

O papel e os desafios da Geologia na Educação e no cotidiano do século 21

TAVARES, Sergio Túlio de Pinho

Resumo: O aumento populacional tem implicado um aumento do consumo de recursos, desmatamento, poluição, alterações climáticas e ocupação abusiva dos espaços. Tudo isso acelera processos geológicos destrutivos como deslizamentos de terra, assoreamentos, enchentes, inundações, etc. Como exemplo, estudos recentes estimavam no ano 2000 que em 25 anos quase metade da população mundial ficaria sem acesso à água potável devido ao elevado índice de natalidade dos países e do grande desperdício de água potável. Nesse contexto, a Geologia precisa atender às demandas por soluções aos problemas relacionados à Educação Ambiental para compreensão do papel do indivíduo perante as mudanças que estão ocorrendo hoje no planeta e da responsabilidade diante dessas transformações. Para isso acontecer é necessário desenvolver duas características distintivas do raciocínio geológico - de ciência interpretativa e de ciência histórica - necessário para enfrentar os tipos de problemas que deverão emergir no século 21, utilizando como pilares a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão de forma levar o conhecimento geológico para o dia-a-dia da sociedade auxiliando na prevenção dos processos geológicos destrutivos e na utilização consciente dos recursos naturais.

Palavras chave: Raciocínio geológico, extensão, ensino, problemas ambientais, recursos naturais.

Abstract: The increase in population has led to an increase in resource consumption, deforestation, pollution, climate change and abusive use of space. All this accelerates destructive geological processes like landslides, silting, flooding, flooding, etc. As an example, recent studies estimated in the year 2000 that in 25 years almost half of the world population would be without access to drinking water due to the high birth rate of countries and the great waste of drinking water. In this context, Geology needs to meet the demands for solutions to the problems related to Environmental Education to understand the role of the individual in face of the changes that are taking place on the planet today and of the responsibility for these transformations. For this to happen, it is necessary to develop two distinctive characteristics of the geological reasoning - of interpretive science and historical science - necessary to face the types of problems that should emerge in the 21st century, using as pillars the indissociability between teaching, research and extension of form to take the geological knowledge for the day-to-day life of society, helping to prevent destructive geological processes and the conscious use of natural resources.

Keywords: Geological reasoning, extension, teaching, environmental problems, natural resources.

Introdução

A Geologia é o estudo da estrutura e história da Terra. Suporta o fornecimento de recursos para a população e indústria, 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 (APG, 2015).

O aumento populacional tem implicado em um aumento do consumo de recursos, desmatamento, poluição, alterações climáticas e ocupação abusiva dos espaços cada vez maiores para a produção agrícola, energética e construção de habitações e infraestruturas. Tudo isso acelera processos geológicos destrutivos como deslizamentos de terra, assoreamentos, enchentes, inundações, etc. Nesse contexto, a Geologia precisa atender às demandas por soluções aos problemas relacionados à Educação Ambiental para compreensão do papel do indivíduo perante as mudanças que estão ocorrendo hoje no planeta e da responsabilidade diante dessas transformações.

De acordo com Parizzi (2015, p. 66),

A Geologia é a ciência que estuda a Terra sob o ponto de vista de sua origem, seus materiais, suas transformações e sua história por meio de registros encontrados nas rochas e minerais que formam a infra-estrutura do planeta. As constantes transformações da Terra produzem materiais e fenômenos naturais que têm influência direta ou indireta em nossas vidas. Utilizamos os recursos e riquezas geológicas que o planeta nos oferece, como a água, os minérios (ferro, ouro, diamante), o petróleo e os materiais de construção (areia, cascalho, rochas ornamentais, etc). Por outro lado, isso acelera processos geológicos destrutivos como deslizamentos de terra, assoreamentos, enchentes, inundações, etc.

Os impactos antrópicos revelam-se, principalmente, ao nível da desflorestação, exploração exaustiva dos solos, consumo de recursos energéticos, alterações climáticas e ocupação abusiva dos espaços. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), estudos afirmam quem “em 2000 estimavam que em 25 anos quase metade da população mundial ficaria sem acesso à água potável devido ao elevado índice de natalidade dos países e do grande desperdício de água potável”.

De acordo com o site do PENSAMENTO VERDE, nos últimos 50 anos o crescimento da população mundial foi três vezes maior se comparado aos anos anteriores, o que ocasionou no aumento do consumo de água seis vezes maior. O site da CARTA CAPITAL publicou em 13/10/2016 uma pesquisa da agência alemã Deutsche Welle mostrando que a humanidade começou o século 20 com 1,6 bilhão de pessoas e hoje somos cerca de 7,5 bilhões, podendo atingir quase 10 bilhões até 2050.

Surge assim recentemente o papel das Geociências em atender às demandas por soluções aos problemas ambientais, voltado às áreas de risco, desertifica-

ção, geoflutuações e mudanças globais. Esses aspectos relacionam-se à Educação Ambiental na medida em que se faz necessária a compreensão do papel do indivíduo perante as mudanças que estão ocorrendo hoje no planeta e da responsabilidade diante dessas transformações. Para isso acontecer é necessário desenvolver duas características distintivas do raciocínio geológico - de ciência interpretativa e de ciência histórica - necessário para enfrentar os tipos de problemas do século 21.

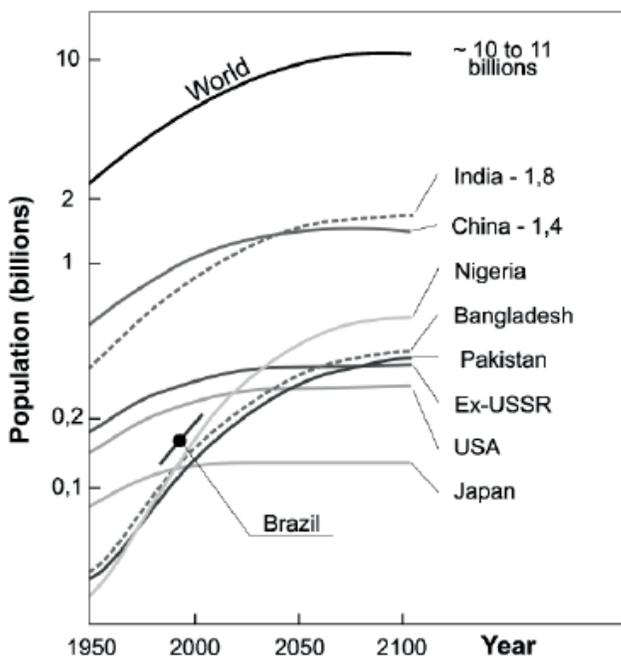
1. Geologia e Desenvolvimento Sustentável

Há algum tempo faz-se necessário uma abordagem sobre o papel da Geologia na Educação e no Cotidiano de forma a levar o conhecimento geológico para o dia-a-dia da sociedade auxiliando na prevenção dos processos geológicos destrutivos e na utilização consciente dos recursos naturais. A preocupação com temas como a preservação do meio ambiente, medidas para minimizar os efeitos da poluição e a crescente demanda por recursos naturais faz com que assuntos relacionados a Geociências tornem-se cada vez mais importantes.

As consequências do crescimento populacional nas últimas décadas envolvem o consumo em larga escala de recursos naturais e o desequilíbrio nos vários subsistemas terrestres. Este cenário tem implicado em um aumento do consumo de recursos, destinando áreas cada vez maiores para a produção agrícola, energética e construção de habitações e infraestruturas. Os impactos antrópicos revelam-se, principalmente, ao nível de desmatamento, exploração exaustiva dos solos, consumo de recursos energéticos, alterações climáticas e ocupação abusiva dos espaços. Desta forma, o estudo da Geologia adquire um papel cada vez mais importante e contribui de forma significativa para a prevenção e resolução de problemas associados ação antrópica no meio natural (<http://terraagiratg.blogspot.com.br/2010/03/papel-da-geologia-na-sociedade-moderna.html>).

Estudos realizados pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2000 estimavam que em 25 anos quase metade da população mundial ficaria sem acesso à água potável devido ao elevado índice de natalidade dos países e do grande desperdício de água potável. Nos últimos 50 anos o crescimento da população mundial foi três vezes maior comparado aos anos anteriores, o que ocasionou no aumento do consumo de água seis vezes maior em todos os cantos do planeta (<http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/agua-potavel-mundo-sera-futuro-planeta/>). A humanidade começou o século 20 com 1,6 bilhão de pessoas. Hoje são cerca de 7,5 bilhões. Estimativas indicam a população mundial se estabilizará no ano de 2050 em cerca de 10 a 11 bilhões. (DENEMY, 1984)

Figura 1 - Projeções da população mundial para o século XXI.



Fonte: Denemy, 1984.

Abordando temas como saneamento básico e acesso a água, as Nações Unidas (2015) mostra que não há instalações sanitárias adequadas para 70% das pessoas na África Subsaariana e 53% da população da Ásia Meridional. Além disso, 44% das pessoas na Oceania e 32% na África Subsaariana ainda não têm acesso a uma fonte de água potável.

O cenário acima, associado a grandes desigualdades sociais observadas no mundo, motivaram vários movimentos para promover o desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental e social. Em agosto de 2015 ocorreu uma Assembleia Geral das Nações Unidas para proposição de uma nova agenda para acabar com a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar para todos, proteger o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas.

As ações tomadas pelos 193 países participantes resultaram nas 17 metas globais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ou Objetivos Globais para o Desenvolvimento Sustentável). Esta é uma resolução que compõem um amplo acordo intergovernamental que funciona como a Agenda de Desenvolvimento Pós-2015, também conhecida como Agenda 2030, que trata do plano de ação para atendimento dessas metas (Figura 2).

Figura 2 - Relação dos 17 ODS estabelecidos em 2015.



Fonte: Nações Unidas, 2015.

Um aspecto importante abordado, que acompanha os 17 ODS, diz respeito à formação de profissionais que possam ler a complexidade, de forma interdisciplinar, dessas novas necessidades. Joel C. Gill (Geology for Global Development, London, UK), com o artigo intitulado Geology and the Sustainable Development Goals, aborda 11 aspectos-chaves nos quais a Geologia pode trabalhar diante dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Ele relaciona as metas do ODS com vários aspectos-chave da geologia e que os geólogos têm um papel em alcançar todos esses objetivos. Atingir os ODS até 2030 exigirá o envolvimento de muitas comunidades e setores, incluindo as ciências geológicas (Lubchenco et al., 2015). Muitos dos temas dentro dos ODS são pertinentes à pesquisa e prática geológica.

The geologic community, therefore, should be ready and equipped to take a leading role in promoting and facilitating responsible Earth stewardship, for the public good and global development. Geology students, educators, researchers, industry professionals, public servants and policymakers all have a role to play in helping to achieve the SDGs, ensuring sustainable and equitable foundations for future global development. Their knowledge of the Earth's structure, the materials it is made of, and the processes by which it is constantly being shaped can be used to inform many important areas of sustainable development. (Gill, 2016, p.70)

O autor desenha algumas “aplicações práticas para o gerenciamento responsável da Terra”, tais como:

- Acesso a água limpa e saneamento seguro (por exemplo, identificação de recursos hídricos subterrâneos; prevenção de contaminação).
- Segurança alimentar e agrogeologia (por exemplo, usando rocha local e materiais minerais para melhorar a fertilidade do solo).
- Redução do risco de desastres (por exemplo, compreensão da ciência física subjacente à geração de deslizamentos de terra, terremotos e erupções vulcânicas; avaliação da exposição através da produção de mapas de perigo; redução da vulnerabilidade por meio de iniciativas de geoeducação).
- Fornecimento e gestão de energia (por exemplo, identificação do potencial de um fornecimento de energia geotérmica, compreensão do potencial de hidrocarbonetos e extração segura de recursos).
- Melhor infraestrutura e acesso a serviços básicos (por exemplo, mapeamento geomorfológico para construção de estradas; caracterizando massas rochosas antes da construção da barragem).
- Gestão e conservação ambiental e da biodiversidade (por exemplo, monitoramento geoquímico da migração de poluição através de um ecossistema).

Outra grande preocupação diz respeito à desigualdade no mundo de acesso aos recursos naturais. A Global Footprint Network (2016) estima que a cada ano os humanos usam atualmente o equivalente a 1,5 vezes os recursos que podem ser regenerados em um determinado ano (por exemplo, terras agrícolas, estoques de peixes e floresta). Esse consumo não é distribuído uniformemente em todas as nações, com alguns países provavelmente usando significativamente mais recursos do que outros. Uma crescente demanda por outros materiais, incluindo minerais, está sendo impulsionada pelo crescimento populacional, mas também pelo consumo excessivo em muitos lugares (LAMBERT et al., 2013). “In this context, geologists around the world, of all nationalities and specialisms, should be willing and equipped to make their contribution to supporting and facilitating sustainable development”. (GILL, 2016, p.72)

Através da Tabela 1, Gill (2016) enumera as principais áreas da Geologia e sua importância para o atendimento às ODS.

Tabela 1 - Descrição de alguns aspectos chave da Geologia.

Ciências Geológicas (Materiais, Processos e Gestão da Terra)	Descrição	Exemplo de Títulos de Emprego
Agrogeologia	Recursos minerais para melhoria da fertilidade do solo, retenção de água e redução da erosão.	Consultor Ambiental; Geoquímico.
Alterações Climáticas	Registro geológico para entender as mudanças climáticas do passado e tentar prever como o clima pode mudar no futuro.	Meteorologista; Geólogo de Campo; Geoquímico.
Energia	Identificar e aconselhar sobre fontes potenciais de energia contribuindo para a extração segura, armazenamento de recursos e o desenvolvimento de infraestrutura de energia.	Geólogo de Engenharia, Geoquímico; Geofísico; Hidrogeólogo; Geólogo de Mineração e/ou de Petróleo.
Geologia de Engenharia	A aplicação das ciências geológicas à engenharia, apoiando o projeto e construção (por exemplo, barragens, estradas, túneis, etc).	Geólogo de Engenharia; Geomorfologista.
Risco Geológico	Compreender os desastres naturais, como deslizamentos de terra, terremotos, tsunamis e erupções vulcânicas. Elaborar mapas de risco e capacitar a comunidade (“Geoeducação”).	Geólogo de Engenharia; Sedimentologista; Sismólogo; Vulcanologista.
Geopatrimônio e Geoturismo	Turismo em paisagens geológicas, ajudando a conservação da geodiversidade.	Comunicador de Geociências; Educador de Geociências.
Hidrogeologia e Geologia Contaminante	Compreender e gerir de forma sustentável os recursos hídricos subterrâneos para avaliar e monitorar e remediar a contaminação.	Hidrogeólogo; Consultor Ambiental; Geoquímico; Geofísico.
Minerais e Materiais Rochosos	Identificar e desenvolver recursos minerais e rochosos, para uma variedade de usos (por exemplo: produção de metais e construção civil).	Geólogo Econômico; Geólogo de Exploração; Geoquímico; Hidrogeólogo; Mineralogista.

Adaptado de Gill (2016).

A Tabela 2 foi elaborada por Gill (2016) para correlacionar as 17 metas da ODS com 11 aspectos-chave da Geologia, estes agrupados em dois títulos. Oito desses aspectos-chave da Geologia se enquadram no amplo agrupamento de “Materiais, Processos e Gerenciamento da Terra”. Esses oito aspectos são: agro-geologia, mudanças climáticas, energia, geologia de engenharia, geoaventura, geopatrimônio e geoturismo, hidrogeologia e geologia contaminante e recursos minerais e rochosos. Os outros aspectos estão agrupados como ‘Competências e Práticas’, que se relacionam com a partilha e/ou adaptações de métodos geológicos para servir o desenvolvimento sustentável. Esses três aspectos são: educação, capacitação e uma ampla categoria diversa. Notas de rodapé são incluídas para explicar o papel específico ou geral dos geólogos referidos nesta categoria diversa.

Tabela 2 - Matriz para visualizar o papel dos geólogos em ajudar a alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável internacionalmente aceitos.

Group Definitions			Geological Sciences										Notes
Earth Materials, Processes & Management	Understanding of 'Earth Materials, Processes & Management' is important to one or more targets/means of implementation relating to the given SDG.	Colour	Earth Materials, Processes & Management								Skills & Practice		SDGs from United Nations (2015a). * (Abbreviated) Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss. † Education and Capacity Building are important to some degree within every goal. Miscellaneous (a) Promoting equality of opportunities to all (including access to geoscience education). Eliminating all forms of violence and discrimination against women and girls in public and private spheres. (b) Supporting research and development. (c) Promoting equality of opportunity, and ending discrimination. (d) Shared responsibility to improve sustainable practice, particularly in the private sector. (e) Increased international cooperation on marine protection and research. (f) Transparency of payments and contracts, helping to fight corruption.
Skills & Practice	Sharing of and/or changes to geological 'Skills and Practice' is important to one or more targets/means of implementation relating to the given SDG.	Grey	Agrogeology	Climate Change	Energy	Engineering Geology	Geohazards	Geohazards & Geotourism	Hydrogeology & Contaminant Geology	Minerals & Rock Materials	Education*	Capacity Building†	
1	No Poverty	End poverty in all its forms everywhere.											
2	No Hunger	End hunger, achieve food security and improved nutrition, and promote sustainable agriculture.											
3	Good Health	Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages.											
4	Quality Education	Ensure inclusive and equitable quality education and promote life-long learning opportunities for all.											
5	Gender Equality	Achieve gender equality and empower all women and girls.										[a]	
6	Clean Water & Sanitation	Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all.											
7	Clean Energy	Ensure access to affordable, reliable, sustainable, and modern energy for all.											
8	Good Jobs & Economic Growth	Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all.											
9	Innovation & Infrastructure	Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation.											[b]
10	Reduced Inequalities	Reduce inequality within and among countries.											[c]
11	Sustainable Cities & Communities	Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable.											[d]
12	Responsible Consumption	Ensure sustainable consumption and production patterns.											[e]
13	Protect the Planet	Take urgent action to combat climate change and its impacts.											[f]
14	Life Below Water	Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development.											
15	Life on Land	Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems...*											
16	Peace & Justice	Promote peaceful and inclusive societies for sustainable development, provide access to justice for all and build effective, accountable and inclusive institutions at all levels.											
17	Partnerships for the Goals	Strengthen the means of implementation and revitalize the global partnership for sustainable development.											

Fonte: Gill, 2016

As tabelas elaboradas por Gill (2016) podem ser usadas para ajudar a informar a comunidade dentro e fora das escolas e universidades sobre o papel do conhecimento geológico na abordagem do desafio social e de sustentabilidade. Portanto, reconhecer o papel dos geólogos no desenvolvimento sustentável obriga a comunidade geológica a avaliar cuidadosamente seus programas de educação, desenvolvimento e treinamento profissional contínuo.

Para Piranha et al. (2004), o conhecimento dos processos geológicos revela-se fundamental para que sejam implementadas práticas de desenvolvimento, no que se refere à utilização de recursos naturais.

A elaboração e implantação de programas locais da Agenda 21, como instrumentos para a formulação de políticas de desenvolvimento, dependem da participação conjunta e organizada dos diferentes “atores” sociais. Nesse contexto, entende-se que o ensino de Geociências pode contribuir de forma significativa para a elaboração destes Programas. (PIRANHA et al, 2004, p.1)

Para que ações estratégicas como a Agenda 21 possam ser executadas é fundamental que se promova a consciência ambiental na sociedade. As ações de desenvolvimento e preservação ambientais somente serão efetivadas com o engajamento da sociedade. Para que isso ocorra, é importante levar o conhecimento científico de temas relacionados a Geologia ao cotidiano em linguagem acessível a população. Com este objetivo, os próximos capítulos abordarão a importância da Geologia e questões relacionadas ao ensino de Geociências.

2. Importância da Geologia

Nos últimos anos, a Geologia vem desempenhando um papel cada vez mais importante para melhor compreensão sustentável da Terra como um sistema. É de suma importância o papel das Geociências em atender às demandas por soluções aos problemas ambientais, voltado às áreas de risco, desertificação, geoflutuações e mudanças globais. Esta é uma tarefa muito complexa, já que todos os processos naturais na Terra estão interligados, o que exige uma abordagem interdisciplinar envolvendo várias áreas da ciência.

In my view, the Earth Sciences will grow in importance for society due to the many questions and problems linked to the environment and the management of the Earth's surface. We emerged from a scientific revolution in the 1960's, the Plate Tectonics Revolution, more unified than in the past. In addition, we are taking more and more a holistic approach to the knowledge of planet Earth and we have more confidence in the way that we understand how it works. As one of the very basic natural sciences, Geology will always be a very relevant field of knowledge, to be pursued by the ever-lasting human curiosity. (CORDANI, 2000, p. 157)

Cordani (2000) acredita que o geocientista deve se adaptar a as demandas e o com os objetivos específicos para atender as necessidades da sociedade, tais como:

- Monitoramento dos processos do Sistema Terrestre;
- Exploração, gestão e fornecimento de recursos minerais;
- Exploração, gestão e fornecimento de recursos energéticos;

- Conservação e gestão de recursos hídricos;
- Conservação e manejo de solos agrícolas;
- Redução de desastres naturais.

No que se refere ao Monitoramento dos processos do Sistema Terrestre, é tarefa para os geocientistas entender a dinâmica natural do Planeta Terra e prever seus efeitos através de atividades regionais e globais coordenadas. Como exemplo, estudos demonstraram uma forte correlação da concentração de CO₂ com temperatura atmosférica, e conseqüentemente na mudança climática. Dados indicaram que nunca a concentração de CO₂ na atmosfera atingiu valores elevados como aos do século XX. Além disso, desde o início da Revolução Industrial esses níveis aumentaram em cerca de 25%, indicando claramente a influência humana na mudança climática global (PETIT et al., 1999).

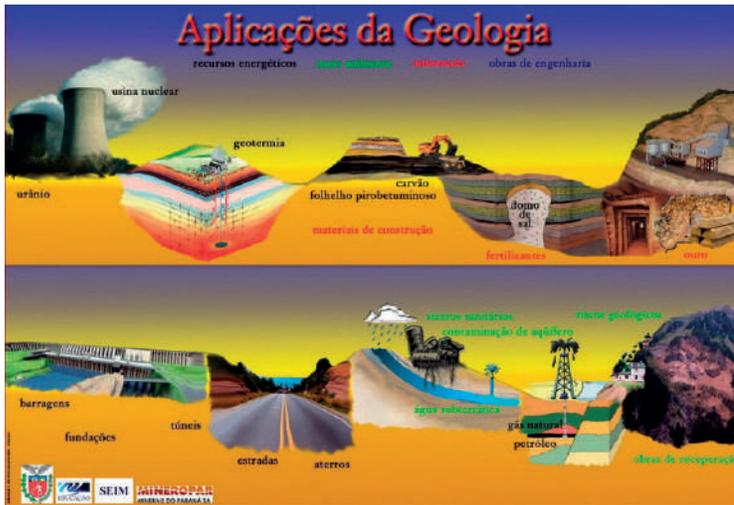
Sobre Exploração, gestão e fornecimento de recursos minerais, Skinner (1999), afirma que a demanda por minerais continuará a crescer no próximo século, o que promoverá a busca por esses recursos nos oceanos e escavações em maiores profundidades. Tendo em vista que o custo das commodities minerais para o consumidor aumentará em função dos custos do impacto ambiental e da sua dificuldade de obtenção, os geólogos terão que desenvolver métodos para minimizar o impacto ambiental envolvido na mineração de recursos naturais.

Os principais desafios no que se refere a Exploração, gestão e fornecimento de recursos energéticos estão no desenvolvimento de tecnologias para obtenção de fontes alternativas de energia (geotérmica, solar, fotovoltaica, biomassa, eólica, marés, correntes oceânicas, etc.). Além da sua importância na prospecção de algumas dessas matérias primas, os geólogos poderão colaborar na seleção de locais para descarte de lixo nuclear e demais resíduos sólidos (CORDANI, 2000).

A Conservação e gestão de recursos hídricos é uma tarefa importante para os profissionais de Ciências da Terra no intuito de providenciar a sua proteção, conservação e gestão, para evitar diminuição do volume de água, salinização do solo e poluição por resíduos agroquímicos.

Corroborando com os argumentos acima, as Figuras 3 e 4 mostram exemplos de aplicações da Geologia e de recursos minerais nos elementos que constituem a construção de uma casa, citando uma utilização cotidiana de conceitos das Geociências.

Figura 3 - Exemplos de aplicações da Geologia na mineração, geração de energia, meio ambiente e obras de engenharia.



Fonte: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/escola/posters/13.jpg>

Figura 4 - Relação de materiais geológicos aplicados na construção de uma casa.



Fonte: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/escola/posters/11.jpg>

No contexto da Conservação e manejo de solos agrícolas, os geólogos podem fazer muito em cooperação com agro-cientistas, ecologistas e afins, para aconselhamento no uso adequado dos solos e no controle da erosão do solo.

Para contribuir com a Redução de desastres naturais, dentre os quais se destacam fenômenos naturais como terremotos, erupções vulcânicas, tufões tropicais, inundações, deslizamentos de terra, secas prolongadas, etc., os geólogos deverão trabalhar em questões de estabilização de encostas, definição de áreas de risco, e no monitoramento desses fenômenos. Além de causar enormes perdas de vidas humanas e danos materiais, tais desastres naturais também podem causar atrasos na evolução do desenvolvimento econômico, especialmente nos países menos desenvolvidos (Figura 5).

Figura 5 - Distribuição dos desastres naturais segundo a origem.

O problema é o clima

Distribuição dos desastres naturais segundo a origem

Ano	Hidrometeorológicos	Geológicos
1900-1909	28	40
1910-1919	72	28
1920-1929	56	33
1930-1939	72	37
1940-1949	120	52
1950-1959	232	60
1960-1969	463	88
1970-1979	776	124
1980-1989	1.498	232
1990-1999	2.034	325
2000-2005	2.135	233

Fonte: EM-DAT, Cred. Université Catholique de Louvain

Fonte: <https://fernandonogueiracosta.wordpress.com/2011/04/04/desastres-naturais-e-inconformidade-humana>

Cordani (2002), afirma o que as Ciências da Terra seguramente terão um papel de importância crescente, tanto para o conhecimento de como funciona nosso planeta, como para determinar muitos caminhos e tecnologias necessárias para o gerenciamento de atividades sustentáveis. Para que isso ocorra, é preciso investir em educação para levar o conhecimento geológico em linguagem acessível para resolução dos problemas ambientais.

3. Ensino e Educação em Geologia

A Geologia e as Ciências da Terra em geral têm uma pequena visibilidade na sociedade. A Geologia praticamente não faz parte da cultura popular, e figura muito pouco nos programas educacionais. Muitas pessoas acreditam que serve apenas para

tratar de fenômenos distantes da realidade brasileira como terremotos, tsunamis e erupções vulcânicas.

É muito ampla a aplicabilidade das disciplinas da Geologia em aspectos cotidianos como preservação do meio ambiente, prevenção de desabamento de encostas de morros, captação de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, dentre outras importantes questões.

A busca pelo desenvolvimento sustentável vai depender de modo crescente de conhecimento e de informação. Para que isso ocorra, os geólogos deverão obter uma educação que lhes dê ferramentas adequadas, e que leve em conta as demandas principais da sociedade: gerenciamento de recursos naturais (água, solos, sedimentos, rochas, etc.), de modo ecologicamente sustentável e ao mesmo tempo economicamente viável (CORDANI, 2002). Portanto, tornar-se-á notório que a Geologia e os geólogos deverão dar uma contribuição relevante para a sociedade em seu caminho para a sustentabilidade.

Um grande desafio é a levar o conhecimento geológico para a sociedade, mostrando a sua aplicabilidade e relevância para os desafios do desenvolvimento sustentável, fornecimento de recursos naturais e conservação do meio ambiente.

Especial atenção é então voltada para a difusão de conhecimentos científicos na sociedade, no sentido de tornar acessível à população o conhecimento dos recursos naturais das regiões, nas quais necessita implantar medidas de gestão e de desenvolvimento (PIRANHA et al., 2004, p.6).

Carneiro et al. (2004) discutem a importância da conscientização acerca de temas geológicos devido a crescente interação das atividades humanas com a dinâmica do meio natural e ao aumento populacional ocorrido no século XX. Mantida a tendência atual, haverá 10 bilhões de pessoas antes do ano 2050 (BABCOCK, 1994). A complexidade desses temas - as atividades humanas e a dinâmica natural - determinam que as questões ambientais precisam fortemente integrar o campo de conhecimentos básicos que uma pessoa deveria possuir, para exercer, ao longo de sua vida, aquilo que se entende por cidadania responsável.

Infelizmente, nas escolas ainda persiste um ensino que nas poucas vezes que aborda temas introdutórios de Geologia, “requer a memorização de inúmeras rochas, minerais e fósseis” (HANEY, 1993). Consequentemente, milhares de estudantes de outras áreas que não as geológicas, desconhecem conceitos e aplicações da Geologia efetivamente importantes para os anseios sociais e ambientais. Desta forma, a falta de entendimento, utilização e aplicação desses conceitos geológicos levam ao rápido abandono dos termos memorizados (CARNEIRO et al., 2004).

Não se deve subestimar que outras fontes de conhecimento como museus, parques naturais, imprensa e a indústria cultural em geral, exercem papel notável na difusão de conteúdos de Geociências, mas ainda são insuficientes, e podem até ser equivocados, para fornecer o conhecimento geológico necessário

para uma pessoa de escolaridade mediana se considerar bem-informada e capaz de tomar decisões solidamente apoiadas na ciência moderna.

Sendo assim, é imprescindível investir na divulgação do conhecimento geológico desde a infância uma vez que a Educação Básica é privilegiada para se formar uma cidadania responsável e consequente, graças à introdução de preocupações ambientais para as crianças.

Seguindo esse raciocínio, Carneiro et al. (2004) defendem a inclusão de temas de Geologia na Educação Básica de forma a obedecer às diretrizes educacionais atuais. Dentre as principais razões, os autores acreditam que a Geologia fornece visão de conjunto do funcionamento do Sistema Terra, apresentam uma perspectiva temporal das mudanças que afetaram nosso planeta, estuda as causas dos riscos geológicos e suas consequências para a humanidade, e discute a questão dos recursos disponíveis versus sustentabilidade do planeta.

O desenvolvimento de cultura geológica estende-se além do mero domínio dos avanços Ciência & Tecnologia, por ser via de mão dupla: permite trazer o mundo real para a sala-de-aula e, sobretudo, permite levar a sala-de-aula para o mundo real. A busca de um ensino mais prático e eficaz, apoiado em realidade vivencial, permitirá que as pessoas contem com essa bagagem ao longo de toda a vida (CARNEIRO et al., 2004, p.553).

Portanto, cabe aos educadores da área de Ciências divulgarem em sala de aula que a Geologia está presente no dia-a-dia das pessoas, fornece explicações do meio em que vivem, e contribuindo fortemente para melhorar o conhecimento de questões ambientais dentro e fora da escola. Investir na educação em Geologia é dar um passo importante para o desenvolvimento sustentável e para a garantia da preservação dos recursos naturais para as gerações futuras.

4. Projetos de Geologia para Comunidade

Alguns trabalhos recentes foram desenvolvidos por geocientistas e geólogos no sentido de estreitar as relações entre o conhecimento geológico e a comunidade. Araújo (2010) propõe o uso de ilustrações e exemplos locais de temas e fatos relacionados às Geociências como forma de facilitar o aprendizado, além de recomendar a utilização dos espaços fora da escola para promover a aprendizagem das Geociências. A maior aproximação entre academia (meio científico) e meio escolar poderá contribuir para estimular o espírito investigativo e compreensão de processos gerais a partir de contextos específicos mais próximos à vivência e saberes dos alunos (ARAÚJO, 2010, p. 8)

Apesar de grande importância, os conhecimentos geológicos na educação são pouco difundidos nas escolas de ensino fundamental e distantes da população em geral. Para Compiani (2005) muitos geólogos acreditam que a complexidade do conhecimento geológico é impeditivo para a faixa de idade de alunos do ensino fundamental (6º ao 9º anos), devendo ser abordado em universidades.

Os professores de Geografia e Ciências não dominavam todo o conteúdo de Geociências, o que enfraquecia o ensino de temas de Geologia.

Conforme doutrina da aprendizagem significativa de David Ausubel, o aluno traz consigo conhecimento que precisa ser organizado e estruturado pelo professor através de estruturas significativas. Uso da educação não-formal (com intenção de buscar conhecimento fora da escola) pode ser uma alternativa para divulgação da importância da Geologia. Como exemplo: o uso da frase mnemônica para memorizar os dez minerais da escala de Mohs. Além disso, Araújo (2010) cita as seguintes medidas para estimular a acordagem de temas geológicos nas escolas: (a) uso de jogos didáticos para ensino de Geociências no ensino fundamental e médio; (b) elaboração de oficinas para atualização dos professores, e (c) integração da Geologia ao ensino das outras disciplinas como Sociologia, Biologia, Física, Matemática, etc.

De acordo com Piranha et al (2004), o uso das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) no ensino de Geociências contribui de forma bastante significativa para a evolução e difusão de conhecimentos básicos, necessários para o gerenciamento de recursos naturais, especialmente os hídricos.

O projeto Geo-Escola é um exemplo de uso do conhecimento geológico no dia-a-dia para preservação dos recursos naturais e também é uma forma de integração entre ensino, pesquisa e extensão da Geologia para Educação Ambiental (BARBOSA, 2003).

Barbosa (2013), mostra que o Projeto Geo-Escola associa as informações e dados cadastrados nas diferentes regiões ao atendimento da demanda de ensino local, por meio da produção de materiais didáticos de suporte com base nesses contextos geológicos, hídricos, ambientais e geográficos. O projeto foi criado em 2001 para investigar o interesse de professores das redes de ensino pública e privada, de determinadas regiões no estado de São Paulo, sobre temas de Geociências que possam ser empregados em suas atividades didáticas.

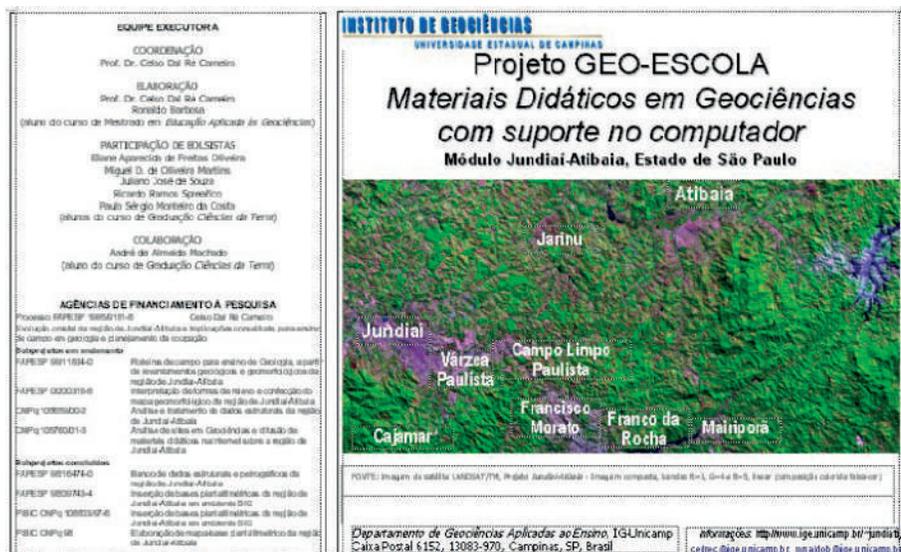
O CD-ROM educativo produzido pelo Projeto Geo-Escola para a região de Jundiaí-Atibaia (Figura 6) constitui o primeiro produto da pesquisa. Os dados cadastrados nas regiões, mapas, imagens e fotografias, são utilizados para compor material didático, constituído por conjuntos de programas na forma de sequências do tipo slide-show e um editor capaz de gerar novas sequências com imagens internas e externas aos programas. O mesmo modelo foi adotado para compor o CD-ROM educativo para a região de São José do Rio Preto (BARBOSA, 2013).

Recentes pesquisas conduzidas no âmbito do Projeto Geo-Escola, indicam que o ensino de Geociências tem se revelado um poderoso recurso de difusão do conhecimento à sociedade civil (PIRANHA et al., 2004).

Morin (2002) destaca a necessidade da formação de uma consciência planetária em que o indivíduo aprenda a estar aqui no planeta como uma forma de esclarecer a importância primordial da educação nas questões ambientais e de vida no planeta, alguns educadores têm destacado.

Aprender a estar aqui significa: aprender a viver, a dividir, a comunicar, a comungar: é o que se aprende somente nas – e por meio de – culturas singulares. Precisamos doravante aprender a viver, dividir e comunicar como humanos do planeta Terra, não mais somente pertencer a uma cultura, mas também ser terrenos. Devemo-nos dedicar não só a dominar, mas também a condicionar, melhorar, compreender (MORIN, 2002, p.7).

Figura 6 - Capa do CD-ROM do Projeto Geo-Escola elaborado para a região de Jundiá – Atibaia, Estado de São Paulo.



Fonte: Piranha et al., 2004.

Considerações finais

É de suma importância o papel das Geociências em atender às demandas por soluções aos problemas ambientais, voltado às áreas de risco, desertificação, geoflutações e mudanças globais. Esses aspectos relacionam-se à Educação Ambiental na medida em que se faz necessária a compreensão do papel do indivíduo perante as mudanças que estão ocorrendo hoje no planeta e da responsabilidade diante dessas transformações. Para isso acontecer é necessário desenvolver duas características distintas do raciocínio geológico - de ciência interpretativa e de ciência histórica - necessário para enfrentar os tipos de problemas do século 21.

Os trabalhos desenvolvidos junto a comunidade, mostram a força que a população tem nos rumos de questões ambientais e sanitárias em prol do desenvolvimento sustentável e da construção de um mundo mais saudável e ecologicamente correto. Grande parte desse objetivo pode e deve ser alcançado com

políticas de extensão para conscientização ambiental da população para questões como preservação da água e descarte correto dos resíduos sólidos.

Em síntese, acredito que a comunidade geológica precisa se engajar nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, demonstrando o papel da Geologia no desenvolvimento sustentável para outras disciplinas relevantes, formuladores de políticas e profissionais de desenvolvimento, e discutindo a importância da Geologia em relação a interface entre ensino, pesquisa e extensão no âmbito das Geociências e da Educação Ambiental para enfrentar os tipos de problemas que deverão emergir no século 21, tais como a escassez de recursos naturais.

Referências

APG, Associação Portuguesa de Geólogos. **Geologia para a sociedade**. Lisboa, Portugal. Junho de 2015. <www.apgeologos.pt> e <www.geolsoc.org.uk/geology-for-society>

ARAÚJO, C. 2010. **Geologia na escola**: recurso didático e trabalho de campo interdisciplinar. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ / IGEO.

BABCOCK, E.A. 1994. **Geoscience in a changing society**. Episodes, 17(4):101-105.

BARBOSA, R. 2013. **Projeto Geo-Escola**: Geociências para uma escola inovadora. Campinas, SP: Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. [s.n.], 2013. Tese de Doutorado.

BARBOSA, R. 2003. **Projeto Geo-Escola**: recursos computacionais de apoio ao ensino de geociências nos níveis fundamental e médio. Campinas: Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. 105 p. (Mestrado, dissertação em Geociências, CDROM incluso).

CARNEIRO, C.D.R., TOLEDO, M.C.M. de; ALMEIDA, F.F.M. de 2003. Dez motivos para a inclusão de temas de Geologia na Educação Básica. **Rev. Bras. Geoc.** 34 (4): 553-560. Dezembro de 2004.

CARTA CAPITAL. **Os cinco maiores problemas ambientais do mundo e suas soluções**. São Paulo, 2016. Editorial disponível no seguinte endereço eletrônico: <https://www.cartacapital.com.br/sustentabilidade/os-cinco-maiores-problemas-ambientais-do-mundo-e-suas-solucoes>; Acesso em 19/08/2017.

COMPIANI, M. 1990. A Geologia pra que te quero no ensino de Ciências, **Educação e Sociedade**, (36):100-117Cordani (2000)

CORDANI, U.G., 2000. The role of the earth sciences in a sustainable world: **Episodes**, v.23, no.3, pp. 155-162.

CORDANI, U.G., 2000. Os rumos da Geologia. Contribuição divulgada por ocasião do **IXL Congresso Brasileiro de Geologia**. João Pessoa, PA, Brasil, setembro 2002. p. 1-6.

DENEMY, P., 1984, A perspective on long-term population growth: **Popul. Develop. Rev.**, 10: 103-126.

GILL, J.C. 2016. Geology and the Sustainable Development Goals. **Geology for Global Development**, London, UK; (Received: October 1, 2015; Revised accepted: February 19, 2016).

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2016, **World footprint**: Do we fit on the planet? http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world_footprint/ (accessed January 2016).

HANEY, D.C. 1993. Wake up Geologists! **Geotimes**, Feb. 1993, 38(2):6.

LAMBERT, I., DURRHEIM, R., GODOY, M., KOTA, M., LEAHY, P., LUDDEN, J., NICKLESS, E., OBERHAENSLI, R., ANJIAN, W., WILLIAMS, N., 2013, Resourcing future generations: A proposed new IUGS initiative: **Episodes**, v. 36, no.2, p. 82–86.

LUBCHENCO, J., BARNER, A.K., CERNY-CHIPMAN, E.B., REIMER, J.N., 2015, Sustainability rooted in science: **Nature Geoscience**, v. 8, n.7, p. 741–745.

MORIN, E. 2002. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez/UNESCO.

NAÇÕES UNIDAS, 2015, The Millennium Development Goals: **Report**, United Nations, Geneva,

PARIZZI, Maria Giovana. **Importância da Geologia**, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://www.manuelzao.ufmg.br/pesquisa/geologia/import%C3%A2ncia-da-geologia>; acesso em 15/06/2018.

PENSAMENTO VERDE. Água potável no mundo: qual será o futuro do planeta? São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/agua-potavel-mundo-sera-futuro-planeta/>; Acesso em 19/09/2018.

PETIT, J.R. et al. 1999, Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core: Antarctica. **Nature**, 399: 429-436.

PIRANHA, J.M., CARNEIRO C.D.R., BARBOSA, R. 2004. O Ensino de Geociências na gestão brasileira de recursos hídricos e na elaboração da Agenda 21 brasileira. **XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. p. 1-8.

SKINNER, B.J. 1989, Resources in the 21st century: Can supply meet needs? **Episodes**, 12: 267-275.

Sites:

- <http://terragiratg.blogspot.com.br/2010/03/papel-da-geologia-na-sociedade-moderna.html>; acesso em 16/08/2018.

- <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/escola/posters>; acesso em 22/08/2018.

- <https://fernandonogueiracosta.wordpress.com/2011/04/04/desastres-naturais-e-inconformidade-humana>; acesso em 19/08/2018.

- <https://nacoesunidas.org/pos2015/>; acesso em 19/08/2018.

- **Sergio Túlio de Pinho Tavares: CV** - <http://lattes.cnpq.br/1882510875583872>