

Geologia e Saúde – uma abordagem descritiva de um caso de contaminação por alumínio

Ana Isabel Correia Ribeiro

Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia no 3º Ciclo do Ensino
Básico e no Ensino Secundário

Departamento de Biologia e Departamento de Geociências, Ambiente e

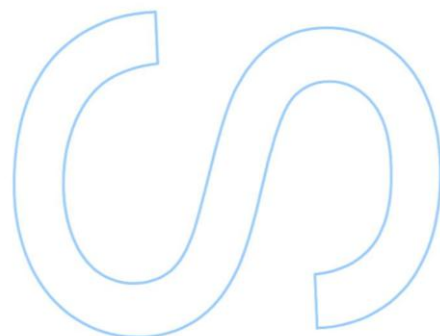
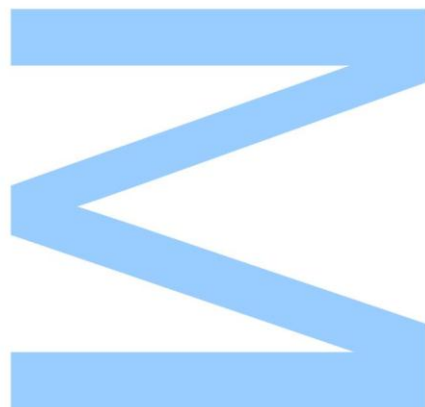
Ordenamento do Território/Unidade de Ensino das Ciências

2016

Orientadores

Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar com Agregação, Faculdade de Ciências

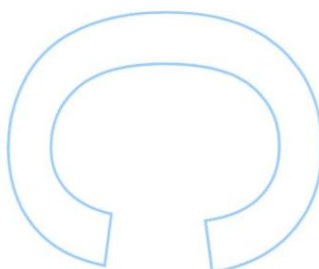
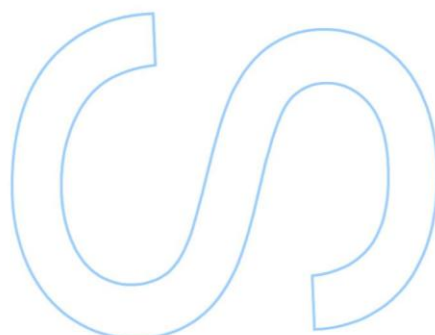
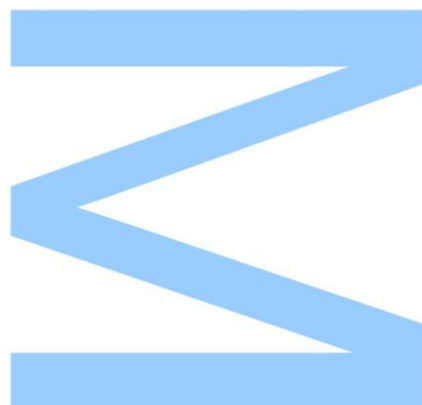
Luís Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências





Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

***“A gratidão é uma forma singular de reconhecimento,
e o reconhecimento é uma forma sincera de gratidão.”***

Alan Vaszatte

Por este motivo gostaria de agradecer a todas as pessoas que me acompanharam nesta etapa e que contribuíram para a concretização do meu estágio e do presente trabalho.

À professora Clara Vasconcelos, orientadora científica, pela disponibilidade e apoio constantes, pela consideração e preocupação demonstradas, pelas importantes dicas e sabedoria que tornaram este trabalho mais rico.

Ao professor Luís Calafate, orientador científico, pela sua amabilidade, simpatia e disponibilidade. Ainda pelas informações e conhecimentos transmitidos, fundamentais para a realização deste trabalho.

À professora Rosa Costa pela pessoa fantástica que é. A sua compreensão, disponibilidade, generosidade e conselhos prestados ao longo de todo este ano letivo foram fulcrais à minha formação pessoal e profissional.

Às professoras Alexandra Tabuaço e Anabela Saraiva pelo companheirismo, carinho e apoio demonstrados este ano. Ainda às restantes colegas do grupo 520 pelo auxílio e integração no grupo.

Às turmas que me acompanharam este ano letivo pela colaboração e simpatia manifestados. Sem eles a minha experiência enquanto professora não teria sido tão enriquecedora e memorável.

À Sofia Monteiro, colega de estágio e amiga, pelo companheirismo e partilha de conhecimentos e pela bonita amizade que, juntas, construímos ao longo destes anos. À Joana, à Cláudia e à Cátia, amigas e colegas de estágio da Escola BS Carolina Michaëlis, pela partilha de experiências e momentos de puro entretenimento que jamais esquecerei.

Às meninas que partilharam a casa comigo e que me aturaram durante estes dois anos. Obrigada pelo carinho, pelo apoio e por todos os momentos de diversão partilhados convosco.

Aos restantes amigos que levo no coração muito obrigada pela amizade, pelo carinho, pela paciência e apoio nos momentos bons e menos bons deste percurso.

Por último, e de forma especial, agradeço aos meus pais o esforço e investimento feitos ao longo destes anos na minha educação. A eles devo-lhes tudo o que sou hoje. Ao Tozé por ser o meu pilar e por nunca me deixar desistir. E como não poderia deixar de ser à minha cadela, Doris, a minha fiel companheira que me mima e diverte como só ela sabe fazer.

A todos, o meu mais sincero obrigada!

Resumo

Numa perspetiva de sustentabilidade, evocada pela Agenda 2030 das Nações Unidas, os recursos geológicos, de enorme importância para a sociedade, devem ter uma gestão equilibrada de forma a satisfazer as necessidades humanas atuais e futuras. Erroneamente afastada das questões inerentes à saúde humana, existe uma incompreensão do papel dos fatores geológicos no quotidiano e, ainda, em questões médicas. Todavia, a geologia vem afirmar a influência que o meio ambiente exerce na nossa saúde, seja pela exposição a fatores de risco (físicos, químicos e biológicos), quer através de mudanças comportamentais em resposta a esses mesmos fatores. Desta forma, e no âmbito do Projeto de Educação para a Saúde, optamos por elucidar os alunos dessa relação, salientando alguns aspetos históricos de interesse e a sua relevância. A presente investigação pretende verificar se os alunos compreendem a relação entre os recursos geológicos e as implicações que os mesmos podem ter na saúde humana, nomeadamente as consequências do excesso de alumínio no organismo humano. Nesse sentido, recorreu-se à Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) para ajudar os alunos a compreender o conhecimento substantivo e, ainda, desenvolver capacidades investigativas preconizadas pela referida metodologia. Para tal, iniciou-se a intervenção com um problema do quotidiano, designadamente uma notícia de um caso de contaminação de água por alumínio em Portugal, que promoveu o questionamento dos alunos e o desenvolvimento do raciocínio científico. Com o intuito de avaliar a compreensão efetiva da relação supracitada e, também, o impacto da metodologia utilizada aplicou-se uma entrevista focal, com um total de 6 questões específicas e diretas, a uma amostra de 26 alunos do 10ºano de escolaridade, dividida em quatro grupos. Os resultados da análise de conteúdo realizada evidenciaram que, após a intervenção, os alunos compreenderam a importância dos recursos geológicos no dia-a-dia, nomeadamente, as aplicações ao nível da indústria e da saúde. Reconheceram, ainda, as repercussões que os mesmos podem ter na saúde humana, salientando efeitos tóxicos nefastos para o organismo. Verificou-se que, ao nível da metodologia de ensino utilizada, os alunos reconheceram o cenário fornecido como profícuo e motivador para o levantamento de questões. Consideraram, ainda, relevante a aprendizagem autónoma promovida pois auxiliou o desenvolvimento de capacidades investigativas como o pensamento crítico. Não obstante, a promoção do trabalho colaborativo com vista à procura de soluções e construção do seu próprio conhecimento foi também reconhecida como um aspeto positivo da intervenção.

Palavras-chave: Recursos geológicos, Alumínio, Contaminação, Efeitos tóxicos, Geologia e Saúde, ABRP

Abstract

According to a sustainability perspective brought by the 2030 Agenda of the United Nations, the geological resources, with great value to society, must have a balanced management in order to satisfy the current and future human needs. Wrongfully missing from the matters concerning the human health, there is incomprehension of the role that the geological aspects take on the day-to-day life, including medical matters. Despite that, geology comes to confirm the influence that the environment has on our health, either by the exposure to risks factors (physical, chemical and biological) or by behavioral changes in response to those same factors. Taking this in consideration, and according to the Health Education Project, we chose to enlighten this connection to students, bringing out some interesting historical aspects and their relevance. This investigation aims to evaluate whether students understand the connection between the geological resources and their impacts in human health, such as the consequences of aluminum excess on the human body. To achieve this purpose, it was used a Problem Based Learning approach, to help students understand some of the most relevant basic processes of knowledge and also to develop researching skills advocated by problem-based methodologies. The conducted studies were based on a real life problem, concerning a case of water contamination by aluminum in Portugal, which promoted researching and cognitive processes in order to develop scientific curiosity and knowledge. To assess the impacts of the chosen educational methodology, it was used a focal interview, with a total of 6 specific and direct questions, in a sample of 26 subjects from 10th grade, divided into 4 groups. The results of the analysis showed that after the intervention, students were able to understand the importance of geological resources on the day-to-day life, such as the impacts on industries and health care. They also acknowledged the repercussions that they can have on human health, including possible toxic effects. Students recognized that the application of the case according to this methodology, was efficient and provided a motivational subject to promote scientific reasoning. The individual learning procedures promoted were remarkable, leading to the development of key cognitive processes, like critical spirit. The collaborative aspect of the research, with focus on building the construction of their own knowledge was also one of the most positive aspects of the intervention.

Keywords: Geological Resources, Aluminum, Contamination, Toxic Effects, Geology and Health, PBL

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Lista de Tabelas.....	vi
Lista de Figuras.....	vi
Lista de Abreviaturas.....	vi
Capítulo I - Introdução.....	5
I.1 Contextualização da investigação	5
I.2. Problema e objetivos de investigação	6
I.3. Organização do trabalho.....	7
Capítulo II – Enquadramento Teórico do Estudo.....	9
II.1. A água	9
II.1.1. Introdução.....	9
II.1.2. Recurso Natural.....	9
II.1.3. Qualidade da água	10
II.2. O alumínio	12
II.2.1. Um pouco de história	12
II.2.2. O elemento e suas propriedades.....	12
II.2.3. Recurso geológico: exploração e seus usos.....	13
II.2.4. O alumínio na água.....	14
II.2.5. O alumínio no organismo	15
II.3. Hemodiálise	16
II.3.1. Introdução.....	16
II.3.2. O tratamento por hemodiálise	16
II.3.3. O Alumínio e a hemodiálise.....	17
II.3.3.1. Um caso de intoxicação por alumínio de doentes em hemodiálise em Portugal.....	18
Capítulo III – Metodologia de Ensino.....	20
III.1. Introdução	20
III.1. 1. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.....	20
III.2. Recursos Educativos.....	21
Capítulo IV Metodologia da Investigação	24
IV.1. Introdução.....	24

IV.2. Natureza da investigação.....	24
IV.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados	25
IV.4. Caracterização da Amostra	26
Capítulo V – Apresentação e discussão dos resultados	27
V.1. Introdução.....	27
V.2. Apresentação dos resultados	28
V.3. Análise e discussão dos resultados	31
Capítulo VI – Conclusões	33
VI.1. Conclusões Gerais.....	33
VI.2. Dificuldades e Limitações da Investigação	34
VI.3. Implicações no Desenvolvimento Profissional.....	35
Referências.....	37
Apêndices	42

Lista de Tabelas

Tabela 1. Perguntas do guião da entrevista focal, respetivos objetivos e codificação.	28
Tabela 2. Resultados da codificação de algumas das transcrições das entrevistas.	30
Tabela 3. Transcrição e codificação das entrevistas realizadas aos quatro grupos.....	52

Lista de Figuras

Figura 1 Representação da distribuição de água no planeta.....	9
Figura 2 Escala temporal com alguns marcos históricos do alumínio.....	12
Figura 3 Amostra do elemento alumínio.....	13
Figura 4 Exemplar de bauxito, principal minério de alumínio.....	14
Figura 5 Aparelho utilizado no tratamento de hemodiálise.	17
Figura 6 Notícia no British Medical Journal (5 de junho 1993) sobre o caso de intoxicação por alumínio em doentes de hemodiálise.	19
Figura 7 Notícia de jornal fornecida aos alunos para iniciar a referida sessão.	23

Lista de Abreviaturas

ABRP – Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Al - Alumínio

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

IPP- Introdução à Prática Profissional

PES – Projeto de Educação para a Saúde

mg/l – miligramas por litro

µg/g – microgramas por litro

Capítulo I - Introdução

I.1. Contextualização da investigação

Numa sociedade, denominada por alguns autores como sociedade da informação ou sociedade do conhecimento, o fluxo de informações é intenso, em permanente mudança. E sendo o conhecimento “... um recurso flexível, fluido, sempre em expansão e em mudança” (Hargreaves, 2003, p. 33, citado em Coutinho & Lisboa, 2011), são inúmeros os desafios impostos atualmente no ensino e, com especial relevância, no ensino das ciências.

A educação científica assume assim uma elevada importância na medida em que objetiva o desenvolvimento e a aprendizagem dos jovens, envolvendo-os numa ação responsável, promotora de aprendizagens relevantes e significativas para a vida (Reis, 2006). Pelo exposto, reclama-se que a escola seja um meio privilegiado de desenvolvimento de competências, que permitam aos seus estudantes participar e interagir num mundo global, promovendo o seu espírito crítico e raciocínio (Coutinho & Lisboa, 2011).

A inclusão da História da Ciência no Ensino das Ciências tem sido um assunto de grande controvérsia, com diversos autores a apoiarem essa inclusão. Estes afirmam que a inclusão de episódios históricos promove uma melhor compreensão dos métodos científicos, além de ser crucial para o entendimento da natureza da ciência. O estudo de alguns episódios históricos pode aproximar os alunos da realidade da ciência e dos cientistas, fazendo-os perceber que a ciência não é exata nem estática. Além disso, o estudo apropriado desses episódios possibilita um maior entendimento das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Torres, J., Costa, J. & Vasconcelos, 2015).

A Geologia pode parecer afastada das questões inerentes à saúde humana (PlanetEarth – Earth Sciences for Society, 2007). Contudo, as rochas são a base da superfície da Terra, uma vez que estão repletas de minerais e elementos químicos naturais, expressos na tabela periódica. A relação entre rochas, minerais e saúde humana é conhecida há séculos. Ao longo da história são inúmeros os exemplos que mostram a estreita relação entre fatores geológicos e ambientais e a saúde. Remonte-se, por exemplo, ao império romano, altura em que o chumbo era usado em larga escala na arquitetura, entre outros. Todavia, a exposição a grandes quantidades de chumbo na sociedade romana teve implicações na saúde, manifestando-se, entre outras problemáticas, pela elevada incidência de esterilidade e nados-mortos (Torres, Costa & Vasconcelos, 2015).

No sentido de conhecer melhor as interações entre os processos geológicos e a saúde humana nasce uma nova área do saber – a Geomedicina. O termo Geomedicina foi definido, pela primeira vez, pelo geógrafo norueguês Läg, como sendo uma ciência que se preocupa com a influência de fatores ambientais na distribuição geográfica de problemas de saúde que afetam homens e animais. A exposição, deficiência ou contaminação por substâncias presentes no solo são o grande enfoque desta

ciência. Surge ainda, no mesmo sentido, a Geologia Médica, ciência voltada para o ambiente e os fatores geológicos (Cortecci, Scarpelli, & Paulo, n.d.). O principal objetivo da Geologia Médica é o estudo dos impactes negativos e positivos dos elementos químicos e de minerais na saúde pública. Todavia, segundo alguns autores, tanto a Geomedicina como a Geologia Médica são, ambas, áreas científicas cujo foco se volta para os processos ambientais que têm impacto na saúde humana, compreendendo colaboração com outras áreas como a Geociência e as Ciências da Saúde. Como tal, pode afirmar-se que a Geomedicina caracteriza-se também por salientar os efeitos do meio ambiente na saúde (Torres, Costa & Vasconcelos, 2015).

A presente investigação pretendeu dar a conhecer um exemplo da relação direta entre a geologia e a saúde remontando a um caso de contaminação de água por alumínio e as consequências em doentes em hemodiálise, em Portugal, de onde resultaram vinte e cinco mortes. Esta ocorrência teve um grande impacto mediático uma vez que os efeitos da intoxicação por alumínio eram já conhecidos na época. Apesar do papel fundamental que os fatores geológicos desempenham no nosso quotidiano e diretamente na saúde e bem-estar das pessoas, parece haver alguma incompreensão da sua importância.

Esta investigação, ao ter desenvolvimento no âmbito de aulas de divulgação do projeto de Educação para a Saúde (PES), objetivou proporcionar aos alunos experiências e estruturas integradas e positivas que promovem a saúde (Direção Geral da Educação, n.d.). Desta forma, e de acordo com a Portaria nº 196-A/2010, educar para a saúde, em contexto escolar, consiste em dotar os jovens de conhecimentos, atitudes e valores, que lhes conferem um papel responsável, interventivo e crítico, ajudando-os a tomar decisões adequadas à sua saúde e ao seu bem-estar físico, social e mental, bem como dos que os rodeiam.

Pretendeu-se, para além do ensino de conteúdos conceptuais e do auxílio a prestar ao aluno na potenciação das suas capacidades, dirigir a intervenção para o nosso próprio desenvolvimento profissional. Ensinar é dar a aprender. Deve, por isso, a Iniciação à Prática Profissional (IPP) ser uma caminhada que perscruta alternativas de percurso e busca de aprendizagem que nos permitam melhorar a nossa prática profissional docente futura.

1.2. Problema e objetivos de investigação

Tal como supracitado, parece existir alguma falta de compreensão do papel dos fatores geológicos na nossa vida e de que forma estes se podem relacionar com a saúde. Desta forma, surgiu a necessidade de se explicar essa relação, salientando alguns aspetos históricos de interesse e a sua relevância. Consequentemente, foram desenvolvidas estratégias que permitiram avaliar o entendimento dos alunos, de modo a reforçar o que se aprendeu e a consolidar os conhecimentos.

Assim, na presente investigação o problema que se colocou foi ***verificar se os alunos reconhecem a importância dos recursos geológicos e se compreendem as implicações que os mesmos podem ter na saúde humana.***

No que concerne aos objetivos que guiaram esta investigação, estes corresponderam a objetivos de natureza diversa, respetivamente, os quatro primeiros a objetivos de carácter concetual, os dois seguintes a objetivos educacionais e um último objetivo de desenvolvimento profissional.

Os objetivos concetuais prendem-se com os conhecimentos a atingir na área da Biologia e da Geologia. Assim, os objetivos a atingir neste âmbito foram:

- Reconhecer e identificar recursos geológicos, como por exemplo a água, bem como a sua importância no dia-a-dia do Homem;
- Reconhecer a presença de substâncias na água;
- Compreender a relação entre a presença dessas substâncias e as implicações que as mesmas podem ter na saúde humana;
- Dar a perceber de que forma a geosfera, neste caso, interage com a biosfera.

Relativamente aos objetivos educacionais, estes são parte fulcral desta investigação, já que a mesma é desenvolvida na área do Ensino das Ciências, sendo, como tal, fundamental desenvolver metodologias de ensino e aprendizagem que foquem a história e natureza das ciências. Neste sentido, os objetivos educacionais a atingir foram:

- Desenvolver, nos alunos, uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente;
- Mobilizar o conhecimento científico dos alunos a problemas do quotidiano, fomentando o raciocínio científico e o espírito crítico.

Por fim, o objetivo de desenvolvimento profissional prendeu-se com o desenvolvimento de estratégias de ensino promotoras de uma aprendizagem significativa que contribuíssem para um desenvolvimento da atividade docente. Assim, o objetivo foi o seguinte:

- Promover um projeto científico-educacional potenciador do desenvolvimento profissional docente.

Os objetivos supramencionados descrevem o que se pretendeu atingir, com a presente investigação, no campo concetual, educacional e de desenvolvimento profissional.

1.3. Organização do trabalho

O presente trabalho de investigação divide-se em seis capítulos descritos, de forma mais pormenorizada a seguir. A este também estão inerentes as referências bibliográficas e os apêndices.

O capítulo I pretende fazer uma introdução à investigação, desenvolvida em estágio curricular inserido na Prática de Ensino Supervisionada, no decorrente ano letivo, apresentando a

contextualização e a problemática da mesma. São ainda descritos os diferentes objetivos a alcançar com a elaboração da investigação.

O capítulo II é dedicado ao enquadramento teórico da investigação. Neste capítulo é feita uma revisão bibliográfica sobre a água e a sua importância enquanto recurso geológico que pode constituir um veículo de transmissão de elementos tóxicos ao organismo. Aborda-se também o alumínio, elemento químico presente nas águas de consumo, salientando os efeitos nocivos quando presente em elevadas concentrações no organismo humano e, por fim, a hemodiálise enquanto tratamento da insuficiência renal e a relação da mesma na transmissão de elementos tóxicos ao organismo.

O capítulo III aborda a metodologia de ensino aplicada na presente investigação, bem como os instrumentos, os materiais e estratégias que foram exploradas.

O capítulo IV expõe a metodologia da investigação utilizada neste estudo, nomeadamente, a classificação da investigação, a caracterização da amostra e as técnicas e instrumentos de recolha de dados.

No capítulo V apresentam-se e analisam-se os resultados obtidos através da implementação da entrevista focal aos quatro grupos amostrados.

No capítulo VI são apresentadas as conclusões do estudo, bem como algumas limitações e dificuldades experienciadas, e ainda, numa conjuntura reflexiva, o contributo desta investigação no desenvolvimento profissional do investigador.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas consultadas, seguindo-se ainda a secção de apêndices, que contém os materiais didáticos construídos e o instrumento de recolha de dados utilizado.

As referências bibliográficas regem-se pelas normas da *American Psychological Association* (APA), havendo uma preocupação pela atualidade da bibliografia consultada, assim como, a relevância e diversidade da mesma, contemplando, entre outros, livros, revistas, artigos e sites.

Capítulo II – Enquadramento Teórico do Estudo

II.1. A água

II.1.1. Introdução

De extrema importância, a água, é o principal constituinte do nosso organismo e do planeta. Veja-se, por exemplo, as células dos organismos constituídas maioritariamente por água e sem ela não seria possível a sua existência e, consequentemente, a existência dos organismos. Com características físico-químicas próprias, é considerada incolor, inodora, insípida, e aparece associada a outras substâncias que se encontram em suspensão ou dissolvidas e que permitem alterar as suas propriedades. Assim, a poluição por esgotos domésticos, atividades agrícolas ou lançamento de efluentes com substâncias tóxicas, altera a qualidade da água (Mendes et al., 2004) e, ao ser contaminada, pode originar doenças ou danos em quem com ela contacta.

II.1.2. Recurso Natural

Enquanto recurso natural, desempenha um papel vital e insubstituível em todo o equilíbrio ecológico, sendo um recurso imprescindível à manutenção da Vida na Terra, e, particularmente à subsistência do próprio homem e suas atividades (Silva, 2013). São bem conhecidas as inúmeras utilidades da água e desde os primórdios que os recursos hídricos são alvo de atenção humana. O seu uso na alimentação, agricultura e indústrias, entre outros, evidencia a crescente integração deste recurso nas nossas vidas.

A quantificação de água no planeta Terra é feita por estimativas dos diferentes fluxos e reservatórios do ciclo hidrológico. Segundo alguns autores, a distribuição da água na Terra é feita da seguinte forma: 97.5% do total de água existente é água salgada, constituindo assim os mares e os oceanos, e apenas 2.5% é água doce. Destes 2.5% apenas 0.27% se encontra disponível para consumo humano (figura 1).

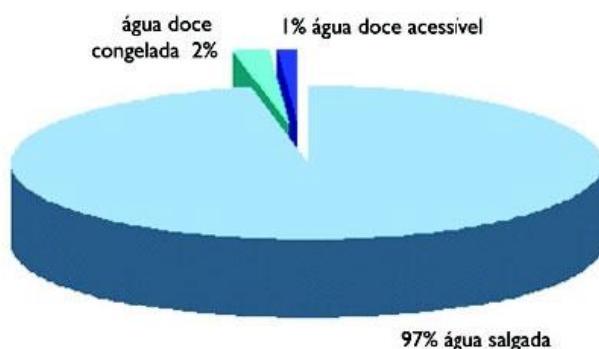


Figura 1. Representação da distribuição de água no planeta. (Adaptado de Brás, 2013, p.1.)

Daí, importa ressaltar, ao contrário do senso comum, que este é um recurso limitado e que por isso, merece atenção na sua gestão. Se em alguns países é alvo de disputas políticas já que é valorizada devido à sua difícil obtenção, como acontece em países do Médio Oriente, noutros locais, como nos países mais desenvolvidos, é incrivelmente acessível, sendo assim mais facilmente desperdiçada (WHO, 2008).

Com o crescente aumento populacional e desenvolvimento dos países aumentou a necessidade de se recorrer a este recurso natural e, com isto, aumentou também a degradação do mesmo uma vez que a poluição das águas resulta do efeito consumo-produção. Desta forma, cada vez mais a questão relacionada com a utilização e gestão da água deixa de ser apenas um problema quantitativo e passa a ser também um problema qualitativo (Brás, 2013).

Atualmente é já reconhecido que as atividades humanas degradam os sistemas aquáticos. No Relatório do Programa Hidrológico Internacional (1982), da UNESCO, a poluição da água foi definida como “... qualquer modificação, quer natural quer artificial, que direta ou indiretamente modifique a qualidade da água e altere ou destrua o equilíbrio dos ecossistemas e dos recursos naturais, de tal modo que:

- Provoque perigos para a Saúde Pública;
- Diminua a sua adequabilidade ou eficiência e o bem-estar do Homem e das suas comunidades;
- Reduza os usos benéficos da água” (Mendes *et al*, 2004). Daí a necessidade de associar, à sua quantificação, a indicação da sua qualidade, sendo esta definida como aquilo que a caracteriza, ou melhor, a sua adaptabilidade ao uso para determinados fins, bem especificados.

II.1.3. Qualidade da água

Muitos dos principais problemas que a humanidade enfrenta no século XXI estão relacionados com a quantidade de água e/ou problemas de qualidade da água (Schwarzenbach, Egli, Hofstetter, von Gunten, & Wehrli, 2010). Atualmente a avaliação da qualidade da água é feita através de processos físico-químicos e de processos biológicos (Peixoto, 2008). A água contém diversas substâncias, as quais resultam do ambiente que a envolve ou da ação das atividades humanas. Quando essas substâncias ou impurezas estão presentes na água conferem-lhe determinadas características que é essencial conhecer para que se possa selecionar o tratamento a que é necessário submetê-la para abastecimento público, e/ou para avaliação dos níveis de poluição de massas de águas naturais (Brás, 2013).

A avaliação da qualidade da água pode ser realizada através da monitorização de diversos componentes, podendo ser classificados em variáveis físicas, químicas, microbiológicas, hidrobiológicas e ecotoxicológicas. Os parâmetros físico-químicos geralmente analisados para avaliar a qualidade da água são:

- **Acidez** - A acidez de uma água é a capacidade quantitativa da sua reação com uma base forte até a um determinado pH.
- **Alcalinidade** - A alcalinidade é a capacidade da água em aceitar prótons, ou seja, a capacidade para neutralizar ácidos.
- **Condutividade elétrica** - A condutividade elétrica de uma água mede a capacidade desta conduzir a corrente elétrica e depende da presença e concentração total de iões, da mobilidade e da carga de eletrões e da temperatura a que a água se encontra.
- **pH** - É uma medida da acidez ou basicidade relativa de uma amostra. O pH de uma fonte de água influencia a composição química da água, incluindo a concentração relativa de espécies alcalinas (e.g., carbonatos e bicarbonatos) e de nutrientes.
- **Temperatura** – A temperatura da água, como parâmetro de medida do calor, depende da energia cinética média das moléculas. A temperatura da água varia com as estações do ano, elevação, localização geográfica e condições climáticas e é influenciada pelo fluxo da água, vegetação (a temperatura aumenta quando é retirada vegetação), entrada de água subterrânea e efluentes de atividades industriais.
- **CBO** - A carência bioquímica do oxigénio (CBO) é um teste empírico que mede a quantidade de oxigénio dissolvido requerido para a oxidação de compostos orgânicos na água.
- **Oxigénio dissolvido** - Os sistemas aquosos tanto produzem como consomem oxigénio e este parâmetro permite medir a quantidade de oxigénio dissolvido.
- **Dureza Total**- a dureza de uma água está relacionada com a concentração de iões, principalmente iões cálcio e magnésio, suscetíveis de reagirem com sabão sódico.

Além dos parâmetros supracitados, a avaliação da qualidade da água passa também pela medição de certas substâncias que podem ou não estar presentes na água. Entre elas, o cálcio, o potássio, o magnésio, o sódio, a sílica, os cloretos, os fosfatos, os sulfatos, os nitritos e nitratos. Todavia, a poluição do meio aquático provoca perturbações nas comunidades que nele habitam, podendo ter repercussão na saúde do ser humano (Silva, 2013). Desta forma, tornou-se crucial uma avaliação biológica na caracterização da qualidade da água de modo a poder identificar espécies prejudiciais a quem com ela contacta ou ainda para detetar uma modificação naquele sistema. Assim, uma avaliação da qualidade da água, dependendo do fim a que se destina, passa pela averiguação da presença de espécies como salmonelas, estreptococos fecais e coliformes fecais. É muito importante a monitorização periódica da água, visto que esta pode ser um veículo de transmissão de doenças e substâncias indesejáveis à saúde humana. Os teores determinados nas amostras são comparados aos padrões conhecidos, os quais são especificados em decretos-lei, e resoluções legais.

II.2. O alumínio

II.2.1. Um pouco de história

São remotos os tempos em que o alumínio era já alvo de utilização por parte da população. Volte-se ao tempo dos Persas, altura em que os recipientes usados já continham óxido de alumínio, ou aos povos do Egito que utilizavam as argilas com alumina para produção de cosméticos e corantes de tecido (Abal, 2007). O alumínio (Al), descoberto por Sir Humphrey Davy em 1809, foi isolado pela primeira vez em 1825 por Hans Christian Oersted. O nome, na forma latinizada, *aluminium* (do latim *alumen*), foi proposto por um inglês, em 1812, e só divulgado a partir da grande Exposição de Paris de 1855 (Carvalho, 2008).

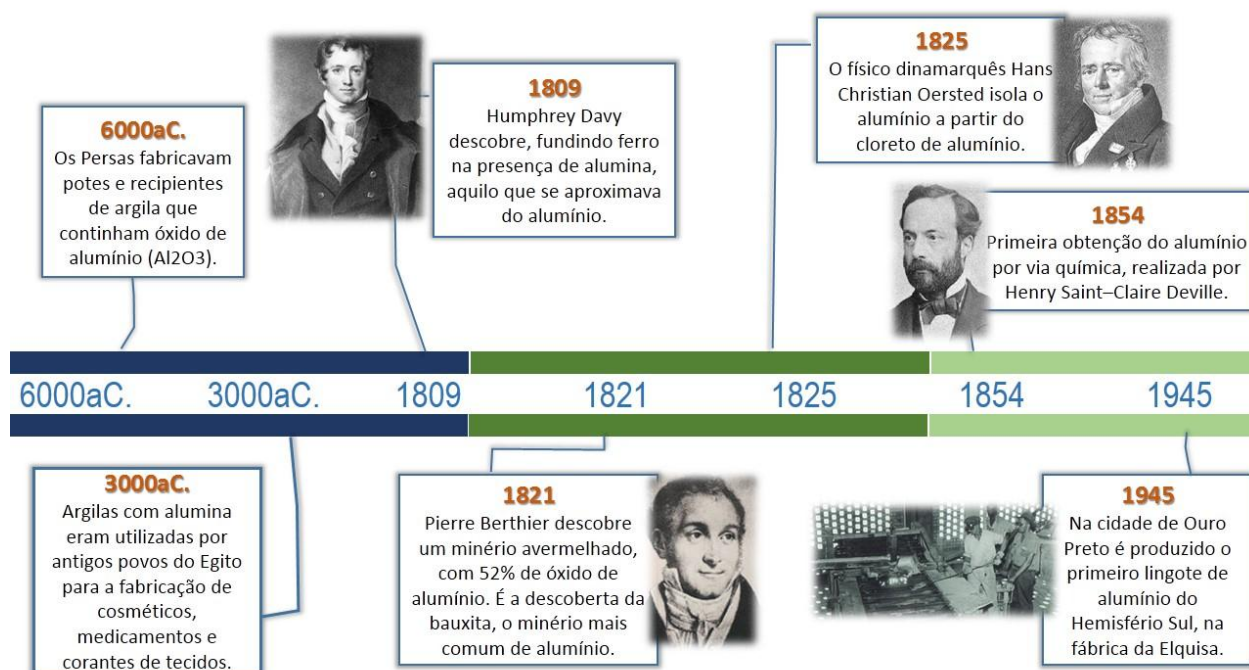


Figura 2. Escala temporal com alguns marcos históricos da descoberta do alumínio. (Adaptado de Abal, 2007)

Em 1945 foi produzido o primeiro lingote de alumínio, como ilustra a figura 2, e desde aí é vasta a sua utilização.

II.2.2. O elemento e suas propriedades

O alumínio é um elemento químico, cujo símbolo é representado por Al, com número atómico 13 e massa 27. À temperatura ambiente encontra-se no estado sólido, é o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre (com cerca de 8.8%), logo a seguir ao oxigénio (47%) e ao silício (28%), e é o elemento metálico mais abundante da crosta terrestre (Carvalho, 2008).



Figura 3. Amostra do elemento alumínio. (Extraído de Gray, 2012, p.38)

É um elemento muito reativo, pelo que nunca é encontrado livre na natureza, encontrando-se combinado sob a forma de hidróxidos, silicatos, fosfatos ou sulfatos. Metal de cor cinzento-prateada, como ilustra a figura 3, brilhante, é leve e fusível a cerca de 660°C. É dúctil, maleável, sético e bom condutor do calor e da eletricidade (Gray, 2012). A combinação de propriedades faz do alumínio um dos mais versáteis materiais utilizados na engenharia, arquitetura e indústria em geral. É ainda um importante elemento de barreira à luz, e também impermeável à ação da humidade e do oxigénio, tornando a folha de alumínio um dos materiais mais versáteis no mercado das embalagens (Carvalho, 2008). Tal como supracitado, as características físico-químicas do alumínio, com destaque para a sua baixa densidade, resistência à corrosão e alta condutibilidade elétrica/térmica conferiram-lhe uma variedade de usos e, conseqüentemente, houve um grande aumento no consumo de alumínio na indústria moderna.

II.2.3. Recurso geológico: exploração e seus usos

Este elemento é abundante sob a forma de óxido de alumínio (Al_2O_3) e as reservas minerais são quase ilimitadas. O minério industrial mais importante é o bauxito – acumulações de hidróxidos de alumínio (gibbsite, diásporo e bohemite) resultantes de alteração supergénica de rochas ricas em feldspatos, feldspatoides e argilas, onde este elemento acaba por se concentrar residualmente após lixiviação da maioria dos componentes químicos desses minerais (Carvalho, 2008). Com um teor de óxido de alumínio entre 35% a 45%, o bauxito é o principal minério de alumínio. A obtenção do alumínio por via eletrolítica (processo Bayer) a partir do bauxito proporcionou, desde o século XX, a ampla utilização deste metal.



Figura 4. Exemplar de bauxito, principal minério de alumínio. Fonte: www.investigacionyciencia.es

A produção mundial deste metal ultrapassa as 20 megatoneladas/ano, sendo os EUA, a Rússia e o Canadá os maiores produtores (USGS, 2014). Todavia, um diferencial do alumínio que determina a sua vasta aplicabilidade é o seu processo de reciclagem, que reforça a sua importância para a sustentabilidade ambiental e económica uma vez que a reciclagem economiza até 95% da energia utilizada para produzir alumínio a partir do bauxito (Abal, 2007). Existem milhares de utilizações nas mais diversas áreas, entre elas a construção civil, aeronáutica, indústria automóvel, embarcações, transportes, tintas, revestimentos, bens de consumo, máquinas e equipamentos e indústria alimentar (Gray, 2012). Outra das suas utilizações passa pelos sais de alumínio que, usualmente, são utilizados no tratamento de águas como agente coagulante (WHO, 2008).

II.2.4. O alumínio na água

O alumínio é um componente natural presente tanto na água de superfície quanto na subterrânea como resultado da interação água-rocha e consequente lixiviação do elemento presente nas rochas por onde a água percola (Freitas, Brilhante, & Almeida, 2001). Este elemento pode ocorrer em diferentes formas, sendo influenciado por pH, temperatura e presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica. Todavia, fatores como o tipo de solo, a poluição, a contaminação entre outros fatores, podem aumentar a concentração de alumínio na água (Tarpani, 2012).

Um aspeto da química do alumínio é a sua dissolução no solo para neutralizar a entrada de ácidos com as chuvas ácidas. Dessa forma, ele é extremamente tóxico à vegetação e pode ser escoado para os corpos de água aí presentes (Silva, 2011). O uso de sulfato de alumínio na etapa de decantação nos tratamentos da água para consumo humano também contribui significativamente para a elevação da concentração desse metal na água tratada (Silva & Moreira, 2009).

O Decreto-lei nº236/98 do Ministério do Ambiente estabelece o valor máximo permitido de alumínio de 0,200 mg/L como padrão de aceitação para água de consumo humano.

II.2.5. O alumínio no organismo

No organismo humano, os elementos-traço podem ser divididos em essenciais e não essenciais. Os elementos não essenciais, como o alumínio, são aqueles que não participam no metabolismo humano, ou cuja função fisiológica é desconhecida, e que podem causar graves danos à saúde (Cortecci et al., n.d.). Os danos variam de acordo com a quantidade, o grau de exposição, o estado nutricional, o metabolismo individual e a capacidade de desintoxicação de cada indivíduo. Os mecanismos de toxicidade são múltiplos e podem incluir, entre outros, a inibição de enzimas e/ou cofatores e a interferência na estrutura da função neuronal ou dos processos de condução nervosa (Silva, 2011).

A exposição humana ao alumínio é inevitável uma vez que ele se encontra disponível naturalmente nos alimentos, na água e no ar (Tarpani, 2012). A ingestão de alumínio através dos alimentos, em particular daqueles que contêm compostos de alumínio usados como aditivos alimentares, representa a principal fonte de exposição para a população em geral. A contribuição da água de consumo humano para o total da exposição ao alumínio é usualmente inferior a 5% da ingestão total. Apesar dos alimentos serem a principal entrada de alumínio no corpo humano, existe uma maior preocupação em relação àquele que está contido nas águas de consumo público. Esta preocupação reside no facto do alumínio estar presente na água em formas mais biodisponíveis e por isso facilitar a sua absorção pelo organismo.

No corpo, o alumínio é excretado pela urina mas parte dele pode acumular-se no cérebro. Ao ser ingerido, este metal é transportado pelo sangue através da proteína transferrina, em substituição do ferro, comprometendo o transporte do mesmo. Assim, o alumínio pode provocar doenças ósseas e anemia microcítica (terminologia atribuída à presença de eritrócitos de pequeno tamanho) (Tarpani, 2012). A bibliografia sobre o alumínio e as consequências na saúde humana é extensa. Alguns autores estudaram a relação da presença de alumínio na água e a sua acumulação em neurónios e concluíram que a presença de alumínio aumenta o processo de inflamação dos neurónios, processo esse que se encontra diretamente associado à doença de Alzheimer e Parkinson (Silva & Moreira, 2009).

Os problemas de toxicidade de alumínio agravam-se em doentes submetidos à hemodiálise que, por terem a função renal diminuída, têm comprometida a capacidade de excretar substâncias tóxicas pela urina (Tarpani, 2012). O alumínio encontra-se relacionado à demência em doentes renais crónicos submetidos ao tratamento de hemodiálise (Cortecci et al., n.d.). Pensa-se que a demência está associada à degeneração dos astrócitos e à interferência na manutenção do citoesqueleto dos neurónios. Este elemento pode estar envolvido também numa série de desordens mentais, como esclerose lateral amiotrófica, demência associada à doença de Parkinson e Alzheimer, o que é corroborado por estudos em animais (Silva & Moreira, 2009).

II.3. Hemodiálise

II.3.1. Introdução

Os rins são um par de órgãos vitais, essenciais à homeostasia dos fluídos do corpo humano. A unidade funcional do rim é o nefrónio e cada rim possui cerca de um milhão de nefrónios. Refere-se ainda que o rim não consegue regenerar novos nefrónios, pelo que, a presença de uma doença renal ou o próprio envelhecimento causam a diminuição do número destas estruturas. A principal função do rim é a produção de urina, responsável pela excreção de diversos produtos indesejáveis, e diariamente são excretados do organismo 1.5-2.5 litros de urina (Rodrigues, 2012).

Os rins possuem inúmeras funções como a produção de urina, onde são eliminados os produtos tóxicos ao organismo como a ureia e o ácido úrico, e ainda pesticidas ou aditivos alimentares. É importante que estes produtos possam ser eliminados na mesma taxa com que são produzidos. Outra função é o controlo do equilíbrio de sais minerais como o potássio, o cálcio, o fósforo e ainda o sódio, ajudando assim na regulação da pressão arterial. É também responsável pela produção de hormonas das quais se destacam a eritropoietina uma vez que esta estimula a produção de eritrócitos pelas células estaminais na medula óssea. Daí que pessoas com doença renal possam desenvolver anemia como resultado da baixa produção desta hormona. Por fim, outra função do rim passa pela produção de vitamina D, essencial à normal deposição de cálcio nos ossos e à reabsorção de cálcio no trato gastrointestinal. A perda de funções dos rins pode ser aguda ou crónica e qualquer indivíduo pode desenvolver a doença renal, sendo que a diabetes, a hipertensão, os fatores genéticos e a idade são fatores que predispõem o aparecimento desta doença. Quando há uma perda progressiva e irreversível de funções renais estamos perante uma insuficiência renal crónica (IRC) (Portal da Diálise, 2016).

A diálise é um processo que substitui, de forma parcial, algumas das funções dos rins. Tem como finalidade a remoção dos produtos indesejados ao organismo e a reposição de substâncias em falta no mesmo. Existem dois principais tipos de diálise: a diálise peritoneal e a hemodiálise. A diálise peritoneal consiste numa técnica de depuração extra-renal, que utiliza o peritoneu como membrana dialisante. De um modo simplista, a solução dialisante é introduzida, com um cateter, no interior do abdómen e lá permanece entre duas a quatro horas, de modo a permitir a passagem dos resíduos metabólicos para a solução dialisante. Ao fim daquele período de tempo a solução dialisante é retirada e o processo é repetido várias vezes ao dia para permitir uma remoção eficiente dos produtos. A hemodiálise consiste numa técnica depurativa realizada por um aparelho que filtra o sangue (Rodrigues, 2012).

II.3.2. O tratamento por hemodiálise

Em 1943, o médico alemão W. J. Kolff usou com sucesso a primeira máquina de hemodiálise. Desde o início da utilização desse equipamento a sobrevivência dos pacientes tem aumentado

significativamente (Silva & Moreira, 2009). Tal como supracitado, o processo de hemodiálise necessita de um equipamento próprio (máquina de diálise) (figura 5). Este realiza funções fulcrais como bombear o sangue e monitorizar o fluxo sanguíneo, remover os resíduos do sangue, controlar a pressão sanguínea e a taxa de remoção de fluídos do organismo e, bombear novamente o sangue ao organismo. Indispensável para o processo é a solução dialisante, a qual consiste numa solução de eletrólitos dissolvidos em água, que ajuda a remover os resíduos e o excesso de água do sangue, pois possui uma composição química semelhante aos líquidos normais do organismo (Buzzo et al., 2010).

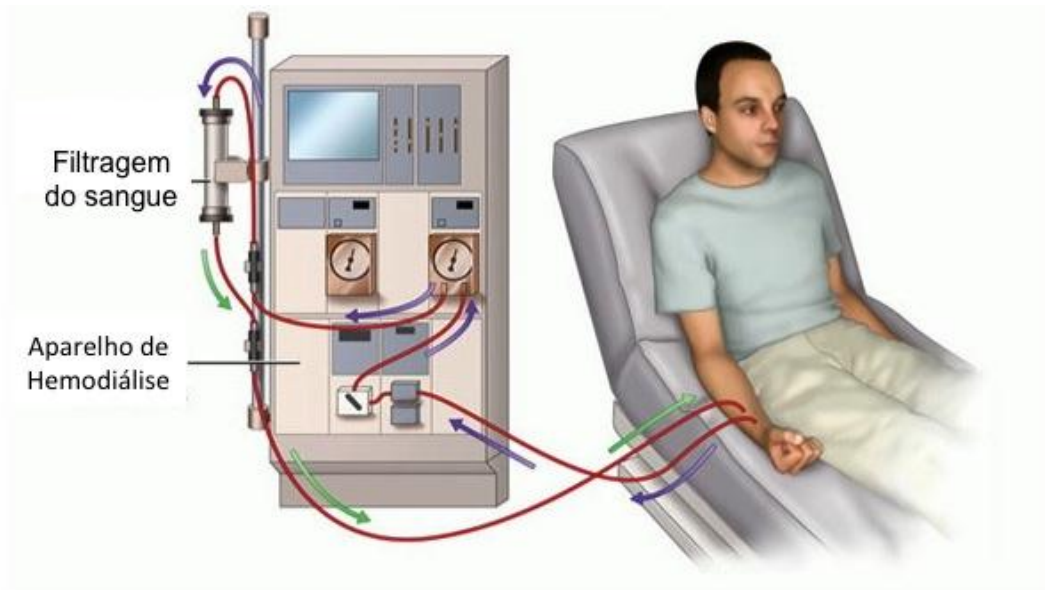


Figura 5. Aparelho utilizado no tratamento de hemodiálise. (Extraído de Portal da Diálise, 2016)

Nesta etapa o sangue do doente passa pelo dialisador instalado na máquina de hemodiálise e estabelece contacto com a solução dialisante através de uma membrana semipermeável. Esta solução retira as impurezas contidas no sangue e este regressa ao doente (Carvalho, 2005). Desta forma, o sangue do paciente fica diretamente exposto à solução dialisante, através da membrana não seletiva, o que facilita a entrada, na corrente sanguínea, de alumínio e outros contaminantes tóxicos.

II.3.3. O Alumínio e a hemodiálise

Tal como mencionado anteriormente, a presença de alumínio nos indivíduos e, principalmente, nos doentes de hemodiálise é prejudicial à saúde. A solução dialisante utilizada no tratamento de hemodiálise resulta da mistura de concentrado polieletrólítico com água de abastecimento municipal devidamente purificada. A água funciona como a principal via de contaminação uma vez que os doentes de hemodiálise estão expostos a uma elevada quantidade de água todas as semanas, usada na preparação das soluções dialisantes. Nestes casos a solução dialisante entra em contacto direto com corrente sanguínea tendo apenas a separá-las uma membrana artificial semipermeável. E, então, essa membrana não filtra o alumínio presente na água? De fato, a pH neutro o alumínio é altamente insolúvel

e por isso consegue ser filtrado. Contudo, pequenas variações de pH podem aumentar a concentração de alumínio dissolvido na água e consequentemente na solução dialisante com ela preparada, repercutindo-se nos doentes sujeitos a tratamento. O balanço de alumínio na hemodiálise depende assim de fatores como o tipo de membrana de diálise (superfície e espessura), pH da solução dialisante e, principalmente, concentração de alumínio na mesma.

Alguns episódios de intoxicação por alumínio permitiram ter evidências diretas desta associação e permitiram concluir que a água potável não servia para hemodiálise. Houve, assim, uma evolução dos equipamentos utilizados no tratamento de água das unidades de hemodiálise e a necessidade de se estabelecer requisitos e padrões de qualidade específicos para prevenir os episódios de contaminação. Atualmente todas as unidades de diálise possuem um sistema de tratamento de água para hemodiálise cujo objetivo é garantir um grau de purificação da água para preparação da solução dialisante que respeite os padrões estabelecidos. Segundo o Manual das Boas Práticas em Diálise (2011), o valor máximo admitido (VMA) de alumínio na água usada para diálise é de 4 µg/L. Assim, o desenvolvimento de sistemas mais sofisticados para a purificação da água minimizou significativamente a possibilidade de intoxicação por alumínio em pacientes em hemodiálise. A monitorização periódica das águas que abastecem as unidades de diálise torna-se também importante, uma vez que as próprias variações sazonais alteram as concentrações de alumínio na água.

O hidróxido de alumínio é uma substância administrada nos doentes em hemodiálise para combater a hiperfosfatémia – elevados níveis séricos de fosfato – que é uma consequência da perda de capacidade do rim de excreção de fosfato em indivíduos com insuficiência renal crónica. O hidróxido de alumínio era tido como padrão por ser bastante eficiente neste tratamento (Rodrigues, 2012). Todavia, o seu uso prolongado começou a ser associado à intoxicação por alumínio, acarretando os efeitos já supramencionados. Nos anos 80, quando começou a ser feita esta associação, a utilização desta substância foi abolida e atualmente é usada apenas por curtos períodos de tempo.

II.3.3.1. Um caso de intoxicação por alumínio de doentes em hemodiálise em Portugal

Um caso grave de intoxicação por alumínio ocorreu em Portugal, em 1993, na Unidade de Hemodiálise Distrital de Évora, resultando na morte de vinte e cinco pessoas. Em 1993, tal como hoje, a cidade era abastecida com a água da albufeira de Monte Novo. As análises realizadas aos doentes revelaram altos teores de alumínio no sangue. Análises efetuadas no Instituto Nacional de Saúde Ricardo Jorge comprovaram que o teor de alumínio na rede pública de Évora era superior ao máximo permitido, facto que não terá sido comunicado nem ao hospital nem à unidade de hemodiálise. Apesar de não terem sido apuradas responsabilidades pelos casos de morte, a má qualidade da água e, ainda, o mau funcionamento dos filtros do sistema de osmose inversa instalado na estação de tratamento de águas do hospital, para retirar o excesso de alumínio, foram as razões apontadas para a tragédia.

O Laboratório da Água da Universidade de Évora explicou que, devido à geologia do local, a albufeira de Monte Novo tem metais acumulados no fundo, nomeadamente ferro, manganês e alumínio. Desta forma, em 1993, com o período de seca que se verificou a concentração de metais e nutrientes da água da albufeira terá aumentado (Geraldês, 2010). Este episódio teve um grande impacto mediático (figura 6) uma vez que nesta altura eram já conhecidos os efeitos da intoxicação por alumínio e a necessidade de purificação da água utilizada para tratamentos de hemodiálise.



Figura 6. Notícia no British Medical Journal (5 de junho 1993) sobre o caso de intoxicação por alumínio em doentes de hemodiálise.
(Extraído de Rodrigues, 2012, p. 16)

Capítulo III – Metodologia de Ensino

III.1. Introdução

No mundo atual, o Ensino das Ciências tem de ser entendido como crucial na preparação dos alunos que se encontram integrados numa sociedade em que a globalização, e as mudanças tecnológicas, económicas, políticas e sociais que a mesma impulsionou, ditaram uma mudança de paradigma (Lopes & Vaz, 2011). O termo generalizado – Sociedade do Conhecimento – e as exigências que o caracteriza, mostrou que a escola deixou de ser o único meio de aprendizagem e preparação dos alunos para o mercado de trabalho, tornando essencial repensar na adoção de novas metodologias.

A capacidade de abstração que se pede aos alunos, no domínio do conhecimento científico e a complexidade do desenvolvimento das competências previstas no domínio do raciocínio, não são exequíveis com as metodologias tradicionais de ensino, havendo a necessidade de novas formas de pensar o ensino-aprendizagem (Loureiro, 2008). Torna-se, assim, imperativo a procura de metodologias de ensino e de aprendizagem que promovam no aluno um conhecimento efetivo, que possibilite a mobilização de saberes em situações problemáticas e que favoreça uma avaliação de conhecimentos e capacidades necessárias à literacia científica. É necessário um ensino que forme cidadãos autónomos e reflexivos, capazes de estabelecer relações entre os conhecimentos científicos e a vida quotidiana de modo a puderem participar, de forma clara e esclarecida, na sociedade a que pertencem.

III.1. 1. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Inicialmente introduzida nos curricula de Medicina, em 1969 na América do Norte, atualmente a sua aplicação estende-se a todo o mundo e com abordagem em várias disciplinas, facilitando a interdisciplinaridade. Do sucesso na Educação em Medicina perscrutou-se o caminho para a sua implementação no Ensino em Ciências, desde o ensino básico e secundário até ao ensino superior (Vasconcelos & Torres, 2013).

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas é uma metodologia centrada no aluno cujo processo se inicia com a apresentação de um problema real e cuja resolução é pessoal ou socialmente importante para o aluno. Esta deve ser utilizada para motivar os alunos para a aprendizagem autónoma, promovendo o questionamento e a procura de soluções, facilitando a aprendizagem de novos saberes, desenvolvendo o pensamento crítico e a promoção do trabalho colaborativo, bem como o desenvolvimento de raciocínio científico (Vasconcelos & Almeida, 2013).

Estes pressupostos implicam uma mudança paradigmática em termos educacionais dado que os alunos tornam-se construtores do seu conhecimento e o professor exerce o papel de mediador, planeador, observador, promotor e desafiador do desenvolvimento dos mesmos, facilitando e

auxiliando a procura de respostas. Assim, a ABRP enquadra-se numa perspetiva socio construtivista da aprendizagem, nomeadamente na teoria de Vygotsky, uma vez que o processo de construção e integração de novo conhecimento é partilhado pelos pares (Vasconcelos & Almeida, 2013). Reconhecendo, também, a importância da atividade individual, Vygotsky (1980) afirma que o indivíduo progride pela apropriação cultural através das interações sociais, cuja vivência favorece a sua interiorização. A teoria de Vygotsky sugere que é possível explorar mais profundamente o papel das interações com os outros, parceiros e tutores, na construção de ambientes de aprendizagem ricos. Os alunos não aprendem apenas explorando o ambiente, mas também dialogando, recebendo instruções, observando o que os outros fazem e ouvindo o que outros dizem (Boiko & Zamberlan, 2001). Na perspetiva de que o processo de desenvolvimento é otimizado pelo aprendizado e que a presença ou a colaboração de outra pessoa mais capaz conduz este processo, o referencial socio construtivista situa a educação e a escola como tendo um papel essencial na promoção do desenvolvimento dos indivíduos. Neste sentido, o papel do professor é caracterizado como o de mediador entre os significados pessoais dos seus alunos e os culturalmente estabelecidos, promovendo a aprendizagem e o desenvolvimento dos mesmos (Boiko & Zamberlan, 2001). Desta forma, vêem-se valorizados os diversos tipos de interação que ocorrem em contexto sala de aula, onde as interações e a qualidade das mesmas constituem aspetos fundamentais da relação educativa, potenciando as aprendizagens.

Para tal inicia-se o processo de ensino com a apresentação de problemas reais, promovendo o questionamento e a procura de soluções em grupo, facilitando a aprendizagem ativa de novos saberes, desenvolvendo o pensamento crítico e capacidades diversas.

Por fim, a abordagem ABRP não pode nem deve ser fechada apelando-se ao pluralismo estratégico de atividades e de recursos didáticos. Como referido desde o início deste trabalho, seguimos uma perspetiva de ensino orientada para a investigação (conhecida na literatura da especialidade como *inquiry-based teaching*), pretendendo ensinar não só conhecimento substantivo, mas desenvolver processos investigativos inerentes ao empreendimento científico.

Apesar da metodologia de ensino utilizada se classificar como ABRP não se procede a todas as etapas da mesma devido à curta extensão da sessão.

III.2. Recursos Educativos

O conceito de planificação sempre acompanhou as atividades desenvolvidas pelos humanos e assume hoje real importância em inúmeras áreas, entre elas a educação. O planeamento da aula é uma fase crucial no processo educativo. Com origem etimológica na palavra grega *planumfacare*, atualmente este conceito é reconhecido como uma ação que antecede o processo de ensino-aprendizagem. Assim, planear a aula é idealiza-la mesmo antes de acontecer, é um delineamento, um esboço, uma estruturação do que vai ser realizado permitindo ao professor responsável orientar e

estruturar todo o processo educativo, facilitando a aprendizagem dos alunos. Tem como finalidade planejar, de forma organizada, o decorrer da aula, para que todos os objetivos estabelecidos sejam alcançados. De uma forma resumida, o ato de planificar permite “*determinar o que deve ser ensinado, como deve ser ensinado e o tempo que se deve dedicar a cada conteúdo e prever estratégias para a aquisição e a aprendizagem eficazes por partes dos alunos*” (Barroso, 2013). Assim, para planificar torna-se fundamental definir alguns itens como o tema, objetivos, público a que se destina, material de apoio necessário e estratégias que conduzam aos objetivos pré-estabelecidos.

A planificação da atividade ABRP contemplou um conjunto de objetivos gerais e específicos a atingir:

Objetivos Gerais:

- Desenvolver uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente.
- Valorizar o papel do conhecimento geológico na sociedade atual.
- Reconhecer as interações que a Geologia estabelece com as outras ciências, salientando a importância de equipas multidisciplinares.
- Aumentar o interesse pela participação em atividades que espelham o trabalho dos cientistas.
- Mobilizar o conhecimento científico a problemas do quotidiano, com base em hipóteses explicativas e em pequenas investigações.
- Questionar partindo de uma questão problema central, desenvolvendo o raciocínio científico.
- Argumentar de forma clara e fundamentada.
- Desenvolver atitudes, normas e valores.
- Desenvolver a capacidade de cooperação e partilha de ideias em trabalho de grupo.

Objetivos Específicos:

- Reconhecer e identificar recursos geológicos como a água, assim como a sua importância.
- Reconhecer a presença de substâncias na água.
- Compreender a relação entre a presença dessas substâncias e as implicações que as mesmas podem ter na saúde humana.
- Identificar o alumínio como um elemento presente nas águas naturais.
- Compreender o processo de hemodiálise.
- Identificar os efeitos do excesso de alumínio no corpo humano, principalmente em doentes em hemodiálise.
- Perceber de que forma a geosfera, neste caso, interage com a biosfera.

Além dos objetivos, a referida planificação incluiu também um conjunto de conceitos a mobilizar pelos alunos.

A sessão iniciou-se com uma notícia de jornal (figura 6) de um caso de contaminação de água por alumínio em doentes em hemodiálise, em Portugal, que instigou o questionamento dos alunos (apêndice 1). Daí surgiram questões problema tais como:

- De onde provém o alumínio presente nas águas naturais?
- Quais os parâmetros de qualidade das águas naturais?
- O que é a hemodiálise?
- Quais as limitações dos doentes que realizam a hemodiálise?
- Quais os efeitos do excesso de alumínio no organismo humano, e principalmente, em doentes em hemodiálise?



Figura 7. Notícia de jornal fornecida aos alunos para iniciar a referida sessão.

A partir daí os alunos, em grupo, analisaram e suscitaram questões problema, o que lhes permitiu compreender o porquê daquele caso ter acontecido, quais os fatores que propiciaram tal acontecimento e ainda os efeitos do alumínio em doentes em hemodiálise.

Posteriormente, dá-se início a uma apresentação PowerPoint (apêndice 2) que visa responder a todas as questões inicialmente levantadas. Esta decorre de forma dinâmica e interativa, promovendo a participação dos alunos e fomentando as interações entre os agentes de aprendizagem.

Após este momento, dividiu-se a turma em três grupos e distribuiu-se, a cada um deles, uma ficha descritiva de elementos químicos (chumbo, arsénio e mercúrio) que, em excesso, apresentam efeitos nefastos ao organismo humano (apêndice 3). Cada um dos grupos partilhou à restante turma algumas das características desse elemento, aplicações do mesmo e ainda alguns dos efeitos tóxicos ao organismo. Esta atividade proporcionou um momento de reflexão e mobilização do conhecimento científico.

Capítulo IV Metodologia da Investigação

IV.1. Introdução

Neste capítulo será descrita e fundamentada a metodologia utilizada nesta investigação, bem como a técnica de recolha de dados e ainda caracterizada a amostra selecionada.

O termo metodologia corresponde a um vocábulo utilizado em diversos sentidos, sendo por esse facto, portador de não pequena ambiguidade. No uso corrente aparece associado à ciência que estuda os métodos científicos, isto é, o estudo dos caminhos a serem percorridos na realização de um estudo. Considera-se método um corpo orientador da pesquisa, que, obedecendo a um conjunto de normas, torna possível a seleção e articulação de técnicas, no intuito de se poder conseguir alcançar um determinado resultado. As técnicas são, por sua vez, procedimentos operatórios rigorosos, bem definidos, transmissíveis, suscetíveis de serem novamente aplicados nas mesmas condições, adaptados aos tipos de problema e aos fenómenos em causa. A escolha das técnicas de recolha de dados depende dos objetivos que se pretende atingir, e também do método de trabalho que se utiliza (Carmo & Ferreira, 1998).

Importa referir que qualquer investigação científica necessita, em primeiro lugar, definir o objeto de estudo e, só a partir daí, planejar e construir todo o processo investigativo. Neste sentido, será, de seguida, explanada a metodologia aplicada na presente investigação.

IV.2. Natureza da investigação

A investigação em ciências sociais está intrinsecamente associada a dois paradigmas, que se distinguem relativamente à produção do conhecimento e ao processo de investigação. Tal pressupõe a existência de uma correspondência entre a epistemologia, a teoria e o método, no entanto, como Carmo & Ferreira (1998) asseveram, a distinção de uma investigação é usualmente empregada a nível do método, prefigurando-se cada método numa perspetiva paradigmática distinta e única.

Neste sentido, o presente estudo classifica-se como um estudo descritivo e consubstancia-se ao método qualitativo, que postula uma perspetiva paradigmática de “conceção global fenomenológica, indutiva, estruturalista, subjetiva e orientada para o processo” (Carmo & Ferreira, 1998, p.177). Este método visa a recolha de dados, análise e interpretação de narrativas ou observações visuais tendo em vista obter “*insights*”. Numa abordagem qualitativa, o investigador é o instrumento de recolha de dados. Tal traduz-se numa riqueza de dados recolhidos. Todavia, a subjetividade do investigador consiste no maior problema deste método.

O estudo descritivo estuda, compreende e explica a situação atual do objeto de investigação, incluindo a recolha de dados para testar hipóteses ou dar resposta a questões que lhe digam respeito. Geralmente, o recurso a questionários, a realização de entrevistas ou a observação são as estratégias

usadas neste tipo de estudos para obter os dados pretendidos (Carmo & Ferreira, 1998). A investigação qualitativa tem na sua essência, segundo Bogdan e Biklen (1994), cinco características: (1) a fonte direta dos dados é o ambiente natural e o investigador é o principal agente na recolha desses mesmos dados; (2) os dados que o investigador recolhe são essencialmente de carácter descritivo; (3) os investigadores que utilizam metodologias qualitativas interessam-se mais pelo processo em si do que propriamente pelos resultados; (4) a análise dos dados é feita de forma indutiva; (5) o investigador interessa-se, acima de tudo, por tentar compreender o significado que os participantes atribuem às suas experiências (Carmo & Ferreira, 1998).

O presente estudo correspondeu à aplicação de uma aula no âmbito do ensino não formal e posterior realização de uma entrevista focal como forma de avaliar essa aula. Importa salientar que o guião que conduziu a referida entrevista foi validado pelos orientadores que garantiram a validade e fidelidade do mesmo. Da análise de conteúdo das entrevistas de grupo foi elaborada uma descrição do entendimento dos alunos participantes sobre a importância da sua implementação e a importância da referida temática.

IV.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

O desenvolvimento de projetos de investigação integra uma componente difícil quando se realizam estudos descritivos, uma vez que para realizar a descrição do objeto de estudo exigem uma análise comparativa. Nesta investigação a técnica utilizada é o inquérito por entrevista, recorrendo à entrevista focal como instrumento de recolha de dados.

O inquérito é o processo que visa a obtenção de respostas expressas pelos participantes no estudo. Pode ser implementado com o recurso a entrevistas, comumente utilizadas em investigações de carácter qualitativo, ou a questionários (realizado em investigações quantitativas). A entrevista, comparativamente ao questionário, possibilita a obtenção de uma informação mais rica e não exige um informante alfabetizado. No entanto, acaba por ser mais dispendiosa em termos de tempo e tem fraca possibilidade de aplicação a grandes universos.

A entrevista focal surge para ser concebida tendo como alvo um grupo de pessoas, que costumam designar-se por grupo focal (Coutinho, 2011). A essência do grupo focal consiste essencialmente na interação entre os participantes e o entrevistador, que objetiva recolher dados a partir da discussão centrada em tópicos específicos e diretivos (Iervolino & Pelicioni, 2001). Geralmente, o grupo focal consiste num grupo de 7 a 10 pessoas numa discussão guiada pelo investigador (Onwuegbuzie, Dickinson, Leech, & Zoran, 2009). Neste estudo o diálogo e a argumentação foram em torno da temática da aula “Geologia e Saúde – uma abordagem descritiva de um caso de contaminação por alumínio”.

A entrevista focal, técnica em expansão em estudos de carácter qualitativo, apresenta como vantagens o facto de ser económica, de proporcionar grande quantidade e diversidade de informação e de estimular os entrevistados a participar num diálogo partilhado por todos. Contudo ostenta, também, algumas desvantagens como por exemplo a cultura do grupo pode interferir com a expressão individual e exige, ao entrevistador, mais competências na gestão das dinâmicas do grupo.

IV.4. Caracterização da Amostra

A amostra seleccionada para reger esta investigação foi a turma A do 10ºano de escolaridade, do agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas, devido ao facto de ser uma turma com a qual se mantém um contacto regular. Nesta investigação será utilizada uma amostra por conveniência, que consiste num grupo de sujeitos já definidos, intacto e disponível com o qual o investigador não se preocupa no que diz respeito à representatividade, mas da qual se poderão obter informações preciosas (Carmo & Ferreira, 2008). Esta amostragem é do tipo não probabilística, pelo que se assume que esta amostra não é representativa da população e, como tal, não se prevê a generalização dos resultados.

A turma frequenta o curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias, sendo constituída por 27 alunos (18 raparigas e 9 rapazes) com idades compreendidas entre os 15 e os 16 anos. Esta amostra de conveniência ($N=27$) foi dividida em quatro grupos (n_1 , n_2 , n_3 e n_4), sendo cada grupo alvo de entrevista focal. Tal necessidade resulta da possibilidade de auscultar a opinião dos alunos procedendo-se a entrevistas em grupo, com cerca de sete alunos por grupo. Optou-se por não realizar entrevistas com menor número de alunos, pois esta tarefa excede as suas obrigações letivas e serve os propósitos da estagiária.

Capítulo V – Apresentação e discussão dos resultados

V.1. Introdução

Este capítulo destina-se à apresentação e análise dos resultados obtidos com a presente investigação, sustentados pela análise de conteúdo às transcrições das entrevistas focais realizadas a quatro grupos amostrais. Ressalva-se o facto de esta ser uma investigação qualitativa e daí advir dados descritivos submetidos a uma análise indutiva.

A amostra foi dividida em quatro grupos, de modo a solucionar o pouco tempo disponível para a realização das entrevistas. Estes estão assinalados como grupo I, II, III, IV e a cada um dos alunos do grupo foi atribuído um código numérico, I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, aplicando-se a regra aos restantes grupos.

Após a planeada sessão, que decorreu, aproximadamente, durante cem minutos, concretizou-se a entrevista focal a cada um dos grupos supracitados, devidamente orientada pelo guião de entrevista (apêndice 4). Este é um pequeno texto que serve de base à realização da entrevista propriamente dita. Apresenta grande importância uma vez que tem como finalidade explicar qual o objetivo da mesma, identificando o público a que se destina, e ainda, conduzir e orientar o entrevistador a fim de evitar dispersão do tema. De notar que o guião de entrevista usado nesta investigação foi corrigido, avaliado e validado pelos orientadores científicos da faculdade e pela orientadora cooperante garantindo a validade e fidelidade das questões formuladas.

A entrevista apresentou-se semiestruturada, existindo questões secundárias que visaram orientar os participantes a apresentar o seu ponto de vista, a exprimir-se e/ou justificar a sua opinião. Pretendeu, também, facilitar a perceção de significados ao investigador, daí que durante o decorrer da entrevista tenham sido feitos alguns esclarecimentos, com o intuito de reproduzir fielmente o que o entrevistado transmitiu.

A entrevista decorreu em contexto de sala de aula, e como tal em meio natural para entrevistados e entrevistadores, o que constituiu um fator positivo ao à-vontade dos mesmos. Talvez por este motivo tenha sido grande a participação dos alunos, referindo, curiosamente, que os menos participativos em sala de aula manifestaram igualmente grande empenho. Salienta-se, ainda, que as entrevistas foram gravadas e que durante estas foram denotadas algumas observações consideradas pertinentes ao tratamento de dados.

Posteriormente, subordinaram-se as transcrições das entrevistas focais a uma análise de conteúdo. Para Bardin (2009) a análise de conteúdo define-se como um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. O mesmo autor considera três fases na análise de conteúdo: a pré-análise, a exploração do material e, por fim, o tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A análise de conteúdo

conta com duas dimensões, uma descritiva que visa dar conta do que nos foi narrado e uma interpretativa que decorre das interrogações do analista face a um objeto de estudo, com recurso a um sistema de conceitos teórico-analíticos cuja articulação permite formular as regras de inferência. Assim sendo, como não há um tipo de entrevista nem um único entrevistador, também não existe um único tipo de análise de conteúdo.

V.2. Apresentação dos resultados

Tendo em conta que a presente investigação pretendia verificar se os alunos compreendem a relação entre os recursos geológicos e as implicações que os mesmos podem ter na saúde humana, apresentam-se, de seguida, os resultados obtidos com a investigação.

Com o intuito de facilitar a análise dos dados obtidos com as entrevistas construiu-se a tabela 1, onde se encontram discriminadas as questões gerais e orientadoras, assim como os objetivos pretendidos com a formulação dessas mesmas questões. Da mesma consta, ainda, uma coluna com a codificação atribuída a cada uma das questões, utilizada posteriormente na análise das transcrições das entrevistas focais.

Tabela 1. Perguntas do guião da entrevista focal, respetivos objetivos e codificação.

Questão Geral	Questões Orientadoras	Objetivos	Código
<p>Questão 1</p> <p>O cenário fornecido dizia respeito a um caso de intoxicação por alumínio numa unidade de hemodiálise em Évora. Açam que esse cenário foi positivo para levantarem as questões-problema?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A notícia fornecida pelo professor e o posterior levantamento de questões tornou a compreensão acerca da temática mais fácil? - Preferiam que não houvesse cenário e a professora expusesse a matéria? - Açam que terem sido vocês a levantarem questões problema ajudou-vos a desenvolver outras capacidades que, com a simples leitura do manual não conseguiriam? 	<p>Verificar se o cenário fornecido é profícuo para os alunos levantarem questões problema.</p>	<p>A0 – Cenário desvantajoso ao questionamento.</p> <p>A1 – Cenário profícuo ao questionamento.</p>
<p>Questão 2</p> <p>Após o levantamento das questões-problema, de que forma é que os vários documentos fornecidos ajudaram na investigação?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Acharam importante levantar as questões com os documentos fornecidos e serem vocês a tentar encontrar a resposta? Ou preferiam uma metodologia expositiva? 	<p>Perceber se a metodologia de ensino utilizada foi eficaz.</p>	<p>B0 – Metodologia de ensino não foi eficaz.</p> <p>B1- Metodologia de ensino eficaz no solucionamento das questões.</p>

Questão 3	Reconhecem a importância dos recursos geológicos no nosso dia-a-dia?	- Conhecem exemplos de aplicações dos recursos geológicos no nosso quotidiano? Que exemplos?	Verificar se os alunos reconhecem a importância dos recursos geológicos no quotidiano e algumas das suas aplicações.	<p>C0 – Não reconhecem a importância dos recursos geológicos.</p> <p>C1 - Reconhecem a importância dos recursos geológicos.</p>
Questão 4	Compreendem a influência que o meio ambiente e, nomeadamente, os recursos geológicos exercem na nossa saúde?	- Reconhecem as implicações que os recursos geológicos podem ter na saúde humana? Se sim, de que forma?	Verificar se os alunos tomaram conhecimento de que os recursos geológicos têm influência na saúde.	<p>D0 – Não compreendem a influência dos recursos geológicos na saúde.</p> <p>D1 – Compreendem a influência dos recursos geológicos na saúde.</p>
Questão 5	Quais as implicações que o excesso de alumínio traz à saúde humana? E em especial a doentes em hemodiálise?	- Quais os sintomas/sinais apresentados pelo Homem? - E em particular em doentes em hemodiálise?	Constatar se os alunos reconhecem algumas consequências do excesso de alumínio no organismo humano.	<p>E0 – Não conhecem as consequências do excesso de alumínio no organismo.</p> <p>E1 – Conhecem as consequências do excesso de alumínio no organismo humano.</p>
Questão 6	Reconhecem outras formas de contaminação e outros elementos químicos que, em excesso, trazem complicações à saúde humana?	- Para além da água, conhecem outras vias de contaminação? E além do alumínio, conhecem outros elementos químicos que, em excesso, podem ser prejudiciais ao organismo humano?	Entender se os alunos são capazes de relacionar outros elementos químicos com a saúde, relatando algumas das consequências.	<p>F0 – Não relacionam outros elementos químicos com a saúde.</p> <p>F1- Relacionam outros elementos químicos com a saúde.</p>

Uma vez transcritas, as entrevistas foram impressas e lidas e, posteriormente, construiu-se a sinopse dessas transcrições. As sinopses são sínteses dos discursos que contêm a mensagem essencial da entrevista e são fiéis ao que disseram os entrevistados. Trata-se portanto de material descritivo que identifica as principais temáticas. Estas têm como finalidade reduzir o montante de material a tratar, identificando o *corpus* central da entrevista e, desta forma, auxiliar o investigador na atribuição dos códigos e respetivas inferências (Guerra, 2006). Como tal, durante a elaboração da sinopse, teve-se especial cuidado na leitura das transcrições, com o intuito de avaliar corretamente as intervenções que efetivamente compreendiam a temática.

A sinopse, disponível no apêndice 3, tabela 2, apresenta as questões levantadas pelo entrevistador, as respostas dadas pelos entrevistados (discriminadas por grupo) e a respetiva atribuição do código anteriormente mencionado.

Neste ponto da investigação, e com o objetivo de simplificar a interpretação dos resultados obtidos, selecionou-se e agrupou-se na tabela 2, algumas das transcrições que demonstram, de forma clara, a opinião dos entrevistados às diferentes questões, cuja inferência dos significados não suscita qualquer dúvida. Contudo considera-se pertinente a leitura e análise da referida sinopse.

Tabela 2. Resultados da codificação de algumas das transcrições das entrevistas.

Questão	Objetivo	Grupo / Respostas / Códigos
Questão 1 - O cenário fornecido dizia respeito a um caso de intoxicação por alumínio numa unidade de hemodiálise em Évora. Acham que esse cenário foi positivo para levantarem as questões-problema?	Verificar se o cenário fornecido é profícuo para os alunos levantarem questões problema.	<p>G1 - “Eu acho que com o levantamento das questões problema entendi melhor a temática abordada. (...) neste caso considero que o texto estava bem estruturado, o que permitiu o levantamento das questões.” – A1</p> <p>G2 – O texto permitiu descobrir factos e levantar questões problema. – A1</p> <p>G3 - “Foi positivo porque deu-nos factos e permitiu efetivamente levantar questões problema. O facto de sermos nós a fazer as perguntas foi mais fácil do que a professora as ter dado.” – A1</p> <p>G4 - “Acho que o cenário estava bem estruturado e permitiu levantar algumas questões sobre o tema.” – A1</p>
Questão 2 - Após o levantamento das questões-problema, de que forma é que os vários documentos fornecidos ajudaram na investigação?	Perceber se a metodologia de ensino utilizada foi eficaz.	<p>G1 - “Com os documentos fornecidos as questões problema ficaram todas esclarecidas.” – B1</p> <p>G2 – “Os documentos fornecidos ajudaram a resolver as questões problema levantadas” – B1</p> <p>G3 - “Os documentos ajudaram na investigação uma vez que com eles conseguimos perceber a temática e responder as questões inicialmente levantadas.” – B1</p> <p>G4 – “Os documentos ajudaram a resolver as questões que tínhamos colocado.” – B1</p>
Questão 3 - Reconhecem a importância dos recursos geológicos no nosso dia-a-dia?	Verificar se os alunos reconhecem a importância dos recursos geológicos no quotidiano e as suas aplicações.	<p>G1 - “Estes têm inúmeras utilidades, em coisas banais no nosso dia-a-dia, mas que das quais nós temos muito proveito.” – C1</p> <p>G2 - “Os recursos geológicos estão presentes basicamente em tudo o que nos rodeia. Todos os objetos que conhecemos e utilizamos provieram de recursos geológicos.” – C1</p> <p>G3 - “Os recursos geológicos são importantes para o desenvolvimento em geral.” – C1</p> <p>G4 – “Os recursos geológicos são realmente importantes para tudo na nossa vida.” – C1</p>
Questão 4 - Compreendem a influência que o meio ambiente e, nomeadamente, os	Verificar se os alunos tomaram conhecimento de que os recursos geológicos têm influência na saúde.	<p>G1 - “Por exemplo a interação água-rocha vai depois influenciar a nossa saúde na água que consumimos.” – D1</p> <p>G2 – “Os recursos geológicos podem influenciar a nossa saúde de uma forma positiva, nomeadamente na medicina com o fabrico de</p>

recursos geológicos exercem na nossa saúde?		instrumentos, vacinas, a aplicação em terapias como a radioterapia.” – D1 G3 – “Os recursos geológicos permitiram desenvolver instrumentos como próteses, medicamentos.” – D1 G4 – “Ou por outro lado por prejudicar a saúde humana, dependendo da quantidade a que estamos expostos.” – D1 G1 – “Neurotoxicidade aguda.” – E1 G2 – “Correlação com o aparecimento da doença de Alzheimer.” – E1 G3 – “Acumulação no cérebro.” – E1 G4 – “Aparecimento da anemia microcítica.” - E1
Questão 5 - Quais as implicações que o excesso de alumínio traz à saúde humana? E em especial a doentes em hemodiálise?	Constatar se os alunos reconhecem algumas consequências do excesso de alumínio no organismo humano.	G1 - “Outras formas de contaminação além da água são, por exemplo, os alimentos.” – F1 G2 - “Chumbo. Uma das consequências tem a ver com o desenvolvimento do feto, daí ser tão prejudicial em mulheres grávidas.” – F1 G3 - “Exposição a objetos, via cutânea ou por inalação.” – F1 G4 – “Arsénio. Se formos a ver, tudo o que é em excesso é prejudicial a nossa saúde.” – F1
Questão 6 -Reconhecem outras formas de contaminação e outros elementos químicos que, em excesso, trazem complicações à saúde humana?	Entender se os alunos são capazes de relacionar outros elementos químicos com a saúde, relatando algumas das consequências.	

V.3. Análise e discussão dos resultados

Após leitura e análise de todas as intervenções dos alunos, apresentadas na tabela 3, no apêndice 5, pode afirmar-se que os objetivos propostos com a formulação das questões da entrevista foram cumpridos. De seguida, será feita uma análise reflexiva e mais detalhada a cada uma das questões.

A questão um pretendia averiguar se o cenário fornecido pela professora tinha sido profícuo ao questionamento dos alunos sobre a temática em questão. De acordo com as respostas dadas pelos alunos observa-se que estes consideraram o “*cenário motivador e bem estruturado*”, permitindo o “*levantamento das questões*”. Alguns consideram que o cenário instigou a formulação de questões fulcrais à compreensão da temática abordada. Ainda nesta questão a investigadora procurou saber se a autonomia dada para a leitura e levantamento de questões em grupo ajudaria a desenvolver capacidades que com a simples leitura do manual não seriam desenvolvidas. Os alunos consideram importante a autonomia, dada pela professora, na interpretação e levantamento de questões uma vez que “*permitiu esclarecer as dúvidas dos alunos e não só as questões que a professora tinha inicialmente previsto*”. Todos os alunos consideram proveitosa a “*discussão em grupo uma vez que possibilitou a partilha de ideias e opiniões*”, desenvolvendo a capacidade de argumentação e espírito crítico dos mesmos.

Relativamente à segunda questão procurou entender-se de que forma é que os vários documentos fornecidos teriam ajudado na investigação. Neste ponto os alunos afirmaram que os

documentos revelaram-se importantes na procura de respostas às questões problema e permitiram, efetivamente, vê-las respondidas. Alguns alunos salientaram, também, a importância do apoio da professora neste processo investigativo.

Ressalte-se que estas perguntas iniciais pretendiam avaliar, positiva ou negativamente, o impacto da metodologia utilizada, nomeadamente a relevância do cenário problemático, a importância da discussão em grupo e o papel do professor. Isto uma vez que as aulas com que estes alunos são confrontados, geralmente, são de carácter transmissivo, totalmente apoiadas na leitura do manual escolar, com pouco recurso a metodologias que fomentem a problematização, o levantamento de factos, a recolha de evidências, o raciocínio científico, o espírito crítico e a argumentação, o trabalho colaborativo entre pares e o desenvolvimento de competências sociais. Daí a necessidade de se avaliar se a sessão, sustentada pela metodologia ABRP teve, em alternativa ao ensino tradicional, um impacto positivo junto dos alunos.

A formulação da questão três pretendia verificar se os alunos reconheciam a importância dos recursos geológicos no quotidiano do Homem, citando exemplos de algumas aplicações dos mesmos. Nesta questão infere-se que os alunos reconhecem, efetivamente, a importância dos recursos geológicos no dia-a-dia e mencionam bastantes exemplos, nomeadamente na medicina, na indústria e nas engenharias. Alguns alunos constatarem que, de fato, os recursos geológicos são a base do desenvolvimento em geral e que sem eles não seria possível termos tudo aquilo que nos rodeia.

Após constatar que os alunos reconhecem as diversas áreas de aplicação dos recursos geológicos, procurou perceber-se, através da questão quatro, se eles compreendiam a influência destes na saúde. Nesta questão os alunos referem dois pontos de vista. Por um lado, a utilização dos recursos em prole do avanço da medicina, como o *“fabrico de instrumentos e medicamentos”*, constituindo assim um benefício à saúde. Por outro lado, relataram os efeitos tóxicos que podem advir da presença dos mesmos quando em excesso no organismo humano.

Quando se tenta perceber, com a questão número cinco, se os alunos conheciam algumas das consequências do excesso de alumínio no organismo humano, evidencia-se que, após a sessão, eles mencionam alguns dos riscos associados à intoxicação por alumínio, como *“a inflamação dos neurónios e o aparecimento de anemia microcítica”*.

Por fim, a última questão pretende entender se os alunos são capazes de reconhecer outras vias de contaminação e outros elementos químicos que, em excesso, podem ser prejudiciais ao Homem. Além da água, os alunos referem o ar, os alimentos e a exposição cutânea como exemplos de vias de contaminação. Relativamente aos elementos químicos, constatou-se que a maioria dos alunos referencia apenas os exemplos expostos na sessão, nomeadamente o chumbo, o arsénio e o mercúrio. Curiosamente, dois dos alunos revelam que *“tudo, no geral, quando em excesso, pode ser prejudicial ao organismo.”*

Capítulo VI – Conclusões

VI.1. Conclusões Gerais

Tendo em conta que no mundo de hoje a ciência e a tecnologia dominam cada vez mais o dia-a-dia e dado que as suas interligações com o indivíduo, com a sociedade e, também com o ambiente, são cada vez mais profundas e notórias, devem operar-se mudanças na forma de preparar os cidadãos do futuro. Tendo a escola o papel principal como ator destas mudanças, é desejável que os processos de ensino e de aprendizagem operacionalizem ações e estratégias que reflitam e perspetivem as características sociais atuais. Assim, uma educação científica torna-se uma necessidade premente com vista à formação de cidadãos, individual e socialmente mais ativos, críticos e disponíveis para participar plenamente na vida coletiva da sociedade e, acima de tudo, cientificamente mais cultos e literados. Desta forma, os alunos devem, durante a sua escolaridade, desenvolver algumas capacidades que os ajudem a interpretar questões relacionadas com os impactos sociais da ciência e da tecnologia e com a qualidade das condições de vida (Vicente, 2012).

De um modo geral, as principais conclusões, resultantes da presente investigação, prendem-se fundamentalmente com a concretização do objetivo inicialmente definido. Lembre-se que o objetivo inicial era verificar se os alunos reconheciam a importância dos recursos geológicos no quotidiano e as implicações que os mesmos podem ter na saúde humana, recorrendo, para tal, a um caso de contaminação por alumínio em doentes em hemodiálise.

Os alunos reconheceram a real importância dos recursos geológicos no dia-a-dia e referiram algumas das inúmeras aplicações dos mesmos. Alguns dos alunos mencionam, inclusive, que o desenvolvimento em geral só é possível graças à exploração dos recursos geológicos. Relacionam-nos, também, com a saúde humana na medida em que citam exemplos de aplicações na promoção da saúde e expõem algumas implicações nefastas ao Homem. Por fim, legitimam a influência de alguns elementos químicos, que em excesso, trazem complicações à saúde do Homem, reconhecendo as principais vias de contaminação.

Pretendeu-se, ainda, avaliar o impacto da metodologia ABRP em alternativa ao ensino tradicional. Isto porque acredita-se que o ensino das ciências deve assentar numa mudança que passa pelo abandono dos modelos meramente transmissivos e pela adoção de situações que evidenciem a importância da resolução de problemas, do confronto de pontos de vista, da análise crítica de argumentos, da discussão dos limites de validade das conclusões alcançadas e da formulação de novas questões. Nesse sentido, o que se defende é um ensino das ciências conduzido em torno de problemas reais e atuais que afetam a sociedade e o quotidiano dos alunos, que fomentem a curiosidade e o entusiasmo dos alunos, capacidades preconizadas pela metodologia ABRP.

A implementação desta metodologia surtiu efeitos positivos, na medida em que os alunos adotaram posturas mais intervencionistas e ativas no processo de aprendizagem, por oposição a atitudes mais passivas e desconcentradas que frequentemente adotam. Tal traduziu-se num maior interesse, empenho e participação dos mesmos. Verificou-se que os alunos reconheceram o cenário fornecido profícuo e motivador para o levantamento de questões problema. Consideraram, ainda, relevante a aprendizagem autónoma promovida, pois auxiliou o desenvolvimento de capacidades investigativas, e o trabalho colaborativo com vista à procura de soluções e construção do seu próprio conhecimento.

Um outro aspeto importante prendeu-se com a importância atribuída ao papel da professora enquanto mediadora, facilitadora e promotora de todo o processo ensino-aprendizagem. Os alunos reconheceram importante o apoio prestado pela professora durante toda a sessão.

Em suma, considera-se importante a elucidação da relação direta entre o ambiente, nomeadamente os recursos geológicos, e a saúde humana, salientando a importância dos mesmos para o desenvolvimento da sociedade mas, também, consciencializando-os das repercussões que estes têm no organismo humano.

VI.2. Dificuldades e Limitações da Investigação

A presente investigação integra algumas limitações que serão agora referidas, bem como dificuldades inerentes à natureza qualitativa do estudo apresentado.

A limitação do tempo por imposições de cumprimentos dos programas escolares foi um obstáculo a ultrapassar na aula de intervenção. Embora a aula tenha decorrido no tempo previsto na planificação, previamente elaborada, e os alunos tenham demonstrado empenho e dedicação, considera-se que um alargamento da duração da mesma teria efeitos mais positivos na aprendizagem dos alunos, uma vez que teria possibilitado maior discussão e trabalho em grupo.

Outra das limitações evidentes do estudo apresentado prende-se com a amostra reduzida do mesmo, limitada ao número de alunos disponíveis para participar na investigação. Visto que o estudo decorreu no desenvolvimento de um estágio curricular, em âmbito escolar, a amostra foi de conveniência e apenas participaram os alunos de uma turma. Este facto determinou, por si só, a não representatividade da referida amostra e a impossibilidade de generalização da população.

Tendo em conta o carácter qualitativo da investigação, onde se recorreu a análise de conteúdo para o tratamento de dados, outra das limitações que se impõe é a subjetividade das interpretações e inferências concretizadas pela investigadora.

Uma outra limitação sentida nesta investigação prendeu-se com o tempo de duração da entrevista. A técnica de entrevista focal mostra-se vantajosa na medida em que possibilita a obtenção de uma informação rica, fruto da interação que se estabelece entre os participantes e o entrevistador,

mas apresenta-se mais dispendiosa em termos de tempo, já que impõe limites ao número de participantes. Neste caso particular, como existiam quatro grupos focais, a duração da entrevista teve de ser restrita uma vez que esta investigação excedia as obrigações letivas dos alunos. Vários autores apontam como tempo razoável para a duração de uma entrevista focal cerca de uma hora e meia a duas horas.

Por fim, importa referir a sobrecarga horária inerente ao segundo ano de mestrado, que concilia duas unidades curriculares, o projeto e o estágio curricular, como uma dificuldade ao aprofundamento e redação deste trabalho.

VI.3. Implicações no Desenvolvimento Profissional

As constantes alterações da sociedade e as reformas consecutivas da educação, fruto da sede de respostas e resultados a níveis políticos e socioeconómicos, trouxeram à Escola e, particularmente, aos professores inúmeros desafios que exigem respostas cada vez mais céleres e ajustadas às novas necessidades dos alunos com vista à promoção do seu desenvolvimento e crescimento efetivo. A escola, enquanto local de ensino por excelência, deve promover esta atitude nos alunos e proporcionar aos jovens um local de aprendizagem entusiasmante e em constante evolução. Neste sentido, apelam-se políticas de mudança que incitem novas propostas pedagógicas e práticas educativas, menos ancoradas às metodologias marcadas apenas pela transmissão de conhecimentos. Por este motivo, os estudos e investigações elaborados nesta área são pertinentes e úteis, podendo contribuir para a escolha de um caminho mais acertado no que concerne ao ensino promotor do sucesso.

Esta investigação propiciou, numa perspetiva de desenvolvimento profissional, uma conjuntura de reflexões sobre o potencial das diferentes estratégias e metodologias no ensino das ciências. Permitiu, ainda, desenvolver capacidades de organização e planificação, cruciais para a atividade docente, bem como possibilitou desenvolver um conhecimento mais sólido sobre as diversas metodologias usadas na investigação em educação. Esta investigação fomentou também o espírito crítico, a autonomia e a criatividade, bem como permitiu aplicar, desenvolver e consolidar muitas das noções sobre pedagogia, ciência e educação aprendidas ao longo do mestrado, provendo-a de estratégias e saberes fundamentais para o seu desenvolvimento profissional, tanto no ensino das ciências como na investigação educativa.

De um modo geral esta investigação funcionou como uma primeira experiência sobre a profissão docente em que todas as decisões eram da responsabilidade da professora investigadora, estimulando o desenvolvimento de competências inerentes à resolução de problemas, bem como a capacidade organizativa e de gestão de tempo. A profissão docente não se limita à área que se está a ensinar e, estão intrínsecos diversos saberes, curriculares, disciplinares, pedagógicos. Daí a importância de uma formação profissionalizante que permite uma prática orientada e a reflexão sobre

essa mesma ação. Ao longo deste ano aprendi também que o professor deve ser capaz de apelar à multidimensionalidade dos seus saberes profissionais.

O recurso a casos do quotidiano revelou-se uma estratégia muito positiva junto dos alunos, merecedora de grande atenção e interesse por parte dos mesmos. Apesar de mais trabalhosos estes recursos mostram-se mais motivadores, potenciando o desenvolvimento e a aprendizagem significativa dos alunos. Assim, esta experiência permitiu reconhecer a importância duma abordagem centrada no aluno e numa pedagogia para a autonomia em sala de aula, assim como, a premência para que se promovam ambientes de trabalho mais construtivos e estimulantes assentes nos princípios de responsabilidade e cidadania democrática.

Em suma, esta investigação contribuiu significativamente para o desenvolvimento da prática profissional enquanto docente, recomendando estratégias e metodologias a manter no exercício da atividade profissional com recurso ao uso situações do dia-a-dia, tirando partido e proveito das mesmas no sistema de ensino, nomeadamente na disciplina de Ciências Naturais.

Referências

- ABAL (Associação Brasileira de Alumínio) (2011). *Vantagens do Alumínio*. Retirado de <http://www.abal.org.br/aluminio/vantagens-do-aluminio/>
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Barroso, D. S. (2013). *A importância da planificação do processo ensino-aprendizagem nas aulas de História e Geografia*. Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Porto.
- Boiko, V. A., & Zamberlan, M. A. (2001). A Perspetiva sócio-construtivista na Psicologia e na Educação: O brincar na pré-escola. *Psicologia em Estudo*, 6 (1), pp. 51-58.
- Brás, M. S. de P. (2013). *Caracterização das águas de Trás-os-Montes. Estudo comparativo dos resultados da Terra Fria e da Terra Quente*. (Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental), Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- Buzzo, M. L.; Bugno, A.; Almodovar, A.; Kira, C.; Carvalho, M. F. H.; Souza, A.; Scorsafava, M. A. (2010). A importância de programas de monitoramento da qualidade da água para diálise na segurança dos pacientes *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 69(1), 1–6.
- Carmo, H., & Ferreira, M. M. (1998). *Metodologia da investigação - Guia para a auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Carvalho, A. M. G. (2008). *Introdução ao estudo dos Minerais*. Lisboa: Âncora Editora, 3ª edição.
- Carvalho, M. de F. H. (2005). *Alumínio em água tratada para hemodiálise: um problema de saúde pública*. (Dissertação de Mestrado em Ciências), São Paulo.
- Cortecci, G., Scarpelli, T. D. W., & Paulo, S. (n.d.). *Geologia E Saúde*, 1–30.
- Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática*. Coimbra: Almedina
- Coutinho, C., & Lisboa, E. (2011). Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. *Revista de Educação*, XVIII(1), 5–22. Retirado de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/14854>
- Decreto-lei n.º 236/98 de 1 de Agosto de 1998. *Diário da República - I Série-A*. Ministério do Ambiente. Lisboa. Acedido a 10 dezembro de 2015. Retirado de www.drapn.min-agricultura.pt

- Direção Geral da Educação. (n.d.) *Programa de Apoio à Promoção e Educação para a Saúde*. Retirado de <http://www.dge.mec.pt/programa-de-apoio-promocao-e-educacao-para-saude>
- Freitas, M. B. De, Brilhante, O. M., & Almeida, L. M. De. (2001). Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cadernos de Saúde Pública*, 17(3), 651–660. <http://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000300019>
- Geraldes, H. (2010, janeiro 06). Évora e alumínio têm um passado com 17 anos. Retirado de <https://www.publico.pt/ciencia/noticia/evora-e-aluminio-tem-um-passado-com-17-anos-1416576>
- Gray, T. (2012). *The Elements - A Visual Exploration of Every Known Atom in the Universe*. New York: Black Dog & Leventhal Publishers, Inc.
- Guerra, I. (2006). *Pesquisa Qualitativa e Análise de Conteúdo: sentidos e formas de uso*. Principia Editora: Estoril.
- Iervolino, S. a., & Pelicioni, M. C. (2001). A utilização do grupo focal como metodologia qualitativa na promoção da saúde. *Revista Da Escola de Enfermagem Da U S P*, 35, 115–121. Retirado de <http://doi.org/10.1590/S0080-62342001000200004>
- Lopes, P., & Vaz, M. (2011). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas : Desenvolvimento de competências cognitivas e processuais em alunos do 9º ano de escolaridade*. (Dissertação de Mestrado em Ensino das Ciências), Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- Loureiro, I. (2008). *A aprendizagem baseada na resolução de problemas e a formulação de questões a partir de contextos problemáticos : um estudo com professores e alunos de física e química*. (Dissertação de Mestrado em Ensino), Universidade do Minho, Braga. Retirado de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8152>
- Manual de Boas Práticas de Hemodiálise. Retirado de http://gid.min-saude.pt/publicacoes/le/manual_boas_praticas_hemodialise.pdf
- Mendes, B. & Oliveira, J.F.S. (2004). *Qualidade da Água para Consumo Humano*. Lidel, Edições Técnicas, Lda. Lisboa.
- Onwuegbuzie, A. J., Dickinson, W. B., Leech, N. L., & Zoran, A. G. (2009). Toward more rigor in focus group research: A new framework for collecting and analyzing focus group data. *International Journal of Qualitative Methods*, 8, 1–21. Retirado de <http://ejournals.library.ualberta.ca/index.php/IJQM/article/view/4554>
- Peixoto, M. J. M.. (2008). *Qualidade Biológica da Água do Rio Cávado*. (Dissertação de Mestrado em Hidrobiologia), Universidade do Porto, Porto.

- PlanetEarth – Earth Sciences for Society. (2007). *Terra e saúde - construir um ambiente mais seguro*. Retirado de <http://www.yearofplanetearth.org/>
- Portal da Diálise – Educar para prevenir. (2016) *O que é a hemodiálise?* Retirado de <http://www.portaldadialise.com/portal/o-que-e-hemodialise>
- Portaria nº 196-A/2010 de 9 de Abril de 2010. *Diário da República*, 1.^a série - Nº69. Ministério da Saúde e da Educação. Lisboa.
- Reis, P. (2006). Ciência e Educação: Que relação? *Revista Interações*, 2(3), 160–187. Retirado de <http://revistas.rcaap.pt/interaccoes>
- Rodrigues, A. I. M. (2012). *A intoxicação por alumínio nos doentes em hemodiálise – uma perspetiva histórica*. (Dissertação de Mestrado em Análises Clínicas), Faculdade de Farmácia - Universidade do Porto, Porto.
- Schwarzenbach, R. P., Egli, T., Hofstetter, T. B., von Gunten, U., & Wehrli, B. (2010). Global Water Pollution and Human Health. *Annual Review of Environment and Resources*, 35(1), 109–136. <http://doi.org/10.1146/annurev-environ-100809-125342>
- Silva, A. da, & Moreira, J. (2009). Toxic effects of inorganic contaminants on the health of patients treated with hemodialysis. *Revista de Saúde Coletiva*, 17(3), 691–730. Retirado de http://iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2009_3/artigos/Artigo_8.pdf
- Silva, C. R. (2011). *Avaliação do risco geológico à exposição de elementos químicos à saúde ambiental, na região de Araçuaí-Itinga, Minas Gerais – Brasil*. (Tese de Doutorado em Ciências (Geologia)), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Retirado de http://www.cprm.gov.br/publique/media/Tese_Cassio_Silva.pdf
- Silva, N. L. R. (2013). *Diretiva Quadro da Água vs. Funcionamento do Ecossistema: Exemplo da Barragem Crestuma-Le*. (Dissertação de Mestrado em Biologia e Gestão da Qualidade da Água), Universidade do Porto, Porto. Retirado de <http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/70054> \n <http://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/70054/2/11447.pdf>
- Tarpani, R. R. Z. (2012). *Remoção de alumínio monomérico de água para abastecimento através da ação da carboximetilcelulose e da quitina*. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Torres, J., Costa, J. & Vasconcelos, C. (2015). Geomedicina – Contributos da história da geologia e sua aplicação no ensino. In I. Rodrigues & J. Azevedo (Eds.), *E-book do 1º Encontro de História*

da Ciência no Ensino, p. 127-136. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. ISBN: 978-989-704-206-5.

U.S. Geological Survey. (2015). *Aluminum Statistics and Information*. Retirado de <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/aluminum/>

Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2013). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências: propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Coleção Panorama. Porto: Porto Editora.

Vasconcelos, C. & Torres, J. (2013) A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Educação Ambiental. In L. Leite, A. Afonso, L. Dourado, S. Morgado & T. Vilaça (Eds.), *Atas do Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas*, p. 48-62. Braga: Universidade do Minho. ISBN: 978-989-8525-26-0

Vicente, M. (2012). *Perspectivas acerca da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade: um estudo comparativo com alunos dos cursos de ciências e tecnologias e de línguas e humanidades*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Educação de Bragança, Portugal.

Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. London: Harvard University Press.

World Health Organization (WHO) (2008). *Guidelines for Drinking Water Quality*. (3rd ed., Vol. 1). Geneva, World Health Organization Library.

Apêndices

Apêndice 1 – Cenário problemático fornecido aos alunos.

Jornal de Notícias

Quinta-feira, 22 de abril de 1992

Pacientes morrem por intoxicação por alumínio após hemodiálise, em Évora



Aumentou para vinte e cinco o número de casos mortais de doentes em hemodiálise, na Unidade de Hemodiálise Distrital de Évora. Análises realizadas aos doentes revelaram altos teores de alumínio no sangue.

Silencioso desde o dia 3 de abril sobre o caso dos insuficientes renais mortos no hospital de Évora, o ministério da Saúde fez-se ouvir de novo, mas sem a presença do seu titular. Confrontado com as sucessivas interrogações dos jornalistas, que se mostraram intrigados pela ambiguidade e ausência de novidades, o ministério adiantou que há um inquérito a decorrer.



Bullying Aumenta 30%

Estudos comprovam que o Bullying escolar aumentou 30% nos últimos cinco anos.



Despiste de um carro em Gondomar provoca morte de uma mulher

O despiste, registado por volta das 13h20, na estrada de D. Miguel, freguesia de São Cosme, atingiu duas mulheres, acabando por provocar a morte de uma das vítimas que foi transportada para a unidade hospitalar de São João no Porto, informou.

Preocupação nas escolas: Novas metas curriculares vão estar à prova nos exames

Docentes estão no contra relógio para dar a matéria prevista nas novas metas e muitos temem não conseguir. Alunos têm mostrado grandes dificuldades em apreender os conteúdos. Ministério fala em rigor.




Pacientes morrem por intoxicação por alumínio após hemodiálise, em Évora

O "caso do alumínio" ficou marcado pela morte de 25 doentes da Unidade de Hemodiálise do Hospital Distrital de Évora. As análises realizadas aos doentes de Évora revelaram altos teores de alumínio no sangue.

Análises efetuadas no Instituto Nacional de Saúde comprovam que a água de abastecimento público, oriunda da albufeira de Monte Novo, continha altos teores de alumínio de que não foi dado conhecimento ao hospital, mesmo sendo conhecidos os efeitos tóxicos deste metal no organismo humano, principalmente, em doentes em hemodiálise. O teor na rede pública rondava, em média, os 0.35 mg/l quando não deveria ultrapassar os 0.2 mg/l. Os doentes renais estão expostos à intoxicação através da água utilizada para a hemodiálise e sofrem com as quantidades de alumínio na água que bebem e na comida que ingerem.

Para tornar a água potável e consumível, a autarquia tem sido obrigada a atingir maiores quantidades de sulfato de alumínio para fazer a purificação da água. A lei da qualidade da água contempla que, em casos de seca, os valores acima estipulados possam ser ultrapassados, não se encontrando ainda regulamentados os valores máximos que nestas circunstâncias se possam atingir. A questão que se coloca, neste caso é: se os serviços hospitalares são obrigados a tratar a água para a hemodiálise, como é possível não terem detetado o excesso de alumínio presente na água destinada ao tratamento? A situação foi explicada pela má qualidade da água, justificada pelo então presidente da câmara, Abílio Fernandes, com a situação de seca que se vivia, e ainda pelo mau funcionamento dos filtros do sistema de osmose inversa, instalado na estação de tratamento de águas do hospital para retirar o excesso de alumínio. Até agora não foram ainda apuradas responsabilidades nos casos das mortes em Évora.


Apêndice 2 – PowerPoint disponibilizado aos alunos para ajudar a resolver as questões problema.



Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º
Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário


Projeto

Geologia para a saúde
– um caso de contaminação de
água por alumínio.




fevereiro de 2016

Água – Recurso Natural



O **crescente aumento populacional** e o desenvolvimento aumentaram as necessidades deste recurso e, simultaneamente, as atividades humanas degradam os sistemas aquáticos.

Assim, a utilização e gestão da água torna-se um problema **quantitativo** e **qualitativo**.




Água





De extrema importância, a água é o principal constituinte do nosso organismo e do planeta.





Com características físico-químicas próprias, é considerada incolor, inodora, insípida. Aparece associada a outras substâncias, em suspensão ou dissolvidas, que permitem alterar as suas propriedades.

É um recurso natural, desempenha um papel vital e insubstituível em todo o equilíbrio ecológico, sendo um recurso imprescindível à manutenção da Vida na Terra, particularmente, à subsistência do Homem e suas atividades. Todavia, é um recurso limitado e, por isso, é importante a sua gestão.

Água – Recurso Natural

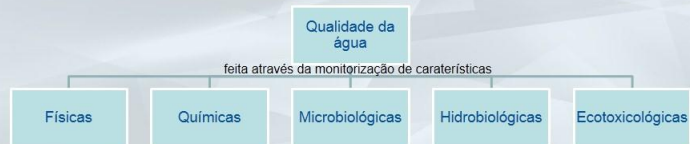
A **poluição da água** foi definida como “... qualquer modificação, quer natural quer artificial, que direta ou indiretamente modifique a qualidade da água e altere ou destrua o equilíbrio dos ecossistemas e dos recursos naturais, de tal modo que:

- Provoque perigos para a Saúde Pública;
- Diminua a sua adequabilidade ou eficiência e o bem-estar do Homem e das suas comunidades;
- Reduza os usos benéficos da água”.



Água – Qualidade da água

A água contém diversas substâncias, as quais resultam do ambiente que a envolve ou da ação das atividades humanas. Determinar as características da água é essencial para avaliar os níveis de poluição e selecionar o tratamento necessário ao abastecimento público.



fppt.com

Alumínio – Recurso geológico

- Este elemento é abundante sob a forma de óxido de alumínio (Al_2O_3) e as reservas minerais são quase ilimitadas.
- Com um teor de óxido de alumínio entre 35% a 45%, o **bauxito** é o principal minério de alumínio – acumulações de hidróxidos de alumínio (gibbsite, diásporo e bohemite) resultantes de alteração supergénica de rochas ricas em feldspatos, feldspatoides e argilas.
- A obtenção do alumínio por via eletrolítica (processo Bayer) a partir do bauxito proporcionou, desde o século XX, a ampla utilização deste metal.



fppt.com

Alumínio



O alumínio foi descoberto por Sir Humphrey Davy em 1809.

Encontra-se no estado sólido e é o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre.

É um elemento muito reativo, encontrando-se combinado sob a forma de hidróxidos, silicatos, fosfatos ou sulfatos.

É um metal de cor cinzento-prateada, brilhante e leve. É dútil, maleável, sectil e bom condutor do calor e da eletricidade.

A combinação de propriedades faz do alumínio um dos mais versáteis materiais utilizados na engenharia, arquitetura e indústria em geral.

fppt.com

Alumínio - Utilizações



fppt.com

Alumínio na água

O alumínio é um componente natural presente na água superficial e subterrânea, como resultado da **interação água-rocha**.



Este elemento pode ocorrer em diferentes formas, sendo influenciado por pH, temperatura e presença de fluoretos, sulfatos e matéria orgânica.



O uso de **sulfato de alumínio** na etapa de decantação nos tratamentos da água para consumo humano também contribui significativamente para a elevação da concentração desse metal na água tratada.

O Decreto-Lei nº236/98 do Ministério do Ambiente estabelece o valor máximo permitido de alumínio, em águas de consumo, de **0,200 mg/l**.

fppt.com

Alumínio no organismo



A exposição humana ao alumínio é inevitável uma vez que ele se encontra disponível naturalmente nos alimentos, na água e no ar.



Apesar dos alimentos serem a principal entrada de alumínio no organismo, existe uma maior preocupação em relação àquele que está contido nas águas de consumo, uma vez que nestas o alumínio encontra-se em formas mais biodisponíveis, o que facilita a sua absorção pelo organismo.

fppt.com

Alumínio no organismo



Elementos
Traço

dividem-se em

Essenciais

Não
essenciais

São aqueles que não participam no metabolismo humano, ou cuja função fisiológica é desconhecida, e que podem causar graves danos à saúde.

Ex: Alumínio

Os danos variam de acordo com a quantidade, o grau de exposição, o estado nutricional, o metabolismo individual e a capacidade de desintoxicação de cada indivíduo.

fppt.com

Alumínio no organismo



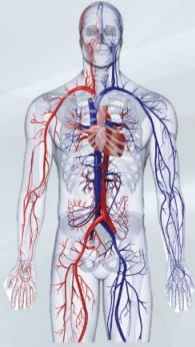
Uma pequena fração do alumínio presente na dieta é absorvida pelo trato digestivo e a maior parte dela é excretada rapidamente pelos rins.

Quando os níveis de alumínio no sangue estão muito altos, os ossos atuam como um "tanque", retirando o alumínio e libertando-o depois, lentamente.

O cérebro é vulnerável a muitos agentes químicos e biológicos, mas é protegido por uma barreira formada por um conjunto de células de capilares sanguíneos que impedem a entrada de substâncias no cérebro.

fppt.com

Alumínio no organismo



Consequências

- Doenças ósseas e anemia microcítica
- Neurotoxicidade aguda
- Aumento do processo de inflamação dos neurónios, que se encontra associado à doença de Alzheimer

Os problemas de toxicidade do alumínio agravam-se em doentes submetidos à hemodiálise que, por terem a função renal diminuída, têm comprometida a capacidade de excretar substâncias tóxicas pela urina.

fppt.com

Insuficiência Renal

A perda de funções dos rins pode ser aguda ou crónica e qualquer indivíduo pode desenvolver a doença renal, sendo que a diabetes, a hipertensão, os fatores genéticos e a idade são fatores que predispõem o aparecimento desta doença.

Quando há uma perda progressiva e irreversível de funções renais estamos perante uma **insuficiência renal crónica (IRC)**.



A **diálise** é um processo que substitui, de forma parcial, algumas das funções dos rins. Tem como finalidade a remoção dos produtos indesejados ao organismo e a reposição de substâncias em falta no mesmo.

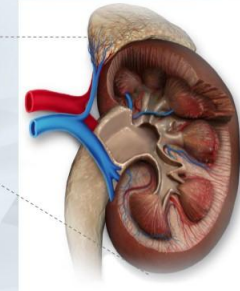
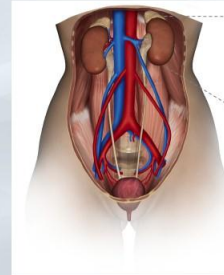
Pode ser de dois tipos

Diálise peritoneal

Hemodiálise

fppt.com

Rins



Os **rins** são os principais órgãos excretores do corpo humano. São responsáveis pela produção da **urina**, que contém resíduos expelidos pelo organismo, e controlam a quantidade de **água** e de **sais minerais** do sangue.

fppt.com

O tratamento por hemodiálise

Usado pela primeira vez, em 1943, pelo médico alemão W. J. Kolff.

Na **hemodiálise**, o sangue vai sendo extraído do corpo do paciente e posto a circular num aparelho denominado dialisador, um **rim artificial** que filtra o sangue. Eliminadas as substâncias tóxicas que transporta, o sangue é devolvido ao corpo do paciente.

Indispensável para o processo é a **solução dialisante**, a qual consiste numa solução de eletrólitos dissolvidos em água, que ajuda a remover os resíduos e o excesso de água do sangue. O sangue do paciente fica diretamente exposto à solução dialisante, através da membrana não seletiva, o que facilita a entrada, na corrente sanguínea, de alumínio e outros contaminantes tóxicos.



fppt.com


Alumínio e a hemodiálise

A presença de alumínio nos indivíduos e, principalmente nos doentes de hemodiálise é prejudicial à saúde.

O balanço de alumínio na hemodiálise depende de fatores como o tipo de membrana de diálise (superfície e espessura), pH da solução dialisante e, concentração de alumínio na mesma.

Segundo o Manual das Boas Práticas em Diálise (2011), o valor máximo admitido (VMA) de alumínio na água usada para diálise é de $4 \mu\text{g/l}$.

Assim, o desenvolvimento de sistemas mais sofisticados para a purificação da água minimizou significativamente a possibilidade de intoxicação por alumínio em pacientes em hemodiálise.



hemodiálise

fppt.com

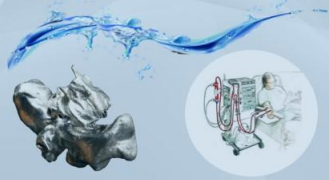
U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

RODRIGUES DE FREITAS

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º
Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Projeto


Geologia para a saúde
– uma abordagem descritiva de
um caso de contaminação de
água por alumínio.




Ana Ribeiro
2015/2016

fppt.com


Apêndice 3 – Documentos fornecidos durante a investigação dos alunos.



U. PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO



UNIDADE DE ENSINO
DAS CIÊNCIAS



DEPARTAMENTO DE GEOLÓGIA
RODRIGUES DE FREITAS

Ficha de descrição

Nome	Mercúrio (do grego latinizado <i>hydrargyrum</i>)
Símbolo	Hg
Cor	Prateado
Nº atómico	80
Classe	Metal de transição
Massa atómica (u)	200.5
Densidade (g/ml)	13.57
Ponto de Fusão (°C)	-38.8
Ponto de Ebulição (°C)	356.73
Caraterísticas	Metal à temperatura normal é líquido e inodoro.



Ocorrência

O minério mais importante de mercúrio é o cinábrio (HgS), cujas maiores reservas minerais são encontradas em Espanha, nas minas de Almadén. O mercúrio pode estar associado a hidrocarbonetos gasosos e líquidos (petróleo, betumes) e também a jazidas de carvão mineral. É um elemento de origem profunda (manto terrestre) que, possivelmente, ascende na forma de metil ou dimetil mercúrio. A principal matéria-prima para a obtenção do mercúrio é o cinábrio que, por aquecimento intenso sob uma corrente de ar, produz mercúrio na forma de vapor e dióxido de enxofre. Os depósitos de mercúrio são de origem relativamente recente, mas aparecem em rochas de todas as idades.

Aplicações

O mercúrio forma ligas com diferentes metais, designadas por amálgamas. Um exemplo conhecido é a amálgama de mercúrio, cobre, zinco e estanho, utilizada para fazer pastas dentífricas. A amálgama de mercúrio e estanho, utilizada no fabrico dos espelhos é um outro exemplo de aplicação deste elemento. Uma das mais importantes aplicações do mercúrio prende-se com o fabrico de instrumentos como termómetros, manómetros, elétrodos e barómetros. Na medicina é utilizado nos esfigmomanómetros para medição da pressão sanguínea e em substâncias terapêuticas como o parafenolsulfonato de mercúrio, administrado como antisséptico.


Efeitos tóxicos

O mercúrio metálico ou elementar, no estado de oxidação zero (Hg⁰), existe na forma líquida à temperatura ambiente, é volátil e liberta um gás monoatômico: o vapor de mercúrio, prejudicial à saúde humana. As intoxicações por mercúrio apresentam uma graduação de efeitos proporcionais à sua ingestão e/ou acumulação e recebem a denominação de hidrargirismo. Os sintomas por intoxicação por mercúrio caracterizam-se por fadiga, dores de cabeça, hipertensão, insónia, irritabilidade, tremores,


problemas de audição e visão e, em casos mais severos, pode mesmo conduzir a problemas neurológicos graves como paralisias cerebrais.

Valor máximo admissível em águas de consumo


A World Health Organization (WHO) – Organização Mundial da Saúde, órgão das Nações Unidas, recentemente estipulou o valor máximo aceitável para mercúrio, em águas de consumo, de 0.001 mg/l, sendo já reconhecida a toxicidade no Homem.



U. PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO



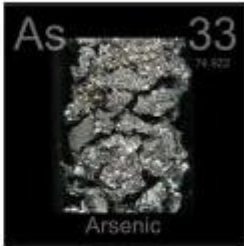
UNIDADE DE ENSINO
DAS CIÊNCIAS



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RODRIGUES DE FREITAS

Ficha de descrição

Nome	Arsénio (do latim <i>arsenium</i>)
Símbolo	As
Cor	Amarelo ou cinza metálico
Nº atómico	33
Classe	Semi-metal
Massa atómica (u)	74,9
Densidade (g/ml)	5,78
Ponto de Fusão (°C)	613
Ponto de Ebulição (°C)	817
Caraterísticas	É frágil, cristalino e com capacidade de sublimação.



As 33
Arsenic

Ocorrência
É o 52.º elemento em abundância da crosta terrestre e é encontrado na forma nativa, principalmente sob a forma de sulfeto e associado a uma série de minerais que contém ouro, cobre, chumbo, ferro, níquel, cobalto e outros metais. A fonte do arsénio é essencialmente geoquímica, por oxidação supergénica de sulfetos metálicos (arsenopirite, pirite, pirrotite, calcopirite e outros).

Aplicações
É utilizado como conservante de couro e madeira (arseniato de cobre e cromo), uso que representa, segundo algumas estimativas, cerca de 70% do seu consumo mundial. O arsenieto de gálio é um importante semicondutor utilizado em circuitos integrados mais rápidos e caros que os de silício. É usado, ainda, como aditivo em ligas metálicas de chumbo e latão, em inseticidas, herbicidas e venenos. O arsénio é usado como pigmento e em pirotecnia. É também usado como descolorante no fabrico do vidro (trióxido de arsénio). A sua aplicação incide, também, na conservação de fósseis e recentemente renovou-se o interesse pelo uso do trióxido de arsénio para o tratamento de pacientes com leucemia.

Efeitos tóxicos
O arsénio é um elemento amplamente distribuído pela natureza, cuja toxicidade depende das diferentes formas químicas e dos estados de oxidação. A sintomatologia de envenenamento por arsénio aparece como conjuntivite, melanhose, despigmentação e queratose (feridas). Sabe-se que um período prolongado de exposição ao arsénio em águas de consumo está, eventualmente, relacionado com risco de cancro de pele, pulmões, bexiga e rim, assim como com outras alterações da pele e unhas.

Valor máximo admissível em águas de consumo
A World Health Organization (WHO) – Organização Mundial da Saúde, órgão das Nações Unidas, recentemente estipulou o valor máximo aceitável para arsénio, em água potável, de 0.05 mg/l a 0.01 mg/l, reconhecendo a sua alta toxicidade no Homem.



U. PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO



UNIDADE DE ENSINO
DAS CIÊNCIAS



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RODRIGUES DE FREITAS

Ficha de descrição

Nome	Chumbo (do latim <i>plumbum</i>)
Símbolo	Pb
Cor	Branca-azulada, tomando-se cinza quando exposto ao ar
Nº atómico	82
Classe	Metal
Massa atómica (u)	207,2
Densidade (g/ml)	11,34
Ponto de Fusão (°C)	327,46
Ponto de Ebulição (°C)	1749
Caraterísticas	Metal tóxico, pesado, macio e maleável.



Ocorrência
O chumbo raramente é encontrado no seu estado elementar. O mineral de chumbo mais comum é o sulfeto, denominado de galena. Existem outros minerais de importância comercial como o carbonato e o sulfato, embora mais raros. Geralmente é encontrado com minerais de zinco, prata e, em maior abundância, de cobre. É, também, encontrado associado a vários minerais de urânio e de tório, já que resulta diretamente da desintegração radioativa destes radioisótopos.

Aplicações
Graças à excelente resistência à corrosão, o chumbo encontra muitas aplicações na indústria da construção civil e, principalmente, na indústria química. A formação de revestimento contra a oxidação facilita a sua utilização no fabrico e manejo do ácido sulfúrico. O chumbo é também utilizado na manta protetora dos aparelhos de raio-x e raios gama. Além disso, tem um papel muito importante nos acumuladores elétricos de chumbo e é ainda utilizado no fabrico de pesos (devido à sua elevada densidade), gasolina, vidro, pinturas, cabos e baterias.

Efeitos tóxicos
A patologia mais frequente no caso de envenenamento por chumbo (saturnismo) é representada por distúrbios neurológicos muito graves, além de uma grande série de sintomas. Entre essas, a encefalopatia é particularmente perigosa nas crianças e pode levar a danos irreversíveis no cérebro. As mulheres grávidas devem ter especial cuidado porque o feto em desenvolvimento é muito sensível aos efeitos da exposição ao chumbo.

Valor máximo admissível em águas de consumo
A World Health Organization (WHO) – Organização Mundial da Saúde, órgão das Nações Unidas, recentemente estipulou o valor máximo aceitável para chumbo, em água potável, de 0.05 mg/l, reconhecendo a sua toxicidade no Homem.

Apêndice 4 – Guião da entrevista focal.



Guião Entrevista Focal	
Tema	Geologia para a saúde – uma abordagem descritiva de um caso de contaminação de água por alumínio
Entrevistador	Ana Isabel Correia Ribeiro
Entrevistador Cooperante	Alexandra Sofia Coelho Monteiro
Público-alvo: 10ªA	Grupo:
Objetivo Este trabalho pretende realçar a importância dos recursos geológicos no quotidiano, salientando as implicações que os mesmos trazem à saúde humana, recorrendo a um exemplo de contaminação de água por alumínio.	
Introdução A entrevista respeita o anonimato, sendo que os resultados obtidos na mesma se destinam, única e exclusivamente, a fins académicos. Deverás responder o mais honestamente possível, não existindo respostas certas nem erradas.	
Pergunta 1	O cenário fornecido dizia respeito a um caso de intoxicação por alumínio numa unidade de hemodialise em Évora. Aham que esse cenário foi positivo para levantarem as questões-problema?
Observações	

Pergunta 2	Após o levantamento das questões-problema, de que forma é que os vários documentos fornecidos ajudaram na investigação?
Observações	

Pergunta 3	Reconhecem a importância dos recursos geológicos no nosso dia-a-dia?
Observações	

Pergunta 4	Compreendem a influência que o meio ambiente e, nomeadamente, os recursos geológicos exercem na nossa saúde?
Observações	

Pergunta 5	Quais as implicações que o excesso de alumínio traz à saúde humana? E em especial a doentes em hemodiálise?
Observações	

Pergunta 6	Reconhecem outras formas de contaminação e outros elementos químicos que, em excesso, trazem complicações à saúde humana?
Observações	

Apêndice 5 – Transcrição e respetiva codificação das entrevistas focais.

Tabela 3. Transcrição e codificação das entrevistas realizadas aos quatro grupos.

Grupo	Questão	Código
	Questão 1 - O cenário fornecido dizia respeito a um caso de intoxicação por alumínio numa unidade de hemodiálise em Évora. Acham que esse cenário foi positivo para levantarem as questões-problema?	
I	<p>I.2. Eu acho que <u>com o levantamento das questões problema entendi melhor a temática abordada.</u> Neste tipo de situações existem textos que são um pouco difíceis de compreender porque parecem tudo factos e torna-se difícil levantar questões mas neste caso <u>considero que o texto estava bem estruturado, o que permitiu o levantamento das questões.</u></p> <p>I.3. Penso que, <u>com o texto, foi mais fácil descobrir factos e levantar questões problema.</u></p> <p>I.4. Acho que <u>o texto foi de fácil compreensão, estava bem feito e as ideias essenciais estavam lá presentes.</u></p>	A1
II	<p>I.2. <u>Ajudou a desenvolver a capacidade crítica, senão era tudo dado.</u> Se lêssemos obtínhamos na mesma as respostas e nem sequer colocávamos as questões.</p> <p>I.4. Permitiu <u>desenvolver a capacidade de procura de respostas/soluções, de querer saber mais sobre aquele assunto.</u></p> <p>I.1. Foi vantajoso ter a notícia e sermos nós a levantar questões. <u>Isto permitiu partilhar opiniões com os outros elementos, discutir a temática.</u></p> <p>I.5. Foi mais fácil discutir em grupo e partilhar opiniões.</p> <p>I.3. Foi uma aula mais interativa, <u>que possibilitou a partilha de opiniões.</u></p> <p>I.6. <u>Torna-se mais fácil a compreensão da temática.</u></p> <p>II.4. Acho que <u>foi bom assim para nós também estarmos com mais atenção aquilo que estamos a fazer em relação ao texto.</u></p> <p>II.1. <u>Acho que foi bom para colocarmos todas as questões que nos surgiram e mais do que aquelas que a professora estava a espera.</u></p> <p>II.2. <u>O texto permitiu descobrir factos e levantar questões problema.</u></p> <p>Observações:</p> <p>Os alunos consideram que foi mais proveitosa a discussão em grupo uma vez que possibilitou a partilha de ideias e troca de opiniões desenvolvendo a capacidade de argumentação e espírito crítico.</p>	A1
III	<p>III.1. Foi positivo porque <u>deu-nos factos e permitiu efetivamente levantar questões problema.</u> O facto de sermos nós a fazer as perguntas foi mais fácil do que a professora as ter dado.</p> <p>III.6. <u>Foi positivo porque obrigou-nos a interpretar o texto e a pensar sobre questões que poderiam surgir.</u></p> <p>III.4. <u>Eram questões que nós tínhamos dúvidas, ou seja, não eram as questões da professora mas as nossas e isso facilitou o entendimento da temática.</u></p>	A1

III.5. Foi positivo porque tinha bastante informação sobre a temática abordada e fazia-nos levantar questões.

III.2. Vantajoso o fato de termos proposto as questões porque assim foram respondidas as questões que os alunos queriam ver respondidas e não as questões que a professora queria.

III.3. Foi melhor sermos nós a levantar as questões para nos obrigar a pensar sobre o assunto. Assim também foi importante porque trocamos ideias com os colegas.

IV.2. Foi positivo para levantar as questões problema.

A1

IV.3. Considero que foi positivo o levantamento das questões. No entanto isso ocupa muito tempo. Se a professora explicasse, com calma, as questões que era suposto levantarmos teríamos um melhor aproveitamento em tempo da aula.

A1

IV.6. Foi interessante uma vez que também nos permitiu sermos nós a interpretar o texto.

IV IV.7. O cenário foi positivo para levantar as questões e o facto de a professora ter dado autonomia para sermos nós a levantar as questões permitiu esclarecer as nossas próprias questões/dúvidas e não só as questões que a professora tinha previsto.

A1

IV.5. Acho que o cenário estava bem estruturado e permitiu levantar algumas questões sobre o tema.

IV.1. O facto de sermos nós a levantar as questões permitiu trocar ideias e opiniões com os outros elementos do grupo.

Questão 2 - Após o levantamento das questões-problema, de que forma é que os vários documentos fornecidos ajudaram na investigação?

I I.3. Considero que os documentos fornecidos foram importantes na investigação e na procura de respostas às questões problema. Foi importante também o apoio da professora porque, por vezes existem interpretações erradas e o professor pode ajudar a desmitificar essa ideia.

B1

I.4. Com os documentos fornecidos as questões problema ficaram todas esclarecidas.

I.2. Os documentos ajudaram a responder às questões anteriormente levantadas.

II.3. Os documentos fornecidos ajudaram a resolver as questões problema levantadas.

II II.5. Sim os documentos ajudaram e quando os documentos não esclareciam totalmente a questão a professora estava lá para explicar a dúvida.

B1

III.1. Os documentos ajudaram na investigação uma vez que com eles conseguimos perceber a temática e responder as questões inicialmente levantadas.

III III.4. Os documentos ajudaram na compreensão do tema.

B1

III.6. Ajudaram a responder às questões que colocamos no início.

III.5. A professora também ajudou a responder a dúvidas que foram surgindo quando não estava tão explícito nos documentos.

IV IV.3. Os documentos ajudaram a resolver as questões que tínhamos colocado. E alguma da informação que não estava nos documentos, a professora foi acrescentando. Daí ser importante a professora também estar presente na investigação e a apoiar os alunos.

B1

Observações:

Os alunos consideram que os documentos fornecidos ajudaram na investigação na medida em que reconhecem que a informação necessária para responder às questões problema estava nesses documentos.

Questão 3 - Reconhecem a importância dos recursos geológicos no nosso dia-a-dia?

I.3. Estes têm inúmeras utilidades, em coisas banais no nosso dia-a-dia, mas que das quais nós temos muito proveito.

I.2. A água é um recurso, para muitos, banal e que tem uma enorme importância atualmente.

I.6. Por exemplo o alumínio, presente em muitos objetos que temos em casa.

I I.5. O chumbo na construção civil.

I.1. O mercúrio utilizado em instrumentos como os termómetros.

Observações:

Os alunos reconhecem a importância dos recursos geológicos no quotidiano e algumas das aplicações dos recursos mencionados na aula.

II

II.2. Os recursos geológicos estão presentes basicamente em tudo o que nos rodeia.

Todos os objetos que conhecemos e utilizamos provieram de recursos geológicos.

II.7. Por exemplo telemóveis, eletrodomésticos...

II.6. Na medicina, nas indústrias...

III.1. A água que é tão importante para nós.

III.2. O alumínio importante para eletrodomésticos, construções...

III.4. Engenharias, Medicina, indústria civil e automóvel.

III

III.3. Os recursos geológicos são importantes para o desenvolvimento em geral.

Observações:

Os alunos reconhecem que os recursos geológicos são importantes para nós e que sem eles não tínhamos o que temos hoje em dia.

IV

IV.3. Os recursos geológicos são realmente importantes para tudo na nossa vida."

IV.4. A sessão ajudou a aumentar a ideia da importância de os mesmos têm para nós.

IV.5. Esta intervenção permitiu refletirmos sobre a importância dos mesmos para tudo o que utilizamos no dia-a-dia.

Questão 4 - Compreendem a influência que o meio ambiente e, nomeadamente, os recursos geológicos exercem na nossa saúde?

I.2. Sim. Por exemplo a interação água-rocha vai depois influenciar a nossa saúde na água que consumimos. Por exemplo o facto de no norte as rochas serem, predominantemente, graníticas e no sul calcárias vai influenciar a água que chega às nossas casas para consumo.

I

I.3. Sim, os recursos geológicos têm grande influência na saúde humana na medida em que são necessários, por exemplo, no fabrico de instrumentos de saúde como bisturis, etc..

I.4. Por exemplo o uso do cobalto na radioterapia é um exemplo de aplicação dos recursos geológicos na saúde humana.

	<p><u>I.6. Podem também trazer consequências menos positivas, repercutindo-se negativamente na saúde humana.</u></p> <p><u>I.1. Por exemplo, o alumínio apesar de ser um recurso com grande utilidade quando presente, em excesso, no organismo acarreta consequências graves ao indivíduo.</u></p> <p><u>II.1. Por exemplo a influência do alumínio na saúde humana.</u> Eu não fazia ideia que o alumínio tinha tantas implicações na nossa saúde.</p> <p><u>II.6. Se não existissem os recursos geológicos não tinham tanta tecnologia como temos hoje em dia.</u></p>	
II	<p><u>II.4. Os recursos geológicos podem influenciar a nossa saúde de uma forma positiva, nomeadamente na medicina com o fabrico de instrumentos, vacinas, a aplicação em terapias como a radioterapia.</u></p> <p><u>II.3. Por outro lado é prejudicial, como vimos hoje com o alumínio que, em excesso, traz graves consequências para nós.</u></p>	D1
III	<p><u>III.1. Sim. Por exemplo o alumínio apesar de importante para o desenvolvimento da sociedade, pode ser muito prejudicial à saúde humana.</u></p> <p><u>III.2. Por exemplo o cobalto é um recurso utilizado na radioterapia que está ligada à saúde humana.</u></p> <p><u>III.4. Os recursos geológicos permitiram desenvolver instrumentos como próteses, medicamentos.</u></p> <p><u>IV.6. Pode exercer influência de uma forma positiva ou negativa.</u></p> <p><u>IV.5. A utilização de recursos para desenvolvimento da medicina como por exemplo na radioterapia.</u> O desenvolvimento de medicamentos.</p>	D1
IV	<p><u>IV.2. Ou por outro lado por prejudicar a saúde humana, dependendo da quantidade a que estamos expostos.</u></p> <p>Observações:</p> <p><u>Os alunos afirmam compreender que os recursos geológicos têm influência na nossa saúde, podendo ser positiva ou negativamente.</u></p>	D1
	<p>Questão 5 - Quais as implicações que o excesso de alumínio traz à saúde humana? E em especial a doentes em hemodiálise?</p>	
I	<p><u>I.1. Pode levar à morte, como aconteceu com aqueles doentes em hemodiálise.</u></p> <p><u>I.2. Acumulação nos ossos, podendo provocar anemia microcítica.</u></p> <p><u>I.4. Neurotoxicidade aguda.</u></p> <p><u>I.3. Inflamação dos neurónios associada ao Alzheimer.</u></p> <p><u>I.5. Os doentes em hemodiálise como têm insuficiência renal não conseguem excretar as toxinas que o corpo recebe, incluindo o alumínio, agravando as consequências.</u></p>	E1
II	<p><u>II.1. Desequilíbrios neurológicos.</u></p> <p><u>II.3. Correlação com o aparecimento da doença de Alzheimer.</u></p> <p><u>II.6. Anemia microcítica.</u></p> <p><u>II.7. Porque têm dificuldade em filtrar as impurezas e em eliminá-las.</u></p>	E1
III	<p><u>III.5. Correlação com a doença de Alzheimer.</u></p> <p><u>III.1. Acumulação no cérebro.</u></p> <p><u>III.4. Aparecimento da anemia microcítica.</u></p>	E1

III.2. Inflamação dos neurónios.

III.6. Os doentes em hemodiálise não excretam o alumínio porque têm a função excretora comprometida, logo as consequências serão maiores.

IV.7. Poderá estar relacionada com a doença de Alzheimer.

IV.6. Aparecimento de anemia microcítica.

IV
IV.2. Nos doentes em hemodiálise, os rins não funcionam corretamente e a função excretora fica comprometida. E1
IV.6. Têm maior probabilidade de afetar o cérebro uma vez que os rins não excretam o alumínio.

Questão 6 - Reconhecem outras formas de contaminação e outros elementos químicos que, em excesso, trazem complicações à saúde humana?

I.3. Outras formas de contaminação além da água são, por exemplo, os alimentos.

I.5. Pelo ar.

I.2. Mercúrio. Provoca dores de cabeça. Fadiga, irritabilidade... Os efeitos são proporcionais à quantidade ingerida.

I
I.4. Chumbo. Uma das consequências tem a ver com o desenvolvimento do feto, daí ser tão prejudicial em mulheres grávidas. F1

I.6. Arsénio. Tem como consequências a despigmentação e outros problemas de pele e unhas.

II.5. Água, ar...

II.4. Alimentos.

II
II.4. Mercúrio. F1
II.7. Arsénio.

II.6. Chumbo. Uma das consequências tem a ver com o desenvolvimento do feto, daí ser tão prejudicial em mulheres grávidas.

III.4. Alimentos.

III.1. Exposição a objetos, via cutânea ou inalação.

III
III.2. Tudo quando em excesso. F1

III.5. Arsénio, mercúrio...

III.6. Chumbo.

IV.3. Inalação.

IV.4. Contacto com a pele.

IV
IV.1. Mercúrio. F1

IV.2. Chumbo

IV.7. Arsénio. Se formos a ver, tudo o que é em excesso é prejudicial a nossa saúde.