

**UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA E FARMÁCIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LICENCIAMENTO AMBIENTAL
DISCIPLINA DE GEOLOGIA AMBIENTAL**

ESTUDO DIRIGIDO DE GEOLOGIA AMBIENTAL

Alunos:

**Elizabete Vescovi Minusculi
Nara Aparecida Rodrigues Arosi
Wilson Junior Weschenfelder**

Profº Dr. Marco Antônio Fontoura Hansen

Santa Cruz do Sul, junho de 2006.

1. O Planeta Terra nos seus primórdios, com o resfriamento do magma apresenta a formação dos primeiros minerais, que são os constituintes das rochas ígneas, com o passar do tempo àquelas que ficaram em profundidade sofreram ações de pressão e temperatura associadas a fluídos tornando-se rochas metamórficas e, finalmente com ação das intempéries física e química atuantes na superfície e sub-superfície do planeta formaram pela desagregação das rochas pré-existentes as rochas sedimentares.

1.1. Caracterizar os diferentes tipos de minerais formadores dos três diferentes grupos de rochas, acima citadas:

Rochas Ígneas: são formadas a partir do resfriamento e consolidação do magma. Tem predominância de silicatos, e contendo algumas substâncias voláteis. Pode ser considerado, também, rocha fundida.

Os tipos de minerais presentes na rocha ígnea dependem da composição química do magma original. O resfriamento e conseqüente consolidação deste material resulta em uma rocha chamada ígnea, magmática ou eruptiva.

As rochas magmáticas podem ser classificadas como:

- ✓ Rochas Extrusivas ou Vulcânicas: são rochas que se consolidaram na superfície da Terra, na forma de derrames de lavas vulcânicas. Em contato com a atmosfera, o material fundido perde parte dos voláteis e passa a se chamar lava. Do resfriamento da lava resultam riólitos, dacitos, andesitos, basaltos e vidro vulcânico. As explosões que ocorrem nos vulcões fragmentam e pulverizam as rochas que se interpõem à ascensão do magma ou seus gases. O material fragmentado ou pulverizado pode ser a própria lava ou outras rochas pré-existentes. Por outro lado o magma pode ser lançado ao ar em estado de fusão e nele se solidificar. Estes materiais são chamados de piroclásticos e a rocha resultante da acumulação e litificação destes, de piroclástica. Assim são obtidos os aglomerados vulcânicos, brechas vulcânicas, tufos ou cineritos.
- ✓ Rochas Intrusivas ou Plutônicas: são rochas formadas pela consolidação do magma em profundidade, não atingindo a superfície. A rocha resultante será ígnea plutônica (de profundidade) ou bipsal (de média profundidade). É também chamada de intrusiva. São deste tipo: granitos, sienitos, dioritos, gabros, peridotitos, piroxenitos.

Formas intrusivas mais comuns:

- ✓ Dique: corpo intrusivo discordante da estratificação da rocha que atravessa.
- ✓ Sill: corpo intrusivo concordante com a estratificação da rocha que atravessa.
- ✓ Batólito: grande massa consolidada internamente, que, se exposta pela erosão, abrange grandes áreas.

Principais rochas magmáticas:

- ✓ Basalto: é a rocha extrusiva mais abundante e forma derrames de lava extensos. É de cor escura e de granulação fina. A sua decomposição dá origem às argilas

de coloração vermelha denominadas terras roxas (São Paulo e Paraná). Minerais mais comuns: feldspato, piroxênio e magnetita.

- ✓ Granito: rocha intrusiva, ocorrendo geralmente na forma de batólito. Coloração clara, textura uniforme, granular. Minerais presentes: quartzo, feldspato e mica (Fig. 1).
- ✓ Diabásio: rocha intrusiva, de composição idêntica a do basalto, porém apresenta uma granulação mais grossa, visível a olho nu. Ocorre geralmente na forma de sills e diques (Fig. 2).



Figura 1: Lasca de Granito, presença de duas cores: cinza e rosa, minerais misturados pelo calor (Coordenada UTM: 0263385 – 6622126).

Fonte: Autores.



Figura 2: Afloramento de Diabásio, funções colunares são feitas pelo resfriamento rápido (Coordenadas UTM: 0254800 - 6606554).

Fonte: Autores.

Rochas Metamórficas: qualquer tipo de rocha que tenha se formado em superfície, ou mesmo em subsuperfície pode ser soterrada por novas camadas de deposição mais recentes. Em profundidade ela vai sofrer ação do calor, pressões tectônicas e ações químicas. O aumento de pressão, temperatura e ação de fluidos mineralizantes (soluções químicas) irá transformar, ou seja, metamorfosear a rocha. Um calcáreo que sofrer este processo não mais poderá se chamar calcáreo, e sim mármore. Pressão, temperatura e fluidos mineralizantes são os agentes do metamorfismo. Os agentes do metamorfismo agem no estado sólido, portanto sem que ocorra fusão da rocha original. Durante o metamorfismo, pode-se verificar:

- ✓ a formação de um novo arranjo estrutural, sendo mantida a composição química. Esse novo arranjo é resultante da reorientação dos minerais, provocada pelo aumento da pressão e da recristalização dos minerais provocada pelo aumento da temperatura. Ex: arenito, quartzito; calcário, mármore
- ✓ a mudança na composição química, evidenciada pela formação de novos minerais não existentes anteriormente. Por exemplo, num calcário impuro, a ação da temperatura e pressão pode provocar uma reação da impureza com o carbonato de cálcio, com a formação de novos minerais.

A rocha metamórfica resultante depende da:

- ✓ composição da rocha original
- ✓ temperatura e pressão durante o metamorfismo.

As rochas metamórficas podem ser classificadas em 2 grandes grupos:

a) formadas por metamorfismo regional: é o que ocorre em áreas extensas, provocando mudanças em massas de rochas de grandes dimensões.

b) formadas por metamorfismo de contacto: quando o magma se introduz na crosta, provoca através do calor e das soluções que o acompanham, o metamorfismo da rocha encaixante.

Reconhecem-se 2 tipos de metamorfismo de contacto:

- ✓ termal: decorrente do aquecimento da rocha encaixante
- ✓ hidrotermal: decorrente do aquecimento e também das soluções emanadas da rocha ígnea que reagem com a rocha encaixante.

Principais rochas metamórficas:

- ✓ Gnaiss: granulação grossa em faixas; minerais: quartzo, feldspato e mica; originada do metamorfismo do granito. Difere do mesmo por apresentar os minerais de mica orientados numa mesma direção.
- ✓ Quartzito: mineral: quartzo; originada do arenito, distingue-se do arenito pelo exame da fratura; no quartzito, ela passa através dos grânulos; nos arenitos, entre eles; em geral branco, podendo apresentar cores mais escuras em razão do cimento.
- ✓ Xisto: variedade mais comum: micaxisto; minerais: mica e quartzo; a mica, visível, se dispõe paralelamente (“xistosidade”); originado de rochas ígneas e metamórficas (Fig. 3).
- ✓ Mármore: mineral: calcita; originado do calcário; mostra efervescência; granulação de muito fina a grossa; quando puro, é branco (Fig. 4).

Outras rochas metamórficas:

- ✓ Filito (semelhante ao xisto, porém de granulação mais fina)
- ✓ Ardósia (resultante do folhelho; granulação muito fina)
- ✓ Anfibólito, etc...



Figura 3: Metamorfitos em formação laminar muito frágil (Coordenadas UTM: 0254800 - 6606554)
Fonte: Autores.



Figura 4: Marga, carbonatos de cálcio precipitados, vindos de precipitações químicas, que se torna mármore (Coordenadas UTM: 0268914 – 6617523).
Fonte: Autores.

Rochas Sedimentares: as rochas sedimentares são formadas por materiais resultantes da decomposição e desintegração (“intemperismo”) de rochas pré-existentes. Esses materiais são transportados por vento, água, gelo, ou pela gravidade, para regiões de topografia mais baixa (bacias, depressões). Posteriormente pelo peso das camadas superiores ou pela ação cimentante das águas subterrâneas sofrem consolidação.

Ao processo de transformação do sedimento (material solto, como areia, cascalho, lama,) em rocha definitiva dá-se o nome de diagênese. A transformação se dá principalmente por compactação ou adensamento e cimentação, o que consolida o sedimento. São sempre formadas na superfície da Terra e geralmente se apresentam estratificadas.

Classificação das rochas sedimentares quanto à origem:

- ✓ Rochas de origem mecânica ou clásticas: em que o processo de deposição, geralmente em meio aquoso, se deu pela ação da gravidade (deposição de suspensões).
- ✓ Rochas de origem química: neste caso, os materiais estão dissolvidos na água e quando esta evapora, ocorre precipitação química (deposição de solutos).
- ✓ Rochas de origem orgânica: muitos organismos marinhos se utilizam do carbonato de cálcio presente na água para construir suas conchas. Após a morte desses organismos, as partículas calcárias se acumulam no fundo do mar, que quando consolidadas produzem os calcários.

Principais Rochas Sedimentares:

- ✓ Origem mecânica: arenitos (Fig. 5), conglomerados (Fig. 6), siltitos, argilitos e folhelhos. Diferenciam-se pelo tamanho das partículas: pedregulho (conglomerados), silte (siltitos) e argila (argilitos e folhelhos). O folhelho se

distingue do argilito por ser fortemente estruturado em lâminas finas e paralelas. As rochas de granulação mais fina sofrem consolidação principalmente pelo peso das camadas sobrejacentes (compactação). As de granulação mais grossa se consolidam por cimentação, já que a compactação é inócua.

- ✓ Origem química: sal-gema, calcário eolítico.
- ✓ Origem orgânica: diversas variedades de calcários.

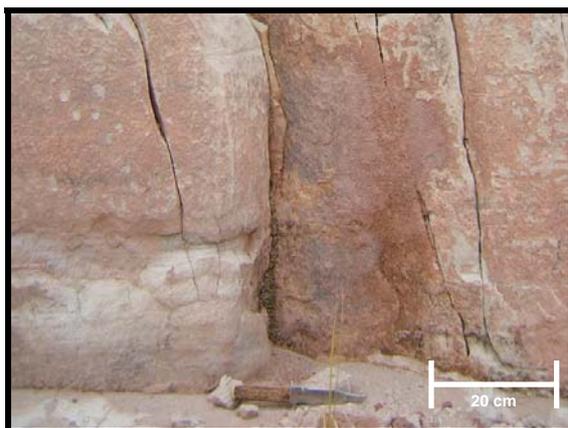


Figura 5: Arenito, rochas são características do aquífero Guarani (Coordenadas UTM: 0367726 – 6662105).
Fonte: Autores.



Figura 6: Conglomerado da Formação Arroio dos Nobres (Coordenadas UTM: 0266619 - 6278153)
Fonte: Autores.

1.2. Como os diferentes tipos de minerais formadores dos três diferentes grupos (ígneas, metamórficas e sedimentares) fazem parte do ciclo das rochas:

As rochas expostas às ações combinadas dos componentes químicos da atmosfera, às modificações mecânicas causadas pelas variações de temperatura, à atuação química e mecânica exercida pelos organismos têm seus componentes desintegrados e/ou decompostos, segundo o fenômeno denominado intemperismo.

Devido ao intemperismo, a rocha se desfaz em partículas de minerais e fragmentos de rochas, perde substâncias solúveis e produz outros materiais.

O desgaste das rochas - acompanhado pelo transporte mecânico e químico dos seus produtos - pelos rios, chuvas, gelo, mar e vento é chamado erosão. O intemperismo não é, a rigor, um processo de erosão, mas prepara a rocha para ser erodida.

A ação dos cursos d'água superficiais, combinada com o escoamento originado pelas chuvas, constitui o mais importante agente de erosão. O vento, se sua velocidade for suficientemente grande e o solo pouco resistente e desprotegido de vegetação, é um agente de erosão em regiões desérticas, periglaciais e certas planícies e praias arenosas.

Os produtos elásticos, resultantes da erosão e levados pelos agentes transportadores, são depositados quando cai a sua capacidade de transporte.

Nas regiões litorâneas, acumulam-se sedimentos de grande variedade de ambientes. São em maior parte elásticos, mas podem incluir calcários e evaporitos.

São particularmente importantes, como áreas coletoras de sedimentos, as bacias originadas com a tectônica de placas, seja nas bordas de subducção, seja nas bacias das bordas passivas dos continentes. Atualmente, muitos milhares de metros de espessura de sedimentos, predominantemente marinhos, são nelas perfurados em busca do petróleo, como acontece na costa brasileira. Também à tectônica de placas são atribuídas algumas bacias de sedimentação no interior dos continentes.

2. O Planeta Terra apresenta ações de causas naturais e induzidas pelo Homem ocasionando reações de busca de um novo equilíbrio. Neste processo, sabe-se que ocorreram ao longo do registro geológico extinções locais e globais, que extinguiram várias espécies. Nesta ocasião, o Homem não habitava ainda a Terra, então se atribui estas modificações à natureza dentro de determinados ciclos.

2.1. De posse destas informações e das atividades observadas em campo procure descrever quais são as ações naturais e as induzidas. Procure dar um peso para cada uma delas ordenando-as.

Apesar das variações do tempo como tempestades e secas e dos fenômenos como El Niño que ocorrem com certa periodicidade, supõe-se normalmente que o clima de cada região é basicamente constante. Registros históricos e pesquisas científicas mostram o contrário. Em escalas maiores de tempo, centenas, milhares ou milhões de anos, o clima global é variável, sendo conhecidos casos extremos de clima na história da Terra. Segue abaixo cinco principais eventos naturais ocorridos e as possíveis danos ambientais com a interferência do homem:

1) Congelamento da Terra: O fenômeno descrito a seguir ainda é uma hipótese mas pesquisas mostram diversas evidências geológicas da sua ocorrência. Entre 750 e 580 Maa, ocorreram até quatro ciclos de congelamento e aquecimento global da Terra, com a temperatura média global oscilando entre -50 e $+50$ °C. Não é conhecido nenhum outro caso similar mas este episódio mostra a possibilidade de climas extremos na Terra.

A interferência do homem no impacto ambiental global seria o inverso pela forma de vida e pelo excesso causado pelo desenvolvimento tecnológico sem responsabilidade.

2) Inclinação do eixo da Terra: O eixo de giro da Terra está inclinado em relação ao plano de órbita. O ângulo de inclinação varia com o período de 41 mil anos entre 22,2 e 24,5 graus da direção perpendicular à órbita, sendo atualmente 23,5 graus e diminuindo. Uma maior inclinação intensifica as estações, verão mais quente e inverno mais frio.

A construção de grandes hidrelétricas, como por exemplo a de Três Gargantas na China, pode alterar o volume de água concentrada em locais próximos aos trópicos. Esta concentração faria aumentar o peso do Planeta em locais pontuais e, conseqüentemente, causando sua aceleração e possível inclinação. Este desastre de proporções planetárias interferiria principalmente no clima mundial.

3) Variação da intensidade solar: A intensidade do raio solar varia com o tempo e afeta diretamente a energia que a Terra recebe. A variação é pequena, da ordem de 0,1%, e não há evidência científica concreta mas há diversas coincidências que mostram possíveis relações entre a intensidade solar e o clima. O ciclo solar mais bem conhecido é o ciclo de manchas negras com período de aproximadamente 11 anos.

O homem não tem responsabilidade sobre a intensificação da radiação solar. O problema é que a elevada emissão de gases que degradam a camada de ozônio levará a grande entrada de radiação no Planeta. Esta radiação, formada principalmente por raios UVA e UVB, causam danos aos seres vivos e pode causar mutações no DNA.

4) Circulação oceânica: A água dos oceanos está sempre em movimento. Há uma circulação envolvendo todos os oceanos que distribui o calor absorvido e o vapor da água produzido nas zonas tropicais para as latitudes mais altas.

Afetada diretamente pelo aquecimento do Planeta causado pelo homem, a parada na circulação oceânica pode aumentar a evaporação da água do mar e a precipitação e causar o derretimento do gelo e das geleiras. Um exemplo seria se houvesse a entrada de água fresca e uma maior precipitação no norte do Oceano Atlântico, resultando na formação de uma camada de água leve acima da água mais salgada e pesada. Esta camada pode causar uma parada ou modificação da circulação global, interrompendo o suprimento do calor e causando esfriamento da Europa.

5) Geleiras e o nível do mar: A área total da Terra é cerca de 510 milhões de km², sendo 361 milhões de km² oceanos e 149 milhões de km² terra. Se a área terrestre é coberta uniformemente por uma camada de gelo de 1 km de espessura, o nível dos oceanos desce cerca de 361 m, sem contar a mudança térmica do volume. Durante o período de máxima geleira na última era de gelo, cerca de 20 mil anos atrás, o nível dos oceanos era cerca de 125 m abaixo do atual. Por outro lado, durante os períodos inter-geleiras do passado o nível do mar eram 3 a 20 m mais altos.

A emissão de grande quantidade de carbono e fuligem na atmosfera pelo homem aumenta, quase que exponencialmente nas últimas décadas, o efeito estufa (Fig. 7). A conseqüência direta deste aquecimento é a alteração do clima, com o derretimento das geleiras e posteriormente o aumento do nível do mar. Se por exemplo o nível do mar subir um metro, já teríamos grandes inundações em todos os continentes. Este aumento do nível da água também gerará alteração em toda a produção e transferência de energia nos ecossistemas, causando uma aceleração na extinção da fauna e da flora mundial.

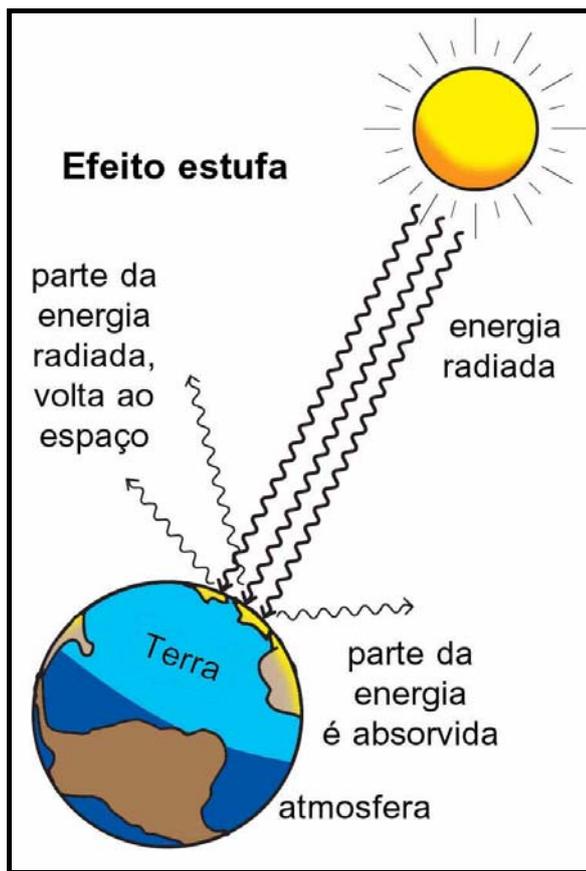


Figura 7: Radiação solar e o efeito estufa.
Fonte: Autores.

3. Pela Teoria da Deriva dos Continentes sabe-se que as placas tectônicas continentais e oceânicas se deslocam de 2 cm/ano a 18 cm/ano, isto gera uma série de sismos (tremores de terra) fraturando e falhando a frágil e delgada Crosta Terrestre, ocasionando em algumas situações a liberação do magma em superfície formando fenômenos vulcânicos.

3.1. Com base nesta asserção, procure relacionar por que não se tem fenômenos vulcânicos e terremotos na atualidade, no Brasil em relação a outras partes do Globo Terrestre.

No Brasil não há terremotos porque o território situa-se inteiramente no interior de uma das grandes placas litosféricas, a Sul-Americana, quase totalmente afastado de sua borda de colisão com a Placa de Nazca, do Oceano Pacífico. Apenas o Acre se aproxima dessa região e alguns sismos de grande profundidade, 300 km, já foram registrados sob ele, relacionados a subducção da placa. Essa é a razão de ser baixa sua sismicidade e de não possuir vulcões ativos. O vulcanismo intenso, que se manifestou entre o Jurássico Superior e o Terciário Inferior, resultou do rompimento do Gondwana e conseqüente abertura do Oceano Atlântico. As ilhas oceânicas do Brasil originaram-se de vulcões relacionados com zonas de fratura na parte oceânica da Placa Sul-Americana.

3.2. Explique que problemas ambientais são gerados para áreas que sofrem de tais fenômenos da natureza.

Fenômenos como vulcanismos e terremotos geram, conforme sua intensidade, o seguinte:

- ✓ Relacionados ao meio físico: maremotos e tsunamis, movimentos gravitacionais de massas (escorregamento, rastejos, corridas de massas, quedas, tombamentos e rolamentos de rochas) e processos de transportes de massas (erosão laminar, erosão linear, subsidência do solo, erosão fluvial, erosão marinha), a intensificação do efeito estufa, as chuvas ácidas e o incremento da poluição do ar em função da inversão do gradiente de temperatura nas camadas atmosféricas, desertificação e salinização do solo;
- ✓ Relacionados ao desequilíbrio da biocenose, com a destruição de biomas e ecossistemas, destruição e perda de material genético da flora e da fauna, extinção de espécies, reprodução desregulada provocando desequilíbrios de cadeias alimentares, etc.
- ✓ Relacionados às convulsões sociais como desemprego, fome e desnutrição, migrações intensas e descontroladas, intensificação da violência, tumultos e desordens generalizadas, incremento dos índices de criminalidade, banditismo e crime organizado, acumulação de rejeitos (lixo), risco de aparecimento de doenças como: dengue, febre amarela, malária, doença de chagas, cólera, intoxicações alimentares, hepatite, e outros.

Como a maioria dos desastres pode causar danos humanos, materiais e ambientais, os desastres ambientais englobariam a quase totalidade dos desastres.

4. O intemperismo e a erosão são fenômenos naturais que podem ser induzidos pelo Homem.

4.1. Quais são os geradores destes fenômenos e que medidas podem ser tomadas para sua contenção.

As rochas expostas às ações combinadas dos componentes químicos da atmosfera, às modificações mecânicas causadas pelas variações de temperatura, à atuação química e mecânica exercida pelos organismos têm seus componentes desintegrados e/ou decompostos, segundo o fenômeno denominado intemperismo (Fig. 8).

Devido ao intemperismo, a rocha se desfaz em partículas de minerais e fragmentos de rochas, perde substâncias solúveis e produz outros materiais. Os diversos produtos de intemperismo recobrem as rochas e constituem o que é denominado manto de intemperismo, ou regolito ou, ainda, solo.

O desgaste das rochas - acompanhado pelo transporte mecânico e químico dos seus produtos - pelos rios, chuvas, gelo, mar e vento é chamado erosão. O

intemperismo não é, a rigor, um processo de erosão, mas prepara a rocha para ser erodida.

A ação dos cursos d'água superficiais, combinada com o escoamento originado pelas chuvas, constitui o mais importante agente de erosão. Representa o principal fator de denudação onde atua.

O vento, se sua velocidade for suficientemente grande e o solo pouco resistente e desprotegido de vegetação, é um agente de erosão em regiões desérticas, periglaciais e certas planícies e praias arenosas.

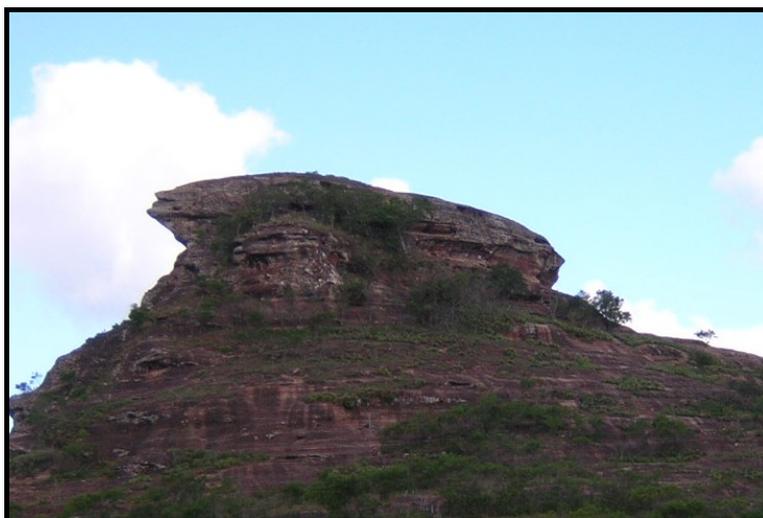


Figura 8: Erosão pela ação do vento em conglomerado em Caçapava do Sul.
Fonte: Autores.

A erosão marinha resulta do choque das ondas contra as rochas da costa e, ainda, do choque e atrito dos fragmentos rochosos contra a falésia e sobre a plataforma de abrasão marinha.

Os produtos elásticos, resultantes da erosão e levados pelos agentes transportadores, são depositados quando cai a sua capacidade de transporte. Assim, as torrentes de montanha, ao atingirem as planícies, formam leques aluviais e, quando rios desembocam num lago ou no mar, não sujeito a correntes fortes, seus sedimentos formam deltas ou dispersam-se pela bacia aquosa.

Nos desertos, praias e planícies arenosas, em clima árido ou semi-árido, formam-se as dunas ou depósitos eólicos. Em certas regiões desérticas empilham-se, formando relevos chamados ergs.

4.2. Desertificação e arenização

Desertificação é de uso restrito ao processo de degradação de terras, com danos generalizados ao solo, que ocorre em áreas de clima árido, semi-árido e sub-

úmido seco, mesmo que o processo seja similar, em causas e conseqüências, àquele que ocorre em áreas mais úmidas.

A desertificação está associada à erosão e degradação do solo, com danos à fauna e à flora das áreas atingidas. O índice de aridez, definido pela razão entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, serve como parâmetro em todo o mundo para a definição de zonas áridas. Quanto mais árida é a região, menor é o valor do índice de aridez e maior é o risco climático de desertificação.

Arenização, que vem a ser um processo de degradação semelhante resultante da exploração excessiva dos recursos naturais, principalmente do pastoreio excessivo e da agricultura mecanizada, em áreas de solos arenosos e sujeitos à erosão hídrica e eólica.

A arenização, que ocorre no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, acarreta a formação de extensos areais, áreas sem vegetação, em locais de ocorrência original de vegetação campestre, o pampa gaúcho (Fig. 9).

Pode ser entendida como um processo de erosão acelerada provocado pelo sobrepastoreio e/ou pela utilização de maquinária pesada em solos arenosos, uso inadequado dos solos, grandes desmatamentos, queimadas descontroladas, sobrepastoreio, etc.

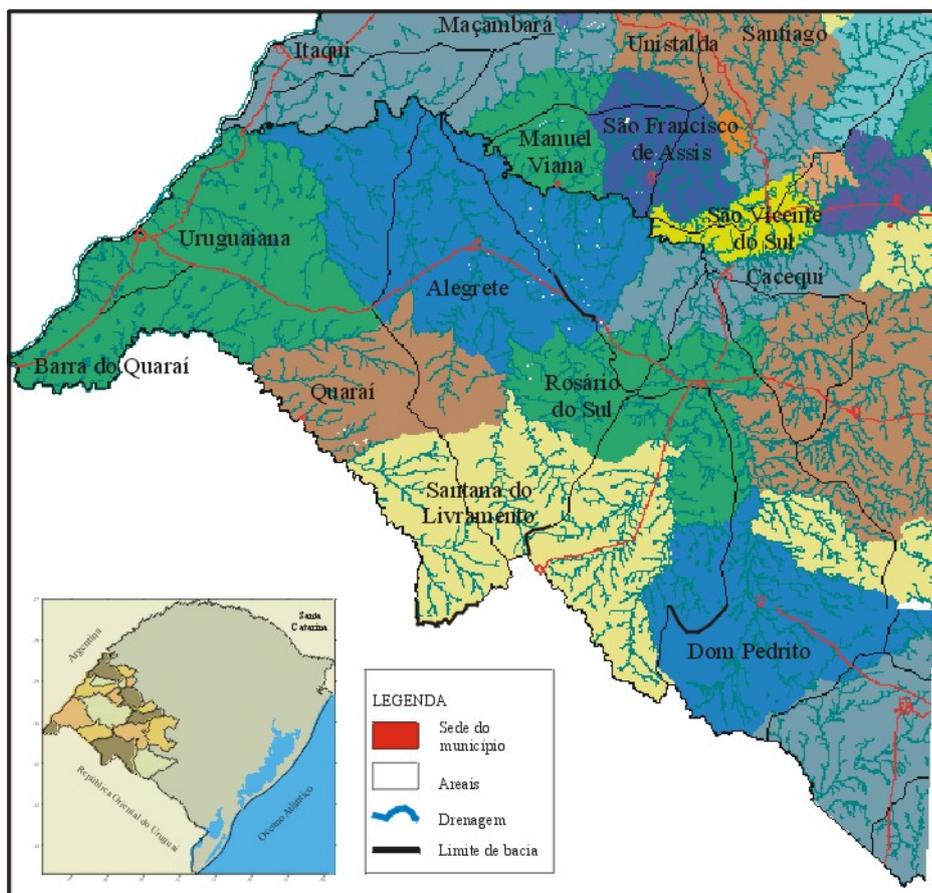


Figura 9: Delimitação da Campanha Gaúcha com a descrição dos municípios onde ocorre a arenização.

Fonte: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-287-3.jpg>

Além da grande área com elevado risco climático de degradação do solo e da vegetação, há as graves conseqüências sociais e econômicas (emigração em massa, aumento da pobreza e da miséria, crescimento acelerado e desordenado dos núcleos urbanos dos estados atingidos, etc.) caso o processo de desertificação se materialize.

Os solos e as paisagens, dois dos maiores patrimônios naturais que um país tem, ainda não são como tal percebidos no Brasil. O processo de degradação de terras, seja por desertificação ou arenização, independentemente do clima das áreas afetadas, é dentre os problemas ambientais do País, aquele que menos atenção tem recebido da sociedade, apesar das graves conseqüências ambientais, sociais e econômicas que pode ocasionar (Fig. 10).



Figura 10: Processo de arenização com uso de taipa de pedra para frear a perda de areia.
Fonte: Autores.

5. A Escala Geológica do Tempo nos mostra como a história geológica da Terra se manifestou. De posse dos dados obtidos em campo e de literatura especializada, ilustre na forma de uma tabela, como e onde as rochas observadas estão inseridas.

O Rio Grande do Sul é constituído por terrenos rochosos cuja origem ou transformação recuam aos mais diferentes períodos da história da crosta terrestre, trazendo o registro de distintos eventos geodinâmicos (Fig. 11).

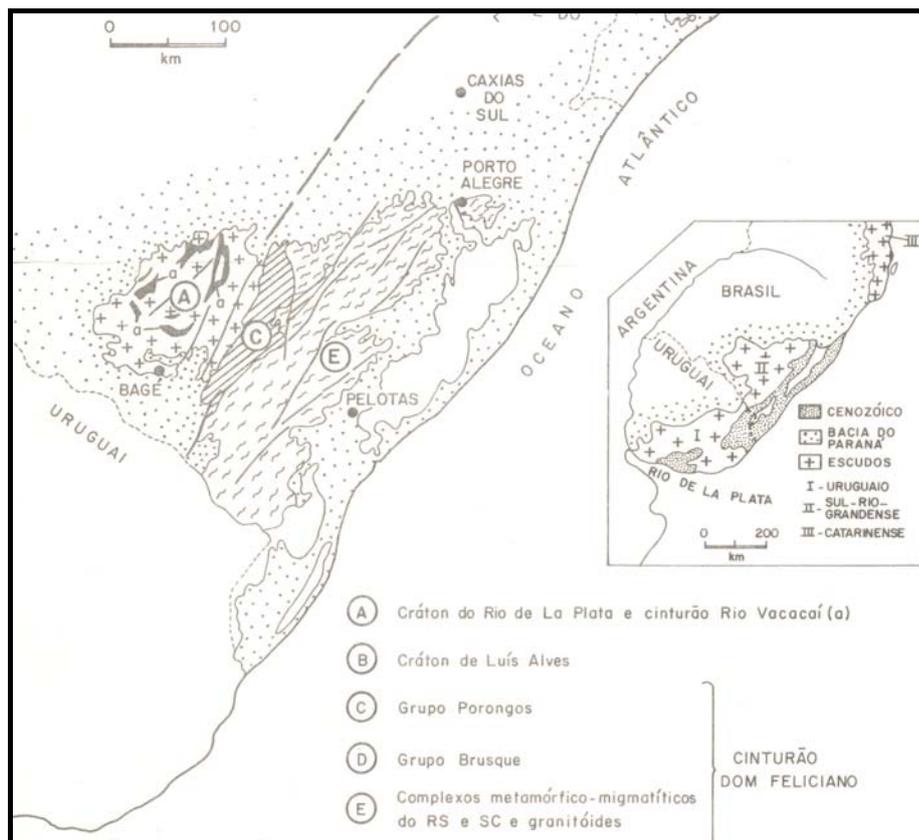


Figura 11: Mapa da unidade Geotectônica.
Fonte: DNPM (1984)

O domínio da Bacia do Paraná é o mais amplo domínio geológico do Sul do Brasil, pertencente à grande estrutura, de dimensões continentais, extensiva a outros países, implantada em terrenos pré-cambriânicos a partir do Siluriano Inferior.

Tabela 1: Descrição das formações geológicas e da época de sua formação.

ERA	Formação Geológica
QUATERNÁRIO	Aluviões: sedimentos atuais e sub-atuais depositados em planícies de inundações e barras; cascalhos, areias e argilas.
	Formação Itapuã: areias eólicas pleistocênicas.
	Formação Chuí: areias amarelas, bem selecionadas, às vezes laminadas, de origem praial.
TERCIÁRIO	Formação Graxaim: conglomerados, arenitos e lamitos de origem coluvial, leques aluviais e planícies de inundações.
	Formação Gravataí: areias finas, argilosas, vermelhas, com matacões e seixos imersos na parte basal.
	Formação Santa Tecla: conglomerados lenticulares, silificados, com seixos de quartzo e secundariamente com seixos de granitos e de rochas metamórficas. Arenitos em tons avermelhados, ferruginosos, ora silificáveis ora friáveis.
	Formação Tupanciretã: conglomerados com seixos de basaltos e arenitos com intercalações de argila.

JURÁSSICO-CRETÁCEO	Formação Serra Geral: lavas basálticas, diques e sills de diabásios associados.	
JURÁSSICO	Formação Botucatu: Arenitos feldspáticos finos e médios, grãos sub-angulares e arredondados, foscos, estratificações eólicas típicas, cores rosa e vermelho.	
TRIÁSSICO	Formação Rosário do Sul	Fácies Fluvial: arenitos vermelhos de granulação média a muito fina, com estratificações cruzadas e intercalações de siltitos avermelhados. Fácies Santa Maria: siltitos e folhelhos com conchostráceos e flora Thinnfeldia; lamitos vermelhos com fósseis répteis.
PERMIANO	Formação Estrada Nova	Fácies Armada: Lentes de Arenito muito finos, vermelhos, intercalados em lamitos vermelhos; lentes calcárias. Fácies Caveira: Pelitos vermelhos.
	Formação Irati	Fácies Valente: folhelhos silticos cinza-chumbo com lentes calcárias. Fácies Tiaraju: folhelhos pretos pirobetuminosos com lentes calcárias fóssilíferas; folhelhos cinzentos com concreções calcárias. Fósseis: répteis (Mesossaurus), crustáceos (Paulocaris, Pygaspis e Locaris), insetos (Prosbolidae), dentes e escamas de peixes.
		Formação Palermo: Intercalações lenticulares de arenitos e folhelhos silticos, micáceos, formando estruturas tipo "flaser". Fragmentos de madeira silificada e plantas da flora Glossopteris.
	Formação Rio Bonito: Arenitos quartzosos, arenitos feldspáticos, folhelhos carbonosos, diamictitos e carvão. Flora Glossopteris.	
	PERMO-CARBONIFERO	Formação Suspiro: Tilitos, varvitos, siltitos, arenitos, folhelhos e diamictitos, de ambiente glacial, flúvio-glacial e limnoglacial. Formação Budó: Siltitos creme, siltitos arenos cinza, arenitos e raros conglomerados de ambiente marinho de águas rasas e frias. Fósseis: Langella, Orbiculoidea, Barroisella, Aviculopecten, espículas de esponjas, Hexactinellida e flora Glossopteris.
EO-PALEOZOÍCO	Formação Caneleiras: Conglomerados e arenitos conglomeráticos, feldspáticos, com seixos de rochas metamórficas e ígneas. Siltitos e arenitos finos, avermelhados; arenitos e arenitos arcossianos.	
	Grupo Camaquã	Formação Guaritas: brecha de tálus com fragmentos angulares de xistos e granitos. Conglomerados e arcossios grosseiros com estratificações cruzadas. Formação Santa Bárbara: conglomerados com estratificação cruzada, seixos de quartzitos e de xistos, matriz arcossiana. Arenitos arcossianos grosseiros e finos, grauvacas feldspáticas, siltitos e folhelhos e lamitos. Perto da base intercalam-se rochas vulcânicas andesíticas.
		Grupo Bom Jardim

			Membro Hilário: andesitos e piroclásticos, conglomerados piroclásticos, gravaucas e siltitos cor marrom-avermelhado. Mineralizações cupríferas.
		Formação Arroio dos Nobres	Membro Vargas: conglomerado com estratificação grosseira, seixos e matações de rochas metamórficas, graníticas e de sianitos. Mineralizações cupríferas.
			Membro Mangueirão: arenitos feldspáticos, gravaucas, arcósios, siltitos e folhelhos.
EO-CAMBRIANO	Formação Maricá: conglomerados com seixos de quartzo, quartzito, granito e gnaisses. Arenitos aecosianos conglomeráticos, ardósias e folhelhos silticos com acamadamente gradacional.		
	PRÉ CAMBRIANO	Grupo Porongos	Formação Vacacaí: metamorfitos não migmatizados; cloritaserdita-xistos, quartzitos, clorita-xistos, sericita-xistos, leptinitos gradacional.
Formação Cerro Mantiqueiras: serpentinitos, dunitos, pridotitos, listvanitos, talco-clorita-xisto, clorititos e cloridatitos.			
		Grupo Cambaí: migmatitos e granitos associados. Ecnititos.	

Fonte: Adaptado de Carraro (1974).

Abaixo segue a localização dos pontos de observados em campo.

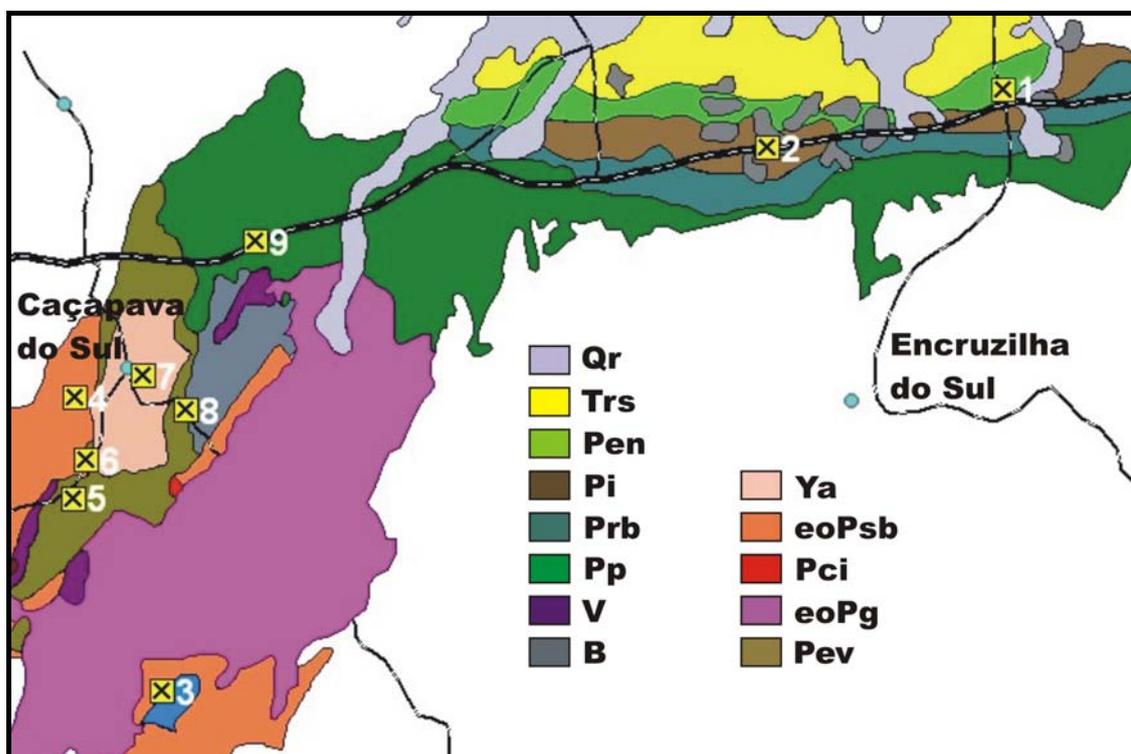


Figura 12: Descrição dos 9 pontos visitados no estudo realizado na saída a campo.

Fonte: Autores.

Ponto 1 (Fig. 13)

Formação Rosário do Sul: A formação Rosário do Sul representa os sedimentos de cores avermelhadas, essencialmente arenosos, ocorrentes no Rio Grande do Sul, situados estratigraficamente entre as formações Rio do Rasto e Botucatu. Sua parte superior apresenta uma fácies essencialmente pelítica denominada membro Santa Maria. A unidade consiste de arenitos médios, de arenitos muito finos e siltitos. No topo da seção ocorrem sedimentos essencialmente pelíticos, de cores vermelhas, que constituem o membro Santa Maria.

Estratificação cruzada planar e acanalada, estratificação paralela, estruturas de corte e preenchimento, com depósitos residuais de canais, são as estruturas sedimentares mais frequentes na formação Rosário do Sul.

O contato superior é marcado por discordância com os arenitos da formação Botucatu. As características litológicas e sedimentares da formação Rosário do Sul indicam origem em ambiente continental fluvial e sistema lacustre associado.

A fácies arenosa da formação Rosário do Sul é pobre em restos fósseis, sendo reportados somente restos de vegetais (truncos silicificados) (Fig. 14). Entretanto a fácies argilosa (membro Santa Maria) apresenta restos de vertebrados, invertebrados e representantes da flora *Thinnfeldia-Dicroidium*.

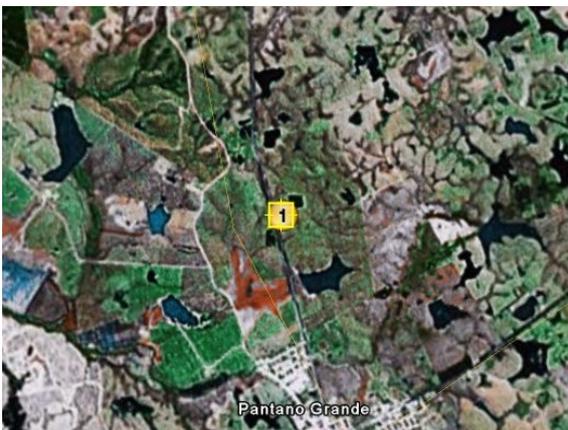


Figura 13: Ponto 1, Formação Rosário do Sul (Coordenadas UTM: 0367726 – 6662105).

Fonte: Google Earth



Figura 14: Fóssil vegetal encontrado no Ponto 1.

Fonte: Autores.

Ponto 2 (Fig. 15)

Formação Serra Geral: Basaltos — As partes centrais dos derrames basálticos (e diabásios correspondentes) (Fig. 16) são quase sempre microcristalinas e exibem um arranjo intergranular ou subofítico, não sendo raros os tipos porfíricos. A composição mineralógica compreende essencialmente plagioclásio e piroxênio, este dominante em melabasaltos (raros), com proporções menores de magnetita (ou magnetoilmenita). Intercrescimentos micrográficos, vidro intersetal, quartzo, apatita e

anfibólio (hornblenda verde e marrom) são constituintes menores, o último praticamente restrito a diabásios, juntamente com olivina. Zeólitas, minerais de cobre, quartzo (e variedades) e argilo-minerais são registrados em amígdalas.

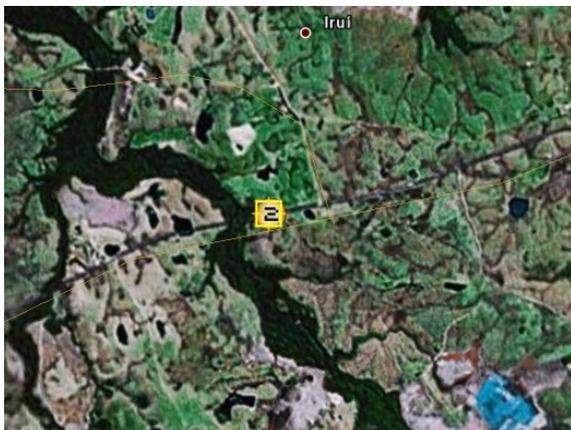


Figura 15: Ponto 2, Formação Serra Geral associado a Formação Irati (Coordenadas UTM: 0254800 - 6606554).

Fonte: Google Earth



Figura 16: Afloramento de Diabásio, na BR – 290.

Fonte: Autores.

Ponto 3 (Fig. 17)

Formação Arroio dos Nobres: Unidade do Grupo Bom Jardim, tem sua individualização com o membro Arroio dos Nobres, representado exclusivamente pela seqüência sedimentar e o membro Hilário composto predominantemente por rochas vulcânicas do tipo fissural (derrames) e piroclásticas de composição andesítica a dacítica (Fig. 18).

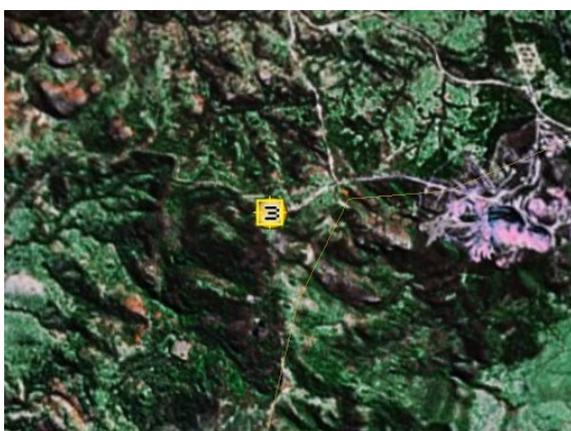


Figura 17: Formação Arroio dos Nobres (UTM: 0266619 - 6278153).

Fonte: Google Earth



Figura 18: Lasca de rocha com cobre oxidado da Mina de Camaquã.

Fonte: Autores.

Ponto 4 (Fig. 19)

Formação Santa Bárbara: unidade basal do Grupo Camaquã é descrita como um conjunto de conglomerados com estratificação cruzada e fácies de deposição em canais de regimes torrenciais, arcóseos de granulometria variável, grauvacas feldspáticas, arenitos, siltitos e subordinadamente argilitos. Os elásticos desta formação são subangulosos, pobremente selecionados, e de cores preponderantemente vermelhas (Fig. 20).

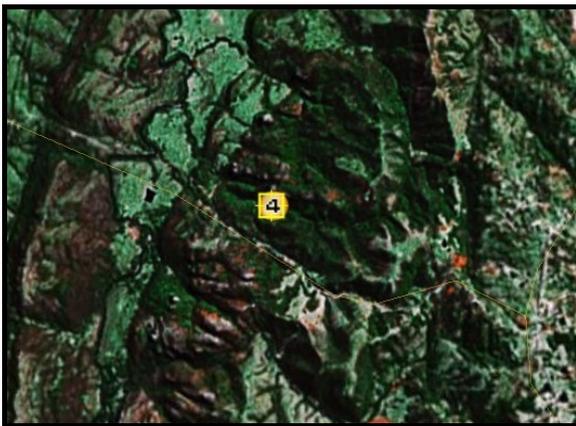


Figura 19: Formação Santa Bárbara (UTM: 0254724 - 6618865).
Fonte: Google Earth



Figura 20: Marcas do avanço do mar na fuma da Pedra do Segredo em Caçapava do Sul.
Fonte: Autores.

Ponto 5 e 6 (Fig. 21 e 23)

Formação Vacacaí: Unidade do Grupo Porongos, sua formação é constituída por espessas sucessões de camadas com estrutura laminar rítmica, sendo comumente xistos e filitos pelíticos, além de quartzitos, metarcóseos, lentes de metamargas e de mármores, cujas estruturas regionais são marcadas por elevadas cristas de quartzitos.

Cita-se ainda a presença de metavulcânicas ácidas e intermediárias, metatufos, metacherts e xistos grafitosos, meta-conglomerados, metagrauvacas e pequenas lentes de rochas ultramáficas (Fig. 22).

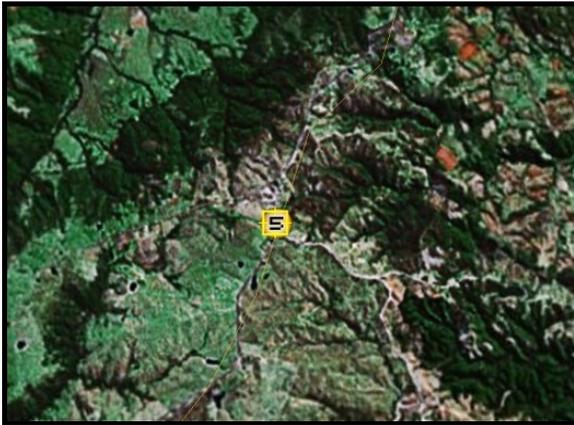


Figura 21: Formação Vacacaí (UTM: 0254800 - 6606554).
Fonte: Google Earth



Figura 22: Xisto laminar.
Fonte: Autores.

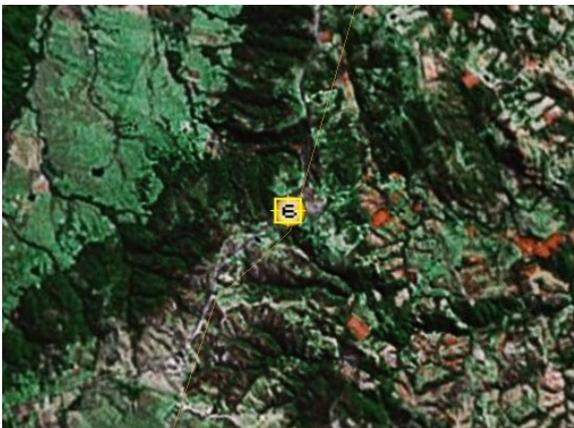


Figura 23: Formação Vacacaí (UTM: 0256415 - 6608416).
Fonte: Google Earth

Ponto 7 (Fig. 24)

Granito Caçapava: Bloco único de 30 x 20 quilômetros aflora na superfície, que metamorfozou as rochas acima dele. Presença de duas cores: cinza e rosa, o calor misturou os minerais: Quartzo, Quartzo rosa, Feldspato, Potássio, escuros (micas, quartzo e feldspato) (Fig. 25).

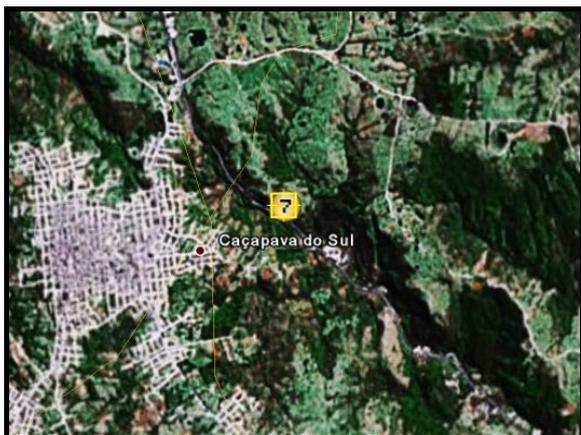


Figura 24: Batólito Caçapava do Sul (UTM: 0263385 - 6622126).
Fonte: Google Earth



Figura 25: Lacas de granitos e lavra abandonada em Caçapava do Sul.
Fonte: Autores.

Ponto 8

Mina calcárea: localizada na Formação Vacacaí – Grupo Porongos - antigo ambiente oceânico (Mar interior), com a presença de carbonatos de cálcio precipitados, vindos de precipitações químicas, denominado marga (Fig. 27).

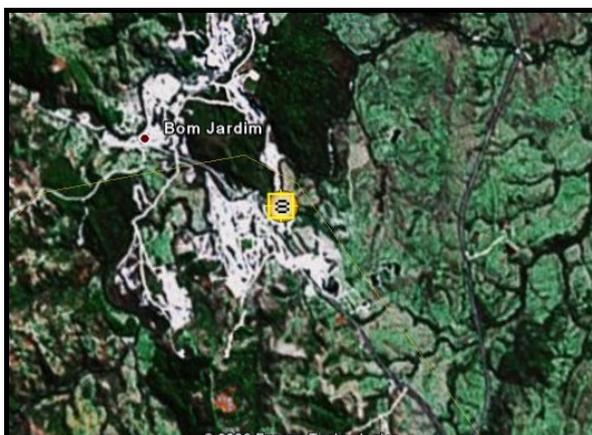


Figura 26: Formação Vacacaí (UTM: 0268914 – 6617523)
Fonte: Google Earth



Figura 27: Mina de calcáreo.
Fonte: Autores.

Ponto 9 (Fig. 28)

Processo de arenização: Formação Palermo, possui intercalações de arenitos e folhelhos silticos, micáceos, formando estruturas tipo “flaser”. Fragmentos de madeira silificada e plantas da flora Glossopteris (Fig. 29).

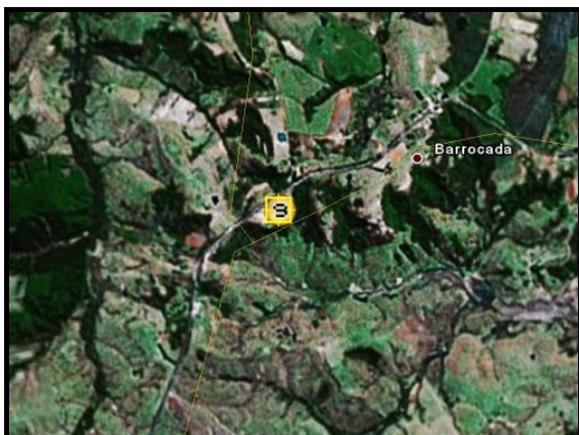


Figura 28: Arenização (UTM: 0277213 – 6641265)

Fonte: Google Earth



Figura 29: Perda do solo pela ação hídrica.

Fonte: Autores.

6. As encostas íngremes são locais de alta susceptibilidade a deslizamentos de massa.

6.1. Além dos fenômenos observados em campo que outras formas de deslizamentos existem?

Existem na natureza vários tipos de movimentos de massa os quais envolvem uma grande variedade de materiais, processos e fatores condicionantes. Dentre os critérios geralmente utilizados para a diferenciação destes movimentos destacam-se o tipo de material, a velocidade e o mecanismo do movimento, o modo de deformação, a geometria da massa movimentada e o conteúdo de água (Selby, 1993). Com tantos critérios disponíveis, não é surpresa que existam na literatura várias classificações em uso e muitos conflitos com relação à terminologia, situação esta há muito evidenciada por Terzaghi (1950).

Corridas (Flows): As corridas (ou fluxos) são movimentos rápidos nos quais os materiais se comportam como fluidos altamente viscosos. A distinção entre corridas e escorregamentos nem sempre é fácil de ser feita no campo. Muitas vezes, a origem de uma corrida é representada por um típico escorregamento indicando que, em muitos casos, as corridas são movimentos complexos. As corridas simples estão geralmente associadas à concentração excessiva dos fluxos d'água superficiais em algum ponto da encosta e deflagração de um processo de fluxo contínuo de material terroso.

Escorregamentos: Existe na literatura uma enorme confusão decorrente das diversas definições de escorregamentos, queda de barreira ou desbarrancamento. Estes se caracterizam como movimentos rápidos, de curta duração, com plano de ruptura bem definido, permitindo a distinção entre o material deslizado e aquele não movimentado.

a) Escorregamentos Rotacionais: Estes movimentos possuem uma superfície de ruptura curva, côncava para cima, ao longo da qual se dá um movimento rotacional da massa de solo. Dentre as condições que mais favorecem à geração desses movimentos destaca-se a existência de solos espessos e homogêneos, sendo comuns em encostas compostas por material de alteração originado de rochas argilosas como argilitos e folhelhos.

b) Escorregamentos Translacionais: Estes representam a forma mais frequente entre todos os tipos de movimentos de massa. Possuem superfície de ruptura com forma planar a qual acompanha, de modo geral, descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas existentes no interior do material. Tais planos de fraqueza podem ser resultantes da atividade de processos geológicos (acamamentos, fraturas, entre outros), geomorfológicos (depósitos de encostas) ou pedológicos (contatos entre horizontes, contato solum-saprolito).

Os escorregamentos translacionais, na grande maioria das vezes, ocorrem durante períodos de intensa precipitação. Muitos deles se originam ao longo da interface solo-rocha, a qual representa uma importante descontinuidade mecânica e hidrológica (Fig. 30). A dinâmica hidrológica nestes movimentos possui um caráter mais superficial e as rupturas tendem a ocorrer rapidamente, devido ao aumento da poro-pressão positiva durante eventos pluviométricos de alta intensidade ou duração.



Figura 30: Escorregamento translacional com superfície de ruptura na interface da solo-rocha, ocorrida na mina de Camaquã em meados de 2006.
Fonte: Autores

Quedas de Blocos: São movimentos rápidos de blocos e/ou lascas de rocha caindo pela ação da gravidade sem a presença de uma superfície de deslizamento, na forma de queda livre. Ocorrem nas encostas íngremes de paredões rochosos e contribuem decisivamente para a formação dos depósitos de tálus. A ocorrência de quedas de blocos é favorecida pela presença de descontinuidades na rocha, tais como fraturas e pelo avanço dos processos de intemperismo físico e químico.

7. Na natureza todos os elementos da Tabela Periódica ciclam. Um dos mais importantes é o Ciclo das Águas.

7.1. Segundo a consideração acima descreve sobre a importância do ciclo das águas, envolvendo conhecimentos de climatologia, hidrologia e hidrogeologia na questão quantidade e qualidade destes recursos.

A água é parte integral do planeta Terra. É componente fundamental de dinâmica da natureza, impulsiona todos os ciclos, sustenta a vida e é o solvente universal. Sem água, a vida na Terra seria impossível. A água é o recurso natural mais importante e participa e dinamiza todos os ciclos ecológicos; os sistemas aquáticos têm uma grande diversidade de espécies úteis ao homem e que são também parte ativa e relevante dos ciclos biogeoquímicos e da diversidade biológica do planeta Terra.

O *Homo sapiens* além de usar a água para suas funções vitais como todas as outras espécies de organismos vivos, utiliza os recursos hídricos para um grande conjunto de atividades, tais como, produção de energia, navegação, produção de alimentos, desenvolvimento industrial, agrícola e econômico. Entretanto, 97,24% da água do planeta Terra está nos oceanos e não pode ser utilizada para irrigação, uso doméstico e dessedentação. Os 2,76% restantes têm, aproximadamente, um volume de 35 milhões de quilômetros cúbicos. Grande parte deste volume está sob forma de gelo na Antártida ou na Groelândia.

Somente uma pequena parcela do total de recursos de água doce está disponível e pode ser utilizado pelo homem (Tab. 2). Este volume está armazenado em lagos, flui nos rios e continentes e é a principal fonte de suprimento acrescido de águas subterrâneas.

Tabela 2: Quantidade de água disponível no planeta Terra.

Reservatórios	Volume (Km³)	Precentual (%)
Oceanos	1.320.305.000	97,24
Geleiras e calotas polares	29.155.000	2,14
Águas subterrâneas	8.330.000	0,61
Lagos	124.950	0,009
Mares	104.125	0,008
Atmosfera	12.911	0,001
Rios	1.250	0,0001
Total	1.358.099.876	100

Fonte: <http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/uploads/578/aguas.pdf>

A característica essencial de qualquer volume de água superficial localizada em rios, lagos, tanques, represas artificiais e águas subterrâneas são a sua instabilidade e mobilidade. Todos os componentes sólidos, líquidos e gasosos (as três fases em que a água existe no planeta Terra) são parte do ciclo dinâmico da água, ciclo este, perpétuo. A fase mais importante deste ciclo para o homem é justamente a fase líquida, em que ela está disponível para pronta utilização.

Os fatores que impulsionam o ciclo hidrológico são a energia térmica solar, a força dos ventos, que transportam vapor d'água para os continentes, a força da gravidade responsável pelos fenômenos da precipitação, da infiltração e deslocamento das massas de água. Os principais componentes do ciclo hidrológico são a evaporação, a precipitação, a transpiração das plantas e a percolação, infiltração e a drenagem (Fig. 31). Anualmente, aproximadamente 47 mil km³ retornam aos oceanos, a partir dos rios, represas, lagos e águas subterrâneas.

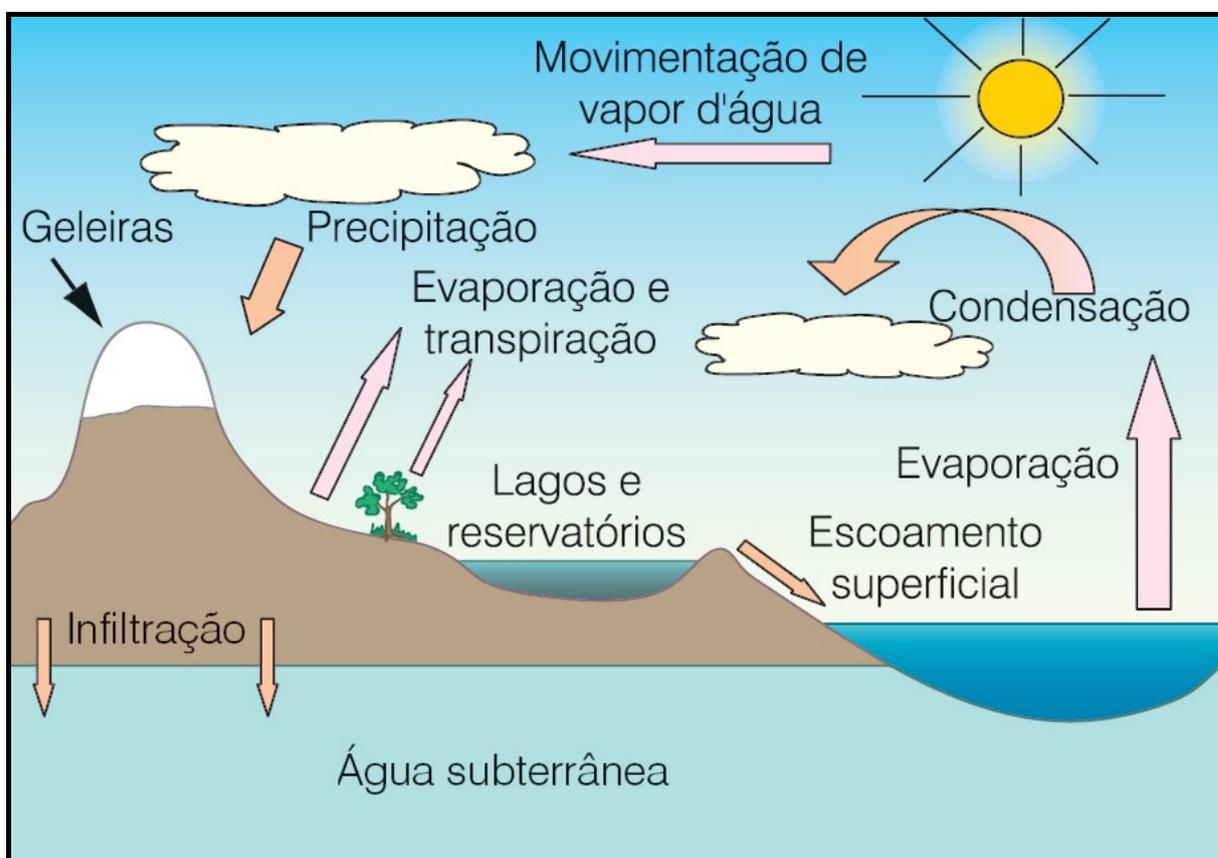


Figura 31: Ciclo hidrológico.

Fonte: <http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/uploads/578/aguas.pdf>

7.2. É renovável quali-quantitativamente?

Se essa drenagem fosse distribuída igualmente em todos os continentes, cada uma das pessoas / habitantes do planeta Terra (aproximadamente 6 bilhões) teria disponíveis 8 mil m³/ano.

Entretanto, esta distribuição é desigual, causa problemas de disponibilidade nos continentes, países e regiões. Também a distribuição não é homogênea durante o ano, em muitas regiões, o que causa desequilíbrio e desencadeia ações de gerenciamento diversificadas para enfrentar a escassez ou o excesso de água. Há uma variabilidade natural de séries hidrométricas históricas (medidas dos volumes e vazões dos rios) as quais determinam os principais usos da água e as estratégias de gerenciamento.

8. Segundo alguns autores, Sistema Aquífero Guarani é considerado um dos maiores mananciais de água doce continental do mundo e segundo outros esta assertiva é falsa.

8.1. Considerando esta premissa procure se posicionar e defender a questão quantidade e qualidade deste manancial.

A Bacia Sedimentar do Paraná abriga um manancial gigante de águas subterrâneas, com extensão de 1.150.000 km², denominado Aquífero Guarani. Sua importância é estratégica, uma vez que o volume aproveitável de água é de 40 km³/ano, superando em 30 vezes a demanda de cerca de 15 milhões de pessoas que vivem em sua área de ocorrência (Fig. 32).

O Aquífero Guarani é do tipo regional confinado, uma vez que 90% de sua área está recoberta por espessos derrames de lavas basálticas. Suas áreas de recarga localizam-se nas bordas da bacia em faixas alongadas de rochas sedimentares que afloram à superfície, associadas a seus produtos de alteração como os Latossolos psamíticos e os Neossolos Quartzarênicos.

As áreas de recarga são regiões onde o Aquífero Guarani encontra-se mais vulnerável. O mal uso das terras localizadas nessas áreas pode, portanto, comprometer a qualidade da água. Esse cenário mostra a necessidade de cuidados especiais quanto ao manejo dessas áreas, em particular quanto à disposição de produtos tóxicos, lixo urbano, rejeitos industriais e aplicação de agrotóxicos no solo. A gestão sustentável do Aquífero Guarani depende, pois, da identificação e controle das fontes de poluição em toda sua extensão, não só nas áreas confinadas, mas também e, principalmente, nas áreas de recarga.

Na porção gaúcha do Sistema Aquífero Guarani é possível constatar que ele é intensamente influenciado por importantes e extensos sistemas de falhas geológicas. O estudo, sem ultrapassar as divisas do estado, reconhece que pelo menos três grandes sistemas, entre as inúmeras estruturas que afetam o Aquífero Guarani, são fundamentais para a compreensão de seu funcionamento hidroestratigráfico, hidráulico e hidroquímico.

As principais estruturas responsáveis pela compartimentação do Aquífero Guarani compõem-se de três grandes sistemas de falhas regionais: Dorsal de Canguçu, Jaguari-Mata e Terra de Areia-Posadas. A partir da localização desses três sistemas de falhas, o aquífero foi compartimentado em quatro blocos de maior importância, denominados de: Oeste, Central-Missões, Norte-Alto Uruguai e Leste, de acordo com seu posicionamento geográfico. Cada compartimento estrutural tem

características muito particulares quanto às condições geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas. Essa situação proporciona potencialidades muito diferentes nas camadas aquíferas.



Figura 32: Área de abrangência do Aquífero Guarani.
Fonte: Machado (2006)

Quantidade e qualidade da Água: A compartimentação, complexidade da constituição das camadas aquíferas e a notável variação de potencialidade, tornam o aquífero suscetível à poluição e disponibilidade de água em alguns pontos. Em alguns locais, como compartimento Oeste, em condições estruturais favoráveis proporciona uma recarga rápida a partir das chuvas, apresentando as águas, nas áreas aflorantes, bicarbonatadas cálcicas e/ou cálcico-magnesianas à medida que vão fluindo no subsolo. Possuem pH neutro a ácido, com baixos teores de sais dissolvidos. Nos locais onde as camadas aquíferas estão em maior profundidade, confinadas por rochas vulcânicas, as águas são bicarbonatadas sódicas, com pH alcalino e teores de sais mais elevados. Em geral, as águas são de boa qualidade e potáveis.

No compartimento Central-Missões, mesmo nas áreas de afloramento a qualidade das águas apresenta grandes variações. As águas das camadas mais arenosas podem ser bicarbonatadas alcalinas mesmo a pequena distância das áreas de recarga. A evolução geoquímica (acúmulo de sais no subsolo) é rápida e os teores de cloretos e salinidade total logo ultrapassam os limites de potabilidade. O

aparecimento de teores excessivos de fluoretos também é um dos maiores problemas com relação à qualidade dessas águas.

No compartimento Leste, geralmente os poços possuem pouca profundidade e estão em áreas de afloramento ou próximo dessas. A região caracteriza-se pela presença de águas de qualidade boa a excelente, com pH ácido a levemente alcalino, e salinidades dentro dos padrões de potabilidade.

No compartimento Norte-Alto Uruguai, o Sistema Aquífero Guarani encontra-se totalmente coberto pelas rochas vulcânicas da unidade hidroestratigráfica Serra Geral. Devido ao posicionamento estrutural do aquífero, os poços são de grande profundidade (350 a 1.200 metros).

Como consequência, suas águas possuem idades muito antigas e não são potáveis em grande parte da área. Além do aumento de salinidade (cloretos e sulfatos), os teores de fluoretos são excessivos e os teores de sódio podem causar alcalinização do solo. Novos estudos deverão esclarecer definitivamente a influência que os aquíferos superiores têm sobre a qualidade das águas do Sistema Aquífero Guarani. Entretanto, é importante destacar que é nesse compartimento que ocorrem as mais importantes manifestações de termalismo, com águas quentes sendo originadas nas grandes profundidades das camadas aquíferas. Essa característica confere ao Sistema Aquífero Guarani enorme importância econômica, pois suas águas possuem altas temperaturas, compatíveis para o uso em estâncias turísticas termais e em outras atividades industriais.

9. Os oceanos são as bacias receptoras finais de todos os dejetos oriundos dos continentes, ilhas e meios flutuantes.

9.1. Como está à situação da contaminação deste que seria o celeiro de alimentos do futuro da humanidade?

Todos os dejetos, sejam líquidos ou sólidos, vão se depositar no ambiente marinho em zonas rasas, as quais podemos chamar de locais de deposição temporária. Nesses locais, o sedimento atua de uma forma dupla. Primeiro, como um depositário e, segundo, como fonte, pois nos locais rasos, a circulação oceânica pode fazer com que os poluentes que já haviam sido depositados no fundo sejam ressuspensos, voltando à coluna d'água e ficando novamente disponíveis aos organismos, ou seja, prontos para serem assimilados novamente. O "depósito final" só acontece quando são atingidas grandes profundidades.

Mesmo assim, nessas profundidades existem processos de circulação oceânica, que podem ser intensos e atingir grandes áreas oceânicas. Não existe certeza absoluta de que o lugar que se considera protegido esteja realmente protegido e que o poluente ali depositado não será remobilizado e que não voltará à cadeia trófica.

As necessidades e as atividades humanas são, na maioria das vezes, os responsáveis pelo lançamento de contaminantes. Isso também resulta na ausência de relações diretas entre eles.

Em relação aos organismos marinhos, não se consideram apenas os moluscos, peixes e crustáceos, aqueles que possuem valor comercial, mas sim toda a cadeia trófica, composta na sua base pelo fitoplâncton, que são organismos unicelulares microscópicos que usam a luz solar, os nutrientes e o dióxido de carbono (CO₂) dissolvido como elementos necessários e indispensáveis ao seu desenvolvimento.

Esses organismos são assimilados pelo zooplâncton. O fito e zooplâncton, na maioria das vezes, como não são visíveis a olho nu, passam despercebidos por nós. Entretanto, são indispensáveis e fundamentais para a manutenção da vida nos ambientes hídricos e possuem um papel importantíssimo na circulação de contaminantes. O homem participa desse ciclo consumindo o peixe, o molusco (ostras, mexilhões), o crustáceo (camarão). A concentração dos contaminantes tende a aumentar em cada etapa da cadeia alimentar.

Os produtos de excreção dos organismos aquáticos, ou seus corpos após a morte, depositam-se em direção ao sedimento de fundo, constituindo em parte a alimentação dos organismos bentônicos (aqueles que vivem em contato direto com o fundo), enquanto que outra parte será mineralizada (decomposta). Nesse processo, o oxigênio dissolvido do meio será utilizado por bactérias, que transformam matéria orgânica em nutrientes dissolvidos, disponibilizando-os novamente para o meio ambiente, para o consumo vegetal, constituindo assim um ciclo natural, que se repete desde a criação. Os ciclos marinhos são semelhantes aos terrestres. No ambiente marinho, ocorrem épocas de maior e de menor produção. Da mesma forma que na terra as folhas caem durante o outono, no mar, o outono e inverno são também períodos de baixa produção biológica.

O ambiente marinho é o grande depositário de CO₂ do planeta. Todos sabemos que a queima de combustíveis fósseis aumenta a quantidade de CO₂ no ar e provoca o efeito estufa. Pela grande área superficial ocupada e pela capacidade absorviva do fitoplâncton, os oceanos acabam por absorver grande parte do excesso que é produzido em terra. Entretanto, essa absorção possui limites, os quais, quando ultrapassados, ocasionam problemas.

Os nutrientes ou sais minerais resultantes da decomposição da matéria orgânica ou provenientes dos esgotos, como apresentado antes, causam a fertilização das águas ou eutrofização (quebra da homeostasia), que constitui-se em uma poluição, e é grave.

9.2 Que tipo de alterações estão ocasionando?

Sempre que existe uma proliferação excessiva de uma espécie, as outras desaparecem, resultando em um desequilíbrio do ambiente, pois a espécie que ficou é sempre muito resistente e, geralmente, quando morre, lança toxinas prejudiciais aos outros organismos.

A alteração da qualidade do meio não só ocorre quando há intrusão de elementos/substâncias estranhas a ele. Por exemplo, a remobilização de sedimentos depositados, por ações naturais ou de dragagem, pode elevar demasiadamente a concentração de material em suspensão na água e isso ocasionar problema de penetração da luz solar e alimentação para alguns organismos.

O programa de Meio Ambiente das Nações Unidas, relaciona como principais grupos de poluentes marinhos que impactam as zonas costeiras e oceanos, em escala mundial, os esgotos sanitários, compostos orgânicos persistentes, elementos radioativos, metais pesados, nutrientes contendo nitrogênio e fósforo, hidrocarbonetos, material em suspensão (movimentação de sedimentos) e lixo sólido. Numa avaliação global, os dois grupos de poluentes que mais impactam os ecossistemas da costa brasileira são os esgotos domésticos e os compostos orgânicos persistentes. Os esgotos pelo volume elevado e por serem, freqüentemente, despejados quase sem tratamento prévio.

Quanto aos compostos orgânicos persistentes, apesar de introduzidos em pequenas quantidades, são significativos se comparados ao volume de esgoto, devido à alta resistência a degradação e toxicidade para organismos marinhos.

Apesar de a produção e comercialização dos PCBs estarem proibidos, continua uma pequena introdução crônica no ambiente, já que esses compostos estão presentes em tintas já aplicadas nas superfícies expostas e nos fluidos de transformadores, desativados ou não.

O impacto dos compostos organoclorados sintéticos introduzidos durante décadas no ambiente é tão grave que o programa da Nações Unidas para prevenção da poluição marinha devido às atividades terrestres, previa o banimento do uso de todos os compostos orgânicos clorados usados como solventes até o ano passado.

O problema dos esgotos é de longe muito mais complexo que o dos compostos orgânicos sintéticos, cuja produção e uso, ao menos teoricamente, podem ser interrompidos, com substitutos menos danosos para o ambiente. Isso porque o tratamento adequado dos esgotos domésticos, que não podem ter sua geração suspensa, exige grandes investimentos e não rende os mesmos dividendos políticos da construção obras como estradas, pontes e viadutos. O saneamento básico, como a qualidade da água oferecida à população, apesar de essencial para a qualidade de vida, ainda é deficiente no Brasil.

10. Sabe-se que a necessidade de recursos minerais advém das demandas oriundas do crescimento populacional descomedido.

10.1. Que solução haveria para melhorar as condições ambientais?

Nenhuma civilização pode prescindir do uso dos bens minerais, principalmente quando se pensa em qualidade de vida, uma vez que as necessidades básicas do ser humano são atendidas essencialmente por estes recursos.

A atividade mineral disponibiliza para a sociedade recursos minerais essenciais ao seu desenvolvimento, sendo a intensidade de aproveitamento dos recursos um indicador social. Tomando como exemplo o consumo per capita de agregados para a construção civil (areia + brita), este reflete a real intensidade estrutural de uma sociedade, pois está associado diretamente às vias de escoamento de produção, obras de arte, como viadutos e pontes, saneamento básico, hospitais, escolas, moradias, edifícios, energia elétrica e toda sorte de elementos intrínsecos ao desenvolvimento econômico e social de um povo (Fig. 33 e 34).

A imagem da mineração como uma atividade agressiva ao meio ambiente e aos interesses do desenvolvimento sustentado tem suas raízes na intensa demanda pelos bens minerais que vigorou no passado, associada à falta tanto, de soluções tecnológicas adequadas, quanto de prioridade para a conservação ambiental na agenda dos governos. Esta combinação de fatores induziu o desenvolvimento de uma indústria mineral predatória, bastante generalizada no Brasil até épocas recentes da nossa história.



Figura 33: Mina abandonada de extração de cobre em Camaquã/RS.
Fonte: Autores.



Figura 34: Lavra de calcário em Caçapava do Sul.
Fonte: Autores.

Outras atividades econômicas, tais como a agricultura e a implantação de infraestrutura urbana, afetam mais fortemente a integridade dos ecossistemas, aplicando produtos químicos e erradicando espécies em escala regional, o que as torna mais agressivas e de difícil recuperação.

Temos, portanto, que a mineração não apenas é uma atividade econômica de impactos ambientais essencialmente localizados, como ainda apresenta maiores possibilidades de gestão do risco e facilidade de fiscalização por parte do poder público. À medida que a indústria mineral se modernizar e que o controle se tornar mais efetivo, esta imagem tornar-se-á coisa do passado.

10.2. Que substitutivos poderiam suprir a atual demanda energética dos combustíveis fósseis.

Metanol: pode ser extraído da madeira por destilação e de produtos como cana-de-açúcar e derivados através da fermentação.

Gás natural: combustível disponível mas o país não possui grandes reservas, devendo ser ou importado ou processado a partir do petróleo.

Biogás: fonte de energia renovável gerada a partir de resíduos orgânicos.

Energia do Hidrogênio: o hidrogênio é um dos mais abundantes no universo e é possível encontrá-lo associado a outros elementos como a água, sendo necessário energia para obtê-lo e, como resíduo temos apenas água, ou seja, uma fonte de energia altamente limpa e sem resíduos tóxicos.

Energia Solar: na forma direta também pode ser aproveitada e possui características importantes em comparação com outras formas de energia.

Energia Eólica: pode ser convertida em energia útil através geradores.

Energia hidrelétrica: a água represada apresenta energia potencial para transformação em energia cinética durante a queda.

Energia termelétrica: que utiliza carvão como combustível, também converte energia solar em energia elétrica.

Fusão nuclear: produz enorme quantidade de energia durante uma reação nuclear, tem sua origem na própria formação do universo, sob este aspecto vale a pena colocar que a energia produzida pelo sol também advém de combustível nuclear.

Fissão nuclear: a energia nuclear obtida por processo de fissão vem se mostrando como uma alternativa muito viável tanto em aspectos técnicos quanto econômicos no que se refere a solucionar os problemas relativos ao aumento da demanda por energia (Fig. 35).



Figura 35: Usina nuclear para produção de energia elétrica em Angra dos Reis/RJ.

10.3. Descreve sobre as vantagens e desvantagens das distintas matrizes energéticas.

Metanol: combustível não poluente mas altamente tóxico;

Gás natural: não poluente mas o país não possui reservas para abastecer o mercado nacional.

Biogás: não poluente mas necessita de tecnologias e investimentos na área.

Energia do Hidrogênio: não poluente mas necessita grande quantidade de energia para extrair e concentrar o hidrogênio, sendo, até o momento, inviável.

Energia Solar: não poluente mas necessita de investimentos em tecnologias para ter maior rendimento e também para armazenar quando não há iluminação.

Energia Eólica: não poluente mas pode, em alguns casos e conforme a quantidade de geradores, causar alteração no regime de ventos e para a fauna migratória (Fig. 36).

Energia hidrelétrica: não poluente mas necessita de grande áreas alagadas, sem desta forma, causando grandes impactos ambientais.

Energia termelétrica: poluente, visto que os filtros não conseguem tratar 100% dos resíduos atmosféricos, e sua matéria-prima muitas vezes necessita de extração (carvão mineral) que gera grandes danos ambientais.

Fissão nuclear e Fusão nuclear: não poluente e de alto rendimento mas gera resíduos radioativos que, até o momento, somente estão sendo estocados em bunkers e não reciclados.



Figura 36: Parque eólico para produção de energia elétrica.

11. Vários são os ambientes geológicos terrestres, tais como: desértico, glacial, fluvial, marinho. Elabora uma descrição detalhada e respectivas subdivisões, relacionando as fragilidades ambientais de cada um deles.

Ambiente Desértico: são regiões onde a taxa de evaporação excede a taxa de precipitação pluviométrica, sendo o vento o agente geológico de maior importância nos processos de erosão e deposição.

Podem existir dois tipos básicos de deposição de areia: os Mares de areias, que abrangem amplas áreas arenosas, formadas pela combinação de sedimentação rápida por ventos de alta velocidade transportando areia de granulação heterogênea, e as Dunas de Areia, que abrangem áreas menores e vão se agrupando de acordo com o sentido do vento originando vários formatos.

Em ambientes desérticos existem depósitos eólicos formados pelo vento e localmente ocorrem depósitos subaquáticos formados por rios efêmeros e lagos de desertos associados a sedimentos eólicos. Os tipos de depósitos são:

- ✓ Depósitos de REG: Constam de coberturas superficiais de matacões e seixos angulosos, que ocorrem em áreas planas. Resultam da desintegração física “in situ”, formando os ventifactos (seixos moldados por abrasão, geralmente foscos e de superfícies planas), com alguma areia grossa depositada nas partes protegidas.
- ✓ Depósitos de SERIR: Concentração de sedimentos grossos (cascalhos e areia), o silte e areia fina são removidos pela velocidade do vento. Formam-se em áreas de interdunas, podendo ser preservados quando soterrados sob a areia.
- ✓ Depósitos de SEBKHAS: São depósitos lacustres acumulados em lagos temporários cimentados por sais. As estruturas sedimentares são as laminações paralelas de silte e argila com intercalações de leitos arenosos ou gipsíticos.
- ✓ Depósitos de WADIS: São depósitos de cursos de água correntes temporárias, em condições de baixa vazão por atividades torrenciais.

Ambiente Glacial: Atualmente os ambientes glaciais encontram-se limitados aos pólos, e às altas montanhas, correspondendo a desertos frios.

O acúmulo contínuo do gelo forma grandes geleiras, que se encontram associadas às baixas temperaturas combinadas com altas taxas de precipitação e razões muito baixas de evaporação.

As geleiras consistem de neve recristalizada e compactada, contendo água de degelo, e fragmentos de rocha. São massas permanentes de neve existentes acima da linha de neve (gelo permanente), abaixo desta, a neve sofre degelo no verão.

As geleiras são classificadas em três principais tipos:

- ✓ Gelerias de Vale: Encontram-se confinadas em depressões (vales) entre montanhas.

- ✓ Geleiras de Piemonte: Próximos às montanhas, diversas geleiras podem espalhar-se através de áreas planas, formando lençóis de gelo pela coalescência de várias geleiras.
- ✓ Geleiras Tipo Calota: Só existem em locais onde a linha de neve é mais baixa. Constituem enormes massas de gelo, recobrendo amplas áreas continentais. Ex: Antártida

As feições glaciais podem ser da seguinte forma:

- ✓ Fiordes: Derivam em parte da erosão glacial conjugada com um levantamento eustático posterior, do nível do mar.
- ✓ Vales: Um vale escavado por um rio (vale em "V") ocupado por uma geleira, produz-se a erosão nas paredes do vale, devido ao atrito da geleira, passando o vale a ter a forma de "U".
- ✓ Lagos: Formam-se pelo degelo, resultando uma sedimentação típica de ambiente glaciolacustre (Ex: Varvito).
- ✓ Iceberg: Desprendimento das geleiras.
- ✓ Estrias: São formados pelos fragmentos de rochas que sulcam a superfície do substrato rochoso.

Ambiente Fluvial: Os rios são os principais agentes de transporte de sedimentos formados pelo intemperismo em áreas continentais.

Nas regiões próximas a cabeceira, (curso superior do rio), predomina a atividade erosiva e transportadora dos detritos fornecidos pelo rio, associados a detritos transportados das encostas, nesta fase o rio escava seu leito na forma de "V". A menor declividade (curso médio do rio) provoca a diminuição da velocidade das águas, reduzindo o poder de transporte e erosão, que acarreta na deposição de detritos mais grosseiros em seu leito.

Nas regiões de menor velocidade (curso inferior do rio), o vale torna-se mais aberto, onde há maior deposição dos sedimentos, já que a erosão passa a ser apenas na lateral.

As feições topográficas de um rio determinam a sua formação, criando as:

- ✓ Corredeiras: Formam-se por falhamentos ou diferenças litológicas que acarretam numa erosão desigual, sendo mais intensa em locais com rochas de fácil erosão. Assim o leito do rio fica mais baixo em alguns lugares do que em outros, ocasionando o aumento da velocidade das águas, que obedecem à irregularidade do fundo rochoso.
- ✓ Cachoeiras: Formam-se a partir de falhamentos ou pela resistência que determinadas rochas oferecem a erosão, que mantêm o desnível da base menos resistente.

- ✓ Vales Suspensos: No vale fluvial ocorre intensa erosão, deixando-os mais altos, acarretando numa erosão cada vez maior e mais rápida. São exemplos de vales suspensos, cachoeiras de grande porte como as chamadas “Véu de Noiva”.
- ✓ Caldeirões e Marmitas: São perfurações provocadas pelo turbilhonar de água com seixos sobre rochas resistentes das margens ou corredeiras. Nas marmitas as depressões são pequenas enquanto nos caldeirões são grandes (Intemperismo físico = Marmitamento).

O deslocamento da água é em uma única direção, cujos estratos se mantêm sem mistura. No Fluxo Laminar ocorre somente nas margens possuindo uma única direção, já no Fluxo Turbulento, que é característico do leito do rio, possuindo movimento irregular. Não é o fluxo principal e não muda o sentido da corrente.

Relativo aos tipos de carga, poderá ser o seguinte:

- ✓ Carga em Suspensão: Constitui-se de partículas finas transportadas em suspensão, como silte, argila, areia muito fina disseminada em qualquer parte do rio.
- ✓ Carga de Fundo: Constitui-se de partículas grosseiras transportadas no fundo. O transporte é efetuado por saltação, rolamento (menos freqüente) e arrasto (deslizamento).
- ✓ Carga Dissolvida: Constituí-se de elementos químicos (íons) dissolvidos na água. Em regiões baixas onde ocorre a menor energia da água, a concentração de íons é maior.

Existem diversos tipos de rios, os mais comuns são (Fig. 37):

- ✓ Retilíneos: Rios jovens, aparentemente retilíneos e estreitos. Caracterizam-se por possuírem pouca carga de fundo e alta carga em suspensão. São considerados canais simples com bancos longitudinais.
- ✓ Meandrantas: São rios simples e sinuosos, típicos de clima tropical úmido, transportam em partes iguais a carga de fundo e a carga em suspensão, geralmente estão no estágio de senilidade e vale fluvial.
- ✓ Entrelaçado: São característicos de clima semi-árido, sua maior carga transportada é de fundo, possuem um padrão entrelaçado, com dois ou mais canais com bancos de areia.
- ✓ Anastomosado: Típico de clima úmido, seu canal é complexo e sua maior carga transportada é de fundo. Formam bancos arenosos, que podem ficar expostos ou cobertos por vegetação (ilhas largas e estáveis).

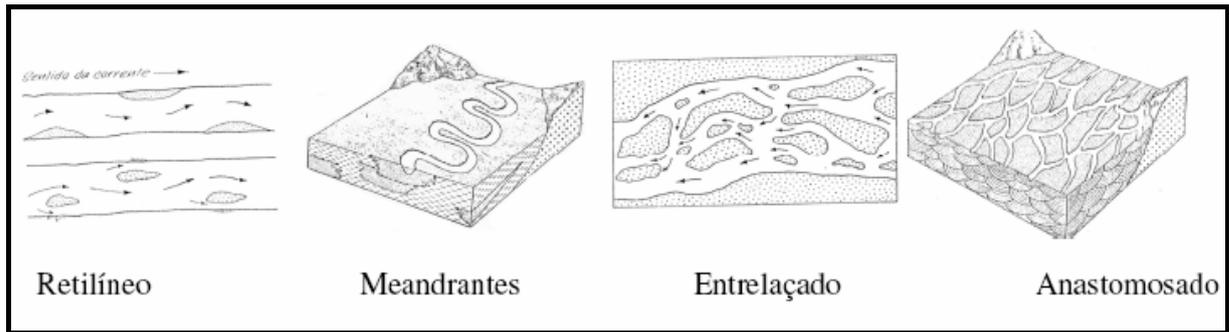


Figura 37: Tipos de rios.
 Fonte: Alves (2003)

Os depósitos fluviais ocorrem principalmente de duas maneiras: os depósitos residuais de canal e de transbordamento.

Os depósitos residuais de canal ocorrem da seguinte maneira:

- ✓ Fundo de Canal: São depósitos grosseiros, que se acumulam nas partes mais profundas do rio de maneira descontínua, constituída de cascalhos, seixos, madeiras, restos de organismos, etc. São pobres em depósitos finos, já que estes são carregados pela correnteza.
- ✓ Barras de Canal: Correspondem ao acúmulo de material de carga de fundo ou mista no interior de canais. São controlados pelos processos de acreção lateral e vertical, além de escavação, preenchimento e abandono de canal.
- ✓ Canal Abandonado: São arcos de meandros isolados por motivos de mudança de trajeto do rio ou de assoreamento acelerado. Esses braços mortos transformam-se inicialmente em lagoas e posteriormente em pântanos (sedimentos finos).

Os depósitos de transbordamento se formam quando o rio ultrapassa seus limites e atinge suas margens na época das enchentes, são os seguintes (Fig. 38):

- ✓ Diques Marginais: Consistem em cristas baixas e alongadas, que ocorrem ao longo das margens dos rios, formam-se as custas de sedimentos depositados na época de enchentes. A elevação máxima de um dique está próxima ao canal formando barrancos abruptos na margem e diminuindo gradualmente a altura rumo às planícies de inundação. São constituídos de sedimentos mais finos do que o do canal, inicia-se com camadas arenosas e termina com camadas mais finas (cada ciclo).
- ✓ Depósitos de Rompimento de Dique: Formam-se quando o excesso de água das enchentes ultrapassam os diques marginais, por meio de canais abertos através da erosão. Possuem forma lobiforme (línguas arenosas), ou sinuosas em dire o a planície de inunda o.
- ✓ Depósitos de Planície de Inunda o ou Várzea: Formam-se nas regiões planas após os diques marginais, que funcionam como bacias de decanta o de materiais em suspensão. A sedimenta o   predominantemente fina e

periódica, constituída de silte e argila. Nos pântanos formados deposita-se também matéria orgânica, ou sedimentação de natureza química (lagos salgados) em regiões de clima árido.

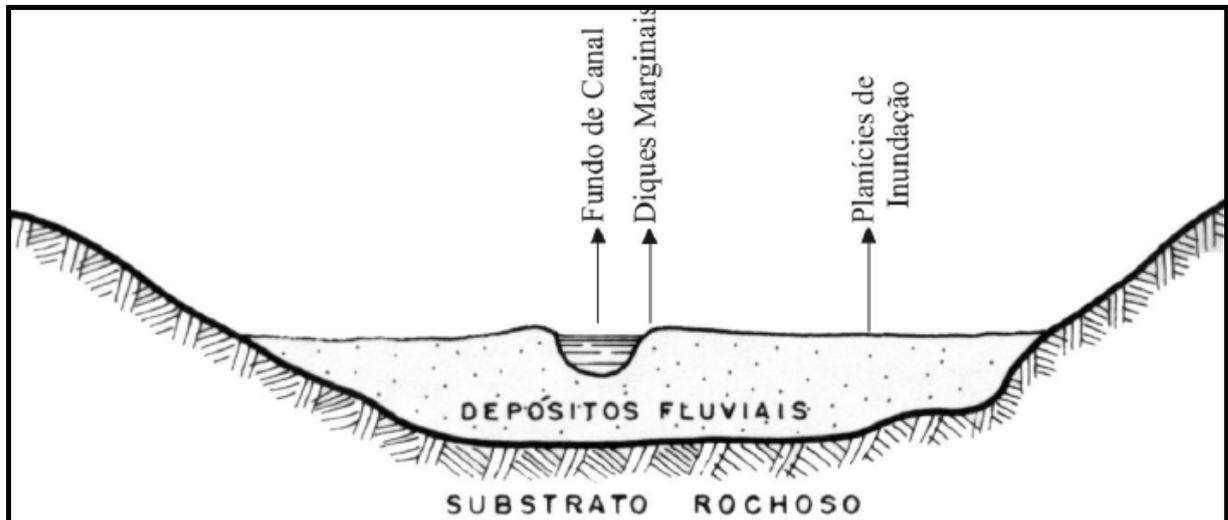


Figura 38: Formas de depósito de transbordamento.
 Fonte: Alves (2003)

Ambiente Marinho: A maior atividade destrutiva do mar ocorre no litoral, no contato direto do mar com o continente, onde predomina a força mecânica. Este contato ocorre pela ação das ondas que se formam pela energia do vento que é transferida a água do mar pelo atrito, podendo as ondas atingirem até 30 metros de altura. As marés se formam sob a influência da atração da Lua, secundariamente o Sol e a força centrífuga de rotação do Sistema Terra-Lua, provocando uma oscilação rítmica na superfície dos oceanos, ora se elevando, ora se abaixando duas vezes por dia. São importantes tanto na remoção de sedimentos como na configuração costeira.

O relevo do oceano é caracterizado da seguinte forma (Fig. 39):

- ✓ Plataforma Continental: Situa-se na margem continental entre a linha de baixamar e a profundidade em que a inclinação do assoalho marinho passa a ser bem mais acentuada. Com declividade plana possui sedimentos predominantemente arenosos, sendo freqüente a ocorrência de seixos e rochas aflorantes na parte mais próxima a praia.
- ✓ Talude Continental: Constitui o elemento da margem continental situado entre a plataforma e o sopé continental com uma inclinação acentuada (+/- 4°). Sua superfície é cortada por numerosos vales e canhões submarinos, onde, adiante destes últimos ocorrem com freqüência, volumosos depósitos de sedimentos em forma de leques submarinos.
- ✓ Sopé Continental: Consta da parte mais externa da margem continental, nem sempre se encontra presente, como por exemplo, no oceano Pacífico. O limite entre o sopé e o fundo oceânico não é o mesmo em toda a parte, mas ocorre

aproximadamente entre 3.000 e 5.000 metros de profundidade, geralmente com declividades intermediárias e sedimentos mais finos.

- ✓ Fundo Oceânico (Planície Abissal): Consta do fundo oceânico com áreas profundas de relevo geralmente plano com profundidades geralmente superiores a 4.000 ou 5.000 metros apresentando sedimentos mais finos. Encontram-se inseridos nessa porção as dorsais e fossas oceânicas.

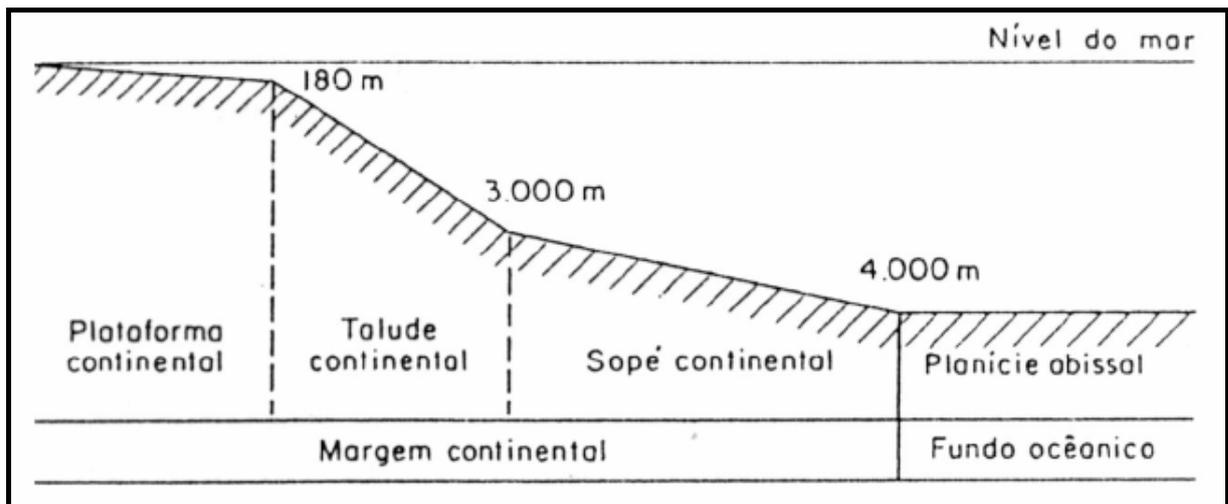


Figura 39: Relevo do oceano.

Fonte: Alves (2003)

A dinâmica costeira e o transporte de sedimentos é consequência da forma das correntes marinhas, sendo que as Correntes de Deriva Litorânea (Fig. 40) são importantes ao longo da costa brasileira, remobilizando e transportando os sedimentos lateralmente, e a Correntes de Ressaca ou Fluxo Reverso, que : são em sentido mar aberto, transportando sedimentos da costa para as porções mais profundas dos oceanos.

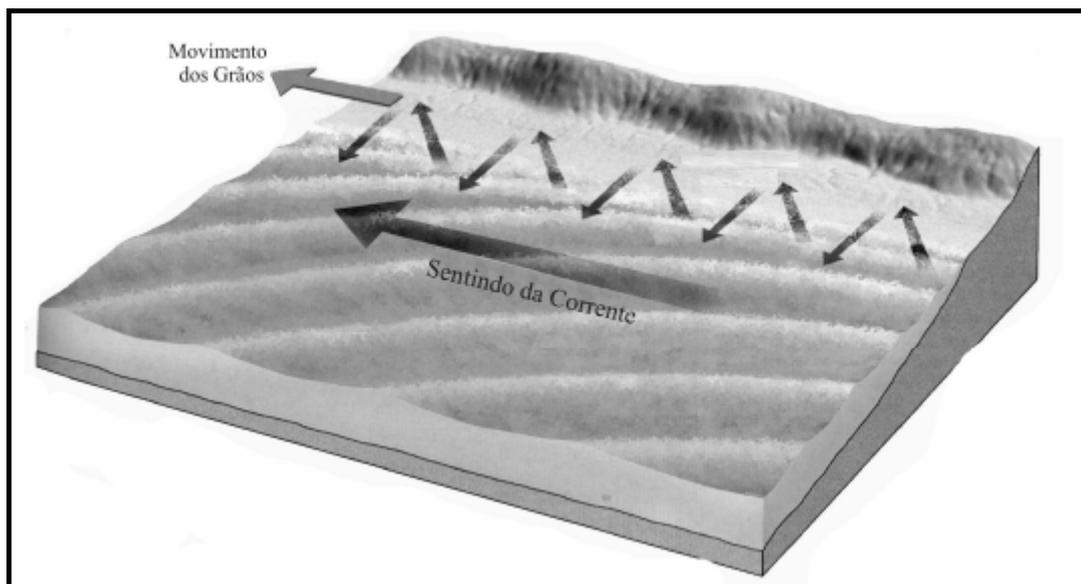


Figura 40: Transporte de sedimento por corrente de deriva litorânea.
 Fonte: Alves (2003)

Tabela 3: Descrição da fragilidade de cada ambiente terrestre.

Ambiente	Fragilidade
Desértico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Chuvas rápidas e fortes; ✓ Drenagem e escoamento rápido da água; ✓ Arraste do solo através da ação eólica e hídrica; ✓ Baixa quantidade de nutrientes.
Glacial	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fragmentos de rochas contidas na base da geleira causam estriação e moagem na superfície do substrato; ✓ Congelamento e degelo sucessivo da água contida nas falhas e fendas das rochas presentes no substrato (Intemperismo Físico = Gelividade); ✓ Aquecimento do clima e degelo.
Fluvial	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Transporte e a deposição dos sedimentos; ✓ Topografia; ✓ Regime pluvial (chuvas); ✓ Constituição litológica das rochas erodidas; ✓ Desmatamentos.
Marinho	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aquecimento da água; ✓ Diluição dos sais através do degelamento polar; ✓ Eutrofização; ✓ Poluição química.

BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

- Alves, Gislaine Mello. **Apostila de Geotecnia I**. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo. 2003. Disponível em <<http://lci.upf.tche.br/~athome/images/apost1.pdf>> Acessado em 14 de junho de 2006.
- CARRARO, C.C. **Mapa Geológico do estado do Rio Grande do Sul, escala 1:1.000.000**. Porto Alegre, Instituto de Geociências da UFRGS, 1974. 29 p.
- Departamento Nacional de Produção Mineral. **Geologia do Brasil**. Brasil. 1984. 501 p.
- EMBRAPA. Disponível do <<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=guara:::41>> Acessado em 17 de junho de 2006.
- GEO BRASIL 2003. **O estado dos desastres ambientais**. Disponível no: <<http://www2.ibama.gov.br/~geobr/Livro/cap2/desastres.pdf>> Acessado em. 16 de junho de 2006.
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. DA C. (org.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 372 p.
- Hoppe, J. M., Shummacher, M. V. **A complexidade dos ecossistemas**. Porto Alegre: Afubra, 1997.
- Luis Felipe Hax Niencheski. Recursos vivos do mar e poluição. Disponível em <<http://www.cjf.gov.br/revista/numero12/artigo11.pdf>> Acessado em 12 de junho de 2006.
- Machado, José Luiz Flores. **A redescoberta do Aquífero Guarani**. Scientific American Brasil. Edição Nº 47 - abril de 2006. <http://www2.uol.com.br/sciam/conteudo/materia/materia_94.html> Acessado em 16 de junho de 2006.
- Marco Tadeu Grassi. **As águas do Planeta Terra**. <<http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/uploads/578/aguas.pdf>> Acessado em 18 de junho de 2006.

MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A. Disponível em:
<<http://www.pr.gov.br/mineropar/rocha.html>> Acessado em 18 de junho de 2006.

Rolf Roland Weber. **A perigosa poluição das águas**. Scientific American Brasil. Edição nº 12 - maio de 2003. Disponível no <http://www2.uol.com.br/sciam/conteudo/materia/materia_20.html> Acessado em 13 de junho de 2006.

Sandro Pereira Gonçalves *et al.* **Efeito estufa, suas causas e medidas para amenizar suas conseqüências**
<<http://wwwp.fc.unesp.br/~lavarda/procie/dez14/sandro/index.htm>> Acessado em 18 de junho de 2006.

Universidade de Santa Maria. Disponível em <<http://coralx.ufsm.br/ifcrs/geologia.htm#precambrianos>>. Acessado 8 de junho de 2006.