

O papel da cobertura vegetal na proteção do solo contra a erosão através do Ensino Baseado em Casos

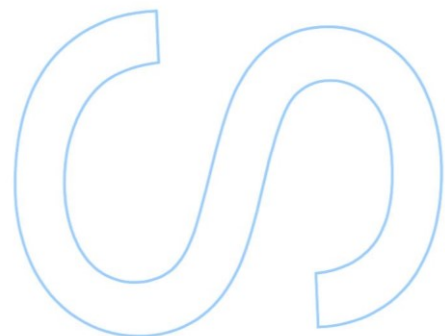
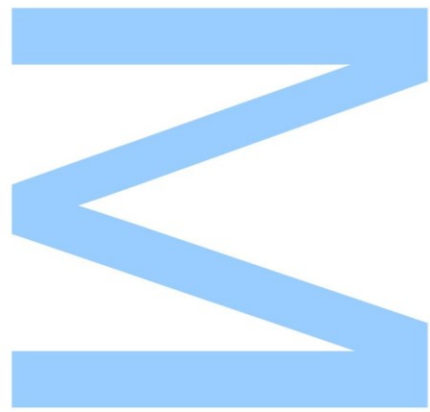
Pedro Ferreira

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3ºCiclo do
Ensino Básico e no Ensino Secundário
Unidade Ensino das Ciências

2019

Orientadores

Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar com Agregação, Faculdade de
Ciências da Universidade do Porto
Luís Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da
Universidade do Porto

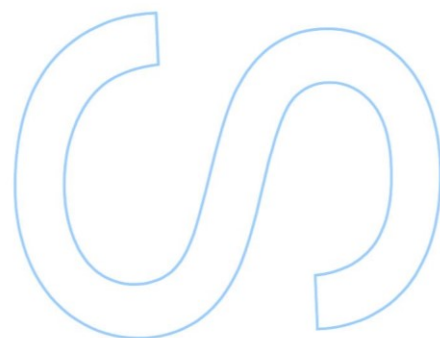
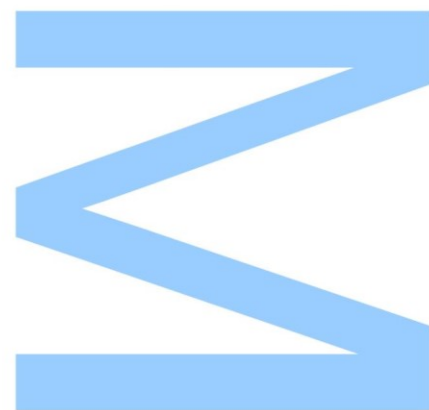




Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

À Professora Doutora Clara Vasconcelos e ao Professor Doutor Luís Calafate, orientadores científicos, o meu enorme agradecimento por todos os conselhos, ensinamentos e disponibilidade, não só ao longo deste ano, mas no decorrer de todo o mestrado.

À professora Rosa Cunha Costa, orientadora cooperante, agradeço por toda a amizade, estima, generosidade, confiança e pelos conselhos e ensinamentos para o futuro.

À professora Ana Bela Saraiva, que me acolheu na reta final do estágio, agradeço por toda a sua amabilidade, disponibilidade e pela partilha de conhecimentos.

A todos os professores e pessoal não docente da Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas, que se mostraram sempre recetivos à presença dos professores estagiários e que contribuíram para a experiência enriquecedora e gratificante que foi estagiar nesta escola.

À Maria João Mendonça, companheira de toda esta incrível experiência. Estarei eternamente grato por toda a amizade, partilha, apoio, compreensão e interajuda em todos os momentos.

Aos alunos do 9º B, do 11º A e do 10º A, a quem tive o enorme prazer de partilhar e de ensinar o pouco daquilo que sei. Obrigado por me mostrarem todos os dias que fiz a escolha certa.

Aos meus pais e à minha irmã por me terem apoiado sempre ao longo da minha vida, em especial, nesta de decisão de querer ser professor e de ir estudar para outra cidade.

Aos meus amigos, em especial à Joana, à Rita e à Cristina por nunca me terem deixado desistir do sonho de ser professor.

Aos meus colegas do mestrado por todas as memórias criadas.

Resumo

Vivemos num momento em que, mais do que nunca, se sentem os efeitos negativos dos problemas ambientais, e torna-se urgente que a população e, em especial, os jovens estudantes, estejam informados e sensíveis a estas problemáticas. Uma das metodologias de ensino que pode ser usada para o efeito é o Ensino Baseado em Casos (EBC), pois, para além de promover uma análise crítica de situações concretas e reais, torna-se pertinente ao ser utilizada na promoção do debate e da aprendizagem dos fenómenos que estão na base dos problemas ambientais em contexto de sala de aula.

A temática científica na base do caso estudado relacionou-se com a erosão do solo e o papel que a cobertura vegetal desempenha na sua proteção contra esse fenómeno. Em simultâneo, abordou-se o solo como sendo um produto resultante da interação entre os diferentes subsistemas que compõem o sistema Terra, a erosão deste como parte integrante do ciclo das rochas, bem como, de que modo a problemática da erosão do solo pode afetar os ecossistemas, a biodiversidade, o Homem e toda a dinâmica externa do planeta Terra.

Com o intuito de avaliar se o EBC promove junto de alunos do 11º ano de escolaridade a aprendizagem de conteúdos das áreas da Biologia e Geologia e a sensibilização para as consequências dos problemas ambientais como é o caso da erosão dos solos, foi dinamizado um Programa de Intervenção (PI) numa turma de 11º ano de escolaridade constituída por 20 alunos, de uma escola básica e secundária da cidade do Porto, assente na metodologia de ensino referida. Após a intervenção, recolheram-se dados através de um inquérito por entrevista focal a quatro grupos focais.

As entrevistas realizadas foram transcritas e, posteriormente, foi feita a análise de conteúdo qualitativa, segundo indicadores e códigos específicos. Após a sua análise concluiu-se que o EBC promoveu aprendizagem de conteúdos e despertou o interesse dos alunos para as causas e efeitos dos problemas ambientais.

Palavras-chave: solo, erosão, erosão do solo, cobertura vegetal, Ensino Baseado em Casos

Abstract

We are living in a time when the negative effects of environmental problems are more than ever felt, and it is urgent that the population and especially the young students are informed and sensitive to these problems. One of the teaching methodologies that can be used for this purpose is Case-Based Teaching (CBT) because, in addition to promoting a critical analysis of concrete and real situations, it becomes relevant when used in promoting learning and debate of phenomena that underlie environmental problems in the classroom context.

The scientific theme in the basis of the case studied was related to soil erosion and the role that vegetation cover plays in its protection against this phenomenon. Simultaneously, the soil was approached as a product resulting from the interaction between the different subsystems that compose the Terra system, the erosion of it as an integral part of the rock cycle, as well how the soil erosion can affect the ecosystems, biodiversity, Humanity and all the external dynamics of the planet Earth.

In order to assess whether the CBT promotes 11th grade students to learn content from the areas of biology and geology and raise awareness of the consequences of environmental problems such as soil erosion, it was applied an intervention program in a class consisting of 20 students, from a school in Porto, based on the teaching methodology mentioned. After the intervention program, data were collected through a focal interview survey of four focus groups.

The interviews were transcribed and, subsequently, the qualitative content analysis was performed according to specific indicators and codes. After its analysis it was concluded that the CBT promoted content learning and aroused students' interest in the causes and effects of environmental problems.

Keywords: soil, erosion, soil erosion, vegetal cover, Case-Based Teaching

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	III
<i>Abstract</i>	IV
Índice	V
Lista de figuras	VII
Lista de quadros	VIII
Lista de abreviaturas.....	VIII
Capítulo 1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização da investigação	1
1.2. Contextualização curricular	3
1.3. Problema e objetivos da investigação	3
1.4. Organização do Relatório de Estágio	4
Capítulo 2. Enquadramento teórico.....	6
2.1. Enquadramento científico	6
O sistema Terra: processos exógenos.....	6
O solo e a sua importância	6
O solo como resultado da interação entre os diferentes subsistemas terrestres	7
Erosão do solo: o processo erosivo e os seus agentes.....	8
A erosão do solo como um sério problema ambiental.....	9
A influência da cobertura vegetal no processo erosivo do solo	10
A “solução” que resultou num problema maior: o caso do “cedro salgado” introduzido no SW americano	11
2.2. Enquadramento educacional.....	12
Ensino Baseado em Casos.....	12
Capítulo 3. Metodologia de investigação.....	14
3.1. Classificação da investigação	14

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados	15
Guião de entrevista.....	15
Validade e fidelidade do instrumento da recolha de dados	17
3.3. Caracterização da amostra	17
Capítulo 4. Programa de Intervenção	18
4.1. Planificação e recursos educativos	18
4.2. Aplicação do Programa de Intervenção	19
Capítulo 5. Resultados e discussão	22
5.1. Resultado e discussão das entrevistas focais	22
Capítulo 6. Conclusões.....	27
6.1 Conclusões gerais	27
6.2 Limitações e sugestões para futuras investigações	28
6.3 Contributo do estudo para o desenvolvimento profissional.....	29
Referências bibliográficas.....	31
Anexos	37
Anexo 1. Planificação da aula de aplicação do PI.....	37
Anexo 2. Caso: O papel da cobertura vegetal na proteção do solo contra a erosão ...	39
Anexo 3. Imagens da situação global em relação à erosão hídrica e eólica do solo ...	46
Anexo 4. Apresentação PowerPoint.....	48
Anexo 5. Transcrição das respostas das entrevistas dos grupos focais.....	52

Lista de figuras

Figura 1 – “Cedro salgado” fonte: GBIF. Global Biodiversity Information Facility.

Disponível em: <https://www.gbif.org/search?q=Tamarix>

Figura 2 – Registo fotográfico do momento da aula análise e discussão do caso

Figura 3 – Execução da atividade de simulação da erosão hídrica do solo

Lista de quadros

Quadro 1 – Objetivos conceituais, educacionais e profissionais do Programa de Intervenção

Quadro 2 – Guião da entrevista focal e objetivos investigacionais

Quadro 3 – Categorias de análise das entrevistas focais e correspondência com as questões do guião de entrevista

Quadro 4 – Subcategorias e indicadores utilizados na análise de conteúdo das entrevistas.

Quadro 5 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Fenómeno de erosão”.

Quadro 6 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Fenómeno de erosão” (continuação).

Quadro 7 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Formação e composição do solo”.

Quadro 8 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Papel da vegetação na proteção do solo da erosão”.

Quadro 9 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Aplicabilidade dos conhecimentos das áreas da Biologia e Geologia”.

Quadro 10 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Metodologia EBC.

Lista de abreviaturas

AET – Aprendizagens Essenciais Transversais

APA – Associação Portuguesa do Ambiente

CO₂ – Dióxido de Carbono

CTS – Ciência Tecnologia e Sociedade

EBC – Ensino Baseado em Casos

E.U.A. – Estados Unidos da América

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations

IPP – Iniciação à Prática Profissional

MEC – Ministério da Educação e Ciência

PES – Prática de Ensino Supervisionada

PI – Programa de Intervenção

SW – Sudoeste

Capítulo 1. Introdução

O presente relatório de estágio foi elaborado no âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional (IPP), incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (PES), do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Este documento resulta da elaboração e aplicação de um Programa de Intervenção (PI) implementado numa turma do 11º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto.

1.1. Contextualização da investigação

A nível internacional, reconhece-se hoje que ensinar Ciências implica criar oportunidades para que os alunos se envolvam em atividades autênticas e baseadas na pesquisa, na resolução de problemas e no trabalho laboratorial, através de sequências de aprendizagem autorreguladas e promotoras da sua autonomia, nas quais possam reconstruir o seu conhecimento prévio e, também, desenvolver capacidades de comunicação e de argumentação discursiva com os pares (S-TEAM, 2010a,b; NCTL, 2011). A par disso, a investigação em Educação, tem vindo a investir na procura das melhores metodologias para o ensino (Gubert & Machado, 2009), uma vez que ao longo das últimas décadas, o ensino meramente transmissivo tem demonstrado ser pouco eficiente no processo de ensino e de aprendizagem.

No ensino transmissivo o professor assume um papel central e os alunos limitam-se a captar a informação produzida por outros, assumindo um papel passivo na sala de aula (Cosme & Trindade, 2009). De forma a contrariar essa tendência, o investimento na procura e na inclusão de práticas e metodologias educativas que visem o sucesso dos alunos, tem vindo a ser aprimorado e incentivado nos últimos anos. Uma metodologia que veio revolucionar significativamente o ensino aquando da sua introdução foi o Ensino Baseado em Casos (EBC), pois, tornou o papel do aluno na sala de aula muito mais ativo. Esta metodologia é baseada numa perspetiva socioconstrutivista, segundo a qual o professor é um mediador dos processos de ensino e de aprendizagem e os alunos trabalham em grupos e aprendem com os seus colegas (Vasconcelos & Faria, 2017). Em comparação com a metodologia tradicional, esta metodologia envolve o uso de diferentes materiais e coloca o aluno no papel central do processo de aprendizagem (Williams, 2005). É, portanto, uma metodologia de ensino que permite aos alunos aprender de forma ativa, desenvolver capacidades analíticas e

de tomada de decisão, a interiorização de conhecimentos, que aprendam a lidar com situações complexas e controversas da vida real, desenvolvam capacidades comunicacionais, e reforcem a sua autoconfiança trabalhando colaborativamente (Erskine, Leenders, Mauffette-Leenders & Louise, 1981). Espera-se que o aluno durante o seu percurso escolar desenvolva estas características e competências de modo a poder desempenhar um papel ativo na sociedade, participando na discussão dos mais variados assuntos onde se incluem os problemas ambientais como é o exemplo da erosão do solo que afeta todo o Planeta.

O solo constitui-se como um pilar da economia pelas inúmeras funções e serviços de elevada importância socioeconómica e ambiental que presta - é um recurso não renovável à escala humana, que tem vindo a ser sujeito a crescentes pressões e sobre-exploração, com a conseqüente degradação por via da contaminação, impermeabilização, a erosão (APA, 2019) entre outros. A erosão do solo, em concreto, trata-se de um problema ambiental com graves conseqüências quer ao nível do local onde ocorre quer fora do mesmo (Wauters et al., 2010) e, por esse facto, classificado como um grave problema ecológico e ambiental constituindo a principal causa de degradação do solo em todo o mundo (Hu et al., 2018) com efeitos negativos que no limite afetam o Homem.

Numa altura em que mais do que nunca se sentem e se debatem as problemáticas ambientais e os seus efeitos na vida do Homem e não só, a Biologia e a Geologia constituem-se áreas científicas cruciais para o exercício de uma cidadania responsável, face à necessidade de compreender problemas e tomar decisões fundamentadas sobre questões que afetam as sociedades e os subsistemas do planeta Terra. Aliado a isso, é importante o desenvolvimento das características e competências anteriormente enunciadas seja promovido para que os jovens estudantes sejam capazes de mobilizar e aplicar os conhecimentos adquiridos de forma mais eficaz e transversal ao longo da sua vida enquanto cidadãos do mundo.

Tal como defende Martins et al. (2017), pretende-se que o jovem, à saída da escolaridade obrigatória, seja um cidadão munido de múltiplas literacias que lhe permitam analisar e questionar criticamente a realidade, avaliar e selecionar a informação, formular hipóteses e tomar decisões fundamentadas no seu dia a dia, bem como, tenha desenvolvido entre outros valores a curiosidade, reflexão e inovação, o querer aprender mais, o pensamento reflexivo, crítico e criativo e que procure novas soluções e aplicações dos conhecimentos apreendidos. Por sua vez, o Ministério da Educação e Ciência (MEC) define para a disciplina de Biologia-Geologia as

aprendizagens essenciais transversais (AET) a alcançar pelo aluno, que incluem a capacidade de articulação de conhecimentos de diferentes disciplinas para aprofundar tópicos de biologia e de geologia, de pesquisar e sistematizar informações integrando saberes prévios para construir novos conhecimentos e, por último, de formular e comunicar opiniões críticas e cientificamente relacionadas com Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A metodologia EBC, dado as suas características, poderá ser útil para a aprendizagem de conteúdos, a par da reflexão e discussão de problemas ambientais.

1.2. Contextualização curricular

A temática científica deste PI encontra-se subentendida nos conteúdos programáticos do 10º e 11º anos de escolaridade da disciplina de Biologia-Geologia. Mais concretamente, na componente de Geologia do 10º ano de escolaridade respeitante aos subtemas 1. “A Terra e os seus subsistemas em interação”, 1.1 – “Subsistemas terrestres (geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera)” e 1.3 – “Interação de subsistemas”, pertencentes ao Módulo inicial – Tema I: “A Geologia, os geólogos e os seus métodos”, e na componente de Geologia do 11º ano de escolaridade referente ao Tema IV: “Geologia, problemas e materiais do quotidiano” e o subtema 2. “Processos e materiais geológicos”.

Embora a ênfase seja maior na componente de Geologia, devido em parte às características da IPP+PES e ao momento do ano letivo em que foi aplicado o PI, a componente de Biologia não deixa de estar presente, estando subentendida nos subtemas descritos anteriormente.

1.3. Problema e objetivos da investigação

A aplicação deste PI teve como principal propósito avaliar se o Ensino Baseado em Casos é uma metodologia de ensino capaz de promover junto de alunos de 11º ano de escolaridade a aprendizagem de conteúdos do Tema I: “A Geologia, os geólogos e os seus métodos” e, dentro deste, dos subtemas: 1. “A Terra e os seus subsistemas em interação”, 1.1 – “Subsistemas terrestres (geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera)” e 1.3 – “Interação de subsistemas” e do Tema IV: “Geologia, problemas e materiais do quotidiano” e o subtema 2. “Processos e materiais geológicos”, do programa da disciplina de Biologia-Geologia, e de os sensibilizar para a problemática da erosão dos solos e das consequências inerentes ao problema para a manutenção da biodiversidade e da sustentabilidade da vida na Terra. De modo a encontrar uma resposta ao problema enunciado, e orientar a aplicação deste PI, foram definidos objetivos concetuais, educacionais e profissionais, que se encontram no quadro 1.

Quadro 1 – Objetivos conceituais, educacionais e profissionais do Programa de Intervenção

Objetivos	
Conceituais	<ul style="list-style-type: none"> • Descrever a dinâmica externa do planeta Terra; • Identificar a erosão do solo como um processo natural que integra o ciclo das rochas; • Examinar a interação entre os diferentes subsistemas terrestres: Geosfera, Biosfera, Hidrosfera e Atmosfera; • Explicar o papel que a cobertura vegetal desempenha na prevenção da erosão do solo.
Educacionais	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a literacia científica através da metodologia de Ensino Baseado em Casos; • Fomentar o gosto e a curiosidade pelo estudo da Biologia e Geologia; • Desenvolver o espírito crítico, reflexivo, e a capacidade de decisão perante problemas de carácter ambiental; • Sensibilizar os alunos para os problemas ambientais que afetam a vida na Terra.
Profissionais	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver competências no âmbito da aplicação da metodologia Ensino Baseado em Casos; • Adquirir competências no âmbito da investigação educacional; • Desenvolver a atividade docente numa perspetiva ativa e reflexiva.

1.4. Organização do Relatório de Estágio

O presente documento encontra-se estruturado em seis capítulos, ao longo dos quais se apresentam a introdução, a justificação e propósito do estudo, a contextualização curricular, o enquadramento científico e educacional, a metodologia de investigação, os resultados, a discussão desses resultados e as conclusões da investigação. A estes capítulos somam-se as referências bibliográficas e os anexos.

O capítulo 1. Introdução, conta com uma breve apresentação da investigação onde se clarifica o propósito da mesma. Ainda dentro do referido capítulo encontra-se também a contextualização da investigação, a contextualização curricular, o problema de investigação selecionado e os objetivos conceituais, educacionais e profissionais que guiaram a sua execução. Por fim, o primeiro capítulo conta ainda com a descrição de cada um dos capítulos que integram o presente documento.

O capítulo 2. Enquadramento teórico, inclui o corpo teórico que está na base deste estudo, em resultado da pesquisa e análise de literatura científica subjacente ao tema escolhido e para a investigação realizada.

O capítulo 3. Metodologia de Investigação, conta com a definição do tipo de investigação realizada quanto ao método, a descrição da técnica para a recolha de dados e o instrumento utilizado para esse efeito, e ainda, com a caracterização da amostra participante nesta investigação.

O capítulo 4. Programa de intervenção, contém o planeamento, a construção dos recursos educativos empregues no decorrer da investigação e a descrição da aplicação do PI.

O capítulo 5. Resultados e discussão, expõe os dados obtidos aquando a transcrição das entrevistas realizadas em grupos focais e a sua análise segundo o método qualitativo.

Por último, o capítulo 6. Conclusões, reúne todas as conclusões decorrentes desta investigação, onde também se referem as limitações desta e sugerem-se eventuais linhas de investigação futuras. O referido capítulo conta ainda com os contributos que todo o trabalho investigativo proporcionou ao investigador em termos profissionais.

Capítulo 2. Enquadramento teórico

Para se fazer investigação é necessária a revisão a bibliográfica cuidada sobre as temáticas científicas que lhe estão subjacentes. Assim, neste capítulo é feito um enquadramento científico, onde se explora o corpo concetual que está na base deste PI, bem como, o enquadramento educacional, onde é definida a metodologia de Ensino Baseado em Casos (EBC).

2.1. Enquadramento científico

O sistema Terra: processos exógenos

O sistema Terra apresenta um conjunto quase infinito de subsistemas nos quais a matéria se recicla uma e outra vez, sendo alimentado pela energia proveniente de duas fontes principais. O Sol, alimenta os processos exógenos que têm lugar na atmosfera, hidrosfera e superfície do planeta. Por sua vez, o calor resultante da formação do planeta e o calor que está constantemente a ser gerado pela desintegração radioativa, alimenta os processos internos. A meteorização, os processos gravitacionais e a erosão denominam-se de processos exógenos, uma vez que, têm lugar à superfície ou próximo dela e, porque, são alimentados pela energia solar. Estes, são uma componente fundamental do ciclo das rochas porque são os responsáveis pela transformação da rocha sólida em sedimento.

Assim, em termos gerais a meteorização diz respeito à fragmentação física (desintegração) e à alteração química (decomposição) das rochas que estão à superfície terrestre ou próximo dela, os processos gravitacionais correspondem à transferência da rocha e do solo ao longo das vertentes por ação da gravidade. E, por último, a erosão pressupõe a eliminação física dos materiais por agentes dinâmicos como a água, o vento e o gelo (Tarbuck, Lutgens, Tasa, & Científicas, 2005).

O solo e a sua importância

Segundo a World reference base for soil resources (2015), entende-se por solo, qualquer material que até 2 metros da superfície da Terra esteja em contato com a atmosfera, excluindo os organismos vivos, as áreas com gelo contínuo não cobertas por outro material e os corpos de água abaixo dos 2 metros de profundidade. O solo é um dos biomateriais mais complexos da Terra (Young & Crawford, 2004) e um componente-chave do ecossistema terrestre que opera na interface da litosfera, biosfera, hidrosfera

e atmosfera (Szabolcs, 1994). Entre outras funções, o solo, desempenha um papel substancial na regulação do ciclo do carbono e de outros elementos e do clima da Terra (Walker, Hays, & Kasting, 1981; Broecker & Sanya, 1998), permite o crescimento da vegetação terrestre, a purificação e o armazenamento de água e, portanto, suporta, direta ou indiretamente, a maioria das formas de vida na superfície terrestre da Terra, incluindo a espécie humana (Santin & Doerr, 2016).

O tempo necessário para formar um solo totalmente desenvolvido pode variar entre séculos e milhões de anos e, por isso, o solo é considerado um dos recursos não renováveis mais valiosos do planeta Terra (Lal, 2015).

O solo como resultado da interação entre os diferentes subsistemas terrestres

Quando se considera a Terra como um sistema, o solo é, geralmente, referido como uma interface: um limite comum onde interagem partes diferentes desse mesmo sistema. Esta é uma designação apropriada porque o solo forma-se, resultando da interação entre a geosfera, a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera. É, portanto, um material que se desenvolve em resultado das interações ambientais complexas entre os diferentes componentes do sistema Terra. Trata-se de um produto importante do processo de meteorização das rochas e um recurso vital (Tarbuck, Lutgens, Tasa, & Científicas, 2005).

Sempre que a capa superficial das rochas expostas atinge um certo grau de meteorização, suscetível de permitir a ocupação vegetal e com ela todo um cortejo de seres vivos e de matéria orgânica, passa a ser considerada como solo. A composição do solo decorre dos processos que lhe deram origem. A rocha-mãe começa por se descomprimir com a aproximação da superfície e, eventualmente, a sofrer alguma meteorização física (desagregação), abrindo-se à penetração da água e dos gases atmosféricos que promovem a sua meteorização química mais ou menos pronunciada. Como resultado, a rocha transforma-se num material terrígeno incoerente ou desgregado, representado por detritos líticos e minerais a que, via de regra, se segue a instalação de microrganismos e de plantas. O solo é assim, considerado um sistema anisotrópico, no qual coexistem as três fases da matéria: sólida representada por minerais e restos orgânicos; líquida essencialmente formada pela água que nele se infiltra ou ali se produz; e gasosa em grande parte representada pelo ar que nele penetra e por outros gases ali libertados na sequência da atividade bioquímica que lhe é própria (De Carvalho, 2003). Na maior parte dos casos, o solo, é constituído principalmente por

matéria mineral sólida, à qual, até profundidade variável, está associada matéria orgânica. Pode, porém, ser quase desprovido de matéria orgânica ou, ao contrário, ser formado principalmente por esta, com muito pouca matéria mineral (Botelho da Costa, 1995).

O solo é dinâmico e sensível, o que leva a que, quando se verificam mudanças ambientais ao nível do clima, cobertura vegetal ou a atividade animal este responda. Qualquer uma destas mudanças produz uma alteração das características do solo até ser alcançado um novo equilíbrio (Tarbuck, Lutgens, Tasa, & Científicas, 2005).

Erosão do solo: o processo erosivo e os seus agentes

Na porção superficial da crosta terrestre, verificam-se constantemente ações erosivas, isto é, de desgaste e remoção de materiais (Botelho da Costa, 1995). A erosão é um processo natural, que integra o ciclo das rochas e constitui o destino final de praticamente todos os solos. No passado, a erosão ocorria a velocidades muito mais lentas que as atuais, porque grande parte da superfície terrestre estava coberta e protegida por árvores, arbustos, ervas e outros tipos de vegetação (Tarbuck, Lutgens, Tasa, & Científicas, 2005). A taxa atual de erosão do solo é muito superior à do passado geológico devido, além da diminuição da cobertura vegetal, ao aumento da população, a políticas agrícolas mal projetadas, ou por condições climáticas desfavoráveis (He, Zhou, Zhang & Tang, 2006).

As atividades humanas, como a agricultura, a desflorestação e a construção, que eliminam e ou alteram a vegetação natural, intensificam em grande medida a erosão do solo. Sem o efeito estabilizador das plantas, o solo, vê-se mais facilmente varrido pelo vento e ou transportado pelas encostas por ação das águas superficiais. A velocidade normal de erosão do solo varia de acordo com o local, depende das características do próprio solo e de fatores como o clima, a inclinação do terreno e o tipo de vegetação (Tarbuck, Lutgens, Tasa, & Científicas, 2005). Também o fogo pode influenciar as propriedades do solo, diretamente, por meio de processos de aquecimento e combustão e indiretamente por meio de alterações na cobertura vegetal e redistribuição aprimorada do solo através da erosão acelerada pós-incêndio (Shakesby & Doerr, 2006; Moody, Shakesby, Robichaud, Cannon, & Martin, 2013).

Em muitas regiões a velocidade de erosão do solo é significativamente maior do que a da sua formação, o que significa, que nessas regiões um recurso renovável converteu-se num recurso não renovável (Tarbuck, Lutgens, Tasa, & Científicas, 2005).

A erosão do solo, em geral, pode ser definida como um processo trifásico que consiste: (1) no desprendimento de partículas individuais do solo da massa da total; (2) no transporte dessas partículas por um agente erosivo; e, finalmente, (3) na sua deposição quando o agente erosivo não possui energia suficiente para transporte adicional (Morgan, 2005).

O vento, exerce importantes ações mecânicas bem expressas nos processos de erosão, de transporte e de sedimentação que lhes são próprios. No que se refere aos solos, o vento tanto pode ter ação benéfica como prejudicial, isto, na ótica do interesse dos humanos. Em certas condições contribui para a formação de determinados tipos de solo, resultantes da acumulação de materiais por ele transportados em suspensão. Nas regiões de deficiente ou quase nula pluviosidade, a vegetação, é rara ou praticamente inexistente, assim a superfície do terreno, frequentemente desagregado e sem coerência por falta de humidade, está completamente à mercê do vento. É o que acontece, não só, nas regiões desérticas quentes ou tórridas onde a erosão eólica tem proporções grandiosas, mas também nas zonas desérticas frias (De Carvalho, 2003). De um modo geral, os solos de textura grosseira são mais suscetíveis à erosão eólica, do que, os solos de textura fina. Este tipo de erosão é quase sempre causado por uma diminuição da cobertura vegetal do solo. Em climas semi-áridos, a erosão eólica natural é, muitas vezes, difícil de distinguir da erosão eólica induzida pelo Homem, no entanto, a erosão eólica natural é frequentemente agravada pelas atividades humanas (Honarbakhsh & Hayavi, 2018; Jomaa et al., 2010; Morgan, 2005).

Por outro lado, no impacte com a superfície, a chuva pode exercer erosão apreciável se as rochas estiverem suficientemente desagregadas e se a vegetação não cobrir a superfície do terreno (De Carvalho, 2003). De cada vez que chove, as gotas da chuva golpeiam o solo com uma força surpreendente. Cada gota atua como uma pequena bomba fazendo com que as partículas móveis do solo se soltem da massa do solo, depois a água que flui arrasta e transporta consigo essas partículas soltas (Tarbuck, Lutgens, Tasa, & Científicas, 2005).

A erosão do solo como um sério problema ambiental

O solo constitui-se como um pilar da economia pelas inúmeras funções e serviços de elevada importância socioeconómica e ambiental que presta - é um recurso não renovável à escala humana, que tem vindo a ser sujeito a crescentes pressões e sobre-exploração, com a sua consequente degradação por via da contaminação, impermeabilização ou mesmo erosão (APA, 2019).

Nas condições naturais, a erosão é um processo normal, mas por via de regra, gradual e lento. Frequentemente o conjunto “solo natural-vegetação natural” tende para uma condição de relativa estabilidade, em que o desenvolvimento do solo em profundidade compensa a destruição causada pela erosão natural. A intervenção do Homem através da utilização do solo, provoca muitas vezes uma aceleração dos fenómenos erosivos (Botelho da Costa, 1995).

A erosão do solo é um problema com graves consequências quer ao nível do local onde ocorre quer fora do mesmo (Wauters et al., 2010). Este fenómeno, trata-se, portanto, de um grave problema ecológico e ambiental constituindo a principal causa de degradação do solo em todo o mundo (Hu et al., 2018). Como foi dito, a erosão do solo tem múltiplas consequências locais e externas como, por exemplo a diminuição da produtividade das culturas, aumento da concentração de CO₂ atmosférico, diminuição da qualidade da água entre outras (Chomitz and Kumari, 1998; Lal, 2003; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Morgan, 2005; Locatelli, Imbach, Vignola, Metzger & Hidalgo, 2011). Deste modo, é frequentemente necessário recorrer a medidas adequadas para combater tal fenómeno e assegurar a conservação do solo. (Botelho da Costa, 1995).

A influência da cobertura vegetal no processo erosivo do solo

A gestão do solo e da vegetação é reconhecida desde há muito tempo como a maneira mais eficaz de influenciar a extensão da perda de solo e, portanto, de controlar da erosão do solo (Goujon, 1968). Deste modo, além do papel importante que as plantas, desempenham no processo de formação do solo, a cobertura vegetal protege o solo contra a erosão. (Brevik et. al, 2015).

O controlo efetivo da erosão do solo pela água, consiste em minimizar o impacto das gotas de chuva e a velocidade da água corrente na superfície do solo. Essa tarefa inclui melhorar a capacidade de infiltração e o armazenamento da superfície, melhorando a estrutura do solo, protegendo o solo superficial com uma cobertura vegetal para evitar que a chuva atinja a superfície nua. Por outro e seguindo a mesma lógica, o controlo da erosão eólica pode ser alcançado por meio de cinturões de proteção, que consistem em fileiras paralelas de árvores ou arbustos plantados numa direção perpendicular à direção predominante do vento (Hillel, 2007).

A “solução” que resultou num problema maior: o caso do “cedro salgado” introduzido no SW americano

O “cedro salgado” (figura 1), nome comum para as espécies do género *Tamarix* (Robinson, 1965), foi introduzido nos finais de 1800 nos E.U.A. para controlar a erosão dos solos e como planta ornamental (Friedman et al., 2005). A elevada tolerância à seca e ao sal, capacidade de dispersão (elevada produção de sementes), sistema radicular profundo e a não serem tão apetecíveis para o gado permite às plantas do género *Tamarix* ocupar locais que já não têm a capacidade de sustentar as plantas que são nativas dos mesmos (*Populus fremontii* e *Salix gooddingii*)



Figura 1 – “Cedro salgado”

fonte: GBIF. Global Biodiversity Information Facility.
Disponível em: <https://www.gbif.org/search?q=Tamarix>

A grande abundância do *Tamarix* ao longo dos cursos de água naturalmente intermitentes das regiões áridas e semiáridas do Sudoeste americano reflete a adaptação intrínseca do mesmo para as condições de secura destas regiões (Stromberg et al., 2007).

Embora já estejam a ser realizadas ações para erradicar esta planta invasora, recorrendo ao uso de herbicidas sobre a forma de aerossóis, fogo, arranque da planta e recurso a insetos como biocontrolo, a remoção do *Tamarix* pode não ser suficiente para recuperar a vegetação nativa e restaurar as características naturais dos ecossistemas ripários. A remoção do *Tamarix* pode levar a que outras espécies não nativas, nomeadamente *Elaeagnus angustifolia*, *Acroptilon repens* e *Lepidium latifolium*, possam propagar-se e aumentar a sua distribuição. Além disso, existe outro condicionante ainda maior associado à remoção desta planta. Verifica-se atualmente que esta serve de habitat para uma subespécie de aves que está ameaçada, *Empidonax traillii extimus* (cata-moscas do salgueiro), o que leva a que a remoção indiscriminada do *Tamarix* possa ter efeitos negativos nas populações de aves que restam caso o seu habitat nativo não tenha capacidade para as suportar (Stromberg et al., 2007).

2.2. Enquadramento educacional

Ensino Baseado em Casos

O Ensino Baseado em Casos (EBC) é uma metodologia de ensino que permite aos alunos envolverem-se na exploração de um caso. Não é por acaso que esta metodologia tem uma longa história em cursos de medicina, economia e direito que remonta aos inícios do século XIX. Na Universidade de Harvard, uma das pioneiras nesta abordagem de ensino, o recurso a casos ajudava a preparar futuros médicos, advogados, professores e gestores a conseguir responder a problemas atuais que poderiam encontrar nas suas vidas profissionais (Guess, 2014). É uma metodologia que se enquadra na perspetiva sócioconstrutivista da aprendizagem, em que o professor é mediador e os alunos trabalham em grupos e aprendem com os seus colegas (Vasconcelos & Faria, 2017).

Destinada a promover a aprendizagem para competências, o EBC associado a estratégias envolvidas na resolução de casos, instiga os alunos a desenvolver novos conhecimentos, a refletir sobre o conhecimento familiar anterior e a reconstruir as suas conceções prévias numa nova perspetiva (Vasconcelos, Faria, Vasconcelos, Sousa & Pereira, 2017). Muitas vezes, é confundida com a metodologia de Ensino Baseado em Problemas, com a qual partilha algumas semelhanças. Nomeadamente, o facto de ambas as metodologias possuírem elevado potencial educativo no desenvolvimento do raciocínio científico e promoverem o trabalho colaborativo entre os estudantes (Vasconcelos & Faria, 2017). A principal diferença entre as duas, é que o Ensino Baseado em Problemas não requer conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto em estudo, enquanto que o EBC implica que os estudantes tenham algum conhecimento prévio sobre o que irá ser estudado (Williams, 2005; Vasconcelos & Faria, 2017). Assim, o EBC baseia-se na ideia de que o novo conhecimento é construído com base no conhecimento prévio, adicionando-lhe experiência (Harrington & Garrison, 1992; Vasconcelos & Faria, 2017).

A maioria dos casos usados para trabalhar com os alunos são baseados em casos reais (atuais ou históricos), pois além de despertarem maior interesse e importância, os alunos tendem a envolver-se muito mais no caso, facilitando o processo de aprendizagem (Vasconcelos, Faria & Cardoso, 2017, citado em Iwińska et al, 2017). Os casos devem fornecer informações claras, de modo a que, a partir destas, os alunos consigam construir significados e conceitos (Morrison, 2001). Além disso, estes devem contar uma história, envolvendo problemas ou conflitos que precisem ser discutidos e

resolvidos, embora nem sempre exista uma solução óbvia ou concreta para estes. Antes de aplicar o caso, deve garantir-se que os alunos têm conhecimento prévio sobre o mesmo. Depois de o caso ser fornecido aos alunos, estes trabalharão sobre ele, procurando discutir os problemas e desafios em questão. Aqui, o professor deve delinear algumas estratégias para envolver os alunos no caso como, por exemplo, levantar questões adequadas para os estudantes considerarem, alocação de tempo para discussão grupal, de modo a que os alunos sejam expostos a vários pontos de vista, entre outros (McNaughta, Lau, Lam, Hu & Au, 2005). Deste modo, à luz do socio-construtivismo, cabe ao professor um papel de mediador, isto é, trabalhar com os seus alunos os assuntos de uma forma interativa e promover o pensamento crítico num ambiente de aprendizagem coletiva e não num ambiente individualista e expositivo (Shabani, 2016). No entanto, o professor deve ter cuidado para não se desviar do propósito desse caso (Cam & Geban, 2017) e deve confrontar os alunos com questões orientadoras (Jarz, Kainz & Walpoth, 1997; Merseth, 1991) para uma compreensão eficaz quer do caso, quer dos conceitos importantes intrínsecos a esse.

A metodologia EBC, é segundo vários autores, uma metodologia bastante rica e vantajosa para ser usada no processo de ensino/aprendizagem. Segundo Morrison (2001), esta metodologia em contexto de sala de aula, ajuda os alunos a desenvolverem habilidades de resolução de problemas e de trabalho colaborativo, que são ferramentas essenciais para as suas vidas profissionais futuras. Richardson (2000) defende que os assuntos tratados nos casos são mais facilmente lembrados, dotando os alunos com âncoras mentais para os fatos, conceitos e princípios a serem estudados e assimilados. Além disso, segundo Harrington et al. (1996), não são apenas os alunos que beneficiam com esta metodologia, mas também os professores que a aplicam, pois têm a oportunidade de refletir sobre o processo de aprendizagem enquanto escrevem e apresentam os casos. Por outro lado, há quem aponte algumas desvantagens (que, por vezes, se refletem em erros comuns) da aplicação do EBC, nomeadamente: o uso de casos muito complexos (que acabam por desmotivar os alunos), inconformidade entre os casos e o propósito da sua abordagem (não remetem para o objetivo inicial do professor), o facto de exigir muito tempo de preparação do professor (e muitos não o fazem por este motivo) e o uso recorrente desta metodologia poder desencadear algum desinteresse por parte dos alunos (Andersen & Schiano, 2014; Jarz, Kainz & Walpoth, 1997; Merseth, 1991).

Capítulo 3. Metodologia de investigação

As descobertas da investigação educacional contribuem significativamente para a teoria e para a prática educacional (Gay, Mills & Airasian, 2012). Segundo Alarcão (2001) cada professor é um investigador, na medida em que pode exercer a docência integrada numa atividade investigativa, ou então, numa fase de formação inicial de professores em que há uma fase exploratória de experiência-investigação e que deve ser aproveitada. A investigação educacional contribui significativamente para a teoria e para a prática educacional havendo uma procura constante de novas técnicas, novas metodologias e novos conhecimentos que facilitem a aprendizagem dos alunos e que contribuam para uma qualidade de ensino cada vez mais de mérito.

3.1. Classificação da investigação

As investigações educacionais podem ser categorizadas quanto ao seu método. A classificação quanto ao método tem em conta as estratégias utilizadas na recolha e análise de dados, e divide genericamente as investigações em dois grandes grupos: o qualitativo e o quantitativo (Gay, Mills & Airasian, 2012).

Uma investigação é classificada como quantitativa – quando aplicada para descrever condições atuais e estabelecer relações de fenómeno causa-efeito – ou como qualitativa se aplicada para atingir uma compreensão mais profunda de como as coisas funcionam ou para tentar encontrar uma explicação para o porquê de serem assim e observar como os participantes no contexto real atuam (Gay, Mills & Airasian, 2011).

A investigação realizada seguiu a metodologia qualitativa, uma vez que se analisaram as respostas resultantes de entrevistas realizadas em grupos focais, de forma não numérica, no seu ambiente natural (Gay, Mills & Airasian, 2011). As investigações qualitativas permitem descrever um fenómeno em profundidade através da apreensão de significados e dos estados subjetivos dos sujeitos, pois neste tipo de investigações, há sempre uma tentativa de capturar e compreender, com pormenor, as perspetivas e os pontos de vista dos indivíduos sobre um determinado assunto (Bogdan & Biklen, 1994). Este é, portanto, um método adequado ao contexto de sala de aula e remete para o propósito desta investigação e para uma resposta mais completa ao problema.

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Guião de entrevista

A entrevista caracteriza-se como um instrumento de recolha de dados através de conversas orais que podem ser individuais ou em grupo (Ketele & Roegiers, 1993), permitindo, estabelecer uma conversa com um ou mais sujeitos que, no seu decorrer, vão fornecendo ao entrevistador as informações que este pretende recolher (Sousa, 2009). As entrevistas classificam-se, segundo Gay, Mills & Airasian (2012), em duas grandes categorias: estruturadas e não estruturadas. Neste estudo, foi selecionada a entrevista estruturada, uma vez que foi elaborado um guião de entrevista, com um conjunto específico de questões a ser aplicadas aos inquiridos, de forma a facilitar a condução da mesma (Gay, Mills & Airasian, 2012). Ainda, de entre os diferentes tipos de entrevista, salienta-se a entrevista focal nos casos em que esta é composta predominantemente por perguntas abertas sobre uma determinada situação ou temas específicos relevantes para os sujeitos de pesquisa e para o pesquisador (Silvestre & Araújo, 2012).

As entrevistas foram realizadas em quatro grupos focais, em que cada um era constituído por cinco alunos. Neste tipo de entrevistas, o investigador procura compreender o entendimento mútuo dos vários indivíduos, bem como as suas visões pessoais. Os grupos focais são especialmente vantajosos quando a interação entre os inquiridos leva a um entendimento compartilhado das perguntas colocadas pelo investigador (Gay, Mills & Airasian, 2012). Durante a condução de uma entrevista deste tipo, deve ter-se particular cuidado na gestão da mesma, de modo a haver uma participação coletiva e equitativa dos membros que a compõem, ao invés do domínio de um ou dois participantes (Gay, Mills & Airasian, 2012). Os grupos foram definidos pelo investigador de forma a garantir a homogeneidade intergrupala e a heterogeneidade intragrupal.

Tendo em conta que a realização das entrevistas foi posterior à aplicação do PI, o inquérito por entrevista assume-se como uma estratégia para averiguar se os discentes alcançaram os objetivos inicialmente propostos para o mesmo. Desta forma, as questões das entrevistas encontram-se agrupadas em duas classes: questões científicas e questões relacionadas com a visão dos discentes acerca da metodologia de ensino. As questões principais e respetivos objetivos, incluídas no guião de entrevista, encontram-se listadas no quadro 2.

Quadro 2 - Guião da entrevista da entrevista focal e objetivos investigacionais

	Questão principal	Objetivo investigacional
Questões científicas	Q1: O que é a erosão?	Verificar se os alunos são capazes de definir o processo de erosão no sentido lato
	Q2: Quais são as regiões do globo que se encontram mais afetadas pela erosão hídrica e eólica dos solos?	Averiguar se os alunos identificam as regiões do planeta mais afetadas pela erosão
	Q3: É capaz de indicar duas razões para esse facto? Quais?	Perceber se os alunos indicam as causas da erosão eólica e hídrica dos solos nas diferentes regiões do planeta
	Q4: Quais são as principais consequências da erosão do solo?	Avaliar se os alunos reconhecem as principais consequências da erosão do solo do ponto de vista ambiental
	Q5: Quais são os processos que são comuns à sedimentogénese e à formação dos solos?	Perceber se os alunos associam e identificam os processos que ocorrem durante a sedimentogénese e que contribuem para a formação dos solos
	Q6: Em que medida a meteorização de rochas pré-existentes contribui para a composição dos solos?	Averiguar se os alunos identificam o contributo do processo de caulização para a composição mineral do solo
	Q7: Como se caracteriza o processo erosivo dos solos? (Compare-o com o processo erosivo das rochas)	Verificar se os alunos identificam as diferentes etapas do processo erosivo
	Q8: De que modo a vegetação pode contribuir para a proteção do solo contra a erosão hídrica e da erosão eólica?	Avaliar se os alunos compreendem o papel desempenhado pela cobertura vegetal na proteção do solo contra a erosão
	Q9: De que modo as características (aspeto) do “cedro salgado” contribuem para o controlo da erosão tendo em conta as características ambientais do SW americano?	Avaliar se os alunos relacionam as características morfológicas das plantas para com a sua capacidade de proteger o solo contra a erosão
	Q10: Em que medida o conhecimento das áreas da Biologia e da Geologia podem contribuir para minimizar problemas ambientais como aquele que é descrito?	Averiguar a capacidade dos alunos reconhecerem a importância e contributo do conhecimento das áreas da Biologia e da Geologia para a atenuação dos efeitos dos problemas ambientais

	Q11: Em que medida o conhecimento das áreas da Biologia e da Geologia podem contribuir para evitar as invasões biológicas?	Avaliar se os alunos identificam os contributos dos conhecimentos em Biologia e Geologia para o controlo e irradicação das invasões biológicas
Questões sobre a metodologia EBC	Q12: Gostavas de aprender outros conteúdos através da metodologia EBC?	Entender se os alunos consideram a utilização desta metodologia vantajosa na compreensão e aprendizagem de conteúdos da disciplina de Biologia-Geologia

Validade e fidelidade do instrumento da recolha de dados

Os instrumentos utilizados para a recolha dos dados da investigação terão de ser fiáveis, de forma a que os resultados obtidos a partir dos mesmos sejam válidos (Coutinho, 2015). Deste modo, a validade e a fiabilidade (ou fidelidade) são as duas características que os instrumentos de recolha de dados devem ter para garantir a qualidade informativa dos dados (Eisman, 1998, citado por Coutinho, 2015).

Foi garantida a validade e fidelidade do estudo através de uma correta construção do instrumento de recolha de dados e uma adequada análise de conteúdo. O instrumento de recolha utilizado nesta investigação foi analisado pelos orientadores científicos da IPP+PES de forma a certificar a sua validade e fidelidade.

3.3. Caracterização da amostra

Para levar a cabo a investigação, recorreu-se a uma turma do 11º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto, composta por 20 alunos (n=20) com idades compreendidas entre os 15 e os 17 anos (média= 15,45 anos). Dos 20 elementos, 12 elementos têm 15 anos, 7 elementos têm 16 anos, e 1 elemento tem 17 anos. Em relação ao sexo dos participantes, havia 12 participantes do sexo feminino (n=12; 60%) e 8 participantes do sexo masculino (n=8; 40%). Todos os estudantes eram de nacionalidade portuguesa e residentes no distrito do Porto.

A amostra usada, é considerada uma amostra de conveniência, isto é, um tipo de amostra não probabilística (não representativa) que é constituída por indivíduos de fácil acesso, disponíveis em determinado local e momento e que vão sendo adicionados à amostra consoante o número pretendido pelo investigador (Hill & Hill, 2009). Nesse

sentido, por uma questão de conveniência, foi usado um grupo intacto, previamente constituído, de indivíduos que se encontravam disponíveis e ao alcance do investigador. A amostragem teve em conta os princípios do método não probabilístico, uma vez que a seleção dos elementos da amostra não foi feita de forma aleatória. Deste modo, como se trata de uma amostragem não probabilística, não representativa da população, os resultados obtidos não serão passíveis de incorrerem em generalizações, podendo, no entanto, revelar-se bons indicadores para estudos posteriores (Schutt, 1999; Cohen, Manion & Morrison, 2013). No caso em específico tratou-se de uma turma a cargo do núcleo de estágio onde decorreu a IPP e a PES.

Capítulo 4. Programa de Intervenção

Foi elaborado e conduzido um PI com base no enquadramento teórico e metodológico apresentado anteriormente com o objetivo de encontrar resposta para o problema e alcançar os objetivos de investigação enunciados também anteriormente. Numa primeira fase, procedeu-se à elaboração da planificação e dos recursos educativos para a aplicação do PI. Posteriormente, este foi aplicado durante duas aulas de 50 minutos de Biologia-Geologia perfazendo um total de 100 minutos.

4.1. Planificação e recursos educativos

Quando o professor planeia a sua atuação na sala de aula, adota uma postura de abertura a averiguações, à curiosidade, às perguntas dos alunos e às inibições destes. O professor trata-se de um ser crítico e inquiridor, inquieto face à tarefa de ensinar e não de transferir conhecimentos (Freire, 2008).

De forma a cumprir a planificação da aula de aplicação do PI (Anexo 1) e a alcançar os diferentes objetivos propostos para a mesma, foi necessária a elaboração de recursos educativos para auxiliar nesse sentido. Assim, foi construído um caso apoiado no exemplo real da planta “cedro salgado” introduzida no SW americano para o controlo e a minimização dos efeitos da erosão naquele local (Anexo 2). De introdução ao estudo do caso foram utilizadas duas imagens (Anexo 3) retiradas do Portal dos Solos da FAO (disponível em: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/global-soil-health-indicators-and-assessment/soil-health-physical/en/>). Para auxiliar na exploração e discussão do caso, foi também construída uma breve

apresentação em PowerPoint (Anexo 4) de forma a sistematizar e organizar as principais informações a reter do caso.

A metodologia EBC sugere várias estratégias para avaliar a percepção dos alunos face a casos ou temas desenvolvidos em sala de aula, nomeadamente, atividades de modelação, saídas de campo, jogos didáticos, debates e roleplays, trabalho laboratorial e simulações (Vasconcelos et al., 2017). Segundo Lima, Júnior & Braga (1999), a experimentação inter-relaciona o aprendiz e os objetos do seu conhecimento, a teoria e a prática, unindo a interpretação do sujeito aos fenômenos e processos naturais observados. Com esse intuito, foi pensada uma atividade para simular e demonstrar o efeito protetor da vegetação num solo sujeito a erosão hídrica, como complemento ao caso estudado.

4.2. Aplicação do Programa de Intervenção

As duas aulas destinadas à execução deste PI decorreram em meados de maio de 2019, no tempo letivo da disciplina de Biologia-Geologia numa turma de 11º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto, conforme a planificação de aula (Anexo 1) elaborada pelo investigador. A disposição das mesas da sala de aula foi alterada para que se pudessem formar pequenos grupos, de modo, a favorecer a comunicação e a troca de ideias entre os elementos durante a exploração do caso. A primeira aula dividiu-se em dois momentos principais. Num primeiro momento, com o auxílio de uma apresentação em PowerPoint, foi feita uma abordagem teórica subjacente ao tema destacando os conteúdos principais e necessários à aula. Este momento contou também com a análise e discussão de duas figuras referentes à situação e ao grau de vulnerabilidade das várias regiões do globo no que respeita a erosão eólica e a erosão hídrica dos solos, que serviram de mote ao estudo, análise e discussão do caso real da planta *Tamarix* introduzida no sudoeste americano para o controlo da erosão eólica do solo (figura 2).



Figura 2 – Registo fotográfico do momento da aula análise e discussão do caso

O segundo momento da aula destinou-se à execução de uma atividade experimental (figura 3) com o intuito de melhor perceber o papel que a cobertura vegetal desempenha na proteção do solo contra a erosão.

A atividade experimental necessitou de um suporte em madeira e de três amostras de solo com cobertura vegetal, sem qualquer tipo de cobertura e coberto com manta morta, respetivamente, colocadas em recipientes idênticos. Os recipientes foram feitos a partir de garrafas de plástico recortadas. Nas rolhas das garrafas foram feitos pequenos orifícios para permitir a passagem das águas de escorrência. As amostras de solo utilizadas foram recolhidas num jardim de forma a manter as características do solo nas três situações descritas.

As amostras foram dispostas lado a lado no suporte de madeira ficando com uma inclinação de 45°. Neste contexto a inclinação serviu apenas para favorecer a escorrência da água que foi vertida nas amostras e auxiliar na simulação da ação erosiva das águas superficiais.

No seguimento da atividade experimental foram vertidos 200 mililitros de água em cada uma das amostras. Na base do suporte foram colocados 3 recipientes para recolher a água de escorrência. A água recolhida apresentava diferenças entre si, ao nível da cor e da quantidade de partículas de solo arrastadas. A água recolhida da amostra de solo sem nenhuma cobertura em comparação à água recolhida das outras duas amostras, apresentava-se escura e com uma grande quantidade de partículas de solo. A água recolhida da amostra com cobertura vegetal apresentava-se límpida, demonstrando que a cobertura vegetal protege o solo contra a erosão.



Figura 3 – Execução da atividade de simulação da erosão hídrica do solo

Os alunos da turma foram convidados a registar no caderno diário as principais transformações observadas entre o início e o final da atividade. Nomeadamente as diferenças entre as amostras e quantidade e características da água que escoou de cada uma delas. Por último, com base nos resultados observados concluir de que modo a presença de cobertura vegetal do solo influencia a taxa de erosão do solo, em específico a erosão hídrica.

As entrevistas em grupos focais foram realizadas na semana seguinte, na aula de Biologia-Geologia numa sala de aula. O facto de as entrevistas decorrerem num ambiente familiar aos alunos e serem conduzidas por uma pessoa que estes conhecem, permitiu que estes respondessem com naturalidade e descontraidamente. As entrevistas decorreram segundo as questões presentes no guião de entrevista. O investigador apenas colocou as questões e assumiu o papel de moderador, dando ênfase à interação e debate de ideias no seio do grupo. Sempre que se justificou, foram colocadas questões intercalares para incentivar ao debate e a obter respostas mais completas.

Capítulo 5. Resultados e discussão

Neste capítulo apresentam-se os dados obtidos da análise do conteúdo das entrevistas em grupos focais e a discussão dos resultados obtidos, tendo por base os objetivos, a contextualização e problema desta investigação.

5.1. Resultado e discussão das entrevistas focais

Para tornar a análise de conteúdo dos resultados obtidos nas entrevistas focais mais sistemática e facilmente interpretável, as questões foram enquadradas em cinco categorias principais, como se pode ver pelo quadro 3.

Quadro 3 – Categorias de análise das entrevistas focais e correspondência com as questões do guião de entrevista.

Categoria	Questão
Fenómeno de erosão	Q1, Q2, Q3, Q4 e Q7
Formação e composição do solo	Q5 e Q6
Papel da vegetação na proteção do solo da erosão	Q8 e Q9
Aplicabilidade dos conhecimentos das áreas da Biologia e Geologia	Q10 e Q11
Metodologia EBC	Q12

As categorias estabelecidas encontram-se divididas em subcategorias e apresentam um código específico (exemplo: o código A corresponde a subcategoria “Processo de erosão”). A cada subcategoria correspondem ainda indicadores específicos (exemplo: a subcategoria A inclui os indicadores A1, A2 e A3), tal como se apresenta no quadro 4.

Quadro 4 – Subcategorias e indicadores utilizados na análise de conteúdo das entrevistas.

Subcategorias	Indicadores
A: Processo de erosão	<p>A1: Identifica a erosão como sendo o processo de remoção dos materiais resultantes da meteorização das rochas por ação de agentes erosivos</p> <p>A2: Identifica a erosão como sendo o processo de remoção dos materiais resultantes da meteorização</p> <p>A3: Identifica a erosão como sendo o processo que integra o ciclo das rochas</p>
B: Erosão do solo a nível mundial	<p>B1: Menciona especificamente todas as regiões gravemente afetadas pela erosão hídrica e erosão eólica dos solos</p>

	<p>B2: Não menciona todas as regiões gravemente afetadas pela erosão hídrica e erosão eólica dos solos</p> <p>B3: Não menciona nenhuma região em específico</p>
C: Causas para a erosão do solo	<p>C1: Menciona pelo menos duas causas para a erosão (clima, ausência de vegetação, características dos materiais geológicos...)</p> <p>C2: Não menciona nenhuma causa</p>
D: Consequências da erosão do solo	<p>D1: Refere mais do que uma consequência (perda de biodiversidade, perda de habitat/alteração dos ecossistemas, diminuição da qualidade da água...)</p> <p>D2: Não refere nenhuma consequência</p>
E: Formação do solo e sedimentogénese	<p>E1: Menciona meteorização química/caulinização</p> <p>E2: Menciona que a caulinização origina minerais de argila</p> <p>E3: Menciona meteorização, erosão, transporte e deposição</p>
F: Etapas do processo de erosão dos solos	<p>F1: Enuncia todas as etapas do processo</p> <p>F2: Menciona que o processo é semelhante à erosão das rochas</p>
G: Contributo da vegetação para a proteção do solo contra a erosão	<p>G1: Menciona pelo menos um contributo da vegetação para a proteção do solo contra a erosão (barreira natural, amortece a força do impacto das gotas da chuva...)</p> <p>G2: Não menciona nenhum contributo da vegetação para a proteção do solo contra a erosão</p>
H: A Biologia e a Geologia na minimização dos efeitos dos problemas ambientais	<p>H1: Indica um ou mais contributos das áreas de Biologia e de Geologia na resolução de problemas ambientais</p> <p>H2: Não indica um ou mais contributos das áreas de Biologia e de Geologia na resolução de problemas ambientais</p>
I: Utilização da Metodologia EBC	<p>I1: Gostaria de aprender outros conteúdos com a metodologia EBC</p> <p>I2: Não mostra interesse em relação à metodologia EBC</p>

A transcrição das entrevistas foi alvo de uma análise previa com o objetivo de eliminar informação irrelevante para a investigação (Anexo 5). No seguimento, procedeu-se a codificação das respostas através do sistema de códigos apresentado e contabilizada a frequência de cada código. Na contagem das frequências de cada código, a unidade de análise do grupo focal é o próprio grupo e não a resposta individual de cada entrevistado (Gondim, 2003; Krueger & Casey, 2014).

Em relação à categoria “Fenómeno de erosão”, as frequências dos códigos obtidas nas respostas (quadros 5 e 6) revelaram que os alunos apresentam conhecimentos bastante satisfatórios em todas as questões avaliadas. Todos os grupos focais foram capazes de definir o fenómeno de erosão no sentido lato, com a exceção de um dos grupos que se refere a este fenómeno como sendo um “*Processo natural que faz parte do ciclo das rochas provocado pela água e o vento*” (aluno III.2). O que é dito não está errado, mas poderia servir igualmente para se referir aos fenómenos de meteorização e de transporte de sedimentos. Dentro da mesma categoria os entrevistados revelaram serem capazes de identificar as regiões do globo gravemente afetadas quer pela erosão hídrica quer pela erosão eólica dos solos, contudo, nenhum dos grupos focais apontou o Noroeste da Europa como uma região altamente vulnerável à erosão hídrica e houve um dos grupos que generalizou e afirmou que “*são as zonas costeiras e desérticas*” (aluno IV.3) as mais afetadas pela erosão. Os alunos mostraram-se igualmente capazes de apontar as razões de se registarem taxas de erosão tão elevadas nos locais apontados, sendo a “*...a chuva...*” (aluno II.2) ou a falta dela e a “*...inexistência de cobertura vegetal...*” (aluno I.4) as razões apontadas com maior frequência. No que toca às consequências que decorrem deste fenómeno, os alunos mostraram-se igualmente capazes de elencar mais do que uma consequência. Por último, todos os grupos revelaram serem capazes de definir o processo erosivo do solo.

Quadro 5 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Fenómeno de erosão”.

Questões	Q1			Q2			Q3	
Subcategorias	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2
Frequência	2	1	1	0	3	1	4	0

Quadro 6 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Fenómeno de erosão” (continuação).

Questões	Q4		Q7	
Subcategorias	D1	D2	F1	F2
Frequência	4	0	3	1

Em relação à categoria “Formação e composição do solo” as frequências dos indicadores avaliados (quadro 7) mostram que todos os grupos focais reconhecem que a ocorrência dos processos de “*Meteorização química das rochas, erosão, transporte e*

sedimentação” (aluno II.3) são comuns ao processo de sedimentogénese e ao processo de formação do solo. Especificamente, em relação ao processo de formação dos solos apenas dois grupos reconheceram a “... *caulinização*” (aluno III.3) como um dos processos importantes para esse fim e que “*a caulinização forma os minerais de argila que são o principal componente dos solos*” (aluno IV.4).

Quadro 7 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Formação e composição do solo”.

Questões	Q5			Q6		
Subcategorias	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Frequência	3	1	0	1	2	1

Quanto à categoria “Papel da vegetação na proteção do solo da erosão”, com base nas frequências obtidas dos indicadores avaliados (quadro 8), é notório que os todos os grupos focais reconhecem o papel protetor que a cobertura vegetal exerce na proteção e na manutenção das características naturais do solo. De modo que os grupos focais referem nas suas respostas que a vegetação “*minimiza o impacto das gotas da chuva e controla a velocidade da corrente das águas superficiais, melhora a capacidade de infiltração*” (aluno I.3), “*se não fosse a vegetação o solo perderia muitos nutrientes e a fertilidade*” (aluno II.5) e que a vegetação “*funciona como uma barreira natural que protege o solo*” (aluno IV.1). Em relação às características da planta estudada no caso real, os alunos reconhecem que se trata de “... *um arbusto de grande porte e os ramos e as folhas protegem da erosão, e funciona tipo como um para-vento*” (aluno II.2), que “*as folhas são cerradas, não há muitos espaços*” (aluno I.1). o que “*ajuda a fixar sedimentos soltos*” (aluno i.4) no local onde a planta se encontra.

Quadro 8 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Papel da vegetação na proteção do solo da erosão”.

Questões	Q8		Q9	
Subcategorias	G1	G2	G1	G2
Frequência	4	0	4	0

Em respeito à categoria “Aplicabilidade dos conhecimentos das áreas da Biologia e Geologia” as frequências dos indicadores avaliados (quadro 9), revelaram que todos os grupos foram capazes de indicar e conhecer os contributos das duas áreas científicas para a minimização dos problemas ambientais como o que era descrito no caso e no combate das espécies invasoras. No entanto, há um grupo que se destaca

por não ter reconhecido nenhuma aplicabilidade destas duas áreas para a minimização de problemas ambientais como aquele que é descrito. Há um grupo que reconhece que *“através do conhecimento destas áreas é possível arranjar soluções que permitem simultaneamente a exploração de recursos e a minimização de problemas ambientais como a erosão de solo e a exploração sustentável em que se presa o mínimo impacte ambiental possível”* (aluno I.5) e outro que acrescenta que *“com o devido conhecimento destas áreas é possível minimizar problemas ambientais como aqui descrito, uma vez que, ao ser feito um estudo profundo e detalhado do solo poder-se-ia verificar como a vegetação interage com o solo e vice-versa, evitando assim danificar as características naturais do ecossistema”* (aluno IV.5). Do ponto de vista dos contributos que os conhecimentos em Biologia e Geologia podem ter para evitar as invasões biológicas, todos os grupos são capazes de os reconhecer, de modo que, *“poderá ajudar a perceber até que ponto pode ou não uma espécie ser introduzida num determinado ambiente não autóctone, e a não se propagar excessivamente colidindo com os ecossistemas e a tornar-se uma praga como o Tamarix”* (aluno II.2) e que *“se tivessem sido comparados estudos sobre a natureza e fisiologia do “cedro salgado” e das espécies nativas, ter-se-ia concluído que a reprodução descontrolada do “cedro” seria uma ameaça para as plantas locais. Tendo previsto este possível problema, poder ter-se feito uma introdução mais controlada da planta, ou ter-se optado por outra solução”* (aluno IV.5). Ainda assim, pelas respostas obtidas denota-se que os alunos ficaram demasiado presos ao exemplo do caso que é descrito, não sendo capazes de generalizar para todo o problema referente às espécies invasoras, contudo, é importante reconhecer que todas as respostas obtidas estão corretas e que os alunos alcançaram o objetivo da questão que lhes foi colocada.

Quadro 9 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Aplicabilidade dos conhecimentos das áreas da Biologia e Geologia”.

Questões	Q10		Q11	
Subcategorias	H1	H2	H1	H2
Frequência	4	0	4	0

Por último, em relação à categoria “Metodologia EBC” (quadro 10), a opinião dos alunos não é consensual quando se considera a possibilidade de utilizar a metodologia de Ensino Baseado em Casos para a aprendizagem de outros conteúdos.

Quadro 10 – Frequências de resposta nas entrevistas em grupos focais em relação a categoria “Metodologia EBC”.

Questões	Q12	
Subcategorias	I1	I2
Frequência	3	1

Há um aluno que refere que *“Sinceramente era-me igual, os conteúdos são os mesmos iria aprender a mesma coisa”* (aluno I.2). Noutro grupo focal há um aluno que responde que *“é mais rápido aprender pelo livro”* (aluno II.2) e outro elemento que diz *“eu gostei deste método, é mais fácil”* (aluno II.3). A resposta mais “interessante” vem de outro grupo focal ao dizer que *“sim, como são exemplos reais, ajudam a treinar a nossa capacidade de raciocínio e podem ajudar também na preparação para as perguntas de Exame”*, (aluno III.1), que no fundo acaba por ir de encontro com o propósito e as características da metodologia EBC.

Capítulo 6. Conclusões

Este capítulo encontra-se dividido em três subcapítulos. No primeiro, encontram-se as conclusões gerais, referindo-se ao cumprimento dos objetivos concetuais e educacionais inicialmente delineados para a investigação que se realizou. No segundo subcapítulo, são identificadas algumas limitações do presente estudo, bem como a proposta de novas linhas de investigação. Por último, no terceiro subcapítulo é realizada uma pequena reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais do professor-investigador.

6.1 Conclusões gerais

Partindo do problema de investigação proposto inicialmente, o desenvolvimento deste PI demonstrou ter um impacto positivo na aprendizagem dos conteúdos concetuais relacionados com a temática escolhida, através do recurso à metodologia Ensino Baseado em Casos. Com base na análise das respostas das entrevistas aos grupos focais pode dizer-se que metodologia de ensino empregue possibilitou a criação de momentos de aprendizagem contribuindo para a melhor aprendizagem dos conteúdos e para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos. O facto de se tratar de um exemplo real e demonstrar como os conhecimentos das áreas da biologia

e geologia podem ser aplicados em contexto real. Além disso, serviu para fomentar nos alunos a curiosidade e o interesse pelo estudo das temáticas envolvidas, para melhorar as capacidades de raciocínio, de relacionar diferentes assuntos e de argumentar sobre estes.

Os alunos mostraram-se capazes de identificar a erosão do solo como um processo natural que integra o ciclo das rochas, de reconhecer as causas e as consequências deste fenómeno e de explicar o modo como a vegetação tem influência na proteção do solo contra a erosão. Os bons resultados obtidos na perspetiva do investigador, que acompanhou a turma no decorrer da IPP+PES, estão relacionados com outros fatores que vão para além das características da metodologia utilizada. O bom aproveitamento dos alunos à disciplina e o facto de em cada um dos grupos focais haver pelo menos um aluno(a) com um bom aproveitamento, foram fatores que contribuíram, também, para os resultados. A metodologia usada poderá ter servido para despertar o interesse dos alunos e estimular as suas capacidades individuais.

Quanto à utilização da metodologia de ensino escolhida, o feedback recebido durante a aplicação do PI foi positivo e os alunos demonstraram interesse nos temas abordados, no entanto, houve quem se mostrasse pouco disponível ao EBC. Esse sentimento poderá, na opinião do professor-investigador, estar relacionado com a idade dos mesmos e por de certa forma estarem acomodados às metodologias de ensino mais tradicionais.

Pode concluir-se também que a utilização metodologia contribuiu para o desenvolvimento das características que se espera que um aluno apresente à saída da escolaridade obrigatória, bem como, para as aprendizagens essenciais transversais da disciplina. De um modo geral, pode dizer-se que os objetivos concetuais e educacionais propostos para esta investigação foram alcançados de forma satisfatória.

6.2 Limitações e sugestões para futuras investigações

A investigação descrita neste documento apresenta algumas limitações em grande medida relacionadas com o contexto em que esta se desenvolveu. Sendo que a maior limitação verificada tem a ver com a natureza, tamanho e características da amostra. Sendo uma amostra de conveniência e não aleatória, associada ao reduzido número de participantes, os resultados obtidos tratam-se apenas de indicadores, que não podem ser alvo de generalizações. Outra limitação verificada relaciona-se com o facto de a Escola continuar, nos dias de hoje, a enfatizar a memorização dos conceitos em detrimento da construção e compreensão do conhecimento durante os processos

de ensino e aprendizagem, o que, na minha perspetiva faz com que os alunos se acomodem e não fiquem tão recetivos à utilização de novas metodologias, pois, obrigá-los a sair da sua zona de conforto.

De futuro, seria interessante a aplicação deste PI noutras turmas constituídas por alunos de outras regiões do país, num contexto social e com um aproveitamento escolar diferentes. A aplicação do mesmo PI numa amostra de maior tamanho poderia ser bastante proveitosa em termos da riqueza e robustez de dados e, conseqüentemente, de resultados e conclusões obtidos. Outra sugestão passaria pela implementação deste PI com as devidas adaptações noutros anos de escolaridade, nomeadamente, ao nível do 8º ano de escolaridade por ser uma temática abordada nos conteúdos programáticos desse ano de escolaridade para a disciplina de Ciências Naturais.

6.3 Contributo do estudo para o desenvolvimento profissional

O presente relatório de estágio enquadra-se na etapa final da formação inicial de professores, pelo que a sua realização inclui um momento de reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais delineados para no capítulo 1. Objetivos esses que contavam com: desenvolver competências no âmbito da aplicação da metodologia Ensino Baseado em Casos, adquirir competências no âmbito da investigação educacional e desenvolver a atividade docente numa perspetiva ativa e reflexiva. De um modo geral, os três objetivos foram alcançados de forma satisfatória.

Em relação ao primeiro objetivo profissional, que se referia ao desenvolvimento de competências no âmbito da aplicação da metodologia EBC, requereu da parte do investigador uma pesquisa e seleção contínuas de informação e conteúdos, de forma a construir o caso apresentado fosse mais correto possível em termos científicos, fiel à realidade dos factos e que fosse apelativo para os alunos a que este se destinava, com o intuito de se alcançarem os objetivos concetuais e educacionais propostos para a investigação. Parágrafo de uma só frase muito extensa

No que diz respeito ao objetivo de adquirir competências no âmbito investigação educacional, o realizar desta investigação incentivou ao conhecimento de algumas metodologias para obtenção de dados, nomeadamente qualitativas, bem como formas para proceder à sua análise. A planificação de uma entrevista, a sua transcrição e o aperfeiçoamento do papel de mediador na sua realização foram momentos desafiadores que culminaram na aquisição de novas aprendizagens que permitiram, por fim, atingir o último objetivo definido para a investigação.

Por último, o objetivo de desenvolver a atividade docente numa perspetiva ativa e reflexiva foi amplamente cumprido não se limitando apenas ao decorrer da investigação, mas a todo o período relativo ao estágio. Contudo, a investigação contribuiu em maior medida uma vez que, obrigou o investigador a encontrar a melhor forma de cativar os alunos para o tema abordado apoiado na metodologia EBC, levou à pesquisa de informações complementares ao caso abordado, à construção e seleção de recursos educativos entre outros. De um modo geral, refletir sobre ação docente, ajuda a orientar a prática educativa, de modo, a ir de encontro às necessidades individuais de cada aluno e da turma no seu todo, a estimular a vontade de aprender, a curiosidade, pela procura do conhecimento e fundamentalmente que o aluno seja agente ativo e participativo na sua formação e processo de ensino-aprendizagem e tornar a experiência de aprender e viver a Escola mais gratificante.

Referências bibliográficas

Agência Portuguesa do Ambiente.

Disponível em: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=1479>.

Acesso em: 19 de janeiro de 2019

Alarcão, I. (2001). Professor-investigador: que sentido? que formação? In B. P. Campos (Ed.), *Formação profissional de professores no ensino superior* (pp. 21-31). Porto: Porto Editora.

Andersen, E., & Schiano, B. (2014). *Teaching with cases: a practical guide*. Boston, MA: Harvard Business Press Books.

Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Botelho da Costa, J. (1995). Caracterização e constituição do solo. *Editora Fundação Calouste Gulbenkian*, 5.

Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J., & Van Oost, K. (2015). The interdisciplinary nature of SOIL. *Soil*, 1(1), 117-129.

Broecker, W. S., & Sanyal, A. (1998). Does atmospheric CO₂ police the rate of chemical weathering?. *Global Biogeochemical Cycles*, 12(3), 403-408.

Cam, A., & Geban, O. (2017). Effectiveness of case-based learning instruction on pre-service teachers' chemistry motivation and attitudes toward chemistry. *Research in Science & Technological Education*, 35 (1).

Chomitz, K. M., & Kumari, K. (1998). The domestic benefits of tropical forests: a critical review. *The World Bank Research Observer*, 13(1), 13-35.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education (6th ed.)*. New York (NY): Routledge.

Cosme, A., & Trindade, R. (2009). *Ensinar e aprender na escola: questões, desafios e respostas pedagógicas*. Portugal.

Coutinho, C., P. (2015). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática. (2nd ed.)*. Portugal, Almedina.

- De Carvalho, A., G. (2003). *Geologia sedimentar. Volume I – Sedimentogénese*. Lisboa: Âncora Editora.
- Erskine, J., A., Leenders, M. R., Mauffette - Leenders, Louise A., (1981). *Teaching with cases*. Ontario: University of Western, Ontario.
- Freire, P. (2008). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 3. ed. São Paulo: Paz e Terra.
- Friedman, J., Auble, G., Shafroth, P., Scott M., Merigliano, M., Freehling, M., *et al.* (2005). Dominance of non-native riparian trees in western USA. *Biological Invasions* 7747–751.
- Gay, L., Mills, G., & Airasian, P. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (10a ed.). New Jersey: Pearson.
- Gay, L., R., Mills, G., E., & Airasian, P., W. (2011). *Educational Research: Competencies for analysis and applications*. United States of America: Pearson.
- Gondim, S., M., G. (2003). Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. *Paidéia*, 12(24), 149-161.
- Goujon, P. (1968). Conservation des sols en Afrique et à Madagascar. 1ère partie: les facteurs de l'érosion et l'équation universelle de Wischmeier. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 118(118), 3-17.
- Gubert, R., L., & Machado, M., F., R., C. (2009). A prática docente e o novo paradigma educacional virtual. *IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE*, 5671-5684.
- Guess, A. (2014). A Methodology for Case Teaching: Becoming a Guide on The Side. *Journal of Accounting and Finance*. 14(6), 113-126.
- Harrington, H., & Garrison, J. (1992). Cases as shared inquiry: a dialogical model of teacher preparation. *American Educational Research Journal*, 29(4), 715-735.
- He, X., Zhou, J., Zhang, X., & Tang, K. (2006). Soil erosion response to climatic change and human activity during the Quaternary on the Loess Plateau, China. *Regional Environmental Change*, 6(1-2), 62-70.
- Hill, M., & Hill, A. (2009). *Investigação por questionário*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Hillel, D. (2007). *Soil in the environment: crucible of terrestrial life*. Elsevier.

- Honarbakhsh, A., & Hayavi, F. (2018). Experimental study of splash erosion in different soil textures using rainfall simulator. *Journal of Quantitative Geomorphological Researches*, 6 (3) (2018), pp. 151-162
- Hu, F., Liu, J., Xu, C., Wang, Z., Liu, G., Li, H., & Zhao, S. (2018). Soil internal forces initiate aggregate breakdown and splash erosion. *Geoderma*, 320, 43-51.
- Iuss Working Group Wrb. (2015). World reference base for soil resources 2014, update 2015: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports No. 106*, 192.
- Jarz, M., Kainz, A., & Walpoth, G. (1997). Multimedia-based case studies in education: Design, development and evaluation of multimédia-based case studies. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6(1), 23-46.
- Jomaa, S., Barry, D., A., Brovelli, A., Sander, G., C., Parlange, J. Y., Heng, B. C. P., & Tromp-van Meerveld, H. J. (2010). Effect of raindrop splash and transversal width on soil erosion: Laboratory flume experiments and analysis with the Hairsine–Rose model. *Journal of Hydrology*, 395(1-2), 117-132.
- Ketele, J., & Roegiers, X. (1993). *Metodologia da recolha de dados*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Krueger, R., A., & Casey, M., A. (2014). *Focus groups: A practical guide for applied research*. California: Sage Publications.
- Lal, R. (2003). Soil erosion and the global carbon budget. *Environment international*, 29(4), 437-450.
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875-5895.
- Lima, M., E., C., C., Júnior, O., G., D., A., & Braga, S. D. M. (1999). Aprender ciências—um mundo de materiais. *UFMG*, 19.
- Locatelli, B., Imbach, P., Vignola, R., Metzger, M., J., & Hidalgo, E., J., L. (2011). Ecosystem services and hydroelectricity in Central America: modelling service flows with fuzzy logic and expert knowledge. *Regional Environmental Change*, 11(2), 393-404.
- Martins, G., D., O., Gomes, C., A., S., Brocardo, J., Pedroso, J., V., Camilo, J., L., A., Silva, L., M., U., Alves, M., M., G., Horta, M., J., V., C., Soares, M., T., C., Nery,

- R., F., C., & Rodrigues, S., M., C., V. (2017). Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória.
- McNaught, C., Lau, W., M., Lam, P., Hui, M., Y., & Au, P., C. (2005). The dilemma of case-based teaching and learning in science in Hong Kong: Students need it, want it, but may not value it. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1017-1036.
- Merseth, K. (1991). The early history of case-based instruction: insights for teacher education today. *Journal of Teacher Education*, 42 (4), 243-249.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Overview of the Millennium Ecosystem Assessment*.
- Moody, J., A., Shakesby, R., A., Robichaud, P., R., Cannon, S., H., & Martin, D., A. (2013). Current research issues related to post-wildfire runoff and erosion processes. *Earth-Science Reviews*, 122, 10-37.
- Morgan, R., P., C. (2005). Soil erosion and conservation. Blackwell Publ., Oxford, UK. *Soil erosion and conservation. 3rd ed. Blackwell Publ., Oxford, UK.*
- Morrison, T. (2001). *Actionable learning: A handbook for capacity building through case based learning*. Tokyo: Asian Development Bank Institute
- NCTL (National Center on Time & Learning). (2011). Strengthening science education - the power of more time to deepen inquiry and engagement. Boston: Noyce Foundation. Disponível em: www.timeandlearning.org, consultado em 12 de dezembro de 2018.
- Richardson, O. (2000). Developing and using a case study on the World Wide Web. *Journal of Educational Media*, 25(2), 107–114.
- Robinson, T., W. (1965) Introduction, Spread and Areal Extent of Saltcedar (Tamarix) in the Western States. *Geological Survey Water Resources Division* 491:12pp.
- S-TEAM. 2010a. *Preliminary report: the state of inquiry-based science teaching in Europe*. Firing up Science Education, Projeto financiado pela Comissão Europeia.
- S-TEAM. 2010b. *Inquiry and initial teacher education*. Collected papers nº 3. Firing up Science Education, Projeto financiado pela Comissão Europeia.

- Santín, C., & Doerr, S., H. (2016). Fire effects on soils: the human dimension. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1696), 20150171.
- Schutt, R., K. (1999). *Investigating the Social World: The process and practice of research (2ª ed.)*. Thousand Oaks: Pine Forge Press.
- Shabani, K. (2016). Applications of Vygotsky's sociocultural approach for teachers' professional development. *Cogent education*, 3(1), 1252177.
- Shakesby, R., A., & Doerr, S., H. (2006). Wildfire as a hydrological and geomorphological agent. *Earth-Science Reviews*, 74(3-4), 269-307.
- Silvestre, H., & Araújo, J. (2012). *Metodologia para a Investigação Social*. Lisboa: Escolar Editora.
- Sousa, A. (2009). *Investigação em Educação*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Stromberg, J., C., Lite, S., J., Marler, R., Paradzick, C., Shafroth, P., B., Shorrock, D., et al. (2007). Altered stream-flow regimes and invasive plant species: the Tamarix case. *Global Ecology and Biogeography* 16(3):381–393.
- Szabolcs, I., 1994. The concept of soil resilience. In: Greenland, D., Szabolcs, I. (Eds.), *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 33–39.
- Tar buck, E., J., Lutgens, F., K., Tasa, D., & Cientificas, A., T. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid: Pearson Educación.
- Vasconcelos, C., & Faria, J. (2017). Case-Based Curricula Materials for Contextualized and Interdisciplinary Biology and Geology Learning. In L. Leite, L., Dourado, A., Afonso & S. Morgado (Eds.) *Contextualizing Teaching to Improving Learning: The case of Science and Geography*. (pp. 245-260) USA: Nova Science Publishers.
- Vasconcelos, C., Faria, J., & Cardoso, A. (2017). Sustainability and case-based methodology. In K., Iwińska, M., Jones, & M., Kraszewska (Eds.), *WISE Handbook* (pp. 28-31). Warsaw: Collegium Civitas.
- Vasconcelos, C., Faria, J., Vasconcelos, M., Sousa, F., & Pereira, C. (2017). Science Teachers' Awareness of Education for Sustainable Development. In Atas da Conferência *New Perspectives in Science Education, março 2017*, 580-584.

- Walker, J., C., Hays, P., B., & Kasting, J., F. (1981). A negative feedback mechanism for the long-term stabilization of Earth's surface temperature. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 86(C10), 9776-9782.
- Wauters, E., Biellers, C., Poesen, J., Govers, G., & Mathijs, E. (2010). Adoption of soil conservation practices in Belgium: an examination of the theory of planned behaviour in the agri-environmental domain. *Land use policy*, 27(1), 86-94.
- Williams, B. (2005). Case-based learning - a review of the literature: is there scope for this educational paradigm in prehospital education?. *Emergency Medicine Journal*, 22 (8), 577-581.
- Young, I., M., & Crawford, J., W. (2004). Interactions and self-organization in the soil-microbe complex. *Science*, 304(5677), 1634-1637.

Anexos

Anexo 1. Planificação da aula de aplicação do PI

Planificação de aula – Plano de intervenção

DURAÇÃO		ATIVIDADE	OBJETIVOS	CONCEITOS	OBSERVAÇÕES
5 min.		<ul style="list-style-type: none"> Início da aula Escrever o sumário da aula. 			
10 min.		<ul style="list-style-type: none"> Revisão dos subsistemas terrestres O solo como produto das interações entre os diferentes subsistemas terrestres 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer os diferentes subsistemas terrestres Identificar o solo como resultado da interação entre os diferentes subsistemas terrestres 	<ul style="list-style-type: none"> Sistema Terra Subsistema terrestre Biosfera Geosfera Atmosfera Hidrosfera Ciclo das rochas Sedimento Sedimentos detriticos Granulometria SOLO 	<ul style="list-style-type: none"> Os dados e figuras analisados pertencem a FAO
10 min.		<ul style="list-style-type: none"> Análise do panorama mundial em termos da erosão eólica e hídrica do solo 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar as zonas do globo mais afetadas pela erosão eólica e hídrica Aportar possíveis causas para as taxas de erosão observadas 		

EQUADRAMENTO CURRICULAR	
DOMINIO	Geologia Tema I: "A Geologia, os geólogos e os seus métodos", Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano
SUBDOMINIO	1.1 – "Subsistemas terrestres (geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera)" 1.3 – "Interação de subsistemas" 2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres

SUMÁRIO
<p>O papel da cobertura vegetal na proteção do solo contra a erosão. Análise e discussão do caso da planta "cedro saigado" introduzida no SIV americano para o controlo da erosão eólica</p> <p>Realização de uma atividade experimental</p>

ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA RODRIGUES DE FREITAS						
PLANIFICAÇÃO DE AULA						
DISCIPLINA	BIOLOGIA E GEOLOGIA	ANO DE ESCOLARIDADE	11º	TURMA	A	DATA
						15.05.2019
						DURAÇÃO
						50 MINUTOS



20 min.	<ul style="list-style-type: none"> Análise e discussão do caso da introdução do "vedo sagrador" introduzido no SIV americano para o controlo da erosão edáfica 	<ul style="list-style-type: none"> Descrever o papel da vegetação na proteção do solo contra a erosão Perceber risco da introdução de espécies num determinado local e as consequências para a dinâmica natural dos ecossistemas 	<ul style="list-style-type: none"> Erosão Erosão edáfica Erosão hídrica Transporte Vegetação Cobertura vegetal Zona desértica Zona tropical "vedo sagrador" Especie Especie nativa Especie invasora Impacte ambiental Superspecie 	<ul style="list-style-type: none"> O caso analisado e discutido foi elaborado e traçado pelo professor
3 min.	<ul style="list-style-type: none"> Realização de uma atividade experimental com intuito de analisar a influência que a presença/ausência de cobertura vegetal tem na taxa de erosão hídrica no solo 	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer que a influência da cobertura vegetal do solo na taxa de erosão Concluir que a taxa erosão do solo é menor quando este é provido de cobertura vegetal através dos dados experimentais obtidos 		
2 min.	<ul style="list-style-type: none"> Balço das 10:45 principais discussões no decorrer da aula 			
AValiação Formativa		MATERIAL NECESSÁRIO Caso, Apresentação PowerPoint, material para atividade experimental (amostras de solos com diferentes coberturas, água), material de escrita		



Anexo 2. Caso: O papel da cobertura vegetal na proteção do solo contra a erosão

PLANO DE AULA

Caso: O papel da cobertura vegetal na proteção do solo contra a erosão.

Autor: Pedro Ferreira.

Palavras-Chave: solo, erosão, erosão hídrica, erosão eólica, erosão do solo, cobertura vegetal

Estratégia: Trabalho de grupo, discussão de ideias.

Tempo requerido em sala de aula: 140 minutos.

Finalidade: Promover a sustentabilidade da vida na Terra através da abordagem da erosão dos solos e das consequências inerentes para a manutenção da biodiversidade.

Objetivos:

- Descrever a dinâmica externa do planeta Terra.
- Identificar a erosão do solo como um processo natural que integra o ciclo das rochas.
- Examinar a interação entre os diferentes subsistemas terrestres: Geosfera, Biosfera, Hidrosfera e Atmosfera.
- Explicar o papel que a cobertura vegetal desempenha na prevenção da erosão do solo.
- Desenvolver o espírito crítico, reflexivo, e a capacidade de decisão perante problemas de carácter ambiental.
- Potenciar o trabalho colaborativo.
- Melhorar a capacidade de comunicação oral através da discussão/apresentação de ideias.

Descrição do caso:

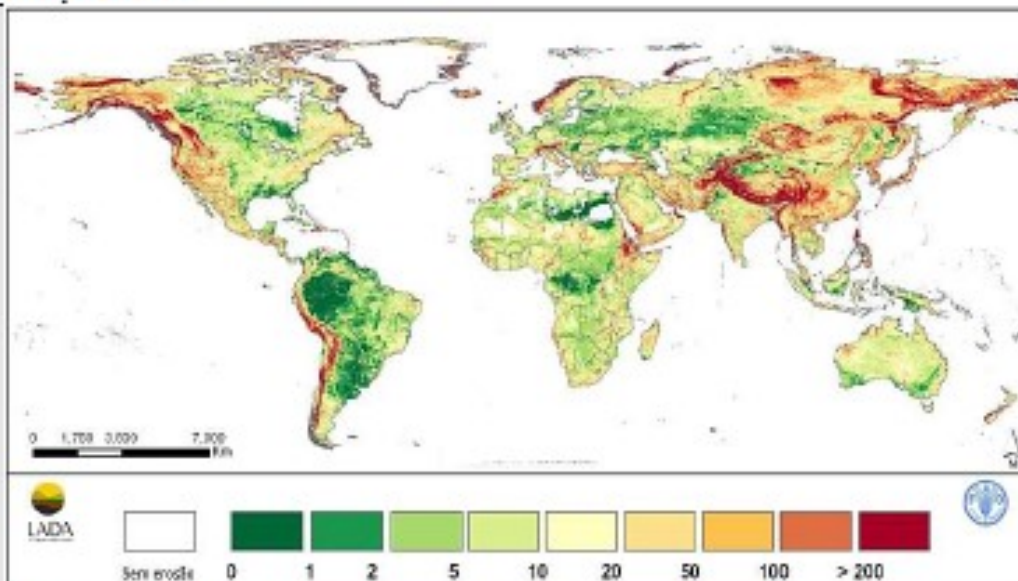


Figura 1 - Erosão Hídrica a nível mundial.

Fonte: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-convention/global-soil-health-indicators-and-assessment/soil-health-physical/en/>



Figura 2 - Vulnerabilidade das diferentes regiões do globo à erosão eólica.

Fonte: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-convention/global-soil-health-indicators-and-assessment/soil-health-physical/en/>

A erosão do solo: um problema sério

Quando se considera a Terra como um sistema, o solo é, geralmente, referido como uma interface: um limite comum onde interagem partes diferentes desse mesmo sistema. Esta é uma designação apropriada porque o solo forma-se resultando da interação entre a geosfera, a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera. É, portanto, um material que se desenvolve em resultado das interações ambientais complexas entre os diferentes componentes do sistema Terra. Trata-se, por isso, de um produto importante do processo de meteorização das rochas e um recurso vital. O solo constitui um pilar da economia, pelas inúmeras funções e serviços de elevada importância socioeconómica e ambiental que presta - é um recurso não renovável à escala humana, que tem vindo a ser sujeito a crescentes pressões e sobre-exploração, com a sua consequente degradação, por contaminação, impermeabilização ou erosão.

A erosão do solo apresenta inúmeras consequências ao nível do local onde ocorre e fora do mesmo. Corresponde a um grave problema ecológico e ambiental e a principal causa de degradação do solo em todo o mundo. São múltiplas as consequências locais e externas como, por exemplo, a diminuição da produtividade das culturas, aumento da concentração de CO₂ atmosférico, diminuição da qualidade da água perda de biodiversidade, entre outras.

Erosão do solo: processo erosivo e os seus agentes

Na porção superficial da crosta terrestre, verificam-se constantemente ações erosivas, isto é, de desgaste e remoção de materiais. A erosão do solo é um processo natural, que faz parte do ciclo das rochas e constitui o destino final de praticamente todos os solos. No passado, a erosão ocorria a velocidades muito mais lentas que as atuais, porque grande parte da superfície terrestre estava coberta e protegida por árvores, arbustos, ervas e outros tipos de vegetação. Porém, as atividades humanas, como a agricultura, a desflorestação e a construção, que eliminam e ou alteram a vegetação natural, intensificaram em grande medida a erosão do solo. Sem o efeito estabilizador das plantas, o solo vê-se mais facilmente varrido pelo vento, ou transportado pelas encostas por ação das águas superficiais. A erosão do solo, em geral, pode ser definida como um processo trifásico que consiste: (1) no desprendimento de partículas individuais do solo da massa da total; (2) no transporte dessas partículas por um agente erosivo; e, finalmente, (3) na sua deposição quando o agente erosivo não possui energia suficiente para transporte adicional.

A erosão provocada pelo vento é, geralmente, menos significativa que a erosão provocada pela água, exceto durante períodos de seca prolongada. Nas regiões de deficiente, ou quase nula, pluviosidade, a vegetação é rara ou, praticamente inexistente. Assim, a superfície do terreno, frequentemente desagregada e sem coerência por falta de humidade, está completamente à mercê do vento. É o que acontece, não só, nas regiões desérticas quentes, ou tórridas, onde a erosão eólica tem proporções grandiosas, mas também, nas zonas desérticas frias. De um modo geral, os solos de textura grossa são mais suscetíveis à erosão eólica, do que, os solos de textura fina. Este tipo de erosão é quase sempre causado por uma diminuição da cobertura vegetal. Em climas semi-áridos a erosão eólica natural é, muitas vezes, difícil de distinguir da erosão eólica induzida pelo Homem, no entanto, a erosão eólica natural é, frequentemente, agravada pelas atividades humanas. Por outro lado, no contacto com a superfície, a chuva pode exercer erosão apreciável se as rochas estiverem suficientemente desagregadas e se a vegetação não cobrir a superfície do terreno.

De cada vez que chove, as gotas da chuva golpeiam o solo com uma força surpreendente. Cada gota atua como uma pequena bomba fazendo com que as partículas móveis se soltem da massa do solo, depois a água que flui arrasta e transporta consigo essas partículas soltas. Esta forma de erosão é mais frequente nas zonas tropicais húmidas e, neste caso, a vegetação dificulta a ocorrência favorecendo a infiltração e a evaporação da água da chuva.

A influência da cobertura vegetal no processo erosivo do solo

Nas condições naturais, a erosão é um processo normal, mas, por via de regra, gradual e lento. Frequentemente, o conjunto "solo natural-vegetação natural" tende para uma condição de relativa estabilidade, em que o desenvolvimento do solo em profundidade compensa a destruição causada pela erosão natural. A intervenção do Homem através da utilização do solo, provoca muitas vezes uma aceleração dos fenómenos erosivos. Deste modo, é frequentemente necessário recorrer a medidas adequadas para combater tal erosão, assegurando a conservação do solo.

A gestão do solo e da vegetação é reconhecida desde há muito tempo como a maneira mais eficaz de influenciar a extensão da perda de solo e, portanto, de controlar a erosão do mesmo. Deste modo, além do papel importante que as plantas desempenham na formação do solo, a cobertura vegetal protege o solo contra a erosão. O controlo efetivo da erosão do solo pela água, consiste em minimizar o impacto das gotas de chuva e a velocidade da água corrente na superfície deste. Essa tarefa inclui melhorar a capacidade de infiltração e o armazenamento da superfície, melhorando a estrutura do solo, protegendo o solo superficial com uma cobertura vegetal para evitar que a chuva atinja a superfície nua. Por outro lado, e seguindo a mesma lógica, o controlo da erosão eólica pode ser alcançado por meio de cinturões de proteção que consistem em fileiras paralelas de árvores ou arbustos plantados numa direção perpendicular à direção predominante do vento.

A solução que se tornou um problema.

O "cedro salgado" (figura 3), nome comum para as espécies do género *Tamarix* foi introduzido nos finais de 1800 nos E.U.A. para controlar a erosão dos solos e como planta ornamental. A elevada tolerância à seca e ao sal, capacidade de dispersão (elevada produção de sementes), sistema radicular profundo e a não-palatibilidade para o gado permite as plantas do género *Tamarix* ocupar locais que já não têm a capacidade de sustentar as plantas que são nativas dos mesmos (*Populus fremontii* (figura 4) e *Salix gooddingii* (figura 5). A grande abundância do *Tamarix* ao longo dos cursos de água naturalmente intermitentes das regiões áridas e semáridas do Sudoeste Americano reflete a adaptação intrínseca do mesmo para as condições de secura desta região.



Figura 3: *Tamarix*



Figura 4: *Populus fremontii*



Figura 5: *Salix gooddingii*

Embora já estejam a ser realizadas ações para erradicar esta planta invasora, recorrendo ao uso de herbicidas sobre a forma de aerossóis, fogo, arranque da planta e recurso a insetos como biocontrolo, a remoção do *Tamarix* pode não ser suficiente para recuperar a vegetação nativa e restaurar as características naturais dos ecossistemas ripários. A remoção do *Tamarix* pode levar a que outras espécies não nativas, nomeadamente *Elaeagnus angustifolia*, *Acropalton repens* e *Lepidium latifolium*, possam propagar-se e aumentar a sua distribuição. Além disso, existe outro condicionante ainda maior associado à remoção desta planta. Verifica-se atualmente que esta serve de habitat para uma subespécie de ave que está ameaçada, *Empidonax traillii eximius*



Figura 6: *Empidonax traillii eximius*

(cata-moscas do salgueiro) (figura 6) e que leva a que remoção indiscriminada do *Tamarix* possa ter efeitos negativos nas populações de aves que restam caso o seu habitat nativo não tenha capacidade para as suportar.

Referências bibliográficas

- Botelho da Costa, I. (1995). Caracterização e constituição do solo. Editora Fundação Calouste Gulbenkian, 5.
- Brevik, E. C., Cerda, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Ste, J., & Van Oost, K. (2015). The interdisciplinary nature of SOIL. *Soil*, 1(1), 117-129.
- De Carvalho, A. G. (2003). *Geologia sedimentar. Volume 1 – Sedimentogénese*. Lisboa: Âncora Editores.
- Friedman J, Auble G, Shafiroth P, Scott M, Merigliano M, Froehling M et al. (2005). Dominance of non-native riparian trees in western USA. *Biological Invasions* 7747-751.
- Harris, R. S., & Hiebert, R. D. (2006). Vegetation response following invasive tamarisk (*Tamarix* spp.) removal and implications for riparian restoration. *Restoration Ecology*, 14(3), 461-472.
- Hu, F., Liu, J., Xu, C., Wang, Z., Liu, G., Li, H., & Zhao, S. (2018). Soil internal forces initiate aggregate breakdown and splash erosion. *Geoderma*, 320, 43-51.

Lal, R. (2003). Soil erosion and the global carbon budget. *Environment international*, 29(4), 437-450.

Morgan, R. P. C. (2005). Soil erosion and conservation. Blackwell Publ., Oxford, UK. *Soil erosion and conservation*. 3rd ed. Blackwell Publ., Oxford, UK.

Natale, E., Zalta, S. M., Oggiero, A., & Reinoso, H. (2010). Establishment of *Tamarix ramosissima* under different conditions of salinity and water availability: Implications for its management as an invasive species. *Journal of Arid Environments*, 74(11), 1399-1407.

Robinson TW (1965) Introduction, Spread and Areal Extent of Saltcedar (*Tamarix*) in the Western States. *Geological Survey Water Resources Division* 491:12pp.

Tarbutck, F. J., Lutgers, F. K., Tasa, D., & Cientificas, A. T. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid: Pearson Educación.

Procedimento:

Atividade 1:

Para melhor entender o papel que a cobertura vegetal desempenha na proteção dos solos contra a erosão, os alunos irão realizar uma atividade experimental sobre a erosão hídrica dos solos.

- a. Os alunos irão registar as principais transformações observadas.
- b. Os alunos irão discutir com base no que foi observado, de que modo, o tipo de cobertura do solo influencia a sua taxa de erosão.

De que forma é que a presença/ausência de cobertura influencia a erosão hídrica dos solos?

Material necessário:

- 3 amostras de solo previamente preparadas (um com coberto vegetal, um sem coberto vegetal e um com abundante matéria orgânica).
- Suporte para colocar as 3 amostras de solo.
- Água.
- Recipiente para recolher água.



Procedimento:

1. Colocar as amostras de solo no suporte.
2. Vertar 200 ml de água em cada uma das amostras.
3. Observar a quantidade e as características da água que escorre de cada uma das amostras de solo.

Atividade 2:

Questões para resolver:

Leia atentamente as questões que se seguem:

1. Vários investigadores consideram a erosão do solo um sério problema que afeta todo o planeta.
 - 1.1. O que é a erosão?
 - 1.2. Quais são as regiões do globo que se encontram mais afetadas pela erosão hídrica e eólica dos solos?
 - 1.3. É capaz de indicar duas razões para esse facto? Quais?

- 1.4. Quais são as principais consequências da erosão do solo?

2. A par da formação dos materiais, que vão compor as rochas sedimentares, forma-se o solo que corresponde, em termos gerais, a uma mistura heterogênea de matéria mineral, matéria orgânica, água e gases.
 - 2.1. Quais são os processos que são comuns à sedimentogénese e à formação dos solos?
 - 2.2. Em que medida a meteorização de rochas pré-existentes contribui para a composição dos solos?
 - 2.3. Como se caracteriza o processo erosivo dos solos? Compare-o com o processo erosivo das rochas.

3. Além do papel importante que as plantas desempenham na formação do solo, a cobertura vegetal protege o solo contra a erosão.
 - 3.1. De que modo a vegetação pode contribuir para a proteção do solo contra a erosão hídrica e da erosão eólica?
 - 3.2. De que modo as características (aspeto) do “cedro salgado” contribuem para o controlo da erosão tendo em conta as características ambientais do SW americano?
 - 3.3. Em que medida o conhecimento das áreas da Biologia e da Geologia podem contribuir para:
 - 3.3.1. Minimizar problemas ambientais como aquele que aqui é descrito?
 - 3.3.2. Evitar as invasões biológicas?

4. Gostarias de aprender outros conteúdos através da metodologia ECB?

Para responder às questões apresentadas, os alunos devem formar grupos 3/4 elementos. Depois de respondidas as questões, cada grupo deve partilhar as suas repostas oralmente, argumentando e refletindo sobre as mesmas.

Fontes de dados:

EarthEclipse, What is Soil Erosion? Disponível em: <http://www.eartheclipse.com/environment/causes-and-effects-ofsoil-erosion.html>

FAO soils portal. Disponível em: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/en/>

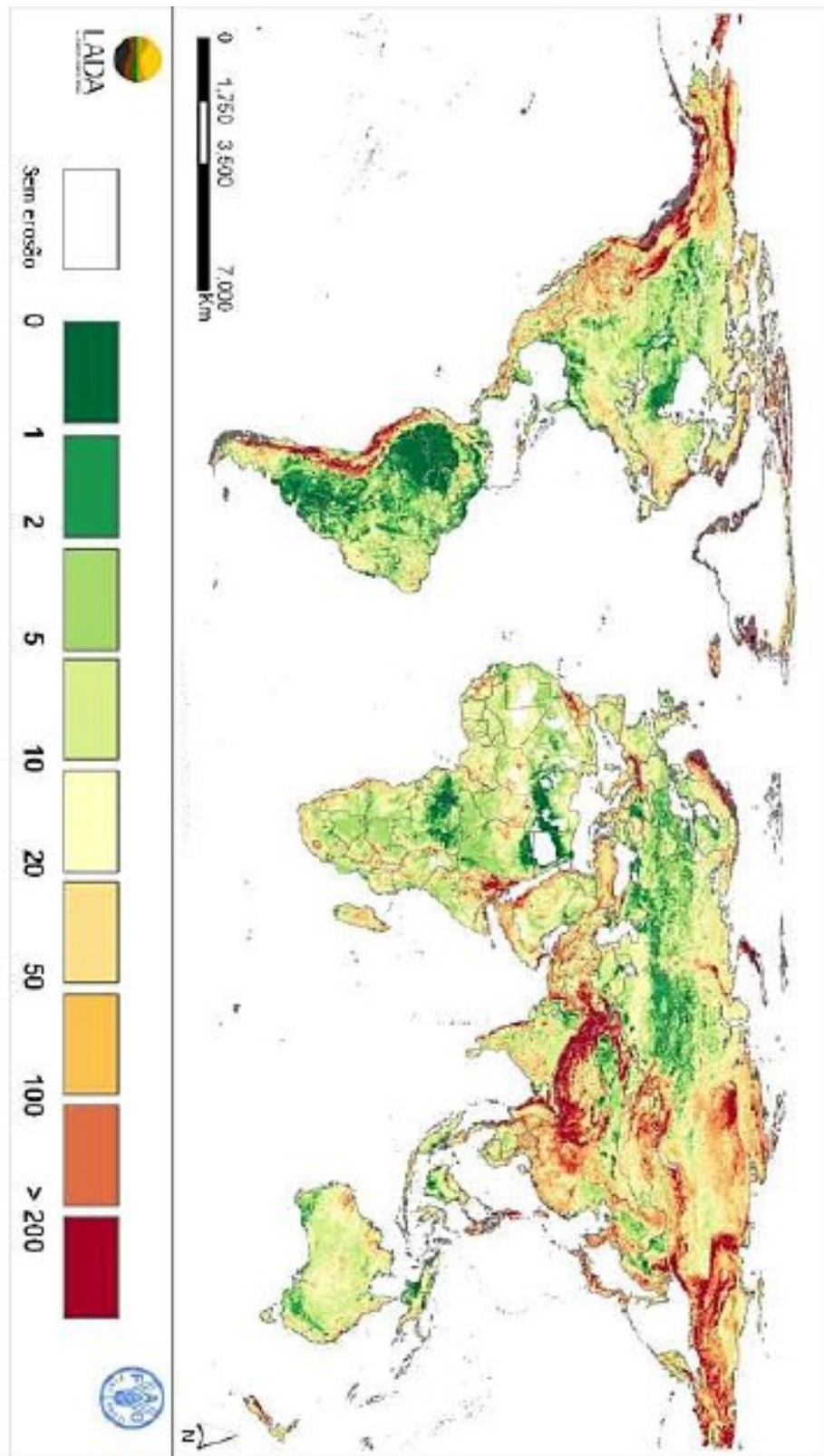
Global Biodiversity Information Facility (GBIF): <https://www.gbif.org/>

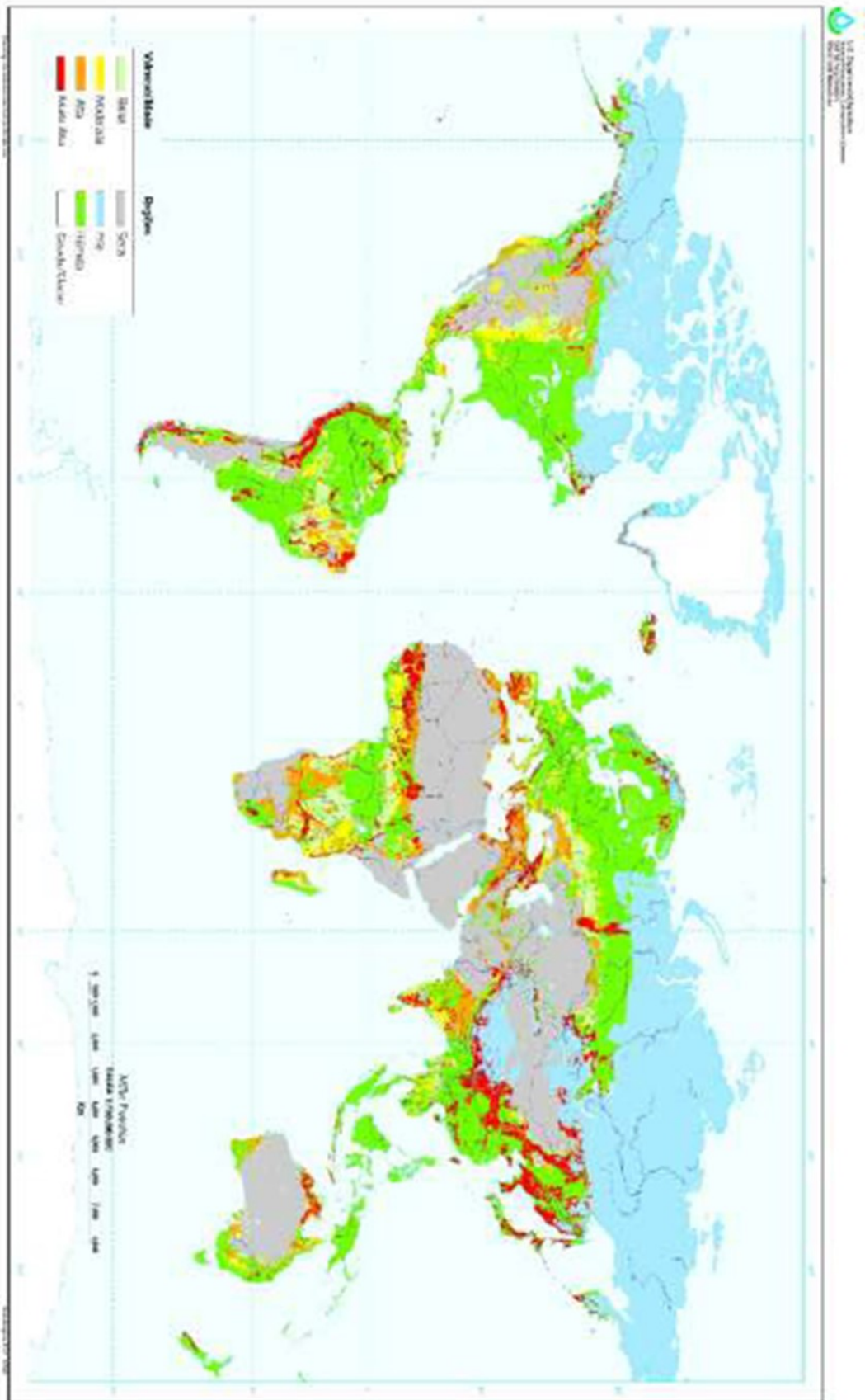
Ontario – Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Disponível em: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/12-053.htm#4>

Status of the World's Soil Resources Main Report. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/>

World Wild Life (WWF), Soil Erosion and degradation. Disponível em: <https://www.worldwildlife.org/threats/soil-erosion-and-degradation#causes>

Anexo 3. Imagens da situação global em relação à erosão hídrica e eólica do solo





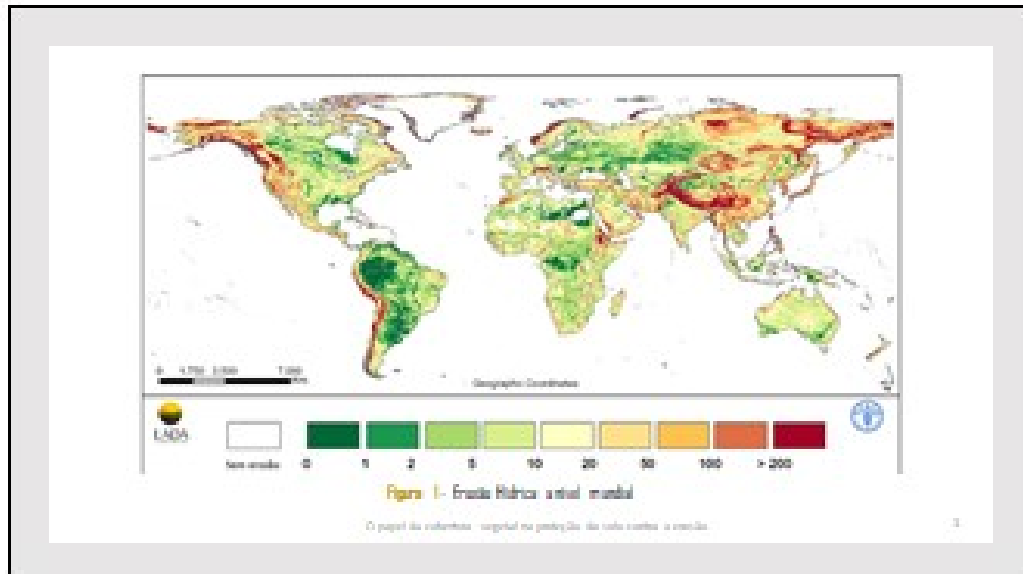
Anexo 4. Apresentação PowerPoint



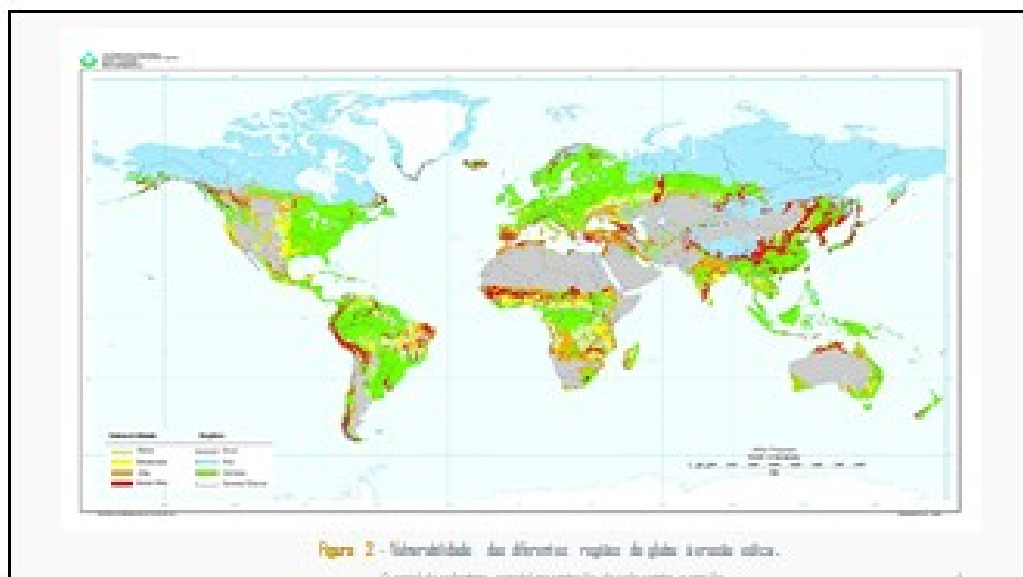
1



2



3



4



5

Figura 3 – *Gomortia* spp.

Figura 4 – Distribuição geográfica de *Gomortia* spp. nos E.U.A.

- **Origem:** Ásia
- **Razão da introdução:** Controlo da erosão do solo; Planta ornamental
- **Nome Comum:** Cedro salgado
- **Características vantajosas em relação à vegetação nativa:**
 - Tolerância à seca e a elevadas concentrações de sal;
 - Elevada produção de sementes;
 - Sistema radicular profundo;
- **Predomina em:** Regiões áridas e semiáridas e cursos de água de regime intermitente.

O papel da cobertura vegetal na proteção do solo contra a erosão

6



7



8

Anexo 5. Transcrição das respostas das entrevistas dos grupos focais

Respostas das entrevistas em grupos focais	Código
Q1: O que é a erosão?	
<p>I.2: Remoção dos materiais resultantes da meteorização.</p> <p>---</p> <p>II.1: Processo de desgaste do solo e das rochas por ação dos agentes erosivos.</p> <p>---</p> <p>III.2: Processo natural que faz parte do ciclo das rochas provocado pela água e o vento.</p> <p>---</p> <p>IV.4: Processo de remoção e transporte de sedimentos soltos por ação de vários agentes erosivos.</p>	<p>A1 (f=2)</p> <p>A2 (f=1)</p> <p>A3 (f=1)</p>
Q2: Quais as regiões do globo que se encontram mais afetadas pela erosão hídrica e eólica dos solos?	
<p>I.2: A erosão hídrica é mais na Ásia, nos Andes, nos Himalaias, no Perú, na Rússia. A Erosão eólica na Espanha, no Saara, no Sul da Ásia e Oeste da América do Sul.</p> <p>---</p> <p>II.3: Erosão hídrica na Ásia Central e Sul, litoral americano Oeste e Sul. A erosão eólica nas regiões de seca há mais erosão como por exemplo África central e a Ásia oriental.</p> <p>---</p> <p>III.1: A erosão hídrica é nos limites a oeste do continente americano, no centro e nordeste do continente asiático. A erosão eólica afeta o oeste da América do Sul, o centro africano, as zonas envolventes do mar Mediterrâneo e o sudoeste asiático.</p> <p>---</p> <p>IV.3: São as zonas costeiras e desérticas.</p>	<p>B2 (f=3)</p> <p>B3 (f=1)</p>
Q3: É capaz de indicar duas razões para esse facto? Quais?	
<p>I.4: A erosão eólica ocorre em regiões quentes e áridas devido à falta de pluviosidade e à inexistência de cobertura vegetal e falta de coerência dos solos.</p> <p>---</p> <p>Professor: Mais alguma razão? É para a erosão hídrica?</p> <p>I.1: Em zonas tropicais há mais erosão hídrica, por causa da humidade.</p> <p>---</p> <p>I.3: Há mais água e mais erosão.</p> <p>---</p> <p>II.2: A chuva é a principal causa de erosão, as mudanças de temperatura de erosão e a atividade do ser humano pode ser um agente importante provocador de erosão</p> <p>---</p> <p>III.4: A erosão eólica é mais acentuada em regiões de baixa pluviosidade e onde a vegetação é rara. A erosão eólica afeta mais os solos de textura grossa e é mais comum nas zonas desérticas quentes e frias. A erosão hídrica é mais</p>	<p>C1 (f=4)</p>

<p><i>intensa em zonas onde as rochas se encontram desagregadas e com pouca vegetação é mais comum nas zonas tropicais húmidas.</i></p> <p>Professor: Disso tudo que disseram, o que é que podem destacar?</p> <p>III.2: <i>Presença ou ausência de vegetação e as características da vegetação</i></p> <p>---</p> <p>IV.1: <i>As zonas costeiras são as mais afetadas pela erosão hídrica por se encontrarem mais próximas da água, estão mais expostas a esse agente. Em relação à erosão eólica tem a ver também com a proximidade ao mar, como não encontramos montanhas e a pouca vegetação são fatores determinantes da elevada erosão.</i></p>	
Q4: Quais são as principais consequências da erosão do solo?	
<p>I.5: <i>Diminuição da produtividade de culturas, aumento do CO₂ atmosférico, diminuição da qualidade da água e perda de biodiversidade.</i></p> <p>---</p> <p>I.1: <i>Pode afetar as atividades humanas, alteração dos ecossistemas.</i></p> <p>---</p> <p>II.2: <i>Aceleração do processo de desertificação, alteração de paisagens naturais e solos inférteis ou com baixas concentrações de nutrientes.</i></p> <p>---</p> <p>III.5: <i>Diminuição da produtividade de culturas, aumento do CO₂ atmosférico, diminuição da qualidade da água e perda de biodiversidade.</i></p> <p>---</p> <p>IV.4: <i>Diminuição da qualidade da água, perda da biodiversidade e destruição de habitats.</i></p>	<p>D1 (f=4)</p> <p>D2 (f=0)</p>
Q5: Quais são os processos que são comuns à sedimentogénese e à formação dos solos?	
<p>I.3: <i>Meteorização, erosão, transporte, sedimentação.</i></p> <p>---</p> <p>II.3: <i>Meteorização química das rochas, erosão, transporte e sedimentação.</i></p> <p>---</p> <p>III.1: <i>Meteorização química das rochas, erosão, transporte e sedimentação.</i></p> <p>---</p> <p>IV.2: <i>Meteorização, erosão, transporte, sedimentação.</i></p>	<p>E1 (f=3)</p> <p>E2 (f=1)</p>
Q6: Em que medida a meteorização de rochas pré-existentes contribui para a composição dos solos?	
<p>III.3: <i>Pela caulinição.</i></p> <p>---</p> <p>IV.4: <i>A caulinição forma os minerais de argila que são o principal componente dos solos.</i></p>	<p>E1 (f=1)</p> <p>E2 (f=2)</p> <p>E3 (f=1)</p>
Q7: Como se caracteriza o processo erosivo dos solos?	
<p>I.2: <i>É semelhante ao das rochas</i></p> <p>---</p> <p>II.2: <i>Desprendimento das partículas, transporte dessas partículas por um agente e deposição dessas partículas</i></p> <p>---</p>	<p>F1 (f=3)</p> <p>F2 (f=1)</p>

<p><i>III.1: Desprendimento das partículas soltas, transporte dessas partículas por um agente e deposição dessas partículas</i></p> <p>---</p> <p><i>IV.5: Desprendimento das partículas soltas, transporte dessas partículas por um agente e deposição dessas partículas</i></p>	
<p>Q8: De que modo a vegetação pode contribuir para a proteção do solo contra a erosão hídrica e da erosão eólica?</p>	
<p><i>I.3: Minimiza o impacto das gotas da chuva e controla a velocidade da corrente das águas superficiais, melhora a capacidade de infiltração.</i></p> <p><i>II.5: Se não fosse a vegetação o solo perderia muitos nutrientes e a fertilidade.</i></p> <p><i>III.4: Melhora a capacidade de infiltração.</i></p> <p><i>IV.1: Funciona como uma barreira natural que protege o solo da erosão</i></p>	<p>G1 (f=4)</p>
<p>Q9: De que modo as características (aspeto) do “cedro salgado” contribuem para o controlo da erosão tendo em conta as características ambientais do SW americano?</p>	
<p><i>I.4: Ajuda a fixar sedimentos soltos.</i></p> <p>---</p> <p><i>I.1: As folhas são cerradas, não há muitos espaços.</i></p> <p><i>II.2: É um arbusto de grande porte e os ramos e as folhas protegem da erosão, e funciona tipo como um para-vento.</i></p> <p>---</p> <p><i>IV.1: Funciona como barreira natural.</i></p>	<p>G1 (f=4)</p>
<p>Q10: Em que medida o conhecimento das áreas da Biologia e da Geologia podem contribuir para minimizar os problemas ambientais como aquele aqui descrito?</p>	
<p><i>I.5: Através do conhecimento destas áreas é possível arranjar soluções que permitem simultaneamente a exploração de recursos e a minimização de problemas ambientais como a erosão de solo e a exploração sustentável em que se presa o mínimo impacte ambiental possível.</i></p> <p>---</p> <p><i>II.2: Os conhecimentos combinados das duas áreas são importantes para encontrar a planta mais adequada ao tipo de solo e clima para se combater a erosão.</i></p> <p>---</p> <p><i>IV.5: Com o devido conhecimento destas áreas é possível minimizar problemas ambientais como aqui descrito, uma vez que, ao ser feito um estudo profundo e detalhado do solo poder-se-ia verificar como a vegetação interage com o solo e vice-versa, evitando assim danificar as características naturais do ecossistema.</i></p>	<p>H1 (f=3)</p>
<p>Q11: Em que medida o conhecimento das áreas da Biologia e da Geologia podem contribuir para evitar as invasões biológicas?</p>	
<p><i>I.3: O conhecimento destas duas áreas poderá evitar que haja uma invasão, porque se poderá perceber se a planta é boa para o local, se é adequada ao solo e para se tentar perceber se pode ou não ser uma planta invasora.</i></p> <p>---</p> <p><i>II.2: Poderá ajudar a perceber até que ponto pode ou não uma espécie ser introduzida num determinado ambiente não autóctone, e a não se propagar</i></p>	<p>H1 (f=4)</p>

<p><i>excessivamente colidindo com os ecossistemas e a tornar-se uma praga como o Tamarix.</i></p> <p>---</p> <p><i>III.4: Um estudo prévio das características quer do local quer das características do Tamarix, podia ter evitado a invasão biológica. Podia ter-se optado por uma espécie nativa ou restaurado as espécies que já existiam.</i></p> <p>---</p> <p><i>IV.5: Se tivessem sido comparados estudos sobre a natureza e fisiologia do “cedro salgado” e das espécies nativas, ter-se-ia concluído que a reprodução descontrolada do “cedro” seria uma ameaça para as plantas locais. Tendo previsto este possível problema, poder ter-se feito uma introdução mais controlada da planta, ou ter-se optado por outra solução.</i></p>	
Q12: Gostavas de aprender outros conteúdos através da Metodologia EBC?	
<p><i>I.2: Sinceramente era me igual, os conteúdos são os mesmos iria aprender a mesma coisa</i></p> <p>---</p> <p><i>II.2: É mais rápido aprender pelo livro</i></p> <p>---</p> <p><i>II.3: Eu gostei deste método, é mais fácil</i></p> <p>---</p> <p><i>III.1: Sim, como são exemplos reais, ajudam a treinar a nossa capacidade de raciocínio e podem ajudar também na preparação para as perguntas de Exame.</i></p> <p>---</p> <p><i>IV.4: Não sei, não estamos habituados</i></p>	<p>I1 (f=3)</p> <p>I2 (f=1)</p>

A cada aluno entrevistado foi atribuído um código alfanumérico (exemplo: I.1), garantindo o seu anonimato. De forma a facilitar a contabilização de frequências e interpretação das respostas, foi associada uma cor a cada grupo focal de acordo com a legenda seguinte:

- Grupo focal 1
- Grupo focal 2
- Grupo focal 3
- Grupo focal 4