudança.

Existem inúmeras imagens na *Internet*, cujas fontes são fidedignas e de fácil acesso, permitindo ao professor construir instrumentos de trabalho, de modo a enriquecer a aula e conseguindo fazer com que os alunos, através da visualização, fiquem mais sensibilizados para estes problemas associados à água.

Após a abordagem da beleza natural da água, podemos, então, mostrar através de imagens os problemas que estão associados a esta (Figura 8).



Figura 8- A desertificação do Solo e da escassez de água para o consumo humano [65_ 69].

A má distribuição é também um problema grave (Figura 9). Numa fase mais avançada do processo o professor tem que quantificar essa má distribuição, mas nesta fase incipiente deve apenas fazer a consciencialização para o problema, mostrando, para isso, um mapa-mundo que identifique as zonas mais problemáticas do Planeta Terra.

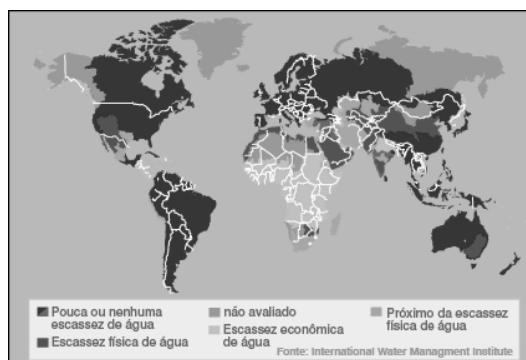


Figura 9- Distribuição de água para consumo humano no Planeta Terra [68].

Os problemas associados à poluição devem também ser realçados podendo utilizar-se para esse fim, por exemplo, imagens que ilustram as marés negras, escoamento de esgotos para rios ou para o mar, depósito de lixo em rios, indicações de praias interditas pela poluição da água do mar (Figura 10).



Figura 10- Poluição da água causada pela actividade do homem, realçando o “desrespeito” que o homem tem em relação ao ambiente [69_75].

Em seguida, o professor deve dar a conhecer qual o problema para a saúde pública quando se consome água imprópria para consumo humano e poderá mostrar um filme que ilustre bem esta situação.

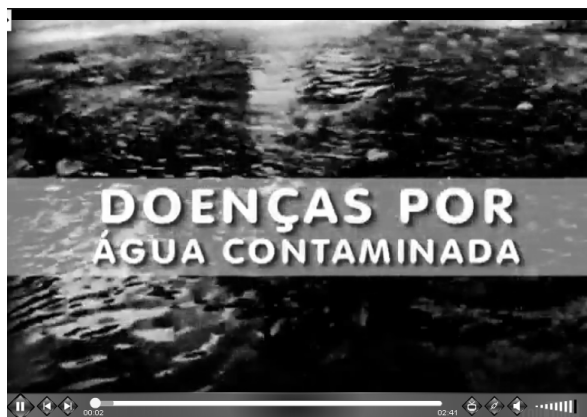


Figura 11- Filme que ilustra as doenças transmitidas pela água imprópria para consumo humano [76].

Neste momento, é oportuno que os professores ponham os alunos a pesquisar e a trabalhar. Um trabalho de grupo com uma pesquisa orientada é uma boa sugestão, de forma a dinamizar a aula. O professor sugere a formação de quatro equipas de trabalho fornecendo tarefas específicas, cabendo a cada equipa a abordagem de um dos quatro subtemas distribuídos na Tabela 11.

Tabela 11- Distribuição das tarefas por equipe na realização do trabalho de grupo.

Equipa 1	Equipa 2	Equipa 3	Equipa 4
Estudar a distribuição da água no Planeta	Identificar as necessidades de água	Identificar as principais fontes de poluentes da água	Distinguir águas naturais de águas de abastecimento público.

Os alunos poderão fazer uma pesquisa de forma a adquirirem alguns conhecimentos sobre a água. A *Internet* permite aceder a muita informação sobre o assunto e o trabalho de grupo permitirá ao aluno um leque vasto de informação, partilhada entre colegas, que vai proporcionar um conhecimento mais profundo acerca da importância da água e de todos os problemas com ela relacionados.

Relativamente ao método de trabalho, é importante que o professor oriente as equipas de forma a conseguir uma pesquisa orientada com questões a desenvolver. O professor pode sugerir algumas perguntas para a pesquisa:

Equipa 1:

- 1- Qual a percentagem de água no planeta Terra e a correspondente percentagem de água potável?
- 2- Onde se encontra a maior parte da água doce existente na Terra?
- 3- Qual a percentagem de população mundial que não tem acesso a água potável e a saneamento básico?

4- A que se deve a distribuição desigual de água no Planeta?

Equipa 2:

1- Porque se utiliza tanta água?

2- Qual a importância da água nos seres vivos?

3- Porque razão a maior parte dos agregados populacionais principais se localizam junto do mar ou dos rios?

4- Em média, quanta água por dia é gasta por um habitante de uma grande cidade?

5- O consumo de água será semelhante nos países desenvolvidos e nos países em via de desenvolvimento?

Equipa 3:

1- Quais as principais fontes de poluição da água?

2- Quais as principais consequências da contaminação dos recursos hídricos?

3- Será que os países que apresentam excesso de água não poderão vir a ter problemas de falta de água?

Equipa 4:

1- Quais as principais diferenças entre águas naturais e águas de abastecimento público?

2- Será que as águas naturais são próprias para consumo?

3- Quais as principais etapas num processo de trabalho de águas para abastecimento público?

4- O que significam as siglas VMA e VMR?

Os recursos propostos para a realização do trabalho estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12- Material de apoio à realização do trabalho de grupo proposto pelo professor.

	Eq 1	Eq 2	Eq 3	Eq 4
http://www.profcupido.hpg.ig.com.br/tipos_de_poluicao.htm (Consultado em Julho 2010)			X	
http://cyberturma.no.sapo.pt/poluiacao.htm#POLUIÇÃO DA ÁGUA (Consultado em Julho 2010)			X	
http://www.aguaonline.net/gca/?id=59 (Consultado em Julho 2010)	X			
http://www.corsan.com.br/ambientais/distribuicao.htm (Consultado em Julho 2010)	X			
http://lisboaverde.cm-lisboa.pt/index.php?id=4424 (Consultado em Julho 2010)	X			
http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,17560,OI1123764-EI298,00.html (Consultado em Julho 2010)			X	
http://www.opais.co.mz/index.php?view=article&catid=45%3Asociedade&id=5495%3Aape-nas-43-da-populacao-tem-acesso-a-agua-potavel-no-pais&option=com_content&Itemid=176 (Consultado em Julho 2010)				X
http://www.unicer.pt/gca/index.php?id=412&sw=1024 (Consultado em Julho 2010)				X
http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/zonavul/zv_enquad.html (Consultado em Julho 2010)				X
http://www.rnw.nl/portugues/article/distribui%C3%A7%C3%A3o-desigual-da-%C3%A1gua (Consultado em Julho 2010)	X		X	X
http://www.wallenstein.pt/pdfs/importancia_da_agua.pdf (Consultado em Julho 2010)		X		
http://ecosfera.publico.clx.pt/noticia.aspx?id=1411506 (Consultado em Julho 2010)		X		
http://lisboaverde.cm-lisboa.pt/index.php?id=3988 (Consultado em Julho 2010)		X		
http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_escassez.asp (Consultado em Julho 2010)		X		

Terminada a fase da pesquisa, cada equipa deverá discutir/analisar a informação recolhida e os alunos deverão construir uma apresentação multimédia e apresentá-la oralmente à restante turma.

Como conclusão do trabalho, o professor poderá, ainda, pedir um comentário à seguinte afirmação:

“Todos nós dependemos da água. Agora, a água também depende de nós, das nossas atitudes e comportamentos, do nosso grau de civismo”

Ainda neste contexto, o docente deve fazer uma contextualização ao nível mundial, nomeadamente informar os alunos de todos os *fóruns* já existentes sobre a problemática da água. Desta forma, os discentes ficam conscientes que o problema está a ser discutido mundialmente e que existem milhões de pessoas a reflectir sobre a problemática da água. A cronologia dos *fóruns* é importante e deve ser apresentada, assim como os alunos devem ter a oportunidade de responder a questões que os levem a reflectir sobre o tema em estudo. A realização de uma ficha de trabalho, que ponha em evidência este tema, é um bom instrumento de trabalho, permitido ao aluno a consolidação de conhecimentos já adquiridos e daqueles que a ficha de trabalho possa vir a acrescentar.

A ficha de trabalho, na sua estrutura, deverá ter um texto, seguido de perguntas. Esta ficha poderá ser enviada via *mail* ou ser colocada na plataforma *modlle* da escola. Aos alunos cabe responder às questões propostas pelo professor e enviá-las para este. O Professor corrige a ficha e reenvia ao aluno via *mail*.

A sugestão de um texto poderá ser a seguinte:

“Fórum Mundial da Água - o maior evento mundial sobre a água”

Preparando o Futuro

O *Fórum Mundial da Água* é uma iniciativa do Conselho Mundial da Água, uma ONG sediada em Marselha e que foi criada sob égide da *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) e do Banco Mundial. O *Fórum Mundial da Água* realiza-se trienalmente e tem uma duração de cerca de uma semana, englobando o Dia Mundial da Água (22 de Março). O seu objectivo principal é colocar a “Água” nas agendas internacionais e é o maior acontecimento mundial sobre o tema. Por exemplo, o *fórum* realizado no México, em 2006, reuniu perto de 15 000 participantes. O *Fórum Mundial da água* representa um passo em frente na colaboração mundial sobre os problemas da água, oferecendo a todos os que têm poder de decisão uma oportunidade única para um debate sem fronteiras e um entendimento

que permita o estabelecimento de ligações, com vista a uma melhor gestão mundial da água, um recurso precioso e que cada vez se está a tornar mais escasso.

Uma das prioridades dos *fóruns* mais recentes foi a consolidação dos objectivos propostos na Cimeira do Milénio das Nações Unidas de (2000), na Conferência Internacional sobre a Água Doce (2001) e na Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (2002).”

É também oportuno, Tabela 13, na ficha de trabalho, o professor apresentar um cronograma dos *fóruns* Mundiais da Água, como já foi referido anteriormente.

Tabela 13- Fóruns Mundiais da Água.

FORUNS MUNDIAIS DA ÁGUA		
Ano	Local	
1997	Marraqueche	Água e saneamento, gestão partilhada da água, conservação do ecossistema, igualdade de sexos, uso eficiente de água.
2000	Haia	Necessidades básicas, produção de alimentos, protecção de ecossistemas, partilha de recursos hídricos, valorização e controlo da água.
2003	Kioto	Alcançar os objectivos da cimeira do Milénio das Nações Unidas (2000), da Conferência Internacional sobre a Água Doce (2001) e da Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (2002).
2006	Cidade do México	Incluir a água e o saneamento nos processos nacionais, em particular no desenvolvimento Sustentável e em estratégias de redução da pobreza.
2009	Instambul	Disparidade de utilização de água.

Após prestar esta informação, o professor coloca uma série de questões:

- 1- Qual a importância dos *Fóruns* Mundiais da Água?
- 2- Pesquisa mais informação sobre as principais conclusões e objectivos traçados no último *Fórum* da Água.

<http://noticias.terra.com.br/mundo/interna/0,,OI3650447-EI294,00.html>

- 3- Qual foi o objectivo de criar o Dia Mundial da água?
- 4- A seguinte questão pode ser o ponto de partida para um debate:

«A água deve ser cara por ser um bem escasso ou deve ser barata por ser um bem de primeira necessidade?»

Organiza um conjunto de argumentos e exemplos que sustentam o teu ponto de vista.

- 5- Propõe actividades para a comemoração do Dia da Água, na nossa escola. Pesquisa na *Internet* para saberes mais sobre esses dias comemorativos.

O professor poderá, também, fornecer textos informativos aos alunos de forma a reforçar, mais uma vez, o problema da escassez de água a nível mundial. O tema da escassez de água associado às crianças é um ponto de partida que desperta bastante atenção aos alunos, visto que a faixa etária é muito próxima da deles.

Como sugestão, pode-se apresentar o seguinte texto:

A Crise Mundial da Água

Parece incrível que um sexto de todas as pessoas mais de 1,1 mil milhões, se debata diariamente sem água potável. E que 2,6 mil milhões de pessoas não tenham sequer as instalações sanitárias básicas.

Estas condições de vida chocantes criam aquele que pode ser o pior problema de saúde á escala mundial. A toda a hora, uma percentagem significativa de pessoas nos países em desenvolvimento adoecem ou morrem devido a doenças com origem na água, tais como a cólera, os parasitas intestinais e a febre tifóide.

As crianças estão na linha da frente desta emergência sanitária global. A diarreia, uma consequência da água insalubre e da falta de saneamento, mata mais de 4500 crianças por dia - a segunda maior causadora da mortalidade infantil global. Milhões de outras crianças são levadas ao limiar da sobrevivência, tornando-se presas fáceis de outras doenças.

As economias em desenvolvimento também são vítimas. Não dispondo de um mínimo de 20 litros de água potável por dia - apenas dois baldes - as crianças têm poucas hipóteses de escapar à pobreza. Assim, têm de fazer face a um legado de doença, dias perdidos de escola e subdesenvolvimento. A factura da perda de produtividade nos países mais pobres ascende aos 63 mil milhões de dólares por ano.

Em acção: O Fórum Mundial das Crianças sobre a Água

O Fórum Mundial das Crianças sobre a Água

O Fórum das crianças sobre a Água (CWWF) é uma reunião pioneira de crianças sobre a água, a sobrevivência e a educação, que se realiza durante o 4º Fórum Mundial da Água no Cidade do México de 16 a 22 Março e que pretende fazer ouvir a voz das crianças no debate mundial sobre a água. Mais de 100 crianças de todo o mundo irão sentar-se à mesa com ministros de vários governos para discutirem sobre o que as crianças podem fazer para ajudar a resolver a crescente crise mundial da água.

O CWWF é organizado conjuntamente pela UNICEF, pelo Instituto Mexicano de Tecnologia, pelo Projecto WET e pelo Fórum da Água do Japão. A UNICEF patrocina a participação de 20 raparigas e rapazes com idades compreendidas entre os 11 e os 16 anos - todos eles são defensores do saneamento e da higiene, vindos de comunidades em desenvolvimento de África (Etiópia, Quénia, Malawi e Nigéria), da Ásia (Bangladesh, República Popular Democrática do Laos, Nepal e Tajiquistão) e da América Latina (Colômbia e Nicarágua). Trazem consigo histórias cheias de esperança dos países mais pobres do mundo: desde os

adolescentes no Bangladesh que levam a educação para a higiene aos bairros de lata até aos às crianças em idade escolar no Malawi que estabelecem pontos de lavagem das mãos nas aldeias. Muitos países industrializados enviarão também participantes.

O papel das crianças é negligenciado

O CWWF realça o papel decisivo, embora negligenciado, das crianças para levar a água potável e o saneamento a mais mil milhões de pessoas em consonância com os objectivos globais. Através dos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio (MDGs) o mundo comprometeu-se a reduzir para metade a percentagem de pessoas que vivem sem água potável nem saneamento básico, e reduzir drasticamente a mortalidade infantil, até 2015. Alcançar estes objectivos significa colocar as necessidades das crianças em primeiro lugar - ouvir os seus pontos de vista e promover o seu envolvimento.

Em muitas comunidades pobres, as crianças são heróis sem reconhecimento na luta contra as doenças com origem na água. Através de medidas simples como ensinar a família e os amigos a lavarem as mãos, as crianças podem ajudar a reduzir até 40% os casos de diarreia nas suas vizinhanças. O melhoramento das instalações sanitárias das escolas promovido pelas crianças já ajudou a escolarizar mais raparigas. Nas comunidades pobres em todo o mundo, as crianças têm sido as primeiras a organizar instalações para lavagem de mãos, a persuadir os pais e vizinhos e construir latrinas e a exigir aos seus governos melhores serviços. Elas precisam de ajuda imediata e urgente para continuarem a salvar vidas e a melhorar as condições de vida nas suas comunidades e escolas.

A UNICEF e a água

Há mais de 40 anos, a UNICEF tem fornecido às crianças água potável e saneamento básico, no âmbito do nosso compromisso para garantir que as crianças sobrevivam e se desenvolvam. O nosso trabalho abrange 90 países em África, na Ásia e nas Américas. Quer seja através da perfuração de poços manuais no Haiti, da instalação de latrinas para as raparigas em escolas da Etiópia, do melhoramento da qualidade da água na Índia, o fornecimento de água em camiões-cisterna para as zonas de desastre no Paquistão e na Indonésia, a UNICEF está na linha da frente de prestação destes bens essenciais às famílias. Actualmente a UNICEF é o principal fornecedor de Sais de Reidratação Oral (ORS), uma combinação simples de sais e açúcares de eficácia comprovada para reduzir drasticamente as mortes por doenças diarreicas.

Em situações de emergência, a UNICEF lidera a actuação das Nações Unidas para proteger as crianças contra as doenças com origem na água - fornecendo carregamentos de água doce, reconstruindo poços e apoiando campanhas de sensibilização para a higiene. Fonte : [81]

Este texto contém variadíssimos aspectos que podem ser explorados, em contexto de sala de aula. Questões que levam à necessidade de mudança de atitudes face ao problema da escassez água potável são oportunas e podem/devem ser colocadas objectivamente. Nomeadamente, o porquê da UNICEF colocar crianças a discutir o assunto da água potável e saneamento básico? O porquê da escolha de crianças dos países referidos no texto? O problema da escassez da água no vosso parecer está a ser resolvido? Como se posicionam face a este grave problema?

Para finalizar a abordagem ao tema, será necessário tornar o aluno responsável face ao ambiente, mostrando vídeos que ensinam os alunos a mudar as suas atitudes, levando-as para o seio familiar e envolvendo as famílias no processo, pois o conjunto é que faz a mudança!

Este vídeo sugerido (Figura 12) foi transmitido na Rádio Televisão Portuguesa (RTP), em 2007, e permite mostrar como pequenas alterações no nosso comportamento do dia-a-dia, podem manifestar-se em poupanças significativas de água sem perder o conforto a que estamos habituados.



Figura 12- Vídeo sobre as alterações comportamentais no uso da água [77].

Também é importante realçar que está a verificar-se uma preocupação, ao nível das empresas portuguesas, na preservação do meio ambiente. Um bom exemplo daquilo que acaba de ser referido é a empresa das águas da Serra da Estrela, que apesar de ser uma medida de marketing, é também uma medida que contribui para a preservação do meio ambiente. Em 2002, iniciou uma campanha de reflorestação da Serra da Estrela e que, neste momento, já se expandiu para outras serras portuguesas. Os alunos podem registar-se no *site* e vão obtendo informações acerca da reflorestação (Figura 13).



Figura 13- Site das águas da Serra Estrela [78].

Ao registar-se, os alunos poderão receber notícias referentes ao ponto da situação da campanha (Figura 14).



Figura 14- Exemplo do mail enviado pelas Águas Serra da Estrela.

Por fim, o professor poderá reforçar a importância da mudança de atitude, mostrando um vídeo de uma carta escrita no ano de 2070 (Figura 15), onde se visualiza uma realidade possível e que de certa forma poderá ser alcançada, já por eles e pela geração dos seus filhos.



Figura 15- Carta Escrita no Ano de 2070 [79].

O professor, também, poderá fornecer um endereço de um simulador de consumo de água, retirado da *internet*, onde sugere que, em família, façam uma estimativa do consumo de água e em conjunto arranjam soluções para a diminuição do mesmo.

O simulador é simples, sem dificuldades de linguagem (escrito em português com perguntas objectivas) e com a grande vantagem da simulação poder ser feita para uma casa ou um apartamento, conforme a habitação do aluno/família.

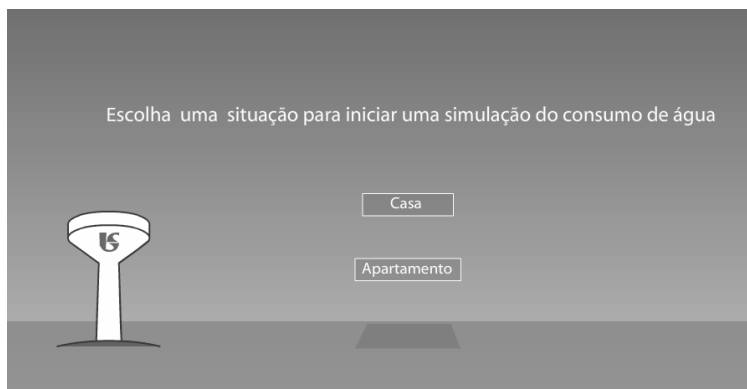


Figura 16- Simulador de Consumo de Água [80].

Outros *sites* com filmes poderão ser sugeridos, para que os alunos os possam visionar em casa. Estes filmes (Figura 17), sobre a consciencialização da utilização da água, tornam-se, do ponto de vista pedagógico, bastante enriquecedores pela mensagem, imagem e acústica. São filmes de curta duração, no máximo dez minutos, com som e imagens que prendem a atenção e podem despertar a curiosidade dos jovens.



Figura 17- Vídeos Sobre a água [81].

As notícias transmitidas, nos telejornais portugueses, sobre a água poderão mostrar a realidade do problema da qualidade da água na distribuição da rede pública, sentida nos meses de verão.

Amareleja - Problema da Água - RTP

masterblue123 7 vídeos Inscrever-se



Figura18- Reportagem transmitida pela RTP no programa “Jornal da Uma” [82].

Com estes recursos pedagógicos apresentados, o professor contribuiu para a consciencialização da necessidade do aumento da eficiência no uso da água, pois os recursos hídricos não são ilimitados e que portanto é necessário protegê-los e conservá-los. Um esforço de aumento da eficiência traduz-se, evidentemente, numa redução de caudais captados e, portanto, de maior salvaguarda dos recursos. Também o interesse económico a nível dos cidadãos é realçado, na medida em que permite aos alunos a aprendizagem da redução dos encargos com a utilização da água, devido ao menor volume consumido e à eventual descida de escalão, sem prejuízo da qualidade de vida do seu agregado familiar e da salvaguarda da saúde pública.

CONCLUSÃO

A sustentabilidade da água e o desenvolvimento não são desafios separados, estão inevitavelmente interligados. O desenvolvimento não se mantém se a base de recursos naturais é destruída; o meio ambiente não pode ser protegido se o crescimento não tem em conta as consequências da destruição ambiental. Estes problemas não podem ser tratados separadamente, pelas instituições e políticas, fazem parte de um sistema complexo de causa e efeito.

O conceito de desenvolvimento sustentável fornece uma estrutura para a integração de políticas ambientais e estratégias de desenvolvimento, procurando satisfazer as necessidades e aspirações do presente, sem comprometer, com isso, a possibilidade de satisfazê-las no futuro, lembrando que sempre há o risco de que o crescimento económico prejudique o meio ambiente, uma vez que ele aumenta a pressão sobre recursos ambientais.

É importante salientar que não existe um único caminho para o desenvolvimento sustentável, já que os sistemas económicos e sociais diferem de região para região. Cada região terá de avaliar as implicações concretas das suas políticas. Mas, apesar dessas diferenças, o desenvolvimento sustentável deve ser encarado como um objectivo de todo o planeta terra.

As preocupações ambientais, a escassez dos recursos hídricos e a necessidade de um desenvolvimento sustentado, requerem uma análise com rigor científico de um vasto conjunto de consequências associadas às opções de utilização da água, nomeadamente nas áreas das disposições legais, das actuações administrativas, da participação cívica e em disposições económico-financeiras.

A DQA aponta, claramente, para uma visão moderna de gestão da procura e de gestão integrada da água e do território. A sua aplicação em Portugal envolve desafios fundamentalmente relacionados com a harmonização do quadro legal e institucional e com a execução dos PBH e do PNA.

Embora os objectivos sejam ambiciosos, o esforço já desenvolvido na elaboração daqueles instrumentos legais de planeamento e o empenhamento da Administração na reforma institucional constituem indicadores auspiciosos para que, num futuro próximo, seja dado um importante salto qualitativo na gestão da água em Portugal.

A EA, nas suas diversas vertentes, abre um estimulante espaço para repensar práticas sociais e o papel dos professores como mediadores e transmissores de um conhecimento necessário para que os alunos adquiram uma base adequada de compreensão essencial do meio ambiente global e local, da interdependência dos problemas e soluções e da importância da responsabilidade de cada um para construir uma sociedade planetária mais equilibrada e ambientalmente sustentável.

Os conteúdos programáticos, do Ensino Secundário, contemplam o tema “água”. Dentro desta problemática, a escola é um dos caminhos que pode educar na utilização sustentável da água. Na medida em que os professores têm os conteúdos programáticos ajustados às questões ambientais, podendo/devendo desenvolver actividades educacionais que tornem os alunos mais competentes e confiantes, agindo em prol de uma vida mais saudável e produtiva, em harmonia com o uso sustentável da água.

As actividades pedagógicas enunciadas, neste trabalho, vão de encontro aquelas que são as principais medidas previstas no PNUEA. Pretende-se, de forma efectiva, que os alunos tomem consciência da necessidade do uso eficiente da água, quer como consumidores individuais quer como consumidores colectivos (escola).

BIBLIOGRAFIA

- [1] Almeida, A., (2007), Educação Ambiental: A Importância Da Dimensão Ética, Lisboa Livros Horizonte.
- [2] Barros, A.A, Rodrigues, C, Miguelote, (2007) Química 10/11: Caderno de Apoio ao Professor, Areal Editores.
- [3] Brundtland, G.H. e tal. (1987)- Our common future: report of the World Commission on Environment and Development, Oxford: Oxford University Press
- [4] Caetano, J, Gouveia, T.R., (2009), Marketing Ambiental: Casos de Estudo em Portugal, Lisboa: Horácio Piriquit.
- [5] Cavaleiro, M.N.G.C., Beleza, M.D., (2007), Caderno de Actividades Química A 10º/11º Ano, Porto: Edições ASA.
- [6] Controlo da Qualidade de Água para Consumo Humano (2000), Direcção do Ambiente, Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território.
- [7] Corrêa, C., Basto, F., Almeida, N., (2008), Química no Mundo Real, Porto Editora.
- [8] Fernandes, J.A. (1983)- “Manual de Educação Ambiental”, O Ambiente e o Homem, Secretaria de Estado do ambiente, Comissão do Ambiente - GEP, Lisboa.
- [9] Filipe, J.A., Coelho, M.F., Ferreira, M.A. (2007), O Drama dos Recursos Comuns: À procura de soluções para os ecossistemas em perigo, Edições Sílabo.
- [10] Garcia, (2004)- Sobre a terra. Lisboa: Público.
- [11] Gómez, J.A.C., Freitas, O.M.F., Callejas, G. V., Educação e Desenvolvimento Comunitário Local - Perspectivas Pedagógicas e Sociais da Sustentabilidade, Profedições.
- [12] Henson, R. (2009), Alterações Climáticas, Rough Guides.
- [13] Instituto Geológico e Mineiro (2001). Água Subterrânea: Conhecer para Preservar o Futuro. Instituto Geológico e Mineiro.
Versão Online no site do INETI:
http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm
- [14] Magalhães, A.M., Antunes, F., Rodrigues, F., Dale, R., Stoer, S.R., Robertson, S., Bonal, X., Reconfigurações: Educação, Estado e Cultura numa Época De Globalização, Profedições.
- [15] Malcata, F.X., (2009), Água um desafio sem Espaço nem Tempo, Universidade Católica Editora.
- [16] Martinho, G. (2003), Memórias de 12 Anos de Educação Ambiental - 1990-2002: Caracterização de Projectos de Educação Ambiental Desenvolvidos nas Escolas do Ensino Público, Lisboa: APEA/FCT-UNL.
- [17] Meadows, D.H., Randers, J. e Behrens III, W.W. (1972)- The limits to growth: a report to the Club of Rome, New York: Universe Books.
- [18] Mendes, A., (2010), Relatório de estado do Abastecimento de água e da Drenagem e Tratamento de águas Residuais (dados 2008), Instituto da Água e Instituto Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais.

- [19] Mendes, B., Oliveira, J. F. S. (2004), *Qualidade da Água para Consumo Humano*, Libel.
- [20] Ministério da Educação - Programa Física Química A 10 e 11º Ano, 2003.
- [21] Nova, E.V. (1994), *Educar Para o Ambiente - Projectos para Área Escola*, Colecção “Educação Hoje”, Lisboa: Texto Editora.
- [22] Oliveira, J.F.S., (2005), *Gestão Ambiental*, Lidel.
- [23] Paiva, J., Ferreira, A.J., Ventura, G., Fiolhais, M., Fiolhais, C., 11 Q, Lisboa: Texto Editora.
- [24] PEAASAR II- Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de águas Residuais 2007-2013 (2007), Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do desenvolvimento Regional.
- [25] Peixoto, J. Pinto, (1979). *O Ciclo da Água em Escala Global*. Edição da Comissão Nacional do Ambiente, Lisboa, 1979.
- [26] Pereira, H.M., Domingos, T., Vicente, L., Proença, V., (2009), *Ecossistemas e Bem Estar Humano: Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment*, Escolar Editora.
- [27] *Relatório do Desenvolvimento Humano 2006 A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água* (2006), Copyright.
- [28] Rodrigues, V.J. (2009), *Desenvolvimento Sustentável: Uma introdução Crítica*, Parede: Principia Editora.
- [29] Schmidt, L., Nave, J., Guerra, J., (2010) *Educação Ambiental : Balanço e perspectivas para uma agenda sustentável*, ICS.
- [30] Silva, A., Simões, C., Resende, F., Ribeiro, M. *Química 11*, Areal Editores.
- [31] Simões, T., Queirós, M., Simões M., (2008), *Química em Contexto 11*, Porto Editora.
- [32] Soromenho - Marques, V.(1998) *O Futuro Frágil - Os Desafios da Crise Global do Ambiente*. Mem Martins: Publicações Europa América.
- [33] Tchobanogous, G., Burton, F.L. (1991), *Wastewater Engineering*, Mcgraw-Hill International Editions.
- [34] Toharia, M. 2004, *El agua y la vida: um binomio en peligro*. Proceedings of III World Conference on Bioethics, 27 september at 1 October 2004, Cuenca.
- [35] Vieira, J.M.P., Morais C., (2005), *Planos de Segurança da Água para Consumo Humano em Sistemas de Abastecimento*, Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Universidade do Minho.
- [36] Vilão, R., Venâncio C., Sousa A.Liberal,P.,Ribeiro, R., Venâncio, R., *Relatório do Estado do Ambiente: REA 2007 Portugal* (2008), Agência Portuguesa do Ambiente.
- [37] Vilão, R., Venâncio C., Sousa A.Liberal,P.,Ribeiro, R., Venâncio, R., *Relatório do Estado do Ambiente: REA 2008 Portugal* (2009), Agência Portuguesa do Ambiente.
- [38] UNESCO. 1977. *The Tbilisi Declaration: Final Report Intergovernmental Conference on Environmental Organized by UNESCO in Cooperation with UNEP*, tbilisi, October, 14-26.
- [39] http://eec.dgidc.min-edu.pt/programas/fisica_e_quimica_a_11_ou_12_anos.pdf (Consultado em Abril 2010)
- [40] ETAR. In *Infopédia* [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2010. (Consultado Setembro 2010). Disponível na [www: <URL: http://www.infopedia.pt/\\$etar>](http://www.infopedia.pt/$etar).

- [41] http://www.esac.pt/Abelho/EdAmbiental/Ambiente_Cidadania.pdf
(Consultado em Abril 2010)
- [42] http://www.domuslegal.com/aguacultura_revista.pdf
(Consultado em Abril 2010)
- [43]
http://www.ensino.uevora.pt/mpa/6ed/modulo_3/docs/mod_3_2_5/peas_ggoncalves.pdf
(Consultado em Abril 2010)
- [44] http://resistir.info/energia/5_axiomas.html (Consultado em Abril 2010)
- [45] <http://www.educacao.te.pt/professores/index.jsp?p=176&idPrograma=16>
(Consultado em Abril 2010)
- [46] <http://www.educacao.te.pt/professores/index.jsp?p=176&idPrograma=20>
(Consultado em Abril 2010)
- [47] <http://openlink.br.inter.net/jctyll/1903.htm>
(Consultado em Abril 2010)
- [48]
<http://www.confagri.pt/Ambiente/AreasTematicas/Solo/Documentos/dados/nitratosantecedentes.htm> (Consultado em Abril 2010)
- [49] <http://www.aprh.pt/congressoagua98/files/com/130.pdf> (Consultado em Abril 2010)
- [50] <http://www.microagua.pt/nitratos.htm> (Consultado em Agosto 2010)
- [51] http://www.inag.pt/inag2004/port/r_externas/ue/nitratos/nitratos.html (Consultado em Agosto 2010)
- [52] http://www.inag.pt/inag2004/port/quem_somos/pdf/aguaemportugal.pdf (Consultado em Agosto 2010)
- [53] Tratado Educação Ambiental- Tbilisi, Geórgia, 14 a 26 de Outubro de 1977, - <http://educambiental.wordpress.com/2009/09/01/tratado-educacao-ambiental-tbilisi-georgia-ex-urss-de-14-a-26-de-outubro-de-1977/> (Consultado em Junho 2010)
- [54]
http://www.inag.pt/inag2004/port/a_intervencao/planeamento/pna/pdf_pna_v1/v1_c2_t06.pdf (Consultado em Junho 2010)
- [55] Directiva do Quadro da Água - <http://dqa.inag.pt/> (Consultado em Junho 2010)
- [56] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0875:FIN:PT:PDF>
(Consultado em Junho 2010)
- [57] <http://www.unicer.pt/gca/index.php?&id=412&sw=1280>
(Consultado em Junho 2010)
- [58] http://snirh.pt/snirh.php?main_id=1&item=3&objlink=&objrede= (Consultado em Junho 2010)
- [59] <http://imagens.webboom.pt/recurso?&id=1384486> (Consultado em Junho 2010)
- [60] <http://emlinharecta.com.sapo.pt/1LAGOA.jpg> (Consultado em Junho 2010)
- [61] <http://albumlv.files.wordpress.com/2008/02/album-6.jpg> (Consultado em Junho 2010)

- [62] http://images.quebarato.com.br/photos/big/B/0/5D4BB0_1.jpg (Consultado em Junho 2010)
- [63] <http://www.aacdn.pt/upload/plit4.jpg> (Consultado em Junho 2010)
- [64] <http://surf4ever.files.wordpress.com/2007/03/desert2.jpg> (Consultado em Junho 2010)
- [65] <http://gm54.files.wordpress.com/2009/06/namaacha-escassez-de-agua.jpg> (Consultado em Junho 2010)
- [66] <http://www.bicodocorvo.com.br/wp-content/uploads/2009/03/foto-gota-de-agua-3.jpg> (Consultado em Junho 2010)
- [67] http://4.bp.blogspot.com/_xPV5erQunQc/R8b4o_2kSBI/AAAAAAAAAP0/bp1EDRlxlw/s400/15837023_c157ca48c0.jpg) (Consultado em Junho 2010)
- [68] <http://www.portugaliza.net/numero05/img02nova05bol05.jpg> (Consultado em Junho 2010)
- [69] <http://library.thinkquest.org/C0126481/peixes.gif> (Consultado em Junho 2010)
- [70] http://filipedebarrros.files.wordpress.com/2009/04/agua_poluida2.jpg (Consultado em Junho 2010)
- [71] <http://www.netxplica.com/images/desequilibrios/mare.negra.0.jpg> (Consultado em Junho 2010)
- [72] <http://lista10.org/wp-content/uploads/2008/11/a61.jpg> (Consultado em Junho 2010)
- [73] http://1.bp.blogspot.com/_dWCV6OmOs2U/SiGothgLATI/AAAAAAAAAbU/iykkMyNAJcY/s400/polui%C3%A7%C3%A3o+agua (Consultado em Junho 2010)
- [74] http://oglobo.globo.com/fotos/2008/03/25/25_MHG_rio_linguanegra.jpg (Consultado em Junho 2010)
- [75] http://www.setubalpeninsuladigital.pt/NR/rdonlyres/6ADF83DC-3FAD-40C1-A889-9680B80C1477/12327/interdicao_praias_barreiro.jpg) (Consultado em Junho 2010)
- [76] <http://www.footballvideos.in/video/pGGVI-qH8rE/Água-As-doenças-causadas-pela-contaminação.html> (consultado em Julho 2010)
- [77] <http://www.youtube.com/watch?v=ehPTSEwjZO0&p=9D2B137029D13091&index=75> (Consultado em Agosto de 2010)
- [78] <http://www.aguaserradaestrela.pt/#/homepage>) (Consultado em Agosto de 2010)
- [79] <http://www.youtube.com/watch?v=42THrtR42qM&feature=related> (consultado em Agosto de 2010)
- [80] <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/animacoes/index.html>) (Consultado em Setembro 2010)
- [81] <http://www.youtube.com/watch?v=OhDSOPxJMVU&feature=related> (Consultado em Agosto 2010)
- [82] <http://www.youtube.com/watch?v=XEtteK6UzCQ>) (Consultado em Setembro de 2010)

[83] http://www.unicef.pt/18/06_03_22_pr_dia_agua.pdf (Consultado em Agosto 2010)

[84] http://www.inag.pt/inag2004/port/quem_somos/pdf/uso_eficiente_agua.pdf
(Consultado em Abril 2010)

[85] Plano Nacional da Água
http://www.inag.pt/inag2004/port/a_intervencao/planeamento/pna/pna.html (consultado em Fevereiro 2010)

[86] <http://snirh.pt/index.php?idMain=6&idItem=6.3> (consultado em Fevereiro 2010)

[87]
<http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?FolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSitio%5CMenuPrincipal%5CDocumentacao&SubFolderPath=%5CRoot%5CContents%5CSitio%5CMenuPrincipal%5CDocumentacao%5COutrosdocumentosIRAR&BookCategoryID=2&BookTypeID=5&Section=MenuPrincipal> (consultado em Fevereiro 2010)

[88] <http://www.inag.pt> (Consultado em Fevereiro 2010)

[89] Departamento do Ensino Secundário/ME. 2000. Revisão Curricular no Ensino Secundário. Lisboa: Ministério da Educação.

ANEXOS

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE ALMEIDA

ESCOLA E.B. 2,3/S DE VILAR FORMOSO

Ano Lectivo 2010/2011

“Água - um bem precioso”

Física Química A- 11.º Ano

Equipa 1

Estudar a distribuição de água no planeta

Lê o seguinte texto

A água é vital para a nossa sobrevivência. O corpo humano, constituído por cerca de 70% de água, perde aproximadamente 2,5 litros de água por dia, uma quantidade que tem que repor em pequenas quantidades ao longo do dia.

A água ocupa quase 71% da superfície da Terra, mas só 1% está disponível para consumo humano, pois 97% é salgada e os outros 2% são glaciares inacessíveis.

Sendo a água um elemento insubstituível e fundamental para a existência de vida na Terra e para as mais diversas actividades humanas, a poluição da água por libertação directa ou indirecta de material tóxico nas linhas de água ou sua exploração intensiva, podem colocar em risco a nossa saúde e o nosso bem-estar.

Para evitar a escassez de água, é necessário que todos estejamos informados sobre os problemas existentes e sobre o que é preciso fazer para os resolver ou, pelo menos, minorar.

Questões:

- 1- Qual a percentagem de água no planeta Terra e a correspondente percentagem de água potável?
- 2- Onde se encontra a maior parte da água doce existente na Terra?
- 3- Qual a percentagem de população mundial que não tem acesso a água potável e a saneamento básico?
- 4- A que se deve a distribuição desigual de água no Planeta?

Recursos

<http://www.aguaonline.net/gca/?id=59>

<http://www.corsan.com.br/ambientais/distribuicao.htm>

<http://lisboaverde.cm-lisboa.pt/index.php?id=4424>

<http://www.rnw.nl/portugues/article/distribui%C3%A7%C3%A3o-desigual-da-%C3%A1gua>

Apresentação do Trabalho

Agora que terminaram a pesquisa, discute/analisa a informação, em equipa, e elaborem uma apresentação multimédia para fazerem a apresentação oral.

Bom Trabalho!

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE ALMEIDA

ESCOLA E.B. 2,3/S DE VILAR FORMOSO

Ano Lectivo 2010/2011

“Água - um bem precioso”

Física Química A- 11.º Ano

Equipa 2

Identificar as Necessidades de Água

Lê o seguinte texto

A água é vital para a nossa sobrevivência. O corpo humano, constituído por cerca de 70% de água, perde aproximadamente 2,5 litros de água por dia, uma quantidade que tem que repor em pequenas quantidades ao longo do dia.

A água ocupa quase 71% da superfície da Terra, mas só 1% está disponível para consumo humano, pois 97% é salgada e os outros 2% são glaciares inacessíveis.

Sendo a água um elemento insubstituível e fundamental para a existência de vida na Terra e para as mais diversas actividades humanas, a poluição da água por libertação directa ou indirecta de material tóxico nas linhas de água ou sua exploração intensiva, podem colocar em risco a nossa saúde e o nosso bem-estar.

Para evitar a escassez de água, é necessário que todos estejamos informados sobre os problemas existentes e sobre o que é preciso fazer para os resolver ou, pelo menos, minorar.

Questões:

- 1- Porque se utiliza tanta água?
- 2- Qual a importância da água nos seres vivos?
- 3- Porque razão a maior parte dos agregados populacionais principais se localiza junto do mar ou junto dos rios?
- 4- Em média, quanta água por dia é gasta por um habitante de uma grande cidade?
- 5- O consumo de água será semelhante nos países desenvolvidos e nos países em via de desenvolvimento?

Recursos

http://www.wallenstein.pt/pdfs/importancia_da_agua.pdf
http://ecosfera.publico.clix.pt/noticia.aspx?id=1411506
http://lisboaverde.cm-lisboa.pt/index.php?id=3988
http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_escassez.asp

Apresentação do Trabalho

Agora que terminaram a pesquisa, discute/analisa a informação, em equipa, e elaborem uma apresentação multimédia para fazerem a apresentação oral.

Bom Trabalho!

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE ALMEIDA

ESCOLA E.B. 2,3/S DE VILAR FORMOSO

Ano Lectivo 2010/2011

“Água - um bem precioso”

Física Química A- 11.º Ano

Equipa 3

Identificar as Principais Fontes de Poluentes da Água

Lê o seguinte texto

A água é vital para a nossa sobrevivência. O corpo humano, constituído por cerca de 70% de água, perde aproximadamente 2,5 litros de água por dia, uma quantidade que tem que repor em pequenas quantidades ao longo do dia.

A água ocupa quase 71% da superfície da Terra, mas só 1% está disponível para consumo humano, pois 97% é salgada e os outros 2% são glaciares inacessíveis.

Sendo a água um elemento insubstituível e fundamental para a existência de vida na Terra e para as mais diversas actividades humanas, a poluição da água por libertação directa ou indirecta de material tóxico nas linhas de água ou sua exploração intensiva, podem colocar em risco a nossa saúde e o nosso bem-estar.

Para evitar a escassez de água, é necessário que todos estejamos informados sobre os problemas existentes e sobre o que é preciso fazer para os resolver ou, pelo menos, minorar.

Questões:

- 1- Quais as principais fontes de poluição da água?
- 2- Quais as principais consequências da contaminação dos recursos hídricos?
- 3- Será que os países que apresentam excesso de água não poderão vir a ter problemas de falta de água?

Recursos

http://www.profcupido.hpg.ig.com.br/tipos_de_poluicao.htm

<http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,17560,01123764-EI298,00.html>

<http://www.rnw.nl/portugues/article/distribui%C3%A7%C3%A3o-desigual-da-%C3%A1gua>

<http://cyberturma.no.sapo.pt/poluicao.htm#POLUIÇÃO DA ÁGUA>

Apresentação do Trabalho

Agora que terminaram a pesquisa, discute/analisa a informação, em equipa, e elaborem uma apresentação multimédia para fazerem a apresentação oral.

Bom Trabalho!

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE VILAR FORMOSO

ESCOLA E.B. 2,3/S DE VILAR FORMOSO

Ano Lectivo 2010/2011

“Água - um bem precioso”

Física Química A- 11.º Ano

Equipa 4

Distinguir Águas Naturais de Águas de Abastecimento Público

Lê o seguinte texto

A água é vital para a nossa sobrevivência. O corpo humano, constituído por cerca de 70% de água, perde aproximadamente 2,5 litros de água por dia, uma quantidade que tem que repor em pequenas quantidades ao longo do dia.

A água ocupa quase 71% da superfície da Terra, mas só 1% está disponível para consumo humano, pois 97% é salgada e os outros 2% são glaciares inacessíveis.

Sendo a água um elemento insubstituível e fundamental para a existência de vida na Terra e para as mais diversas actividades humanas, a poluição da água por libertação directa ou indirecta de material tóxico nas linhas de água ou sua exploração intensiva, podem colocar em risco a nossa saúde e o nosso bem-estar.

Para evitar a escassez de água, é necessário que todos estejamos informados sobre os problemas existentes e sobre o que é preciso fazer para os resolver ou, pelo menos, minorar.

Questões:

- 1- Quais as principais diferenças entre águas naturais e águas de abastecimento público?
- 2- Será que as águas naturais são próprias para consumo?
- 3- Quais as principais etapas num processo de trabalho de águas para abastecimento público?
- 4- O que significa as siglas VMA e VMR?

Recursos

http://www.opais.co.mz/index.php?view=article&catid=45%3Asociedade&id=5495%3Apenas-43-da-populacao-tem-acesso-a-agua-potavel-no-pais&option=com_content&Itemid=176

<http://www.unicer.pt/gca/index.php?id=412&sw=1024>

http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/zonavul/zv_enquad.html

<http://www.rnw.nl/portugues/article/distribui%C3%A7%C3%A3o-desigual-da-%C3%A1gua>

Apresentação do Trabalho

Agora que terminaram a pesquisa, discute/analisa a informação, em equipa, e elaborem uma apresentação multimédia para fazerem a apresentação oral.

Bom Trabalho!

AGRUPAMENTO DE ESCOLAS DE ALMEIDA**ESCOLA E.B. 2,3/S DE VILAR FORMOSO****Ano Lectivo 2009/2010**

Actividade Prática

Fóruns Mundiais da Água

Física Química A- 11º Ano

Nome: _____

Turma _____

N.º _____

Lê com atenção o seguinte texto:

Fórum mundial da água - o maior evento mundial sobre a água

Preparando o Futuro

O Fórum Mundial da Água é uma iniciativa do Conselho Mundial da Água, uma ONG sediada em Marselha e que foi criada sob égide da United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) e do Banco Mundial. O Fórum Mundial da Água realiza-se trienalmente e tem uma duração de cerca de uma semana, englobando o Dia Mundial da Água (22 de Março). O seu objectivo principal é colocar a “Água” nas agendas internacionais e é o maior acontecimento mundial sobre o tema. Por exemplo, o fórum realizado no México, em 2006, reuniu perto de 15 000 participantes. O Fórum Mundial da água representa um passo em frente na colaboração mundial sobre os problemas da água, oferecendo a todos os que têm poder de decisão uma oportunidade única para um debate sem fronteiras e um entendimento que permita o estabelecimento de ligações, com vista a uma melhor gestão mundial da água, um recurso precioso e que cada vez se está a tornar mais escasso.

Uma das prioridades dos fóruns mais recentes foi a consolidação dos objectivos propostos na Cimeira do Milénio das Nações Unidas de (2000), na Conferência Internacional sobre a Água Doce (2001) e na Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (2002).”

FORUNS MUNDIAIS DA ÁGUA		
Ano	Local	
1997	Marraqueche	Água e saneamento, gestão partilhada da água, conservação do ecossistema, igualdade de sexos, uso eficiente de água.
2000	Haia	Necessidades básicas, produção de alimentos, protecção de ecossistemas, partilha de recursos hídricos, valorização e controlo da água.
2003	Kioto	Alcançar os objectivos da cimeira do Milénio das Nações Unidas (2000), da Conferência Internacional sobre a Água Doce (2001) e da Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (2002).
2006	Cidade do México	Incluir a água e o saneamento nos processos nacionais, em particular no desenvolvimento Sustentável e em estratégias de redução da pobreza.
2009	Instambul	Disparidade de utilização de água.

Responde às seguintes questões:

1- Qual a importância dos Fóruns Mundiais da Água?

2- Pesquisa mais informação sobre as principais conclusões e objectivos traçados no último Fórum da Água.

3- Qual foi o objectivo de criar o Dia Mundial da água?

4- A seguinte questão pode ser o ponto de partida para um debate:

«A água deve ser cara por ser um bem escasso ou deve ser barata por ser um bem de primeira necessidade?»

Organiza um conjunto de argumentos e exemplos que sustentam o teu ponto de vista.

5- Propõe actividades para a comemoração do Dia da Água, na nossa escola. Pesquisa na *Internet* para saberes mais sobre esses dias comemorativos.

Sugestões de pesquisa:

Manual adoptado

<http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=40929&op=all>

<http://www.portaldasaude.pt/portal/conteudos/a+saude+em+portugal/eventos/dia+mundial+agua.htm>

<http://pelanatureza.pt/agua/noticias/dia-mundial-da-agua-2010>

<http://www.google.com/hostednews/afp/article/ALeqM5hO8tU7x75kqvN2Sh1mi3lzoc5vww>

<http://noticias.terra.com.br/mundo/interna/0,,OI3650447-EI294,00.html>

Reenvia o trabalho para o mail do professor até dia_____.

Bom Trabalho!

O Professor

Programa de uso eficiente da água - PNUEA

MEDIDAS APLICÁVEIS AO USO URBANO

Ao nível dos sistemas públicos

Redução de consumos de água

- Medida 01: Optimização de procedimentos e oportunidades para o uso eficiente da água
- Medida 02: Redução de pressões no sistema público de abastecimento
- Medida 03: Utilização de sistema tarifário adequado
- Medida 04: Utilização de águas residuais urbanas tratadas

Redução de perdas de água

- Medida 05: Redução de perdas de água no sistema público de abastecimento

Ao nível dos sistemas prediais e de instalações colectivas

Redução de consumos de água

- Medida 06: Redução de pressões no sistema predial de abastecimento
- Medida 07: Isolamento térmico do sistema de distribuição de água quente
- Medida 08: Reutilização ou uso de água de qualidade inferior

Redução de perdas de água

- Medida 09: Redução de perdas de água no sistema predial de abastecimento

Ao nível dos dispositivos em instalações residenciais, colectivas e similares

Autoclismos

- Medida 10: Adequação da utilização de autoclismos
- Medida 11: Substituição ou adaptação de autoclismos
- Medida 12: Utilização de bacias de retrete sem uso de água
- Medida 13: Utilização de bacias de retrete por vácuo

Chuveiros

- Medida 14: Adequação da utilização de chuveiros
- Medida 15: Substituição ou adaptação de chuveiros

Torneiras

- Medida 16: Adequação da utilização de torneiras
- Medida 17: Substituição ou adaptação de torneiras

Máquinas de lavar roupa

- Medida 18: Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar roupa
- Medida 19: Substituição de máquinas de lavar roupa

Máquinas de lavar louça

- Medida 20: Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar louça

- Medida 21: Substituição de máquinas de lavar louça

Urinóis

- Medida 22: Adequação da utilização de urinóis
- Medida 23: Adaptação da utilização de urinóis
- Medida 24: Substituição de urinóis

Sistemas de aquecimento e refrigeração de ar

- Medida 25: Redução de perdas e consumos em sistemas de aquecimento e refrigeração de ar

Ao nível dos usos exteriores

Lavagem de pavimentos

- Medida 26: Adequação de procedimentos na lavagem de pavimentos
- Medida 27: Utilização de limpeza a seco de pavimentos
- Medida 28: Utilização de água residual tratada na lavagem de pavimentos
- Medida 29: Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento na lavagem de pavimentos

Lavagem de veículos

- Medida 30: Adequação de procedimentos na lavagem de veículos
- Medida 31: Utilização de dispositivos portáteis de água sob pressão na lavagem de veículos
- Medida 32: Recirculação de água nas estações de lavagem de veículos
- Medida 33: Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento na lavagem de veículos
- Medida 34: Adequação da gestão da rega em jardins e similares
- Medida 35: Adequação da gestão do solo em jardins e similares
- Medida 36: Adequação da gestão das espécies plantadas em jardins e similares
- Medida 37: Substituição ou adaptação de tecnologias de rega em jardins e similares
- Medida 38: Utilização de água da chuva em jardins e similares
- Medida 39: Utilização de água residual tratada em jardins e similares
- Medida 40: Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em jardins e similares

Piscinas, lagos e espelhos de água

- Medida 41: Adequação de procedimentos em piscinas
- Medida 42: Recirculação da água em piscinas, lagos e espelhos de água
- Medida 43: Redução de perdas em piscinas, lagos e espelhos de água
- Medida 44: Redução de perdas por evaporação em piscinas
- Medida 45: Utilização de água da chuva em lagos e espelhos de água
- Medida 46: Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em piscinas, lagos e espelhos de água

Campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio

- Medida 47: Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio
- Medida 48: Utilização de água da chuva em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio

- Medida 49: Utilização de água residual tratada em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio
- Medida 50: Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio

MEDIDAS APLICÁVEIS AO USO AGRÍCOLA

Gerais

- Medida 51: Melhoria da qualidade dos projectos
- Medida 52: Reconversão dos métodos de rega
- Medida 53: Adequação dos volumes de rega às necessidades hídricas das culturas - criação de sistemas de aviso de rega
- Medida 54: Adequação dos volumes de rega às necessidades hídricas das culturas - condução da rega
- Medida 55: Utilização de sistema tarifário adequado
- Medida 56: Redução dos volumes de rega
- Medida 57: Redução da área regada

Ao nível dos sistemas de transporte e na distribuição

- Medida 58: Adequação dos procedimentos de operação de reservatórios
- Medida 59: Redução de perdas no transporte e na distribuição
- Medida 60: Adequação de procedimentos no transporte e na distribuição
- Medida 61: Adaptação de técnicas no transporte e distribuição

Ao nível da rega por gravidade

- Medida 62: Reconversão dos processos de fornecimento de água aos sulcos, canteiros e faixas
- Medida 63: Adequação do dimensionamento de sistemas de rega por gravidade
- Medida 64: Adequação de procedimentos na rega por gravidade

Ao nível da rega por aspersão

- Medida 65: Adequação dos procedimentos na rega por aspersão: utilização de cortinas de vento - sebes
- Medida 66: Adequação dos procedimentos na rega por aspersão: controlo do escoamento superficial e erosão
- Medida 67: Adequação dos procedimentos na rega por aspersão: rega em horário nocturno
- Medida 68: Substituição do equipamento de aspersão f ixa em regiões ventosas
- Medida 69: Adequação de utilização de aspersão com canhões semoventes
- Medida 70: Adaptação ou substituição de equipamentos de aspersão móvel

Ao nível da rega localizada

- Medida 71: Adequação dos procedimentos na rega localizada
- Medida 72: Substituição do equipamento de acordo com a textura do solo

MEDIDAS APLICÁVEIS AO USO INDUSTRIAL

Gerais

- Medida 73: Adequação de procedimentos da utilização da água na unidade industrial

- Medida 74: Optimização da utilização da água na unidade industrial
- Medida 75: Redução de perdas de água na unidade industrial

Ao nível do processo do fabrico industrial

- Medida 76: Utilização de águas residuais do processo de fabrico
- Medida 77: Substituição ou adaptação do processo de fabrico
- Medida 78: Recirculação de água no processo de fabrico

Ao nível dos sistemas de transferência de calor

- Medida 79: Recirculação de água no sistema de arrefecimento industrial
- Medida 80: Utilização de água de outros processos no sistema de arrefecimento industrial
- Medida 81: Utilização para outros fins de água de arrefecimento industrial
- Medida 82: Utilização de água de outros processos no sistema de aquecimento industrial
- Medida 83: Utilização de água de condensado para outros fins

Ao nível da limpeza de instalações e de equipamentos

- Medida 84: Adequação de procedimentos na gestão de resíduos
- Medida 85: Utilização de equipamento para limpeza a seco das instalações
- Medida 86: Utilização de dispositivos portáteis de água sob pressão
- Medida 87: Reutilização ou uso de água de qualidade inferior

