



FÉDÉRATION EUROPÉENNE DES GÉOLOGUES
EUROPEAN FEDERATION OF GEOLOGISTS
FEDERACIÓN EUROPEA DE GEÓLOGOS



APG
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE GEÓLOGOS



The
Geological
Society

servicing science & profession



Geologia para a sociedade

Junho de 2015

Porque é a Geologia importante?

A Geologia é o estudo da estrutura e história da Terra. Suporta o fornecimento de recursos para a população e indústria da Europa, dispõe de uma variedade de serviços essenciais e ajuda-nos a compreender como podemos viver de forma mais sustentável no nosso planeta, graças à nossa forte base de competências, educação e investigação.



Imagem da Terra fotografada pela Apollo 17. ©NASA

A Geologia (por vezes, designada de forma mais generalista por Ciências da Terra ou Geociências) é o estudo da estrutura do nosso planeta, assim como dos processos que o formaram ao longo da sua história – e que continuam a ocorrer. Suporta o fornecimento da maioria dos **recursos** dos quais a população e a indústria da Europa dependem, incluindo **recursos energéticos e minerais, água e alimentos**. Um vasto leque de serviços vitais depende da Geologia, incluindo a gestão dos **resíduos** que produzimos, a engenharia civil para a construção de **edifícios, estradas, barragens, túneis** e outros projetos de infraestruturas de grande dimensão, e a remediação de uma multiplicidade de problemas ambientais, incluindo a **contaminação industrial dos solos**. O trabalho de compreensão dos desastres naturais e **riscos** elaborado pelos geólogos é essencial para a prevenção e mitigação dos seus efeitos. A garantia de água potável e acessível e o fornecimento de vários **serviços de ecossistemas** requerem não só a compreensão dos fundamentos da Geologia como também das suas múltiplas interações com os processos que ocorrem à superfície da Terra. A futura segurança da Europa relativamente à energia depende profundamente de competências geológicas em diversos contextos, desde a extração de recursos até às energias renováveis e ao uso do subsolo para armazenar dióxido de carbono e resíduos nucleares.

As provas da interação entre **alterações ambientais** e a evolução da vida ao longo de centenas de milhões de anos

oferecem aos geólogos uma valiosa perspetiva das modificações que a nossa espécie induz ao queimar combustíveis fósseis, bem como dos impactos mais amplos que provocamos no ambiente. Os geólogos também desempenham um papel fulcral na **redução das emissões de carbono** de combustíveis fósseis ao devolver o carbono à sua origem – debaixo do solo. Precisamente quando conseguimos um melhor entendimento do impacto que temos no nosso planeta, verificamos que recursos até há pouco facilmente acessíveis se tornam escassos e a humanidade mais numerosa. Assumindo o desiderato de vivermos mais sustentável e equitativamente, os geólogos estão hoje a desenvolver uma visão mais holística do uso de recursos, dos resíduos e respetivos derivados produzidos e das nossas interações complexas com o subsolo, a terra, a água, o ar e a vida, que em conjunto formam o sistema terrestre.

A compreensão e fornecimento de todos estes recursos e serviços dependem de geólogos altamente especializados e treinados nos contextos industrial e académico, apoiados por interlocutores que entendem a linguagem geocientífica graças a competências desenvolvidas ao longo do ensino básico e superior. A Europa possui uma excelente investigação geológica de base, o que é fundamental para compreender os processos da Terra e futuros desafios ambientais. O investimento contínuo em competências e investigação nas geociências irá fomentar o crescimento económico e permitir que a Europa tenha um papel fundamental na superação de problemas à escala global.

Chaminé ativa (fumarola) a produzir fluido e minerais (inicialmente a ~360°C) no Campo Hidrotermal Rainbow, a sul dos Açores e a 2200m de profundidade; expedição Seahma. ©FCT Portugal 2002, arquivo de imagens Creminer-LARyS



Geologia para a economia

A Geologia desempenha um papel essencial em muitas áreas da economia. O crescimento económico e a sustentabilidade, assim como o bem-estar da sociedade, requerem um abastecimento seguro de recursos energéticos e de matérias-primas, fontes fiáveis de água potável e uma produção de alimentos garantida e sustentável. Estas determinantes dependem do apoio ao investimento em tecnologias, infraestruturas, educação e desenvolvimento de competências.

A localização e extração de recursos geológicos são vitais para o PIB da Europa, bem como para as respetivas receitas fiscais e crescimento económico. O uso de matérias-primas em produtos e processos industriais e de consumo, assim como de combustíveis fósseis para a energia, suportam a nossa prosperidade e são um contributo significativo para a economia. A extração de petróleo, gás natural, carvão e minerais para a construção e para a indústria geram uma parte significativa do PIB das nações europeias – em 2011, este setor atingiu no Reino Unido 38 mil milhões de libras, ou 12% do PIB, excedendo na Noruega (o principal produtor europeu de petróleo e gás natural) 25% do PIB, sendo evidente que as indústrias dependentes destes recursos acrescentam valor em todas as fileiras industriais. O petróleo e gás natural do Mar do Norte contribuem substancialmente para várias economias nacionais europeias, gerando anualmente milhares de milhões de euros em receitas fiscais. A capitalização bolsista da indústria extrativa Europeia na bolsa de valores em 2012 ultrapassou os 2,3 biliões de euros.

Uma avaliação detalhada da procura, oferta e custo (tanto a nível financeiro como ambiental) destes **bens essenciais** é fundamental para o planeamento de uma economia eficaz e para tomadas de decisão.



A Bolsa de Valores de Frankfurt.

As estatísticas sobre recursos minerais europeus e globais elaboradas pelo EuroGeoSurveys e pelos diversos Serviços Geológicos Europeus reforçam a importância da atividade extrativa. A UE identificou uma lista de matérias-primas minerais críticas, cuja oferta pode evoluir ao longo do tempo como um afunilamento ou bottleneck, restringindo o crescimento económico. Por exemplo, as Terras Raras são cada vez mais procuradas devido ao seu uso em aplicações de alta tecnologia,

como ecrãs plasma, imagiologia médica e tecnologias ambientais, como turbinas eólicas e veículos híbridos.

O nosso futuro será marcado pela limitação de recursos, sentindo-se ainda com mais força os impactes da sua extração e utilização. Uma população global em crescimento espera justificadamente uma maior prosperidade e equidade no acesso a recursos, colocando uma pressão adicional no já tenso elo entre água, energia e alimento. A dificuldade em obter fontes seguras e sustentáveis de água e energia é agravada pelas alterações climáticas. O aumento da tensão no seu abastecimento terá repercussões significativas, tanto a nível doméstico como nas indústrias dependentes de água e energia, como a indústria mineira e a construção.



Amostra de ferro bandado em Krivoy Rog, Ucrânia.

Todos estes desafios podem por em causa o status quo económico. No entanto, também apresentam oportunidades no campo da inovação para sustentar a estabilidade e crescimento económico futuros. Com um investimento a longo prazo em infraestruturas, investigação e desenvolvimento de competências, além da criação de um ambiente adequado para estimular a inovação, a Europa pode assumir uma posição de liderança em tecnologia de vanguarda e tecnologias ambientais, assim como nas suas aplicações. A gestão de resíduos radioativos e captura e armazenamento de carbono (CCS) terão de ser desenvolvidos em todo o mundo de modo a descarbonizar o nosso sistema energético, abrindo oportunidades para o desenvolvimento de tecnologias, competências e conhecimento especializado para finalmente poderem ser amplamente exportados. A investigação altamente desenvolvida e o setor de formação superior na Europa facultam-lhe as condições necessárias para assumir um papel de liderança na economia global do conhecimento.

A necessidade de transição para uma economia de baixo carbono é urgente. No entanto, enquanto lidamos com esta mudança, continuaremos dependentes de combustíveis fósseis durante muitos anos. As competências em Geociências são essenciais a cada passo do ciclo energético, desde a localização de recursos energéticos até à sua extração e uso seguro e de confiança, assim como na subsequente eliminação ou reciclagem de resíduos.

De modo a ir ao encontro das suas futuras necessidades, a Europa enfrenta um desafio em três frentes: reduzir drasticamente as emissões de CO₂ para evitar alterações climáticas perigosas, garantir a segurança de abastecimentos e fornecer energia a um custo acessível à indústria e consumidores.

Combustíveis fósseis

Os combustíveis fósseis vão continuar a constituir uma parte importante do mix energético da Europa, pelo menos durante as próximas décadas. Alguns países obtiveram enormes benefícios da extração do petróleo e gás natural do Mar do Norte nas últimas décadas. Restam outros recursos com importância significativa no alto mar, cuja extração bem-sucedida depende do desenvolvimento do nosso conhecimento geológico e das tecnologias extrativas. Começamos também a conhecer melhor a extensão dos recursos de combustíveis fósseis não-convencionais, como o gás de xisto, o óleo de xisto e o metano de jazidas de carvão, que têm potencial para contribuir significativamente para o nosso mix energético no caso de optarmos pela sua extração. Os países que não desenvolvam os seus recursos de combustíveis fósseis internos ficarão mais dependentes de combustível importado, o que pode afetar adversamente a sua segurança energética. Na Europa, grande parte da eletricidade ainda é gerada pela queima de carvão.



Resíduos de baixo e médio nível radioativo no reservatório geológico de Olkiluoto, Finlândia. ©SKB, Suécia

Gás de xisto

Os hidrocarbonetos (de petróleo e gás natural) são formados por matéria orgânica depositada há milhões de anos em camadas de rochas sedimentares, sujeitas depois ao calor e à pressão. Em reservatórios convencionais, o petróleo e o gás natural migraram do seu local de formação, permanecendo presos dentro de estruturas delimitadoras impermeáveis. Quando o gás é formado e fica retido em estratos de xisto impermeável em vez de migrar, fica impossibilitado de se deslocar e não pode ser extraído através do uso de técnicas de perfuração convencionais – daí ser referido como um recurso não convencional.

Atualmente é possível extrair gás de xisto de maneira económica recorrendo à perfuração horizontal e à fraturação hidráulica (fracking), na qual água, areia e pequenas quantidades de químicos adicionados são utilizados para abrir fraturas nas rochas, permitindo que o gás flua mais livremente. A competência geológica é fulcral para a localização de recursos de gás de xisto e para compreender e lidar com possíveis riscos relacionados com a sua extração, como a sismicidade induzida ou a contaminação **dos aquíferos devido ao uso de técnicas incorretas** na construção de poços.

Captura e armazenamento de carbono

Dado que o papel relevante dos combustíveis fósseis no nosso mix energético terá continuidade a médio prazo, é necessário atuar urgentemente para evitar alterações climáticas perigosas, consequência do CO₂ libertado quando são eles próprios consumidos. Se implementados em reservatórios a uma escala suficientemente grande, a captura e armazenamento de carbono (CCS) têm o potencial de alcançar este objetivo, prendendo e contendo o CO₂ de forma segura em profundidade.

Os geólogos já se encontram a trabalhar na escolha e desenvolvimento técnico de sítios para armazenamento adequado. Os reservatórios de petróleo e gás natural do Mar do Norte perto do fim do seu ciclo de vida são candidatos preferenciais para o armazenamento de carbono, e esta capacidade de armazenamento representa um valioso recurso adicional, especialmente para o Reino Unido e Noruega (em particular se infraestruturas pré-existentes puderem ser aproveitadas para este propósito). Os geólogos também detêm a chave para a implementação da CCS a longo prazo e para a monitorização de fugas de CO₂ e de deformação geomecânica. Atualmente está a ser realizada investigação inovadora visando a captura e armazenamento de carbono em diferentes enquadramentos geológicos.

Outras fontes de energia

À medida que avançamos na direção de uma economia descarbonizada, as energias renováveis poderão assumir um lugar cada vez mais importante no mix energético.

Um profundo conhecimento da geologia envolvente e subjacente é importante para a implantação e construção de várias estruturas geradoras de energias renováveis, em particular barragens e fontes de energia geotérmica e de marés.

Muitas das matérias-primas necessárias às tecnologias de energias renováveis, incluindo turbinas eólicas, motores híbridos e painéis solares, requerem recursos críticos como os Elementos de Terras Raras, que dependem da investigação geológica e mão-de-obra especializada para serem localizados e extraídos em segurança.

A **energia nuclear** tem grande probabilidade de assumir o papel relevante no futuro mix energético. Depende de uma fonte segura de urânio, extraído do minério de urânio economicamente recuperável – mais uma vez um processo dependente de competências geológicas. Teremos de assegurar a gestão segura a longo termo dos resíduos radioativos das centrais nucleares existentes, mesmo que mais nenhuma seja construída. Na maior parte dos países europeus com capacidade nuclear, a política governamental impõe que estes resíduos sejam eliminados através do **armazenamento geológico em profundidade**.

Energia geotérmica

Alguns países europeus reúnem potencial para desenvolver fontes de energia geotérmica de alta temperatura, tanto para gerar eletricidade como para fornecer calor diretamente. Mesmo em locais em que as rochas profundas não são tão quentes, há lugar para o incremento do uso de dissipadores de calor e de bombas de calor geotérmico que recorrem a diferenças de temperaturas menores junto à superfície. Os sistemas de calor integrados em empreendimentos imobiliários modernos que utilizam o calor interno da terra para sistemas de aquecimento e arrefecimento podem significar reduções de emissões de CO₂ de até 10%. O desenvolvimento destes recursos requer aptidões de geólogos para localizar e testar a viabilidade de capacidade geotérmica, assim como a compreensão geológica da subsuperfície para projetar e construir as infraestruturas necessárias.

Armazenamento geológico de resíduos radioativos

O armazenamento geológico envolve o isolamento de resíduos numa instalação subterrânea construída numa formação rochosa adequada, tipicamente a uma profundidade entre 200 e 1000 metros, de modo a assegurar que nenhuma quantidade nociva de radioatividade alcance o meio ambiente superficial. É uma abordagem que implica um sistema de multibarreiras, com resíduos embalados depositados em túneis especialmente projetados e preenchidos, que se serve da geosfera como barreira adicional, de modo a manter os radionuclídeos contidos durante dezenas de milhares de anos. Vários enquadramentos geológicos podem ser adequados, incluindo o granito, a argila e o sal. O processo de localização depende de acordos e parcerias com comunidades locais dispostas a acolher as instalações, assim como de fatores geológicos.

Os geólogos têm um papel relevante na escolha e caracterização de potenciais locais e na implementação de armazenamentos.



Parque eólico Thorntonbank, Bélgica. ©Deme-group

O fornecimento seguro de água doce de elevada qualidade é vital para a saúde e bem-estar da humanidade. Os geólogos ajudam a satisfazer esta necessidade, na Europa e em todo o mundo, através da compreensão da circulação da água e comportamento dos aquíferos, assim como da identificação e remediação de fontes de contaminação da água.

Segurança da água

A água doce superficial existe como parte de um sistema mais vasto, que engloba águas subterrâneas, oceanos, água na atmosfera e água armazenada na forma de gelo.

Aproximadamente 75% dos habitantes da Europa dependem do fornecimento de água de origem subterrânea – um recurso importante mas frágil que requer controlo cuidadoso. A restante provém da água superficial de lagos e rios, recolhida em reservatórios.

O nível de águas subterrâneas depende da pluviosidade local e da relação entre a sua infiltração (a velocidade a que o solo consegue absorver) e o volume de espaço de armazenamento disponível. Em alguns locais as águas subterrâneas constituem uma fonte de água não renovável, devido ao tempo necessário para que o aquífero (reservatório) volte a encher, o que pode ter uma variação sazonal a milenária.

O que são águas subterrâneas?

As águas subterrâneas são aquelas que se infiltram através do solo para o lençol freático em profundidade, onde são preservadas em rochas porosas. Estas águas encontram-se na “zona de saturação” e fluem através do solo (muitas vezes lentamente) até alcançar um ponto de descarga, como uma fonte, um rio ou o mar.

As formações geológicas que contêm águas subterrâneas que possam ser extraídas são designadas de aquíferos, e constituem uma importante fonte de água potável. No entanto, nem toda a água dos aquíferos é doce, podendo ser altamente salina. A sobre-exploração por captação excessiva de água no litoral pode provocar intrusão salina em aquíferos de água doce.

A porosidade e permeabilidade de uma formação rochosa afetam a quantidade de água que pode ser armazenada e a sua capacidade de fluir, e logo definem a sua qualidade como aquífero.

Qualidade e ciclo da água

A água pode ser contaminada de forma natural, mas o maior risco de poluição é consequência da atividade humana. Muita da poluição é originada por fontes de propagação, como a aplicação de pesticidas e fertilizantes em terras agrícolas. A água pluvial recolhe poluentes da superfície do solo e esco-os para cursos de água ou aquíferos subterrâneos. Existem também fontes de poluição localizadas, como derrames de químicos em zonas industriais, sistemas de esgoto ou aterros.

A contaminação pode acumular-se lentamente e ter um longo tempo de residência, devido ao ritmo lento de infiltração, recarga e migração subterrâneas. A remediação da contaminação pode ser dispendiosa, quer financeira, quer energeticamente. De modo a minimizar futuros custos de saneamento e a fornecer água potável, é fundamental compreender tanto o comportamento das águas subterrâneas como os ciclos geoquímicos de potenciais contaminantes.



O ciclo da água. ©USGS

O elo água-energia

O setor da energia requer grandes volumes de água para muitos dos seus processos centrais. A extração de recursos, o transporte de combustíveis, a transformação de energia e as centrais nucleares totalizam cerca de 35% da utilização global de água. Prevê-se que o consumo de água destinado à geração de eletricidade ultrapassará o dobro em 2050. A tendência atual de diversificação de fontes de energia, incluindo o recurso a combustíveis alternativos, irá frequentemente necessitar de processos cada vez mais dependentes de água. Por exemplo, enquanto a extração de petróleo a partir de areias betuminosas requer até 20 vezes mais água do que a perfuração convencional, os biocombustíveis podem consumir milhares de vezes mais água do que os combustíveis fósseis convencionais devido à necessidade de irrigação.

Simultaneamente, é necessária energia para produzir e distribuir água potável. É essencial a cada fase da cadeia de abastecimento, incluindo o bombeamento de águas subterrâneas, o tratamento de águas superficiais e o transporte e aquecimento doméstico de água. O gasto energético para o tratamento de água pode elevar-se com a adição de tecnologias de tratamento e medidas de purificação, em particular se se utilizar o recurso à dessalinização através de processos energéticos intensivos em resposta à pouca disponibilidade de água doce. Por exemplo, as companhias de água no Reino Unido reportam aumentos de mais de 60% no uso de eletricidade desde 1990, devido a tratamentos de águas avançados e ao crescimento do número de ligações instaladas. Estimativas conservadoras preveem o aumento do consumo energético no tratamento de água na Europa em 60 a 100% nos próximos 15 anos, de modo a responder aos requisitos de qualidade de água para consumo humano.



O impacto de alterações ambientais

Os efeitos das alterações climáticas nas águas subterrâneas e superficiais irão variar conforme o país; são difíceis de prever e irão interagir com outras pressões no ciclo da água. Muitos países europeus sofreram reduções no nível de água dos aquíferos subterrâneos devido a secas que ocorreram nos últimos anos, sendo provável que aumentem as ameaças à segurança da água. Globalmente, esta ameaça já é crítica. Os padrões meteorológicos cada vez mais erráticos comprometem a recarga dos aquíferos e o fornecimento de água. Os baixos níveis de água subterrânea, juntamente com uma recarga lenta, podem ter efeitos muito sérios na futura segurança do abastecimento de água, mesmo em países de clima temperado. Está previsto que as alterações climáticas se tornem um catalisador deste efeito, e que o tempo extremo possa comprometer a atividade económica e infraestruturas nacionais.

Competências geológicas

A compreensão da hidrogeologia e das condições ambientais locais é essencial para controlar a qualidade e o abastecimento de água. Os hidrogeólogos e outros geocientistas investigam e cartografam a subsuperfície de modo a poderem modelar e perceber a circulação da água, assim como para quantificar e caracterizar os recursos aquíferos. A monitorização sazonal e a longo termo das águas subterrâneas pode ajudar a prever e a lidar com períodos de esgotamento de aquíferos causados por baixa pluviosidade. Esta informação pode ser usada posteriormente para projetar planos estratégicos para secas, cheias e aprovisionamento de água.



Sistema de tratamento de águas residuais e barragem de Kölnbrein e sistema de armazenamento de energia por bombaagem, Caríntia, Áustria.

Recursos minerais

A indústria, tecnologia e produtos de consumo modernos requerem uma vasta gama de minerais, tanto abundantes como raros. A sua extração e comercialização constituem uma parte significativa da economia europeia e global. À medida que a população e a procura de recursos aumentam, é necessário localizar e extrair mais minerais e assegurar que eles serão usados de forma mais eficiente.

Recursos

A indústria mineira fornece uma grande variedade de recursos. Estes incluem materiais para construção, como britas e areias, fosfatos e potássio para fertilizantes, muitos minerais com aplicações industriais específicas como a fluorite (usada em equipamento ótico) ou a barite (usada em fluidos na perfuração para a extração de petróleo e gás natural) e minerais a partir dos quais todos os tipos de metais são extraídos.

Alguns recursos minerais são relativamente abundantes, sendo extraídos e usados em grandes quantidades, como as areias e alguns metais, incluindo cobre, níquel, alumínio e ferro. Outros, mesmo que usados em quantidades muito menores, são suficientes para satisfazer a necessidade global. No entanto, no caso de alguns minerais económica e estrategicamente importantes, há o risco da oferta ser insuficiente para satisfazer a procura a curto e médio prazo, geralmente devido a fatores políticos e económicos e menos devido à sua abundância geológica limitada. Estes são conhecidos por matérias-primas “críticas”. Não existe uma lista definitiva, mas a UE identificou 14 recursos minerais críticos. Incluem dois grupos de elementos metálicos – os Elementos de Terras Raras (ETR) e o Grupo de Metais da Platina. Também colocam preocupações sobre o futuro fornecimento de fosfatos e potassa, que são usados em grande quantidade na produção de fertilizantes.



A mina de Aitik, situada nos arredores de Gällivare no Norte da Suécia, é a mina de cobre a céu aberto mais eficiente do mundo e a maior da Suécia.

©Boliden

Elementos de Terras Raras

Os Elementos de Terras Raras (ETR) são um grupo de 17 elementos metálicos constituídos pelos 15 lantanídeos, com números atómicos de 57 a 71, juntamente com o Ítrio e o Escândio. O seu uso em aplicações da alta tecnologia como ecrãs plasma, imagiologia e tecnologia de baixo carbono, incluindo turbinas eólicas e veículos híbridos, levou ao aumento da procura global em mais de 50% na última década, esperando-se que venha a elevar-se ainda mais. Um estudo publicado pela União Europeia, em junho de 2010, identificou coletivamente os ETR na sua lista de 14 recursos minerais críticos. Atualmente, a China domina a produção global de ETR e a maioria dos restantes grandes depósitos estão localizados fora da Europa, principalmente nas Comunidades dos Estados Independentes (na Rússia, Quirguistão e Afeganistão), nos EUA e na Austrália.

É provável que a escassez geológica em termos absolutos não venha a ser um problema, mas o aumento do preço dos ETR e preocupações globais sobre a garantia de abastecimento desencadearam uma concentração de esforços para iniciar operações mineiras fora da China. No entanto, os obstáculos técnicos, financeiros, ambientais e regulamentares a ultrapassar tornam a abertura de novas minas de ETR um processo longo e dispendioso. Isto pode levar a que a procura supere a oferta nos próximos anos, podendo constituir um constrangimento no desenvolvimento e progresso de tecnologias de baixo carbono que dependem dos ETR.

Recursos minerais

O setor mineral na Europa

No século XIX, o crescimento de grandes economias nacionais na Europa foi impulsionado pela extração e uso de carvão, minérios metálicos e outras matérias-primas. A Europa deixou de ser o principal produtor da maior parte dos minerais, mas a sua geologia variada e rica permite que muitas das suas nações continuem a ser produtoras e importantes exportadoras de algumas matérias-primas minerais, como por exemplo a prata na Polónia e o titânio e alumínio na Noruega, assim como de materiais de construção e de alguns minerais industriais de grande escala, como é o caso do sal. Como consequência da subida de preços das matérias-primas minerais e do desenvolvimento de novas tecnologias de extração e processamento, pequenos depósitos cuja exploração não era economicamente viável podem tornar-se reservas viáveis. Várias



Mina de perlite, Pálháza, Norte da Hungria. ©Perlit-92 Kft

operações de mineração de minérios metálicos estão a surgir por esta razão, como é o caso de Hemerdon em Devon, no Reino Unido, onde se prevê que operações de mineração de tungsténio recomecem em 2014. Também em Portugal, a reabertura de antigas minas (p.ex. Jales ou Moncorvo) e a abertura de novas minas está a ser estudada. Apenas pequenas quantidades dos recursos minerais usados na Europa são produzidos dentro da UE. A produção de recursos minerais específicos é frequentemente dominada por um ou dois países (p.ex. a República Democrática do Congo no caso do cobalto), e isto constitui um risco para a segurança do abastecimento de países europeus.

O reforço da inovação em todo o ciclo dos recursos pode vir a permitir a extração económica de metais existentes em antigos resíduos produzidos por processos industriais, com enfoque particular nos resíduos mineiros antigos, onde ocorrem minerais não extraídos inicialmente. O processo de conceção de produto pode também ser melhorado para “fechar o ciclo” de produção através da reciclagem e da redução do desperdício de materiais. A eficiência energética e a redução dos impactos ambientais do uso de recursos estão também a orientar a investigação neste campo.

Os países com costas no Mar do Norte satisfazem a sua procura de areia e cascalho através da dragagem destes materiais no leito marinho. Os ambientes marinhos profundos, como é o caso dos locais próximos de fontes hidrotermais, são considerados por alguns uma potencial fonte significativa de metais, incluindo alguns que foram identificados como matérias-primas críticas.

Alimentar uma população em crescimento

Sem a Geologia, não existiria a agricultura. As colheitas dependem da boa qualidade do solo (que consiste em rocha meteorizada e alterada, juntamente com matéria orgânica, água e gases) como meio de crescimento. Também requerem nutrientes geológicos. O crescimento da população global pressiona cada vez mais os recursos alimentares. O abastecimento de fosfatos e potássio usados nos fertilizantes encontra-se sob uma pressão crescente, numa altura em que a tensão entre a garantia de abastecimento de alimentos, energia e água é acentuada e afetada pelas alterações climáticas.

O aumento global do uso de fertilizantes levou ao incremento da procura de fosfatos e potássio e justifica preocupações sobre o futuro abastecimento destes minerais. Um pequeno número de países fornece a maior parte dos fosfatos mundiais, sendo a China o seu maior produtor; os que fornecem potássio são ainda menos. O uso contínuo de fósforo, em contraponto do potássio, tem também efeitos nocivos no ambiente, devido à dispersão em rios e consequente eutrofização.



Agricultura na região de La Rioja, Espanha.

Projetar o futuro

A compreensão das condições do solo e de como edifícios, infraestruturas e pessoas interagem com o seu ambiente geológico é essencial para assegurar a segurança e o bem-estar públicos, proporcionando uma boa relação custo-benefício e respondendo aos desafios de viver com as alterações ambientais.

O ambiente edificado

A engenharia geológica envolve a aplicação de princípios e especializações de natureza geológica, juntamente com disciplinas relevantes de engenharia, numa variedade de contextos. O setor da construção recorre a um grande número de engenheiros geólogos, assim como a hidrogeólogos e a geólogos ambientais, entre outros, de modo a compreender as condições do solo e as propriedades geológicas gerais, bem como de que forma irão interagir com elementos do ambiente edificado, incluindo edifícios, estradas, linhas ferroviárias, barragens, túneis ou oleodutos. Uma parte fundamental deste trabalho consiste em planear de acordo com os impactos das alterações ambientais, remediar a contaminação do solo (especialmente se tiver sido previamente usado para atividades industriais) e avaliar e controlar os efeitos de riscos geológicos de todos os tipos, desde sismos e deslizamentos de terra à expansão dos solos.

Subestimar a importância deste trabalho em projetos de grande

dimensão ou realizá-lo de modo superficial causa frequentemente desvios adicionais muito significativos que afetam custos e prazos. É vital identificar e lidar eficazmente com problemas relacionados com o solo de modo a garantir a saúde e segurança públicas, a qualidade do ambiente edificado e a adequação ao seu fim, o que implica, para o benefício público, a manutenção de elevados padrões de profissionalismo por parte dos geólogos e outros agentes envolvidos no setor da construção. O risco geotécnico pode afetar todos os participantes envolvidos num empreendimento, incluindo o proprietário (que é muitas vezes o Estado, especialmente em projetos nacionais de infraestruturas), o projetista, o empreiteiro e as populações.

À medida que avançamos na direção de uma economia de baixo carbono, conferimos aos geólogos uma responsabilidade crescente no desenvolvimento de infraestruturas, por exemplo na escolha de sítios para barragens de marés e turbinas eólicas, ou na definição de locais de menor risco sísmico para a instalação de centrais nucleares.

OneGeology Europe

Os serviços geológicos dos países europeus tiveram sempre um papel fundamental na procura de recursos naturais. Atualmente esta pesquisa realiza-se com recurso a métodos e instrumentos cada vez mais sofisticados, e visa também conhecer detalhadamente o subsolo para melhor compreender e prevenir o impacto de desastres naturais. Para tal contribuem inúmeros avanços na cartografia e modelação da geosfera. Dado que a geologia não é delimitada por fronteiras nacionais, verificou-se ser essencial que a partilha da geoinformação entre países Europeus fosse simples e eficaz.

O portal OneGeology Europe (www.onegeology-europe.org) resultou do trabalho de 20 serviços geológicos Europeus, em parceria com o EuroGeoSurveys. Pela primeira vez é disponibilizada informação dos mapas dos serviços nacionais de forma interoperável e facilmente explorável, através de uma plataforma online multilingue acessível por uma única licença. Este portal apresenta um mapa com dados geológicos na escala 1:1.000.000 de todos os países participantes, e estão em curso trabalhos para alargar a área coberta e para aumentar a resolução dos mapas para a escala 1:250.000.

O OneGeology Europe representa uma significativa contribuição tanto para a iniciativa global OneGeology como para a INSPIRE, uma infraestrutura europeia de dados ambientais espaciais. Terá um elevado valor prático para cientistas nos meios académico e industrial, assim como para agentes de planeamento e decisores políticos governamentais, pois vão ao encontro de futuras necessidades de recursos, de controlo de cheias e secas, do planeamento urbano e do desenvolvimento de grandes projetos infraestruturais.



Projetar o futuro

Geologia urbana: projetar as cidades do futuro

Uma proporção crescente da população mundial vive em cidades cada vez maiores e mais complexas. O trabalho dos geólogos na gestão de múltiplos usos simultâneos (e por vezes em competição) da superfície e subsolo será particularmente importante em áreas urbanas para assegurar a sustentabilidade das cidades.



Local de construção do Tottenham Court Road Crossrail.

O espaço é limitado e o subsolo é usado intensivamente para transporte, construção e distribuição de recursos e serviços. O fornecimento de água e energia e a eliminação de resíduos apresentam dificuldades (particularmente nas grandes cidades), mas também constituem oportunidades para a inovação. O ambiente edificado deve ser projetado para maximizar a eficiência energética e controlar, assim como aproveitar, o efeito de “ilha de calor” no subsolo urbano. Os projetos de infraestruturas de transportes subterrâneas de grande dimensão, como é o caso do Crossrail em Londres, são tecnicamente exigentes e dependem das competências de uma diversidade de técnicos, incluindo engenheiros geólogos e hidrogeólogos. No futuro, com a melhoria da compreensão da complexidade dos solos e com o desenvolvimento de novas tecnologias, poderá vir a ser possível extrair recursos geológicos em ambientes urbanos, incluindo minerais, águas subterrâneas e energia.

A menção de “serviços ambientais” nas decisões políticas ambientais (consultar a página 13) é cada vez mais comum na Europa. É importante lembrar que os ecossistemas, o ambiente e as interações entre as diferentes partes dos sistemas, natural e humano, não se limitam às áreas rurais. O subsolo e os aspetos abióticos dos ecossistemas são fundamentais, tanto em locais rurais como urbanos.

Usar a subsuperfície

Os geólogos estão envolvidos numa grande diversidade de usos da subsuperfície, muitos dos quais estão mencionados neste documento, nomeadamente a extração de energia, água e recursos minerais, o uso de espaço poroso em rochas para injetar CO₂, a eliminação de resíduos radioativos, a edificação de fundações de estruturas construídas e caves de edifícios e a acomodação de infraestruturas de transporte de pessoas, fluidos e energia.

O recurso à geosfera para assegurar uma maior variedade de serviços implica um planeamento cuidadoso e exigente. Um qualquer determinado volume de solo pode ser necessário para executar diferentes funções, de forma consecutiva ou em simultâneo. Por vezes, pode haver competição por espaço na subsuperfície entre funções que não são compatíveis entre si. Os geólogos podem oferecer aconselhamento neste contexto, mas as decisões tomadas sobre o uso da geosfera são, em última instância, de natureza política e económica.



O Glaciar Express no Viaduto de Landwasser, Suíça.

Saúde ambiental

A terra, água e atmosfera na Europa têm sido marcadas por séculos de desenvolvimento industrial e urbano. A poluição pode disseminar-se e interagir ao longo da geosfera, biosfera, atmosfera e hidrosfera, estando todos interligados.

Qualidade da terra e água

Vastas áreas de solos em toda a Europa foram contaminadas como consequência de atividade industrial no passado. Para tornar estes espaços apropriados para novos desenvolvimentos é necessário proceder à investigação dos contaminantes e à remediação das áreas contaminadas.

Ao projetar programas de remediação, é importante considerar como estes podem ser afetados por alterações ambientais no futuro. As técnicas de remediação in situ, como barreiras reativas permeáveis e encapsulamento do terreno contaminado, podem não ser estáveis na medida em que a erosão, secas ou inundações causadas por cheias podem provocar a libertação de contaminantes no ambiente.

Solo e água de qualidade são essenciais para o fornecimento de alimentos. O solo funciona também como um importante dissipador do carbono atmosférico, e regista alterações ambientais passadas e presentes, tornando-se num importante instrumento de compreensão das mesmas. A proteção e melhoria dos nossos rios, dos oceanos e da água potável dependem de um bom conhecimento do comportamento e da interação entre água, solo, rocha e atmosfera à superfície, assim como da geologia de subsuperfície.



Descontaminação de solos poluídos no Porto de Antuérpia, Bélgica. ©Deme-group

Remediação de águas subterrâneas

A geosfera atua como um dos principais fatores de controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas. A remediação de águas contaminadas considera uma variedade de técnicas, incluindo barreiras físicas, remediação química e, habitualmente o método mais económico, atenuação natural. As soluções de engenharia apoiam-se no conhecimento da resistência e do comportamento do solo e o recurso a materiais como adsorventes e oxidantes requer uma forte compreensão da geoquímica da rocha e da água. Os métodos de atenuação natural dependem de processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem naturalmente para decompor contaminantes à medida que fluem pelo subsolo. O resultado depende da química e da hidrogeologia do solo.

Além de melhorar a eficiência do trabalho de remediação, a compreensão da geologia de subsuperfície pode poupar tempo e dinheiro na implementação de processos de remediação.



Descarga química de resíduos em Wakefield, Reino Unido.

O nosso legado industrial e o seu efeito na qualidade do solo

A remediação e o controlo de solos contaminados pode ser complexa e dispendiosa, especialmente nos países/locais não sujeitos a regulamentação para a eliminação de resíduos e materiais contaminados. A investigação geoquímica tem confirmado a complexidade da contaminação industrial do solo, mas tem também contribuído para o desenvolvimento de melhores técnicas para responder ao problema. A remediação sustentável dos solos contaminados na Europa requer abordagens de engenharia e tecnologias inovadoras para a eliminação segura de contaminantes, suportadas por um conhecimento geológico detalhado.

Valorizar e proteger o nosso meio ambiente

A política e o controlo ambientais baseados numa abordagem de “serviços de ecossistemas” dependem de uma visão verdadeiramente holística dos ecossistemas e do ambiente. A importância da Geologia e da geosfera na proteção ambiental e nos serviços de ecossistemas é negligenciada demasiadas vezes; na verdade, elas formam a nossa paisagem, interagem com a atmosfera e hidrosfera e sustentam os sistemas vivos.

Serviços de geossistemas

Uma vasta variedade de serviços de ecossistemas – métodos através dos quais obtemos benefícios sociais e económicos do ambiente – dependem da geosfera, e podem coletivamente ser designados de “serviços de geossistemas”. Estes incluem:

- **serviços de abastecimento** essenciais, como o fornecimento de energia, água, recursos minerais e o solo no qual as nossas infraestruturas urbanas e de transporte são construídas;
- **serviços de regulamentação**, como a capacidade potencial de armazenamento de resíduos radioativos ou CO₂ e o controlo natural da libertação de CO₂ atmosférico sequestrado no solo;
- **serviços de apoio** que sustentam ecossistemas, incluindo ciclos geoquímicos e efeitos da geomorfologia na fragmentação de habitats e intercomunidades, essenciais à biodiversidade;
- fruição e valorização da paisagem e outros **serviços culturais**.

O rico património geológico e sua diversidade na Europa constituem recursos valiosos para a educação, o turismo e a qualidade de vida. É vital que sejam protegidos adequadamente sítios geologicamente importantes, nomeadamente através de legislação nacional que nomeie locais de importância científica.

As funções de tampão desempenhadas pela geosfera, hidrosfera e atmosfera possuem um grande valor ambiental, e apenas agora começam a ser devidamente compreendidas. A capacidade de suportar alterações nos sistemas naturais depende em parte das doses de poluentes que estes sistemas conseguem absorver. É provável que sofram cada vez mais à medida que os níveis de CO₂ na atmosfera subam, que aumentam as temperaturas globais e que os oceanos se tornam mais ácidos devido ao CO₂ dissolvido. Os recifes de coral, que sustentam alguns dos ecossistemas biologicamente mais diversificados do mundo e possibilitam ainda serviços de ecossistemas, como o turismo, a pesca e a proteção costal, são particularmente vulneráveis a alterações na química do oceano, encontrando-se já em deterioração acelerada.

Conservação marinha e costeira

A legislação, como é o caso da nomeação de Sítios Marinhos Europeus, assegura uma proteção valiosa de áreas costeiras e marinhas sensíveis. No entanto, a definição destes Sítios tende a focar-se na vida selvagem – os aspetos bióticos dos ecossistemas –, negligenciando elementos abióticos e a interação da superfície e subsuperfície da terra com o mar e com a vida que o mesmo sustém. É necessária uma abordagem holística aos processos ambientais e aos ecossistemas marinhos para uma proteção eficaz de espécies e ambientes vulneráveis.

Os sedimentos são transportados para dentro e fora dos estuários pela força das marés e correntes, carregando poluentes que interagem com a química da água do mar. A pesca pode causar perturbações no fundo do mar, originando disrupções nos ecossistemas. A construção de defesas costeiras pode alterar padrões das correntes e, consequentemente, a distribuição sedimentar. O ciclo de nutrientes, como sistema de apoio, depende da interação geoquímica entre várias componentes do sistema marinho/fluvial – a rocha mãe, os sedimentos superficiais, a biota, a coluna de água e a atmosfera.



Ilhote de Monte Saint-Michel e a sua baía na Normandia, França, Património Mundial da Unesco, declarado pelo seu património cultural para além da sua beleza natural.

Riscos geológicos

Os riscos geológicos, como sismos, erupções vulcânicas, deslizamentos de terra e tsunamis, podem ter efeitos devastadores nas populações, economias e paisagens. Para diminuir o sofrimento humano, é essencial compreender e comunicar eficazmente os riscos, impactos e modos de minimização respetivos.

Sismos

Os sismos são um grande perigo particularmente nas regiões Sul e Este da Europa, susceptíveis de originar perdas de vidas e danos infraestruturais e económicos, assim como uma disrupção social. O impacto dos sismos depende não só da sua magnitude e profundidade, mas também de fatores humanos – densidade populacional, nível de desenvolvimento, preparação e educação. Muito mais mortes foram provocadas pelo sismo no Haiti em 2010, por exemplo, do que em alguns sismos maiores. Um sismo grande perto de uma megacidade num país em vias de desenvolvimento pode ter efeitos ainda mais devastadores. Os métodos mais eficazes para reduzir o impacto humano dos sismos consistem em reduzir a pobreza (especialmente em países em vias de desenvolvimento), melhorar a educação, e projetar e construir infraestruturas e novos edifícios que resistam aos seus efeitos. É possível recuperar e modernizar edifícios antigos, mas é muito mais dispendioso.

A previsão estatística da probabilidade de sucederem sismos numa área particular num determinado período de tempo tem melhorado significativamente nas últimas décadas como resultado de investigação em Geologia. No entanto, atualmente não é possível fazer previsões deterministas de onde e quando se irá dar um sismo, e a maior parte dos geólogos não acreditam que esta seja uma perspetiva realista. A cartografia do risco de sismos e a modelação dos seus efeitos são essenciais para melhorar os processos de preparação e recuperação. O projeto SHARE (Seismic Hazard Harmonization in Europe) estabeleceu critérios e metodologias de informação em comum, e irá apoiar o desenvolvimento de critérios partilhados para reduzir os efeitos de sismos.



Presidente Barack Obama a visitar danos provocados pelo sismo de L'Aquila, em Itália.

Outros riscos geológicos

À semelhança dos vulcões, os tsunamis podem ter efeitos sérios longe dos eventos que os desencadeiam. Os registos geológicos demonstram que partes relevantes da linha costeira da Europa sofreram tsunamis significativos no passado, o que se poderá repetir.

Outros riscos menos dramáticos incluem a expansão e contração de formações argilosas, que podem danificar edifícios e infraestruturas, a formação de sumidouros e grutas causadas por dissolução de rochas mais solúveis e a presença de solos fracos e compressíveis. Embora tais “riscos silenciosos” raramente causem perdas de vidas, o seu impacto económico pode ser significativo.



Sumidouro de Karst no distrito de Biržai, Lituânia.

Também existem “riscos geológicos antropogénicos” causados por atividade humana, como a contaminação do solo, a extração de minerais e a eliminação de resíduos. A atividade humana também pode exacerbar o efeito de riscos, tais como inundações. Os geólogos desempenham um papel fulcral de aconselhamento na construção de infraestruturas de defesa contra inundações, na compreensão e controlo de defesas naturais e ao assegurar que o uso dos solos é planeado de forma racional e eficaz.

Riscos geológicos

Deslizamentos de terra

Os deslizamentos de terra são comuns numa parte significativa da Europa. São consequência de uma vasta variedade de causas, incluindo precipitação forte, erosão, outros riscos geológicos como sismos, e atividade humana como a exploração mineira, desflorestação e reafecção dos solos. Os deslizamentos de terra podem ter um efeito significativo nas infraestruturas e economias e originar perda de vidas. Os deslizamentos em meio marinho são responsáveis por cerca de 15% dos tsunamis em todo o mundo.

Espera-se que as alterações climáticas provoquem um número crescente de deslizamentos de terras, conforme os extremos climáticos se tornem mais comuns, existindo algumas provas de que isso acontece já.

Vulcões

Estima-se que 500 milhões de pessoas vivam suficientemente perto de vulcões ativos para serem afetadas quando estes entram em erupção. Muitas cidades foram desenvolvidas em terra fértil frequentemente encontrada na proximidade de vulcões. Entre os vulcões ativos que podem afetar populações com um grande número de pessoas encontram-se o Monte Vesúvio, junto a Nápoles, e o Popocatepetl, perto da Cidade do México.



Monte Vesúvio, Nápoles, Itália.

Todos os esforços devem ser feitos para minimizar o número de vítimas causadas por erupções vulcânicas, mas este tem-se mostrado relativamente reduzido (cerca de 300.000 em todo o mundo nos últimos 200 anos) em comparação com o de outros riscos geológicos. No entanto, os prejuízos económicos, danos em infraestruturas e disrupção da sociedade provocados por uma erupção vulcânica podem ser consideráveis.

Os vulcões também podem afetar comunidades longínquas, onde o risco pode ser percebido como menor, dado que o evento não é visível. O mundo moderno globalizado é vulnerável a eventos vulcânicos de grande dimensão, tornando o estudo dos seus períodos de retorno e dos seus impactos ambientais um tópico de investigação recorrente em Vulcanologia.

Cinza vulcânica

A erupção do Eyjafjallajökull em 2010 na Islândia provocou enormes perturbações na aviação civil no Norte e Oeste da Europa. As autoridades governamentais e de aviação necessitaram de proteger a segurança pública, mas também se confrontaram com a necessidade de retomar os voos o mais rápido possível, dado o seu impacto económico. Geólogos e meteorologistas trabalharam conjuntamente para compreender a interação entre nuvens de cinzas e sistemas meteorológicos, assim como para fornecer informação e aconselhamento para auxiliar a tomada de decisões relativas à aviação.

Existem outros vulcões, localizados na Islândia e fora dela, com potencial para causar problemas semelhantes, eventualmente a uma escala maior. As grandes rotas aéreas, especialmente as que atravessam regiões polares, foram cartografadas atendendo à distribuição de vulcões ativos e recentemente inativos – esta informação é valiosa, por exemplo, para avaliar o risco potencial de vulcões na costa Oeste da América do Norte e Alasca, com destaque para a cadeia de vulcões nas Ilhas Aleutas.

Vulcões como o Monte Santa Helena e o Vesúvio estão rodeados por extensas redes sísmicas terrestres com o objetivo de gerar alertas precoces de eventual erupção.

Alterações climáticas

Os registos geológicos contêm numerosas evidências do modo como o clima da Terra mudou no passado. Estas provas são muito relevantes para compreender como o clima pode mudar no futuro e as consequências prováveis das emissões de carbono antropogénicas.

Provas geológicas de alterações climáticas no passado

Os registos fósseis e sedimentares demonstram que, ao longo dos últimos 200 milhões de anos, a Terra foi submetida a várias flutuações climáticas, desde mais quente do que o clima atual até muito mais frio, em escalas temporais diversas. Além de oscilações cíclicas causadas por fatores como variações na órbita da Terra e na atividade solar, houve alterações climáticas repentinas associadas com o aumento do carbono atmosférico, como é o caso do Máximo Térmico do Paleoceno-Eoceno (MTPE) há 55 milhões de anos.

As evidências de alterações climáticas do passado são preservadas numa vasta variedade de enquadramentos geológicos, incluindo sedimentos marinhos e lacustres, corais fossilizados, estalagmites e anéis de árvores fossilizadas. Os avanços na observação de campo, nas técnicas laboratoriais e na modelação numérica permitiram aos geólogos mostrar, com cada vez mais confiança, como e por que motivo mudou o clima no passado. Esta base de conhecimento acerca do passado oferece um contexto essencial para estimar alterações prováveis no futuro.



Fusão no perímetro de uma camada de gelo na Gronelândia.

Lições para o futuro

Com base nos registos de alterações climáticas do passado, os geólogos estão cada vez mais confiantes de que o CO₂ é um sério agente modificador do sistema climático. As provas confirmam o princípio físico básico de que adicionar à atmosfera uma grande quantidade de gases de estufa como o CO₂ causa um aumento das temperaturas. Também demonstra que isto pode resultar em níveis do mar mais elevados, maior acidez do oceano, diminuição dos níveis de oxigénio na água salgada e alterações significativas nos padrões climáticos.

A vida na Terra sobreviveu a alterações climáticas significativas, mas estas causaram extinções em massa e uma grande redistribuição de espécies. Estima-se que aumentos relativamente pequenos de apenas alguns graus nas temperaturas globais na Terra tenham um impacto enorme na sociedade humana moderna.

As causas exatas de episódios de alterações climáticas rápidas no passado são objeto constante de investigação, mas o mais provável é que o que os desencadeou tenha uma origem geológica – por exemplo, um período de intensa atividade vulcânica. O rápido aumento de CO₂ na atmosfera nas últimas décadas não pode ser atribuído a qualquer causa geológica. Mais de meio bilião de toneladas de carbono (e logo 1,85 biliões de toneladas de CO₂) foram lançadas na atmosfera como resultado de atividade humana desde 1750, e 65% tiveram origem na queima de combustíveis fósseis; ao atual ritmo deste aumento, o CO₂ atmosférico poderá chegar a 600 partes por milhão (ppm) no fim deste século – um valor que parece atípico pelo menos em comparação com os últimos 24 milhões de anos.

Os geólogos têm um papel importante a desempenhar, não só a ajudar-nos a compreender as alterações climáticas, mas também na redução de emissões de CO₂ (através do desenvolvimento da captura e armazenamento de carbono e da procura de fontes de energia alternativas, por exemplo) e na adaptação às consequências de futuras alterações climáticas.

O Antropocénico

A atividade humana tem tido efeitos dramáticos na paisagem, no subsolo e no sistema terrestre, levando a significativas alterações atmosféricas, químicas, físicas e biológicas. Serão estas alterações suficientemente relevantes e permanentes para demarcar o início de uma nova era geológica – o Antropocénico?

Alteração Antropogénica

A Comissão Internacional de Estratigrafia, que define a Escala do Tempo Geológico Internacional e estabelece critérios globais para a classificação do tempo geológico, encontra-se atualmente a considerar a definição de uma nova era geológica – a “era do novo homem” ou Antropocénico – para reconhecer o nível de impacto que temos tido no nosso planeta. Alguns estratígrafos sugerem que a Revolução Industrial terá sido o ponto de partida do Antropocénico; de facto, admitem que o efeito das 1,85 biliões de toneladas de CO₂ libertadas para a atmosfera desde essa data pela humanidade poderá estender-se para além dos períodos geológicos já estabelecidos. Outros afirmam que os impactos humanos duradouros sobre o planeta podem ser reconhecidos antes desta data, a partir do desenvolvimento do cultivo e das culturas sedentárias, há cerca de 8.000 anos. Independentemente da data identificada, o desenvolvimento da sociedade humana tem sido responsável por uma reformulação significativa da terra e das paisagens através de uma variedade de processos, incluindo a agricultura, a construção, a canalização de rios, a desflorestação, o crescimento urbano e a industrialização. Deixámos também uma marca potencialmente indelével de contaminação e poluição no ar, na superfície terrestre, nos oceanos, nos rios e no subsolo. Um dos seus indicadores é a poluição por chumbo, produzida primariamente por fundição, processamento e incineração de metais, tendo-se recentemente descoberto que alcançou locais remotos como calotas polares e turfeiras já na Antiguidade Greco-Romana. Além da generalizada queima de combustíveis fósseis, a Revolução Industrial causou níveis consideráveis de contaminação por atividade mineira, fundição e disseminação de poluentes como consequência de inúmeras atividades industriais e da eliminação de resíduos.

Muitos investigadores estão atualmente a realizar trabalho no sentido de investigar o alcance, o tipo, a escala e a magnitude das influências antropogénicas no uso do solo e nos processos do sistema Terra, os seus impactos e a sua relevância geológica. A combinação destas alterações e os



Poluição do ar: fumo a sair de uma chaminé fabril.

seus impactos na química, biologia e geomorfologia da superfície, subsuperfície, oceanos e atmosfera poderiam acentuar o destaque do Antropocénico e a sua marca ambiental distinta.

É importante?

Independentemente da Comissão Internacional de Estratigrafia concluir ou não que o Antropocénico satisfaz a definição de uma nova era geológica, o termo tornou-se corrente, tanto na comunidade geológica como num âmbito mais amplo. Expressa a ideia de que os impactos combinados e acumulados da humanidade no nosso planeta, incluindo, entre outros, as alterações climáticas, poderão persistir ao longo de escalas de tempo geológicas, e isto poderá revelar-se útil para formular a nossa resposta a estas alterações.

O futuro

Com uma população global estimada de nove mil milhões em 2045, haverá uma maior pressão nos recursos, no ambiente e no subsolo particularmente em áreas urbanizadas, onde as infraestruturas subterrâneas são complexas. Viver no Antropocénico irá trazer desafios sem precedentes às sociedades e governos de todo o mundo.

Geologia para o futuro

A sociedade do século XXI enfrenta desafios sem precedentes na satisfação da necessidade de recursos de uma população global em crescimento que aspira a uma melhor qualidade de vida, enquanto aprende a viver de forma mais sustentável no seu planeta. A garantia de mão-de-obra geocientífica altamente qualificada e de uma forte base de investigação irá contribuir para enfrentar estes desafios, e é vital para que a Europa se torne globalmente competitiva.

Educação

A Geologia é essencial para a vida das pessoas. No entanto, não é um tema central nos currículos escolares, nem é ensinada separadamente de outras disciplinas na maior parte dos países europeus. Portanto, é fundamental que o público jovem seja instruído sobre processos-chave e conceitos das Ciências da Terra integrados em disciplinas científicas escolares correntes (como a química, a física, a biologia e a geografia), de modo a prepará-los como cidadãos do século XXI bem informados e capazes de participar num debate sobre os grandes desafios que a humanidade enfrenta. Os currículos escolares das nações europeias deveriam refleti-lo. Também é necessário assegurar que todos os estudantes tenham uma compreensão básica das Ciências da Terra, de modo a estimular a próxima geração de geólogos, que terão um papel fundamental na resposta a estas problemáticas. A orientação profissional de elevada qualidade também é vital para que os estudantes estejam conscientes das diversas possibilidades de carreira em Geologia e para compreender que as matérias que optem por estudar em cada fase da sua educação escolar podem mais tarde restringir os programas de formação superior disponíveis – e logo, as suas opções de carreira.

Programas de graduação universitários em Geologia e outras especializações em geociências oferecem um fundo científico rigoroso e são o primeiro passo na formação dos profissionais das geociências do futuro. Em alguns países europeus, os empregadores de vários setores da indústria que procuram recrutar geocientistas requerem também que os candidatos detenham uma pós-graduação, como um grau de mestre em ciência (MSc) numa especialidade relevante como geologia de petróleo, engenharia geológica, hidrogeologia e geofísica. Estes programas têm frequentemente um forte foco vocacional. Os programas de doutoramento também desempenham um papel fundamental, tanto na preparação de quem pretenda seguir uma carreira nas geociências como em formar especialistas em determinados setores da indústria. É essencial que as nações da Europa assegurem o financiamento adequado do ensino das geociências a todos os níveis para se tornarem economicamente competitivas e para desenvolverem e manterem capacidade nacional para enfrentar os desafios futuros.

Investigação

A competitividade económica e a nossa capacidade de enfrentar desafios futuros também irão depender da manutenção da base de investigação em geociências da Europa. É essencial continuar a apoiar a investigação, quer seja motivada por curiosidade, quer por necessidade, de modo a que a

Assegurar padrões de profissionalismo para o benefício público

A Federação Europeia de Geólogos, juntamente com as Associações Nacionais (organismos geológicos profissionais) que a integram, atribuem o título profissional de European Geologist (EurGeol) a profissionais com um elevado nível de educação, competência profissional no seu respetivo campo e um compromisso com a ética profissional e a formação profissional contínua (CPD). Muitas das Associações Nacionais atribuem também as suas próprias designações profissionais a nível nacional. Além de serem valorizados pelos titulares e respetivos empregadores, estes títulos asseguram a terceiros de que o trabalho do titular, do qual dependem frequentemente a segurança e bem-estar públicos, será desempenhado de forma competente, profissional e ética.

A acreditação de programas de licenciatura e mestrado assegura que os estudantes adquirem competências e conhecimento base, para benefício dos empregadores e público geral. Os sistemas de acreditação podem variar de país para país, e podem ser acompanhados por um organismo profissional nacional, um departamento governamental ou uma agência de qualidade externa. O projeto Euro-Ages, fundado pela Comissão Europeia, desenvolveu uma estrutura em comum para conteúdos de formação em Geologia e critérios de acreditação, de modo a facilitar a comparação entre os vários sistemas.



FÉDÉRATION EUROPÉENNE DES GÉOLOGUES
EUROPEAN FEDERATION OF GEOLOGISTS
FEDERACIÓN EUROPEA DE GEÓLOGOS

sociedade esteja o mais preparada possível para responder aos desconhecidos “unknown unknowns” – novos riscos futuros e emergências que ainda não antecipámos. A manutenção e desenvolvimento da nossa base de investigação irá requerer a nossa atenção a todas as fases de formação de competências e o investimento contínuo em investigação.



FÉDÉRATION EUROPÉENNE DES GÉOLOGUES
EUROPEAN FEDERATION OF GEOLOGISTS
FEDERACIÓN EUROPEA DE GEÓLOGOS



APG
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE GEÓLOGOS



The
Geological
Society

-serving science & profession

Este documento foi elaborado pela Geological Society of London, juntamente com a Federação Europeia de Geólogos e a Associação Portuguesa de Geólogos.

Para mais informação, consulte o seguinte link:

Associação Portuguesa de Geólogos

www.apgeologos.pt

Poderá encontrar artigos, recursos audiovisuais e outros conteúdos relacionados com os tópicos abordados neste relatório no portal online Geology for Society da Geological Society of London em www.geolsoc.org.uk/geology-for-society.

- A Bolsa de Valores de Frankfurt - Frankfurt Stock Exchange" by Pythagomath - Own work. Licensed under CC BY-SA 4.0 via Wikimedia Commons
- Amostra de ferro bandado em Krivoy Rog, Ucrânia - Banded iron formation". Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Sistema de tratamento de águas residuais - Fine Bubble Retrievable Grid" by C Tharp - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Barragem de Kölnbrein e sistema de armazenamento de energia por bombagem, Caríntia, Áustria - Verbund malta" by Verbund. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Agricultura na região de La Rioja, Espanha - Tractor, La Rioja, Spain" by Raúl Hernández González. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- Local de construção do Tottenham Court Road Crossrail - London Astoria site September 2009 CB" by carlbob. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- O Glaciar Express no Viaduto de Landwasser, Suíça - CH Landwasser 2" by Daniel Schwen - Own work. Licensed under CC BY-SA 2.5 via Wikimedia Commons
- Descarga química de resíduos em Wakefield, Reino Unido - A big job - geograph.org.uk - 663806" by David Pickersgill. Licensed under CC BY-SA 2.0 via Wikimedia Commons
- Ilhote de Monte Saint-Michel e a sua baía na Normandia, França, Património Mundial da Unesco, declarado pelo seu património cultural para além da sua beleza natural - MtStMichel avion". Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons
- Presidente Barack Obama a visitar danos provocados pelo sismo de L'Aquila, em Itália - President Barack Obama tour earthquake damage in L'Aquila, Italy - Wednesday, July 8, 2009" by The Official White House Photostream - P070809CK-0208. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons
- Sumidouro de Karst no distrito de Biržai, Lituânia - Geology duobė" by Vilensija - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons
- Fusão no perímetro de uma camada de gelo na Gronelândia - Greenland melt pond 2 (7637755560)" by NASA ICE - Greenland melt pond 2Uploaded by russavia. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons
- Poluição do ar: fumo a sair de uma chaminé fabril - Air pollution smoke rising from plant tower" by U.S. Fish and Wildlife Service. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons

Imagem de capa: Luzes da Europa. © NPA Satellite Mapping: CGG. Todos os direitos reservados. Não é permitida a reprodução, cópia ou transmissão destas imagens sem autorização expressa por escrito. A NPA é uma afiliada da Geological Society of London e especializa-se no uso de imagem de satélite, exploração dos recursos da Terra, ambiente e riscos desde 1971. Por favor visite npa.cgg.com.