

Anabela da Assunção Marques Cordeiro

**Educar para uma *Water Sensitive City*.**  
**Eficiência Hídrica e Redução das Emissões de Carbono**  
**- Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão.**



**Instituto Superior de Engenharia**

**2021**

Anabela da Assunção Marques Cordeiro

**Educar para uma *Water Sensitive City*.**

**Eficiência Hídrica e Redução das Emissões de Carbono**

**- Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão.**

**Mestrado em Ciclo Urbano da Água**

**Trabalho efetuado sob a orientação de:**

Prof. Doutora Manuela Moreira da Silva –ISE/ UAAlg



**Instituto Superior de Engenharia**

**2021**

**Educar para uma *Water Sensitive City*.**  
**Eficiência Hídrica e Redução das Emissões de Carbono**  
**- Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão.**

Declaro ser a autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluídas.

A candidata:

Assinatura: \_\_\_\_\_  
(Anabela da Assunção Marques Cordeiro)

“Copyright” em nome de Anabela da Assunção Marques Cordeiro.

“A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos”.

## **AGRADECIMENTOS**

### **Sonhar é um dom, concretizá-lo é uma vontade!!**

Ao longo deste percurso com muitos desafios, incertezas e alegrias, gostaria de agradecer particularmente:

- Ao grupo deste Ciclo de Mestrado, que se pautou por diversas áreas de conhecimento e que muito contribuíram com os seus conhecimentos. Cristina Ferradeira, Marta Faustino e Marília Marques um obrigada pelo apoio, energia e amizade.

- À minha orientadora Prof<sup>ª</sup> Dra. Manuela Moreira da Silva que sempre me motivou e acreditou em mim. Agradeço todos os ensinamentos ao longo deste mestrado e pela orientação exemplar e pautada por um elevado e rigoroso nível científico no desenvolver desta dissertação.

Uma excelente visão crítica e oportuna.

Uma palavra sempre amiga nos momentos que desanimava.

- Aos meus pais, Francisco e Maria, pelo valores transmitidos e por me ensinarem que todo o esforço vale a pena.

- Aos meus filhos, Maria e Rodrigo, pelas constantes palavras de apoio e motivação.

Desculpem as horas que estive ausente da vossa vida. Gosto muito de vocês.

Um muito obrigada de coração a todos!!

*O ciclo da vida está intimamente ligado ao ciclo da água.*

*- Jacques-Yves Cousteau*

## **Resumo**

A educação é uma ferramenta muito poderosa para moldar comportamentos atuais e futuros. Educar para a gestão sustentável da água é da maior relevância, sobretudo em zonas onde este bem indispensável é frequentemente escasso. Este trabalho realizou-se em 2021, na Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão, e teve como objetivo geral, sensibilizar e treinar os jovens para o uso eficiente da água, para a redução do uso de plásticos e para a importância da redução das emissões de carbono. Foram realizadas ações pedagógicas expositivas e interativas com os jovens, recorrendo às TIC em que tiveram a oportunidade de calcular a sua Pegada Hídrica (PH) e de observar a importância da colocação de dispositivos redutores de caudal em ambiente escolar para evitarem desperdícios de água. Realizaram-se atividades sobre a importância do consumo de água da torneira em detrimento de água comercializada engarrafada, alertando para as diversas vantagens, nomeadamente explorando o impacto ambiental das garrafas plásticas. No sentido de se estimar o balanço de carbono desta escola, foram analisados os consumos energéticos, de gás e de água para o funcionamento do edifício escolar e calculadas as emissões de carbono associadas. Foram caracterizadas as espécies vegetais no espaço exterior do edifício e avaliado o seu potencial de sequestro de carbono. Este estudo revela que a PH dos jovens foi de 279 L e conclui-se que, se as medidas recomendadas forem implementadas podem ser poupados 270 L/min água nas torneiras e 16 L/min nos chuveiros. O balanço de carbono estimado evidencia que o funcionamento desta escola é responsável pela emissão de 24 t CO<sub>2</sub>/ano. Verificou-se que há muitas oportunidades de melhoria, que a serem implementadas nesta escola, permitiam o seu normal funcionamento consumindo menos recursos (nomeadamente água e energia) e reduzindo as emissões de carbono. Se os ensinamentos retirados pelos jovens forem levados da escola para o ambiente familiar irão promover uma mudança transversal de comportamentos sociais, que globalmente promoverão um uso mais eficiente da água e a integração da Natureza em meio urbano, melhorando os serviços ecossistémicos e contribuindo para a descarbonização.

*Palavras-Chave:* Educação Ambiental, Uso Eficiente da Água, Redução do Uso de Plásticos, Descarbonização.

## **Abstract**

Education is a very powerful tool for changing current and future behaviors. Educating for sustainable water management is of utmost importance, especially in areas with water scarcity, such as the Algarve region. This work was carried out in 2021 on Basic School 2,3 João da Rosa, Olhão, and it had as main objective to train young people for the sustainable management of water and for the reduction of plastics use and carbon emissions. For this purpose, expository and interactive actions were carried out with the students using ICT, to calculate their Water Footprint and to inform about flow-reducing devices in the school environment. Actions were prepared on the consumption of tap water, to the detriment of the consumption of bottled water, highlighting the various advantages, namely the reduction of plastics bottles. In order to estimate the carbon balance in the school building, we collected data about energy, gas and water consumption for the school's functioning and were calculated the related carbon emissions. Vegetal species outside of the building were counted and identified to evaluate their potential for carbon sequestration. This study reveals that the PH of students was about 279 L and that can be saved 270 L/min of water on the taps and 16 L/min in the showers with the implementation of some improvement measures. The carbon balance showed that the functioning of this school is responsible for the emission of 24 t CO<sub>2</sub>/year.

We founded that there are several opportunities for improvement, which allow the normal functioning of the school, consuming less water and energy and reducing the carbon emissions. If young people take good practices from school to the family will promote a transversal change in social behavior, which will globally promote a more efficient use of water and the integration of Nature in urban areas, improving ecosystem services and contributing to decarbonization.

**Key Words:** Environmental Education; Efficient Use of Water; Reduction in the Use of Plastics; Decarbonization.

## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	v
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
ÍNDICE .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE TABELAS .....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xiii
I.INTRODUÇÃO .....	1
I.1 Gestão Sustentável da Água .....	1
I.2 Educação Ambiental e Sociedade.....	1
I.2.1 O Papel da Educação.....	1
I.2.2 Envolvimento dos Cidadãos para o Uso Eficiente da Água .....	2
I.3 <i>Water Sensitive Cities</i> .....	4
I.3.1 Conceito de <i>Water Sensitive City</i> .....	4
I.3.2 Ciclo Urbano da Água no Século XXI.....	5
I.3.3 Eficiência no Ciclo Urbano da Água .....	8
I.4. Água para Consumo Humano.....	9
I.4.1 Qualidade da Água para Consumo Humano .....	9
I.4.2 Água Comercializada em Embalagens Plásticas.....	11
I.4.3 A Importância dos Resíduos Sólidos Urbanos que Chegam ao Mar através das Águas Pluviais.....	12
I.5 Importância da Neutralidade Carbónica .....	16
I.5.1 Alterações Climáticas .....	16
I.5.2 Redução das Emissões de Carbono .....	18
I.5.3 Sequestro de Carbono .....	20
I.6 Caso de estudo: Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão.....	21
I.7 Objetivos Gerais e Específicos .....	22

II. PEGADA HÍDRICA .....	23
II.1 Definição .....	23
II.2 Ação Pedagógica .....	24
II.3 Cálculo da Pegada Hídrica .....	25
II.4 Análise e Discussão dos Resultados da Pegada Hídrica .....	25
III. EFICIÊNCIA HÍDRICA .....	28
III.1 Definição.....	28
III.2 Diagnóstico de Consumos Atuais e Ações de Melhoria.....	28
IV. ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	32
IV.1 Ação Pedagógica sobre Importância do Consumo da Água Tratada da Torneira .....	32
IV.2 Medidas para Redução do Uso de Plásticos na Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão .....	32
V. BALANÇO DE CARBONO NA ESCOLA BÁSICA 2,3 JOÃO DA ROSA, OLHÃO.....	35
V.1 Ação Pedagógica Sobre as Emissões de Carbono e o seu Sequestro pela Vegetação .....	35
V.2 Balanço de Carbono .....	37
V.2.1 Estimativa das Emissões de Carbono .....	37
V.2.2 Estimativa do Potencial de Sequestro de Carbono .....	41
V.2.3 Balanço de Carbono .....	43
VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS .....	44
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS.....	I
ANEXO I - Jogo Kahoot aplicado aos alunos do 2ºCiclo do Ensino Básico. ....	II
ANEXO II - Nota Informativa publicada no Facebook do Município de Olhão; .....	IV
ANEXO III - Nota Informativa do Município de Olhão na página oficial do Município; .....	V
ANEXO IV - Nota Informativa da Escola Básica 2,3 João da Rosa – Olhão na página da Escola.....	IX

## LISTA DE FIGURAS

Figura I.1 - Ciclo Urbano da Água (Adaptado: <a href="http://tapintoquality.com">http://tapintoquality.com</a> ).....	7
Figura I.2 - Tratamento de água para consumo humano.....	8
Figura I.3 - Evolução de fornecimento de água segura entre 1993 e 2019 (ERSAR,2016) ....	11
Figura I.4 - Principais fluxos de microplásticos dentro e entre três compartimentos ambientais: terrestre, de água doce e marinho (Adapt. Horton <i>et al.</i> , 2017).....	13
Figura I.5 - Distribuição da procura de produtos plásticos, por segmento de mercado na Europa (PlasticsEurope, 2020) .....	13
Figura I.6 - Efeito de estufa natural VS efeito de estufa ampliado por atividades humanas ...	18
Figura I.7 - Emissões de gases ( $CO_2$ ) de origem fóssil (Pordata, 2021) .....	19
Figura I.8 - Trajetória de redução de emissões de 85 % a 90 % até 2050 (APA, 2021b).....	20
Figura I.9 - Imagem aérea da Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão.....	21
Figura II.1 - Pegada Hídrica Azul, Verde e Cinza .....	24
Figura II.2 - Distribuição de consumos associados à PH Direta .....	27
Figura II.3 - Distribuição de consumos associados à PH Indireta.....	27
Figura III.1 - Consumos de água – Escola Básica 2º e 3º Ciclos João da Rosa, Olhão.....	30
Figura IV.1 - Ação de pintura de sarjetas na Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão .....	33
Figura V.1 – Exemplos de partes que integraram os trabalhos realizados pelos jovens.....	35
Figura V.2 – Trabalho premiado no MobilizAR– Rumo à Poluição Zero.....	36
Figura V.3 - Consumos energéticos da Escola Básica 2,3 João da Rosa .....	38
Figura V.4 - Fotografia aerea da escola onde o estudo se realizou .....	41
Figura V. – Contribuição para o sequestro de carbono pelas diferentes espécies vegetais presentes no recinto escolar exterior. ....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela II.1 - Pegada Hídrica (Consumos Direto e Indireto).....	26
Tabela III.1 - Tabela de diagnóstico do funcionamento dos equipamentos escolares e proposta de ações de melhoria.....	28
Tabela III.2 - Consumos mensais de água (m <sup>3</sup> ) registados no período em análise.....	29
Tabela V.1 - Consumos energéticos da Escola Básica 2,3 João da Rosa.....	38
Tabela V.2 – Emissões de carbono associadas aos consumos energéticos no periodo em estudo. ....	39
Tabela V.3 - Consumos de Gás Propano e emissões de CO <sub>2</sub> associadas da Escola Básica 2,3 João da Rosa.....	40
Tabela V.4 – Consumos de água e emissões de CO <sub>2</sub> , associadas da Escola Básica 2,3 João da Rosa-	40
Tabela V.5 - Caracterização da vegetação existente nos espaços exteriores da Escola Básica 2,3 João da Rosa e fator de sequestro anual por espécime.....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AdA</b>	Águas do Algarve
<b>APRH</b>	Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos
<b>CE</b>	Comissão Europeia
<b>CUA</b>	Ciclo Urbano da Água
<b>EA</b>	Educação Ambiental
<b>ERSAR</b>	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
<b>ETA</b>	Estação de tratamento de Águas
<b>ETAR</b>	Estação de Tratamento de Águas Residuais
<b>GEE</b>	Gases de Efeito Estufa
<b>IPCC</b>	Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas
<b>PET</b>	Politereftalato de Etileno
<b>PH</b>	Pegada Hídrica
<b>RSU</b>	Resíduos Sólidos e Urbanos
<b>SD</b>	Desvio Padrão
<b>UAlg</b>	Universidade do Algarve
<b>UE</b>	União Europeia
<b>UAlg</b>	Universidade do Algarve

# **I. INTRODUÇÃO**

## **I.1 Gestão Sustentável da Água**

À escala global, o aumento da população mundial, os atuais padrões de consumo e as alterações climáticas, particularmente severas no Mediterrâneo, são uma enorme ameaça aos recursos hídricos naturais, incluindo habitats e biodiversidade (UNWWAP, 2020).

Os episódios de escassez da água são cada vez mais frequentes em muitos locais do planeta, como é o caso do Algarve, devido ao aumento da procura para as diversas atividades humanas e à diminuição da sua disponibilidade nos recursos hídricos naturais. Enfrentar com sucesso esta situação, implica definirem-se medidas e soluções, que para serem eficazes, passam necessariamente pelo envolvimento dos cidadãos.

## **I.2 Educação Ambiental e Sociedade**

### **I.2.1 O Papel da Educação**

A educação é reconhecidamente considerada, a força mais poderosa para a mudança de atitudes e para as grandes alterações sociais. É, portanto, fundamental encontrar-se estratégias pedagógicas, que saibam chegar ao público alvo, neste caso os jovens, e que os leve a corrigir atitudes diárias, nomeadamente através de novos mecanismos de Educação Ambiental (EA). A consciencialização da importância dos Recursos Naturais, e da sua exploração de forma sustentável, será determinante para o futuro da nossa sociedade e da humanidade em geral. A EA também é indispensável no processo de sensibilização/mobilização da população com idade mais avançada, e pode ser estimulada ao longo da vida.

A educação é deve ser um processo contínuo que possibilita aos indivíduos alcançarem a plenitudeddas suas potencialidades, ao longo da vida. Tem como principio básico a formação integral e harmoniosa dos indivíduos, sendo um de seus objetivos, o desenvolvimento do espírito reflexivo da criança e do jovem, preparando-os para a construção da consciência crítica do adulto, para que aprenda a ser, a conviver na sociedade como sujeito consciente, participativo, sabendo discernir o bem do mal, aplaudir o correto e repudiar o incorreto (Dias & Pinto, 2019).

Em tempos já distantes, competia à família a educação de seus filhos e à escola, o ensinar. Completavam-se. Nos últimos anos, a educação passou a ser exercida por vários agentes, por vários meios, em vários espaços, onde é cada vez maior o papel da escola. Por esta razão, a par

de ser responsável pelo processo de ensino/aprendizagem de conteúdos cognitivos, sobretudo tratando-se de crianças e adolescentes, a escola assumiu a atribuição de formar o cidadão, construindo com ele não só conhecimentos, competências e habilidades, mas a escala de valores, onde devem prevalecer a moral e a ética (Sousa & Pereira, 2014).

O papel mais amplo da educação é o de construir cidadãos mais conscientes e completos, sem preconceitos e responsáveis. Sabedor, mas também capaz de transmitir conhecimento para a construção de uma sociedade melhor.

Vivemos numa época que perturba, de certo modo, a consolidação da consciência crítica do Homem. Somos bombardeados pelos acontecimentos, pela quantidade e variedade de informação que, muitas vezes, nos levam a julgamentos apressados, por não terem passado pelo crivo da reflexão e da crítica. Diante desta evidência, ampliou-se o papel da escola e dos professores, que acrescentaram às funções de mediadores da construção do conhecimento e do exercício da socialização, a de agentes privilegiados para educar integralmente, as crianças e os jovens. Preparando-os para viver num mundo e numa sociedade inquietantes, desafiadores, excludentes, marcados por constantes mudanças, por novos paradigmas, por frequentes exigências, por obstáculos a serem transpostos num mundo e sociedade marcados pelas injustas, discriminações, desigualdades, e informações, sem ter tempo para refletir (CNE, 2012).

Ensinar não se restringe às paredes da escola, todavia não se pode excluir ou desvincular a importância da difusão do conhecimento científico e sistematizado oferecido, assim como as regras de civilidade que mesmo que tenham por vezes o objetivo da manutenção das relações de poder, também exercem, mesmo que de maneira desvinculada ou descontextualizada, ações básicas que permitem ao menos a manutenção da ordem.

Portanto, a escola, deve permitir ao professor ser orientador e mediador da aprendizagem, ser promotor da educação de seus alunos, ser consciente da importância de seu papel na formação integral do Homem, na construção de uma sociedade justa, esclarecida, capaz de ter espírito crítico, nomeadamente nas questões ambientais.

## **I.2.2 Envolvimento dos Cidadãos para o Uso Eficiente da Água**

Apesar de no Século XXI dispormos de grandes avanços científicos e tecnológicos, dois terços da população mundial enfrentam fome, pobreza e conflitos armados, para além de

catástrofes provocadas pela forma como nos relacionamos uns com os outros, e/ou pelo modo como interagimos com o nosso planeta. Nesta situação, a formação das pessoas é talvez o principal fator determinante do desenvolvimento económico, social e da proteção do ambiente. Para que possamos compreender e intervir na evolução do mundo necessitamos de formação, ideias novas, conhecimento e investigação. A educação entendida num sentido lato é, portanto, a área que mais pode influenciar o nosso futuro comum, porque dela dependem o conhecimento e o diálogo entre povos e culturas, bem como a formação de cidadãos ativos na defesa do planeta e da humanidade. É necessário acreditar na mudança e preparar as pessoas para a proteção do ambiente, e também, para prevenir e enfrentar novos riscos antrópicos e ambientais. Esta prevenção é uma dimensão importante do desenvolvimento sustentável. Com frequência centramo-nos na proteção do ambiente, esquecendo-nos de proteger a humanidade de riscos, que frequentemente acabam por se concretizar sem estarmos preparados para os enfrentar.

É essencial que a escola seja pioneira, um exemplo vivo, na aplicação das práticas de sustentabilidade, e que as novas gerações aprendam a criar e viver numa economia sustentável. Para que as crianças e os jovens adquiram novos hábitos e seduzam os pais para novas práticas. Estes alunos serão, no futuro, cidadãos críticos e ativos no combate a atropelos ambientais e sociais e na construção de um mundo mais sustentável e solidário (Leal Filho *et al.*, 2019) (García-González *et al.*, 2020) (Tasdemir & Gazo, 2020).

Na sociedade comunicacional em que vivemos não se pode pensar que as escolas são o único palco formativo, ou mesmo por vezes o principal, pois elas estão cada vez mais rodeadas de dispositivos de comunicação que, tantas vezes, contrariam até o próprio processo educativo escolar. Sendo assim, nenhum programa pedagógico pode apoiar-se exclusivamente no ensino formal e descurar o campo mediático, incluindo os novos media. Estes funcionam como agentes ativamente intervenientes no processo educativo, de influência social determinante (CNE, 2012).

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável é um conceito dinâmico, que parte duma nova visão da Educação permitindo uma ação participativa e informada. É fundamental que a educação integre conceitos e ferramentas interdisciplinares para ajudar as pessoas a compreenderem o mundo em que vivem e os desafios que têm pela frente. Teremos que instituir nas nossas escolas, nas nossas associações e nas populações uma educação de valores, de conhecimento e de saberes que contribua para equilibrar o bem-estar, o bem

económico, as tradições culturais e preservar os bens naturais que temos. É necessário que os cidadãos conheçam os seus direitos e os exerçam responsabilmente, e é necessário que nos nossos locais de trabalho, nas nossas escolas, nas nossas associações, nos nossos convívios, a ideia da sustentabilidade passe a ser marcante. A presença ou ausência de água escreve a história, cria culturas e hábitos, determina a ocupação de territórios, vence batalhas, extingue e dá vida às espécies, determina o futuro de gerações. O nosso planeta não se teria transformado num ambiente apropriado para a vida sem a água. Na sociedade em que vivemos, a água passou a ser vista como recurso hídrico e não mais como um bem natural, disponível para a existência humana e de todas as espécies. Passamos a usá-la indiscriminadamente, encontrando sempre novos usos, sem avaliar as consequências ambientais em relação à quantidade e qualidade da água (Neto, 2016).

A natureza foi durante muito tempo, considerada uma fonte de recursos inesgotável. No entanto, nas últimas décadas, o aumento populacional e a sua migração para as cidades, associados a padrões de elevado consumo, têm gerado uma sobre-exploração dos recursos naturais com diminuição das suas reservas no planeta, a que se acrescenta um aumento drástico da carga de resíduos poluentes, que estão a comprometer seriamente os ecossistemas, nomeadamente os aquáticos (Serrao-Neumann *et al.*, 2019). Associada à degradação dos ecossistemas, tem-se verificado um aumento do risco e da incidência de doenças de veiculação hídrica, causadas por microrganismos patogénicos, presentes em águas contaminadas.

De acordo com o referido anteriormente sobre CUA, o abastecimento de água para consumo humano é um serviço público essencial nas sociedades modernas, essencial ao bem-estar dos cidadãos e à saúde pública. Enquanto Direito Universal, o abastecimento de água deve estar fisicamente acessível, dimensionado para as necessidades das populações, seguro para os consumidores, economicamente acessível e culturalmente aceitável (ERSAR, 2020).

### **I.3 *Water Sensitive Cities***

#### **I.3.1 Conceito de *Water Sensitive City***

Numa *Water Sensitive City*, a água enquanto recurso natural essencial à vida, assume um valor intangível nas suas diversas dimensões, económica, ambiental e social.

O conceito de *Water Sensitive City* é de origem Australiana e atualmente é considerado o estado ideal da cidade em termos de habitabilidade, produtividade, sustentabilidade, resiliência a inundações, e acesso sustentável à água. A interação da cidade com o ciclo natural da água, é feita numa lógica de prosperidade, promovendo o uso de água de várias origens (água da chuva, dessalinizada, reutilizada, etc.), protegendo o equilíbrio dos recursos hídricos naturais e da biodiversidade que depende deles. São criados espaços verdes que recolhem, purificam e usam a água da chuva, asseguram diversos serviços ecossistêmicos, para além de promoverem a beleza e harmonia da paisagem urbana (Galafassi *et al.*, 2020)

Estas abordagens integradas e adaptativas do ciclo urbano da água, são necessárias para melhorar a flexibilidade e a agilidade com a imprevisibilidade e a mudança, ao mesmo tempo que oferece múltiplos benefícios que apoiam o bem-estar social, o equilíbrio dos ecossistemas e economias fortes (Rogers *et al.*, 2020). Alcançar esses resultados, especialmente no contexto das alterações climáticas, rápida urbanização ecossistemas degradados e infraestruturas envelhecidas, requer uma mudança fundamental na forma como o ciclo urbano da água é planeado e gerido (Radhakrishnan *et al.*, 2018) (Wong *et al.*, 2020).

Em todo o mundo, as cidades lidam com desafios práticos de mudança nos seus ciclos urbanos da água, na direção de se atribuir à água o verdadeiro valor que ela tem. Orientar e motivar ações para a mudança não é fácil, pois as estruturas e processos existentes muitas vezes reforçam as práticas convencionais. Mesmo quando há boas intenções e aspirações políticas, pode ser difícil alcançar uma ação coordenada, e integrando as várias organizações. Gestores das empresas da água e políticos municipais precisam de uma visão mais informada e atualizada, direcionada para orientar os esforços locais coletivos para superar os desafios nos ciclos urbanos da água que, vão muito além da mera gestão das infraestruturas existentes. Gradualmente, à medida que as cidades conseguirem evoluir nessa direção do verdadeiro valor da água, passaremos de práticas convencionais para práticas de *Water Sensitive Cities*.

### **I.3.2 Ciclo Urbano da Água no Século XXI**

A água constitui um recurso insubstituível na quase totalidade das ações humanas, quer como solvente, quer como meio de transporte para os elementos necessários ao

metabolismo, dos animais (humanos incluídos), e das plantas. Para além disso, a água é essencial às atividades humanas, pois para além de viabilizar a sobrevivência humana, proporciona dignidade à vida dos indivíduos através das necessidades básicas como higiene. O Ciclo Urbano da Água (Figura I.1), é o percurso que inclui todas as etapas e processos pelos quais a água passa, desde o momento em que é captada nos recursos hídricos naturais, atravessa os vários usos urbanos, é tratada e retorna ao meio natural. Em Portugal, 98 % da população tem acesso a água potável, 99 % da água é segura, 83 % dos habitantes têm serviços de drenagem de águas residuais, e 82 % dos habitantes têm serviços de drenagem com tratamento e destino adequado para as águas residuais (ERSAR, 2019).

As diversas etapas, têm como objetivo principal assegurar o abastecimento público de água (para consumo humano e outros usos urbanos), em quantidade e qualidade adequadas, sendo tratada e novamente é restituída à natureza, ou voltando a ser utilizada em diversos usos (urbanos ou outros).

As principais etapas que marcam o percurso deste ciclo são:

- a captação da água a partir da superfície (exemplo: rios ou albufeiras) ou em profundidade (no caso de aquíferos);
- a adução e tratamento em Estações de Tratamento de Águas (ETA), isto é, o transporte da água até reservatórios e locais de tratamento, onde adquire características adequadas ao consumo humano (água potável);
- o armazenamento, através da armazenagem em depósitos que permitam garantir uma resposta constante e com qualidade adequada às solicitações;
- a distribuição, recorrendo a sistemas de condutas e estações elevatórias que transportam a água até aos locais onde é necessária para abastecer as populações;
- a drenagem das águas residuais, através da recolha da água após a sua utilização e o seu encaminhamento para as Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), onde será submetida a diversos tratamentos físicos, químicos e biológicos de forma a que o efluente final não contamine o meio ambiente nem ponha em causa a saúde pública (Capodaglio, 2020), quando for reutilizado ou na sua descarregado no meio ambiente.

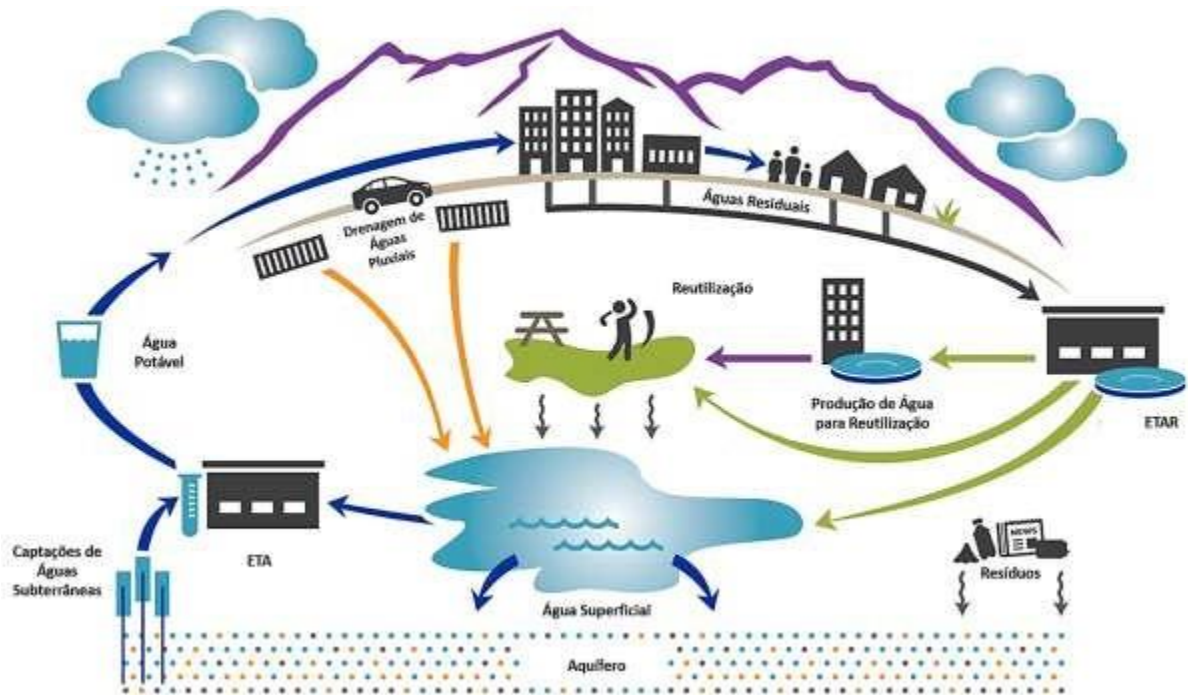


Figura I.1 - Ciclo Urbano da Água (Adapt, <http://tapintoquality.com>)

No domínio desta dissertação de mestrado, o tratamento da água para consumo humano é uma etapa particularmente relevante, para se garantir que a água da torneira é segura.

Nas ETA é feito o tratamento da água que chega às habitações e outros edifícios, e que garante a segurança água (ERSAR, 2020).

O processo de tratamento efetua-se em duas linhas, a linha líquida, que inclui as operações diretamente associadas ao tratamento da água, e a linha sólida, com as operações associadas ao tratamento das lamas produzidas nas etapas de decantação e filtração.

O tratamento de água para consumo humano inclui várias etapas (Figura I.2), que a seguir se descrevem:

*Adução*, a água que chega à ETA é captada diretamente nos rios ou albufeiras (águas superficiais) ou no subsolo (águas subterrâneas). Sendo uma água natural apresenta impurezas, como lamas, areias, resíduos e microrganismos, que carecem de ser removidas por processos físicos.

*Gradagem*, a água captada segue por canais até ao primeiro processo de tratamento, onde são retirados os resíduos de maior dimensão como resíduos de material vegetal, inertes, e eventuais resíduos sólidos urbanos, que ficam retidos em grades por onde a água é forçada a passar;

*Decantação*, é o processo de separação das partículas em suspensão na água. Estas partículas, sendo mais pesadas, tenderão a depositar-se no fundo do decantador, diminuindo a turvação da água e reduzindo em grande percentagem as suas impurezas;

*Filtração*, a água passa por filtros de areia ou de carvão ativado, nos quais ficam retidas as partículas sólidas mais pequenas, que ainda poderiam estar presentes;

*Desinfecção*, nesta fase é adicionado um reagente químico desinfetante (normalmente por cloração) para reduzir ou eliminar a presença de microrganismos na água, e assegurar esta qualidade durante o seu transporte.

Na linha sólida, é feita a desidratação mecânica das lamas. Nesta etapa, as águas resultantes da lavagem dos filtros, assim como as lamas provenientes do processo de decantação, são desidratadas mecanicamente e transportadas para um destino final adequado.

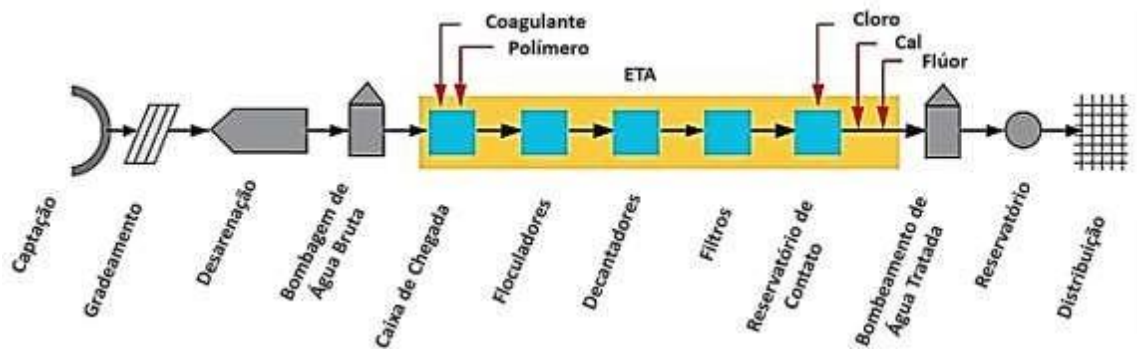


Figura I.2 - Tratamento de água para consumo humano.  
(Fonte: <https://autossustentavel.com>)

### I.3.3 Eficiência no Ciclo Urbano da Água

Nem toda esta água captada dos recursos hídricos naturais é efetivamente utilizada, há uma parcela importante associada à ineficiência dos usos e às perdas na distribuição e armazenamento. Esta ineficiência é um dos grandes pontos críticos atuais, acarretando grandes custos ambientais (capta-se água que devia suportar vida em ecossistemas aquáticos já ameaçados) e económicos, estes diretamente suportados pelos consumidores. Sendo a água um fator essencial para o desenvolvimento socioeconómico do país, deve ser considerada um recurso estratégico e estruturante, que carece de políticas de gestão suportadas pela elevada eficiência do seu uso, de forma a garantir-se a sustentabilidade dos

recursos hídricos (ERSAR, 2020).

É necessária a promoção de usos cada vez mais eficientes, através de medidas comportamentais e tecnológicas, sem pôr em causa as necessidades vitais, a qualidade de vida ou o desenvolvimento socioeconómico. Este facto dependerá de comportamentos sociais, implicando um esforço concertado, entre governo, cidadãos e entidades gestoras.

O Algarve está a implementar o Plano Regional de Eficiência Hídrica, apostando em intervir nos principais consumos urbanos, incluindo nos edifícios escolares. O ambiente escolar, corresponde a um território de excelência para a divulgação de práticas de uso eficiente da água, fazendo com que os jovens levem essa motivação para o seu ambiente familiar e as práticas se difundam em toda a sociedades. Estudos anteriores (Neto *et al.*, 2020), desenvolvidos em Lisboa pela Associação Portuguesa de Recursos Hídricos demonstraram a importância do controlo dos caudais em alguns equipamentos instalados em Comunidades Experimentais, que incluíam escolas como a deste caso de estudo.

## **I.4. Água para Consumo Humano**

### **I.4.1 Qualidade da Água para Consumo Humano**

Na União Europeia a Diretiva Quadro da Água (Diretiva 2000/60/CE) é o principal instrumento da Política relativa à água, estabelecendo um quadro de ação comunitária para a proteção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas. A Diretiva (UE) 2020/2184, designada de Diretiva filha, para controlo da Qualidade da Água para Consumo Humano, revista e aprovada em dezembro de 2020, acata as recomendações da Organização Mundial da Saúde sobre normas de segurança para a água potável, incluindo disposições para controlar não só a água tratada para consumo humano, mas também as origens de água potável e os sistemas de distribuição, a fim de minimizar o risco de efeitos nocivos da poluição na saúde humana e nos recursos hídricos naturais. Aborda igualmente questões relativas a poluentes de preocupação emergente (compostos químicos, farmacêuticos, de cuidado pessoal, retardadores de chama, agentes tensoativos, plastificantes e aditivos industriais.) e microplásticos.

A legislação nacional em vigor, que traduz a Europeia e regula a qualidade da água é o Decreto-Lei n.º 152/2017, na sua redação atual, definindo especificidades como parâmetros analíticos, frequência de amostragem e planos de análise a cumprir nas torneiras dos

consumidores.

Desde janeiro de 2010, o controlo analítico da água para consumo humano só pode ser assegurado por laboratórios acreditados, de forma a garantir a fiabilidade dos ensaios. Assim sendo, na UE a água tratada para consumo humano, reúne todas as condições e garantias para ser segura.

De um modo geral, o controlo da qualidade da água para consumo humano inclui 70 parâmetros diferentes, incluindo, organoléticos, microbiológicos, físico químicos e radioativos. Os parâmetros monitorizados, são organizados em três grupos, Controlo Rotina 1, Controlo Rotina 2 e Controlo de Inspeção (Quadro A do Decreto lei nº152/2017) (Republica, 2017) com frequências e análise diferentes (Quadros B do Decreto lei nº152/2017).

Os dados da qualidade da água em Portugal, recolhidos pelas entidades gestoras da água são validados anualmente pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), e evidenciam o controlo da qualidade da água para consumo humano, através da implementação dos programas de controlo de qualidade da água previamente aprovados, cumprindo a legislação em vigor.

Cabe à ERSAR, enquanto autoridade competente em Portugal Continental, a supervisão e a realização de ações de fiscalização às entidades gestoras. O cumprimento dos valores paramétricos na monitorização da qualidade da água para consumo humano nos últimos anos, tem estado próximo dos 100 %, por exemplo, em 2019 foi de 98 % (ERSAR, 2019). Isto significa que a água para consumo humano distribuída em Portugal, na generalidade apresenta uma excelente qualidade, sendo água segura. Este indicador coloca o nosso país ao nível dos mais avançados da União Europeia. A evolução, nos níveis da qualidade da água fornecida na torneira dos consumidores, está representada na Figura I.3.

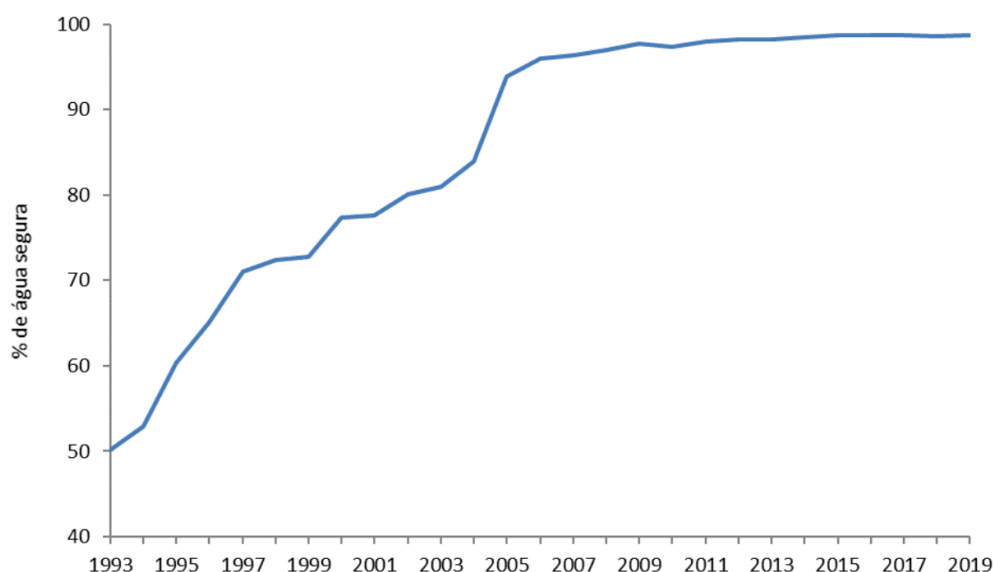


Figura I.3 - Evolução do indicador água segura entre 1993 e 2019 (ERSAR,2019)

Apesar da garantia da qualidade de qualidade, por diversos motivos, incluindo preconceitos e não se gostar do sabor, existe uma baixa adesão das pessoas em geral e particularmente dos jovens, ao consumo da água tratada para consumo humano que chega às torneiras. Os jovens são os cidadãos do futuro, e por isso é preciso construir a sustentabilidade a partir deles. Por outro lado, os jovens estão frequentemente mais predispostos à adoção de novos hábitos. Se pretendemos mudar mentalidades, é pelos mais jovens que devemos começar.

#### **I.4.2 Água Comercializada em Embalagens Plásticas**

O elevado consumo de água engarrafada prendeu-se com um fenómeno essencialmente cultural, a difusão do consumismo. Entre os anos 70 e 80 do século passado, as garrafas de água foram transformadas numa moda, impulsionada pelos yuppies, jovens profissionais com formação universitária, entre os 20 e os 40 anos de idade, e com situação financeira de classe média-alta. Esta geração seguia um estilo de vida agitado, que fomentava o consumo de produtos e serviços de conveniência, convertendo água engarrafada num símbolo de *status* que transmitia um determinado estilo de vida ou grupo social. As empresas encontraram nesta nova rotina, uma oportunidade de mercado, e investiram na produção massificada de água engarrafada, sustentada pelo capitalismo, o marketing, a moda, e as

tendências culturais, económicas e políticas (Dias, 2015).

Alguns dos fatores que leva o cidadão, atualmente a optar pela água engarrafada são: a conveniência, os hábitos e costumes, o poder de compra e a preocupação com um estilo de vida saudável (EPAL, 2015). Contudo do ponto de vista do consumidor, a diferença mais evidente entre a água da torneira e as águas minerais naturais ou de nascente, que se consomem engarrafadas, são os vestígios de cloro que afetam as propriedades organoléticas da água, e principalmente o sabor (ERSAR, 2020).

Os plásticos são amplamente e intensamente utilizados pela sociedade, com extensas aplicações em diversos setores devido ao seu baixo custo de produção, versatilidade, leveza e durabilidade, entre outras propriedades. Durante a sua produção, para usos industrial e doméstico, e após a sua utilização, uma parte considerável dos plásticos produzidos globalmente, atinge o meio ambiente (Silva *et al.*, 2018). Na verdade, os plásticos representam um dos tipos de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) que aumentaram mais rapidamente, contribuindo para a contaminação e poluição ambiental. Os detritos de plástico correspondem aproximadamente de 60 a 80 % de todo o lixo marinho, chegando a 95 % em algumas áreas (Peixoto *et al.*, 2019). Os plásticos incluem uma enorme variedade de materiais únicos e muito versáteis. Foram pensados para oferecer soluções específicas, que têm respondido ao longo dos anos, a um grande número de necessidades e desafios da sociedade.

### **I.4.3 A Importância dos Resíduos Sólidos Urbanos que Chegam ao Mar através das Águas Pluviais**

Os resíduos de plástico são atualmente reconhecidos como uma ameaça potencial emergente para ambientes naturais, vida selvagem e humanos (Galafassi *et al.*, 2019).

Resíduos de plástico são um contaminante ambientalmente persistente e complexo de crescente preocupação. A principal origem de resíduos marinhos não é o próprio mar, mas os continentes (Figura I.4). Estima-se que as atividades terrestres contribuam com até 80 % para a entrada de plástico nos oceanos, enquanto as atividades marítimas contribuem apenas com os 20 % restantes (UNWWAP, 2020). A água da chuva e os ventos podem promover a entrada de resíduos plásticos nos rios e, a partir daí, atingir lagos e oceanos. É muito frequente que após a ação de desgaste dos resíduos plásticos, haja formação de microplásticos que se acumulam

primeiro em ambientes continentais, especialmente em áreas de alta influência antrópica, como áreas agrícolas ou urbanas (Horton *et al.*, 2017) e posteriormente em ambiente marinho. Na verdade, muitas das informações existentes sobre a presença ambiental de microplásticos consideram os ambientes terrestres e de água doce apenas como origens e vias de transporte dos microplásticos para os oceanos.

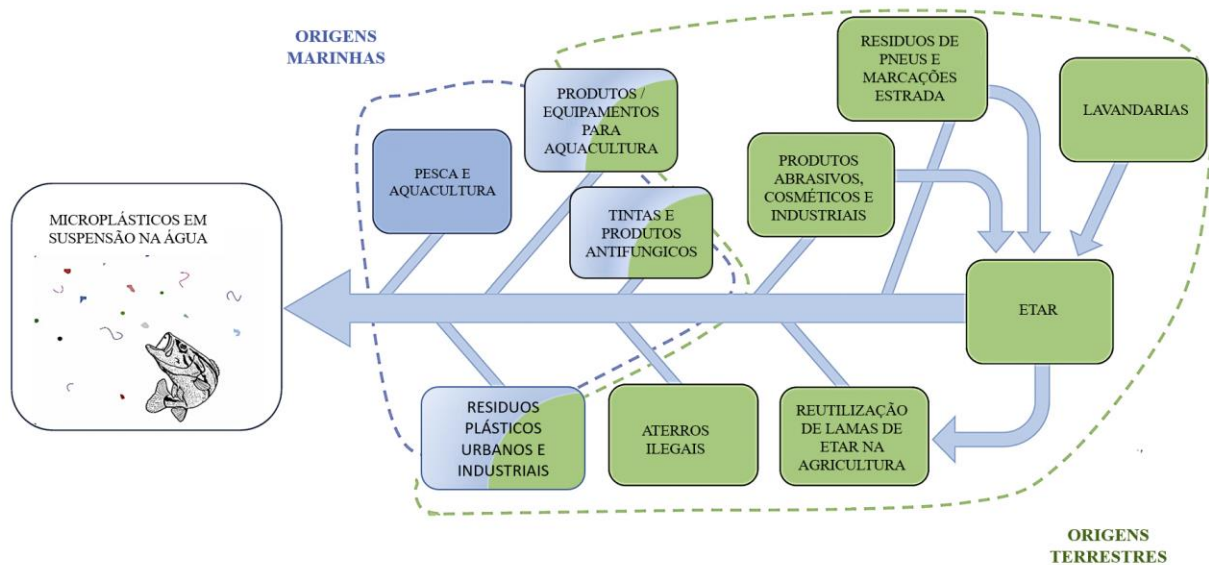


Figura I.4 - Principais fluxos de microplásticos dentro e entre três compartimentos ambientais: terrestre, de água doce e marinho (Adapt. Horton *et al.*, 2017).

Em 2019, a produção mundial de plásticos quase atingiu 370 milhões de toneladas, na Europa, a produção de plásticos chegou a quase 58 milhões de toneladas, distribuídas por diversos tipos de produtos, de acordo com a respectiva procura (Figura I.5).



Figura I.5 - Distribuição da procura de produtos plásticos, por segmento de mercado na Europa (PlasticsEurope, 2020)

Se tivermos em conta que grande parte destes produtos são descartáveis, verificamos que é uma quantidade enorme de energia consumida, para que utilizemos poucas vezes ou mesmo, somente uma vez cada produto. Mesmo que se efetue reciclagem do material, esta também envolve grandes quantidades de energia, e muita logística para que apenas uma fração do produto seja reciclado. Uma enorme quantidade de plásticos tem como destino os depósitos de resíduos indiferenciados, e com alguma frequência, acabam por atingir os rios e mares. Em 2019, foram produzidos em Portugal 4 154 160 toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) indiferenciados, em que 129 553 toneladas de resíduos correspondiam a embalagens plásticas (Pordata, 2021).

O aumento da produção de resíduos plásticos prejudica não só o ambiente, mas também pode causar prejuízos económicos a atividades como o turismo, as pescas e a navegação, e pode afetar a saúde humana através da cadeia alimentar. Após atingirem o meio ambiente, principalmente os oceanos, as garrafas de plástico levam aproximadamente 400 anos para serem biodegradadas. Durante esse período, formam-se partículas de dimensões cada vez menores e transformam-se em microplásticos, isto é, em pequenas partículas plásticas poluentes e tóxicas, responsáveis pela morte de milhares de animais.

Os microplásticos são definidos como plásticos de dimensões  $< 5$  mm e podem ser classificados como primários ou secundários. Os microplásticos primários incluem partículas intencionalmente produzidas com estas dimensões reduzidas, e podem ser encontrados por exemplo, em produtos de higiene e limpeza, entre outros. Os microplásticos secundários, formam-se no ambiente a partir de fragmentos de maiores dimensões, devido aos processos de erosão, abrasão e biodegradação (Costa *et al.*, 2019). Embora de difícil consenso entre a comunidade científica, os nanoplásticos (dimensões  $< 1$   $\mu$ m), possuindo tamanhos muito reduzidos, terão elevada afinidade celular e grande área de superfície específica, o que agrava os seus efeitos ambientais (Zhang *et al.*, 2021).

Entre os resíduos plásticos, os microplásticos e os nanoplásticos são os que apresentam maior impacto ambiental, pois devido a apresentarem grandes áreas superficiais, adsorvem compostos tóxicos, como hidrocarbonetos e metais pesados. Inquestionavelmente, quando disponíveis, essas partículas podem ser absorvidas pelos organismos e atravessar as barreiras imunológicas, afetando órgãos, tecidos e até mesmo certas funcionalidades celulares, ocasionando efeitos tóxicos ou mesmo letais (Carbery *et al.*, 2018).

Assim sendo, se realmente queremos orientar o nosso rumo para uma economia de baixo

carbono, é fundamental reduzirmos ao máximo a utilização de materiais plásticos e apostarmos na utilização de materiais alternativos com baixas pegadas carbónicas. Esta é a motivação para, se promover e incentivar mudanças nas atitudes e nos hábitos comportamentais dos jovens alunos, no sentido de diminuir o consumo de água comercializada em embalagens plásticas.

O controlo de qualidade das águas comercializadas engarrafadas, é regulado pelo Decreto-Lei nº 156/98, que enquadra e regulamenta a exploração e a comercialização de águas minerais naturais e das águas de nascente. Esta indústria que produz e comercializa água engarrafada, é um negócio em expansão que se traduz em grandes impactes ambientais, que poderiam ser minimizados com um simples gesto, beber água da torneira em detrimento da água engarrafada. Por outro lado, nem sempre a compra de água engarrafada é sinónimo de qualidade superior, esta ideia perdura devido às dúvidas que as pessoas têm em relação à qualidade da água da torneira, fornecida pelo abastecimento público.

O consumo de água engarrafada tem custos económicos e ambientais inerentes ao transporte, para além dos já referidos para a embalagem. O transporte da água engarrafada e a produção de embalagens de plástico contribuem para a emissão de gases poluentes, nomeadamente gases com efeito de estufa (Silva *et al.*, 2018).

O consumo de águas engarrafadas em Portugal aumentou 25 % nos últimos, representando um risco para o ambiente (Costa *et al.*, 2019). As embalagens de água são feitas a partir de petróleo e gás natural, ambos recursos não renováveis, além disso o seu transporte também contribui para o aumento das emissões de gases com efeito de estufa. A produção anual de plásticos cresceu a uma taxa de 5 % ao ano entre 2000 e 2015. Se a produção continuar a crescer nas taxas atuais, chegará a 1 600 milhões de toneladas em 2050. De referir que as taxas de reciclagem de plásticos são substancialmente inferiores às de outros materiais amplamente utilizados (OCDE, 2020). A Comissão Europeia (CE) definiu 2030 como data limite para a eliminação de embalagens de plásticos descartáveis na União Europeia (UE), passando a utilizar-se apenas plástico reciclável e reutilizável. Se não forem determinadas medidas efetivas, em 2050 prevê-se haver mais plástico do que peixes nos oceanos.

As garrafas plásticas de água, são produzidas em politereftalato de etileno ((C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>)<sub>n</sub>), conhecido como PET. Este polímero é muito resistente em termos químicos e térmicos, possui baixa permeabilidade gasosa e é de fácil processamento e manuseamento. Esta combinação de propriedades e o seu baixo preço, fazem com que o PET seja um material

aplicável numa grande gama de utilizações, incluindo embalagens de produtos alimentares, nomeadamente em garrafas de água.

O consumo de água da torneira contribui para a redução da produção de resíduos plásticos, e dos consumos energéticos associados bem como para a diminuição das emissões de carbono, e promoção da saúde ambiental, para além de beneficiar a economia familiar. Neste trabalho pretende-se abordar esta temática de forma a fazer destes jovens, consumidores de água tratada da torneira em vez de água comercializada engarrafada, e a serem cidadãos que evitarão ao máximo o uso de plásticos.

## **I.5 Importância da Neutralidade Carbónica**

A evolução demográfica, os padrões de consumo das últimas décadas e a globalização da economia têm promovido o aumento exponencial das emissões de carbono para a atmosfera. As diversas atividades humanas associadas ao desenvolvimento tecnológico, são responsáveis pela emissão de diferentes gases com efeito de estufa nomeadamente, CO, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, entre outros. Na atual realidade, as cidades são responsáveis por 75 % das emissões globais de carbono (Hardiman et al., 2017).

### **I.5.1 Alterações Climáticas**

As alterações climáticas, que se têm vindo a desenvolver, nomeadamente devido ao efeito de estufa, estão a afetar o planeta inteiro, promovendo fenómenos extremos, como secas, ondas de calor, cheias fluviais, inundações urbanas, deslizamentos de terras com frequência cada vez maior. Também se irão acentuar nos próximos anos, em alguns locais a subida do nível médio do mar, a acidificação dos oceanos, e a perda de biodiversidade. Para limitar o aquecimento global a 1,5 °C, considerado o aumento máximo de temperatura média atmosférica aceitável, pelo Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC), é essencial atingirmos a neutralidade em termos de carbono até 2050. Este objetivo foi definido no Acordo de Paris, assinado por 195 países (IPCC, 2019).

Portugal é um dos países Europeus mais afetados pelas alterações climáticas, um dos chamados *hot spots* da Europa (Augusto et al., 2020). Os efeitos das alterações climáticas em

Portugal, incluem o aumento da temperatura, a alteração dos padrões de precipitação, a subida do nível médio do mar e os fenómenos meteorológicos extremos, que acentuam as pressões sobre o litoral, os riscos de incêndio, de seca e de inundações. O território é o nosso maior ativo e, como tal, temos de nos saber adaptar às suas especificidades, reduzindo as vulnerabilidades e aumentando a sua capacidade para lidar com fenómenos extremos (Augusto *et al.*, 2020).

A região do Algarve, em particular por ter características Mediterrânicas, encontra-se exposta a um conjunto de vulnerabilidades climáticas que terão impactos sobre diferentes áreas e setores socioeconómicos. Nos últimos anos, tem já lidado com situações decorrentes de eventos climáticos relacionados com ondas de calor, incêndios florestais, inundações e cheias rápidas, galgamentos e erosão costeira. Sendo evidente que a mitigação não é suficiente para lidar com as mudanças do clima, pois mesmo com uma redução drástica das emissões de gases de efeito estufa (GEE), os eventos climáticos extremos resultantes das alterações climáticas continuarão a fazer-se sentir, e a aumentar de intensidade (CI-AMAL, 2015).

Efetivamente, para fazer face ao problema das alterações climáticas existem essencialmente, duas linhas de atuação – Mitigação e Adaptação. Enquanto a mitigação é o processo que visa reduzir a emissão de GEE para a atmosfera, a adaptação é o processo que procura minimizar os efeitos negativos dos impactos das alterações climáticas nos sistemas biofísicos e socioeconómicos (APA, 2021a). Importa, agora, face à consciência generalizada de que as alterações climáticas estão já em curso, dar uma crescente atenção à vertente da adaptação. A responsabilidade que recai na sociedade de hoje, relativamente às decisões que daqui para a frente forem tomadas, quanto à opção pelo recurso a fontes de energia limpas e renováveis, e pela procura de meios, que conduzam a uma cada vez melhor e maior eficiência energética. Bem como, à forma como as economias internas dos estados e a sua necessidade de crescimento económico, assente essencialmente no consumo e no desenvolvimento industrial e tecnológico, que continuam a utilizar fontes de energia, muito embora mais baratas num curto prazo, representarão um custo elevado em termos de emissões de GEE. Irão consequentemente, influenciar o bem-estar, o modo de vida das próximas gerações e a sustentabilidade dos ecossistemas, nos quais se deseja que o homem prospere, numa interação sã e o mais harmoniosa possível entre ele e o meio ambiente que o rodeia.

## 1.5.2 Redução das Emissões de Carbono

As emissões de gases com efeito de estufa (GEE), maioritariamente devido à ação humana, produzem alterações profundas na atmosfera, e modificam os padrões climáticos (Figura I.6). O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é o GEE que provoca um maior forçamento radiativo na atmosfera e a sua emissão tem origem principalmente na queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) e na desflorestação.



Figura I.6 - Efeito de estufa natural VS efeito de estufa ampliado por atividades humanas (APA, 2021b)

Em ambiente urbano, as emissões de carbono estão sobretudo associadas ao trânsito rodoviário, à urbanização (por cada tonelada de cimento produzido são emitidos 600 kg de carbono) e aos consumos energéticos dos edifícios (Nowak & Crane, 2002).

À medida que as cidades se tornam mais densamente povoadas, a área disponível para a Natureza e para os seus serviços ecossistémicos tende a diminuir (Kuittinen *et al.*, 2016). A quantidade de parques, florestas naturais e outros espaços verdes dentro da cidade diminui e com ela os serviços ecossistémicos, nomeadamente os de regulação, que contribuem para a mitigação das alterações climáticas. A existência de menos vegetação (principalmente de árvores e arbustos) influencia negativamente a retenção de humidade atmosférica, os picos extremos de temperatura e o sequestro de dióxido de carbono (Fry *et al.*, 2018).

Os consumos energéticos dos edifícios, e em particular dos escolares, para além de

representarem um grande encargo financeiro, são responsáveis por grande parte das emissões de carbono. Evitar consumos desnecessários, significa reduzir emissões de carbono, cuja dimensão depende da matriz energética associada aos momentos de consumo.

O objetivo da neutralidade carbónica traduz-se em igualar o nível de emissões de GEE ao nível de sequestro até ao ano de 2050 (emissões líquidas iguais a zero). Isto obrigará a reduções substanciais das emissões e/ou a aumentos substanciais da capacidade de sequestro nacional, que deverão materializar-se entre o presente e 2050 (APA, 2021b). Quando um sistema absorve mais carbono do que aquele que emite, considera-se um sumidouro de carbono. Os principais sumidouros naturais de carbono são o solo, as florestas e os oceanos. De acordo com as estimativas, os sumidouros naturais removem entre 9,5 e 11 Gt CO<sub>2</sub> da atmosfera por ano. As emissões anuais globais de CO<sub>2</sub> têm evoluído de acordo com o representado na Figura I.7, atingiram 51 mil toneladas em 2018 em Portugal (Pordata, 2021).

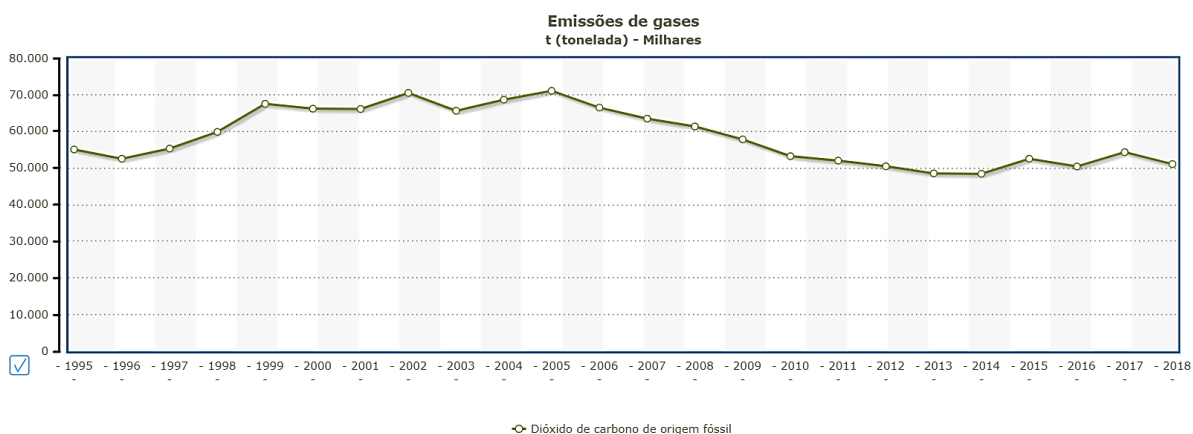


Figura I.7 - Emissões de gases (CO<sub>2</sub>) de origem fóssil (Pordata, 2021)

Presentemente, nenhum sumidouro de carbono artificial foi capaz de reter o carbono da atmosfera à escala necessária para combater o aquecimento global. O carbono armazenado nos sumidouros naturais, como as florestas, é libertado para a atmosfera através dos incêndios, da alteração da utilização dos solos e da desflorestação. Numa altura em que várias iniciativas de implementação de *Smart Cities*, vão ganhando peso, Portugal assumiu o ambicioso compromisso de atingir a neutralidade carbónica até 2050 (Figura I.8), sendo que já em 2030 se compromete em reduzir em 55 % as emissões de dióxido de carbono (APA, 2021b).

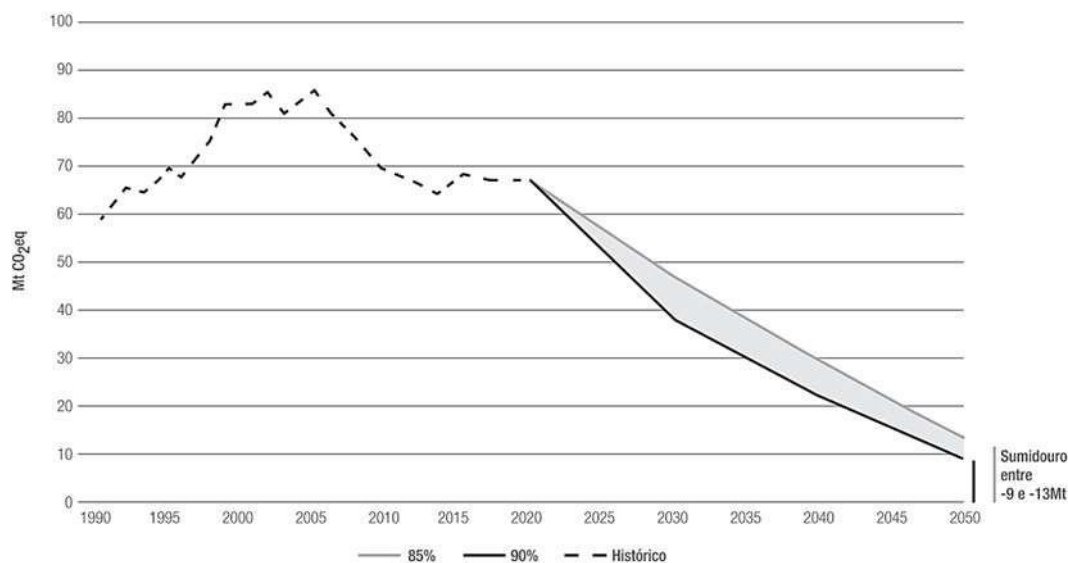


Figura I.8 - Trajetória de redução de emissões de 85 % a 90 % até 2050 (APA, 2021b)

### I.5.3 Sequestro de Carbono

À medida que as mudanças climáticas se desenvolvem, com a maior parte da população mundial a viver em áreas urbanas, a descarbonização das cidades está entre os maiores desafios das próximas décadas. As cidades não são autónomas e dependem de recursos naturais de outras regiões, do país ou do resto do mundo. Como consequência, e inevitavelmente causam emissões de carbono, uso de recursos naturais e são responsáveis por impactos ambientais para além das suas fronteiras geográficas (Fry *et al.*, 2018). O Sequestro de carbono é a capacidade que as plantas aquáticas e terrestres têm para absorver o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera e transformá-lo em biomassa vegetal, libertando oxigénio, durante a fotossíntese. Este processo é muito importante para o combate ao efeito estufa, causado pelo excesso de dióxido de carbono no meio ambiente. Os espaços verdes urbanos, como os jardins escolares, podem contribuir significativamente para retirar da atmosfera o CO<sub>2</sub> resultante das atividades antrópicas, através da fotossíntese, fixando-o na biomassa vegetal (Nowak & Crane, 2002).

O sequestro de carbono pela vegetação é um dos mais importantes serviços prestados pelos ecossistemas, que precisa ser preservado ao longo do tempo, pois permite a regulação energética do planeta (Fry *et al.*, 2018).

A promoção de práticas mais eficientes no uso dos recursos, na gestão de riscos e a

valorização dos serviços ecossistémicos, alavancam e sustentam um papel crescente para a bioeconomia, com impacto na retenção de carbono e no balanço líquido de emissões (APA, 2021b). Os espaços verdes (urbano e periurbano) têm um papel incontornável para o objetivo da neutralidade carbónica.

### **I.6 Caso de estudo: Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão**

Escola Básica 2,3 João da Rosa (Figura I.9), situa-se na cidade de Olhão, sendo a escola núcleo do Agrupamento de Escolas João da Rosa. Está rodeada por vários bairros sociais onde predominam problemas de integração social, e de elevado desinteresse familiar pelo acompanhamento do percurso escolar dos jovens.



Figura I.9 - Imagem aérea da Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão  
(Fonte: Google Earth)

Esta escola é frequentada no presente ano letivo (2020/2021) por 488 alunos, dos quais, no 2º ciclo são 205 alunos (equivalente a 11 turmas) e no 3º ciclo são 283 alunos (equivalente a 14 turmas).

O corpo docente desta escola é formado por 66 professores, e a ação educativa é assegurada por 20 assistentes operacionais.

Este trabalho será realizado com os alunos do 3º Ciclo, com idades compreendidas entre os 12 anos e os 15 anos.

## I.7 Objetivos Gerais e Específicos

Neste estudo, pretende-se numa perspetiva geral, contribuir para se educar os jovens, recorrendo a novas tecnologias de comunicação com ações interativas, que permitam promover alteração dos seus comportamentos atuais enquanto estudantes mas também como cidadãos no futuro, no que diz respeito à gestão sustentável da água e à redução das emissões de carbono.

Especificamente serão explorados quatro temas, estruturados em capítulos sobre Pegada Hídrica, Eficiência Hídrica, Água para Consumo Humano e Balanço de Carbono, de forma a demonstrar-se que é possível manter todas as atividades escolares, sem se perder conforto e reduzindo os consumos de água, a produção de resíduos plásticos e as emissões de carbono.

Para se atingirem estes objetivos abordagem educacional utilizada assumirá a responsabilidade coletiva dos diversos intervenientes, e portanto, o desempenho global da comunidade escolar incluindo alunos e colaboradores, docentes e não docentes.

Os **objetivos específicos** que se pretende atingir são:

- (1) Sensibilizar os jovens para a necessidade de reduzirem a sua **Pegada Hídrica** e de adquirirem hábitos de uso eficiente da água;
- (2) Avaliar ações a implementar para melhorar a **Eficiência Hídrica** da Escola Básica 2º e 3º Ciclos João da Rosa, Olhão;
- (3) Sensibilizar os jovens para a redução do uso de plásticos e estimulá-los a consumirem **Água Tratada para Consumo Humano** da torneira. Incluindo a sensibilização para a ligação entre as águas pluviais e os resíduos sólidos urbanos que chegam aos ecossistemas costeiros, alertando para a necessidade da diminuição do uso de garrafas de plástico;
- (4) Quantificar as **Emissões de Carbono** associadas ao funcionamento do edifício da Escola Básica 2º e 3º Ciclos João da Rosa, Olhão. Estimar a capacidade de **Sequestro de Carbono** da biomassa vegetal dos espaços verdes da referida escola, para compensar as emissões do seu funcionamento;

## II. Pegada Hídrica

### II.1 Definição

O conceito de Pegada Hídrica (PH) foi introduzido por Hoekstra e Hung (2002), como um indicador da quantidade de água que representa o impacto humano nos recursos naturais. Usualmente é expressa em volume por dia de água consumida, e inclui todos os consumos de água relativos às necessidades individuais, de uma organização, de um território geográfico ou de um grupo de pessoas. Também se pode pensar neste conceito associado a um bem ou a um serviço.

Em termos individuais a Pegada Hídrica pode incluir os usos diretos e indiretos da água. Surge assim, o conceito da água virtual. Este conceito de Água Virtual foi introduzido por John Anthony Allan em 1998, sendo definida como água incorporada em *commodities*. Ou seja, a água envolvida no processo produtivo de qualquer bem industrial ou agrícola. Em sua essência, esta conceção diz respeito ao comércio indireto da água que está embutida em certos produtos e consiste em compreender que o consumo de água por seres humanos não é limitado pelo uso direto da água em atividades cotidianas, mas também, pela água existente no conteúdo dos produtos consumidos, além da água utilizada para a sua produção, fabricação e transporte, que deve ser contabilizada e avaliada (Hoekstra & Chapagain, 2006).

Quando se pensa na Pegada Hídrica, de uma zona urbana, integra-se não só o consumo de água mas também a poluição de aquática associada.

Assim a PH divide-se em três componentes Figura II.1:

- PH Verde, representa água proveniente da chuva ou humidade do solo. Este componente é especialmente significativo em produtos agrícolas, pois representa o total de água evaporada dos campos durante o período de crescimento das culturas, incluindo a transpiração pelas plantas e outras formas de evaporação (Hoekstra *et al.*, 2009).
- PH Azul, é constituída pelas águas da superfície ou subterrâneas. Na produção industrial e abastecimento doméstico de água, a parcela Azul é o volume de água extraído das fontes de água doce. Na agricultura a Pegada Hídrica Azul também inclui a evaporação da água de irrigação dos campos (Wichelns, 2010; Hoekstra *et al.*, 2009).
- PH Cinza, é aquela que se tornou poluída durante o processo produtivo, sendo definida como a quantidade de água necessária para diluir a carga de poluentes a níveis aceitáveis, estabelecidos nos padrões de qualidade e potabilidade existentes. Ainda que a Água Cinza não represente necessariamente entrada de água no sistema, compõe a Pegada Hídrica por representar o volume de água que seria necessário para a neutralização total da carga ambiental

enviada aos corpos hídricos (Hoekstra *et al.*, 2009).

A contabilização do consumo de água à escala global, normalmente refere-se apenas aos usos diretos, não considerando a água gasta indiretamente (PH Indireta).



Figura II.1 - Pegada Hídrica Azul, Verde e Cinza

(Fonte: <https://waterfootprint.org/>)

## II.2 Ação Pedagógica

A realização das diversas ações pedagógicas realizadas no âmbito desta dissertação de mestrado, foram efetuadas pela sua autora com a colaboração de alguns colegas diretores de turmas das quais a autora não é docente.

A primeira ação pedagógica foi dirigida aos alunos do 3º ciclo, no Dia Mundial da Água (22 de março de 2021), em regime de confinamento, e portanto com interação à distância que incluiu a apresentação de um filme no YouTube

[https://www.youtube.com/watch?v=cABhd\\_nrsSI&t=2s](https://www.youtube.com/watch?v=cABhd_nrsSI&t=2s), explorando os seguintes conteúdos:

- Sensibilização para a falta de água no Planeta;
- Redução da Pegada Hídrica;
- Adquirir hábitos de uso eficiente da água;
- Atividades lúdicas;

- Utilização do website responsivo da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH), previamente desenvolvido no âmbito do projeto ECH2O-ECO ÁGUA e disponível em <https://ech2o.aprh.pt/peghidrica/pt/>

Na semana seguinte, para se envolver os alunos do 1º e 2º ciclos, foi apresentada uma curta-metragem de animação “Aquametragem” conta a história da família H<sub>2</sub>O que tem de aprender a gerir o consumo de água durante o seu dia-a-dia, aplicando o princípio dos 5 R’s: Reduzir os consumos; Reduzir as perdas e desperdícios; Reutilizar a água; Reciclar a água e Recorrer a origens alternativas. Escrito e realizado por Marina Lobo, “Aquametragem” é uma produção da Lisboa E-Nova – Agência de Energia e Ambiente de Lisboa e está disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=5P6IA7hcUuQ>.

Em seguida foi realizado um jogo interativo (Kahoot), que inclui a visualização do filme (realizado pela autora e apresentado aos alunos do 2º ciclo no dia 22 de março). Um conjunto de questões dirigidas aos principais conteúdos explorados nesta ação pedagógica, e disponibilizado online (ver Anexo I) em: <https://create.kahoot.it/my-library/kahoots/2f45f273-8aee-469b-838d-dd26c6ad35ea>.

Nesta atividade houve a participação de 52 alunos.

### **II.3 Cálculo da Pegada Hídrica**

O cálculo da pegada hídrica foi realizado a 13 turmas do 3º ciclo (7º, 8º e 9º anos) perfazendo um total de 271 alunos.

Os alunos realizaram o cálculo da pegada hídrica no site responsivo da APRH e posteriormente com os resultados obtidos no consumo direto e indireto de água, responderam a um questionário Google Forms elaborado pela autora da dissertação.

### **II.4 Análise e Discussão dos Resultados da Pegada Hídrica**

Dos 271 alunos que participaram, 9 respostas foram inválidas, e restando portanto 262 inquéritos com respostas válidas, de alunos entre os 12 e 18 anos de idade.

Entre as respostas válidas, 136 correspondiam a alunos do género feminino, 120 do masculino, 2 seleccionaram a opção “outro género” e 4 alunos preferiram não responder a esta questão.

Os resultados obtidos para o cálculo da pegada hídrica, apresentam-se na Tabela II.1.

Tabela II.1 - Pegada Hídrica (Consumos Direto e Indireto)

Pegada Hídrica	Mín - Máx (L)	Média ± SD (L)	Moda (L)
<b>Direta</b>	50 - 1116	279 ± 182	160
<b>Indireta</b>	281 - 6683	2678 ± 1093	2670

Assim sendo, no que diz respeito à PH Direta, os resultados obtidos apontam para uma média de 279 L com um desvio padrão 182 L. Este resultado é superior ao consumo de água potável *per capita* no Algarve em 2019, que correspondeu a 189 L (ERSAR, 2019). Também é ligeiramente superior à PH obtida anteriormente para uma comunidade experimental multietária, da grande Lisboa, que correspondeu a 255±126 L (Neto *et. al.*, 2020). A moda no entanto foi de 160 L, o que significa que existem jovens com comportamentos muito distintos relativamente à forma como utilizam a água nas suas rotinas diárias, havendo aqui muito espaço para se investir em EA.

Quanto à PH Indireta, tal como se esperava, é muito superior aos consumos diretos de água nas atividades diárias dos jovens. De acordo com estes resultados, a PH Direta corresponde apenas a cerca de 10 % da PH Indireta, reforçando os resultados previamente obtidos para 82 jovens estudantes do ensino secundário de Faro, por (Venckute *et al.*, 2017), em que a PH Direta representava 8,2 % da PH Indireta.

Para se analisar os consumos associados às PH Direta e Indireta, acedeu-se à base de dados da APRH. A composição dos consumos associados às Pegadas Hídricas apresenta-se nas Figuras II.2 e II.3 que se seguem. Como se pode verificar nos usos diretos os duches correspondem a 82 % do total, cerca do dobro quantificado anteriormente na grande Lisboa e numa comunidade experimental multietária (Muller, 2019). O segundo maior consumo corresponde às descargas de autoclismos (6 %) cerca de 4 vezes inferior ao anteriormente quantificado no estudo já referido (Muller, 2019). Relativamente aos consumos associados às lavagens de higiene pessoal e de higiene doméstica, são significativamente diferentes dos referidos nesse estudo anterior, estes jovens demonstram consumir menos água nas lavagens de loiça, roupa e dos dentes, mas consomem o dobro da água na lavagem das mãos. Talvez o aumento dos consumos de água para lavagens das mãos estejam associados às medidas de segurança impostas pelo atual cenário pandémico. Quando se confrontou os jovens com o uso exagerado de água nos duches, as respostas mais frequentes referiam a necessidade de manter a água sempre a correr para não sentir frio. Este facto suporta a dificuldade que muitas famílias têm para aquecer as habitações.

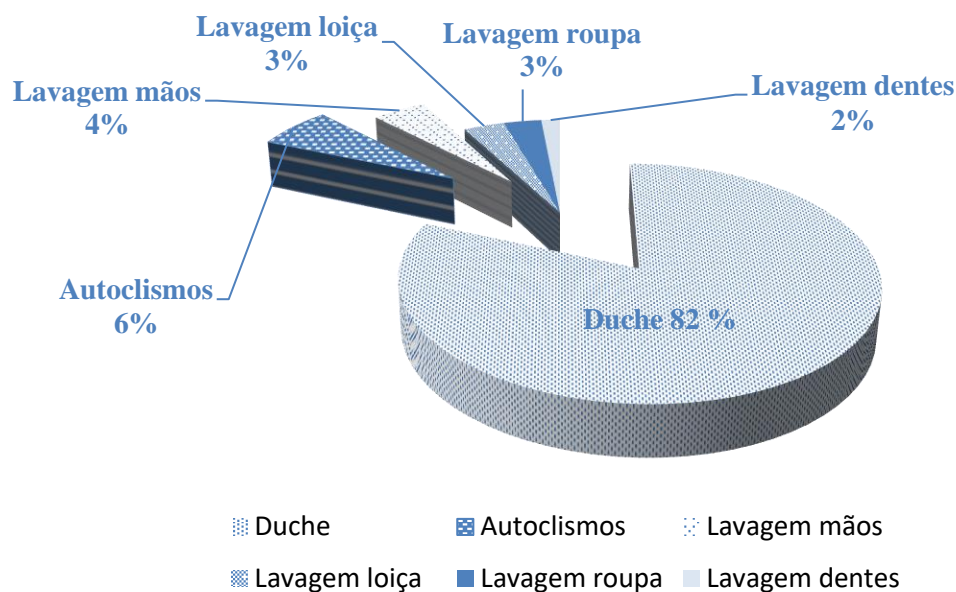


Figura II.2 - Distribuição de consumos associados à PH Direta

Quando se analisa os principais consumos indiretos de água, à semelhança de estudos anteriores (Venckute *et al.*, 2017) verifica-se que a alimentação é responsável pela maior parte (69 %) , seguindo-se o vestuário (30 %) e muito residualmente dos materiais pedagógicos (1 %). No entanto, Muller *et al.* (2019), com indivíduos de idades mais variáveis obteve maiores consumos na componente da alimentação (95 %) e significativamente menores no vestuário (4 %). Esta diferença de resultados reflete a importância da idade e do enquadramento social no perfil de consumos de água dos indivíduos.

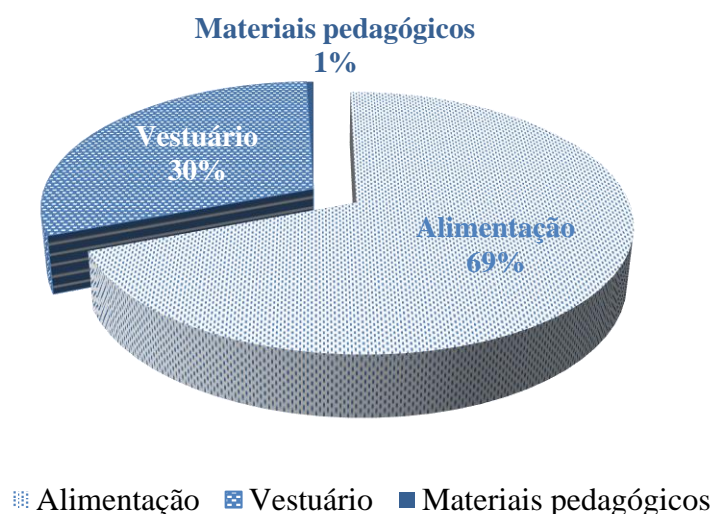


Figura II.3- Distribuição de consumos associados à PH Indireta

### III. Eficiência Hídrica

#### III.1 Definição

Entende-se por Eficiência Hídrica a otimização dos consumos de água e das origens, garantindo que se cumprem os requisitos de qualidade necessários. Tem que ser garantido que a utilização da quantidade mínima possível de água, cumpra eficazmente a(s) funcionalidade(s) a que se destina, sejam tarefas, processos ou serviços (Freire-González, 2019). Este conceito centra-se na redução do desperdício de água, e não na restrição do seu uso. Para a Eficiência Hídrica contribuem pequenas-grandes mudanças de comportamento dos consumidores, reduzindo desperdícios de água ou optando pela aquisição de produtos/serviços mais eficientes.

Neste trabalho pretende-se contribuir para se alterar o comportamento da comunidade escolar que serve de caso de estudo.

#### III.2 Diagnóstico de Consumos Atuais e Ações de Melhoria

Foram considerados os diversos locais (casas de banho, refeitório, bar, salas laboratoriais e salas de educação visual) dentro do edifício escolar onde existe consumo de água, e em seguida medidos os caudais das respetivas torneiras, e caso existissem dos chuveiros, tal como é apresentado na Tabela III.1. Não foi possível intervir nos autoclismos, uma vez que os equipamentos estão embutidos nas paredes do edifício. .

Tabela III.1 - Tabela de diagnóstico do funcionamento dos equipamentos escolares e proposta de ações de melhoria.

	<b>Número total Torneiras</b>	<b>Número torneiras a Substituir</b>	<b>Número torneiras a colocar Redutor</b>	<b>Caudal Médio Atual (L/min)</b>	<b>Caudal Médio Pretendido (L/min)</b>
<b>WC</b>	29	18	11	11±4	4
<b>Bar</b>	3	1	2	10±1	9
<b>Cozinha</b>	10	9	1	13±3	9
<b>Salas aula</b>	24	2	8	9±2	8
<b>Total</b>	66	30	22	10±3	8±2
	<b>Número total Chuveiros</b>	<b>Número Chuveiros a Substituir</b>	<b>Número de Chuveiros a colocar Redutor</b>	<b>Caudal Médio Atual (L/min)</b>	<b>Caudal Médio Pretendido (L/min)</b>
<b>WC</b>	16	16	0	9±4	8

De acordo com os dados da tabela anterior, intervindo-se nos equipamentos referidos, mesmo sem envolver os autoclismos, com as intervenções/ações de melhoria (substituição das torneiras e colocação de redutores de caudal) é possível melhorar a eficiência do uso da água no interior deste edifício escolar, da seguinte forma:

Poupança nos chuveiros: 16 L/min;

Poupança nas torneiras = 270 L/min, dos quais 203 L/min são no WC, 3 L/min no bar, 40 L/min no refeitório e 24 L/min em salas de aulas.

Portanto com o mesmo nível de conforto, nos WC serão poupados cerca de 219 L/min. Este valor é bem ilustrativo do espaço que existe para a melhoria da eficiência hídrica num edifício escolar, como o caso de estudo desta de dissertação. De notar que, na região do Algarve e no país em geral, existem atualmente escolas segundo e terceiro ciclos a funcionar, em estados de conservação e de eficiência no uso dos recursos (água, energia e/ou gás) muito distintos. A recolha de dados e a sua análise crítica deve ser sempre efetuada, garantindo uma monitorização que permita otimizar a sua gestão sustentável.

Relativamente aos consumos globais da água na Escola Básica 2º e 3º Ciclos João da Rosa, Olhão, acedeu-se ao registo das leituras mensais do respetivo contador, de acordo com a Tabela III.2

Tabela III.2 - Consumos mensais de água (m<sup>3</sup>) registados no período em análise.

Ano/Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total Anual
<b>2017</b>	338	176	160	305	357	174	190	150	155	216	247	216	<b>2684</b>
<b>2018</b>	200	165	150	123	158	181	161	155	331	172	185	205	<b>2186</b>
<b>2019</b>	335	189	162	165	182	207	454	157	138	191	230	200	<b>2610</b>
<b>Média</b>	291	177	157	198	232	187	268	154	208	193	221	207	<b>2493</b>
<b>SD</b>	79	12	6	95	109	17	161	4	107	22	32	8	<b>269</b>
<b>2020</b>	238	214	204	212	212	310	192	264	202	314	369	325	<b>3056</b>

A Tabela anterior parece apontar para eventuais perdas de água dentro do edifício escolar, particularmente evidentes nos meses de abril e maio de 2017, setembro de 2018 e julho de 2019, que excedem significativamente os respetivos consumos médios mensais dos três anos, e estão

associados a elevados desvios padrão (SD). Se estes meses em que houve fugas de água (perdas) não forem considerados, considerando-se as médias mensais de 2017 a 2019, abril corresponde ao mês de menor consumo (a média de 2018 e 2019 é 144 m<sup>3</sup>), e janeiro ao mês de maior consumo, seguindo-se novembro (a média de 2017 a 2019 é 291 m<sup>3</sup> e de 221 m<sup>3</sup>, respetivamente). Estes consumos mais elevados estarão provavelmente associados a duches mais longos, que os estudantes tomam nestes meses mais frios.

No ano de 2020, entre 13 de março e o início das férias de verão (final junho), as aulas funcionaram em regime de ensino e distância. Ao contrário do que se esperava, os consumos de água no interior do edifício escolar aumentaram. Nos meses de julho e agosto de 2020, apesar das férias escolares os consumos de água excederam as respetivas médias mensais dos três anos anteriores (2017 a 2019).

Os meses de outubro, novembro e dezembro de 2020, foram os que apresentaram consumos mais elevados, correspondendo respetivamente a aumentos de 38,5 %, 40,1 % e 36,3 %, comparativamente às médias mensais dos três aos anteriores.

A Figura III.1 representa os dados da Tabela anterior, e permite visualizar que julho de 2019, corresponde a um consumo de água exageradamente elevado para um período de férias, representando mais 60 % de consumo, comparativamente à média dos meses de julho de 2017, 2018 e 2020. Não havendo justificação no funcionamento do edifício para este consumo anómalo, significa que é uma perda de 181 m<sup>3</sup>, ou seja, o que 957 pessoas residentes no Algarve, gastaram por dia em 2019 (PH Direta).

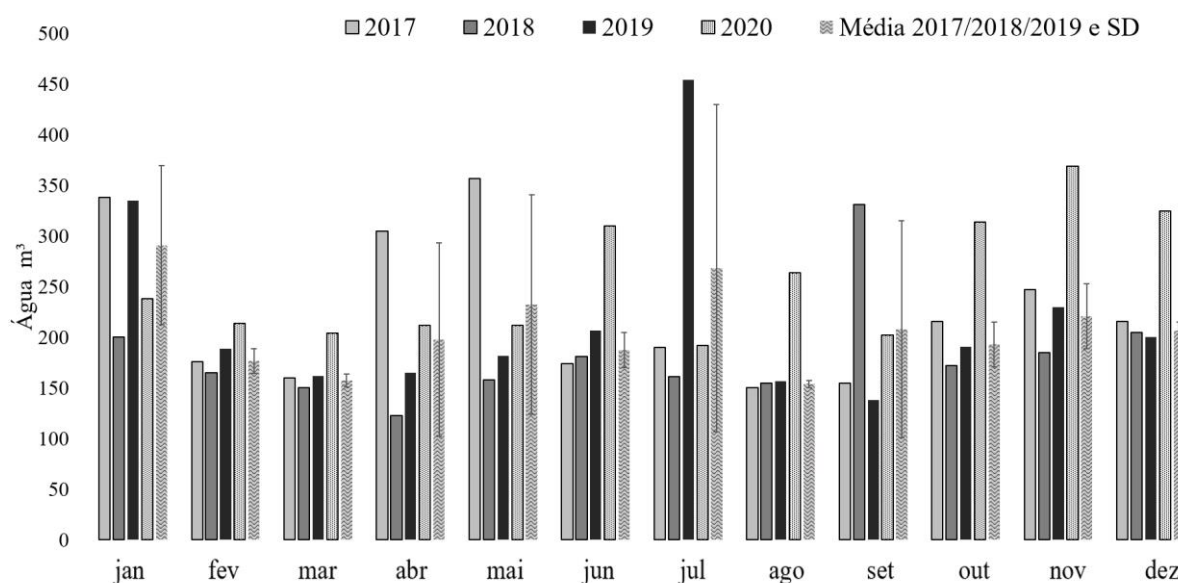


Figura III.1 - Consumos de água – Escola Básica 2º e 3º Ciclos João da Rosa, Olhão

Globalmente, em 2020 em cenário de pandemia Covid-19, o edifício escolar consumiu mais 18,4 % de água que nos três anos anteriores, provavelmente associados às práticas de higiene pessoal e de limpeza do edifício e respetivos equipamentos. Este facto realça a importância social da água num cenário crítico em termos de saúde pública.

#### **IV. Água para Consumo Humano**

Para se promover o consumo de água tratada da torneira, de forma a evitar-se o consumo de água comercializada engarrafada e assim se reduzirem as respetivas embalagens plásticas, foram desenvolvidas ações pedagógicas de natureza distinta e envolvendo diversos atores a trabalhar com os estudantes.

##### **IV.1 Ação Pedagógica sobre Importância do Consumo da Água Tratada da Torneira**

Para a componente da sensibilização para consumo da água da torneira, assim que foram retomadas as aulas presenciais realizou-se com a colaboração da Águas do Algarve - Grupo AdP, a ação pedagógica *Sensibilização para Consumo de Água da Torneira e Redução do Uso de Plásticos* em que foram trazidos e projetados para os jovens vários materiais audiovisuais. No final a AdA ofereceu cantis aos alunos, para serem cheios com água da torneira.

Nessas semanas, prepararam-se cartazes elucidativos à temática, com imagens apelativas para os jovens que foram afixados em locais estratégicos do edifício escolar, que pretendiam reforçar as ações pedagógicas já realizadas.

##### **IV.2 Medidas para Redução do Uso de Plásticos na Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão**

Para se estimular a redução do uso de plásticos associada ao consumo de água engarrafada, foi apresentado o filme <https://youtu.be/LxJRgEIesyo>, com o intuito de lhes mostrar a complexidade da gestão dos RSU e as implicações de se usar plásticos desnecessariamente, bem como de não se separarem os diferentes tipos de resíduos para posterior encaminhamento e reutilização ou reciclagem.

Como em Olhão existe uma grande proximidade à Ria Formosa e ao mar, trabalhou-se com os jovens a importância de não se descartarem para o chão os diversos RSU, sublinhando o facto de em meio urbano, eles chegarem às sarjetas e a partir daí à Ria Formosa e/ou mar, destruindo habitats e biodiversidade. Foi também enaltecida a importância de se manter o ambiente escolar limpo e saudável, tirando partido dos espaços exteriores, particularmente dos naturalizados.

Com a colaboração da docente da disciplina de Educação Visual, e com o apoio do Município de Olhão, da AdA e da UAAlg, foram pintadas algumas sarjetas desta Escola com motivos associados à Ria Formosa e ao filme previamente visualizado (Figura IV.1).

Os alunos começaram a interiorizar o conceito de ciclo urbano da água na sua cidade, percebendo que tudo o que atinge as águas pluviais é drenado para a Ria Formosa e chega ao mar. Assim, em grupo e de forma interativa com a autora da dissertação e com a professora de Educação Visual, pintaram as sarjetas da escola com motivos relacionados com o mar e com a necessidade da preservação dos ecossistemas naturais, nomeadamente os aquáticos. Desenharam, pintaram e deixaram a sua mensagem de sensibilização ambiental. Ficou muito explícito que por aquelas sarjetas não devem passar os plásticos que, invariavelmente, vão poluir a Ria Formosa e, conseqüentemente, o mar.

Através desta ação prendeu-se:

- Mostrar como as nossas opções diárias são importantes na preservação dos ecossistemas aquáticos e da biodiversidade em geral;
- Educar para uma cidadania ativa com o mote *Tudo o que cai no chão, vai parar ao mar*;
- Estimular a criatividade dos alunos no domínio ambiental, através do desenvolvimento de competências artísticas, em particular na expressão plástica;
- Implementar estratégias de cooperação entre as escolas e outros atores sociais, nomeadamente as autarquias.



Figura IV.1 - Ação de pintura de sarjetas na Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão

Após esta atividade, as sarjetas da Escola EB 2,3 João da Rosa passaram a ser um dos atrativos nos espaços exteriores deste estabelecimento.

Os parceiros envolvidos nesta ação, procederam à sua divulgação em diversos meios de comunicação social, nomeadamente:

- Município de Olhão,

- divulgação do filme <https://www.facebook.com/cmolphao/videos/406952297362975/>

- divulgação de uma notícia nas redes sociais do Facebook ( Anexo II),  
<https://www.facebook.com/cmolphao/posts/4277828152269342e>

- na página do Município (Anexo III) <https://bit.ly/SarjetasAnimadas>.

- Escola Básica 2,3 João da Rosa,

- divulgação na página da Escola,(Anexo IV) <https://agrupjrosa.net/index.php>

## **V. Balanço de Carbono na Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão**

Pretendeu-se alertar e envolver esta comunidade escolar no desafio da descarbonização, contribuindo para uma cidadania informada e ativa, promovendo alteração de comportamentos, com base na sensibilização e consciencialização dos alunos para a importância da proteção do ambiente e do uso sustentável dos recursos naturais, nomeadamente quando isso afeta as emissões de carbono.

### **V.1 Ação Pedagógica Sobre as Emissões de Carbono e o seu Sequestro pela Vegetação**

Estas ações pedagógicas foram realizadas no terceiro período de 2021, iniciando-se com duas aulas expositivas e com debates interativos sobre a qualidade do ar, ruído e mobilidade, relacionando-se com as emissões de carbono para a atmosfera. Um dos objetivos era estimular os jovens a participarem concurso de ideias MobilizAR– Rumo à Poluição Zero, promovido pela Associação Sistema Terrestre Sustentável e financiado pelo Fundo Ambiental (ZERO). Neste concurso, jovens de todo o País (alunos do 2.º e 3.º ciclo do ensino básico) eram convidados a participar com ideias inovadoras de soluções/medidas de melhoria para as temáticas da qualidade do ar, ruído e mobilidade.

Foi utilizado como suporte para as aulas expositivas a informação disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=KNx6Vn4YnZQ>

Os jovens realizaram em seguida trabalhos individuais (Figura V.1), explorando o contributo que poderiam dar para melhorar as questões apresentadas na cidade de Olhão, e submeteram-nos a concurso. No resultado do concurso uma aluna obteve o 4º lugar a nível nacional (Figura V.2).



Figura V.1 – Exemplos de conteúdos dos trabalhos realizados pelos jovens.

Descreve a tua proposta e não esqueças de explicar como é que esta irá melhorar a qualidade do ar, o ruído ou a mobilidade nas localidades e como pode ser implementada.

Uma cidade sem carros respira melhor!

Esta proposta consiste em reduzir a 100% o tráfego automóvel nas cidades. A fim de melhorar a qualidade do Ar que respiramos, diminuir o ruído, diminuir a poluição ao deslocarmo-nos, entre outras. Se acabarmos com os combustíveis fósseis melhoramos a qualidade do Ar diminuindo a emissões de gases, diminuimos o ruído exponencialmente e diminuimos a poluição tudo ao mesmo tempo.

Para isso sugiro: fazer alterações nos transportes públicos como comboios, autocarros, ... para que não poluam, ou seja, passem a ser elétricos. Reduzir ao máximo os transportes privados, sendo que automóveis movidos a combustíveis fósseis são interditos, passar a utilizar transportes públicos movidos a energia elétrica e serviços de entrega ao domicílio. Implementar pontos de abastecimento de energia elétrica alimentadas por painéis solares ao longo de toda a cidade.

Construir cicloviás e vias pedonais e no desenvolvimento do projeto plantar também paralelamente mais árvores junto às cicloviás para dar sombra aos ciclistas e promover uma melhoria da qualidade do ar nos centros das cidades. As mercadorias transportadas por veículos de grande porte serão deixadas na periferia das cidades e posteriormente transportadas para os centros por veículos elétricos. Apenas sendo permitida a entrada de veículos de mercadorias movidos a energia elétrica. Implementando estas medidas estaríamos a interditar quaisquer veículos movidos a combustíveis fósseis das cidades.



Figura V.2 – Trabalho premiado no MobilizAR– Rumo à Poluição Zero.

No que diz respeito ao **sequestro de carbono** pelas plantas, através da fotossíntese, foram realizadas duas aulas de campo com turmas do 7º ano realçando-se a importância da vegetação, especialmente da autóctone,. Foi contado o número de indivíduos de cada espécie e feita a identificação das espécies vegetais presentes no recinto exterior escolar, recorrendo-se a quando necessário a uma *app* gratuita nos telemóveis, que existe para esse efeito, de forma a atrair a atenção destes jovens *millenial*.

No enquadramento da importância da vegetação autóctone para o sequestro de carbono, reforçaram-se os factos destas espécies estarem adaptadas às condições edafoclimáticas locais e à falta de água, tornando-se mais resistentes a pragas e doenças e minimizando a aplicação de fitofármacos. Foram também referidos alguns serviços ecossistémicos que as espécies vegetais no recinto escolar asseguram para além do sequestro de carbono, como o sombreamento, o arrefecimento do recinto escolar, a polinização, etc.

Foi discutido com os alunos a importância de um recinto exterior escolar mais confortável, com menos áreas impermeabilizadas e com mais espaço para a Natureza, de forma a potenciar-se os serviços ecossistémicos.

## **V.2 Balanço de Carbono**

### **V.2.1 Estimativa das Emissões de Carbono**

Para se quantificar as Emissões de Carbono associadas ao funcionamento do edifício da Escola Básica 2º e 3º Ciclos João da Rosa, Olhão, recolheram-se dados relativos aos consumos energéticos, de gás propano e de água nos anos de 2017 a 2020. Foram analisadas as faturas correspondentes aos diversos meses deste período temporal. No caso do gás propano, foram contabilizados os consumos a partir das faturas correspondentes aos diversos enchimentos do depósito existente.

### **Emissões Associadas ao Consumo Elétrico**

No que diz respeito aos consumos energéticos, a Tabela V.2 resume os dados recolhidos no período em estudo (2017 a 2020), bem como a média de 2017 a 2019, de forma a perceber-se se 2020 terá tido um perfil de consumos distinto devido à situação pandémica.

Tabela V.1 - Consumos energéticos da Escola Básica 2,3 João da Rosa no período em estudo.

Ano/ Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total kW/h
<b>2017</b>	10910	8048	9129	7171	8996	6703	12762	6750	4907	9203	8340	6565	99484
<b>2018</b>	6520	5589	6480	6862	7406	5892	4815	4553	7492	8531	8341	6374	78855
<b>2019</b>	8908	7876	7719	6208	7760	5742	5272	4860	6577	7857	8110	6256	83145
<b>Média</b>	8779	7171	7776	6747	8054	6112	7616	5388	6325	8530	8264	6398	87161
<b>SD</b>	2198	1373	1325	492	835	517	4462	1190	1311	673	133	156	10885
<b>2020</b>	7804	6686	5168	3165	4147	4186	4767	4594	6858	8247	8113	6513	70248

Verificou-se que o ano com maiores consumos energéticos terá sido 2017, em que se excederam significativamente os consumos médios mensais dos três anos (2017, 2018 e 2019). Ocorreu uma diminuição muito significativa nos consumos entre 2017 e 2018, provavelmente associada à substituição de alguns componentes dos sistemas de iluminação e à avaria de alguns equipamentos/máquinas (ex. na cozinha) que deixaram de estar em funcionamento.

Globalmente, os consumos energéticos diminuíram em 2020 em cenário de pandemia Covid-19, com o período de confinamento a iniciar-se em meados de março e com a atividade presencial a iniciar a 12 de setembro de 2020, particularmente visível nos meses março, abril, maio, junho, julho e agosto (Figura V.3).

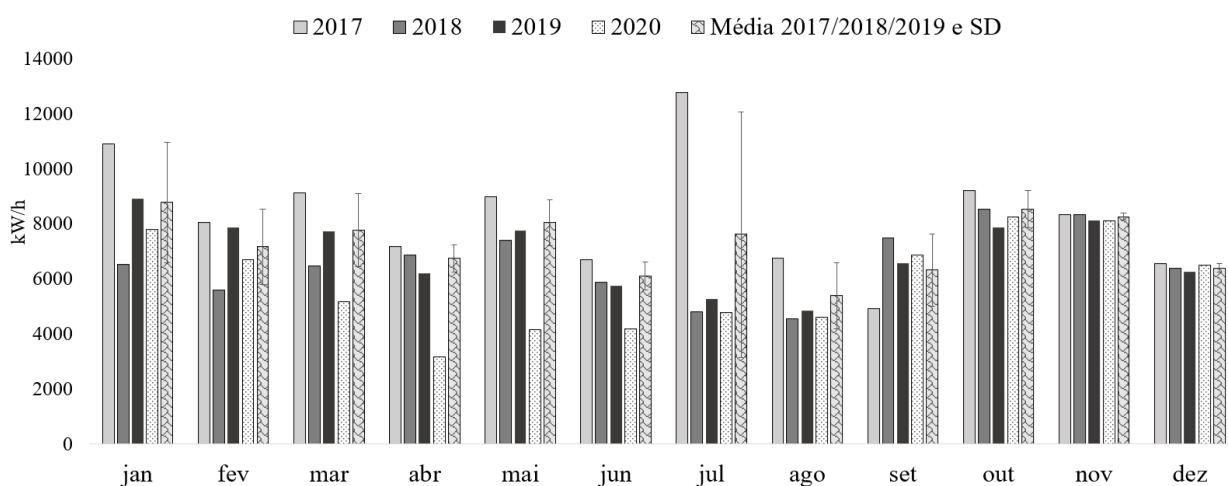


Figura V.3 - Consumos energéticos da Escola Básica 2,3 João da Rosa

Ao analisar a tabela de leituras dos consumos de gás propano (ver Tabela V.3), verificamos que existiu um decréscimo no consumo de utilização de gás propano no ano de 2020, embora esta escola utiliza-se a cozinha para servir almoços aos alunos carenciados e referenciados pela segurança social.

Para se calcularem as emissões de carbono associadas aos consumos elétricos, utilizaram-se os fatores de emissão de carbono recomendados pela Direção Geral de Energia e Geologia (2021) e multiplicando os consumos energéticos no período em análise pelos respetivos fatores de emissão: em 2017 de 298 g CO<sub>2</sub>/kWh; 2018 de 247 g CO<sub>2</sub>/kWh; 2019 de 249 g CO<sub>2</sub>/kWh; 2020 de 200 g CO<sub>2</sub>/kWh.

As emissões de carbono associadas aos consumos energéticos apresentam-se na Tabela V.2.

Tabela V.2 – Emissões de carbono associadas aos consumos energéticos no período em estudo.

<b>Ano/Mês</b>	<b>Consumo Energético kW/h</b>	<b>Emissões kg CO<sub>2</sub>/kWh</b>
<b>2017</b>	99 484	29 646
<b>2018</b>	78 855	19 477
<b>2019</b>	83 145	20 703
<b>2020</b>	70 248	14 050
		<b>Total = 83 876</b>

### **Emissões Associadas ao Consumo de Gás Propano**

O gás propano é utilizado na cozinha para confeção dos alimentos para a comunidade escolar. Considerou-se o fator de emissão (Fe) de 63,1 kg CO<sub>2</sub> / GJ (DGEG, 2008) e o poder calorífico inferior (PCI) de 46,3 MJ/ kg (DGEG, 2008).

Efetuarão-se os seguintes cálculos:

$$\text{Eficiência (Ef)} = \text{Massa} \times \text{PCI} = 1523 \text{ kg} \times 46,3 \text{ MJ/kg} = 70 515 \text{ MJ} = 70,52 \text{ GJ}$$

$$\text{Emissões Associadas} = \text{Ef} \times \text{Fe} = 70,52 \text{ GJ} \times 63,1 \text{ kg CO}_2/\text{GJ} = 4450 \text{ kg CO}_2$$

As emissões de carbono associadas aos consumos de gás propano foram calculadas e apresentam-se na Tabela V.3.

Tabela V.3 - Consumos de Gás Propano e emissões de CO<sub>2</sub> associadas da Escola Básica 2,3 João da Rosa

	<b>Gás propano</b> <b>kg</b>	<b>Emissões</b> <b>kgCO<sub>2e</sub></b>
<b>2017</b>	1523	4450
<b>2018</b>	2420	7067
<b>2019</b>	2886	8432
<b>2020</b>	1208	3529
	<b>Total = 23 478</b>	

A análise da Tabela V.3 mostra que, tal como era de esperar existiu um decréscimo no consumo de gás propano no ano de 2020, devido à diminuição do número de refeições preparadas na cozinha desta escola. Durante o período em estudo emitiram-se 23 478 kg CO<sub>2e</sub> associados ao consumo de gás propano.

#### **Emissões Associadas ao Consumo de Água Tratada para Consumo Humano**

De acordo com a Entidade reguladora dos Serviços da água e dos Resíduos em 2015 cada m<sup>3</sup> de água tratada que chegou à torneira dos consumidores representava um consumo de 0,88 kWh, e cada m<sup>3</sup> de água drenada e tratada em ETAR representava 0,81 kWh (ERSAR, 2016). Portanto analisou-se os consumos de água anuais no período em estudo e verificou-se os gastos energéticos a eles associados. Em seguida converteu-se esses consumos energéticos em emissões de carbono (Tabela V.4), utilizando os fatores dos respetivos anos (DGEG, 2021).

Tabela V.4 - Consumos de água e emissões de CO<sub>2</sub> associadas da Escola Básica 2,3 João da Rosa

<b>Ano</b>	<b>Água tratada para consumo humano</b> <b>m<sup>3</sup></b>	<b>Energia consumida para abastecimento</b> <b>kWh</b>	<b>Energia consumida em drenagem e tratamento</b> <b>kWh</b>	<b>Emissões associadas</b> <b>kg CO<sub>2</sub></b>
<b>2017</b>	2 684	2 362	2 174	1 352
<b>2018</b>	2 186	1 924	1 771	913
<b>2019</b>	2 610	2 297	2 114	1 098
<b>2020</b>	3 056	2 689	2 475	1 032
				<b>Total = 4 395</b>

De acordo com a tabela anterior, pode constatar-se que a água consumida no edifício escolar durante o período em estudo, foi responsável pela emissão de 4 395 kg de CO<sub>2</sub>.

Assim sendo o funcionamento deste estabelecimento escolar, durante o período em estudo foi responsável pela emissão de 111 749 kg de CO<sub>2</sub>, o que corresponde a uma média anual de cerca de 27 937 kg de CO<sub>2</sub> associada de forma distinta aos diversos recursos consumidos. A energia é responsável por 75 % das emissões de CO<sub>2</sub> o gás propano por 21 % e a água pelos restantes 4 %. Assim sendo, a implementação de um sistema de produção de energia renovável poderia ser muito importante para a redução das emissões de carbono desta escola.

### V.2.2 Estimativa do Potencial de Sequestro de Carbono

Para se estimar a capacidade de Sequestro de Carbono da biomassa vegetal dos espaços verdes da referida escola, caracterizaram se os espaços exteriores quantificando-se áreas permeáveis e impermeáveis (Figura V.4).



Figura V.4 – Fotografia aérea da escola onde o estudo se realizou (adapt. Google Earth).

Nas áreas vegetadas distinguuiu-se as ocupadas por árvores, arbustos e vegetação herbácea espontânea. Assim, esta escola dispõe de uma área exterior total de 12 852 m<sup>2</sup> sendo que

10 426 m<sup>2</sup> são impermeabilizados e 2 426 m<sup>2</sup> são permeáveis. Estes na sua maioria não são vegetados (1 665 m<sup>2</sup>), sendo que os espaços vegetados são cobertos sobretudo por árvores (419 m<sup>2</sup>) e por arbustos (342 m<sup>2</sup>). A vegetação herbácea que existe é espontânea e muito pouco abundante na maioria dos meses do ano. Assim sendo, para o cálculo do potencial de sequestro de carbono apenas se considerou a vegetação arbórea e arbustiva, que foi caracterizada tal como se apresenta na Tabela V.5.

Tabela V.5 – Caracterização da vegetação existente nos espaços exteriores da Escola Básica 2,3 João da Rosa e fator de sequestro anual por espécime.

Árvores = 419 m <sup>2</sup>	Nº de Indivíduos	kg C/ ind
Amendoeira ( <i>Prunus dulcis</i> )	2	2,34 <sup>(1)</sup>
Amoreira Negra ( <i>Morus nigra</i> )	1	9,64 <sup>(1)</sup>
Oliveira ( <i>Olea europaea</i> )	5	4,79 <sup>(1)</sup>
Jacaranda ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> )	1	6,9 <sup>(1)</sup>
Grevílea ( <i>Grevillea robusta</i> )	4	--
Figueira Indiana ( <i>Ficus elástica</i> )	1	3,04 <sup>(1)</sup>
Álamo Negro ( <i>Populus nigra</i> )	7	-2,1 <sup>(1)</sup>
Pinheiro Manso ( <i>Pinus pinea</i> )	1	2,47 <sup>(1)</sup>
Árvore de Judas ( <i>Cercis siliquastrum</i> )	2	3,46 <sup>(1)</sup>
Acer Negundo ( <i>Acer negundo</i> )	1	5,18
Pinheiro Australiano ( <i>Casuarina cunnighamiana</i> )	54	11,07 <sup>(1)</sup>
Figueira Indiana ( <i>Ficus carica</i> )	1	2,69 <sup>(1)</sup>
Cinamomo ( <i>Melia azedarach</i> )	22	7,01 <sup>(1)</sup>
Arbustos = 342 m <sup>2</sup>		
Roseira ( <i>Rosa gálica</i> )	1	--
Oleandro ( <i>Nerium oleander</i> )	80	2,98 <sup>(1)</sup>
Mióporo ( <i>Myoporum laetum</i> )	2	--
Camara ( <i>Lantana camara</i> )	1	--
Alfostigueiro ( <i>Pistacia lentiscus</i> )	1	2,61 <sup>(1)</sup>

(1) Chaparro & Terrada, 2009.

De acordo com os dados apresentados, o sequestro anual de carbono pela vegetação arbórea corresponde a 2 945 kg CO<sub>2</sub>/ano e pela arbustiva a 928 kg CO<sub>2</sub>/ano, de acordo com estudos anteriores previamente realizados para estas espécies com indivíduos de idade equivalente, no ambiente urbano de Barcelona (Chaparro & Terrada, 2009).

Assim sendo, a vegetação existente nos espaços exteriores da Escola Básica 2,3 João da Rosa tem capacidade para sequestrar cerca de 3 873 kg CO<sub>2</sub>/ano, sendo que, tal como se pode ver na Figura V.6, a espécie que mais contribui para o sequestro é o pinheiro australiano (*Casuarina cunninghamiana*).

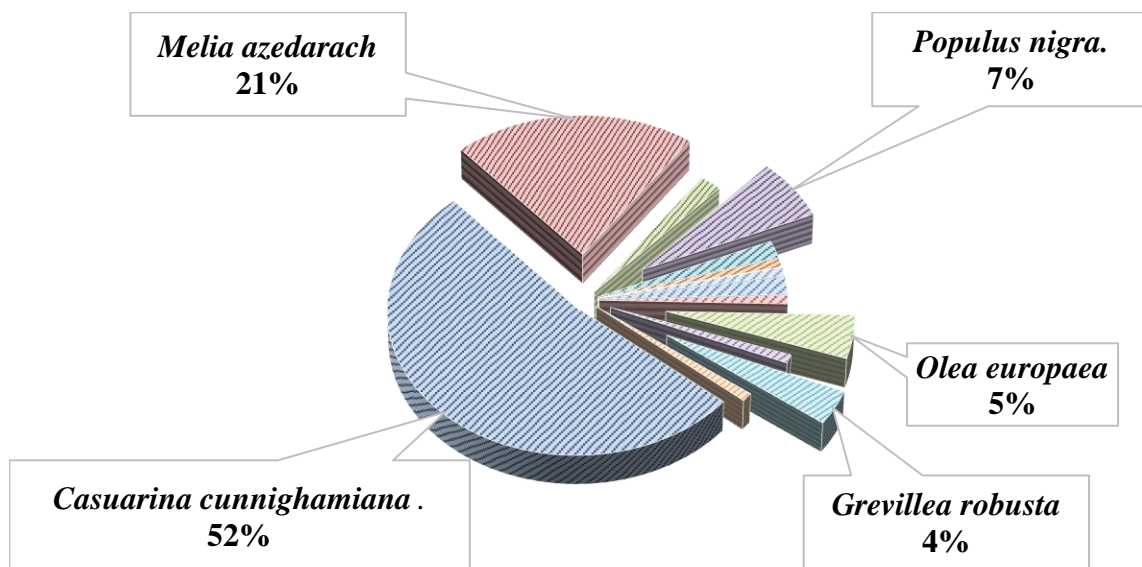


Figura V.5 – Contribuição para o sequestro de carbono pelas diferentes espécies vegetais presentes no recinto escolar exterior

### V.2.3 Balanço de Carbono

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, para o funcionamento desta escola, em média são emitidos 27 937 kg de CO<sub>2</sub> e a vegetação dos seus espaços exteriores só conseguirá sequestrar cerca de 3 873 kg CO<sub>2</sub>.

Assim, calculando-se o balanço de carbono podemos concluir que esta escola contribui com a emissão para a atmosfera de 24 t CO<sub>2</sub>/ano. Há portanto um conjunto de medidas relacionadas com o uso eficiente dos recursos (sobretudo energia) que devem ser implementadas, bem como ponderar-se aumentar a cobertura vegetal, privilegiando espécies autóctones arbóreas e arbustivas de forma a se aumentar o potencial para se sequestrar o carbono que não se consegue evitar de emitir.

## VI. Considerações Finais e Perspetivas Futuras

Com este estudo pretendeu-se demonstrar a importância da educação e do envolvimento dos jovens para a sustentabilidade do planeta, e em particular no que diz respeito ao uso eficiente da água, à redução do uso de plásticos e à descarbonização.

As várias turmas envolvidas da Escola Básica 2,3 João da Rosa, foram desafiadas e numa lógica pedagógica interativa testaram a sua PH e perceberam que medidas deviam ser implementadas na sua escola para evitarem desperdícios de água.

Para além do envolvimento de docentes de diversas áreas curriculares (físico-química, biologia e educação visual) foram também envolvidos outros *stakeholders* no domínio do ciclo urbano da água, nomeadamente a AdA, a UAlg e o Município de Olhão. Nesta lógica pluridisciplinar os jovens expressaram as suas mensagens para a importância da redução do uso de plásticos, e particularmente de garrafas de água plásticas, para a preservação dos habitats e da vida selvagem na sua Ria Formosa.

Quando confrontados com as implicações das emissões de carbono e da poluição atmosférica para a saúde humana, concorreram com outros jovens portugueses para encontrarem soluções que acautelem o seu futuro e o das gerações vindouras. Saíram da sala de aula e no recinto exterior da escola caracterizaram as plantas e os serviços ecossistémicos que estas asseguram às pessoas, relevando a sua capacidade para melhorar a qualidade do ar atmosférico, nomeadamente através da produção de oxigénio e remoção de CO<sub>2</sub>.

Conclui-se que, num período estudado esta escola gastou em média 2 775 m<sup>3</sup> de água e emitiu 24 t CO<sub>2</sub>/ano. Se os equipamentos (chuveiros e torneiras) estragados fossem substituídos ou instalados os redutores de caudal, poderíamos poupar volumes significativos de água nesta escola, nomeadamente, 16 L/min nos chuveiros e 270 L/min nas torneiras. Tal como se esperava, os consumos de energia são responsáveis pela maior parte das emissões de carbono, e seria da maior importância conseguir implementar-se um sistema de energia renovável. Para potenciar o sequestro do carbono que não se consegue evitar emitir, era recomendável aumentar a cobertura vegetal dos espaços exteriores, sobretudo com árvores autóctones.

Finalmente, considera-se que este estudo devia ser reproduzido noutros ambientes escolares de

forma a envolver ativamente os jovens nestes desafios e a caracterizar-se a performance ambiental de outras escolas. Os jovens levam para as suas famílias estas alterações comportamentais e difundem pela comunidade as boas práticas ambientais, sobretudo no uso eficiente da água. Para além disso, estes jovens serão adultos mais conscientes e atentos, prontos a intervir perante desafios ambientais, que se preveem cada vez mais complexos.

## VII. Referências Bibliográficas

Associação Portuguesa do Ambiente (APA). (2021a). APA - Políticas \_ Alterações Climáticas \_ Mitigação. <https://apambiente.pt/>

Associação Portuguesa do Ambiente (APA) (2021b). RNC2050 - Roteiro para a Neutralidade Carbónica. <https://descarbonizar2050.apambiente.pt/>

Augusto, A. D. E., Santos, D. O. S., Mene, S., João, A. D. E., Matos, P., & Maac, F. (2020). Acordo de paris 2015 - 2020. Republica Portuguesa / Associação Portuguesa Do Ambiente, 9.

Capodaglio, A. G. (2020). Fit-for-purpose urban wastewater reuse: Analysis of issues and available technologies for sustainable multiple barrier approaches. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 0(0), 1–48. <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1763231>

Carbery, M., O'Connor, W., & Palanisami, T. (2018). Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment International*, 115(March), 400–409. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.03.007>

CI-AMAL. (2015). Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Algarve. Resumo Não Técnico.

Chaparro L., Terradas J., Ecological Services of Urban Forest in Barcelona. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals Universitat Autònoma de Barcelona. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.364.9799&rep=rep1&type=pdf>

CNE. (2012). Educação para o Desenvolvimento sustentável. CNE - Conselho Nacional de Educação, (Vol. 53, Issue 9). Biblioteca Nacional de Portugal. 1689–1699 <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>

Costa, J., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2019). Plastics in the environment. *Recursos Hídricos*, 11–18.

Dias, E. , Pinto, F. (2019). Educação e sociedade. 27, 1–18.

- DGEG. (2008). Despacho nº17313, 2ªSérie - n.122. *Diário Da República*, 27912–27913.
- Dias, A. S. M. (2015). O simbólico como estratégia para a alteração comportamental: o caso Águas do Porto. 1–130.
- Decreto Lei nº 152/2017 de 2010. DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A N.235 — 7 de dezembro de 2017, 6555-6576
- Decreto-Lei nº 156/98. DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-A N. 131 — 6 de junho de 1998, 2593-2598.
- Diretiva N.º 2000/60/CE. Jornal Oficial Das Comunidades Europeias, 7, 1–72.
- ERSAR, entidade reguladora dos serviços de águas e resíduos. (2019). Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (Vol. 1).
- ERSAR, entidade reguladora dos serviços de águas e resíduos. (2020) Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal . (Vol. 2).
- EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, SA. (2020) pal. <https://www.epal.pt/> Fry,
- Freire-González, J. (2019). Does Water Efficiency Reduce Water Consumption? The Economy-Wide Water Rebound Effect. In *Water Resources Management* (Vol. 33, Issue 6, pp. 2191–2202). Water Resources Management. <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02249-0>
- Fry, J., Lenzen, M., Jin, Y., Wakiyama, T., Baynes, T., Wiedmann, T., Malik, A., Chen, G., Wang, Y., Geschke, A., & Schandl, H. (2018). Assessing carbon footprints of cities under limited information. *Journal of Cleaner Production*, 176(2018), 1254–1270. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.073>
- Galafassi, S., Nizzetto, L., & Volta, P. (2019). Science of the Total Environment Plastic sources : A survey across scientific and grey literature for their inventory and relative contribution to microplastics pollution in natural environments , with an emphasis on surface water. In *Science of the Total Environment* (Vol. 693). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.305>
- García-González, E., Jiménez-Fontana, R., & Goded, P. A. (2020). Approaches to teaching and learning for sustainability: Characterizing students’ perceptions. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122928. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122928>
- Hardiman, B. S., Wang, J. A., Hutyrá, L. R., Gately, C. K., Getson, J. M., & Friedl, M. A. (2017). Accounting for urban biogenic fluxes in regional carbon budgets. *Science of The Total Environment*, 592, 366–372. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.028>

- Hoekstra, A. Y., & Chapagain, A. K. (2006). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*, 21(1), 35–48. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9039-x>
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., & Svendsen, C. (2017). Science of the Total Environment Microplastics in freshwater and terrestrial environments : Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. In *Science of the Total Environment* (Vol. 586). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190>
- IPCC. (2019). Aquecimento Global de 1,5°C: Sumário para Formuladores de Políticas. Ipcc, 28.
- Kuittinen, M., Moineil, C., & Adalgeirsdottir, K. (2016). Carbon sequestration through urban ecosystem services: A case study from Finland. *Science of the Total Environment*, 563–564, 623–632. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.168>
- Leal Filho, W., Vargas, V. R., Salvia, A. L., Brandli, L. L., Pallant, E., Klavins, M., Ray, S., Moggi, S., Maruna, M., Conticelli, E., Ayanore, M. A., Radovic, V., Gupta, B., Sen, S., Paço, A., Michalopoulou, E., Saikim, F. H., Koh, H. L., Frankenberger, F., ... Vaccari, M. (2019). The role of higher education institutions in sustainability initiatives at the local level. *Journal of Cleaner Production*, 233, 1004–1015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.059>
- Molina Prieto, L., & Villegas Rodríguez, E. (2015). Ciudades sensibles al agua: paradigma contemporáneo para gestionar aguas urbanas. *Revista de Tecnología*, 14(1), 53–64. <https://doi.org/10.18270/rt.v14i1.1847>
- Muller, L. (2019). USO EFICIENTE DA ÁGUA EM ZONAS URBANAS - OTIMIZAÇÃO DA PEGADA HÍDRICA, *Universidade do Algarve*.
- UN United Nations. (2020). *ÁGUA E MUDANÇA*.
- Neto, S. (2016). Water governance in an urban age. In *Utilities Policy* (Vol. 43). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.05.004>
- Neto, S., Moreira da Silva, M., Muller, L., Weller, K., 2020. Social and Technological Innovation for Water Conservation – The Project ECH2O-ÁGUA. INCREaSE 2019 – Book of Proceedings of the 2nd International Congress on Engineering and Sustainability in the XXI Century (pp. 786-798). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. DOI:10.1007/978-3-030-30938-1\_62
- Nowak, D.J. & Crane, D.E., 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environ. Pollut.* 116, 381-389.

OCDE ,Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico. (2020).. Materiais Recicladados. <https://www.oecd.org/>

Peixoto, D., Pinheiro, C., Amorim, J., Oliva-Teles, L., Guilhermino, L., & Vieira, M. N. (2019). Microplastic pollution in commercial salt for human consumption: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 219(January 2018), 161–168. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.02.018>

PlasticsEurope. (2020). Plastics – the Facts 2020. In PlasticEurope. <https://www.plasticseurope.org/>

Pordata, I. (2021). PORDATA - Emissões de gases. <https://www.pordata.pt/Portugal/Emissões+de+gases-1081>

Radhakrishnan, M., Pathirana, A., Ashley, R. M., Gersonius, B., & Zevenbergen, C. (2018). Flexible adaptation planning for water sensitive cities. *Cities*, 78(September2017), 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.01.022>

Rogers, B. C., Dunn, G., Hammer, K., Novalia, W., de Haan, F. J., Brown, L., Brown, R.R., Lloyd, S., Urlich, C., Wong, T. H. F., & Chesterfield, C. (2020). Water SensitiveCities Index: A diagnostic tool to assess water sensitivity and guide management actions. *Water Research*, 186, 116411. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116411>

Serrao-Neumann, S., Renouf, M. A., Morgan, E., Kenway, S. J., & Low Choy, D. (2019). Urban water metabolism information for planning water sensitive city-regions. *Land Use Policy*, 88(August), 104144. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104144>

Silva, A. B., Bastos, A. S., Justino, C. I. L., da Costa, J. P., Duarte, A. C., & Rocha- Santos, T. A. P. (2018). Microplastics in the environment: Challenges in analytical chemistry - A review. *Analytica Chimica Acta*, 1017, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2018.02.043>

Sousa, M. M., & Pereira, M. T. J. S. (2014). A percepção de encarregados de educação e de professores sobre a relação escola-família nas escolas dos 2º e 3º ciclos de um Concelho da região centro de Portugal. *Revista Eletrónica de Educação*, 8(2), 321–344. <https://doi.org/10.14244/19827199785>

Takano, A., Hughes, M., & Winter, S. (2014). A multidisciplinary approach to sustainable building material selection: A case study in a Finnish context. *Building and Environment*, 82, 526–535. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.09.026>

- Tasdemir, C., & Gazo, R. (2020). Integrating sustainability into higher education curriculum through a transdisciplinary perspective. *Journal of Cleaner Production*, 265, 121759. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121759>
- (UNWWAP). United Nations World Water Assessment Programme. (2020). United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change, Paris, UNESCO, 219 pages. ISBN: 978-92-3-100371-4
- Venckute, M., Moreira da Silva, M., & Figueiredo, M. (2017). Education as a tool to reduce the water footprint of young people. *Journal of the American College of Radiology* (Vol. 2(4)). <https://doi.org/10.29352/mill0204.09.00144>
- Wong, T. H. F., Rogers, B. C., & Brown, R. R. (2020). Transforming Cities through Water-Sensitive Principles and Practices. *One Earth*, 3(4), 436–447. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.09.012>
- Zhang, B., Chao, J., Chen, L., Liu, L., Yang, X., & Wang, Q. (2021). Research progress of nanoplastics in freshwater. *Science of The Total Environment*, 757, 143791. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143791>

## **ANEXOS:**

## ANEXO I - Jogo Kahoot aplicado aos alunos do 2ºCiclo do Ensino Básico.

The image shows a Kahoot! quiz interface. At the top, the Kahoot! logo is on the left, and navigation icons for 'Casa', 'Descobrir', 'Biblioteca', 'Relatórios', and 'Grupos' are in the center. On the right, there are icons for 'Melhoria', 'Crio', and a user profile. The main content area is divided into two columns. The left column displays the quiz title 'Dia da Água - 22 de março' and 'MUNDIAL da ÁGUA março 2021'. It also shows statistics: 0 favoritos, 5 jogos, and 52 jogadores. There are buttons for 'Toque' and 'Editar', and a 'Um kahoot público' section with a description: 'O dia da água visa sensibilizar os jovens para a problemática da água.' The creator is 'anabelaassuncao' and it was created 6 months ago. The right column lists 10 questions. Questions 1-5 are visible in the main view, and questions 6-10 are shown in a scrollable list on the right. Each question includes a type (Slide, Verdadeiro ou falso, or Quiz), the question text, and a 20-second timer. The questions are: 1. Slide: Dia da Água; 2. Verdadeiro ou falso: A água faz parte da nossa vida?; 3. Quiz: Uma das consequências da redução hídrica é ...; 4. Verdadeiro ou falso: A maior parte da água doce do planeta está presente nos glaciares.; 5. Quiz: (partially visible); 6. Quiz: Qual é a importância das plantas para o solo?; 7. Quiz: Para que serve uma água no corpo humano?; 8. Quiz: A água que se deve beber é ...; 9. Verdadeiro ou falso: A única forma de repor a água eliminada pelo nosso corpo é bebendo mais água.; 10. Quiz: Em que dia se comemora o Dia Mundial da Água? The scrollable list on the right shows thumbnails for each question, including images of water splashing, a tree, a globe, and hands holding a globe.

**Kahoot!** Casa Descobrir Biblioteca Relatórios Grupos Melhoria Crio

**MUNDIAL da ÁGUA**  
março 2021

**Dia da Água - 22 de março**  
0 favoritos 5 jogos 52 jogadores  
Toque Editar

**Um kahoot público**  
O dia da água visa sensibilizar os jovens para a problemática da água.  
anabelaassuncao Criado 6 meses atrás

**Perguntas ( 20 )**

1 - Slide  
**Dia da Água**

2 - Verdadeiro ou falso  
**A água faz parte da nossa vida?**

3 - Quiz  
**Uma das consequências da redução hídrica é ...:**

4 - Verdadeiro ou falso  
**A maior parte da água doce do planeta está presente nos glaciares.**

5 - Quiz

6 - Quiz  
**Qual é a importância das plantas para o solo?**

7 - Quiz  
**Para que serve uma água no corpo humano?**

8 - Quiz  
**A água que se deve beber é ...**

9 - Verdadeiro ou falso  
**A única forma de repor a água eliminada pelo nosso corpo é bebendo mais água.**

10 - Quiz  
**Em que dia se comemora o Dia Mundial da Água?**

**Mostrar respostas**

11 - Verdadeiro ou falso

**Os impactes das secas podem ser diretos e indiretos.**



12 - Verdadeiro ou falso

**Todos temos direito à água?**



13 - Verdadeiro ou falso

**O cálculo da pegada hídrica serve para a tomada de consciência de quanta água gastam...**



14 - Verdadeiro ou falso

**70% da superfície terrestre é água**



15 - Quiz

**Qual a quantidade de água disponível para atender à necessidade de humanidade e eco...**



16 - Verdadeiro ou falso

**A água é escassa em algumas regiões do Planeta Terra**



17 - Verdadeiro ou falso

**As mudanças climáticas estão a afetar a disponibilidade de água**



18 - Verdadeiro ou falso

**Consigo ajudar o Planeta se reduzir a quantidade de água que gasto no meu dia a dia**



19 - Quiz

**A água doce é:**



20 - Quiz

**A maior parte da água presente no planeta é ...**



## ANEXO II - Nota Informativa publicada no Facebook do Município de Olhão;



Município de Olhão

9 de julho · 🌐



### SARJETAS ANIMADAS 💧

As sarjetas da **Escola EB 2,3 João da Rosa** passaram a ser um dos atrativos deste estabelecimento de ensino Olhanense depois de a comunidade escolar, em particular os **alunos do 7ºC**, ter decidido sensibilizar para a necessidade de proteger a Ria Formosa e os oceanos da poluição.

🌐 Abordando as questões da **poluição dos ecossistemas aquáticos**, sobretudo a que está associada ao uso de plásticos, a Escola EB 2,3 João da Rosa desenvolveu a ação Sarjetas Animadas, uma das várias atividades pedagógicas realizadas ao longo do ano letivo que agora terminou, que visaram sensibilizar os jovens para a necessidade de **reduzirem a sua pegada hídrica** e de **adquirirem hábitos de uso eficiente da água**. Nesse âmbito, foram distribuídos cantis aos alunos, de forma a motivar o consumo de água da torneira em detrimento da água comercializada engarrafada.

📄 Consulte aqui a notícia na íntegra: <http://bit.ly/SarjetasAnimadas>

---

[#educaçãooambiental](#) [Agrupamento de Escolas João da Rosa](#) [#municípiodeolhão](#)

## ANEXO III - Nota Informativa do Município de Olhão na página oficial do Município;

The screenshot shows the official website of the Municipality of Olhão. At the top, there is a green header with the logo of the Municipality of Olhão, the phone number 289 700 100, the email geral@cm-olhao.pt, and a link to the site map. Below the header is a navigation menu with options like INICIO, MUNICÍPIO, ÁREAS DE ATUAÇÃO, ATENDIMENTO, SERVIÇOS ONLINE, CONHECER OLHÃO, and CONTACTOS. A secondary menu includes Audição, Biblioteca, Desporto, Casa da Juventude, Museu, and O Que é Que Olhão Tem.

The main content area features a large banner with the text "PROTEJA-SE A SI E AOS OUTROS!" and "O REGRESSO À NORMALIDADE". Below the banner, there is a news article titled "Sarjetas animadas na Escola EB 2,3 João da Rosa alertam para o ambiente" dated "sexta, 09. julho 2021". The article text reads: "As sarjetas da Escola EB 2,3 João da Rosa passaram a ser um dos atrativos deste estabelecimento de ensino olhanense depois de a comunidade escolar, em particular os alunos do 7ºC, ter decidido sensibilizar para a necessidade de proteger a Ria Formosa e os oceanos da poluição."

Two photographs are included: the top one shows a group of young women wearing face masks and holding water bottles, standing in front of a school building; the bottom one shows a group of people, including children and adults, gathered outdoors near a school building, with some children wearing face masks.

### [Sarjetas animadas na Escola EB 2,3 João da Rosa alertam para o ambiente](#)

sexta, 09. julho 2021

As sarjetas da Escola EB 2,3 João da Rosa passaram a ser um dos atrativos deste estabelecimento de ensino olhanense depois de a comunidade escolar, em particular os alunos do 7ºC, ter decidido

sensibilizar para a necessidade de proteger a Ria Formosa e os oceanos da poluição



Abordando as questões da poluição dos ecossistemas aquáticos, sobretudo a que está associada ao uso de plásticos, a Escola EB 2,3 João da Rosa desenvolveu a ação Sarjetas Animadas, uma das várias atividades pedagógicas realizadas ao longo do ano letivo que agora terminou, que visaram sensibilizar os jovens para a necessidade de reduzirem a sua pegada hídrica e de adquirirem hábitos de uso eficiente da água. Nesse âmbito, foram distribuídos cantis aos alunos, de forma a motivar o consumo de água da torneira em detrimento da água comercializada engarrafada.

Nesta atividade, coordenada pela professora Anabela Cordeiro, destacou-se a importância da gestão dos resíduos sólidos urbanos e da preservação de um ambiente escolar limpo e saudável, explorando-se também a vertente artística (interdisciplinaridade com a disciplina de Educação Visual da professora Carla Coles).

Os alunos perceberam que no ciclo urbano da água da cidade olhanense, tudo o que atinge as águas pluviais é drenado para a Ria Formosa e chega ao mar. Assim, em grupo e de forma interativa com os seus docentes, pintaram as sarjetas da escola com motivos relacionados com o mar e com a necessidade da preservação dos ecossistemas naturais, nomeadamente os aquáticos. Desenharam, pintaram e deixaram a sua mensagem de sensibilização ambiental. Por aquelas sarjetas não devem passar os plásticos que, invariavelmente, vão poluir a Ria Formosa e, conseqüentemente, o mar.

“Os jovens farão a mudança!”, defende a coordenadora do projeto, Anabela Cordeiro, docente de Físico-Química nesta escola e a desenvolver a tese de mestrado intitulada Educar para uma Water Sensitive City. Eficiência Hídrica e Redução das Emissões de Carbono – Escola Básica 2,3 João da Rosa, Olhão. “Estão a ser desenvolvidas ferramentas pedagógicas que contribuem para a formação de cidadãos mais conscientes e interventivos, nos domínios do uso eficiente da água e da redução das emissões de carbono. Neste ano letivo foram já realizadas várias ações pedagógicas, que visam alertar os jovens para a necessidade da diminuição da sua pegada hídrica, estimular o consumo de água tratada da torneira e reduzir o uso de plásticos no dia a dia”, revela a professora da Escola EB 2,3 João da Rosa.

Educar para uma cidadania ativa incitando os jovens a passarem a mensagem de que “tudo o que cai no chão, vai parar ao mar” foi o principal objetivo desta ação, que permitiu também o desenvolvimento de estratégias de cooperação entre a escola e as instituições locais/regionais para a promoção da sustentabilidade.



Esta atividade contou com os apoios do Município de Olhão, da Universidade do Algarve e da empresa Águas do Algarve.





## ANEXO IV - Nota Informativa da Escola Básica 2,3 João da Rosa – Olhão na página da Escola.

### Projeto "Sarjetas Animadas"

No âmbito das ações pedagógicas já realizadas pela Professora Anabela Cordeiro, com a turma do 7ºC, sensibilizar os jovens para a necessidade de reduzirem a sua pegada hídrica e de adquirirem hábitos de uso eficiente da água com distribuição de cantis aos alunos, de forma a motivar o consumo de água tratada da torneira em detrimento da água comercializada engarrafada, terminou no dia 22 de junho o projeto "Sarjetas Animadas", com a colaboração das Águas do Algarve, Dra. Teresa Fernandes, Câmara Municipal de Olhão, Vereador Camacho, Universidade do Algarve, Dra. Manuela Moreira e o Diretor do Agrupamento de Escolas João da Rosa, Professor Luís Felício.  

O objetivo geral:

- Compreender a necessidade de preservação dos ecossistemas e da biodiversidade em geral e da qualidade da água doce e salgada em particular.
- Educar para uma cidadania ativa incitando os jovens a passar a mensagem de que "Tudo o que cai no chão, vai parar ao mar" a toda a comunidade educativa.
- Estimular a criatividade dos alunos, através do desenvolvimento de competências em áreas como a expressão plástica.
- Implementar estratégias de cooperação escolas-autarquias para a promoção da sustentabilidade.

Este projeto está em exposição nas 7 sarjetas principais, na parte frontal da escola e para tal foi lançado este desafio à turma do 7ºC que abraçou este projeto com a professora de Educação Visual, Carla Coles e a Professora de Físico-Química, Anabela Cordeiro.

Este projeto assume que a Educação é considerada a força mais poderosa para a mudança de atitudes e para as grandes alterações sociais. Se pretendemos mudar mentalidades, é pelos mais jovens que devemos começar.

