



## Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná

Mauro Parolin  
Cecília Volkmer-Ribeiro  
Josimeire Aparecida Leandrini  
(Organizadores)



# Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná

Mauro Parolin  
Cecília Volkmer-Ribeiro  
Josimeire Aparecida Leandrini  
(Organizadores)



Editora da Fecilcam  
Campo Mourão, PR  
2010

Capa: Foto superior e inferior - vale do rio Mourão, Município de Campo Mourão e cachoeira situada no alto curso do rio Piquiri, Município de Campina do Simão, Estado do Paraná, autoria de Nelson Cerqueira Pacheco, 2009.

Contracapa: Foto de esponja submersa fixada em rocha basáltica no rio Formoso, Município de Iretama Paraná, autoria de Nelson Cerqueira Pacheco, 2009.

Diagramação: Mauro Parolin, Renato Lada Guerreiro e Sidney Kuerten

Revisão ortográfica: Elisa Silva de Paula

Normalização e revisão geral da obra: Maria Salete Ribelatto Arita (Biblioteca Setorial da UEM/Nupélia)

Revisão gráfica: Marcia Lang

Tiragem: 2.000 exemplares

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"  
(Biblioteca Setorial - UEM, Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

A154

Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná /  
Mauro Parolin, Cecília Volkmer-Ribeiro, Josimeire Aparecida Leandrini  
(Organizadores). – Campo Mourão : Editora da Fecilcam, 2010.  
xiv, 158 p.: il. color.

Vários autores  
Bibliografia no final de cada capítulo  
ISBN: 978-85-88753-15-0

1. Biogeografia de água doce - Paraná (Estado). 2. Bacias hidrográficas - Geologia -  
Paraná (Estado) - Período Quaternário. 3. Esponjas - Bacias hidrográficas - Paraná (Estado)  
4. Diatomáceas. I. Parolin, Mauro, 1967- , org. II. Volkmer-Ribeiro, Cecília, 1935- , org.  
III. Leandrini, Josimeire Aparecida, 1969- , org.

CDD 22. ed. -578.764098162  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

Maria Salete Ribelatto Arita CRB 9/858  
João Fábio Hidelbrandt CRB 9/1140

Copyright © 2010 para os autores

Todos os direitos reservados. Proibida a comercialização. É permitida a reprodução desde que citada a fonte.



Obra financiada com recursos do Fundo Paraná - Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, conforme  
Termo de Cooperação 25/2008 firmado com a Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão.

ISBN: 978-85-88753-15-0  
Editora da Fecilcam  
Av. Comendador Norberto Marcondes, n.733  
CEP-87303-100 - Campo Mourão, PR  
Telefone: 0xx(44)3518-1880  
*site* <http://www.fecilcam.br/editora/>

## Agradecimentos

Os organizadores e autores agradecem as Instituições e pessoas que apoiaram o projeto desde seu início, bem como aquelas que auxiliaram na sua realização.

Ao Governo do Estado do Paraná.

À Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior.

Ao Fundo Paraná.

Ao CNPq (Bolsa de Produtividade – Cecília Volkmer-Ribeiro).

Ao professor Antônio Carlos Aleixo – Diretor da Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão.

À equipe técnica do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam: estagiária - Rosemary Tuzi Domiciliano e bolsistas - Caroline G. Morello, Karen Cristina da Silva, Giliane Gessica Rasbold, Tais Cristina Berbet Marcotti, Sheila Cristhina da Rocha Ferreira e Viviane Aparecida da Silva.

À equipe do setor de poríferos continentais do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, bolsistas Karina Fürstenau de Oliveira e Vanessa de Souza Machado.

À equipe de execução financeira da Fecilcam : Diretores Administrativos: Eder Rogério Stella e Jesus Crepaldi; Chefe da Contabilidade e funcionários: Celso Santo Grigoli, Carina Pinheiro, Lorival de Oliveira Mendes, Renan Soares Veloso, Rosimeri Mazzuchetti, Sandra Aparecida Cruz Carreira, Suelen Pereira Machado e Valéria Soavinski e Chefe do Setor de Compras: Elisabete da Costa Teodoro

Ao fotógrafo Nelson Cerqueira Pacheco.

Ao Assessor Jurídico da Fecilcam Paulo Sérgio Gonçalves.

Ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia).

À Ana Paula Colavite, Diretora da Editora da Fecilcam e estagiário Fernando Arthur de Medeiros Machado.

Aos Bibliotecários da BSE/Nupélia Maria Saete Ribelatto Arita e João Fábio Hildebrandt e estagiária Vanessa Larrosa dos Reis.

Aos amigos: Andrei Hundsdorfer de Paula, Eloisa Silva de Paula Parolin, Evanise Hundsdorfer de Paula, Jefferson de Queiroz Crispim, João da Silva, José Antônio da Rocha, Leandro José Silva de Paula, Marcos Antônio dos Santos, Marcos Clair Bovo e Valdir Alves.

## Apresentação

Fazer a apresentação de um livro é, ao mesmo tempo, uma tarefa gratificante e difícil. É difícil porque nem sempre se consegue perceber ou desvendar todo o universo intelectual do autor ou autores, e gratificante, porque recai sobre você um voto de confiança.

No presente me sinto muito gratificada porque vejo uma obra valorosa, bem elaborada, resultado do esforço coletivo de mais de uma dezena de autores - pesquisadores, técnicos e estudantes. É um livro que consubstancia resultados de mais de dois anos de muito trabalho, de qualidade com abrangência multidisciplinar, no âmbito do Estado do Paraná, com abordagens macroscópicas - geomorfologia, paleontologia, hidrografia, uso da terra, e microscópicas, quando os autores se debruçaram sobre algumas classes de organismos, como as Esponjas e as Diatomáceas, bioindicadores de qualidade da água.

A materialização desse livro mostra que é possível, mesmo no difícil contexto das Instituições Públicas, o desenvolvimento de ações comprometidas com a transformação social, por oferecer à área de educação como um todo, mas principalmente, às Universidades, Faculdades e Escolas do Ensino Médio, material Temático, com novas informações, muito bem sistematizadas, do e no território paranaense, lugar onde vivemos.

O apoio financeiro oferecido pela Secretaria de Estado de Ciência Tecnologia e Ensino Superior, por meio do Fundo Paraná, para a realização das pesquisas e, conseqüentemente, a publicação do presente, demonstra que o Estado do Paraná, nos últimos tempos, primou por apoiar iniciativas como a que se materializa agora, onde a população, por ele, será muitíssimo

beneficiada, uma vez que o mesmo constitui-se em importante fonte de consulta.

Além dos relevantes aspectos científicos sistematizados nessa obra, houve, certamente, no seu processo de concepção como um todo, a começar pelas visitas e as coletas de campo em todo o Estado, o manejo das amostras no interior da Faculdade, os Intercâmbios dentro da Rede de Conhecimento, os Artigos Científicos nos Simpósios e Congressos, mitigações pró-ativas importantes para o desenvolvimento da consciência ecológica.

Em razão da relevância das informações aqui contidas, esse livro torna-se importante fonte de consulta, e que, ao difundir conhecimentos, pode estimular ações que visem melhorar a conservação, a recuperação e a vida das pessoas. Nesse sentido, parabeno os autores e todos aqueles que participaram direta ou indiretamente no desenvolvimento do mesmo pela ousadia, pelo trabalho e pela excelência do resultado.

Aos leitores, que lerem esta apresentação, peço que sigam adiante, pois tenho certeza de que farão uma viagem memorável pelo texto, esquemas, imagens de fósseis, esponjas, diatomáceas, e as muitas paisagens dos nossos rios.

*Lygia Lumina Pupatto\**

\*Professora da Universidade Estadual de Londrina - Secretária de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná no período de abril de 2006 a março de 2010.

## Prefácio

O livro “Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná” enfoca diferentes temas das ciências geográficas e biológicas que, pela abrangência e completude de cada capítulo, interessarão a um público amplo. O primeiro capítulo inicia com a origem e evolução da Terra, para na sequência apresentar de forma brilhante os aspectos geográficos e geológicos do Estado do Paraná. Os autores incluíram a estrutura geológica em um contexto global e trataram os principais mecanismos que influenciam a estrutura geológica em macro-escalas, como a deriva continental e as glaciações. Além disso, merecem destaque as excelentes ilustrações dos principais fósseis encontrados em cada formação geológica. O segundo capítulo inicia com uma excelente exposição sobre as principais causas que afetam o clima no Planeta e os principais métodos utilizados nos estudos do Quaternário. Os autores detalham, na sequência, as mudanças que ocorreram no Quaternário em várias regiões do Estado do Paraná, sempre associando o clima aos tipos de vegetação que dominaram cada região em épocas passadas. No terceiro capítulo, são descritas as principais bacias hidrográficas do Estado, não escapando aos autores aspectos acerca da geologia, clima, relevo e tipos de vegetação, além de informações históricas e culturais.

As esponjas, tratadas no quarto capítulo, são inicialmente enfocadas sob a ótica biológica, ecológica e evolutiva, para então serem introduzidos os métodos de estudos desse interessante grupo de organismos. Em seguida os autores apresentam a descrição de todas as espécies de esponjas registradas no Estado do Paraná, relacionando-as com o grau de preservação ambiental. Por fim, o capítulo que aborda as diatomáceas apresenta aspectos gerais acerca de sua biologia e ecologia. Detalhes de coleta e preservação, além de uma chave de identificação para espécies coletadas em alguns riachos do Paraná, fazem desse capítulo uma contribuição considerável para os pesquisadores que pretendem iniciar ou se

aprofundar nos estudos dessas algas. Esses dois capítulos representam uma importante contribuição para biólogos interessados em biomonitoramento e geógrafos interessados em estudos paleoclimáticos.

Todos os capítulos são muito bem ilustrados e contêm informações gerais adicionais na forma de “boxes”, que contribuem para o aprofundamento em determinados assuntos, e glossários, que permitem a compreensão de termos específicos. Por essas razões, esse livro constitui-se em material didático referência para professores que atuam em diferentes níveis de ensino, o que é reforçado pela proposição de atividades a serem desenvolvidas por estudantes ao final de cada capítulo. Por mesclar aspectos gerais e básicos com uma análise mais profunda de cada tema abordado, esse livro servirá aos interesses de um público variado, sendo de extrema utilidade para graduandos, pós-graduandos e profissionais relacionados com as grandes áreas das ciências biológicas e geográficas, sendo útil ainda, aos conservacionistas. Certamente essa obra preencherá uma importante lacuna na literatura didática-científica sobre os aspectos geológicos, geográficos e biológicos do Estado do Paraná. Parabéns aos editores e autores de todos os capítulos pela excelência da obra!

Maringá, 18 de junho de 2010.

*Sidinei Magela Thomaz \**

*\* Professor Associado da Universidade Estadual de Maringá, credenciado no Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais e no Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada - Pós-doutorado pela Mississippi State University (USA).*

## Sobre os Autores

Ademilson Vedovato Cavalcanti: graduado em ciências biológicas pela Faculdade Integrado de Campo Mourão, PR em 2007. Possui especialização em Fisiopatologia Humana pela Universidade Estadual de Maringá. Pesquisador do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam no período de 2008/2009. Atualmente professor de Embriologia, Histologia e Biologia Celular, na Faculdade Unicampo de Campo Mourão e professor da rede pública de ensino.

Cecília Volkmer-Ribeiro: Bacharel e Licenciada em História Natural pela UFRGS em 1960. Especialista em Biologia pela USP (1961) e Doutora em História Natural e Livre Docente em Zoologia pela PUCRS (1976). É consultora “*ad hoc*” do CNPq. Conselheira do Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul. Orientadora de bolsistas de pós-graduação do CNPq e CAPES em distintos cursos de pós-graduação no país. Atualmente, é pesquisadora colaboradora do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, onde atuou desde 1967. Curadora da coleção de esponjas continentais do Museu. Pesquisadora coordenadora de Edital Universal/CNPq. e colaboradora em outros dois Editais Universais/CNPq, período 2010-2012.

Helton Rogério Menezes: graduado em Geografia pela Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão (2008). Em 2008/2009 foi Bolsista do Fundo Paraná, termo de cooperação 25/2008, atuando como técnico em Geoprocessamento e laboratorista no Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (Lepafe). Atualmente é aluno do Programa de Pós-Graduação em Geografia (*stricto sensu*) pela Universidade Estadual de Maringá. Consultor em Topografia e Análise Ambiental no setor hidrelétrico.

João José Bigarella: graduado em Ciências Químicas (1943) e doutorado em Física e Química (1956) pela Universidade Federal do Paraná. Ingressou no serviço público em 1945 no Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas (IBPT) tornando-se mais tarde Catedrático de Mineralogia e Geologia Econômica da Universidade Federal do Paraná (1956). Desde 1985 é Professor Visitante da Universidade Federal de Santa Catarina. É membro da Academia Brasileira de Ciências e da Academia Latino-Americana de Ciências. Entre 1973 e 1976 foi membro do Programa Internacional de Correlação Geológica da UNESCO - União Geológica Internacional. Em sua carreira publicou mais de duas centenas de trabalhos científicos no Brasil e no exterior, sendo condecorado com diversos prêmios e honrarias por seus trabalhos em prol da ciência, entre eles, o Prêmio almirante Álvaro Alberto para Ciência e Tecnologia, na área de Ciências da Terra - 1992. Em 1995 tornou-se Comendador da Ordem Nacional do Mérito Científico. Em 2000 foi admitido na classe Grã Cruz da Ordem.

José Cândido Stevaux: graduado em Geologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp/Rio Claro - 1976), mestrado (1986) e doutorado (1994) em Geociências pela Universidade de São Paulo, pós-doutorado no CECO/UFRGS (1998), Krasnoyarsk State University, Rússia (1998). Atualmente é professor associado da Universidade Estadual de Maringá, tendo sido professor visitante da Universidad Nacional de La Plata, Argentina (2007-2008). Atua na área de Geociências, ênfase em Geomorfologia de grandes sistema fluviais, Geologia do

Quaternário e Geologia Ambiental. Coordenador do IGCP 582 "Tropical rivers: hydro-physical processes, impacts, hazards and management". Em 2007 seu artigo "Tropical Rivers" em co-autoria com Latrubesse e Sinha publicado em *Geomorphology* 2005, v.70, no.3-4, 187p. Em 2006, foi classificado pelo Science Direct "TOP25 Hotest Articles" entre os 25 artigos mais consultados daquele periódico.

Josimeire Aparecida Leandrini: graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá (1993), mestrado em Botânica pela Universidade Federal do Paraná (1999) e doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, com ênfase na comunidade de algas perifíticas pela Universidade Estadual de Maringá (2006). Como professora, tem atuado principalmente na disciplina de taxonomia de criptógamos. Na pesquisa atua nos seguintes temas: ecologia e taxonomia de algas perifíticas, diatomáceas. Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal Fronteira Sul/SC.

Liliana Rodrigues: graduada em Biologia pela Universidade Federal de Santa Catarina (1983), mestrado em Botânica pela Universidade Federal do Paraná (1988) e doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá (1998). Atualmente é Professora Associada da Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia de Ecossistemas. Atuando principalmente nos seguintes temas: Ecologia de Perifiton, Wetlands e Sucessão de algas.

Mauro Parolin: graduado em Geografia pela Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão em 1989. Possui Mestrado e Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais/Universidade Estadual de Maringá (2001 e 2006 respectivamente), com ênfase em estudos paleoclimáticos. É professor adjunto da Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão. Idealizador e coordenador do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (Lepafe). Coordenador da Estação Ecológica do Cerrado de Campo Mourão. Coordenador do projeto: Elaboração de kit didático para distribuição nas escolas públicas do Paraná - lâmina de microscopia e livro sobre esponjas de água doce e diatomáceas, conforme Termo de Cooperação nº25/2008 realizado entre o Fundo Paraná e a Fecilcam.

Renato Lada Guerreiro: graduado em Geografia pela Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão (2008). Pesquisador do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (Lepafe), atuando na área de Geociências e mudanças paleoambientais do Quaternário. Atualmente é Mestrando em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá e Mestrando em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista/Unesp-Rio Claro, onde é Bolsista pelo CNPq.

Sidney Kuerten: graduado em Geografia pela Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão, PR em 2003. Mestre em Geografia (Análise ambiental) pela Universidade Estadual de Maringá, PR em 2006 e Doutor em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista (Unesp/Rio Claro em 2010). É pesquisador colaborador do Laboratório de Estudo Paleoambientais da Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão, PR. Bolsista CNPq.

## Palavra dos Organizadores

A preparação de material didático para as escolas constitui uma necessidade imperiosa, já que torna o conteúdo teórico passível de ser vivenciado e visualizado. Boa parte das escolas públicas apresentam laboratórios com microscópios disponíveis, onde os alunos podem ter o primeiro contato com os microrganismos, porém, nem sempre, as espécies locais são do conhecimento do professor, que se limita à apresentação das classificações taxonômicas em nível de grandes grupos.

O projeto contemplou inicialmente a confecção de um kit, contendo um conjunto de lâminas permanentes com espículas de esponjas e frústulas de diatomáceas de ambientes dulcícolas, ocorrentes no Estado do Paraná, acompanhado de livro que possibilitasse o exercício da observação científica dirigida à identificação das espécie.

Essa etapa inicial levou naturalmente à consideração da importância das características da rede hidrográfica do Estado, percorrida nas amostragens para obtenção dos materiais utilizados. Essa abordagem incidiu em seguida na necessidade da consideração da origem das diversas bacias que compõem essa rede, desembocando na história geológica e geográfica do Estado do Paraná. O vínculo maior, para o que se constituiu finalmente numa abordagem interdisciplinar, consistiu nas estruturas silicosas peculiares de esponjas e diatomáceas de ambientes continentais. Atingiu-se assim, por uma via natural de raciocínio científico, a exemplificação do que possa consistir um tipo de abordagem interdisciplinar tão pouco vivenciada nas disciplinas e práticas do ensino da ciência.

A realização do projeto, com essa concepção final, exigiu, além de esforços de campo e produção laboratorial inéditos, a integração de conhecimentos científicos. Essa alcançada sobretudo graças à receptividade e colaboração imediata disponibilizada por uma equipe de especialistas com reconhecido mérito científico.

Essa abordagem multidisciplinar, embasada na produção de kits didáticos e do livro respectivo, foi uma tarefa desafiadora. Todas as tentativas de previsão da logística envolvida na sua execução foram de certo modo subestimadas. Foram dois anos de trabalho intenso, que consumiram recursos da

ordem de R\$256.900,00 recebidos pela Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior através do FUNDO PARANÁ (Termo de Cooperação - TC nº 25/2008). Acrescente-se a esse montante os custos administrativos (espaço físico, telefone, combustível, material de expediente, entre outros), disponibilizados pela Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão. Foram mais de 40.000km de estradas paranaenses percorridas (tal quilometragem permitiria uma volta completa em nosso planeta). Os percursos realizados em leitos de alguns rios, para a detecção de esponjas, somam 250km, consistindo em esforço intensivo inédito, para a detecção dessa fauna no Estado.

Para a preparação das lâminas com frústulas de diatomáceas foram amostrados centenas de litros de água retirados de bacia hidrográfica ainda virgem desses estudos no Estado (rio Formoso).

Na fase laboratorial para a confecção dos kits foram utilizados mais de uma dezena de litros de ácidos e reagentes, que consumiram, juntamente com a preparação das lâminas, mais de 15.000 horas de trabalho executado dentro de plano de trabalho de bolsistas (6) e estagiários (3). Para que se chegasse a um padrão satisfatório de apresentação das lâminas foram usadas cerca de 30.000 lâminas e lamínulas.

A pretensão inicial dos autores de abordarem todos os maiores rios do Estado do Paraná foi frustrada por condições atmosféricas que dificultaram os acessos, além do tempo estipulado, exíguo para a conclusão do projeto. Nesse sentido ficam apontados levantamentos para serem ainda realizados nas bacias dos rios Das Cinza, Iguaçu, Itararé, Paranapanema, Pirapó e Tibagi (médio e baixo cursos).

Por sua vez a produção dos textos científicos didáticos que compõem o livro, com a finalidade de orientar os professores na preparação das aulas respectivas, demandou um número incontável de contatos pessoais, telefônicos e digitais dos organizadores, tanto para a edição do livro, como ainda redação dos capítulos em co-autoria.

Constituiu uma preocupação especial dos organizadores uma farta ilustração fotográfica. Essa contemplou dois aspectos. O primeiro foi o do



registro das condições atuais dos ambientes trabalhados e, para tanto, foram contratados os serviços de fotógrafo profissional (Nelson Cerqueira Pacheco), que acompanhou as equipes em algumas atividades de campo, bem como orientou a arte final da edição das fotos. O segundo foi o da produção de fotos em microscopia óptica dos elementos indispensáveis à prática de identificações taxonômicas pelos professores e alunos. Além disso, cada autor buscou utilizar ao máximo ilustrações oriundas de suas publicações, de modo a tornar os textos o mais didático possível. Em alguns capítulos, os temas que poderiam suscitar dúvidas por parte do leitor, induziram à utilização de caixas de texto explicativas, produzidas por autores convidados. Foram também elaborados para cada capítulo glossários de termos que os organizadores julgaram imprescindíveis.

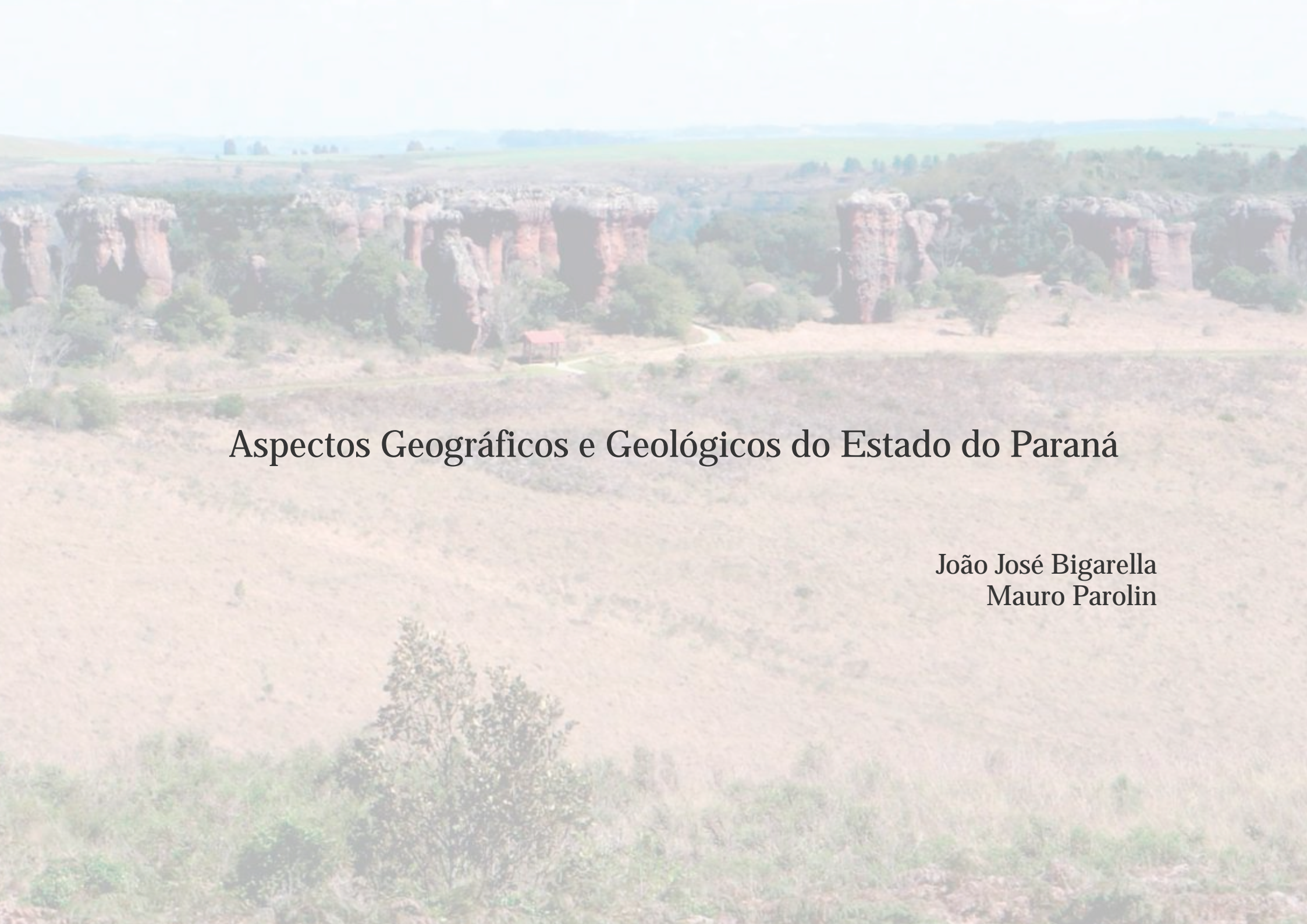
No pertinente ao capítulo sobre aspectos geológicos e geográficos do Estado do Paraná, foi feito um convite especial ao Prof. Dr. João José Bigarella, tendo em vista o seu excepcional conhecimento da geologia paranaense. Nesse texto ele e o professor Mauro Parolin optaram por resgatar a literatura e os trabalhos clássicos sobre o assunto.

Campo Mourão, julho de 2010.

## Sumário

Agradecimentos.....	v
Apresentação .....	vii
Prefácio .....	ix
Sobre os Autores.....	xi
Palavra dos Organizadores.....	xiii
1 Aspectos Geográficos e Geológicos do Estado do Paraná .....	1
João José Bigarella e Mauro Parolin	
2 Síntese do Período Quaternário do Estado do Paraná .....	43
José Cândido Stevaux e Mauro Parolin	
3 Bacias Hidrográficas Paranaenses.....	59
Mauro Parolin, Renato Lada Guerreiro, Sidney Kuerten e Helton Rogério Menezes	
4 As Esponjas .....	105
Cecília Volkmer-Ribeiro e Mauro Parolin	
5 Diatomáceas.....	131
Josimeire Aparecida Leandrini, Ademilson Vedovato Cavalcanti e Liliana Rodrigues	





# Aspectos Geográficos e Geológicos do Estado do Paraná

João José Bigarella  
Mauro Parolin



Foto: BIGARELLA, João José. Vista parcial dos arenitos de Vila Velha (Subgrupo Itararé) no Município de Ponta Grossa, PR.

## Origem da Terra

Acredita-se que o sistema solar se originou há 4,6 bilhões de anos. A matéria prima surgiu a partir das enormes nuvens de poeira e gás resultante da explosão de uma velha estrela, que apareceu no espaço como supernova há cerca de 5 bilhões de anos.

Há 4,5 bilhões de anos a Terra era um planeta de superfície incandescente, que num resfriamento progressivo (Figura 1.1) dava origem às rochas da crosta terrestre (ver Box 1.1). As rochas mais antigas datam de mais de 3 bilhões de anos (Figura 1.2). Há menção dos primeiros sinais de vida em rochas sedimentares de 3,8 bilhões de anos. Acredita-se que um acidente cósmico varreu no espaço a primitiva atmosfera terrestre. A nova atmosfera formou-se a partir da solidificação da crosta terrestre com emissão de grande quantidade de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), vapor d'água, entre outros componentes (Figuras 1.3 e 1.4).

No Paraná a rocha mais antiga data de cerca de 2,2 bilhões de anos. Os primeiros seres vivos (ver Box 1.2) encontrados ao norte de Curitiba em recifes fósseis de algas calcárias (*Collenia* sp.) do Grupo Açungui datam de cerca de 1,2 bilhões de anos (Figura 1.5).

### A paisagem paranaense

O arcabouço geológico comanda em linhas gerais os principais elementos da paisagem (Figura 1.6). Do oceano em direção ao continente encontra-se na parte imersa o sopé continental, o talude continental e a plataforma continental constituída por sequências sedimentares pós-jurássicas depositadas no Cretáceo e no Cenozóico, onde são encontradas as reservas petrolíferas, originadas após o rompimento do Gondwana durante a migração dos continentes.

Na parte emersa, encontra-se a região litorânea com planícies de restinga, manguezais e planícies de inundações de origem fluvial, bem como elevações formadas por rochas cristalinas. Mais para oeste os contrafortes da Serra do Mar, suas serras marginais e grandes escarpas, desempenhando um papel importante na fisiografia da paisagem do Paraná, separando a região litorânea dos planaltos do interior.

Os aspectos geomorfológicos da Serra do Mar deve-se principalmente à tectônica de blocos, à natureza litológica e a processos morfoclimáticos responsáveis pelas superfícies aplainadas elaboradas durante a vigência de clima semi-áridos e pelos vales em “V” abertos durante as épocas de climas úmidos (ver Box 1.3).



Figura 1.1 - Evolução da atmosfera terrestre desde a formação do planeta: A - a atmosfera primitiva de composição muito diferente da atual, teria sido formada de gases cósmicos, os quais foram mais tarde varridos no espaço, possivelmente durante um período de maior energia calorífica solar; B - após a perda dessa atmosfera, iniciou-se a formação de nova cobertura gasosa, com exalações procedentes da superfície ainda fundida; C - a atividade vulcânica lançou à atmosfera gases pobres em oxigênio; D - o oxigênio passou a ser adicionado à atmosfera somente após o aparecimento de formas mais avançadas de plantas, capazes de produzi-lo, há cerca 1.900 milhões de anos (modificado de BIGARELLA; LEPREVOST; BOLSANELLO, c1985).

Na Serra do Mar encontram-se blocos levantados e basculados formando “horsts” pela tectônica de falhas ou rebaixados formando “grabens”; processo este resultante da deriva continental.

No momento que precedeu o rompimento existia um enorme paleoplano (pediplano) (ver Box 1.3) que da África mergulhava suavemente para oeste em direção ao oceano, o atual Oceano Pacífico. Os rios corriam para o oeste, fato que ainda acontece com os grandes rios que drenam o Paraná.

Na Serra do Mar, os relevos mais elevados são constituídos por granitos e rochas metamórficas mais resistentes aos processos erosivos e os vales principalmente por diques de diabásio e rochas metamórficas menos resistentes, entre elas migmatitos, gnaisses e xistos. Os falhamentos de maior expressão orientam-se nas direções nordeste-sudoeste, norte-sul e noroeste-sudeste (Figuras 1.7 a 1.12)

Box 1.1 (continua)

Rochas

Rocha pode ser definida como um agregado natural formado de um ou mais minerais (inclusive vidro vulcânico e matéria orgânica), constituindo parte essencial da litosfera. O basalto e o granito são os tipos mais comuns de rochas.

As rochas podem ser divididas em três categorias: ígneas ou magmáticas; metamórficas e sedimentares.

Rochas ígneas ou magmáticas: tem sua origem a partir da solidificação do magma, quando esta ocorre na superfície, como no caso dos derrames de lava vulcânica recebem o nome de rochas efusivas, possuindo textura afanítica, ou seja, os minerais e cristais componentes são tão pequenos que não podem ser vistos a olho nu. O exemplo mais abundante desse tipo de rocha é o basalto. Já quando o magma é detido a certa profundidade, no interior da crosta, forma rochas denominadas de intrusivas, por conta do lento resfriamento do magma, os minerais e os cristais que a compõe são possíveis de serem vistos a olho nu. O exemplo mais abundante desse tipo de rocha é o granito. Corpos intrusivos de grande tamanho, formados em profundidades relativamente grande dentro da crosta terrestre, constituem as rochas plutônicas, enquanto que as intrusões menores, situadas mais próximas a superfície, são referidas como hipabissais.

Rochas sedimentares: as rochas sedimentares originam-se a partir da remoção e acumulação dos produtos resultantes da decomposição de outras rochas (intemperismo), bem como da deposição de qualquer material proveniente da atividade animal ou vegetal. As rochas sedimentares permitem o estudo da história geológica da Terra. É possível, por exemplo, determinar pelo seu estudo condições paleoambientais, paleoclimáticas ou paleogeográficas em que se deu a deposição das diversas seqüências sedimentares. Os principais processos envolvidos na formação das rochas sedimentares são: a) intemperismo químico e físico das rochas pré-existentes; b) transporte dos produtos intemperizados (por água, vento, geleiras ou gravidade); c) deposição do material numa bacia sedimentar e d) diagênese (transformação do sedimento em rocha compacta). As rochas sedimentares mais abundantes são o folhelho e o arenito.

Rochas metamórficas: são rochas que sofreram mudanças

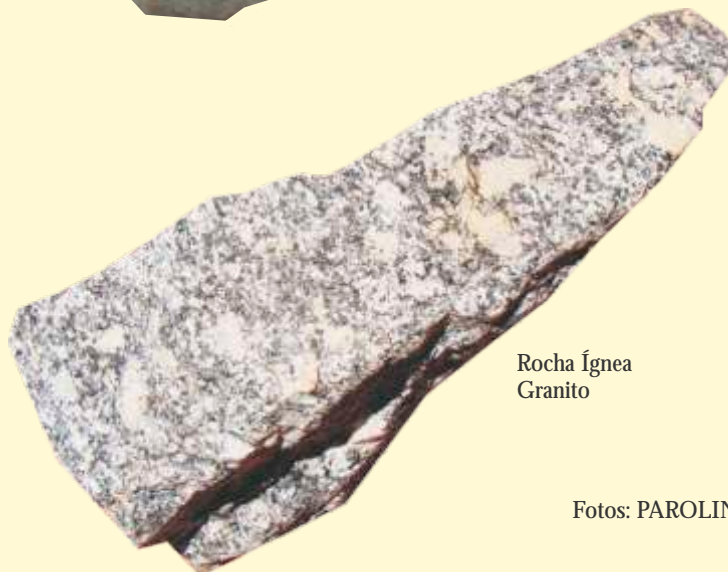
na sua constituição mineral e na textura, em consequência de importantes transformações nos ambientes físico e químico do interior da crosta. Os principais agentes que propiciam o metamorfismo são as altas temperaturas, grandes pressões e ambiente químico reinante no interior da crosta terrestre. Exemplos de rochas metamórficas: a) ardósia (originada a partir do metamorfismo do folhelho); b) mármore (metamorfismo do calcário) e c) gnaisse (metamorfismo do granito).



Rocha Ígnea  
Basalto



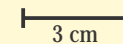
Rocha Sedimentar  
Arenito



Rocha Ígnea  
Granito



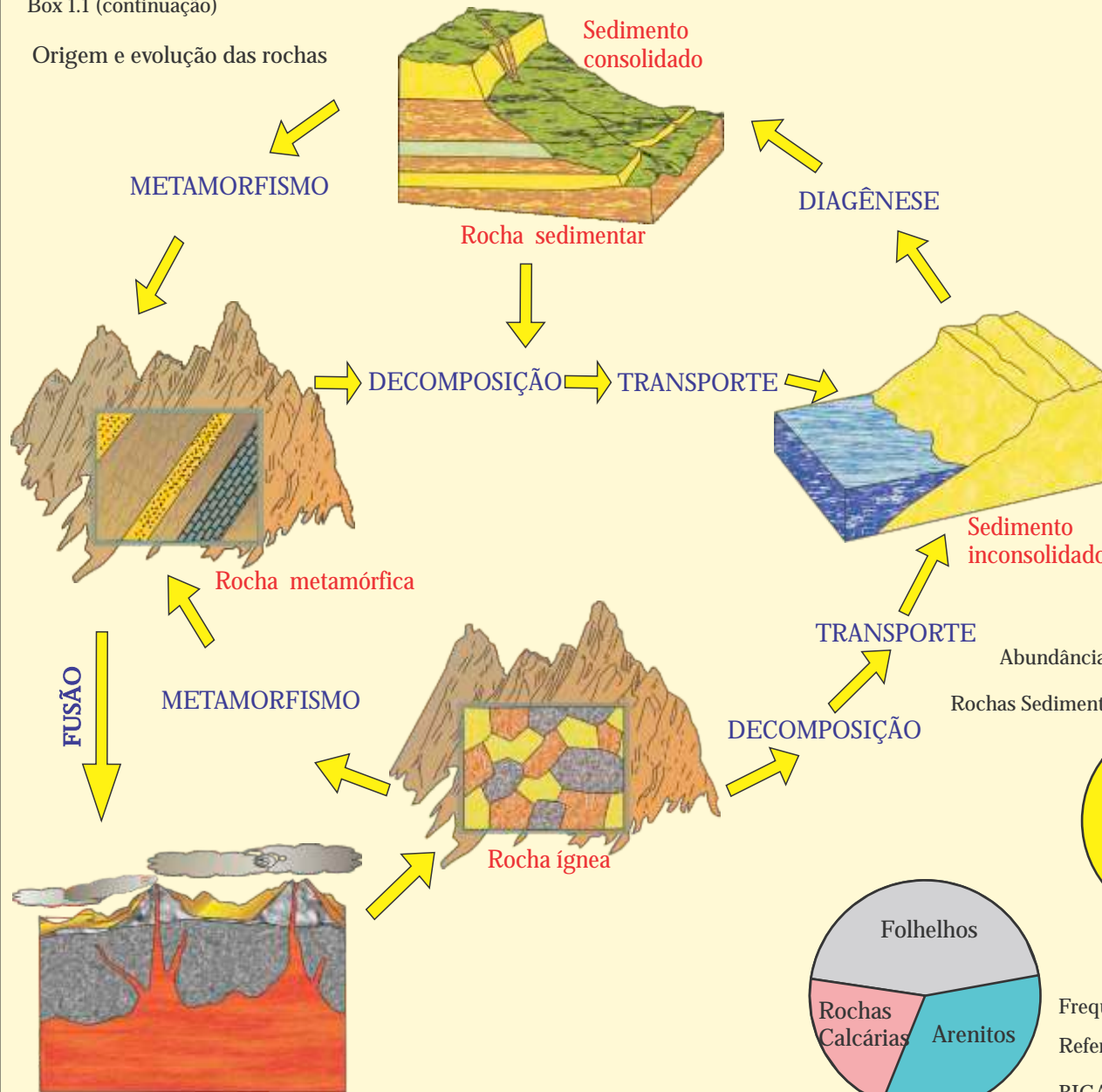
Rocha Metamórfica  
Gnaisse



Fotos: PAROLIN, M. Lepafe/Fecilcam.

Box 1.1 (continuação)

Origem e evolução das rochas

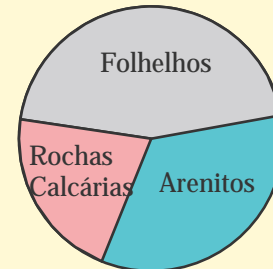
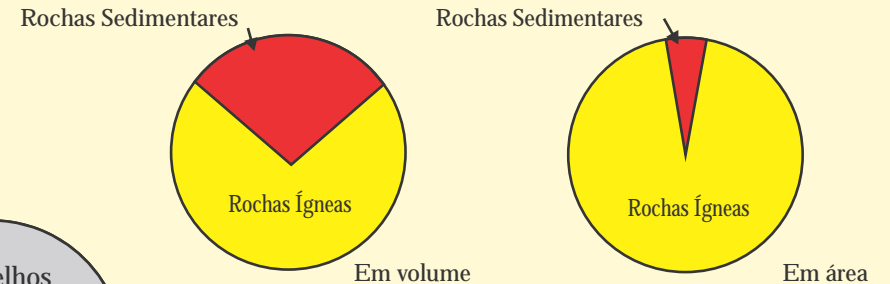


Ciclo das rochas

As rochas possuem um ciclo, que pode ser resumido da seguinte forma:

- o magma expelido pelos vulcões ou aquele resfriado lentamente no interior da crosta terrestre transforma-se em rocha ígnea;
- quando a rocha ígnea sofre alterações químicas devido principalmente a altas pressões e altas temperaturas, transforma-se em rocha metamórfica;
- a rocha ígnea sob a ação do intemperismo, erosão, transporte, sedimentação e diagênese transforma-se em rochas sedimentares;
- a rocha sedimentar também pode sofrer a ação do intemperismo;
- quando a rocha sedimentar sofre alterações químicas por conta de altas pressões e temperaturas, transforma-se em rocha metamórfica;
- a rocha metamórfica pode por conta intemperismo, transformar-se em rocha sedimentar;
- a rocha metamórfica quando se encontra em grandes profundidades pode ser lentamente, levada ao contato do manto, ocorrendo assim a fusão, transformando-se em magma.

Abundância relativa das rochas ígneas e sedimentares da crosta terrestre



Frequência relativa dos tipos mais comuns de rochas sedimentares.

Referência

BIGARELLA, J.J.; LEPREVOST, A.; BOLSANELLO, A. Rochas do Brasil. Prefácio de Josué Camargo Mendes. Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos: ADEA-Associação de Defesa e Educação Ambiental, c1985. 310p., il. color.

(modificado de BIGARELLA; LEPREVOST; BOLSANELLO, c1985)



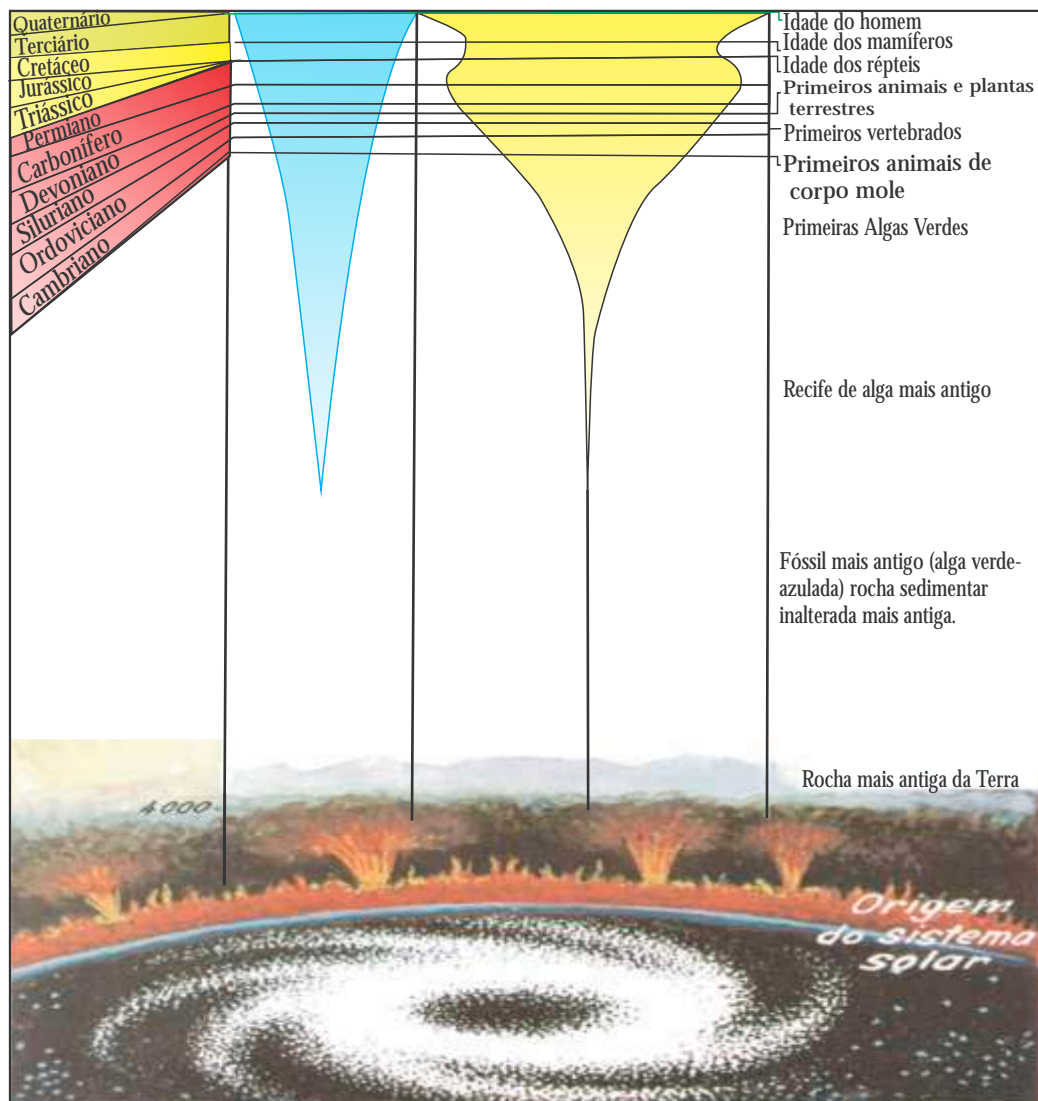


Figura 1.2 - Evolução da Terra desde os primórdios do Universo há vários bilhões de anos até os tempos atuais. Na grande nebulosa da Via Láctea situa-se o sistema solar e neste o nosso planeta. Há cerca de 4.500 milhões de anos a crosta terrestre apresentava-se semifundida e com intenso vulcanismo. Na coluna da esquerda encontra-se ilustrada a duração do tempo geológico desde o Pré-Cambriano até os tempos atuais. Na coluna seguinte vê-se o enriquecimento progressivo da atmosfera em oxigênio, o qual foi acompanhado por um desenvolvimento considerável da vida que adquiriu sua máxima expansão no Quaternário, quando também apareceu o Homem sobre a Terra (modificado de BIGARELLA; LEPREVOST; BOLSANELLO, c1985).

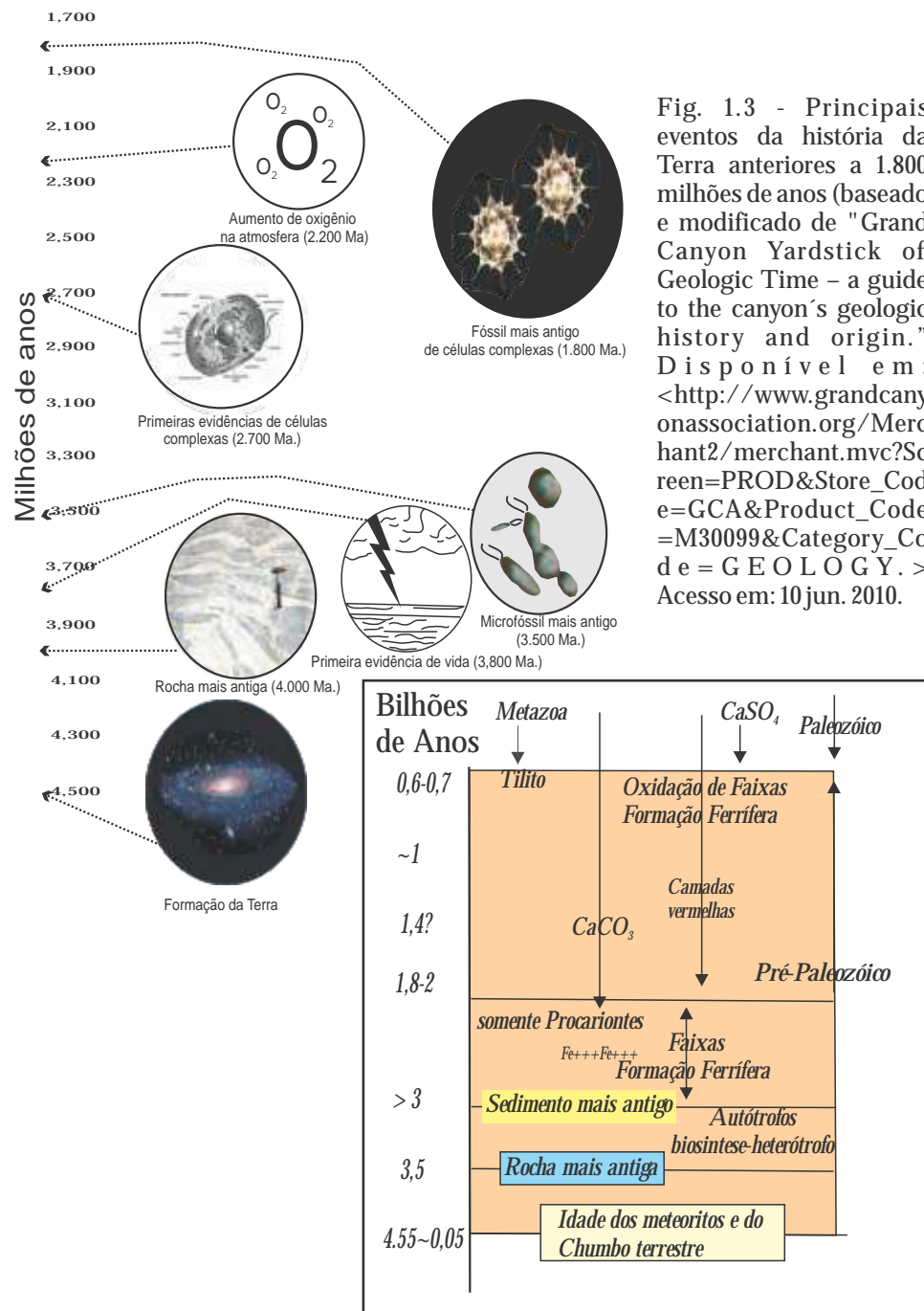


Figura 1.4 - Principais aspectos da evolução da biosfera, atmosfera e litosfera (CLOUD, 1968).

Fig. 1.3 - Principais eventos da história da Terra anteriores a 1.800 milhões de anos (baseado e modificado de "Grand Canyon Yardstick of Geologic Time - a guide to the canyon's geologic history and origin." Disponível em: <[http://www.grandcanyonassociation.org/Merchant2/merchant.mvc?Screen=PROD&Store\\_Code=GCA&Product\\_Code=M30099&Category\\_Code=GEOLGY](http://www.grandcanyonassociation.org/Merchant2/merchant.mvc?Screen=PROD&Store_Code=GCA&Product_Code=M30099&Category_Code=GEOLGY)>. Acesso em: 10 jun. 2010.

Recifes de algas  
Calcárias  
Formação Capiru

Colombo, Almirante  
Tamandaré e  
Rio Branco do Sul  
1,2 bilhões de anos

Mares do  
Pré-Cambriano



Figura 1.5 - Fósseis de *Collenia* sp. Foto: PAROLIN, Mauro. Lepafe/Fecilcam.

sedimentares, não obstante é possível observar sua ocorrência em rochas metamórficas de baixo grau. Isso se deve a natureza dos eventos que cercam os processos fossilíferos. Condições especiais para preservação de fósseis podem ocorrer em ambientes como turfeiras, lagos, lagoas, lagoas asfálticas, poços de alcatrão, condições glaciais ou condições de clima seco e árido além do aprisionamento em resina (âmbar) proveniente de espécies gimnospermas e angiospermas.

Em virtude dos diferentes materiais passíveis de fossilização, são raros os casos de preservação de organismos com partes duras e moles, sobretudo partes moles. Como dito anteriormente, somente algumas condições especiais são capazes de resguardar tais partes, entretanto, cabe destacar alguns eventos: a) soterramento abrupto; b) aprisionamento em âmbar; c) desidratação sob condições áridas, tratada também por alguns autores como mumificação; d) lagoas asfálticas e turfeiras, devido suas propriedades que inibem o processo de decomposição possibilitando a conservação; e) mineralização dos carbonatos, sulfetos e fosfatos; e f) congelamento sob condições glaciais. As partes duras podem ser agrupadas em: i) incrustação, na qual as substâncias, como a calcita, são transportadas pela água e cristalizadas na superfície da estrutura de forma a revesti-la possibilitando sua preservação; ii) permineralização, quando um mineral como sílica, cálcio ou carbonato preenche os poros e cavidades existentes no organismo preservando sua estrutura original (esse é um tipo bastante comum de fossilização); iii) recristalização, quando ocorre uma modificação na estrutura cristalina, mas sem modificação da composição química; iv) carbonificação, processo de perda gradual de elementos como oxigênio, hidrogênio e nitrogênio são liberados, restando apenas películas de carbono mantendo por vezes a microestrutura dos organismos e v) substituição, quando uma substância é substituída por outra, mas mantém-se a estrutura original.

#### Box 1.2

### FÓSSEIS

*Renato Lada Guerreiro\**

Fósseis são os resquícios, restos ou vestígios de animais e plantas preservados, resultantes da ação de processos físicos, químicos e biológicos atuantes em ambientes deposicionais. Para incidir o processo de fossilização são necessárias condições anóxicas, ou seja, sem presença de oxigênio, de maneira que o organismo não se decomponha por completo. De modo geral, as partes duras, também chamadas de partes biomineralizada, como ossos, carapaças e conchas, em virtude de sua natureza possuem mais chances de fossilização. Contrariamente, as partes moles, como pele, músculo e órgãos, decompõem-se rapidamente após a morte do organismo, sendo sua ocorrência considerada um evento extraordinário e extremamente raro.

Via de regra, depois que perecem, os organismos entram em estado de decomposição, onde serão por fim eliminados, destruídos ou reincorporados a natureza, encerrando o ciclo por qual passam todos os seres vivos, visto isso, a fossilização torna-se possível que esses organismos fiquem preservados, pelo menos no registro geológico, e deve sempre ser visto como um fenômeno excepcional e de rara ocorrência.

É importante salientar que a maioria dos fósseis existentes na Terra são encontrados em rochas



2cm

Fóssil de Trilobita em rocha sedimentar (folhelho) Período Devoniano da Era Paleozóica. Foto: PAROLIN, M. Lepafe/Fecilcam.

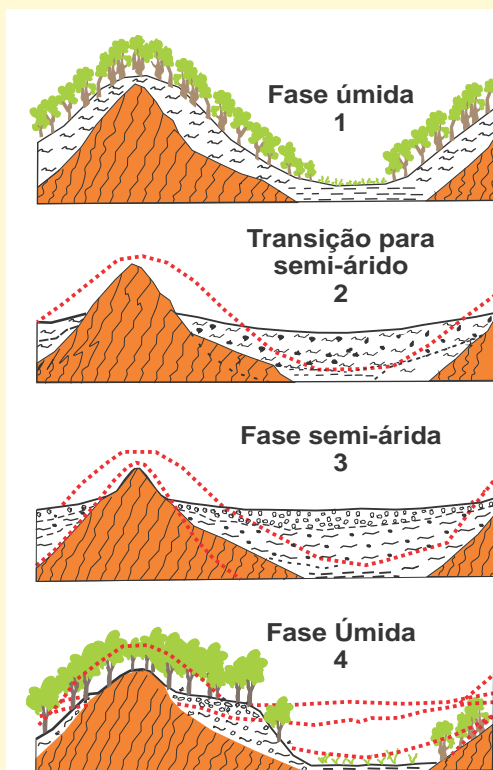
\*Pesquisador do Laboratório de Estudos Paleambientais da Fecilcam.

## Box 1.3

## Processos formadores de vertentes

(modificado de BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965)

As atividades que esculpem as vertentes são comandadas por processos de degradação lateral, levando ao desenvolvimento de pedimentos (áreas aplainadas, com ligeira inclinação, cobertas por cascalho ou areia, entre áreas com extensos afloramentos de rocha nua ou levemente alterada encontrada no sopé de maciços montanhosos ou embutida nos vales), alternados com fases de dissecação vertical. A formação de pedimentos dar-se-iam sob condições mais secas em clima semi-árido com chuvas concentradas e torrenciais. Já os processos de degradação vertical ou dissecação ocorrem sob condições mais úmidas. A figura ao lado indica em 1 superfície sob condições de umidade, em 2 e 3 formação de pedimentos sob condição climática mais seca e em 4 degradação vertical sob condições mais úmidas.



(modificado de BIGARELLA, 2003)

Em  $Pd_1$ , a paisagem estava dissecada pela vigência de uma época úmida. Com a mudança climática para semi-aridez, todo o material acumulado foi removido para as depressões do terreno pelos processos de movimentos de massa que entupiram com sedimentos a calha de drenagem. A agração contínua do vale elevou por sedimentação o nível de base local (linha altimétrica abaixo da qual um rio não consegue mais erodir, predominando a deposição), o qual começou a controlar os processos de morfogênese mecânica. Estes foram responsáveis pela elaboração do pediplano  $Pd_1$ . Um equilíbrio foi estabelecido entre a chegada de detritos das vertentes e a remoção dos mesmos através da calha de drenagem. Seus remanescentes subsistem como altos terraços ( $Tpd_1$ ) localizados próximos às margens da bacia. Esses terraços correspondem lateralmente ao pediplano  $Pd_1$ . Eles são mantidos por depósitos de cascalho constituídos por seixos arredondados a subarredondados. O grau de arredondamento dos seixos dos depósitos de terraço contrasta grandemente com a natureza angular dos seixos derivados diretamente dos processos de pediplanação ou de pedimentação.

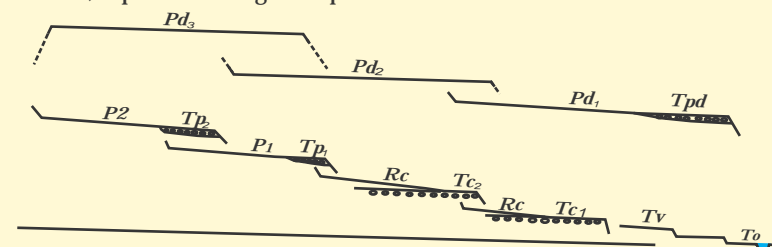
Os sistemas de drenagem eram possivelmente constituídos por canais anastomosados (canal fluvial que se divide em vários canais curvilíneos menores) onde os fluxos eram efêmeros. Seus depósitos são raramente preservados pela ação de ciclos subsequentes. Embutidos no pediplano  $Pd_1$  encontram-se dois níveis de pedimentos  $P_2, P_1$ . A esses pedimentos correspondem terraços

fluviais referidos como  $Tp_2$  e  $Tp_1$ .

Após a elaboração do  $Pd_1$  teve vigência uma época úmida que foi responsável pela dissecação desse pediplano. Durante o processo erosivo, a drenagem foi parcialmente superimposta nas estruturas geológicas. Na região compreendida pela bacia do antigo pediplano, desenvolveram-se muitas soleiras, algumas delas controlando os principais tributários. Dessa forma a bacia original foi subdividida em outras de menor tamanho. Nas bacias menores (alvéolos) teve lugar a próxima época de pedimentação sob condições semi-áridas que promoveram a degradação lateral da paisagem com formação do pedimento  $P_2$ . Somente as principais soleiras passaram a controlar como níveis de base locais, enquanto as outras foram arrasadas ou eliminadas pelos processos de degradação lateral.

Após a formação do pedimento  $P_2$  sobreveio uma nova época climática úmida. Remanescentes do  $P_2$  encontram-se preservados em vários lugares, comumente como ombreiras. Níveis de soleira desenvolveram-se na bacia. Muitas delas tornaram-se níveis de base na época semi-árida seguinte que originou o pedimento  $P_1$ . Durante a época de elaboração do  $P_1$ , a bacia do  $P_2$  foi subdividida em muitas bacias menores, aumentando o número de compartimentos onde houve pedimentação. O desenvolvimento de cada alvéolo foi controlado pelas soleiras mais importantes e resistentes situadas ao longo do perfil longitudinal do rio.

Nova época úmida sucedeu o período semi-árido  $P_1$  acompanhada de dissecação do relevo. O pedimento  $P_1$  foi dissecado e seus remanescentes encontram-se como ombreiras nas vertentes. Os episódios semi-áridos subsequentes não foram suficientemente energéticos para originar novos níveis de pedimentos. Entretanto, foram formados dois níveis de baixos terraços de cascalho ( $Tc_2, Tc_1$ ), os quais fazem parte do plaino aluvial. As condições de semi-aridez relativamente curtas ou suaves não permitiram a formação de pedimentos típicos. Nessas condições ocorreu a denudação acelerada das vertentes com acumulação de detritos no fundo do vale através de movimentos de massa. A remoção do material fino causou a concentração do material rudáceo, o qual constitui grande parte dos detritos.

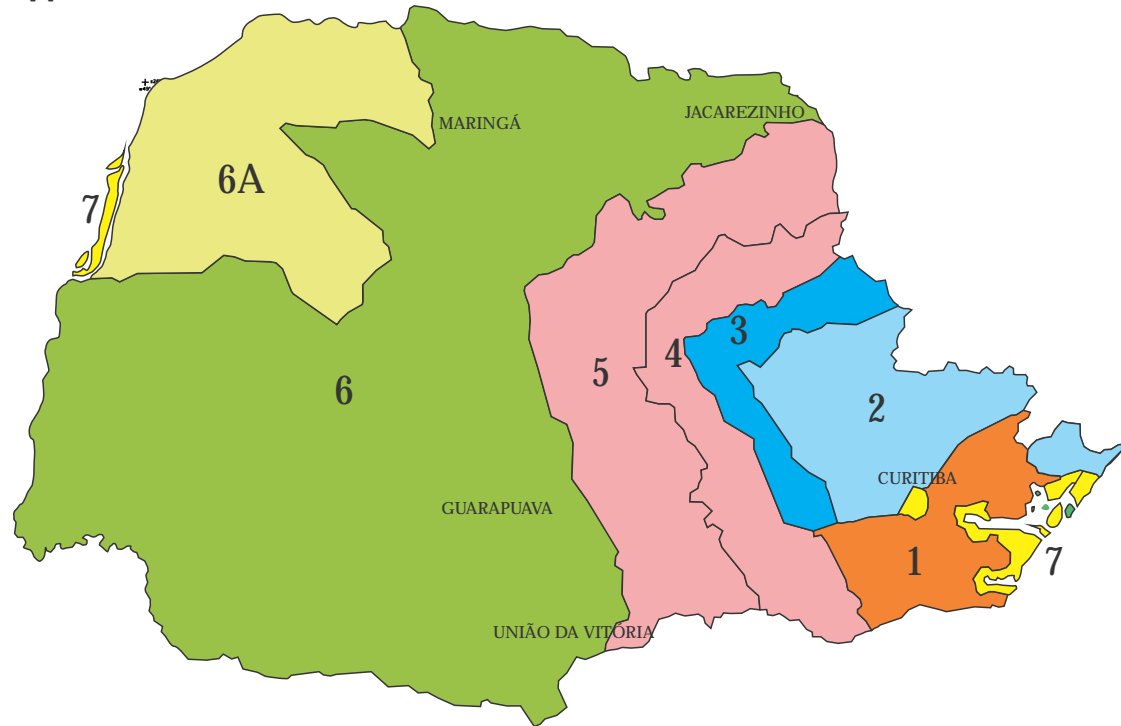
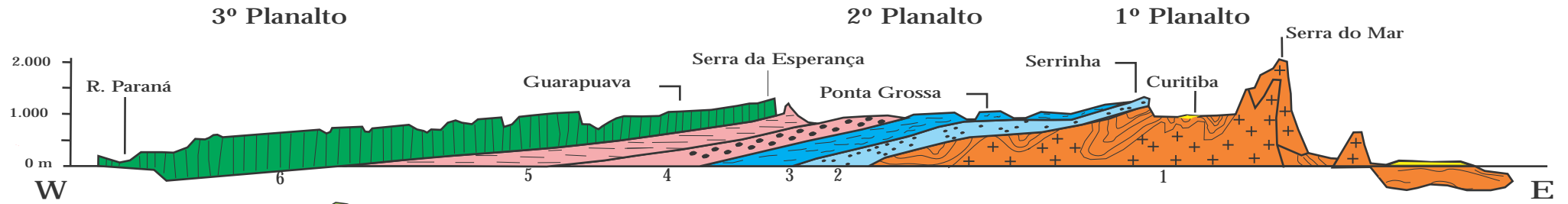


Representação esquemática das relações espaciais existentes entre as superfícies degradacionais e agradacionais.  $Pd$  - pediplano;  $Tpd$  - terraço correspondente a um pediplano;  $P$  - pedimento;  $Tp$  - terraço correspondente a um pedimento;  $Rc$  - rampa colúvio-aluvionar;  $Tc$  - baixo terraço de cascalho;  $Tv$  - terraço de várzea;  $To$  - várzea atual (BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965).

## Referências

BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. Pediplanos pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. Boletim Paranaense de Geografia, Curitiba, n. 16/17, p. 117-151, 1965.

BIGARELLA, J. J. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Contribuições de Everton Passos et al. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003. v. 3, cap. 15-22, p. 884-1436.



- 1 - Pré-Cambriano (embasamento cristalino)
- 2 - Pré-Cambriano (Grupos Setuva e Açungui)
- 3 - Ordo-Siluriano ao Devoniano (Grupo Campos Gerais: Formação Furnas e Ponta Grossa)
- 4 - Permo-Carbonífero (Gupo Tubarão: Subgrupo Itararé e Guatá)
- 5 - Permiano (Grupo Passa Dois)
- 6 - Jurássico-Cretáceo (Grupo São Bento: Arenito Botocatu, Formação Serra Geral e Formação Caiuá)
- 6 A - Formação Caiuá
- 7 - Cenozóico

Figura 1.6 - O relevo no arcabouço estrutural do Paraná (modificado de MAACK, 1947).

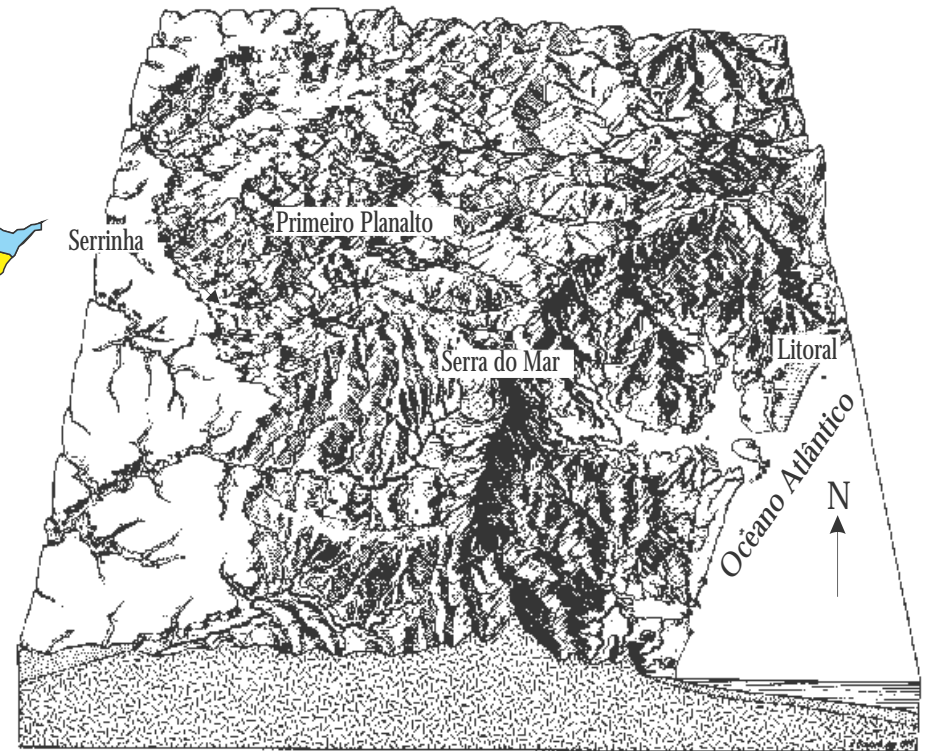


Figura 1.7 - O Litoral paranaense, a Serra do Mar, o Primeiro Planalto, a Escarpa da Serrinha e parte adjacente do Segundo Planalto (BIGARELLA (Coord.), 1978).

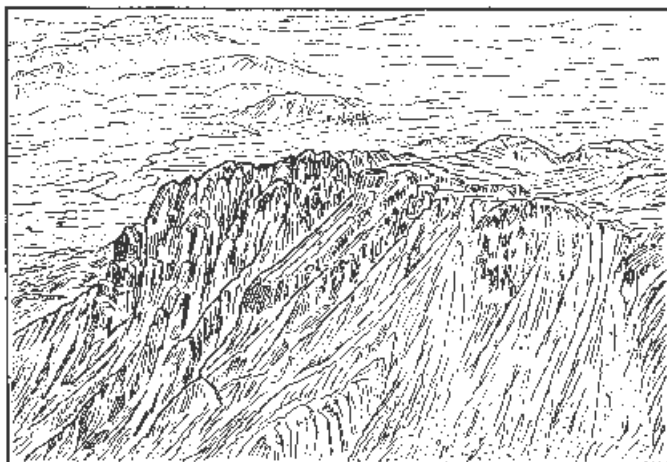


Figura 1.8 - A Serra do Marumbi com altitude compreendida entre 1.535 a 1.565m é parte integrante da Serra do Mar. Apresenta-se como um remanescente do pediplano Pd<sub>3</sub> basculado pela ação da tectônica de blocos (BIGARELLA (Coord.), 1978).



Figura 1.9 - Remanescente basculado do pediplano Pd<sub>3</sub> na Serra Ibiteraquire (Serra dos Órgãos) evidenciando as grandes linhas de falhas (BIGARELLA (Coord.), 1978).

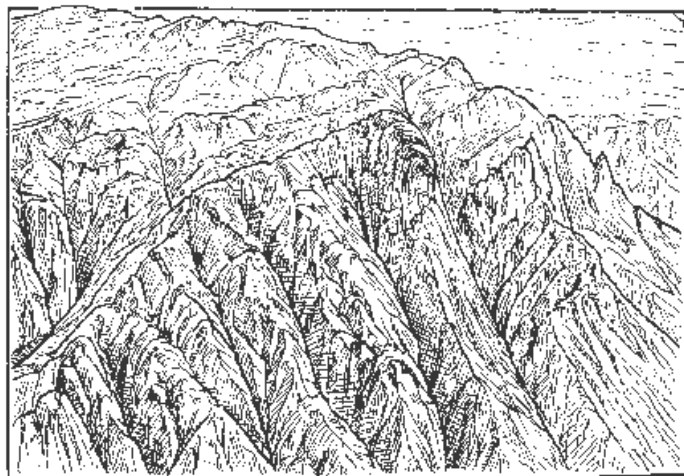


Figura 1.10 - Outro aspecto da Serra do Marumbi (face leste) com suas linhas estruturais (BIGARELLA (Coord.), 1978).

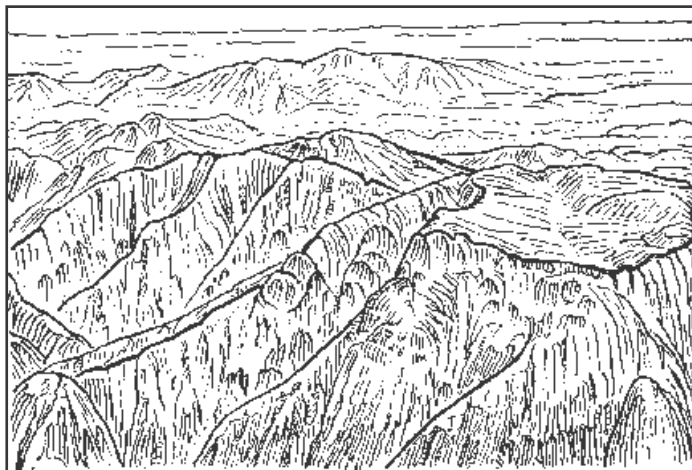


Figura 1.11 - A Serra da Graciosa com 1.472m de altitude representa igualmente um remanescente do pediplano Pd<sub>3</sub> (BIGARELLA (Coord.), 1978).

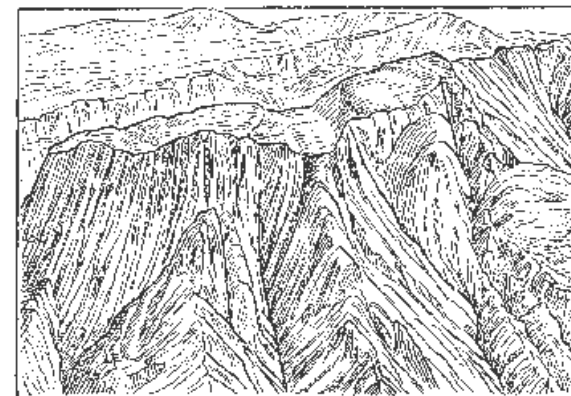


Figura 1.12 - Detalhe do pediplano Pd<sub>3</sub> basculado apresentando linhas estruturais (falhas) e um fundo de vale plano suspenso (BIGARELLA (Coord.), 1978).

## Primeiro Planalto

É limitado a leste pela Serra do Mar e a oeste pela Escarpa da Serrinha. É constituído principalmente por rochas Pré-Cambrianas. A porção meridional é drenada pelo rio Iguazu e afluentes, enquanto a porção setentrional pelos afluentes do Ribeira e a NW por afluentes do Paranapanema.

A parte meridional abrange a área de Curitiba, caracterizada por uma topografia ondulada de colinas suavemente arredondadas, cuja altitude situa-se entre 850 a 950m. Nela também encontram-se os sedimentos miocênicos da Formação Guabirotuba que jazem num embasamento cristalino formado principalmente por migmatitos e ganisses cortados por diques de diabásio orientados de SE para NW (Figuras 1.13 a 1.15).

A parte setentrional caracteriza-se por um relevo mais enérgico originado pela dissecação provocada pelo rio Ribeira e seus afluentes. Nele ocorrem numerosos cabeços de estratos, espigões e vales profundos seguindo as estruturas geológicas. São rochas dos grupos Setuva e Açungui, bem como numerosas intrusões graníticas, sendo o conjunto atravessado por numerosos diques de diabásio. No setor SW encontram-se as rochas do Grupo Castro com rochas vulcânicas riolíticas, e mais para o norte ocorrem granitos entre outras rochas.

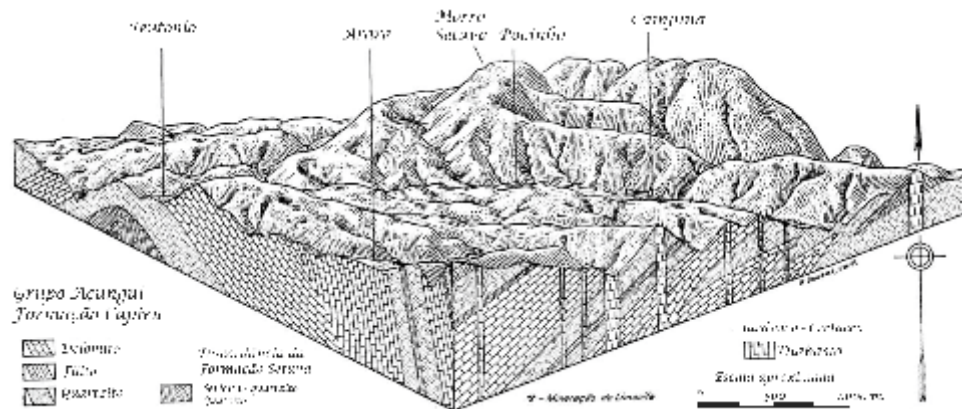


Figura 1.13 - Bloco-diagrama ilustrando a anticlinal simétrica da região Arara - Setuva, com as relações de discordância entre a formação basal Setuva e a intermediária Capirú. O mergulho do plano axial da referida anticlinal se dá para Sudoeste. Nota-se, ainda, a nítida endentação de fácies entre dolomitos e quartzitos da formação Capirú (BIGARELLA; SALAMUNI, 1958).

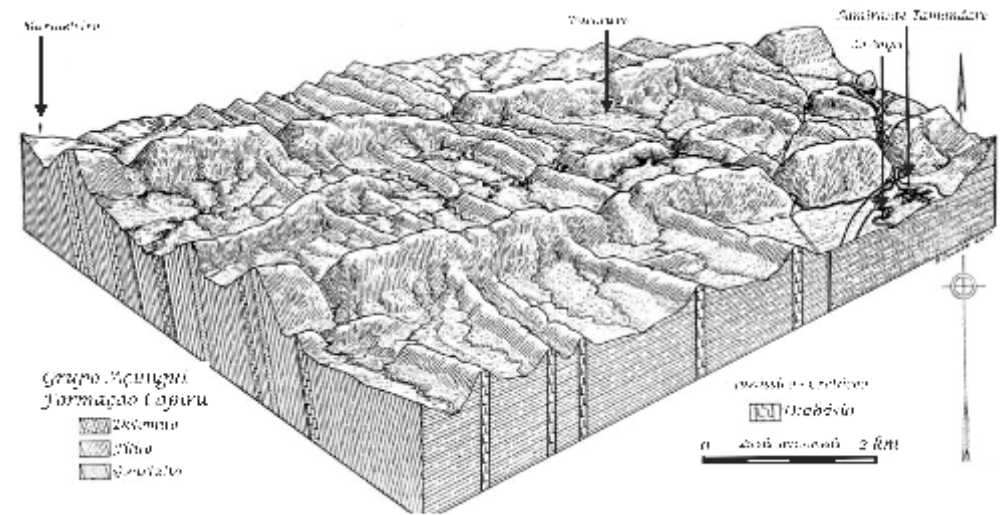


Figura 1.14 - Bloco-diagrama visualizando homoclinais da formação Capirú. Verifica-se na área uma drenagem nitidamente retangular, com diversos exemplos de rios superimpostos, produzindo "water-gaps" e "wind-gaps", estes últimos desenvolvidos por fenômenos de captura. Os cabeços de estratos (hogbacks), formando linhas de crista, se desenvolvem em camadas de quartzitos. Os diques de diabásio e andesito constituem elevações devido, possivelmente ao caráter heterogêneo das formações encaixantes. (BIGARELLA; SALAMUNI, 1958).

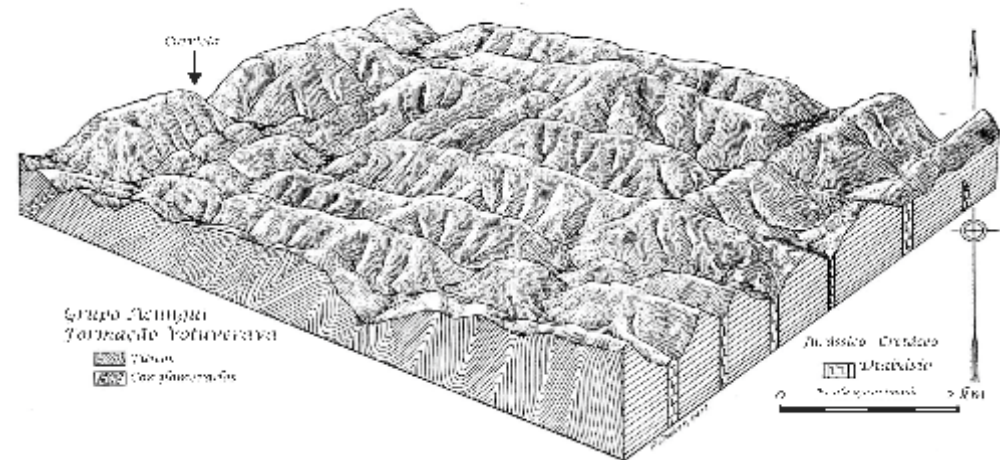


Figura 1.15 - Bloco-diagrama ilustrando dobras complexas interessando filitos da formação Votuberava. Nesta área a drenagem é retangular, de cunho evidentemente adaptado. Os diques de rochas intrusivas básicas constituem os vales da área, muito provavelmente em função da homogeneidade das rochas intrudidas (BIGARELLA; SALAMUNI, 1958).

## Segundo Planalto

Limita-se a leste pela Escarpa da Serrinha, erroneamente designada “escarpa devoniana”, este termo tem em geologia uma conotação genética, e para ser empregado ela teria que ter-se originado no Devoniano, o que não aconteceu. Ao oeste limita-se pela Escarpa da Esperança, também erroneamente designada “Escarpa Triássica”.

O segundo Planalto é constituído por rochas paleozóicas atravessadas por diques de diabásios. Na parte sul o contato entre o Primeiro e Segundo planaltos é litológico. O relevo é suave com colinas arredondadas e mesetas estruturais.

As camadas paleozóicas inclinam suavemente para noroeste, oeste e sudoeste. As altitudes variam entre 1.090 a 1200m na testa da escarpa e decrescem para oeste na frente da Escarpa da Esperança (Serra Geral). As menores altitudes encontram-se no vale do Ivaí (445m), 490m no Tibagi e 735m no Iguaçu nos boqueirões de entrada no Terceiro Planalto (MAACK, 1947).

Notável é a presença de enxames de diques de diabásio orientados de sudeste para noroeste. Onde a intrusão ocorre em rochas menos resistentes originam cristas paralelas. Mesetas são formadas por arenitos mais resistentes e relevos tabulares mais a oeste são mantidos por camadas de calcários silicificados.

## Terceiro Planalto

Desenvolve-se a oeste da Escarpa da Esperança. É a região fisiográfica mais simples pelas suas formas e estruturas. Predominam as rochas vulcânicas do magmatismo Mesozóico e em área menor no noroeste do Estado onde ocorrem os arenitos da Formação Caiuá. O Terceiro Planalto termina no rio Paraná. A morfologia da paisagem é determinada pelos remanescentes de antigas superfícies de erosão representadas pelo pediplanos Pd<sub>3</sub>, Pd<sub>2</sub> e Pd<sub>1</sub>, e pelos pedimentos P<sub>2</sub> e P<sub>1</sub> ao lado de mesetas estruturas, bem como colinas levemente onduladas. Não representa um planalto uniforme, tendo sido subdividido em quatro blocos.

O bloco norte (planalto de Apucarana) inclina de 1.100m de altitude na testa da escarpa da Bufadeira para 290m no rio Paranapanema e 235m no rio Paraná. O bloco nordeste (Araporanga) inclina de 1.150m na Escarpa da Esperança para 300m no rio Paranapanema. O bloco de Campo Mourão inclina de 1.100m na testa da escarpa para 225m no rio Paraná. O bloco sul (Guarapuava) inclina de 1.200m na testa para 197m no rio Paraná. Na rede hidrográfica

predominam os rios que correm para oeste, relíquia da antiga drenagem do continente do Gondwana.

## Pré-cambriano

As rochas pré-cambrianas têm sido referidas como embasamento ou complexo cristalino constituído por rochas metamórficas e rochas ígneas. Foram profundamente perturbadas por dobramentos e falhamentos complexos e por outras interferências estruturais.

A plataforma Sul-Americana (ALMEIDA, 1971; ALMEIDA et al., 1981) constitui uma região tectônica com uma história geológica complexa que remonta ao Arqueano, tendo se estabilizado após o encerramento do ciclo brasileiro no Pré-Ordoviciano. Este ciclo teve início entre 1.100 Ma. a 700 Ma. e terminado a 450 Ma. O Embasamento da plataforma Sul-Americana acha-se estruturado sobre rochas metamórficas de fácies anfíbólito e granulito e granitóides de idade arqueana afetado pelo Ciclo Transamazônico com idade em torno de 1.800 a 2.200 Ma.

O ciclo Brasileiro representa um importante evento tectono-magmático de formação das unidades supracrustais ocorrido na plataforma Sul-Americana no Proterozóico Superior. As áreas cratônicas pré-brasilianas comportam-se como áreas estáveis no decorrer do ciclo Brasileiro, fornecendo detritos às bacias marginais que então se formavam.

As bacias sedimentares intracratônicas desenvolveram-se durante um estágio de maior estabilidade da plataforma Sul-Americana. Iniciaram-se com uma sedimentação preponderantemente marinha no Ordoviciano, Siluriano e Devoniano, de caráter glacial, periglacial e interglacial com ligeiras incursões marinhas no Carbonífero Superior, e continental no Permiano ao Cretáceo, além de intenso vulcanismo Jurássico-Cretáceo.

## Complexo gnáissico migmatítico

Na parte central e meridional do Primeiro Planalto encontram-se vários tipos de rochas metamórficas: migmatitos, gnaisses e outras metamórficas associadas, resultante do metamorfismo de sedimentos marinhos pelíticos e calcopelíticos, incluindo intercalações menores de arenitos, arenitos sítico-argilosos e de rochas calcárias. Entre as rochas associadas aos migmatitos encontram-se xistos magnesianos, anfíbolitos e quartzitos.

A posição dessas rochas na coluna geológica ainda é obscura e discutível em virtude da falta de afloramentos que mostre uma relação clara com as sequências epí-metamórfica dos grupos Setuva e Açungui. Há razões para considerá-las mais antigas, porém, pode-se também supor uma evolução ultrametamórfica de parte dos grupos mencionados.

### Grupo Açungui

Compreende um grupo de rochas originalmente sedimentares que sofreram dobramentos e um metamorfismo de baixo grau (epimetamorfismo). Os sedimentos foram depositados num ambiente marinho de águas quentes responsável pela deposição de rochas calcárias e recifes de algas calcárias. Maack (1947) estimou uma espessura entre 5.000 e 7.000m, onde as rochas mais comuns são os filitos, quartzitos, calcários, calcários dolomíticos e dolomitos.

O grupo Açungui foi subdividido por Bigarella e Salamuni (1956) em três formações: Setuva, Capiru e Votuverava. Posteriormente a Formação Setuva assumiu o status de Grupo. No Grupo Açungui foi incluída uma nova formação: Formação Águas Claras, acima da Formação Votuverava. Todas as formações foram dobradas em anticlinais e sinclinais assimétricas, bem como sofreram intrusões graníticas no Cambriano.

Na área de ocorrência das rochas calcárias encontram-se várias grutas originada pela dissolução causada pela percolação da água. Algumas das maiores elevações no Primeiro Planalto resultaram da maior resistência das rochas quartzíticas à erosão: Serras de Ouro Fino, Sant'Ana, Bocaina, entre outras. Algas fósseis do gênero *Collenia* sp. são relativamente comuns nos dolomitos da Formação Capiru (Figura 1.5).

### Intrusões graníticas

Numerosas intrusões graníticas ocorrem em extensas áreas do Primeiro Planalto e na Serra do Mar. Formam batólitos com superfícies expressivas. Na Serra do Mar destaca-se o granito do Marumbi. Alguns estão associados aos processos de migmatização regional. Entre os corpos intrusivos nos metassedimentos dos grupos Setuva e Açungui encontram-se os granitos de Três Córregos, Cerne, Morro Grande, Varginha, Piedade e Rio Abaixo.

### Formação Camarinha

Jaz em discordância angular sobre o Grupo Açungui, apresentando os mesmos aspectos tectônico deste grupo. A Formação Camarinha é constituída por sedimentos detriticos não metamorfoseados de coloração castanho escura a castanho avermelhada, composta predominantemente por siltitos com importantes intercalações de conglomerados polimíticos. Foram depositados através de correntes de turbidez originadas por corridas de lama que adentraram um ambiente marinho tectonicamente instável, sua idade corresponde ao Cambriano (Figura 1.16).

### Grupo Castro e Formação Guaratubinha

Estas unidades possuem sedimentos imaturos associados à rochas vulcânicas ácidas, intermediárias e básicas depositadas em bacias tectônicas de ambiente continental. As sequências de vulcanitos da área Castro a Pirai do Sul, de idade paleozóica inferior foram datadas em 450 Ma. no início do Ordoviciano. As rochas sedimentares associadas foram depositadas em ambiente continental, provavelmente em condições semi-áridas, sendo em parte fluviais (aluviais) ou lacustres. Entre as rochas sedimentares encontram-se arcósios, siltitos e conglomerados.

As rochas vulcânicas compreendem intrusivas e efusivas: andesitos, riolitos, tufos, ignibritos, brechas vulcânicas e aglomerados.

### Formação Iapó

Aflora na rodovia Castro-Tibagi, na Serra São Joaquim sob o Arenito Furnas. Jaz em discordância angular sobre o Grupo Castro. A Formação Iapó é constituída por uma sucessão de sequência rudáceas com matriz areno-silto-argilosa. O material rudáceo e polimítico com fenoclastos angulares a subarredondados. Maack (1947) interpretou este depósito como tilito, entretanto esta interpretação é questionável. Trata-se de um diamictito depositado através de um fluxo denso (corrida de lama), não necessariamente de origem glacial. O número de fenoclastos é maior do que aquele encontrado em tilitos. Predominam os fenoclastos de granitos e gnaisses, seguidos pelos de riolitos, quartzitos, siltitos, quartzo, arenito, filito e sílex (Figura 1.17).



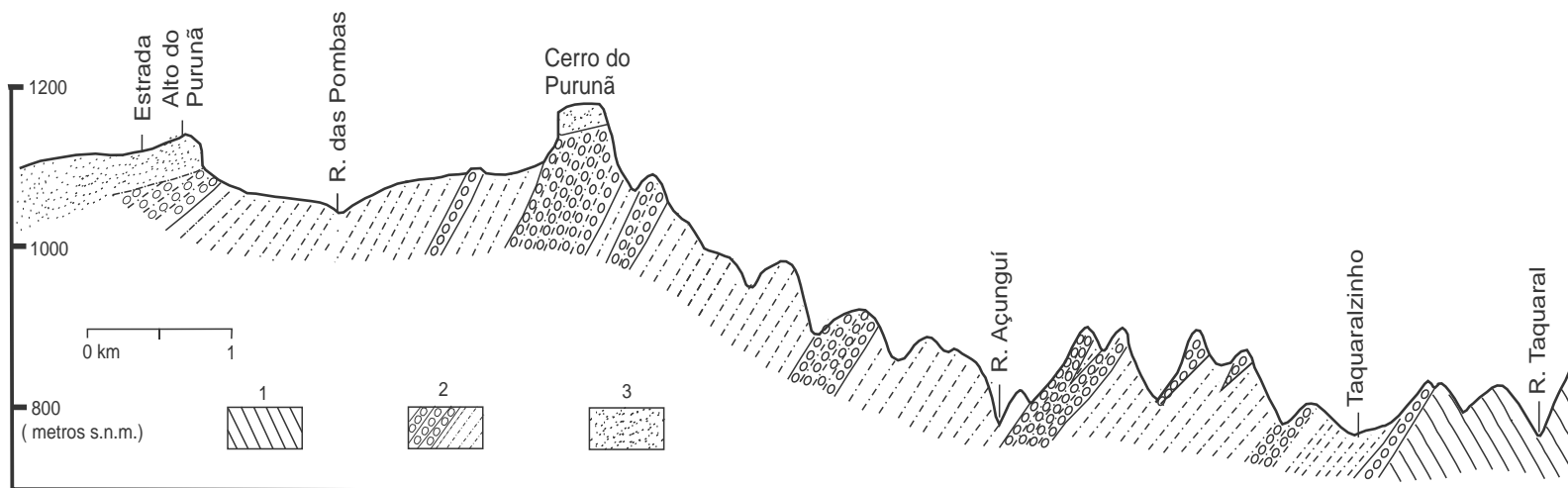


Figura 1.16 - Esquema da seção geológica mostrando a relação entre o grupo Açungui, Formação Camarinha e Formação Furnas. 1. Filito (Grupo Açungui); 2. Siltitos e conglomerados (Formação Camarinha); 3. arenitos da Formação Furnas; Cerro do Purunã, cerca de 15km oeste-noroeste de Campo Largo, Paraná (MURATORI, 1966).

Truncando os depósitos da Formação Iapó bem como de diversas seqüências mais antigas (Grupo Castro, Grupo Açungui e outras seqüências do embasamento cristalino) encontra-se uma superfície de erosão de grande extensão no continente de Gondwana (paleoplano, possivelmente pediplano), a qual ocorre na base do Arenito Furnas e do Arenito Serra Grande, no Brasil, bem como na África do Sul na base da Formação Península e também na base de arenitos equivalentes no Saara. Na África estes arenitos foram datados como Ordovicianos.

O Ordoviciano e o Eo-Siluriano constituem um momento importante da história do desenvolvimento da estrutura da plataforma Sul-Americana, assinalado por uma nova etapa de evolução caracterizada por calma tectônica.

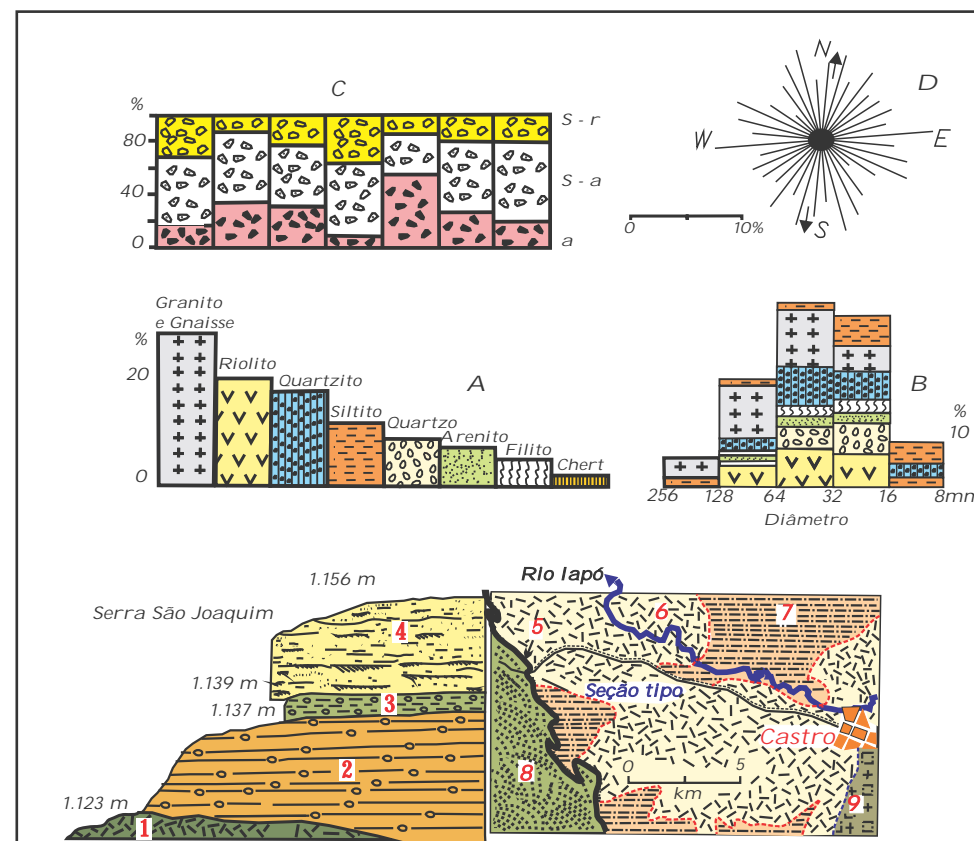


Figura 1.17 - Seção tipo da Formação Iapó 1 - Riolito; 2 e 3 - Formação Iapó; 4 - Arenito Furnas; 5 - Afloramentos da Formação Iapó; 6 - Riolito; 7 - Siltito e arenito (6 e 7 Grupo Castro); 8. Formação Furnas. A - litologia da Formação Iapó fenoclastos de acordo com sua natureza e frequência; B - análise do tamanho dos fenoclastos em percentagem (frequência do número de fragmentos de acordo com a litologia); C - frequência de fenoclastos angulares e subangulares/subarredondados, de acordo com a litologia referidos no diagrama A; D - eixos indicando a direção dos seixos nos diamictitos da Formação Iapó. Os resultados mostram praticamente nenhuma orientação preferível dos seixos (modificado de MAACK, 1947).

## A deriva continental e a tectônica de placas

### O continente de Gondwana

As evidências a propósito da justaposição dos continentes foram sistematizadas por Alfred Wegener em 1915 (ver Box 1.4). Entretanto, até meados do século XX a maioria dos geólogos ainda considerava os continentes e fundos oceânicos como fixos e admitiam a presença de “pontes intercontinentais” para explicar o complexo problema da evolução, evidenciado pelo estudo dos fósseis. As evidências da expansão do fundo oceânico e os dados geológicos sobre as margens continentais indicam que os oceanos Atlântico, Ártico e Antártico não existiam, tendo surgido a partir do rompimento e migração dos fragmentos de um supercontinente (Pangéia) de natureza siálica (Figura 1.17).

A deriva continental foi acompanhada do deslocamento lateral da crosta oceânica a partir das dorsais submarinas. Nestas, teve início o movimento de convecção que trouxeram e ainda trazem material do manto terrestre em direção à superfície (Figuras 1.18 e 1.19).

Na deriva continental não está apenas envolvida a crosta terrestre, mas também o manto superior até uma profundidade de 70 a 100km. O rompimento da Pangéia ocorreu a cerca de 180 Ma. durante o advento do Período Jurássico. Anteriormente a esse momento os continentes encontravam-se justapostos. Havia contiguidade territorial na “Terra de Gondwana” entre América do Sul,



Figura 1.17 - O Supercontinente Pangéia.

África, Índia, Madagascar, Antártica e Austrália (Figura 1.18).

A litosfera move-se sobre uma camada semifundida do manto superior designada de astenosfera. A velocidade varia de 1 a 10cm por ano. O continente Sul-americano desloca-se para o oeste, em média 2,8cm por ano. Na tectônica de placas as placas continentais colidem umas com as outras, gerando regiões de compressão ou de tensão. Na placa Sul-Americana, a Cordilheira dos Andes foi gerada por esforços de compressão, enquanto a Serra do Mar por esforços tensionais (Figuras 1.18 a 1.20).

#### Box 1.4

Alfred Wegener

*Renato Lada Guerreiro\**

Alfred Lothar Wegener (1880-1930), de nacionalidade alemã, foi meteorologista, geofísico, astrônomo e defensor da idéia de que todos os continentes um dia estiveram unidos numa única massa terrestre denominada *Pangea* (do latim Pan=toda e gea=terra), a aproximadamente 200-225 milhões de anos. Apoiando-se em dados paleontológicos, geológicos, morfológicos e paleoclimáticos, Wegener propôs a teoria da Deriva Continental sugerindo que da fragmentação do supercontinente Pangea, surgiam os continentes e ilhas como conhecemos hoje. Em 1915 publicou a Teoria da Deriva dos Continentes na qual defendia que a força impulsora da movimentação dos continentes era provida das marés e da própria rotação da Terra. Contudo, as dificuldades de ordem física e matemática não foram suficientes para sustentar esse modelo de movimentação, levando a comunidade científica a levantar fortes críticas à teoria. Entre as décadas de 1950-60, a teoria de Wegener ganha novamente status, principalmente por conta dos estudos sobre o fundo oceânico, ficando cada vez mais evidente a presença de grandes “cadeias de montanhas” submersas chamadas dorsais meso-oceânicas placas continentais que deslizavam sobre a crosta em fusão (astenosfera), ligadas a forças internas provocadas pelas correntes de convecção do manto. Evidenciada a força motriz capaz de movimentar as enormes massas continentais, a Teoria da Deriva dos Continentes é remodelada e rebatizada como Teoria da Tectônica Global. Alfred Wegener morreu de hipotermia numa campanha na Groenlândia onde implantava estações meteorológicas, depois de regressar de uma expedição de resgate a colegas acampados num campo de gelo, um dia após seu quinquagésimo aniversário.



\*Pesquisador do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam.

Cortesia do Instituto Alfred Wegener para Pesquisa Polar e Marinha (<http://www.awi.de>)

### Deriva continental

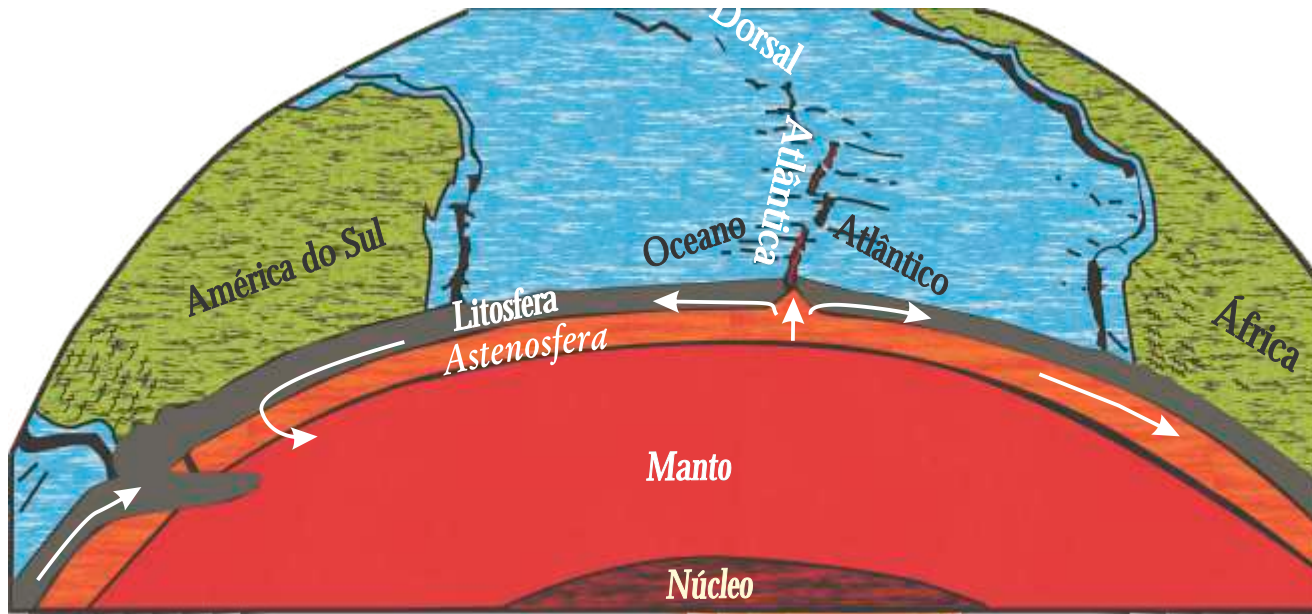


Figura 1.18 - Mecanismo da tectônica de placas. Colisão entre as placas Sul-Americana e a de Nazca foi responsável pela formação da Cordilheira dos Andes, desenvolvendo câmaras magmáticas, dobrando as rochas sedimentares, acompanhado de intensa atividade vulcânica e sísmica. No lado oriental da placa ocorreram grandes falhamentos que formaram através dos tempos as montanhas em blocos da Serra do Mar, além de favorecer a retenção de hidrocarbonetos nas jazidas petrolíferas (modificado de WILSON, 1966, c1976; MARTÍN ESCORZA, 1978).

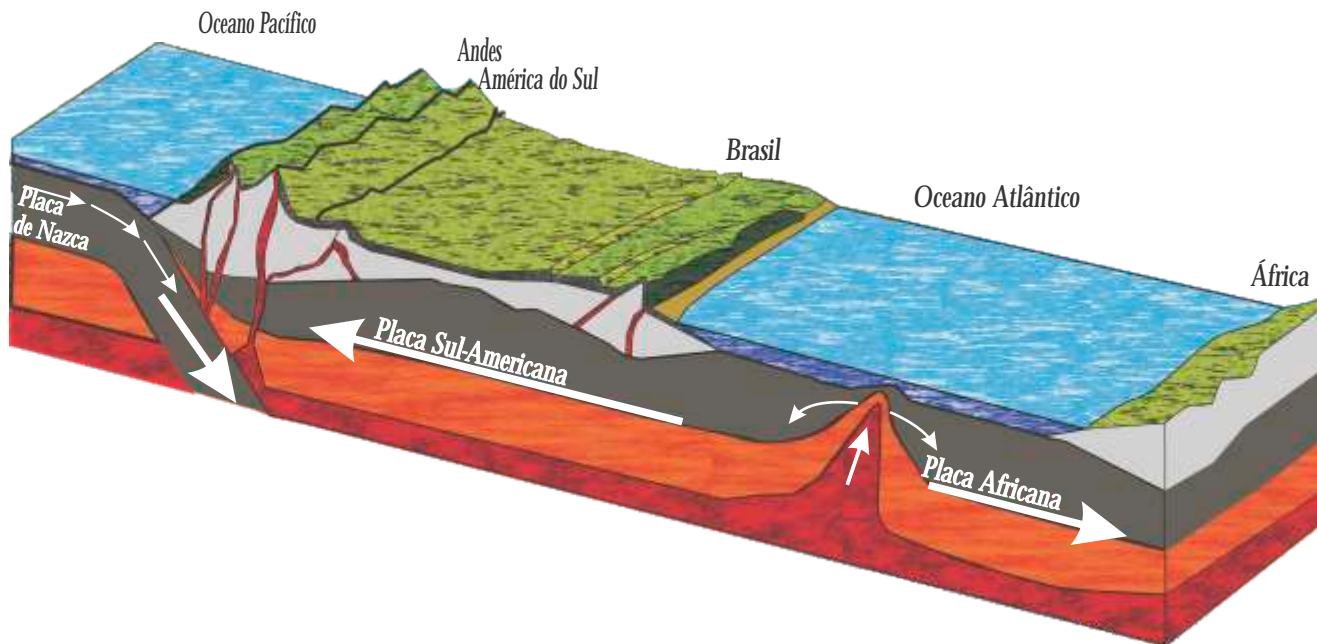


Figura 1.19 - Movimentação das placas Africana e Sul-Americana. A última move-se para Oeste, de encontro a Placa de Nazca, enquanto que a primeira se dirige para Leste. O material do manto eleva-se no meio do oceano, formando a dorsal atlântica, e desliza em direções opostas, deslocando os continentes como se estivessem sobre uma enorme "correia transportadora". No encontro com a placa de Nazca situa-se uma zona de subducção na qual se localizam os epicentros dos terremotos (BIGARELLA; LEPREVOST; BOSANELLO, c1985).

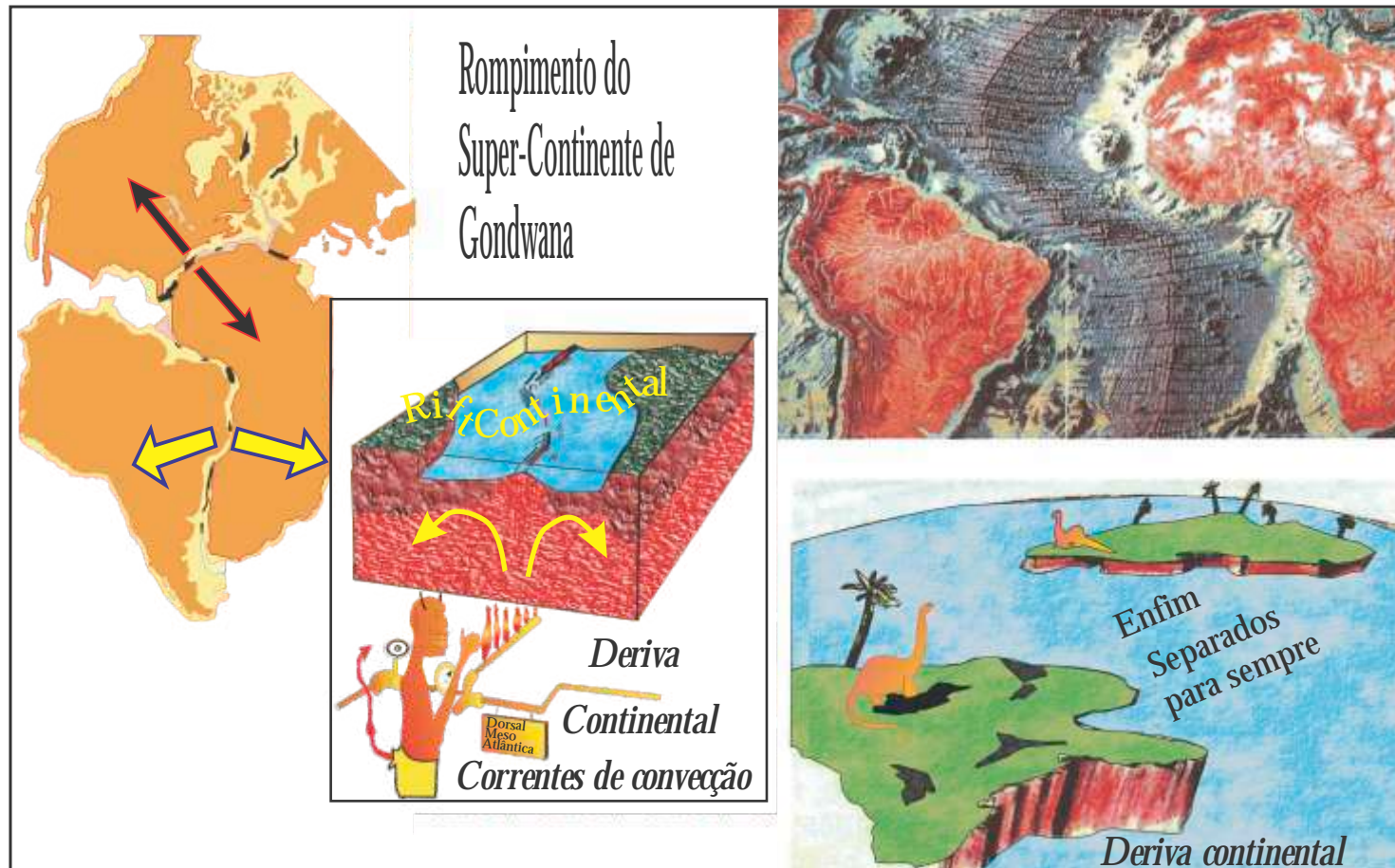


Figura 1.20 - De acordo com a deriva continental proposta por Alfred Wegener a migração dos continentes resultaria de fortes correntes que de origem a Dorsal Atlântica e o deslocamento das placas tectônicas movimentando a América do Sul para Oeste e a África para Leste (TAKEUCHI; UYEDA; KANAMORI, 1974; WILSON, c1976; LINSKER (Ed.), 2003) (Desenhos inferiores, R. Dietz).

Na África do Sul, na Província do Cabo, na Formação Península segundo Rust (1967) teria sido encontrado um braquiópodo de idade ordoviciano. Na Argélia, no deserto do Saara, o Prof. Seilacher (BIGARELLA, 1973) encontrou na Unidade II, a pista do trilobita *Crussiana* sp. Também de idade ordoviciano (Figura 1.24).

A sedimentação desses arenitos foi interrompida pela deposição de uma sequência glacial que gerou estrias glaciais

e sedimentos periglaciais reconhecidos tanto na África do Sul como no Saara, bem como na Formação Serra Grande no Piauí.

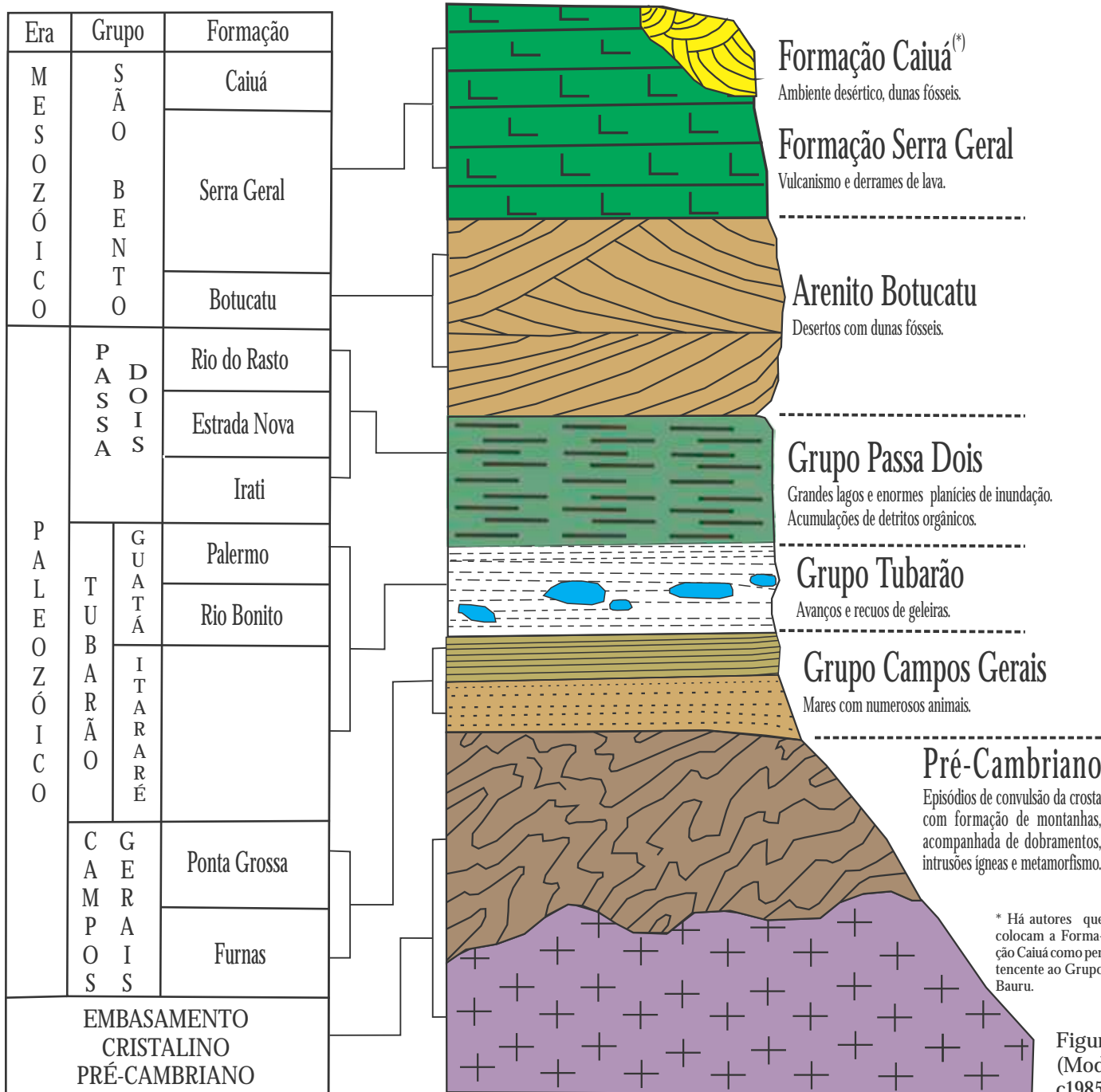
Com estas informações deixou-se de considerar o Arenito Furnas como Devoniano, admitindo uma idade Ordo-Siluriana (BIGARELLA, 1973). Na paleogeografia do continente de Gondwana, a fonte dos sedimentos situava-se numa área localizada entre o Congo e a Namíbia, onde o transporte era radial e periférico.

O ambiente de sedimentação era marinho raso. A transgressão marinha responsável pela deposição do Arenito Furnas e equivalentes realizou-se sobre pediplano de idade possivelmente ordoviciano inferior (?). No Paraná corta rochas do embasamento (Grupo Açunguá, Formação Camarinha, Grupo Castro, Formação Iapó, entre outras).

## Formação Furnas

Durante muitos anos e ainda atualmente a Formação Furnas tem sido considerada devoniana, pela sua relação com a Formação Ponta Grossa, cujos fósseis são devonianos. Considerava-se o Arenito Furnas como depósito costeiro e o Folhelho de Ponta Grossa como de águas mais profundas (Figura 1.21).

Com o fim de estudar a paleogeografia do continente de Gondwana, foi realizado uma série de medições de estratos cruzados no Arenito Furnas e nos seus equivalentes no Nordeste (Formação Serra Grande), Goiás, Mato Grosso, Paraguai e Argentina, bem como na África do Sul e no Saara. As características texturais e estruturais são bastante semelhantes (Figuras 1.22 e 1.23).



No Nordeste brasileiro e no Saara trunca rochas do embasamento cristalino; na península do Cabo corta rochas graníticas. Esse enorme pediplano pode ser utilizado como elemento guia na linha do tempo, no mesmo sentido de “camada guia” da estratigrafia.

A Formação Iapó foi considerada por Maack (1947) como glacial, baseado num diamictito, entretanto, nessa sequência não é possível comprovar esta interpretação. O Prof. Seilacher (informação verbal) encontrou no Arenito Furnas um trilobita, que descreveu como de idade siluriana, por ter sido informado de que o Arenito Furnas jaz sobre depósitos glaciais (sic). Convém destacar que a Formação Iapó é truncada pelo grande pediplano ordoviciano acima referido que fica na base dos arenitos equivalentes encontrado no Nordeste, Saara e Província do Cabo.

A Formação Furnas é constituída predominantemente por arenitos com estratificação cruzada do tipo planar e acanalada (Figuras 1.25 e 1.26). Ocorrem igualmente conglomerados, geralmente lenticulares de extensão lateral limitada, formados predominantemente por seixos de quartzo e quartzitos (Figura 1.27). Localmente a Formação Furnas desenvolve-se a partir de um conglomerado basal. Na sequência sedimentar ocorrem intercalações de sedimentos finos de caráter silto-argiloso, caracterizado pela presença frequentemente de palhetas de mica (muscovita). A espessura destes sedimentos geralmente é inferior a 20cm.

Figura 1.21 - Esquema da coluna geológica da Bacia do Paraná. (Modificado de BIGARELLA; LEPREVOST; BOLSANELLO c1985).

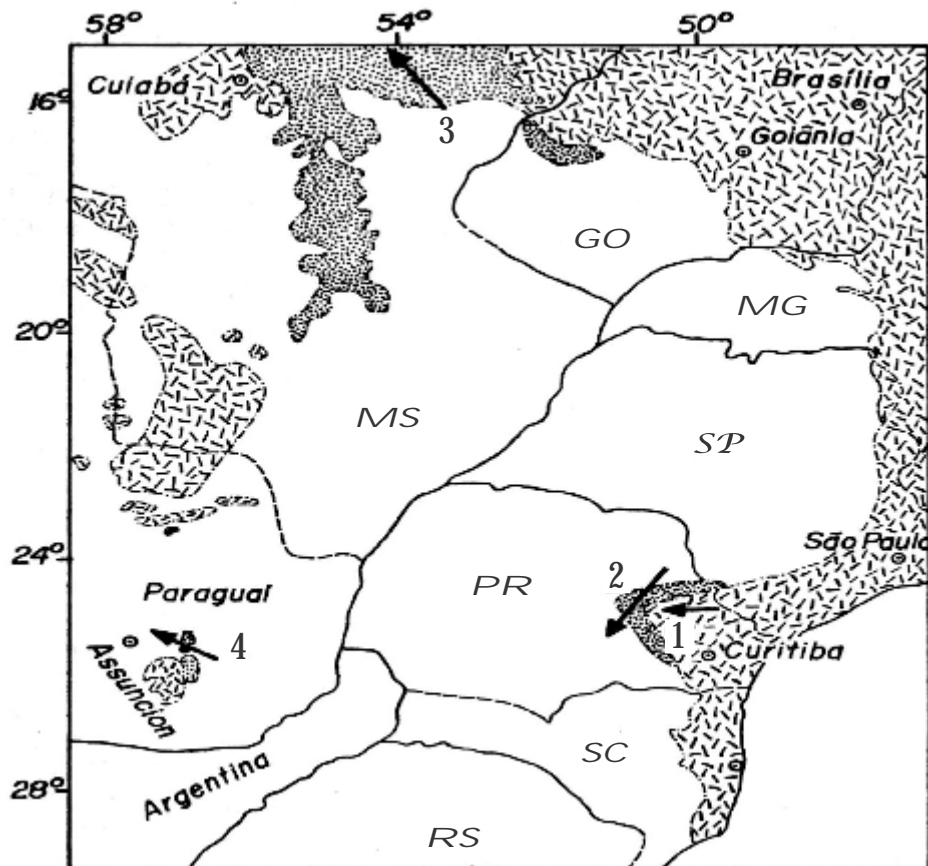


Figura 1.22 - Paleocorrentes dos arenitos das formações Furnas e Cacupé (Bacia do Paraná). 1 - direção das paleocorrentes obtidas na seção inferior da Formação Furnas (Estado do Paraná); 2 - direção das paleocorrentes dos afloramentos da seção média e superior da Formação (Furnas Estado do Paraná); 3 - direção das paleocorrentes dos afloramentos da Formação Furnas na parte norte da Bacia do Paraná (Estados do Mato Grosso do Sul e Goiás); 4 - direção das paleocorrentes da Formação Cacupé no Paraguai. As setas 1, 3 e 4 referem-se a correntes paralelas a inclinação do fundo do mar, i. é, normais à linha de costa. A seta 2 representa paleocorrentes fluindo paralelamente às linhas isópacas, e foram interpretadas como correndo paralelas à linha de costa pretérita (BIGARELLA; SALAMUNI; MARQUES FILHO, 1966).

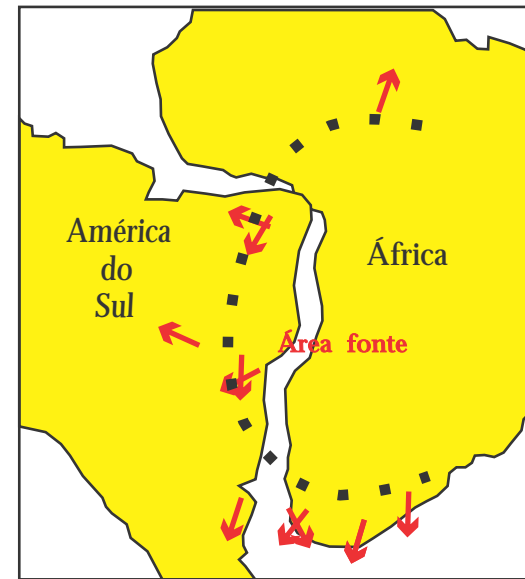


Figura 1.23 - Direções médias das paleocorrentes deduzidas das seqüências ordovicianas e/ou silurianas da África e América do Sul. Um padrão periférico radial é sugestivo, indicando como procedência dos sedimentos uma área comum localizada no Brasil Oriental e na África Ocidental. As setas indicam as tendências do transporte das seguintes formações: Unidade II (Sahara Central), Formação Serra Grande e Membro Itaim, Formação Furnas, Formações Providência e La Tinta e Grupo Table Mountain (BIGARELLA, 1970).



Figura 1.24 - Pistas fósseis no Arenito Furnas (Ordo-Siluriano), São Luiz do Purunã, PR. Foto: BIGARELLA, João José.



Figura 1.25 - Afloramento do Arenito Furnas nas proximidades de São Luiz do Purunã, PR. Foto: BIGARELLA, João José.



Figura 1.26 - Discordância angular entre a Formação Capiru (Grupo Açungui) e a Formação Furnas, Escarpa da Serrinha, antiga rodovia Curitiba - Ponta Grossa, PR. Foto: BIGARELLA, João José.



Figura 1.27 - Conglomerado da porção basal da Formação Furnas, Escarpa da Serrinha, rodovia Curitiba - Ponta Grossa, PR. Foto: BIGARELLA, João José.

## Formação Ponta Grossa

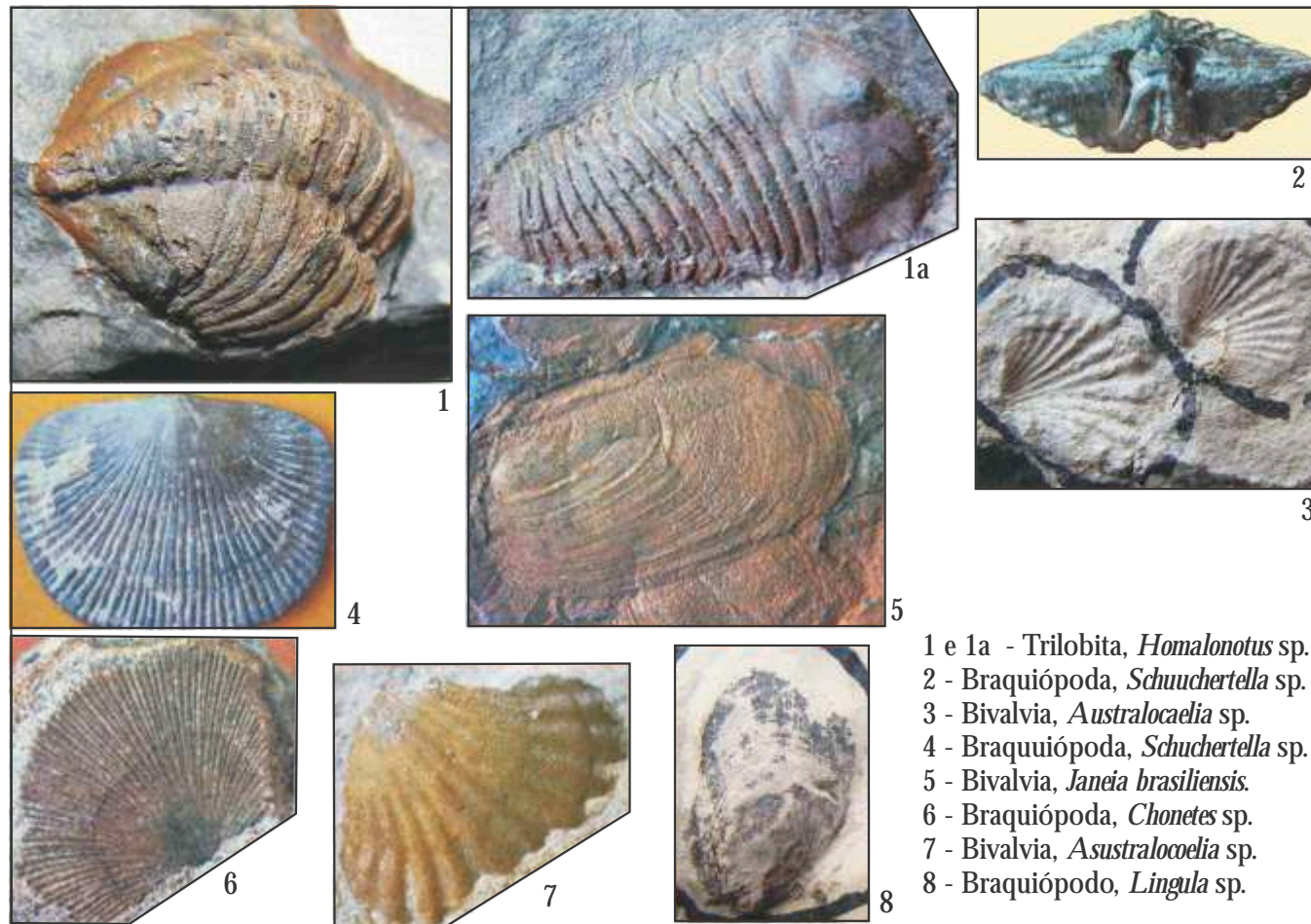
É constituída predominantemente por folhelhos marinhos devonianos caracterizados por uma fauna austral (*Malvinokaffri*) com *Australospirifer* sp., *Chonetes* sp., *Lingula* sp., *Derbyina* sp., *Leptocoelia* sp., *Osiculoidea* sp., *Vaneia* sp., *Nuculites* sp., entre outros, além de Gastropoda, Trilobita, Echinodermata, Annelida e plantas fósseis (talofitas) (Figura 1.28).

As paleocorrentes dessa época tinham orientação predominante Sul (continente africano) e Oeste (América do Sul) (Figura 1.29).

A Formação Ponta Grossa jaz sobre a Formação Furnas. Esta era

considerada como sequência depositada mais próxima à costa, enquanto a primeira teria sido depositada em águas mais profundas. Entretanto apesar do contato entre ambas ser aparente e concordante, há na realidade uma discordância erosiva entre as duas unidades, bem como um hiato considerável de tempo.

Na Formação Ponta Grossa é característica a ocorrência de folhelhos escuros com pirita, folhelhos carbonosos e betuminosos, representando ambientes com condições redutoras (com alto teor de matéria orgânica). A fauna indica condições climáticas frias pela ausência de corais e briozoários (Ectoproctas). De acordo com Lange (1967) a idade dos folhelhos é devoniana inferior entre 380 e 360 Ma.



- 1 e 1a - Trilobita, *Homalonotus* sp.  
 2 - Braquiópoda, *Schuchertella* sp.  
 3 - Bivalvia, *Australocaelia* sp.  
 4 - Braquiópoda, *Schuchertella* sp.  
 5 - Bivalvia, *Vaneia brasiliensis*.  
 6 - Braquiópoda, *Chonetes* sp.  
 7 - Bivalvia, *Asustralocaelia* sp.  
 8 - Braquiópoda, *Lingula* sp.

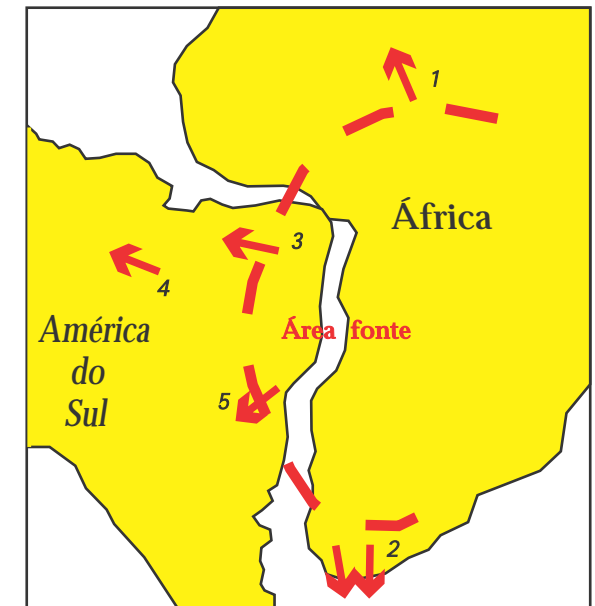


Figura 1.29 - Paleocorrentes dos mares devonianos deduzidas dos arenitos de mesma idade encontrados no antigo continente de Gondwana (BIGARELLA, 1973).

Figura 1.28 - Fósseis devonianos da Formação Ponta Grossa - PR. Fotos: 1, 3, e 8 (PAROLIN, Mauro. Lepafe/Feciclam); Fotos: 1a, 2, 4, 5, 6 e 7 (BIGARELLA; LEPREVOST; BOLSANELLO, c 1985).



## Grupo Tubarão

É formado por dois subgrupos: Itararé e Guatá, este constituído por duas formações; Rio Bonito e Palermo.

Após a deposição da Formação Ponta Grossa ocorreu durante o Carbonífero Inferior um longo período de erosão e denudação acompanhado de movimentos epirogênicos lentos. O relevo era relativamente suave.

A partir do Devoniano o clima sofreu um resfriamento progressivo culminando com a Glaciação Gondwânica no Carbonífero Superior (Figura 1.30). A direção do movimento das geleiras durante a glaciação gondwânica de acordo com vários autores está assinalada na figura 1.31.

Durante a glaciação grandes extensões do Brasil Sudeste, Meridional e Mato Grosso do Sul estiveram cobertas por uma geleira continental. No Paraná foram reconhecidos quatro avanços do gelo intercalados com épocas interglaciais. Na segunda época glacial, durante o recuo das geleiras foi depositado o Arenito de Vila Velha (Figura 1.32).

No Carbonífero Superior, as geleiras procedentes de sul sudeste avançaram várias vezes para norte noroeste, deixando uma série de depósitos característicos representados por sedimentos glaciais, periglaciais e interglaciais, com camadas de carvão interglaciais depositadas numa paisagem com inúmeros lagos originados pelo recuo das geleiras (Figuras 1.33 a 1.35).

Durante o avanço das geleiras o Paraná cobria-se com uma espessa camada de gelo continental com várias centenas de metros de espessura. Em seu lento e contínuo movimento arrastavam e incorporavam enormes quantidades de detritos, desde partículas finas até blocos e grandes matacões rochosos.

Sendo a massa de gelo bastante plástica, os diversos materiais em suspensão no gelo deslocavam-se para a base da geleira, onde se depositaram, formando uma camada com até duas dezenas de metros de espessura, referida como moraina basal e, quando litificada, como tilito. Para cada avanço da geleira formou-se um horizonte extenso de tilito, bem como superfícies estriadas (Figura 1.36) ou de diamictitio (tilito retrabalhado).

Com a melhoria das condições climáticas, as geleiras recuavam devido a um degelo generalizado causado pela elevação da temperatura global. Formavam-se fraturas e túneis por onde as águas do degelo escoavam retrabalhando os depósitos basais e formando outros tipos de sedimentos que deram origem a arenitos e siltitos.

Nos solos mal drenados da planície de degelo, no Carbonífero Superior, coberta de pequenos lagos e pântanos desenvolveu-se uma vegetação arbórea

constituída de plantas pertencentes aos gêneros *Glossopteris* sp., *Gangamópteris* sp., *Phyllotea* sp., entre outras, semelhantes a espécies gigantes dos fetos arborecentes atuais (Figuras 1.37 e 1.38).

Os sedimentos interglaciais estão representados por depósitos fluviais e marinhos de natureza eustática, evidenciada pelo Folhelho de Passinho, com *Lingula imbituensis* (redefinida como *Barroisella imbituensis*, posteriormente referida como *Langella* sp. por Mendes (1961), *Orbiculoidea guaraunensis*, *Chonetes rionegrensis*, entre outros.

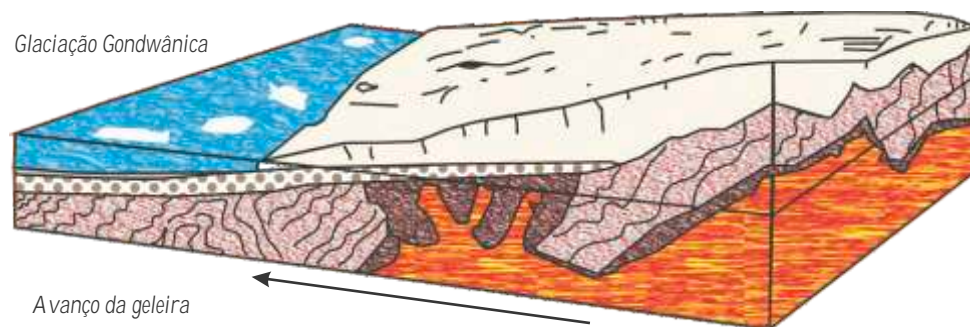


Figura 1.30 - Bloco-diagrama esquemático da geleira continental que se deslocou para norte noroeste (modificado de BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 1994).

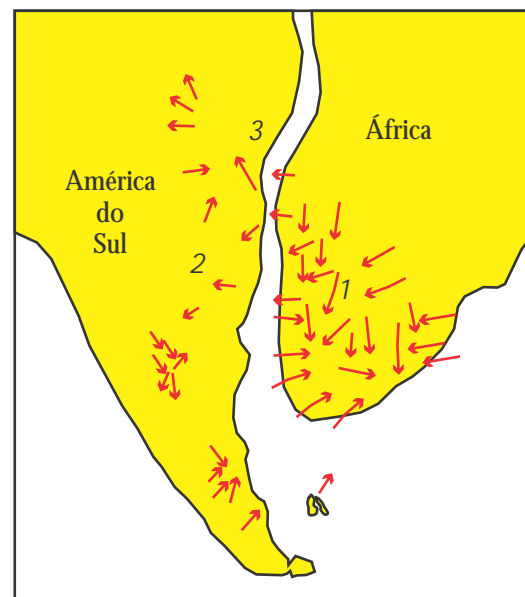


Figura 1.31 - Paleocorrentes, pavimentos estriados e direções do movimento do gelo relativos aos depósitos glaciais e periglaciais das glaciações gondwânicas (baseado em DU TOIT, 1952; ROCHA- CAMPOS, 1963, 1967, MARTIN, 1964; BIGARELLA; SALAMUNI 1967; FRAKES; CROWELL, 1969): 1 - Bacia do Karroo; 2 - bacia do Paraná; 3 - sentido do transporte médio correspondente aos depósitos glaciais e periglaciais de três glaciações gondwânicas no Estado do Paraná. A direção média referida em "3" baseia-se na orientação das estrias glaciais, petrofabríco dos tilitos e medidas de estratificação cruzada.

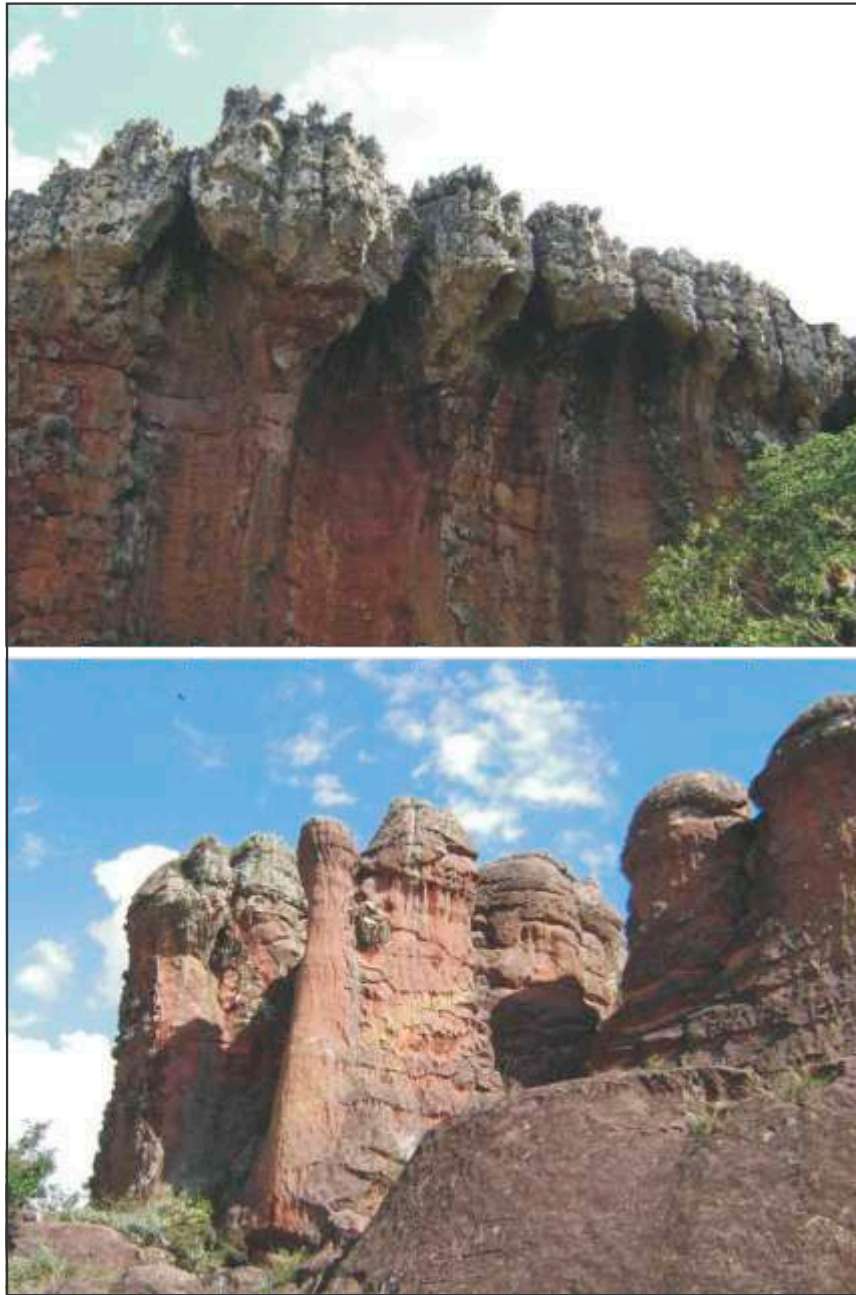


Figura 1.32 - Arenito de Vila Velha (Subgrupo Itararé), Ponta Grossa, PR. Foto: SILVA, Pedro Augusto Hauck da.

Os depósitos marinhos foram grupados por Lange (1954) como Formação Teixeira Soares incluindo os membros Rio d'Areia, Siltito Baitaca e Folhelho Passinho. O Membro Rio d'Areia destaca-se pela presença de *Aviculopecten* sp., *Promytilus* sp., *Myalinellam* sp., entre outros.

O subgrupo Itararé englobando os depósitos glaciais, periglaciais e interglaciais jazem em inconformidade erosiva sobre o Arenito Furnas, Folhelho Ponta Grossa e sobre os metamorfitos pré-cambrianos. Foi depositado sobre um relevo irregular de uma topografia colinosa. Muitos vales foram descritos como vales glaciais originados pelo avanço das geleiras gondwânicas. A ocorrência de superfícies estriadas é frequente na região ao entorno da Colônia Witmarsum (Município de Palmeiras) (Figura 1.36) onde se encontra um sítio geológico. As estrias ocorrem sobre o Arenito Furnas, bem como em arenitos periglaciais do próprio Subgrupo Itararé previamente depositados.

Entre os depósitos periglaciais encontram-se, além de arenitos (Vila Velha e Lapa), varvitos, ritmitos, folhelhos silticos e diamictitos (tilito retrabalhado).

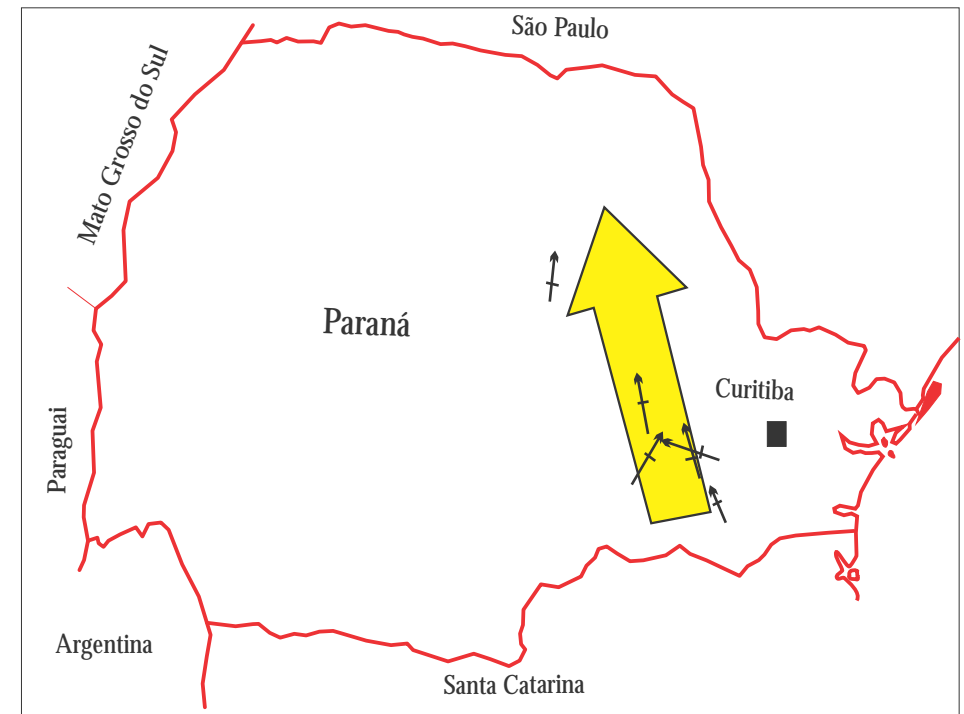


Figura 1.33 - Sentido das paleocorrentes deduzido a partir dos estratos cruzados dos arenitos periglaciais do Sub-grupo Itararé. A seta maior refere-se à média das 6 localidades estudadas (BIGARELLA; SALAMUNI, 1967; BIGARELLA, 1973).

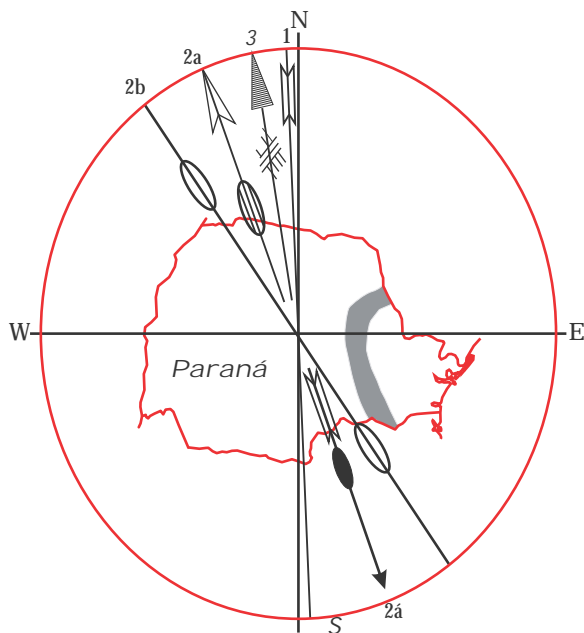


Figura 1.34 - Localização e orientação das estrias produzidas pelas glaciações do Carbonífero Superior, Segundo Planalto do Paraná (Baseado em BIGARELLA; SALAMUNI; ALESSI, 1967). O diagrama superior destaca, no Estado do Paraná, a área de ocorrência dos depósitos do Sub-Grupo Itararé, bem como indica a resultante das diversas medições efetuadas. 1 - média da direção das estrias glaciais (N2°W-S2°E); 2a - sentido médio do movimento das geleiras deduzido do petrofábriico dos tilitos (N20°W); 2á - sentido médio da imbricação dos seixos longos nos tilitos (S20°E); 2b - direção média do eixo maior dos eixos alongados nos tilitos (N36°W - S36°E); 3 - sentido médio das paleocorrentes deduzidas dos estratos cruzados dos arenitos periglaciais.

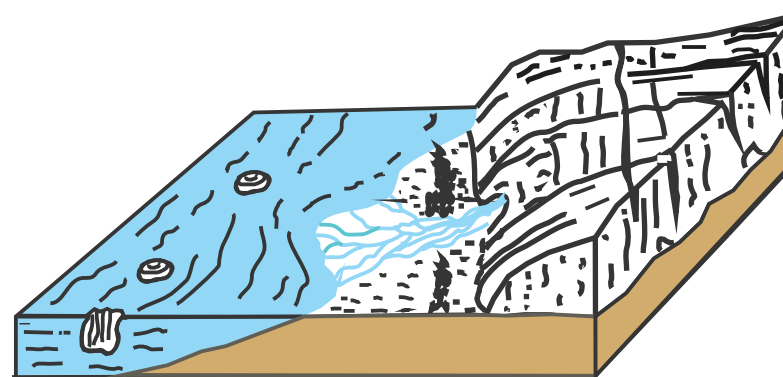


Figura 1.35 - Bloco-diagrama representando esquematicamente a área periglacial do recuo da geleira com os rios anastomosados e lagos onde se depositaram os varvitos (BIGARELLA; BLASI; BREPOHL, 1997).

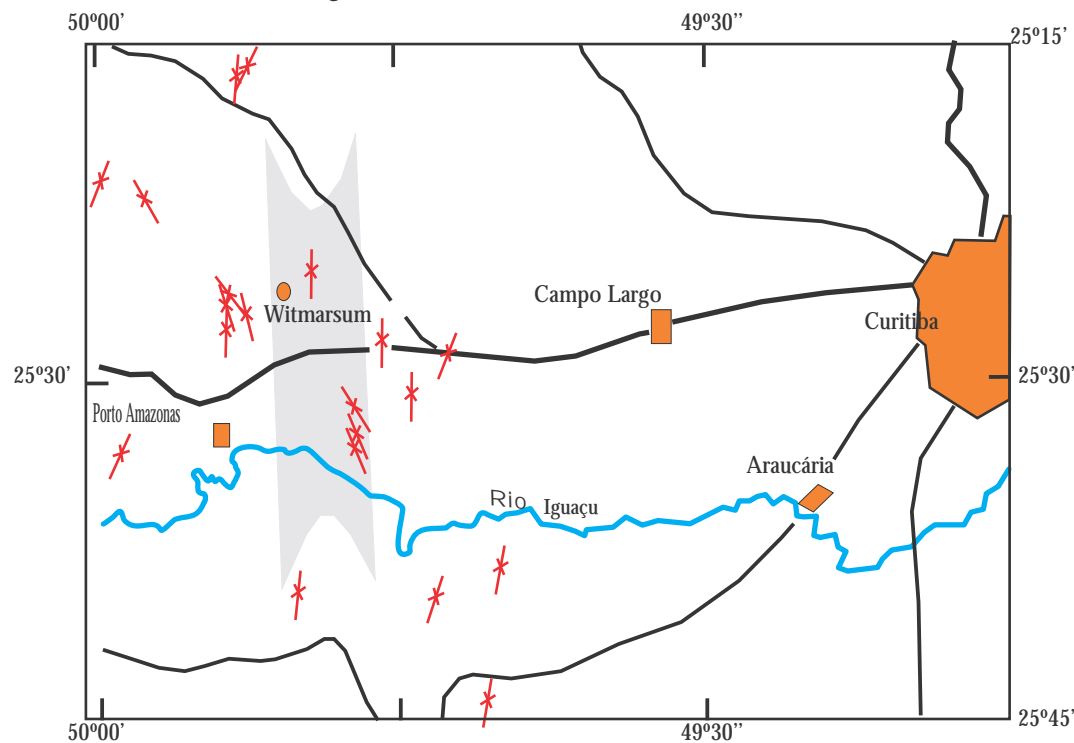


Figura 1.36 - Superfície estriada no Arenito Furnas provocada pelo movimento da geleira gondwânica, Colônia Witmarsum, Palmeira, PR. Foto: PAROLIN, Mauro. Lepafe/Fecilcam.

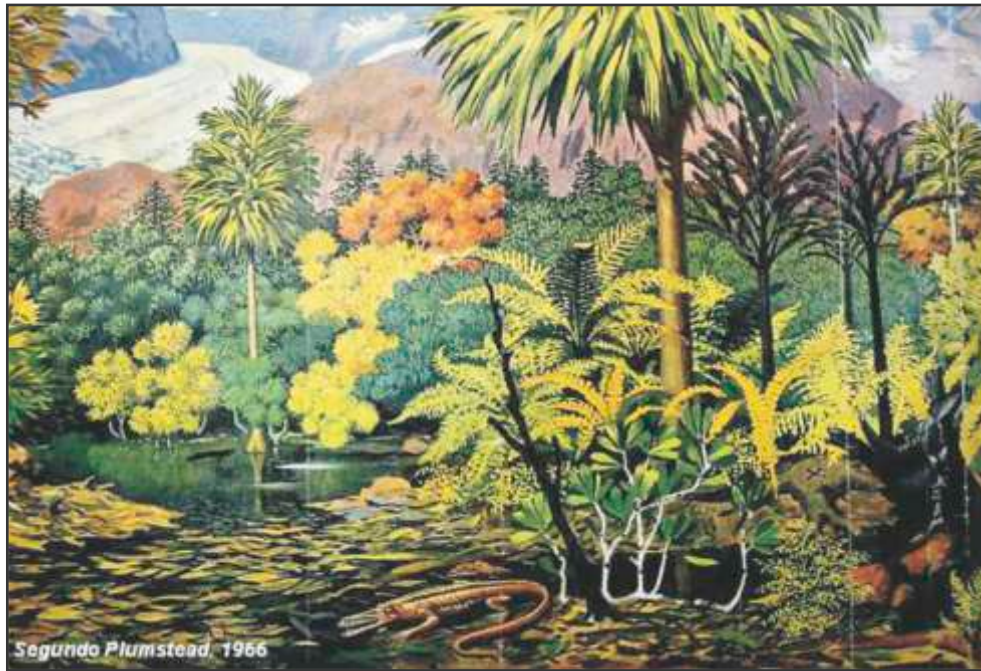


Figura 1.37 - Representação de uma paisagem com a flora interglacial da glaciação gondwânica (PLUMSTAED, 1966). Esta flora caracterizaria os interglaciais do Subgrupo Itararé.

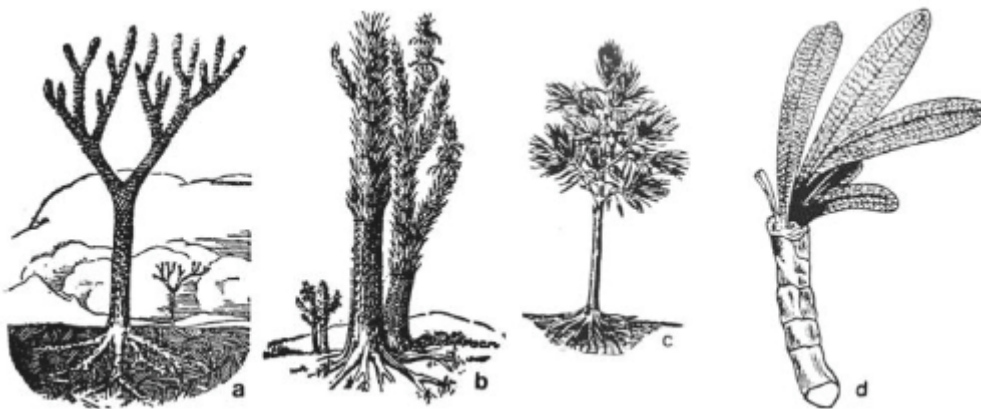


Figura 1.38 - Flora dos interglaciais do subgrupo Itararé: a) *Lepidodendron*, sp.; b) *Sigillaria*, sp.; c) *Cordaites* sp.; d) *Glossopteris* sp. (SCHUCHERT; DUNBAR, 1939-1941).

## Subgrupo Guatá

Engloba as sequências pós-glaciais do Grupo Tubarão. Subdivide-se nas formações Rio Bonito (contendo camadas de carvão) e Palermo.

### Formação Rio Bonito

É constituída de arenitos finos a grosseiros com intercalações de horizontes conglomeráticos. É frequente a ocorrência de estratificação cruzada originadas em ambiente flúvio-deltaica bem como intercalações de folhelho-siltico a siltico-arenosos (Figuras 1.39 e 1.40). As camadas de carvão são lenticulares, geralmente com espessuras de 1m, via de regra entre 30 a 50cm, nos folhelhos carbonosos encontram-se plantas fósseis (*Lepidodendron* sp., *Glossopteris* sp., *Gangamopteris* sp., entre outras. A flora de *Glossopteris* sp. dos interglaciais do Subgrupo Itararé sofrem modificações e subsistiu no Permiano.



Figura 1.39 - Formação Rio Bonito, PR. Foto: BIGARELLA, João José.

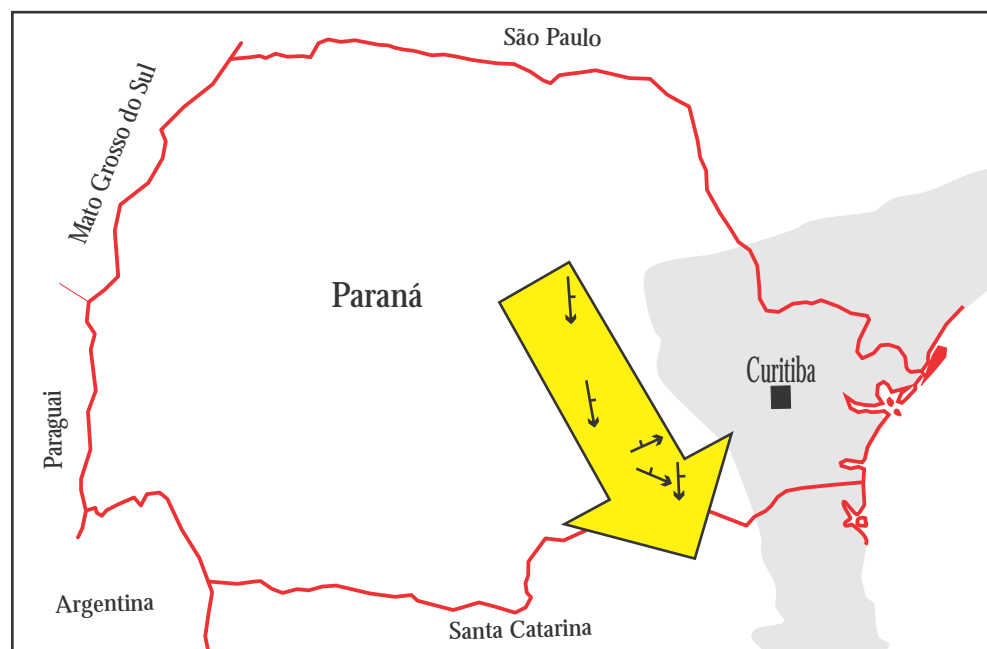


Figura 1.40 - Resultantes das medições da altitude dos estratos cruzados dos arenitos da Formação Rio Bonito no Estado do Paraná. A seta grande indica a média geral das cinco localidades estudadas (baseado em BIGARELLA; SALAMUNI; ALESSI, 1967; BIGARELLA, 1973). Este diagrama demonstra a inversão da drenagem verificada após o transcurso da deposição do Sub-grupo Itararé.

### Formação Palermo

Esta formação não contém camadas de carvão. Predominam os sedimentos finos: folhelhos areno-argilosos com intercalações de arenitos e faixas de nódulos de sílex.

### Grupo Passa Dois

A sua idade permiana é baseada na presença de *Lycopodiopsis derbyi*. O ambiente de deposição é continental. O Grupo Passa Dois é subdividido em três formações: Irati, Estrada Nova e Rio do Rasto.

### Formação Irati

Assenta concordantemente sobre a Formação Palermo. Consiste principalmente de folhelhos escuros carbonosos e betuminosos (em média com 8% de óleo), intercalados com folhelhos argilosos. Ocorrem igualmente camadas lenticulares de rocha calcária e nódulos de sílex. Sua espessura varia entre 40 a 60m, atingindo um máximo de 100m. Característica é a presença de um réptil de idade permiana inferior: *Mesosaurus brasiliensis* e outros da Família Mesosauridae (Figura 1.41), além de crustáceos (*Paulocaris* sp., *Liocaris* sp. e *Pygaspis* sp.).

Na parte superior da sequência da Formação Irati ocorre a fácies Serra Alta constituída de siltitos argilosos não betuminosos de coloração cinza escura, bem como folhelhos argilosos e nódulos de calcário ou de calcário silicificado. Nos folhelhos encontram-se fósseis de bivalves (*Maackia* sp.) (Figura 1.42), conchostracos, escamas de peixe e ostracodos. A fácies é rica em madeira silicificada (Gimnosperma) (Figura 1.43) dos gêneros *Dadoxylon* sp., *Tietea* sp., entre outros. Esta fácies é por alguns autores incluída na Formação Estrada Nova.

### Formação Estrada Nova

É constituída pelas fácies Terezina e Serrinha, as quais são recorrentes na sequência sedimentar. A Fácies Terezina é caracterizada pela predominância de siltitos esverdeado e na sua parte superior por siltitos arenosos. É frequente a intercalação de rochas calcárias, calcários oolíticos e sílex. Ocorrem também leitos de coquina constituídos por bivalves, os quais apresentam-se silicificados. A fauna de bivalves é autóctone (endógena) e formada pelos gêneros *Pinzonella* sp., *Jacquesia* sp. (Figura 1.42), *Terraia* sp., entre outros.

São frequentes os restos de plantas fósseis (*Lycopodiopsis derbyi*, *Gangamopteris* sp., *Tietea* sp., *Dadoxylon* sp., bem como de coníferas.

Na Fácies Serrinha predominam os siltitos, além de arenitos finos, arenitos silticos e siltitos arenosos. Entre os fósseis, os bivalves são comuns, entre eles *Leinzia similis* e *Terraiaopsis altissima*, além de restos frequentes de plantas fósseis (*Glossopteris* sp., *Pecopteris* sp., entre outras).

Maack (1947) refere a interdigitação entre as camadas Serra Alta, Terezina e Serrinha. Segundo Mendes (1954), elas correspondem horizontalmente à fácies descontínuas. Para Bigarella e Salamuni (1961), correspondem a ciclos de sedimentação com recorrência alternada.



Figura 1.41 - Um espécime de *Stereosternum tumidum* (Família Mesosauridae), Assistência SP, Formação Irati (MENDES, 1967, Plate LV).

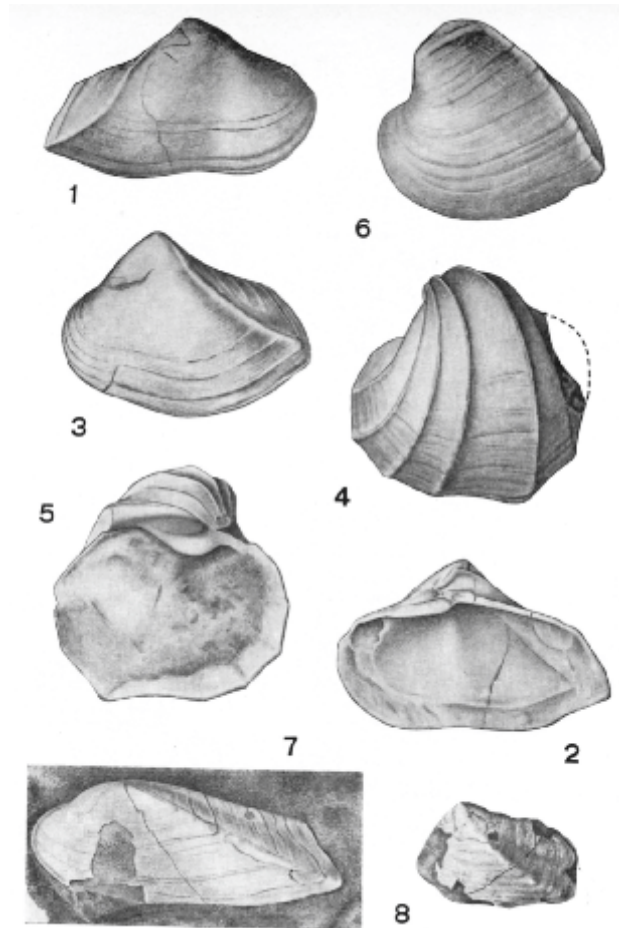


Figura 1.42 - Bivalves da Formação Estrada Nova. 1-3 - *Jacquesia brasiliensis* (Reed): "1" valva direito, 1,5 x (aprox.), Corumbatai, Estado São Paulo; "2" vista interna da valva, 1,3 x (aprox.) mesma procedência. 4-5 - *Ferrazia cardinalis* (Reed): valva esquerdo, Rio Claro, Estado de São Paulo; "4" vista externa, 1,5 x (aprox.); "5" vista interna. 6 - *Plesiocyprinella carinata* (Holdhaus): valva esquerdo, tamanho natural (aprox.), Rio Claro, Estado de São Paulo. 7 - *Holdhausiella elongata* (Holdhaus): valva esquerdo, 1,3 x (aprox.) Barreiro, Estado do Paraná. 8 - *Maackia contorta* Mendes: valva esquerdo, 2,2 x (aprox.), rodovia Ponta Grossa para Prudentópolis, Estado do Paraná (MENDES, 1967, Plate LIX (See legend Plate LXVII)).



Figura 1.43 - Tronco fossilizado, Formação Rio do Rasto, Lajes, SC. Foto: BIGARELLA, João José.

### Formação Rio do Rasto

É constituída por siltitos, arenitos silticos, arenitos finos a médios e camadas argilosa. Os arenitos formam lentes pouco extensas com espessuras menores de 3m, podendo atingir até 10m. A estratificação é predominantemente horizontal ou sub-horizontal. A estratificação cruzada ocorre na parte superior da formação (Figuras 1.44 a 1.48). A coloração apresenta tonalidades avermelhada, vermelho-castanha, púrpura e cinza esverdeada (Figura 1.45).

Entre os fósseis estão presentes moldes de conchostráceos, os bivalves correspondem às mesmas espécies encontradas na Fácies Serrinha. Entre as plantas fósseis encontram-se *Phyllothea* sp., *Pecopteris* sp., *Glossopteris* sp., *Gangamopteris* sp. e *Lycopodiopsis* sp.



Figura 1.44 - Paleocorrentes relativas aos arenitos da Formação Rio do Rasto nos Estados do Paraná e Santa Catarina, e no Paraguai. A seta maior indica a média geral das localidades estudadas na porção oriental da bacia (modificado de BIGARELLA; SALAMUNI; ALESSI, 1967; BIGARELLA, 1973).

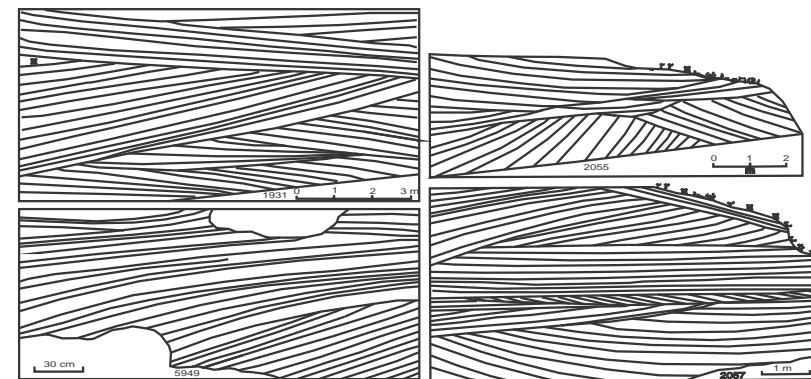


Figura 1.46 - Estrutura dos arenitos eólicos da Formação Rio do Rasto, no sopé da escarpa da serra da Esperança, rodovia Ponta Grossa - Guarapuava, PR (BIGARELLA, 1973).



Figura 1.45 - Afloramento da Formação Rio do Rasto na Escarpa da Esperança, rodovia Ponta Grossa - Guarapuava, PR. Foto: BIGARELLA, João José.



Figura 1.47 - Estratos cruzados dos arenitos eólicos (?) da porção superior da Formação Rio do Rasto capeados pelo Arenito Botucatu, Escarpa da Esperança na rodovia Ponta Grossa - Guarapuava, PR. Foto: BIGARELLA, João José.

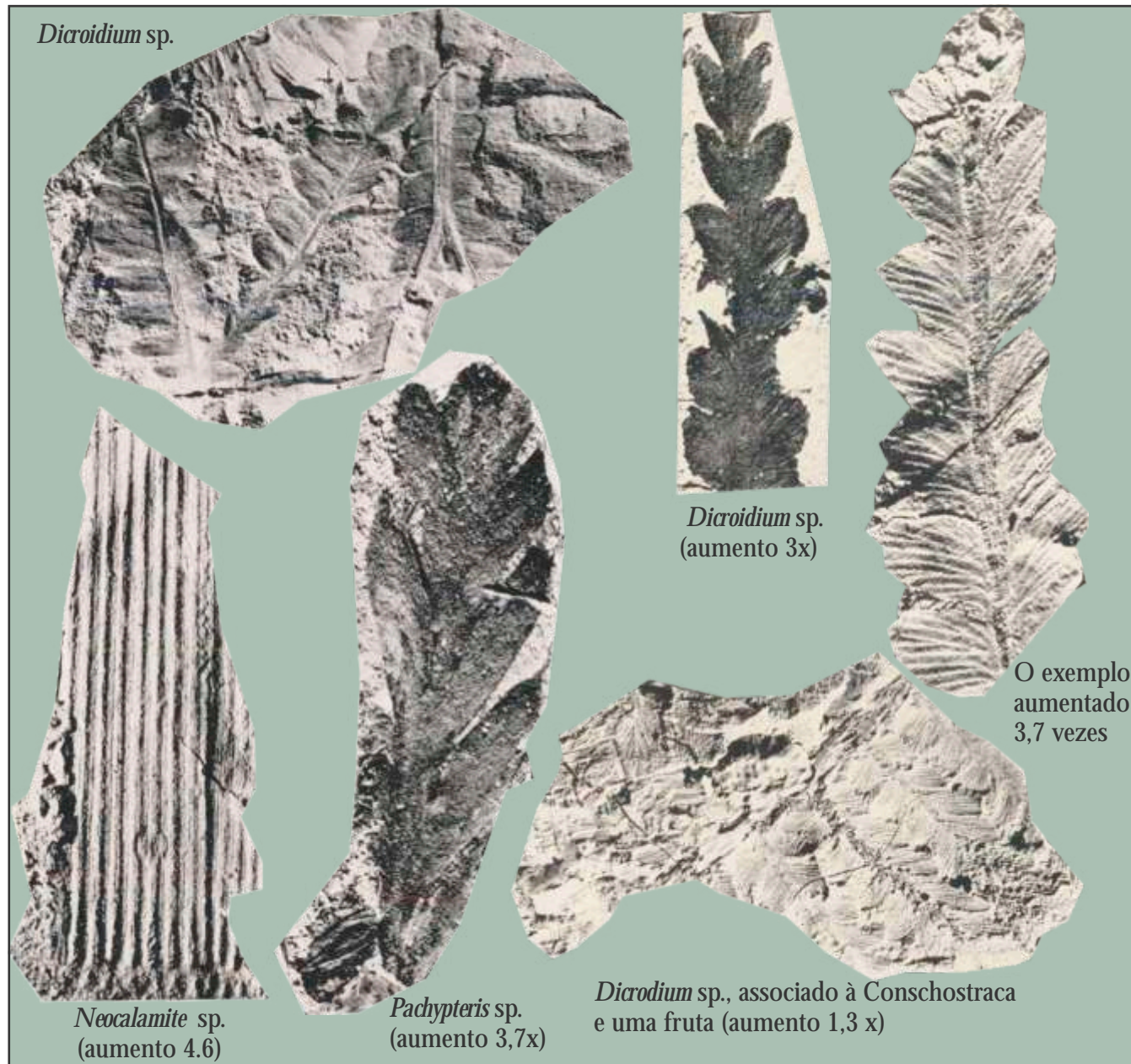


Figura 1.48 - Fósseis de plantas do afloramento Passo das Tropas (Grupo São Bento) (modificado de BORTOLUZZI; BARBERENA, 1967, Plates LXVI e LXVIII (See legend in Plate LXVII)).

### Grupo São Bento

Jaz sobre o Grupo Passa Dois, separada por uma inconformidade representada por uma extensa superfície de erosão. No Paraná não são encontrados os depósitos triássicos da Formação Santa Maria, caracterizados por uma flora típica, onde se destacam os gêneros *Pachypteris* sp., *Dicroidium* sp., *Bayera* sp., entre outros (Figura 1.48), e por uma fauna fóssil *Euestheria azambujai*, *Sanctipaulus mendesi*, *Prestosuchus chiniquensis*, *Chephalonia latziana* (Figuras 1.49 e 1.50), entre outras espécies.

A idade do Grupo São Bento no Paraná é jurássica-cretácea, quando predominou um clima desértico e um intenso vulcanismo.

### Arenito Botucatu

Os afloramentos do Arenito Botucatu caracterizam-se pela presença de estratificação cruzada de grande porte, típica das dunas com estas estruturas (Figura 1.51). Bigarella e Salamuni determinaram a direção predominantemente dos paleoventos (Figura 1.52) (BIGARELLA, 1972). As medições de estratos cruzados foram realizadas no Brasil, Uruguai e Paraguai reconhecendo paleoventos alíseos e de oeste, concluindo que o deserto de Botucatu encontrava-se a baixas latitudes de modo semelhante ao atual deserto do Saara.

No Paraná situava-se a área de confronto entre os paleoventos de oeste mais frios e mais secos com os paleoalíseos de retorno mais quentes e com certo grau de umidade, provocando a formação de depósitos fluviais de correntes efêmeras originando a fácies designada de Pirambóia, ou simplesmente subaquática. Estes depósitos encontram-se intercalados com os arenitos eólicos.



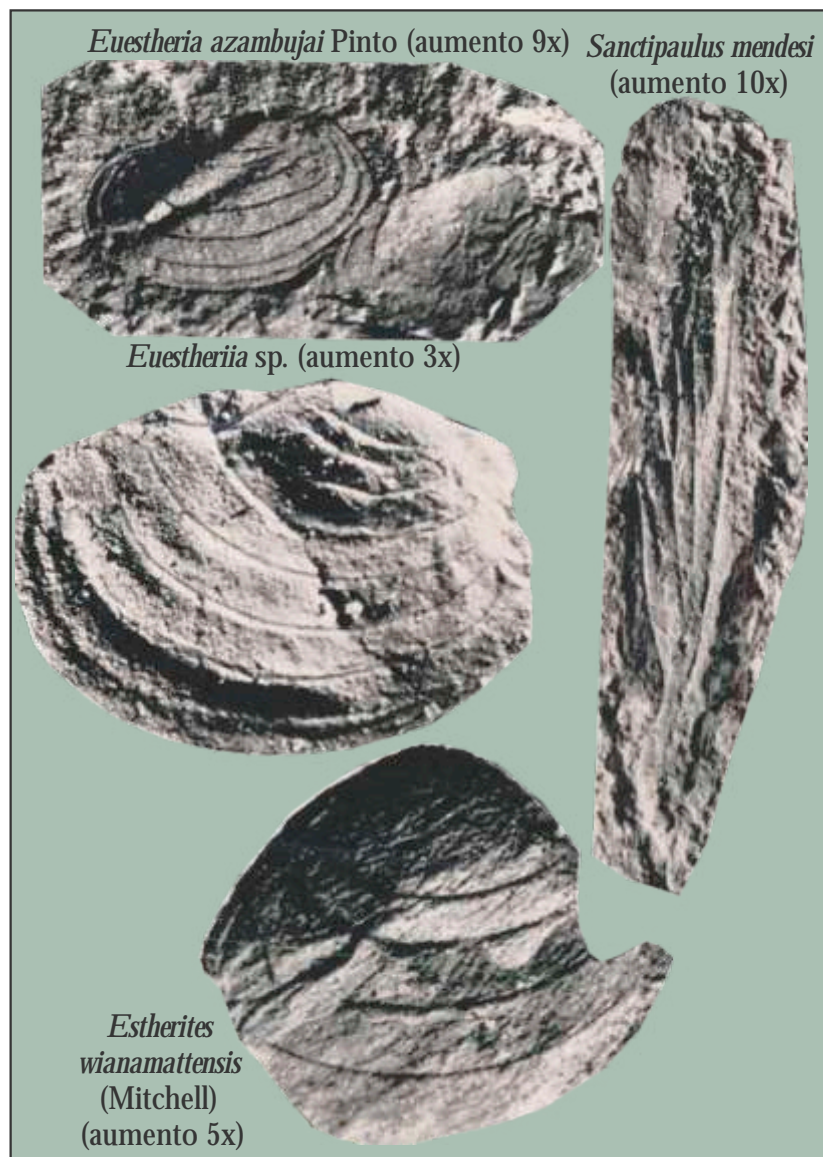


Figura 1.49 - Invertebrados fósseis do afloramento Passo das Tropas (Grupo São Bento) (modificado de BORTOLUZZI; BARBERENA, 1967, Plate LXIX (See legend in Plate LXVII)).



Figura 1.50 - Vertebrados fósseis do Grupo São Bento (modificado de BORTOLUZZI; BARBERENA, 1967, Plates LXXII e LXXIII).

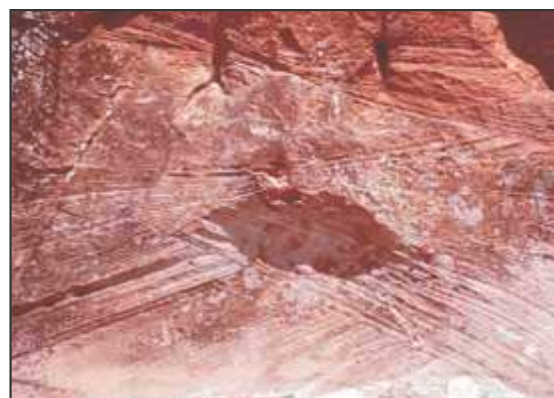


Figura 1.51 - Afloramento do Arenito Botucatu em Torres, RS. Foto: BIGARELLA, João José.

## Formação Serra Geral

As lavas da Formação Serra Geral representam o maior vulcanismo da Terra, cobrindo uma área de cerca de 1,2 milhões de quilômetros quadrados, atingindo de acordo com a Petrobrás espessura de 1.199m em Apucarana, 1.157m em Campo Mourão e 1.025m em Laranjeiras do Sul. Intercaladas nos derrames basálticos (ver Box 1.5) encontram-se camadas de Arenito Botucatu, referidas como intertrapp. As lavas derramaram de vulcões em fendas. A idade desse vulcanismo situa-se entre 150 e 100 Ma. (Jurássico-Cretáceo), sendo em média cerca de 120 Ma.

Os derrames de basaltos (Figuras 1.54 a 1.57) toleíticos com intercalações de arenitos, sills e diques de diabásio estão associados a rochas vulcânicas ácidas e intermediárias. Ocorrem igualmente basaltos vesiculares (Figura 1.55), meláfiro (Figura 1.54), basalto compacto brecha vulcânica. Há também a mencionar os inúmeros diques e sills de diabásio atravessando rochas paleozóicas e mais antigas, bem como a presença de diorito, além de fonolito e gabro.

Rochas alcalinas (sienitos alcalinos e nefelina), sienitos com idade de 110 a 100 Ma. ocorrem em Tunas do Paraná, no Vale do Ribeira.

Com o término do vulcanismo da Formação Serra Geral, o ambiente desértico perdurou com a deposição dos arenitos eólicos e subaquáticos da Formação Caiuá. Com a deposição do Arenito Caiuá (Figuras 1.57 e 1.58) terminou o ciclo da deposição importante no Paraná. Seguiu-se um período intensivo de erosão e denudação, com sedimentação em bacias restritas e nas várzeas dos cursos de águas, como na planície litorânea e na plataforma continental.

## Box 1.5 (continua)

## Derrames basálticos

*Sidney Kuerten e Renato Lada Guerreiro\**

Encontrado na porção sul do território brasileiro jaz o maior derrame de lavas que se tem registro. São mais de 1.200.000km<sup>2</sup> distribuídos nos três estados do sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul além de Paraguai, Argentina e Uruguai, podendo atingir mais de 1.500 metros de espessura.

Este tipo de vulcanismo ocorreu além da América do Sul, na África, Estados Unidos, Islândia e Índia. As erupções vulcânicas do tipo fissural compreende uma classe de vulcanismo condicionado a subida de magma, pouco viscoso, por profundas fissuras existentes na crosta terrestre, onde formam-se sucessivas camadas de rocha.

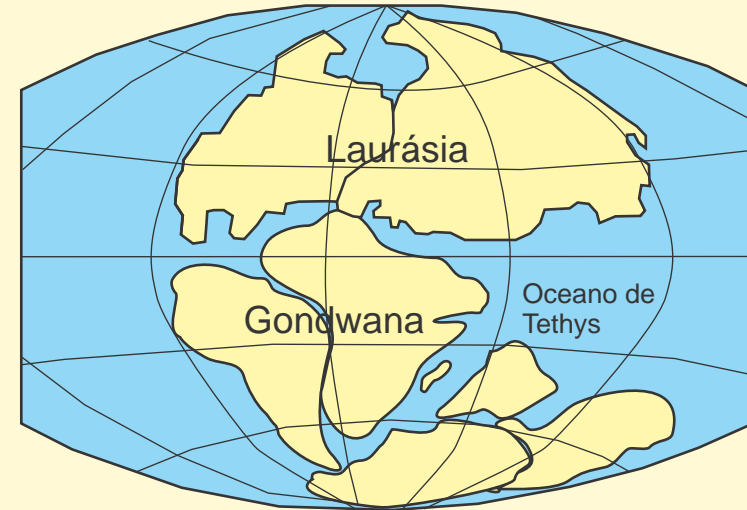
O processo que originou estes derrames teve início há mais de 130 milhões de anos atrás, no período Cretáceo, sob um clima árido, que originou um grande deserto denominado Botucatu. Foi nesse período que o supercontinente Gondwana começou a se fragmentar, ocasionando a separação da América do Sul e África e a formação do oceano Atlântico Sul.

O fraturamento e a distensão entre os dois continentes permitiu a subida do magma do interior da Terra, originando assim os derrames de lava e a formação das extensas camadas de rochas vulcânicas sobre as areias do antigo deserto.

O clima árido perdurou durante esta fase, o que explica a existência de camadas arenosas (arenitos) entre os derrames, também conhecidos por derrames em platô. O magma que fluiu por entre as fissuras também as preencheu e originou estruturas rochosas conhecidas por diques (verticais) e *sills* (horizontais).

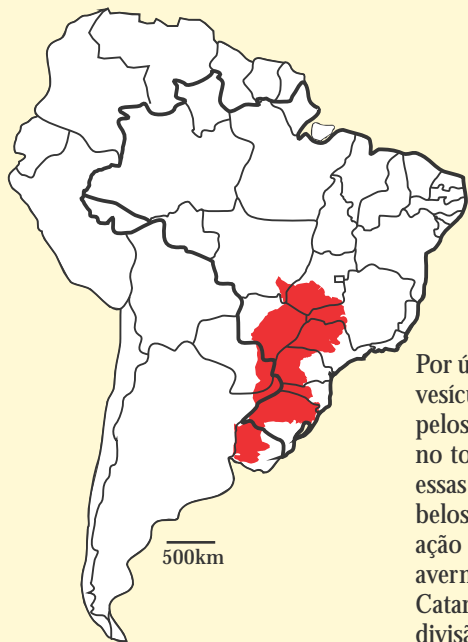
Os derrames podem ser facilmente identificados ao longo de toda sua extensão. Uma dos registros mais conhecidos do mundo é das Cataratas do Iguazu, que expressa a típica estrutura e erosão diferencial das camadas da Formação Serra Geral (nome geológico dado aos derrames no Brasil). Além das Cataratas é possível reconhecer as estruturas dos derrames nas escarpas do Terceiro Planalto paranaense, em lajedos, cachoeiras e quedas, cuja formas são sempre abruptas, peculiares a fraturas colunares horizontais/verticais dos basaltos.

A morfologia das vertentes abruptas originadas pelas diferentes camadas dos derrames de rochas básicas (Basalto) é conhecida por *trapp*, palavra que derivou de *trappa*, cuja origem sueca significa degrau.



Cataratas do rio Iguazu durante a baixa vazão. A queda das águas denota os degraus formados pela erosão diferencial nas camadas dos derrames basálticos. Foto: KUERTEN, Sidney. Lepafe/Fecilcam.

Box 1.5 (continuação)



A forma das Cataratas do Iguazu, assim como de outras centenas de cachoeiras existentes onde ocorreram derrames basálticos, é uma consequência da estrutura geológica desse tipo de rocha. Assim como nas Cataratas, é possível identificar em outras cachoeiras em basalto a existência de um ou mais derrames, com diferenças estruturais ressaltadas pelo contato entre as camadas. Nas Cataratas são descritos três derrames, que são nitidos entre as camadas superior e intermediária, dividindo os saltos.

Quando um derrame de basalto possui espessura com muitos metros (mais de 15m), pode apresentar três subcamadas bem diferentes divididas entre superior, central e basal. A camada basal é aquela que se forma logo após a saída do magma para a superfície, portanto tende a resfriar mais rapidamente e com isso provoca a formação de rochas muito fraturadas com divisões horizontais. Nas Cataratas essa porção é encontrada próximo ao nível do rio Iguazu, correspondente a diabásios com desagregação/esfoliação esferoidal, um tipo de alteração química da rocha que ataca as arestas e vértices dos blocos rochosos deixando-os arredondados.

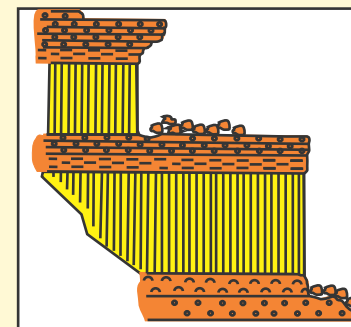
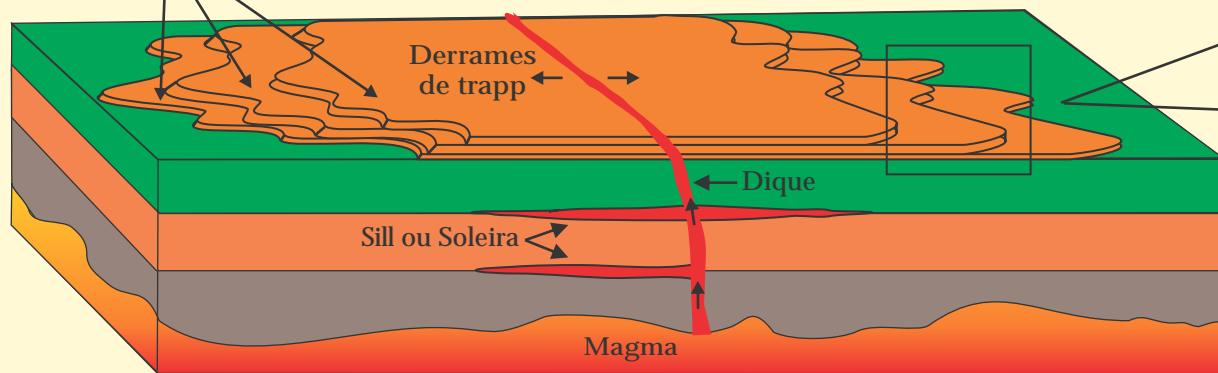
A camada central do derrame é resultante de um resfriamento mais lento que a camada inferior, mas ainda assim considerado rápido, provocando a contração do magma ao se solidificar. Neste estágio formam-se grandes rochas compactas, maciças fraturadas num padrão geológico conhecido por disjunção colunar, chegando a originar verdadeiras colunas. Nas Cataratas, a identificação dessa camada é fácil, basta olhar para forma das quedas, que se mantêm sempre na vertical, peculiar também às cachoeiras formadas em rochas basálticas.

Por último, a camada superior é considerada o topo de um derrame. Nele podem conter vesículas (bolhas com tamanhos variados entre milímetros e até mesmo metros), originada pelos gases existentes na lava, que ao chegar a superfície migram pelas camadas e formam no topo uma rocha com muitos poros. Durante o resfriamento no interior do derrame essas bolhas podem cristalizar minerais contidos na lava, e em seu interior podem formar belos cristais como ametista, calcita, ágata, zeólita, etc. Como essa camada fica exposta a ação do ar, água, temperatura se decompõe lentamente e adquire cor de ferrugem, avermelhada, resultante da presença de ferro na composição química da lava. Nas Cataratas essa camada forma uma plataforma um pouco mais resistente, que marca uma divisão para o topo onde acumula fragmentos das colunas do derrame superior.



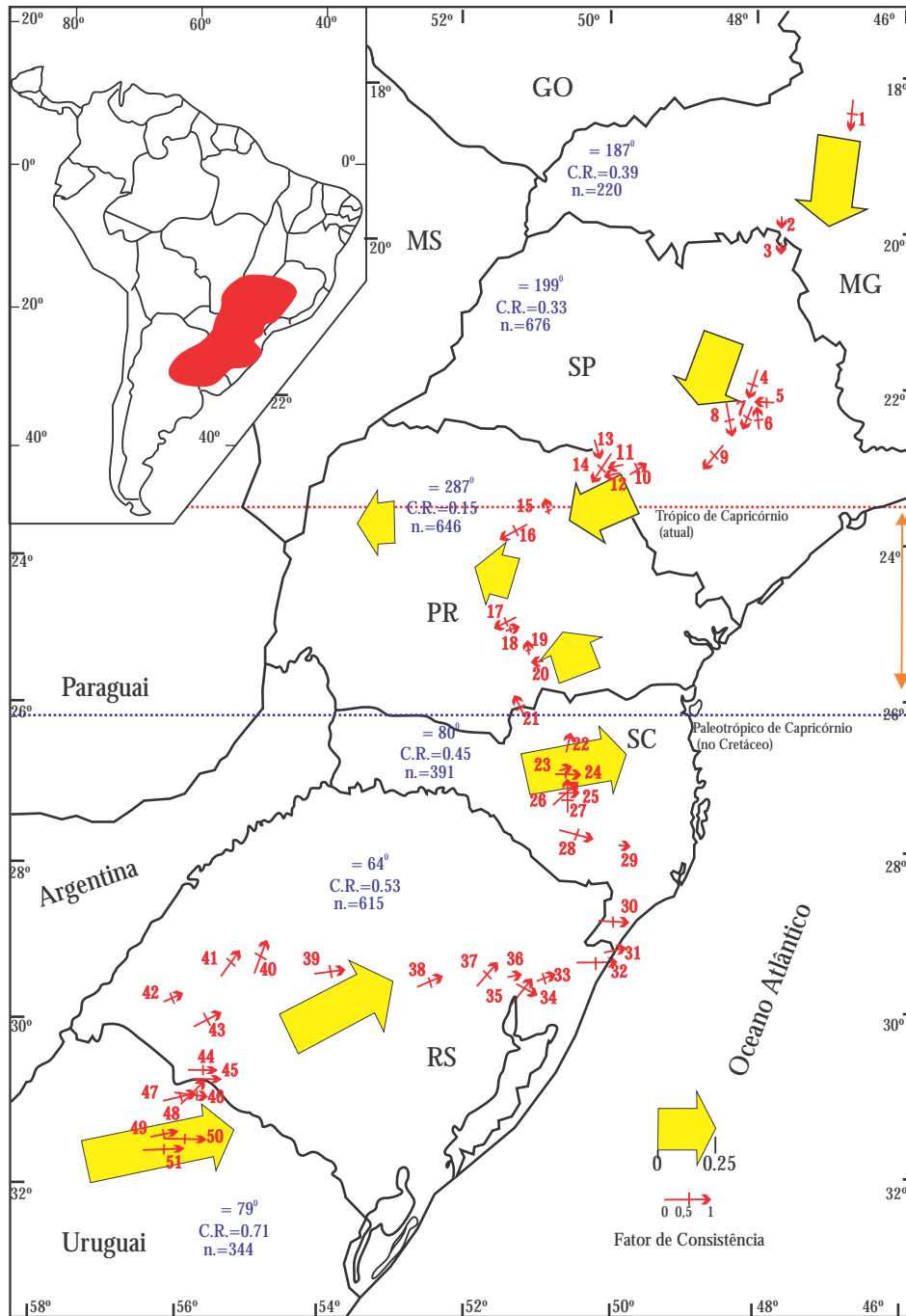
Cataratas do rio Iguazu durante alta vazão. A imagem ao lado ilustra a sequência de camadas originadas pelos derrames basálticos da Bacia do Paraná. O diagrama abaixo mostra algumas formas de ocorrência das rochas magmáticas e o quadro no canto inferior a estrutura geológica característica dos derrames de trapp. Foto: KUERTEN, Sidney. Lepafe/Fecilcam.

Camadas de lava



(modificado de SZABÓ, G.A.J.; BABINSKI, M.; TEIXEIRA, W. Rochas ígneas. In. TEIXEIRA, W. et al. (Org.) Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. cap.16, p.[327]-346.

\* Pesquisadores do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam



- a - Equador atual (América do Sul)
- b - Equador atual (África)
- 1 - Arenito Etjo (Namíbia)
- 2 - Arenito Cave Superior (África do Sul)
- 3 - Arenito Sambaiba (Piauí)
- 4 - Arenito Botucatu (Brasil)
- 5 - Arenito Taquarembó (Uruguai)
- 6 - Arenito Caiuá (Brasil)

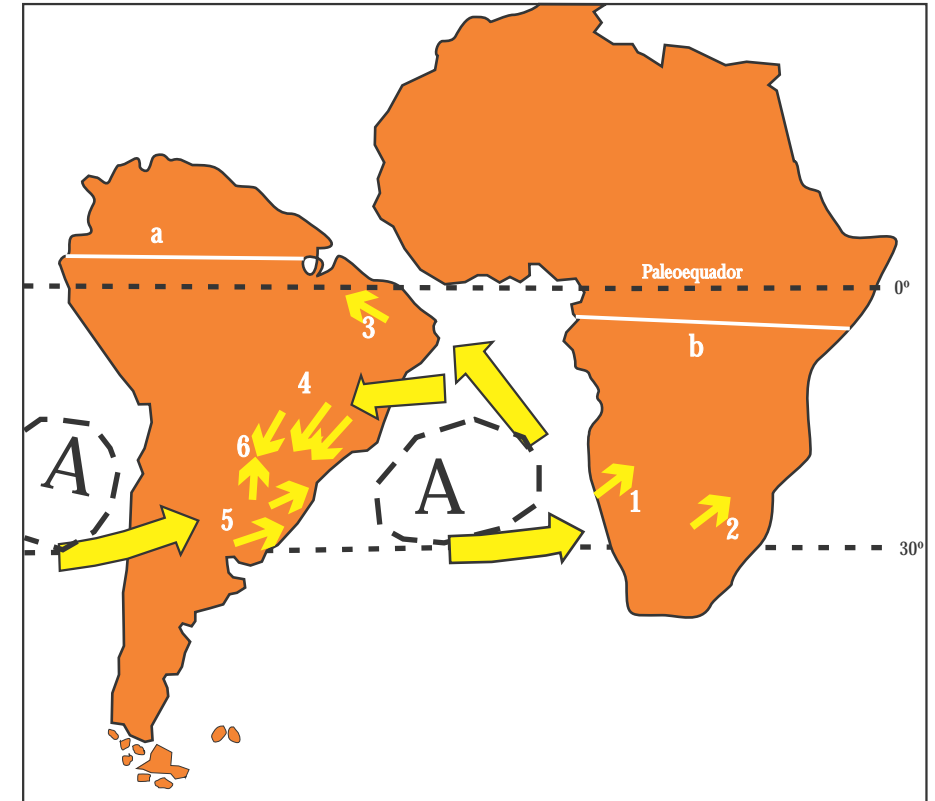


Figura 1.52 - Paleoventos dos arenitos Botucatu na América do Sul, Etjo e Cave na África (modificado de BIGARELLA; SALAMUNI; ALESSI, 1967; BIGARELLA, 1972).



Figura 1.53 - Rocha basáltica da formação Serra Geral no Terceiro Planalto do Paraná, Guarapuava, PR. Foto: BIGARELLA, João José.



Figura 1.54 - Meláfiro no Terceiro Planalto do Paraná. Foto: BIGARELLA, João José.



Figura 1.55 - Basalto vesicular, Terceiro Planalto paranaense. Foto: BIGARELLA, João José.



Figura 1.56 - Afloramento de rocha basáltica em São Miguel do Iguçu, PR. Foto: BIGARELLA, João José.



Figura 1.57 - Arenito eólico Caiuá, Estrada da Boiadeira que liga Campo Mourão a Cruzeiro do Oeste, PR. Foto: PAROLIN, Mauro, 2010. Lepafe/Fecilcam.



Figura 1.58 - Arenito eólico Caiuá, Cianorte, PR. Foto: BIGARELLA, João José.

## Cenozóico

O Cenozóico teve início a 65Ma. e subdivide-se nos períodos Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno, Pleistoceno e Holoceno. No Paraná ocorrem as formações Guabirota e Alexandra de idade miocênica inferior, bem como depósitos pleistocênicos e holocênicos.

O Cenozóico foi palco de importantes mudanças climáticas evidenciadas tanto nos aspectos geomorfológicos como nas características dos sedimentos. Grandes superfícies de erosão foram elaboradas sob condições semi-áridas durante a vigência de climas mais frios acompanhando eventos glaciais em latitudes altas. Três grandes superfícies de erosão do tipo pediplano são referidas como Pd<sub>3</sub> (Paleoceno), Pd<sub>2</sub> (Oligo-Mioceno) e Pd<sub>1</sub> (Plioceno), além de outros níveis pedimentados embutidos pedimentos P<sub>2</sub> e P<sub>1</sub> (Pleistoceno) (ver Box 1.3).

### Formações Guabirota e Alexandra

Consideradas afossilíferas tiveram suas idades relativas estabelecidas, porém a idade cronológica só foi possível na Formação Alexandra pelos vestígios de plantas fósseis de idade miocênica (LIMA; ÂNGULO, 1990). Ambas foram depositadas em ambiente semi-árido durante a elaboração do pediplano Pd<sub>2</sub>, na vigência da glaciação Legru na Antártida (Paulo Roberto dos Santos, informação verbal).

Ambas formações são igualmente equivalentes à Formação Guararapes do Grupo Barreiras. As formações Guabirota (Figura 1.59) e Alexandra caracterizam-se por depósitos de areia arcossiana, com cerca de 50 a 70% de feldspatos e por camadas de argilitos de coloração variada, predominantemente cinzenta esverdeada. Notável é na Formação Guabirota a presença de caliche contendo minerais de terras raras.

Sobre a Formação Guabirota, em inconformidade erosiva jaz a Formação Tinguí depositada durante a elaboração do pediplano Pd<sub>1</sub>, também sob condições de semi-aridez. Destacam-se os sedimentos arcossianos (com alto teor de feldspato, produto da decomposição de granito ou gnaisses em clima árido ou nivosos) e os argilitos de coloração avermelhada.

No Noroeste do Paraná ocorre a Formação Paranavaí constituída de areias avermelhadas a castanhas depositada durante as episódios de semi-aridez (pediplano Pd<sub>1</sub>, e pedimentos P<sub>2</sub> e P<sub>1</sub>). O material arenoso da Formação Paranavaí derivou principalmente da erosão do Arenito Caiuá.



Figura 1.59 - Formações Guabirota (miocênica) e Tinguis (plio-pleistocênica), Bacia de Curitiba, Quatro Barras, PR. Foto: BIGARELLA, João José.

### Pleistoceno e Holoceno

No litoral paranaense encontram-se os terraços arenosos de origem marinha e eólica conhecidos pela designação geral de restinga. São constituídos por uma sucessão de cordões arenosos (feixes de restinga) de baixa altitude, dispostos paralelamente à linha da costa atual. Foram formados na área merítica rasa, ao largo da praia durante um recuo contínuo do mar.

No reverso da praia eram encontradas de 3 a 4 cordões de dunas de retenção de idade holocênica. Os projetos de urbanização eliminaram estas feições protegidas pelo Código Florestal Brasileiro. Atualmente em alguns locais encontram-se os depósitos das antedunas.

Em parte das margens das baías e ao longo dos rios litorâneos de água salobra ocorre a vegetação de mangue com seus depósitos característicos. Evidências do homem pré-histórico são relativamente frequentes entre 5.000 e 3.000 anos atrás e encontrados nos sambaquis do litoral.

### Desenvolvimento de texto

- 1 - Qual tipo de rocha (ígnea, sedimentar, metamórfica) é predominante em seu município?
- 2 - A qual Era Geológica pertence as rochas e ou sedimentos existentes na região onde voce mora?

### Glossário

**Anticlinais:** Dobra convexa para cima em uma sequência de camadas com sucessão estratiográfica normal.

**Astenosfera:** Camada semifundida do manto superior.

**Autóctone:** Próprio do lugar.

**Bacias intracratônicas:** Depressão estrutural em forma de bacia numa área cratonizada dentro da plataforma continental e que difere do ortogeossinclínio por não ter sofrido deformação orogênica. A bacia intracratônica é geralmente simétrica, em oposição à bacia marginal (LEINZ; LEONARDOS, 1977).

**Bacias tectônicas:** Flexura regional côncava na qual as camadas mergulham da periferia para o centro, em todas as direções, exibindo estrutura periclinal (mergulho radial) (LEINZ; LEONARDOS, 1977).

**Batólitos:** Constitui a maior forma de intrusão plutônica. Trata-se de uma massa magmática que foi empurrada de baixo para cima através das rochas sobrejacentes. Estas foram quebradas ou deslocadas, de modo que o batólito constitui uma intrusão discordante.

**Braquiópodos:** Invertebrados exclusivamente marinhos e bentônicos, que habitam desde as águas rasas da plataforma, onde são mais frequentes, até áreas abissais.

**Brecha vulcânica:** São rochas formadas por cinzas e bombas vulcânicas que são arremessadas para fora da cratera do vulcão.

**Caliche:** Também chamado de calcrosta, refere-se a qualquer material (de natureza e de consistência variada) contendo, principalmente, carbonato de cálcio.

**Conchostráceo:** Pequeno crustáceo cujo corpo apresenta comprimento de cerca de 1cm, estando a maior parte envolvido por concha do tipo bivalve. A concha deste crustáceo pode ocorrer como fóssil em sedimento de águas doce e salobra do início do devoniano até hoje (SUGUIO, 1998).

**Correntes de turbidez:** Corrente de água densa e estratificada com grande quantidade de sedimentos em suspensão, provocada por processo de avalanche subaquática.

**Corrida de lama:** Deslizamento de terra extremamente veloz e catastrófico,

canalizado em vales, envolvendo material piroclástico, fragmentos de rochas, árvores, pontes e construções, iniciado muitas vezes como uma avalanche de blocos devido ao derretimento de camadas e da capa de gelo e neve de geleira nas bordas elevadas de área vulcânica, ao haver aquecimento da região da chaminé vulcânica por magma ascendente prestes a ser extrudido.

**Denudação:** Erosão progressiva de uma região montanhosa que acaba mostrando as “fontes” de seu embasamento em uma topografia progressivamente mais baixa, com carreamento de material sedimentar desta erosão para as áreas sedimentares.

**Diques:** Constituem corpos de rochas ígneas, tabulares, mais ou menos verticais, semelhantes a paredes. As intrusões se fizeram em fraturas preexistentes nas rochas encaixantes. Quando expostos na superfície, formam colinas ou vales (dependendo da rocha encaixante), cuja extensão pode ser de muitos quilômetros).

**Discordância angular:** Uma discordância na qual as camadas abaixo da superfície de discordância apresentam altitude diferente e são truncadas pelas camadas mais novas.

**Discordância erosiva:** Superfície que separa unidades estratigráficas de idades significativamente diferentes e que representa um grande período de não deposição ou de erosão das camadas abaixo e acima desta superfície de discordância. O intervalo de tempo correspondente a uma discordância chama-se hiato.

**Dobramentos:** Feição estrutural de encurvamento de camadas ou bandas rochosas originada por esforços tectônicos ou diastróficos.

**Dorsais submarinas:** Elevações topográficas do fundo do mar.

**Embasamento cristalino:** Termo empregado para designar rochas mais antigas, geralmente mais metamorfisadas e de estruturação tectônica diferente, que servem de base a um complexo rochoso metamórfico ou sedimentar.

**Endógena:** Termo aplicado a processos originados no interior da Terra.

**Epirogênicos:** Movimento verticalizado, positivo ou negativo, da crosta terrestre, a movimentação é lenta na maioria das vezes e por ampla região.

**Escarpa:** Porção de relevo íngreme ou abrupto que, muitas vezes, se estende, retilínea ou sinuosamente, por grande extensão na forma de despenhadeiros ou penhascos verticalizados.

**Estratificação cruzada:** Estrutura de lâminas ou camadas que se cruzam e truncam em ângulos, depositadas dentro de um processo contínuo de sedimentação, sem ocorrer discordância, geralmente associada a antigos desertos de dunas.

**Estratigrafia:** Estudo da gênese, da sucessão, no tempo e no espaço, e da representatividade areal e vertical das camadas e sequências de rochas de uma região, buscando-se determinar os eventos, processos e ambientes geológicos associados, o que inclui, entre outros, a determinação de fases de erosão ou de ausências de deposição (discordâncias).

**Estriais glaciais:** Correspondem a pequenos sulcos, retilíneos produzidos pela ação abrasiva de fragmentos de minerais e de rochas contidos na geleira ao deslizar sobre o pavimento rochoso vale abaixo.

**Eustática:** É a variação do nível do mar motivada por causas diversas, independentes de movimentos tectônicos. Pode ser positiva quando há aumento do nível do mar (por exemplo pelo degelo), ou, negativa quando há rebaixamento (por exemplo pela retenção da água sob forma de gelo continental originando regressões).

**Fácies:** Caráter distintivo de uma rocha. Termo usado inicialmente só para rochas sedimentares. 1) Em estratigrafia, o termo é usado para indicar variações no caráter litológico ou biológico de uma unidade estratigráfica; por exemplo fácies deltaica. 2) No caso das rochas ígneas, usa-se o termo para indicar uma variação na textura ou na composição mineral de uma determinada porção em relação à massa principal. 3) Uma fácies metamórfica corresponde a um grupo de rochas de composição mineral variável que, durante o metamorfismo, encontra-se em equilíbrio sob uma dada combinação de condições de pressão e temperatura. (adaptado de (LEINZ; LEONARDOS, 1977)

**Falhamentos:** É o processo geológico em que se produz uma falha (deslocamento relativo entre os dois blocos), e é causado por tensões nas rochas e camadas geológicas de forma desde muito localizada até de extensões continentais.

**Formação:** Caracteriza-se por um corpo de rochas identificado pelas suas características líticas e sua posição estratigráfica. Ela deve ser mapeável em superfície ou em subsuperfície. A formação é chamada também de unidade litoestratigráfica.

**Geleiras:** Grande e espessa massa de gelo formada em camadas sucessivas derivadas, em grande parte, da compactação e recristalização de neve de várias épocas, deslocando-se, lentamente, relevo abaixo

**Glaciação:** Fenômeno natural pelo qual porções de áreas continentais podem ser cobertas por geleiras permanentes ou perenes, fato que pode acontecer somente quando a precipitação de neve sobrepuja a depleção por fusão. Às vezes, o termo é também usado como quase sinônimo de estágio glacial (SUGUIO, 1998).

**Grupo:** Unidade formal de categoria imediatamente superior à formação. O



grupo deve ser formado por duas ou mais formações.

**Inconformidade erosiva:** Tipo de discordância em que rochas estratificadas jazem mais ou menos horizontalmente sobre rochas não-estratificadas (maciças), em geral ígneas ou metamórficas (SUGUIO, 1998).

**Interdigitação:** Fenômeno pelo qual as camadas sedimentares de determinada litologia adelgam-se lateralmente, até o seu desaparecimento total, sendo substituídas por outros tipos de rochas. A porção terminal de uma camada não constitui uma cunha, mas várias cunhas que lateralmente se interpenetram com as litologias adjacentes. Esse é um fenômeno que, muitas vezes, não pode ser visualizado em escala de um único afloramento, devendo ser estudado em várias exposições subsequentes (SUGUIO, 1998).

**Interglaciais:** Pertencente ao intervalo de tempo compreendido entre dois estádios glaciais, que teria se caracterizado por temperatura semelhante à época atual, quando teria ocorrido considerável recuo das geleiras. Hoje em dia tem-se um clima representativo de época interglacial e a elevação de temperatura após o último estágio glacial ocorreu nos últimos 10.000 anos. A identificação dessas épocas pode ser feita pelos estudos neontológicos (de foraminíferos, etc.), isotópicos e outros métodos (SUGUIO, 1998).

**Litosfera:** Envolve a crosta e o manto superior até uma profundidade de 70 a 100 km.

**Manto superior:** É formado por rochas densas de coloração escura (densidade 3,4), composição essencialmente peridotito, piroxênio, dunito e eclogito sendo o principal fornecedor de magma para a formação da crosta, estende-se entre 50 e 250 km de profundidade, inclui a base da litosfera e a parte superior da astenosfera.

**Manto terrestre:** Unidade que envolve o núcleo terrestre sob a forma de camadas de densidade cada vez menores em direção à superfície. Situado entre o núcleo e a crosta, inicia-se em média a 35km de profundidade (descontinuidade de ) e estende-se a 2.900km (descontinuidade de Gutenberg).

**Matacões rochosos:** Fragmento de rocha com diâmetro maior do que 25cm, apresentando muitas vezes formas esferóides.

**Membros:** Unidade litoestratigráfica formal imediatamente abaixo da formação, tendo sempre que fazer parte de uma formação. Caracteriza-se por apresentar aspectos litológicos próprios que podem ser individualizados das partes adjacentes da formação. Uma formação não necessita ser totalmente dividida em membros.

**Mesetas:** Elevações em forma tabular, cercada por escarpas em todos os lados e

compostas de estratos horizontais, protegidos por estratos superiores mais resistentes.

**Merítica:** Ou província nerítica. Região dos oceanos correspondente ao relevo da plataforma continental que não sofre a influência das marés.

**Metamorfismo:** Processos de transformações mineralógicas, texturais e estruturais de uma rocha pré-existente sob a ação de variáveis temperatura e/ou pressão sem mudança química significativa e no estado sólido.

**Metassedimentos:** Material pouco metamorfoseado que, ainda preserva várias características relacionadas a sua origem, tais como, estruturas sedimentares primárias (SUGUIO, 1998).

**Morena:** Designação dada à feição topográfica devido à acumulação de material detrítico depositado diretamente pela geleira. O sedimento que constitui uma morena é uma mistura heterogênea de fragmentos.

**Movimento de convecção:** Deslocamento ascendente de fluidos de pontos aquecidos de grandes profundidades para pontos mais frios acima, espalhando-se lateralmente e seu retorno marginal novamente para o ponto aquecido formando uma célula de convecção.

**Ordo-siluriana:** Relativo ao Ordoviciano e Siluriano da Era Paleozóica.

**Paleoventos:** Ventos que atuavam no passado.

**Pelíticos:** sedimento formado predominantemente por partículas silticas (0,004 - 0,062 mm) e argilosas (menores do que 0,004mm).

**Plataforma continental:** Zona ou faixa da margem continental que se estende, com suave desnível, do cordão litorâneo até o topo do talude continental, com profundidades da ordem de 150 m.

**Polimítico:** Refere-se a sedimentos clásticos, em geral macroclásticos de composição complexa. Este tipo de sedimento é próprio de ambiente em que a ação seletiva do transporte é muito reduzida, como em ambientes glaciais e em certas fases de evolução de geossinclinais. Os termos oligomítico e polimítico devem ser usados preferencialmente como correspondentes a monogenético por serem mais descritivos, não implicando na gênese dos conglomerados (SUGUIO, 1998).

**Rochas vulcânicas ácidas:** São aquelas que possuem mais de 65% de SiO<sub>2</sub>.

**Rudáceas:** Sedimento de granulação grossa superior a da areia (2mm).

**Sedimento:** Material originado por intemperismo e erosão de rochas e solos que é transportado por agentes geológicos (rio, vento, gelo, correntes, etc.) e que se acumula em locais baixos, como planícies por exemplo.

**Sedimentos miocênicos:** A designação miocênica é referente idade de

formação do sedimento, no caso, Época Mioceno, dentro da Era Cenozóica.

Sedimentos periglaciais: Sedimentos formados em condição ou ambiente junto às áreas glaciais, nas regiões de degelo e vizinhas, seus registros geológicos podem ser blocos e seixos.

Siálica: Designação dada a minerais das rochas ígneas, constituídos de sílica, alumina, tais como quartzo e os feldspatos. Os minerais ferromagnesianos recebem, em contraposição a designação de máficos (LEINZ; LEONARDOS, 1977).

Sill: São intrusões concordantes formadas quando o magma penetra nos estratos preexistentes sem quebrá-los. Constituem corpos intrusivos tabulares de atitude aproximadamente horizontal.

Sinclinais: Dobra côncava para cima em uma sequência de camadas com sucessão estratigráfica normal, mais jovens para cima.

Subgrupo: Unidade litoestratigráfica que inclui apenas algumas das formações de um grupo.

Talófitas: São plantas que não tem folhas, caules ou raiz, no entanto, possuem estruturas semelhantes como filóide, caulóide e rizóide.

Talude continental: Zona ou faixa de transição entre a plataforma continental e o sopé continental, caracterizada por apresentar grande desnível topográfico.

Terraços: Superfície sub-horizontal, muitas vezes escalonada em degraus, encontrada nas porções marginais de mares, lagos, lagoas e rios. Existem terraços erosivos (ou abrasivos) e terraços deposicionais (ou sedimentares). Diversas características, tais como, distribuição, altura, configuração, tipo de sedimento associado, etc. podem fornecer informações sobre a evolução geomorfológica, atividade neotectônica ou flutuação de paleoclima durante o Quaternário, tendo sido estudado em diversos países (SUGUIO, 1998).

Toleíticos: Basalto toleítico ou toleíte, corresponde a rochas formadas em zonas típicas de ascensão magmática (dorsais e rifts).

Transgressão marinha: Dá-se pelo avanço da área de sedimentação, geralmente associado com o aumento do nível de base, no caso o oceano, em áreas antes expostas. A transgressão marinha pode resultar da elevação do nível do oceano ou pela subsidência da área por ele avançada.

## Referências

ALMEIDA, F.F.M. Condicionamento tectônico do magmatismo alcalino Mesozóico do sul do Brasil e do Paraguai Oriental. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 43, n. 3/4, p. 835-836, 1971.

ALMEIDA, F.F.M. et al. Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, 1981. 2 v. Escala 1:500.000.

BIGARELLA, J.J. Continental drift and paleocurrent analysis (a comparison between Africa and South America). In: SYMPOSIUM ON THE STRATIGRAPHY AND PALAEOONTOLOGY OF THE GONDWANA SYSTEM, SOUTH AFRICA, 2., 1970, África do Sul. Pré-print.

BIGARELLA, J.J. Eolian environments- their characteristics, recognition and importance. In: RIGBY, J.K.; HAMBLIN, W.K. (Ed.). Criteria for recognizing ancient environments. Tulsa, Okla: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. p. 12-62. (Special publication. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, no.16).

BIGARELLA, J.J. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Contribuições de Everton Passos et al. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003. v. 3, cap. 15-22, p. 884-1436.

BIGARELLA, J.J. Paleocorrentes e deriva continental (Comparação entre a América do Sul e África). Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, n. 31, p. 141-224, 1973.

BIGARELLA, J.J. (Coord.). A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná... um problema de segurança ambiental e nacional (contribuição à geografia, geologia e ecologia regional). Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento: Associação de Defesa e Educação Ambiental (ADEA), 1978. 248p., il.

BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; SANTOS, G.F. dos. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Contribuições Maria Lucia de Paula Herrmann, Sheila Maria Cabral de Carvalho, Magaly Mendonça. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994. v. 1, cap. 2, p.[15]-107.

BIGARELLA, J.J.; BLASI, O.; BREPOHL, D. Lapinha: a natureza da Lapa. Lapa, PR: Lar Lapeano de Saúde, 1997. 232p., il.

BIGARELLA, J.J.; LEPREVOST, A.; BOLSANELLO, A. Rochas do Brasil. Prefácio de Josué Camargo Mendes. Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos: ADEA-Associação de Defesa e Educação Ambiental, c1985. 310p., il. color.

BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. Pediplanos pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. Boletim Paranaense de Geografia, Curitiba, n. 16/17, p. 117-151, 1965.

BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Early Mesozoic wind patterns as suggested by dune bedding in the Botucatu sandstone of Brazil and Uruguay. Geological Society of America Bulletin, New York, v. 72, no. 7, p. 1089-1106, 1961.

BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Estudos preliminares na Série Açunguá VII - Algumas estruturas sin-genéticas nos dolomitos da Formação Capirú. Arquivos de Biologia e Tecnologia, Curitiba, v.11, [197]-205, 1956.

BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Estudos preliminares na Série Açunguá. VIII. A Formação Votuverava. Boletim de Geologia do Instituto de História Natural, Curitiba, n. 2, 1958. 6 p.

BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Some palaeogeographic features of the Brazilian Devonian. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, n. 21/22, p. 133-151, 1967. [Edição especial] Bigarella, J.J. (Ed.). Problems in Brazilian Devonian Geology.

BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; ALESSI, A.H. Some palaeogeographic and palaeotectonic features of the Paraná Basin. In: BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; PINTO, I.D. (Ed.). Problems in Brazilian Gondwana geology: Brazilian contribution to the International Symposium on the Gondwana Stratigraphy and Palaeontology. Curitiba: [s.n.], 1967. p. 235-301. Prepared under the auspices of CNP, Centro de Investigações do Gondwana (UFRGS), Instituto de Geologia (UFPR), Comissão da Carta Geológica do Paraná.

BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; MARQUES FILHO, P.L. Estruturas e texturas da Formação Furnas e sua significação paleogeográfica. Boletim da Universidade Federal do Paraná - Geologia, Curitiba, n. 18, p. 1-114, 1966.

BORTOLUZZI C.A.; BARBERENA, M.C. The Santa Maria Beds in Rio Grande do Sul (Brazil). In: BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; PINTO, I.D. (Ed.). Problems in Brazilian Gondwana geology: Brazilian contribution to the International Symposium on the Gondwana Stratigraphy and Palaeontology.

Curitiba: [s.n.], 1967. p. [169]-195 + Plates LXIII-LXXIII. Prepared under the auspices of CNP, Centro de Investigações do Gondwana (UFRGS), Instituto de Geologia (UFPR), Comissão da Carta Geológica do Paraná.

CLOUD, P.E., Jr. Pre-metazoan evolution and the origins of the Metazoa. In: DRAKE, E. T. (Ed.). Evolution and environment. New Haven: Yale University Press, 1968. p. 1-72.

DU TOIT, A.L. Comparação geológica entre a América do Sul e a África do Sul: reedição revista e anotada de dois trabalhos. Tradução portuguesa de Kenneth E. Caster e J. C. Mendes. Rio de Janeiro: IBGE, 1952.

FRAKES, L.A.; CROWELL, J.C. Late Paleozoic Glaciation: I, South America. Geological Society of America Bulletin, New York, v. 80, no. 6, p.1007-1042, 1969.

GRAND CANYON ASSOCIATION. "Grand Canyon Yardstick of Geologic Time: a guide to the canyon's geologic history and origin." Disponível em: <[http://www.grandcanyonassociation.org/Merchant2/merchant.mvc?Screen=PROD&Store\\_Code=GCA&Product\\_Code=M30099&Category\\_Code=GEOLOGY](http://www.grandcanyonassociation.org/Merchant2/merchant.mvc?Screen=PROD&Store_Code=GCA&Product_Code=M30099&Category_Code=GEOLOGY)> Acesso em: 10 jun. 2010.

LANGE, F.W. Biostratigraphic subdivision and correlation of the devonian in the Paraná Basin. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, n. 22/23, p. 63-98, 1967.

LANGE, F.W. Paleontologia do Paraná. Curitiba: Comissão de Comemorações do Centenário do Paraná, 1954. p.1-105.

LEINZ, V.; LEONARDOS, O.H. Glossário geológico com a correspondente terminologia em inglês, alemão e francês. São Paulo: Ed. Nacional: Edusp, 1977. 236p., il. (Iniciação científica, v.33).

LIMA, M.R.; ANGULO, R.J. Descoberta de microflora em um nível linhítico da Formação Alexandra, Terciário do Estado do Paraná, Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v.62, n.4, p.[357]-371, 1990.

LINSKER, R. (Ed.). Arquipélago Fernando de Noronha: o paraíso do vulcão. São Paulo: Terra Virgem Editora, 2003. 167p., il. color.

MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. Arquivos de Biologia e Tecnologia, Curitiba, v. 2, p. 63-154 + estampas [61-73], mapas [4], 1947.

MARTIN, H. The directions of flow of the Itararé ice sheets in the Paraná Basin, Brazil. *Boletim Paranaense de Geografia*, Curitiba, n. 10/15, p. 25-76 + 3 plates, 1964.

MARTÍN ESCORZA, C. et al. Deriva continental y tectónica de placas. *Introducciones de J. Tuzo Wilson*. 2. ed. rev. y aum. Madrid: H. Blume, 1978. 269 p., il. (Selecciones de Scientific American).

MENDES, J.C. Contribuição à estratigrafia da Série Passa Dois no Estado do Paraná. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP, São Paulo*, v.175, Geol. n.10, p. 1-119 + 3 pls., 1954.

MENDES, J.C. The Passa Dois Group (The Brazilian portion of the Paraná Basin. In: BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; PINTO, I.D. (Ed.). *Problems in Brazilian Gondwana geology: Brazilian contribution to the International Symposium on the Gondwana Stratigraphy and Palaeontology*. Curitiba: [s.n.], 1967. p. [119]-166 + Plates XLI-LXII. Prepared under the auspices of CNP, Centro de Investigações do Gondwana (UFRGS), Instituto de Geologia (UFPR), Comissão da Carta Geológica do Paraná.

MURATORI, A. Nota explicativa da Fôlha Geológica de Campo Largo. Contribuição da Comissão da Carta Geológica do Paraná. *Boletim da Universidade Federal Paraná - Geologia*, Curitiba, n. 21, p. 1-29, nov. 1966.

PLUMSTAED, E. Recent palaeobotanical advances and problems in Africa. In: *SYMPOSIUM ON FLORISTICS AND STRATIGRAPHY OF GONDWANALAND*, 1966, Lucknow. *Proceedings...* Lucknow: Birbal Sahni Institute of Paleobotany, 1966. p. 1-12.

ROCHA-CAMPOS, A.C. Deformações penecontemporâneas em sedimentos glacio-lacustres do Grupo Tubarão. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, v. 12, n.1-2, p. 49-56, 1963.

ROCHA-CAMPOS, A.C. The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. In: BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; PINTO, I.D. (Ed.). *Problems in Brazilian Gondwana geology: Brazilian contribution to the International Symposium on the Gondwana Stratigraphy and Palaeontology*. Curitiba: [s.n.], 1967. p. [27]-102 + Plates III-XXXV. Prepared under the auspices of CNP, Centro de Investigações do Gondwana (UFRGS), Instituto de Geologia (UFPR), Comissão da Carta Geológica do Paraná.

RUST, I. C. On the sedimentation of the Table Mountain Group in the

Western Cape Province. Unpublished, Thesis (D. Sc.) – Geology Department, University of Stellenbosch, South África, 1967. 110p.

SCHUCHERT, W.; DUNBAR, C.O. Historical. In: *A TEXTBOOK of Geology*. 4th ed., largely, rewritten. New York: J. Wiley, 1939-1941. pt. II, 1941.

SUGUIO, K. *Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins*. Rio de Janeiro: Bertrand-Brasil, 1998. 1218 p.

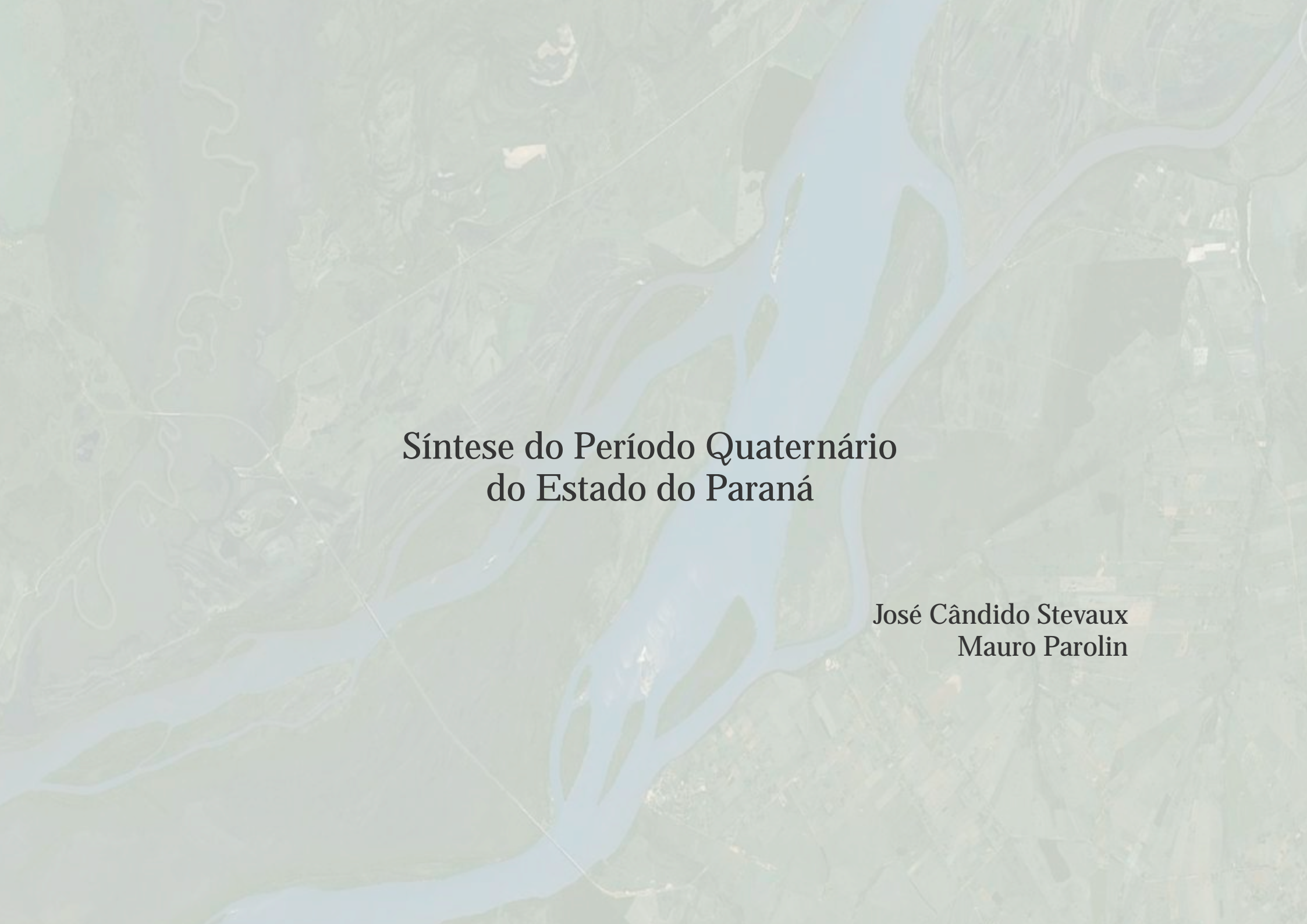
SZABÓ, G.A.J.; BABINSKI, M.; TEIXEIRA, W. Rochas ígneas. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.) *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. cap.16, p.[327]-346.

TAKEUCHI, H.; UYEDA, S.; KANAMORI, H. A Terra, um planeta em debate. *Introdução à Geofísica pela análise da deriva continental*. Ilustrações James K. Leuvorsen. Ed. rev. São Paulo: Edart: Edusp, 1974. 186 p., il.

WILSON, J.T. Did the Atlantic close and then re-open? *Nature*, v. 211, p. 676-681, 1966.

WILSON, J.T. With introduction... In: *CONTINENTS adrift and continents aground: readings from Scientific American*. San Francisco: W. H. Freeman, c1976. vii, 230 p., ill.



An aerial photograph of a river system, likely the Paraná River, with a semi-transparent blue overlay. The river flows from the top right towards the bottom left, with several tributaries. The surrounding landscape is a mix of green fields and brownish terrain. The text is centered over the river.

# Síntese do Período Quaternário do Estado do Paraná

José Cândido Stevaux  
Mauro Parolin



Imagem de satélite: GOOGLE EARTH, Cnes/Spot Image, 2009. Na imagem é possível observar o rio Paraná e a foz do rio Ivaí, o complexo de pontes do distrito de Porto Camargo/Icaraíma e na margem direita do rio Paraná o rio Amambaí/MS e seus meandros. A ponte atravessa a porção norte do Parque Nacional de Ilha Grande.

## Introdução

Os processos geológicos atuam em diferentes escalas: temporal e espacial. A formação do oceano Atlântico, por exemplo, originado pela partição do imenso continente de Gondwana é um processo que já dura 135 milhões de anos. Por sua vez, os recentes terremotos que atingiram o Chile e o Haiti (2010), causando milhares de mortes, constituem processos rápidos e localizados.

Um dos processos geológicos mais importantes é a glaciação. Por uma conjunção de fenômenos cíclicos (oscilação da intensidade de energia do Sol; alterações no movimento da Terra e o próprio efeito estufa na atmosfera terrestre), o nosso planeta se resfria, provocando o desenvolvimento de uma glaciação ou de uma Era Glacial. No último bilhão de anos, a Terra passou por pelo menos seis eras glaciais, que duraram em média 20 milhões de anos. A última dessas eras iniciou-se há 2,6 milhões de anos. Podemos assim afirmar que vivemos o início de uma nova Era Glacial!

Tão grandes são as transformações na paisagem do planeta produzidas por uma glaciação, que os geólogos criaram uma divisão do tempo geológico para esta última Era do Gelo - trata-se do período Quaternário (Figura 2.1).

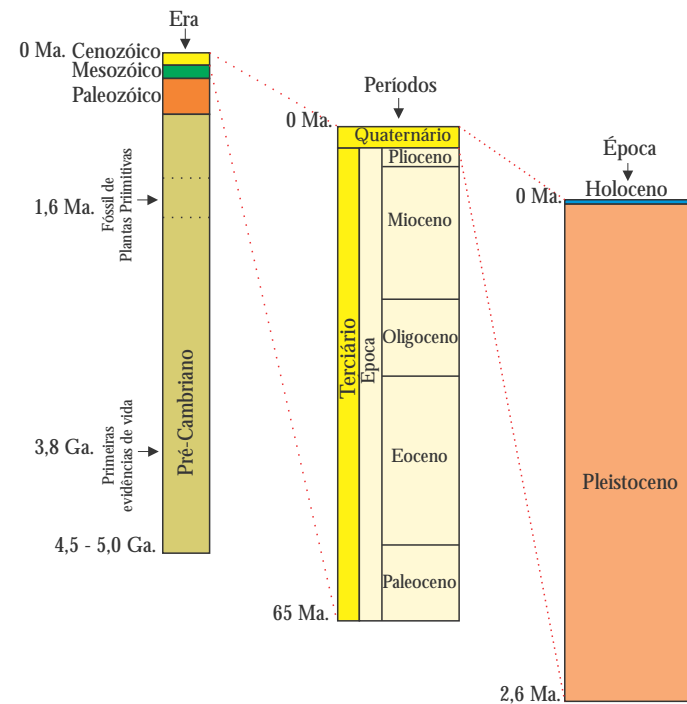


Figura 2.1 - O período Quaternário e suas subdivisões (modificado de GOUDIE, 1977).

O Quaternário, está dividido em duas épocas: a) Pleistoceno, mais antiga e mais longa, que se iniciou há 2,6 milhões de anos e b) Holoceno, mais recente, com 10 mil anos e que se estende até os dias de hoje.

Outro fato muito importante que se desenvolveu no Quaternário foi o aparecimento do *Homo sapiens*, há aproximadamente 500.000 anos. A presença do Homem no planeta é tão importante que os cientistas russos denominam esse período de Antropogênico, ou seja, período do aparecimento do Homem.

Para se ter uma idéia da intensidade das mudanças produzidas por uma glaciação, tomemos os últimos 20.000 anos da história da Terra, que correspondem a apenas um centésimo de todo tempo do Quaternário. Somente nesse curto intervalo:

- reduziu-se a área coberta pelas geleiras em dois terços, em consequência disso, o nível do mar subiu mais de cem metros;
- as grandes florestas tropicais, até então restritas a pequenas manchas, se expandiram por milhares de quilômetros quadrados;
- imensas áreas de solo congelado converteram-se em solos férteis;
- os grandes lagos terrestres, como o Baikal e o Titicaca, encheram-se de água doce;
- os mamíferos gigantes que povoavam a América do Sul (Mamutes, preguiças e tatus com mais de uma tonelada) desapareceram, restando somente a nossa conhecida anta, o maior mamífero do continente;
- mesmo o Homem, habituado a viver nas grandes savanas e cerrados, teve de se adaptar às florestas tropicais e abandonar seu hábito “caçador-coletor” e criar a agricultura.

Todos esses fenômenos são tão recentes na história do planeta que muitos deles ainda estão operando. Basta olharmos para o aquecimento global, hoje tão comentado. Após um ciclo de resfriamento encerrado por volta de 1850, seguiu-se um período de aquecimento que persiste até hoje. É muito comum observarmos, no meio da mata pluvial, cactos solitários, testemunhas de um clima mais seco, cujo desaparecimento não foi há tanto tempo, a ponto de eliminá-los do ambiente.

A própria história do Homem está cheia de evidências de climas diferentes e de mudanças climáticas e ambientais drásticas e intensas. O Dilúvio, registrado em várias culturas espalhadas pela Terra, é um registro das intensas chuvas e da rápida subida do nível do mar que ocorreram entre 10 e 13 mil anos atrás. O aparecimento da agricultura, quando o Homem “expulso do Paraíso” deixa de viver apenas da caça das frutas da floresta e passa a plantar e colher, é um registro da melhoria climática que atingiu o planeta nesse mesmo período.



Também no Estado do Paraná podemos observar as mudanças que ocorreram na paisagem nesse período geológico. Tanto o litoral como as serras, as florestas e as planícies de nossos grandes rios estão cheios de evidências das transformações que esse dinâmico período geológico causou em nosso estado.

Neste capítulo iremos aprender um pouco sobre esse momento na história da Terra e como as glaciações nos afetaram e ainda nos afetam. Veremos também quais os métodos que são usados para identificar e medir essas mudanças, e conheceremos o que se passou no Estado do Paraná durante a Última Era Glacial.

### Importância da glaciação e dos estudos do Quaternário

Em 1840 Jean Louis Agassiz (1807-1873) publicou o livro “Estudos sobre as geleiras” no qual defendeu a idéia de que, antigamente, devido a um resfriamento climático, as geleiras alpinas teriam ocupado todo o vale superior do rio Ródano e se estendido entre os Alpes e o Jura. Posteriormente, ele demonstrou que a extensão de glaciares teria ocorrido em todo o mundo e em vista disso denominou este período da história da Terra de "Idade do Gelo".

Com o tempo foi verificado que o planeta passou por vários eventos de glaciação separados por períodos com clima semelhante ao atual. Foi a partir dessas idéias que estudiosos passaram a defender a existência de grandes modificações climáticas, ligadas a períodos glaciais (frios) e interglaciais (semelhante ao atual). Estudos realizados em diferentes locais do hemisfério norte e no fundo dos oceanos identificaram pelo menos 22 intercalações de períodos frios e quentes no último milhão de anos.

Ainda não foi encontrada uma causa específica para as glaciações, sendo a causa proposta pela Teoria Astronômica de Milankovitch uma das mais aceitas. Segundo esta Teoria, a insolação incidente sobre a superfície terrestre depende de três parâmetros astronômicos cíclicos, ou seja, parâmetros que se repetem a cada intervalo de tempo mais ou menos constante. Estes parâmetros são: excentricidade da órbita terrestre; obliquidade da eclíptica e precessão de equinócio (ver Box 2.1).

Como cada um destes três parâmetros orbitais tem ciclos diferentes, a interação entre eles gera uma condição aproximada de equilíbrio, o que torna a temperatura ligeiramente constante. O geofísico iugoslavo Milutin Milankovitch (1879-1958) propôs a teoria de que em determinados momentos os três ciclos astronômicos poderiam coincidir, produzindo um período de reduzida insolação

na Terra e desencadeando assim uma glaciação (Figura 2.2).

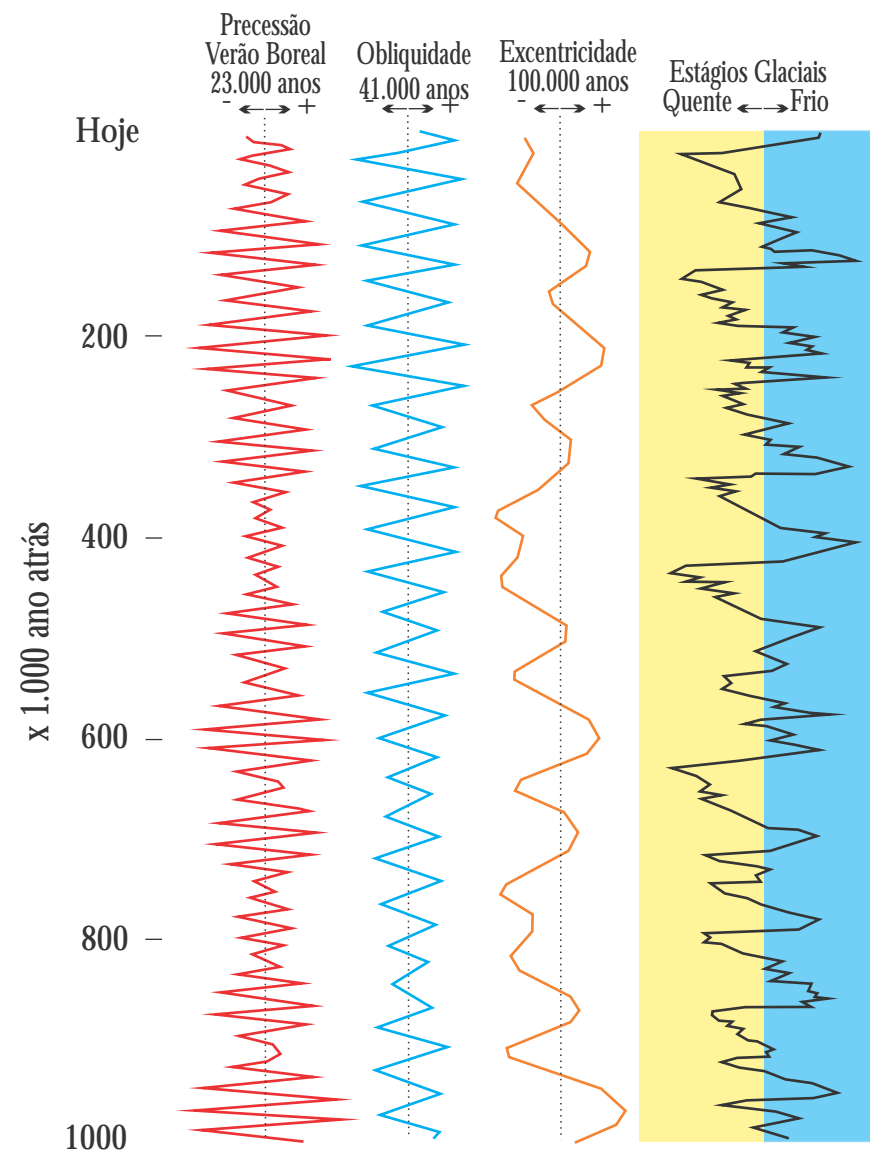
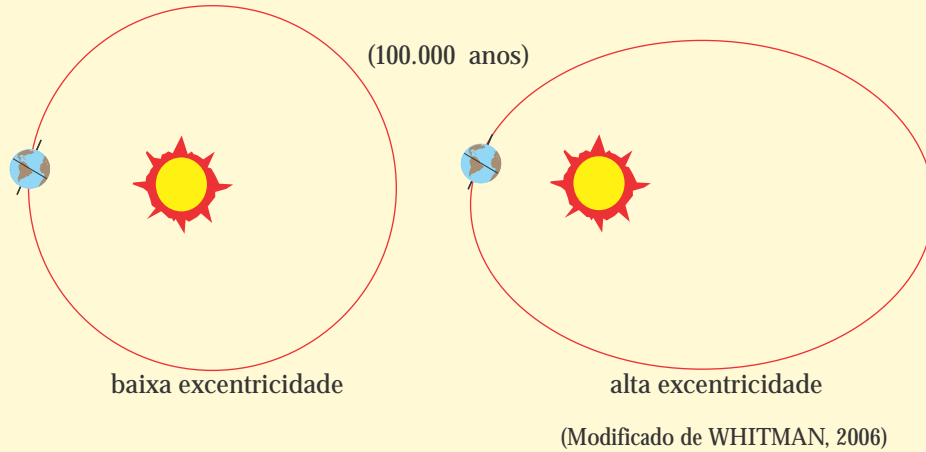


Figura 2.2 - Superposição dos ciclos astronômicos no último milhão de anos, envolvendo a precessão, obliquidade e a excentricidade, correlacionando-os com os estágios glaciais. Fonte: BAEZ, J., c2006. Disponível em: <<http://math.ucr.edu/home/baez/week240.html>>. Acesso em: 14 abr. 2010.

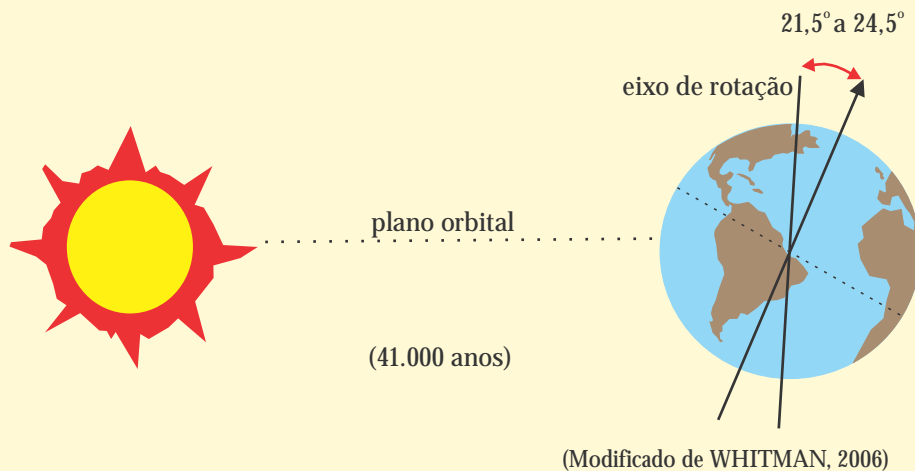
Box 2.1

Excentricidade, obliquidade e precessão

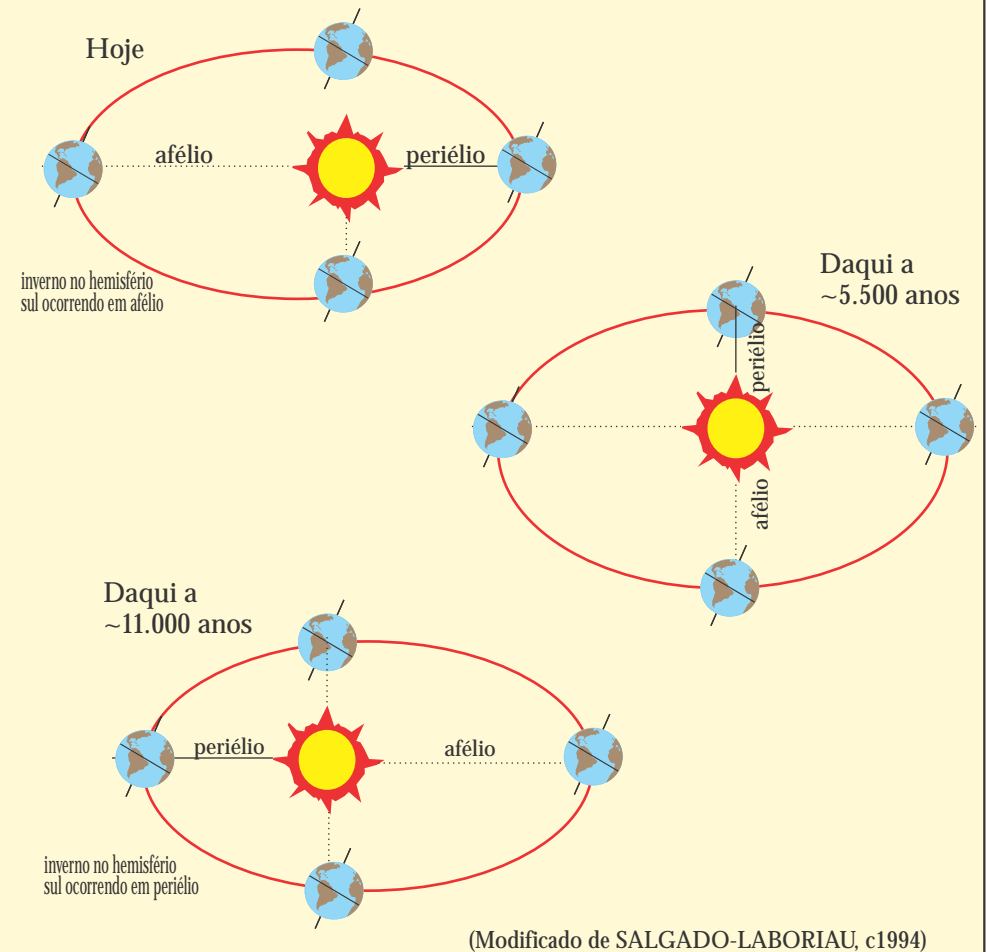
Excentricidade da órbita terrestre: a órbita terrestre modifica-se de ligeiramente oval a ligeiramente circular num período que varia entre 92 a 100 mil anos de modo que, quanto mais oval seu valor, maior as diferenças de duração e intensidade da insolação entre o verão e o inverno.



Obliquidade da Eclíptica: é a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano de sua órbita que varia entre 21°30' a 24°30' em ciclos de 40 a 41 mil anos. Este movimento também ressalta as diferenças das estações quentes e frias.



Precessão dos Equinócios ou das Estações: a composição dos movimentos de obliquidade e excentricidade faz com que as estações mudem um pouquinho a cada ano. Hoje por exemplo, o nosso inverno ocorre com a Terra em afélio (Terra em posição mais distante do Sol), isso propicia invernos no hemisfério sul mais intensos do que no hemisfério norte, que ocorre em periélio (Terra em posição mais próxima do Sol). Como o hemisfério sul tem uma superfície maior de oceano do que continente, as temperaturas ficam mais amenas por conta da maior presença de água. No hemisfério norte, ao contrário, tem-se a predominância maior de superfícies emersas, propiciando invernos rigorosos mesmo estando a Terra em periélio. Com o movimento de precessão daqui a aproximadamente 11.000 anos o inverno no nosso hemisfério ocorrerá em periélio, e no caso hemisfério norte em afélio. Tal condição terá como consequência invernos mais rigorosos que os atuais, favorecendo o estabelecimento de geleiras.



Atualmente os cientistas acreditam que não apenas as três variáveis astronômicas seriam as responsáveis pela glaciação, mas uma conjunção de variáveis. Entre essas se encontram as de origem extraterrestres e as originadas no próprio planeta. No primeiro caso estão as variações das atividades solares e a presença de poeira cósmica entre o Sol e a Terra. As variáveis terrestres seriam a posição dos continentes e dos oceanos (que varia com o tempo geológico), as atividades vulcânicas que produzem os gases de efeito estufa e ultimamente a poluição atmosférica gerada pelo próprio Homem.

No entanto, nem todo o planeta sofreu ação direta das geleiras; no Brasil, por exemplo, não há evidências da ocorrência desse fenômeno. Contudo, devido ao clima mais frio durante a glaciação, o ciclo hidrológico (evaporação e precipitação) tornou-se menos ativo e, conseqüentemente o clima mais seco. Assim, podemos pensar que para cada evento frio (Glacial) no hemisfério norte corresponde a um evento seco no hemisfério sul (Interpluvial). Por outro lado, eventos quentes (Interglacial) no hemisfério norte correspondem a períodos com clima chuvoso (Pluvial) no hemisfério sul. Como esses eventos são relativamente curtos em termos geológicos, pode-se imaginar o quanto o clima da Terra se modificou durante as várias intercalações glaciais-interglaciais.

### Como se estuda o Quaternário

As mudanças climáticas, sejam intensas ou tênues, sejam lentas ou rápidas, afetam a todos os habitantes do planeta: humanos, animais ou vegetais. O planejamento de barragens, empreendimentos agropecuários, construção de estradas, assentamentos populacionais, são alguns dos casos nos quais a previsão do comportamento climático é fundamental. Seria viável implantar-se uma cidade numa área que seria afetada por um previsível aumento do nível do mar ou à beira de um rio cujas cheias tendem a ser mais intensas e frequentes? Para as respostas a essas questões, é necessário o conhecimento do comportamento futuro do clima. Para se realizar a previsão climática, tem-se que conhecer o padrão de comportamento do clima por um determinado intervalo de tempo e a previsão terá mais sucesso quanto maior for a série histórica de dados climáticos disponíveis. Assim, os climatologistas e matemáticos que fazem tais previsões sabem apenas a série histórica de aproximadamente cem anos (quando começaram as medidas meteorológicas), o que não é suficiente para seus cálculos. É necessário avançar mais no passado e obter uma série mais longa para poder compreender o comportamento do clima. Portanto, estudar o comportamento do clima e do planeta durante um período mais longo é fundamental para a precisão

das previsões do comportamento climático. Este tipo de conhecimento pertence aos chamados estudos do Quaternário.

Onde buscar dados climáticos antigos? Essa é uma questão bastante importante nesse tipo de estudo. Algumas informações podem ser obtidas dos registros históricos: há relatos dos jesuítas sobre períodos bastante secos em que o nível do rio Paraná encontrava-se alguns metros abaixo do atual. Algumas pinturas antigas mostram o rio Tâmis, que corta a cidade de Londres, totalmente congelado com pessoas patinando sobre o gelo, uma mudança bastante drástica, visto que, há séculos, esse rio não se congela. No entanto, a principal informação dos registros climáticos passados provém do material contido nos sedimentos e nos solos. Para a reconstrução das características ambientais pretéritas, são fundamentais informações que indiquem as qualidades ambientais (chamadas informações “proxy”). Essas informações podem ser obtidas a partir do material que geralmente ocorre junto com os sedimentos, como por exemplo: pólen; espículas de esponjas (vide capítulo As Esponjas nesta obra); frústulas de diatomáceas (vide capítulo Diatomáceas nesta obra); fitólitos, entre outros. A lama que se acumulou durante milênios no fundo de um lago pode conter uma série de informações sobre as mudanças ambientais que aconteceram na região ao longo de um determinado período.

Além de saber onde buscar os dados climáticos antigos, torna-se fundamental estabelecer a temporalidade, ou seja, quando aconteceu? Para responder essa questão é necessário datar o material amostrado (sedimento, osso etc). Dentre os métodos de datação existentes, os mais comuns nos estudos do Quaternário são: a) o método baseado no isótopo instável do carbono ( $^{14}\text{C}$ ) (ver Box 2.2) e b) o baseado na luminescência estimulada dos grãos de areia (OSL). Ambos os métodos fornecem idades aproximadas, com erros entre 10 a 20%, e atingem 65 mil e 1 milhão de anos, respectivamente. Vale lembrar que a datação dos dinossauros, por exemplo, que viveram entre 190 e 65 milhões de anos, não pode ser obtida por esses métodos.

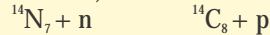
Um exemplo prático de reconstituição ambiental e cronológica foi executado por Fernandes (2008) e Rezende (2010), que estudaram a lagoa Fazenda no Município de São Tomé, Estado do Paraná, por meio de pólen e espículas de esponjas, respectivamente, utilizando datações pelo método do carbono quatorze. Esses estudos mostraram que a lagoa existia há pelo menos 13.000 anos. Os indicadores proxy mostraram que o clima variou nesse período, passando de muito mais seco que o atual há 13.000 anos (pela ausência de pólen e espículas), para mais úmido há 2.180 anos (pela grande quantidade de pólen abóreo e espículas de esponjas).

Box 2.2

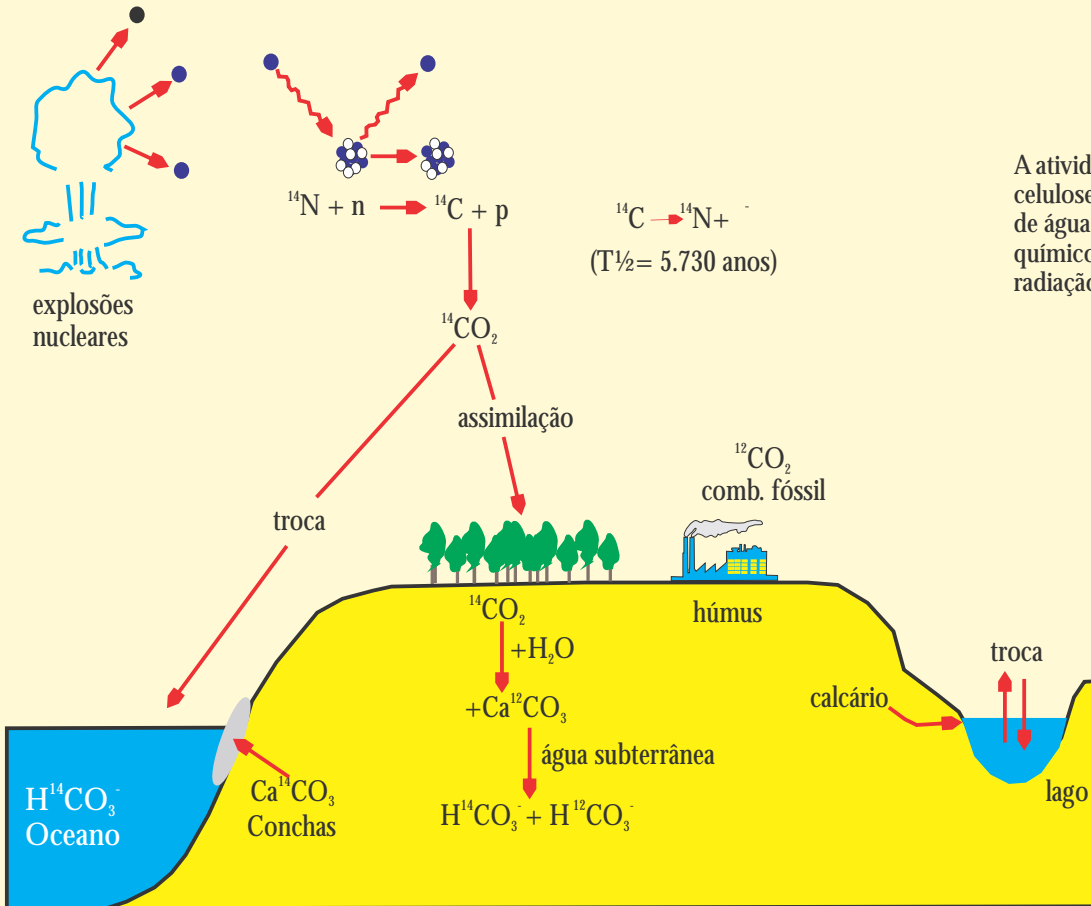
Datação por Carbono 14 (<sup>14</sup>C)

Luiz Carlos Ruiz Pessenda\*

O radionuclídeo <sup>14</sup>C é formado naturalmente, na alta atmosfera, através da interação de nêutrons (provenientes de colisões de raios cósmicos, principalmente partículas  $\alpha$ , de alta energia, com átomos da atmosfera terrestre) com o nuclídeo estável <sup>14</sup>N:



A taxa de produção de <sup>14</sup>C corresponde a 2 átomos por centímetro cúbico a cada segundo. O <sup>14</sup>C então é oxidado (<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>) e entra no ciclo global do carbono, sendo assimilado por todos os seres



Produção de <sup>14</sup>C e sua distribuição nos ecossistemas terrestres

vivos. A assimilação ocorre na forma direta (no caso de plantas pela fotossíntese), ou indiretamente (por exemplo, animais herbívoros e carnívoros). O <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> também se dissolve na água e está disponível aos peixes, plâncton, corais, etc. Deste modo, todo ser apresenta incorporação constante de carbono radioativo durante a vida, sendo que há um equilíbrio entre a atividade específica do <sup>14</sup>C em relação à do ambiente e a relação <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C de todos os seres vivos é observada na mesma proporção. Porém, com a morte, a assimilação de <sup>14</sup>C cessa. Como o radionuclídeo desintegra-se com meia-vida de 5.730 ± 30 anos, emite partícula  $\beta^-$  e transforma-se novamente em <sup>14</sup>N, a idade da amostra pode ser determinada em razão da atividade residual (A) e de um padrão moderno (A<sub>0</sub>) com atividade de cerca de 13,6 dpm(desintegrações por minuto)/gC, sendo que esta atividade tende a diminuir exponencialmente com o aumento do tempo em que a amostra parou de assimilar <sup>14</sup>C, de acordo com a equação:

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

- A = atividade da amostra
- A<sub>0</sub> = atividade inicial (padrão ácido oxálico)
- $\lambda$  = constante de desintegração
- t = tempo (idade da amostra)

A atividade do material a ser analisado, seja orgânico (colágeno de ossos, fragmentos de carvão, celulose da madeira, sedimentos, fração húmica do solo, turfas, etc.) ou inorgânico (carbonatos de água subterrânea, conchas, corais, etc.) pode ser determinada após pré-tratamentos físico-químicos e síntese de benzeno em espectrômetro de cintilação líquida de baixo nível de radiação de fundo (PESSENDA; CAMARGO, 1991) e a idade definida pela equação:

$$t = -8033 \ln \frac{A}{A_0}$$

A base conceitual do método de datação por <sup>14</sup>C é creditada a Willard F. Libby, que em 1960 recebeu o prêmio Nobel de Química pela descoberta. Este método tem sido a principal ferramenta para a determinação da idade de amostras de interesse arqueológico, geológico e paleontológico dos últimos aproximadamente 55.000 anos (correspondente ao Pleistoceno Superior e Holoceno).

Uma convenção internacional na década de 50 considerou o seguinte:

- a) datações <sup>14</sup>C são apresentadas em anos AP (Antes do Presente, sendo Presente o ano de 1950);
- b) produção do <sup>14</sup>C foi constante durante a formação do material;
- c) meia-vida física de 5.568 anos;
- d) correção dos resultados para o fracionamento isotópico a -25 ‰.

Referência

PESSENDA, L.C.R.; CAMARGO, P.B. Datação radiocarbônica de amostras de interesse arqueológico e geológico por espectrometria de cintilação líquida de baixa radiação de fundo. Química Nova, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 98-103, 1991.

\* Professor Associado da USP, responsável pelo Laboratório <sup>14</sup>C do CENA/USP, com Pós-Doutorado em Isótopos Ambientais na Universidade de Waterloo, Canadá.

## O Quaternário no Estado do Paraná

Os estudos sobre o Quaternário no Brasil foram feitos inicialmente por um cientista paranaense: o alemão radicado no Estado do Paraná Prof. Reinhard Maack que, em 1947 já pesquisava vestígios de climas mais rigorosos dentro do Quaternário brasileiro, e foi um dos ardentes defensores da hipótese de que os enclaves de campos nas florestas do Brasil eram remanescentes de climas passados. Em seus estudos no Estado do Paraná, Maack (1981) reconheceu um clima seco e semi-árido, durante a última glaciação, que propiciou o desenvolvimento de vegetação aberta do tipo Cerrado com gramíneas baixas, em locais que hoje se encontram florestas pluviais. Nesta época, as matas recuaram, ocupando os vales e encostas mais úmidas. No pós-glacial, o clima tornou-se mais quente e úmido, oferecendo condições às matas de deixarem os vales e ocuparem os campos. Segundo Maack (1981) anteriormente predominava um clima de estepes, semi-árido, cujas evidências encontravam-se nos campos do Paraná e nas ilhas de campos cerrados, dentro das matas pluviais e subtropicais. O autor sugere que as plantas xerófitas e xemórficas, encontradas em algumas partes da floresta tropical paranaense, seriam resultado da existência de clima semi-árido que vigorou no Quaternário antigo no Paraná. Nessa mesma linha Aziz Nacib Ab'Sáber (1957) sugeriu que o clima semi-árido teria ocupado, no passado, mais de 50% do território. Posteriormente esse mesmo autor (AB'SABER, 1992), baseando-se na Teoria dos Refúgios (HAFFER, 1969), enfatizava que à medida que o clima semi-árido avançava, as matas ficavam em refúgios, locais mais úmidos. Esses locais abrigavam uma alta densidade de indivíduos, o que, juntamente com o fato de estarem isolados, promoveria uma diferenciação de características aumentando a biodiversidade. Esta idéia foi também compartilhada por Bigarella, Andrade-Lima e Riehs (1975), quando comentam que durante o Quaternário os refúgios foram de especial importância durante as crises climáticas, pois, segundo eles, foram nesses locais ilhados na vegetação aberta, que ocorreram as diferenciações genéticas dentro dos táxons de animais e vegetais a eles restritos. Os autores afirmam que durante as épocas frias do Quaternário verificou-se a retração das florestas e a expansão das paisagens de vegetação aberta. Já nas épocas quentes, deu-se o inverso, isto é, as florestas sofreram expansão devido a umidificação do clima com chuvas melhor distribuídas.

As primeiras interpretações baseadas em datações absolutas para o Estado do Paraná, foram apresentadas por Bigarella (1971), indicando que em

épocas de glaciação Quaternária, nas regiões tropicais e subtropicais brasileiras, vigoraram climas severos do tipo semi-árido. Segundo Bigarella (1971), dentro dos grandes ciclos climáticos tiveram lugar ciclos menores e variados, conferindo à climatologia do Quaternário um caráter oscilatório, evidenciado por numerosas flutuações climáticas conforme registra a literatura sobre o assunto.

Klein (1975) argumenta que a vegetação primária do sul do Brasil apresenta discordância em relação às condições edáficas (solo) atuais. O autor indica que as mudanças paleoclimáticas do Quaternário teriam influenciado na alternância de expansão e retração das associações vegetais desta região do Brasil.

Se o clima variou muito durante o Pleistoceno (a primeira época do Quaternário), essa variação continuou, ainda que bem menos intensa, durante o Holoceno (época atual). Neste ocorreram flutuações climáticas menos intensas, mais curtas e de caráter regional. Trabalhos realizados por Stevaux (1994a,b) e Kramer e Stevaux (2001) identificaram na região de Porto Rico, Estado do Paraná, pelo menos dois períodos mais úmidos, intercalados por um período mais seco e frio em torno de 3 a 2 mil anos atrás. Essa mudança climática foi identificada no Mato Grosso do Sul (KRAMER; STEVAUX, 2001; PAROLIN; STEVAUX, 2001) e também em território do nordeste argentino (IRIONDO, 1994; STEVAUX, 2000).

Os estudos sobre o Quaternário paranaense estão concentrados basicamente: na região costeira; no Segundo Planalto Paranaense, em lagoas da região de Ponta Grossa; na calha do rio Paraná; na região de Londrina; na região do baixo rio Ivaí, além de pesquisas que estão em fase inicial nos municípios de Guarapuava e Campo Mourão.

### O litoral paranaense

Os estudos quaternários litorâneos iniciaram-se com Bigarella (1946), dos quais foi produzido o primeiro mapa geológico do litoral na escala 1:400.000 (VILLWOCK et al., 2005). A seguir a região foi estudada por Maack (1947), Loureiro Fernandes (1947) e Figueiredo apud Villwock (2005). Nas décadas seguintes foi realizada uma série de estudos e de mapeamentos mais detalhados (BIGARELLA; BECKER, 1975; BIGARELLA (Coord.), 1978). Os estudos mais modernos sobre o Quaternário litorâneo do Paraná envolveram, principalmente, as variações do nível do mar (ANGULO; LESSA, 1997; ANGULO et al., 1999; ANGULO; PESSENDA; SOUZA, 2002) e a evolução das barreiras litorâneas holocênicas (LESSA et al., 2000). Os vestígios mais

antigos de nossas praias correspondem a terraços constituídos de cascalho e areia que indicam um antigo nível do mar mais de 13m acima do nível atual. Embora ainda não muito bem estudados, essa subida do nível do mar teria ocorrido há mais de 120 mil anos (MARTIN et al., 1988). Uma segunda subida do nível do mar foi reconhecida por (SUGUIO; MARTIN, 1978) na região da divisa entre o litoral paranaense e paulista e teria atingido uma altura de 8m acima do nível atual. Durante a última glaciação, o nível do mar permaneceu cerca de 100 a 120m mais baixo que o atual e seus registros encontram-se atualmente submersos. Com o final da glaciação, a água provinda das geleiras, derretidas pelo aquecimento global, propiciou a subida rápida e intensa do nível do mar. Segundo Angulo e Lessa (1997), durante os últimos 7 mil anos o nível do mar continuou oscilando, tendo atingido 4m acima do nível atual há 5,5 mil anos (Figura 2.3). A partir dessa época o nível do mar, ainda que instável, descendeu até a posição atual (SUGUIO et al. (2005). Uma pequena ascensão foi verificada por Mesquita apud Suguio et al. (2005) que se baseou em maregramas dos últimos 40 anos, indicando que o nível do mar no litoral paranaense estaria subindo a uma taxa de 30cm/século.

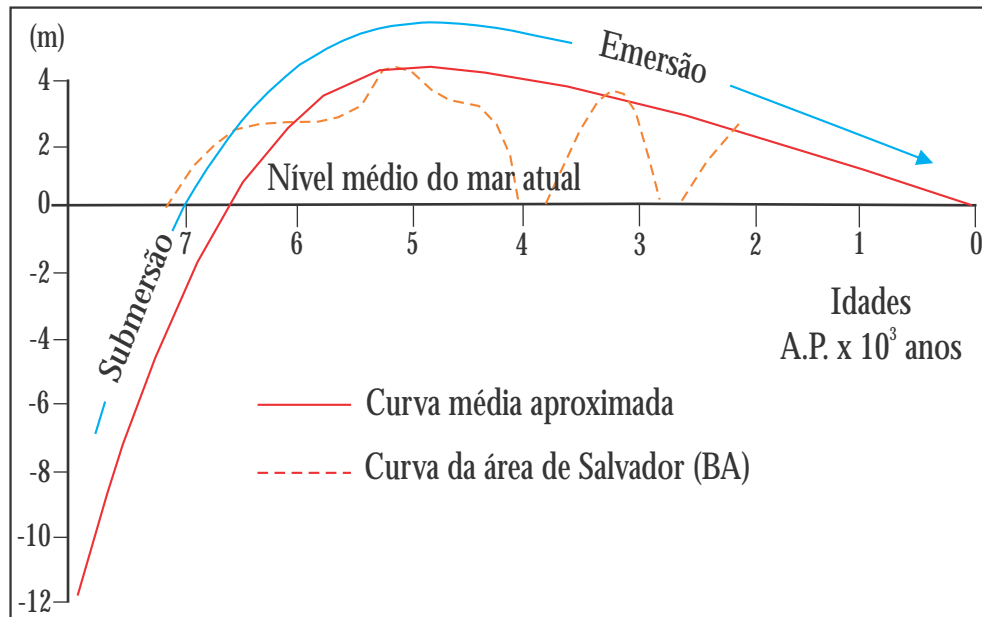


Figura 2.3 - Curva média de variações do paleonível relativo do mar nos últimos 7.000 anos ao longo da costa brasileira em confronto com a curva da área de Salvador. Fonte: Suguio e Tessler (1984) citado por Suguio et al., 2005.

Ainda na região costeira na divisa entre Santa Catarina e Paraná (Reserva Biológica de Volta Velha), Behling e Negrelle (2001) estabeleceram, com base na palinologia de sedimentos, três divisões para o Pleistoceno: a) pré Último Máximo Glacial (37.500 a 27.500 anos), caracterizado pela presença de campos com alguns focos de floresta (espécies adaptadas a condições mais frias) e raras ocorrências de árvores tropicais; b) Último Máximo Glacial (27.500 a 14.500 anos), com pastagens generalizadas e alguns focos de floresta (com espécies adaptadas a condições mais frias), ausência quase total de árvores e floresta tropical e c) expansão de arbustos e árvores tropicais.

Estudo recente efetuado por Behling (2007), na Serra do Araçatuba (1.500 m de elevação), Serra do Mar paranaense, indica que o clima foi mais seco e frio no final do Pleistoceno há 14.880 anos. Indica também que houve significativa melhora a partir de 2.000 anos com predominância de floresta com Araucária, bem como demonstra que a expansão foi interrompida por conta das atividades humanas entre 200-300 anos atrás.

#### Região de Ponta Grossa e Campos Gerais

Estudos palinológicos realizados por Lorscheitter e Takeda (1995), em sedimentos retirados da Lagoa Dourada (Parque Estadual de Vila-Velha, PR), apontaram uma melhoria climática, com aumento de temperatura e umidade no Holoceno.

Também com base nos estudos dos sedimentos desta lagoa, Moro et al. (2004) encontraram 119 táxons de diatomáceas (Bacillariophyta). Baseando-se nas informações oferecidas por esse dado “proxy”, os autores sugerem que a região passou por estágios áridos e semi-áridos alternados com períodos de maior pluviosidade. Neste estudo os autores indicam uma fase mais seca há 8.750 anos. Posteriormente, Moro, Parolin e Menezes (2009), avaliaram a ocorrência de espículas de esponjas neste mesmo sedimento, chegando às mesmas interpretações.

Melo et al. (2003) estudaram a sedimentação quaternária no espaço urbano de Ponta Grossa, PR. Neste estudo são apontadas duas fases principais de sedimentação ocorridas na região: a) fase pleistocênica: ~16.000 anos AP. com acentuada denudação das encostas, indicando condições mais severas de desequilíbrio ambiental; b) fase holocênica: do Holoceno Médio (datações entre 2.940 e 4.750 anos AP.), com sedimentos que aparecem comumente, com características semelhantes as das planícies aluviais atuais, possivelmente

indicando episódios de oscilações climáticas curtas e pouco pronunciadas, em que prevaleceram condições mais próximas das atuais, mas suficientes para determinar o incremento da sedimentação.

Através da palinologia, Behling (1997) indica para a Serra Campos Gerais, no período entre 12.480 e 9.660 anos, o predomínio de vegetação de campos, com provável ocorrência de grupos espalhados de floresta tropical Atlântica e de Araucária nos vales, sugerindo climas mais secos e mais frios que os atuais. Entre 9.660 e 2.850 anos, observou-se o predomínio dos campos nas montanhas e a expansão de árvores de floresta tropical úmida nos vales, indicando clima quente e talvez um aumento da precipitação anual. Entre 2.850 e 1.530 anos, tem-se a expansão das florestas de Araucária, evidenciando clima mais úmido com curta estação seca. A grande expansão das florestas de Araucária ocorreu nos últimos 1.500 anos, sugerindo o início de um clima com alta precipitação sem uma estação seca anual significativa (BEHLING, 1997).

#### Calha do rio Paraná

Os trabalhos paleoambientais na região estabeleceram, com base em estudos estratigráficos, palinológicos e datações de idade absoluta, a primeira caracterização paleoclimática com a sucessão de quatro eventos: a) o primeiro evento compreende o Pleistoceno Superior e o início do Holoceno entre 40 e 8 mil anos, para essa época a vegetação de savana e deposição de barras de areia e cascalho em um sistema entrelaçado, se constitui na base do sistema deposicional do rio Paraná (STEVAUX, 1993, 2000; STEVAUX; SANTOS, c1998); b) o segundo evento é caracterizado pelo aumento da umidade, iniciado por volta de 8 mil anos, com um ótimo climático em torno de 6.500 anos, essa fase é marcada pela ocorrência de depósitos de rompimentos e de amplos processos de avulsão, aliados à inúmeros paleocanais indicando o desenvolvimento de um sistema anastomosado que se constitui no pacote superior do sistema deposicional descrito anteriormente (SANTOS, 1997; STEVAUX; SOUZA FILHO; JABUR, 1997); c) a terceira fase caracteriza-se pela ocorrência de um clima mais seco que o atual entre 3.500 e 2.500 anos, nela tem-se a ocorrência de depósitos eólicos (PAROLIN, 2001; PAROLIN; STEVAUX 2001, 2004, 2006), e registros de abandono de inúmeros canais, atestado pela ocorrência dos paleocanais que cortam os depósitos da planície (STEVAUX; SOUZA, 2004) e d) evento marcado pelo retrabalhamento dos antigos depósitos tanto no canal atual como na planície com formação de ilhas e aprofundamento do talvegue.

Barcyszczyn (2001) indica a presença de um paleosolo na planície de inundação do rio Paraná (aproximadamente 2 m de profundidade). Dados palinológicos e de  $^{13}\text{C}$ , indicam um aumento gradativo de plantas do tipo  $\text{C}_3$  (arbórea) em relação às do tipo  $\text{C}_4$  (gramíneas), o que confirma a hipótese de uma mudança para clima mais úmido a partir de 2.500 anos (BARCZYSCZYN, 2001).

Estudos feitos com espículas de esponjas em lagoas situadas próximas à margem direita do rio Paraná (Taquarussu/MS) por Parolin, Volkmer-Ribeiro, Stevaux (2008), mostraram que a reduzida presença de espículas silicosas, aliada aos baixos percentuais de matéria orgânica entre as sequências sedimentares datadas em 32.740 e 17.610 anos, é evidência de que o clima era bem mais seco que o atual no final do Pleistoceno, situação correspondente ao Último Máximo Glacial.

Também para esta mesma área Parolin, Medeanic e Stevaux (2006) indicaram fases mais secas e de intensa aridez no Holoceno Inferior (~4.000 anos) na planície de inundação do rio Paraná, conforme discutido por Jabur (1992) e Stevaux (1993, 1994 a, b).

Kramer e Stevaux (2001) estudando também uma das lagoas próxima à margem direita do rio Paraná, apresentaram duas evidências de uma fase mais úmida há 6 mil anos, representados por uma intensa cimentação argilo-ferruginosa e um paleonível.

Estudo recente realizado por Medeanik e Stevaux (2008) no alto rio Paraná, região de Porto Rico, com base em dados palinomorfos e partículas de carvão, indicou que a floresta ripária, durante o Holoceno Tardio, desenvolveu-se em dois estágios principais: a) o primeiro estágio da evolução ambiental (cerca de  $1.700 \pm 70$  anos) é caracterizado pelo predomínio de várias espécies de pteridófitos de clima mais seco que o atual e pelo desenvolvimento discreto de florestas ripárias subtropicais. A presença constante de partículas de carvão em quantidade significativa sugere a ocorrência de incêndios frequentes, ocorridos durante períodos de clima mais seco; b) a segunda fase (atual) é diferenciada pela expansão da floresta ripária e pelo incremento na variedade taxonômica da vegetação arbórea conectado com aumento nas precipitações atmosféricas e ascensão do lençol freático (esta causada principalmente pela alteração do regime hidrológico do rio). Ao final desta fase, surgem fortes evidências de intervenção humana para desenvolver a agricultura, tais como a ocorrência de plantas cultivadas (milho), anômala quantidade de plantas agrícolas e introduzidas, o que provocou rápida retração da floresta ripária e redução na sua diversidade (MEDEANIK; STEVAUX, 2008).

## Box 2.3

## Os isótopos estáveis do Carbono e os distintos tipos de vegetação

Luiz Carlos Ruiz Pessenda\*

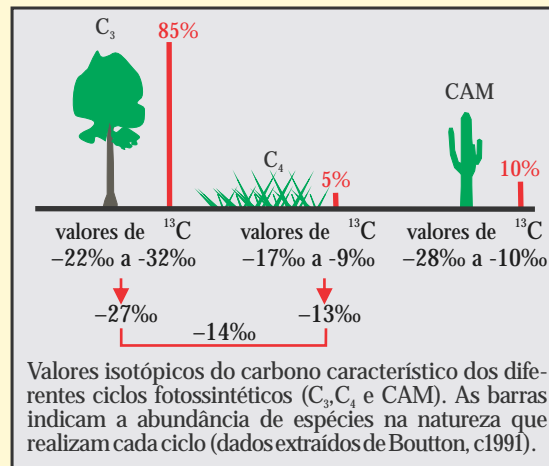
Os isótopos estáveis do carbono ( $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ ) ocorrem naturalmente em proporções bastante distintas. O  $^{12}\text{C}$  representa 98,89% de todo o carbono encontrado na natureza, enquanto a abundância do  $^{13}\text{C}$  é de apenas 1,11%. Na superfície terrestre o carbono pode apresentar-se na forma de compostos orgânicos (constituindo tecidos de animais e vegetais) e inorgânicos (formando carbonatos,  $\text{CO}_2$  atmosférico e  $\text{HCO}_3^-$  nas águas marinhas e continentais). Durante os processos físicos, químicos e biológicos atuantes na formação destes compostos pode ocorrer o fracionamento isotópico, isto é, a razão isotópica ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) do produto final é diferente da fonte que lhe deu origem. Assim o carbono inorgânico é relativamente enriquecido em  $^{13}\text{C}$  enquanto o carbono orgânico é geralmente empobrecido em  $^{13}\text{C}$  (como resultado do fracionamento por processos biológicos ocorrendo, primariamente durante a fotossíntese). A variação entre os isótopos de carbono nas plantas e na matéria orgânica do solo é relativamente pequena, sendo que os materiais mais enriquecidos se diferem dos menos enriquecidos por aproximadamente 2‰ ou 20 partes por mil (BOUTTON, c1991). Para quantificar estas pequenas variações da razão  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  da matéria orgânica do solo é necessário utilizar um método que apresente alta precisão nos resultados. Estas análises são geralmente realizadas em um espectrômetro de massas. A razão isotópica obtida da amostra é então comparada com a razão isotópica do padrão (PDB – Pee Dee Belemite, que corresponde a carapaça de um molusco fóssil da Formação Pee Dee (Cretáceo), localizado no Estado da Carolina, E.U.A), sendo o resultado expresso em abundância isotópica ( $^{13}\text{C}$ ):

$$^{13}\text{C}_{\text{PDB}} (\text{‰}) = \left[ \frac{R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}}}{R_{\text{padrão}}} \right] \times 1000$$

onde  $R = ^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

Nas últimas décadas, diversos estudos foram desenvolvidos utilizando os isótopos estáveis do carbono da matéria orgânica de solos com intuito de avaliar a dinâmica da vegetação e inferir sobre variações paleoclimáticas (PESSENDA et al., 1998, 2001, 2004, 2009). Para tal finalidade, utiliza-se o princípio do fracionamento isotópico pelas plantas de diferentes ciclos fotossintéticos ( $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$  e CAM), sendo que a matéria orgânica derivada destes diferentes tipos de plantas apresentam fracionamento distintos. Como os ciclos  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$  apresentam valores isotópicos que diferem entre si em aproximadamente 14‰, é possível determinar a origem da matéria orgânica do solo a diferentes profundidades, tornando possível a reconstrução da dinâmica da vegetação durante o tempo geológico.

Assim, quando uma determinada amostra apresenta valores de  $\delta^{13}\text{C}$  negativos (por exemplo -16 ‰) significa que a razão  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  desta amostra é 1,6% menor que a razão  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  da amostra padrão.



Os ciclos fotossintéticos e o fracionamento dos isótopos estáveis de carbono

Fracionamento isotópico do carbono em plantas  $\text{C}_3$

O ciclo fotossintético  $\text{C}_3$  é representado predominantemente por vegetação arbórea. Entretanto algumas espécies de gramíneas que se desenvolvem em regiões úmidas também realizam este ciclo. Aproximadamente 85% de todas as espécies de plantas existentes realizam este ciclo fotossintético. Plantas com ciclo  $\text{C}_3$  reduzem o  $\text{CO}_2$  atmosférico à fosfoglicerato (um composto com 3 átomos de carbono), via enzima ribulose bifosfato carboxilase/oxilase (RUBiSCO). Plantas do ciclo  $\text{C}_3$  discriminam mais o  $^{13}\text{C}$  durante o processo de fotossíntese que plantas do ciclo  $\text{C}_4$ , deste modo apresentando valores mais negativos de  $^{13}\text{C}$ . Esses valores são característicos deste ciclo e variam de -22‰ a -32‰, com uma média de -27‰ (BOUTTON, c1991).

Fracionamento isotópico do carbono em plantas  $\text{C}_4$

As plantas do ciclo  $\text{C}_4$  são representadas predominantemente por gramíneas de origem tropical e subtropical, compreendendo somente 5% de todas as espécies de plantas. As gramíneas  $\text{C}_4$  são correlacionadas a ambientes com altas temperaturas e alta luminosidade, predominando em regiões de savanas. Plantas  $\text{C}_4$  reduzem o  $\text{CO}_2$  para ácido málico ou aspártico, ambos sendo compostos por 4 carbonos, via enzima fosfoenolpiruvato (PEP) carboxilase. Durante a fotossíntese este ciclo discrimina menos  $^{13}\text{CO}_2$ , e portanto apresenta valores maiores de  $^{13}\text{C}$ , entre -17‰ a -9‰, com uma média de -13‰ (BOUTTON, c1991).

Fracionamento isotópico do carbono em plantas CAM

Plantas CAM compreendem aproximadamente 10% de todas as espécies de plantas (alguns exemplos são as famílias Cactaceae, Euphorbiaceae e Bromeliaceae) sendo geralmente plantas suculentas. Dominam em ambientes desérticos e habitats epifíticos. Estas plantas fecham o estômato durante o dia e abrem a noite para fixar  $\text{CO}_2$ , utilizando os mecanismos de fixação de carbono similares ao realizados pelas plantas  $\text{C}_4$ . Entretanto algumas espécies (CAM facultativa) podem realizar o ciclo  $\text{C}_3$  sobre apropriadas condições ambientais. Plantas CAM facultativas tem valores de  $^{13}\text{C}$  que variam de -28‰ a -10‰, dependendo das condições ambientais (BOUTTON, c1991).

## Referências

BOUTTON, T.W. Stable carbon isotope ratios of natural materials: II. Atmospheric, terrestrial, marine, and freshwater environmental. In: COLEMAN, D.C.; FRY, B. (Ed.). Carbon isotope techniques. New York: Academic Press, c1991. cap. 11, p. 173-185.

PESSENDA, L.C.R. et al. Holocene fire and vegetation changes in southeastern Brazil as deduced from fossil charcoal and soil carbon isotopes. Quaternary International: The Journal of the International Union for Quaternary Research, Amsterdam, v.114, p. 35-43, 2004.

PESSENDA, L.C.R. et al. Origin and dynamics of soil organic matter and vegetation changes during the Holocene in a forest-savanna transition zone, Brazilian Amazon region. The Holocene, Swansea, UK, v.11, no.2, p.250-254, 2001.

PESSENDA, L.C.R. et al. The carbon isotope record in soils along a forest-cerrado ecosystem transect: implications for vegetation changes in the Rondonia State, southwestern Brazilian Amazon region. The Holocene, Swansea, UK, v.8, no.5, p. 599-603, 1998.

PESSENDA, L.C.R. et al. The evolution of a tropical rainforest/grassland mosaic in southeastern Brazil since 28,000 $^{14}\text{C}$  yr BP based on carbon isotopes and pollen records. Quaternary Research (Orlando), v.71, p.437-452, 2009.

\* Professor Associado da USP, responsável pelo Laboratório  $^{14}\text{C}$  do CENA/USP, com Pós-Doutorado em Isótopos Ambientais na Universidade de Waterloo, Canadá.



## Região de Londrina

Estudos realizados por Pessenda et al. (1996, 2004), Pessenda, Gouveia e Aravena (2001) abrangendo área de vegetação nativa no Município de Londrina, verificaram o predomínio de plantas  $C_4$  (ver Box 2.3) no final do Pleistoceno até aproximadamente o Holoceno Médio. Fato que evidencia a existência de um clima mais seco que o atual durante esse período. Nesses estudos os pesquisadores indicam a expansão da floresta por volta de 3.000 anos AP.

## Lagoas do baixo-médio rio Ivaí

Ainda que muito pouco conhecidas, as lagoas da Fazenda e Seca (Municípios de São Tomé e Japurá respectivamente) foram estudadas quanto ao seu conteúdo sedimentológico, idade e análise ambiental baseada no conteúdo polínico e de espículas de esponjas (FERNANDES, 2008; REZENDE, 2010). Os estudos destas lagoas indicaram que o paleoclima foi mais seco no final do Pleistoceno do que atualmente, bem como que ocorreram diversas oscilações climáticas durante o Holoceno, com fases mais secas no Holoceno inferior e médio com aumento da umidade, desde o Holoceno superior até os dias atuais.

## Considerações Finais

Como vimos, o Quaternário, muito embora corresponda a um intervalo relativamente curto da história da Terra, é de importância fundamental na compreensão dos fenômenos geológicos e climáticos que mais nos afetam. As mudanças climáticas, que acompanham o Homem durante sua vida no planeta; a ocorrência de escorregamentos de terra, que muitas vítimas fazem nas grandes cidades; a previsão de períodos de seca ou de altas precipitações, que afligem nossas lavouras ou a subida do nível do mar, estão entre os objetos de estudo dos quaternaristas. Contudo, à aplicação prática desse conhecimento antecedem estudos de base que envolvem a identificação e datação de eventos, a definição de paleoambientes, a elaboração de mapas paleogeográficos, a construção de curvas de variação do nível do mar, etc.

Tanto no Brasil como no Estado do Paraná esses estudos de base ainda são bastante escassos o que impede a elaboração de modelos de previsão. Entre os problemas encontrados para o desenvolvimento desses estudos encontra-se, principalmente, a formação de profissionais especializados. Por se tratar de uma

ciência multidisciplinar, aos quaternaristas exige-se uma formação bastante eclética, embora cada um trabalhe dentro de suas especificidades. Assim, o geólogo que se dispõe a trabalhar no Quaternário, além do conhecimento específico de sua área terá que entender um pouco de botânica (para os estudos de palinologia, por exemplo); o biólogo, por sua vez, deverá conhecer um pouco de hidrologia para compreender o comportamento dos regimes fluviais ou lacustres.

Existe no mundo toda associações científicas que congregam quaternaristas. A mais importante é a INQUA, (International Association of Quaternary) que reúne os estudiosos de todo o mundo em um congresso mundial a cada quatro anos, além de promover atividades regionais. No Brasil, os quaternaristas se reúnem por meio da ABEQUA (Associação Brasileira de Estudos do Quaternário), fundada em 1984. Dessa forma, espera-se que a cada ano nova leva de graduados, das mais diferentes áreas, se interessem por esse campo da ciência, que além de fascinante, presta um auxílio inestimável à humanidade e a nosso Planeta.

## Glossário

Espículas: Ver capítulo As Esponjas nesta obra.

Paleoambientais: condições ambientais reinantes em um período ou época geológica antiga.

Palinologia: Estudo de pólen e esporo e seus padrões de dispersão, sendo aplicado em diversas áreas: agronomia, geologia, arqueologia etc. Pode-se distinguir da Paleopalynologia, que se preocupa com o estudo dos palinomorfos fósseis, a Melitopalynologia, que estuda o pólen de flores importantes para a apicultura etc. Os materiais geológicos nos quais são desenvolvidos os estudos palinológicos são sedimentos pelíticos orgânicos, turfas, carvão etc (SUGUIO, 1998).

Paleonível: Refere-se a um antigo nível.

Último Máximo Glacial: Última fase glacial do planeta, que estendeu-se de ~22.000 a ~14.000 anos atrás. A designação 'máximo glacial' é usada para referir-se à posição ou à época de máximo avanço de uma geleira (SUGUIO, 1998).

## Referências

AB'SÁBER, A.N. Aziz Nacib Ab'Sáber: o xeque da Geografia. [jul. 1992]. Entrevista concedida à Carmen Weingrill e Vera Rita Costa. *Ciência Hoje*, São Paulo, v.14, n. 82, p.46-54, 1992.

- AB'SÁBER, A.N. Conhecimentos sobre as flutuações climáticas do Quaternário no Brasil. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, v.6, n.1, p. 39-48, 1957.
- ANGULO, R.J. et al. Relative sea-level changes in the last 5500 years southern Brazil (Laguna-Imbituba region, Santa Catarina State) based on vermetid <sup>14</sup>C ages. Marine Geology: International Journal of Marine Geology, Geochemistry and Geophysics, Amsterdam, v.159, p.323-339, 1999.
- ANGULO, R.J.; LESSA, G.C. The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananéia regions. Marine Geology: International Journal of Marine Geology, Geochemistry and Geophysics, Amsterdam, v. 140, p.141-166, 1997.
- ANGULO, R.J.; PESSENDA, L.C.R.; SOUZA, M.C. O significado das datações ao <sup>14</sup>C na reconstrução de paleoníveis marinhos e na evolução das barreiras quaternárias do litoral paranaense. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.32, n.1, p.95-106, 2002.
- BAEZ, J., c2006. Disponível em: <[http://math.ucr.edu/home/baez/week 240.html](http://math.ucr.edu/home/baez/week%20240.html)>. Acesso em: 14 abr. 2010.
- BARCZYSCZYN, O. Paleossolos na planície de inundação do rio Paraná: caracterização e interpretação paleoambiental. Rio Claro, 2001. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente)-Instituto de Geociências, Unesp Campus de Rio Claro, 2001.
- BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the *Araucaria* forest and campos region from Serra Campos Gerais, Paraná State (South Brazil). Review of Palaeobotany and Palynology, Amsterdam, v.97, p.109-121, 1997.
- BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, fire and climate dynamics of Serra do Araçatuba in the Atlantic coastal mountains of Paraná State, southern Brazil. Vegetation History and Archaeobotany, Berlin, v.16, p.77-85, 2007.
- BEHLING, H.; NEGRELLE, R.R.B. Tropical rain forest and climate dynamics of the Atlantic Lowland, southern Brazil, during the Late Quaternary. Quaternary Research (Orlando), v.56, p.383-389, 2001.
- BIGARELLA, J.J. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. Arquivos de Biologia e Tecnologia, Curitiba, v.1, p.[75]-111+Estampas [29-44], 1946.
- BIGARELLA, J.J. Variações climáticas no Quaternário Superior do Brasil e sua datação radiométrica pelo método do carbono 14. Paleoclimas - IGEOG/USP, São Paulo, n.1, 1971. 22p.
- BIGARELLA, J.J. (Coord.). A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná... um problema de segurança ambiental e nacional (contribuição à geografia, geologia e ecologia regional). Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento: Associação de Defesa e Educação Ambiental (ADEA), 1978. 248p., il.
- BIGARELLA, J.J.; ANDRADE-LIMA, D. de; RIEHS, P.J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v.47, p.[411]-464, 1975. Suplemento.
- BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D. (Ed.). Internacional Symposium on the Quaternary (Southern Brazil, July, 15-31, 1975). Topics for discussion. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, no. 33, p.[169]-276, 1975.
- BOUTTON, T.W. Stable carbon isotope ratios of natural materials: II. Atmospheric, terrestrial, marine, and freshwater environmental. In: COLEMAN, D.C.; FRY, B. (Ed.). Carbon isotope techniques. New York: Academic Press, c1991. cap. 11, p. 173-185.
- FERNANDES, R.S. Reconstrução paleoambiental da lagoa Fazenda durante o pleistoceno tardio na região de Jussara, Estado do Paraná, com ênfase em estudos palinológicos. 2008. 125 f., il. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - CEPPE, Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2008.
- GOOGLE EARTH, Cnes/Spot Image, 2009. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- GOUDIE, A. Environmental change. Oxford [Eng.]; New York: Clarendon Press, 1977. 244p., ill.
- HAFFER, J. Speciation in amazonian forest birds. Science, v.165, no.3889, p.131-137, 1969.
- IRIONDO, M.H. Los climas Cuaternarios de la región pampeana. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino", Nueva Serie, v. 4, n. 2, p. 1-48, 1994.
- JABUR, I.C. Análise paleoambiental do Quaternário Superior na bacia hidrográfica do alto Paraná. Rio Claro, 1992. 184f., il. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, Campus de Rio Claro, 1992.

KLEIN, R.M. Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper Quaternary climatic changes in the floristic distribution. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, no. 33, p. [67]-88, 1975.

KRAMER, V.M.S.; STEVAUX, J.C. Mudanças climáticas na região de Taquaruçu (MS) durante o Holoceno. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, n.49, p. 79-91, 2001.

LESSA, G.C. et al. Stratigraphy and Holocene evolution of a regressive barrier in south Brazil. *Marine Geology: International Journal of Marine Geology, Geochemistry and Geophysics*, Amsterdam, v. 165, n.1-4, p.87-108. 2000.

LORSCHUITTER, M.L.; TAKEDA, I.J.M. Reconstituição paleoambiental da região dos Campos Gerais, Paraná, através da palinologia de sedimentos da Lagoa Dourada. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 5., Niterói, 1995. Anais... Niterói: ABEQUA, 1995. p.18-21.

LOUREIRO FERNANDES, J. Contribuição à geografia da praia de leste. *Arquivo do Museu Paranaense*, Curitiba, v.6, p.3-44, 1947.

MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v. 2, p. 63-154 + Estampas [61-73], mapas [4], 1947.

MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Apresentação Riad Salamuni. Introdução Aziz Nacib Ab' Sabber. 2.ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981. 450 p., il. + 2 mapas.

MARTIN, L. et al. Mapa geológico do Quaternário costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina. Brasília: DNPM, 1988. 2 mapas (40p.). (Série Geologia, n. 28).

MEDEANIK, S.; STEVAUX, J.C. Palinomorfos e partículas de carvões nos sedimentos holocênicos na região do alto rio Paraná e sua aplicação nas reconstruções paleoambientais e paleoclimáticas. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, v.30, no.4, p.351-359, 2008.

MELO, M.S. et al. Sedimentação quaternária no espaço urbano de Ponta Grossa, PR. *Geociências*, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 33-42, 2003.

MORO, R.S. et al. Paleoclimate of the Late Pleistocene and Holocene at Lagoa Dourada, Paraná State, southern Brazil. *Quaternary International: The Journal of the International Union for Quaternary Research*, Amsterdam, v. 114, p. 87-99, 2004.

MORO, R.S.; PAROLIN, M.; MENEZES, H.R. Inferências paleoclimáticas do início do Holoceno com base em espículas de esponjas continentais - Lagoa Dourada/PR. *Paleontologia em Destaque: Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia*, Ano 24, n.62, p.5-6, 2009. Disponível em: <www.sbpbrasil.org>. Acesso em: 10 jun. 2010.

PAROLIN, M. Clima seco e formação de dunas eólicas durante o Holoceno Médio em Taquaruçu, Mato Grosso do Sul. Maringá, 2001. 15f., il. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, 2001.

PAROLIN, M.; MEDEANIK, S.; STEVAUX, J.C. Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno de Taquarussu (MS). *Revista Brasileira de Paleontologia*, Porto Alegre, v.9, n.1, p.137-148, 2006.

PAROLIN, M.; STEVAUX, J.C. Clima seco e formação de dunas eólicas durante o Holoceno Médio em Taquaruçu, Mato Grosso do Sul. *Pesquisas em Geociências (UFRGS)*, Porto Alegre, v. 28, n.2, p. 233-243, 2001.

PAROLIN, M.; STEVAUX, J.C. Dry climate and eolian dune formation in the Middle Holocene in Mato Grosso do Sul State, Center West Brazil. *Zeitschrift Fur Geomorphologie Supplementband*, Stuttgart, v.145, p.177-190, 2006.

PAROLIN, M.; STEVAUX, J.C. Eolian dunes in the Upper Paraná River: evidence of aridity during the Holocene. In: AGOSTINHO, A.A. et al. (Ed.). *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain: LTER-Site 6-(PELD-Sítio 6)*. Maringá: EDUEM, 2004. p.[31]-35.

PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; STEVAUX, J.C. Use of spongofacies as a proxy for river-lake e paleohydrology in Quaternary deposits of Central-Western Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, Porto Alegre, v.11, n.3, p.187-198, 2008.

PESSENDA, L.C.R. et al. Holocene fire and vegetation changes in southeastern Brazil as deduced from fossil charcoal and soil carbon isotopes. *Quaternary International: The Journal of the International Union for Quaternary Research*, Amsterdam, v.114, p. 35-43, 2004.

PESSENDA, L.C.R. et al. Natural radiocarbon measurements in Brazilian soils developed on basic rocks. *Radiocarbon*, Arizona, v.38, no.2, p.203-208, 1996.

PESSENDA, L.C.R. et al. Origin and dynamics of soil organic matter and vegetation changes during the Holocene in a forest-savanna transition zone, Brazilian Amazon region. *The Holocene*, Swansea, UK, v.11, no.2, p.250-254, 2001.

PESSENDA, L.C.R. et al. The carbon isotope record in soils along a forest-cerrado ecosystem transect: implications for vegetation changes in the Rondonia State, southwestern Brazilian Amazon region. The Holocene, Swansea, UK, v.8, no.5, p. 599-603, 1998.

PESSENDA, L.C.R. et al. The evolution of a tropical rainforest/grassland mosaic in southeastern Brazil since 28,000 <sup>14</sup>C yr BP based on carbon isotopes and pollen records. Quaternary Research (Orlando), v.71, p.437-452, 2009.

PESSENDA, L.C.R.; CAMARGO, P.B. Datação radiocarbônica de amostras de interesse arqueológico e geológico por espectrometria de cintilação líquida de baixa radiação de fundo. Química Nova, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 98-103, 1991.

PESSENDA, L.C.R.; GOUVEIA, S.E.M.; ARAVENA, R. Radiocarbon dating of total soil organic matter and humin fraction and its comparison with <sup>14</sup>C ages of fossil charcoal. Radiocarbon, Arizona, v.43, no.2B, p.595-601, 2001.

REZENDE, A.B. Espículas de esponja em sedimentos de lagoa como indicador paleoambiental no NW do Estado do Paraná. 2010. [65?] f., il. color. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - CEPPE, Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2010.

SALGADO-LABORIAU, M.L. História ecológica da Terra. São Paulo: E. Blücher, c1994. 307p., il.

SANTOS, M.L. Estratigrafia e evolução do sistema siliciclástico do rio Paraná no seu curso superior: ênfase à arquitetura dos depósitos, variação longitudinal das fácies e processos sedimentares. Porto Alegre, 1997. 2v., il. Tese (Doutoramento em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

STEVAUX, J.C. Climatic events during the last Pleistocene and Holocene in the Upper Paraná River : correlation with NE Argentina and central and South-Central Brazil. Quaternary International: The Journal of the International Union for Quaternary Research, Amsterdam, v. 72, p.73-85, 2000.

STEVAUX, J.C. Geomorfologia, sedimentologia e paleoclimatologia do alto curso do rio Paraná (Porto Rico, PR). Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, n.42, p.97-112, 1994a.

STEVAUX, J.C. O rio Paraná: geomogênese, sedimentação e evolução quaternária do seu curso superior (região de Porto Rico, PR). São Paulo, 1993. 242f., il. color. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, USP, São Paulo, 1993.

STEVAUX, J.C. The Upper Paraná River (Brazil): geomorphology, sedimentology and paleoclimatology. Quaternary International: The Journal of the International Union for Quaternary Research, Amsterdam, v. 21, p. 143-161, 1994b.

STEVAUX, J.C.; SANTOS, M.L. Palaeohydrological changes in the upper Paraná River, Brazil, during the Late Quaternary: a facies approach. In: BENITO, G.; BAKER, V.R.; GREGORY, K.J. (Ed.). Palaeohydrology and environmental change. Chichester; New York: J.Wiley, c1998. p.273-285.

STEVAUX, J.C.; SOUZA, I.A. Floodplain construction in an anastomosed river. Quaternary International: The Journal of the International Union for Quaternary Research, Amsterdam, v.114, p.55-65, 2004.

STEVAUX, J.C.; SOUZA FILHO, E.E. de; JABUR, I.C. A história quaternária do rio Paraná em seu alto curso. In: VAZZOLER, A.E.A. de. M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.). A Planície de inundação do rio Paraná. Maringá: Eduem, 1997. cap. I.2, p.[47]-72.

SUGUIO, K. Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins. Rio de Janeiro: Bertrand-Brasil, 1998. 1218 p.

SUGUIO, K. et al. Paleoníveis do mar e paleolinhas de costa. In: SOUZA, C.R.G. et al. (Ed.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Hollos, Editora, 2005. cap.6, p.114-129.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Quaternary marine formations of the States of São Paulo and Southern Rio de Janeiro. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, 1., São Paulo, 1978. Special publication..., São Paulo, 1978. 55p.

VILLWOCK, J.A. et al. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: SOUZA, C.R.G. et al. (Ed.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Hollos, Editora, 2005. cap.5, p.94-113.

WHITMAN, W. Geleiras: o trabalho do gelo. In: PRESS, F. et al. Para entender a Terra. Tradução Rualdo Menegat et al. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. cap.16, p.[386]- 418. Título original: Understanding Earth, 4/e, c2004.





# Bacias Hidrográficas Paranaenses

Mauro Parolin  
Renato Lada Guerreiro  
Sidney Kuerten  
Helton Rogério Menezes



PACHECO, Nelson Cerqueira, 2008.  
Visão parcial do rio Corumbataí,  
Município de Nova Tebas.

## Introdução

As bacias hidrográficas do Estado do Paraná foram delimitadas a partir das bases cartográficas disponibilizadas pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG, 2009), elaboradas pelo setor de geoprocessamento da Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), em 2007. O mapeamento também foi realizado com auxílio de Cartas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em escala 1:50.000 e 1:100.000 (ver Box 3.1), estas cartas foram escanerizadas e georreferenciadas - South American Datum 1969.

Datum: Sistema de referência para as coordenadas geodésicas e aceleração da gravidade. No caso da planimetria o datum do Sistema Geodésico Brasileiro é South American Datum - SAD-69; para a altimetria, Imbituba; para a gravimetria, Rede Gravimétrica Fundamental Brasileira (IBGE, 2010).

South American Datum: Datum horizontal do Sistema Geodésico Brasileiro, definido no Vértice de Triangulação Chuá (MG), com orientação para o Vértice de Triangulação Uberaba (MG), tendo como superfície de referência o elipsóide recomendado pela União Geodésica e Geofísica Internacional, 1967 (IBGE, 2010).

### Box 3.1

#### Escalas

Escala representa quantas vezes uma área qualquer da superfície terrestre teve que ser reduzida ou ampliada para que pudesse ser colocada em um mapa. Via de regra temos dois tipos de escala: Gráfica - uma régua indica o tamanho reduzido, representado no mapa e seu valor correspondente as medidas reais, expressa em metros ou quilômetros. Exemplo :



Númerica - é representada nos mapas por meio de uma fração ordinária como 1/50.000 (onde lê-se um por cinquenta mil) ou por uma razão matemática (1:50.000). Em ambas as formas o valor significa que cada unidade do terreno foi reduzida 50.000 vezes para que pudesse ser representado no mapa em questão, ou pode-se entender que cada unidade (cm) no mapa representa 50.000 unidades (cm) do terreno real.

Exemplo - em mapa de 1:100.000 cada centímetro do mapa corresponde a 100.000 centímetros do terreno, assim sendo:

1cm no mapa corresponde a 100.000 centímetros no terreno. Sabendo que em um 1 metro há 100 centímetros, para transformar os centímetros em metros pode-se estabelecer o seguinte 100 centímetros = 1 metro

100.000 = ? logo: 100.000 x 1/100

Resultado = 1.000 metros ou 1km

Para a caracterização morfológica das bacias hidrográficas, foram interpretados dados de sensores remotos, tais como: imagens de satélites (GeoCover, LandSat) e modelos digitais de elevação (MDE) construídos com dados altimétricos georreferenciados da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), realizada em fevereiro de 2000.

Com base nos dados SRTM, foram gerados MDE das bacias hidrográficas pesquisadas e processados no Sistema de Informações Geográficas (SIG) SPRING 5.1.2® desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (CAMARA et al., 1996).

Os mapas, de uso de solo e fitogeográfico (ver Box 3.2), das bacias hidrográficas do Estado do Paraná foram confeccionados com base nos mapas oficiais do ITCG (2009).

Observações de campo (realizadas entre os anos de 2008 e 2009) forneceram importantes informações para a descrição das bacias hidrográficas estudadas; nestes trabalhos foi possível detectar *in loco* condições ambientais, bem como coletar exemplares de esponjas e diatomáceas de água doce.

### Box 3.2 (continua)

#### Notas sobre as tipologias vegetais do Paraná

*Marcelo Galeazzi Caxambu\**

Formações Pioneiras de Influência Flúvio-Lacustre (Várzeas, Brejos): são ambientes geologicamente instáveis, com solos formados por processos de deposição (Neossolos aluviais) ou pela presença acentuada de matéria orgânica (Organossolos). Predominantemente sujeitos a inundações periódicas. Ocorrem em depressões úmidas ou ainda em margens de rios e nascentes. São áreas onde a fisionomia é bastante semelhante à campestre, com vegetação herbácea composta por Poaceae, Cyperaceae, Juncaceae, Typhaceae, dentre outras. São, por essência, áreas de preservação permanente.

Floresta Ombrófila Mista Montana: formação florestal com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, daí o termo Ombrófila, composta de uma mistura das floras australásicas (*Drymis* ou cataia e *Araucaria* ou pinheiro-do-paraná) e afroasiática (*Podocarpus* ou pinheiro-bravo). O termo Montana remete a formações ocorrentes, no Paraná, entre 700 e 1000 m de altitude.

Floresta Ombrófila Mista Altomontana: formação de Floresta Ombrófila Mista localizada acima de 1.000m de altitude. Diferencia-se, basicamente, da formação Montana, por possuir uma florística mais simplificada.

Floresta Ombrófila Mista Aluvial (ver Floresta Ombrófila Mista Montana): ocorre na margem dos rios e fazendo divisa com as formações pioneiras flúvio-lacustres. Algumas espécies são dominantes como o branquinho ou branquilha (*Sebastiania commersoniana*) que forma estrato



## Box 3.2 (continuação)

arbóreo contínuo, ao longo destas áreas, chegando a compor entre 40-60% do número de indivíduos arbóreos deste ambiente.

Savana: denominada popularmente de cerrado, a savana caracteriza-se por possuir uma vegetação xeromorfa, isto é, com aparência de locais secos. Entretanto, as plantas do cerrado geralmente não sofrem déficit hídrico. Desenvolveram estruturas subterrâneas como geófitos ou xilopódios, que são verdadeiros troncos subterrâneos que servem para armazenar substâncias nutritivas e água, bem como conferem à planta resistência ao fogo. Muitas plantas também apresentam cascas grossas, como defesa contra o fogo que ocorre neste ambiente.

Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Semi-Caducifólia): esta formação florestal caracteriza-se por apresentar entre 20 a 50% do componente arbóreo com perda de folhas na época desfavorável (seca ou frio), de onde o termo semidecidual deriva. Se mais que 50% dos indivíduos arbóreos perdessem as folhas, estaríamos frente a uma floresta decidual. O termo estacional diz respeito a dupla variabilidade climática na região de ocorrência, com chuvas concentradas nos meses mais quentes e um período de seca fisiológica nos meses mais frios; Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Floresta Semi-Caducifólia): é a formação ocorrente na margem dos rios e das formações pioneiras sob o domínio desta tipologia vegetal. É caracterizada pela presença de ingás (*Inga* spp.) e *Ficus* spp. ao longo das margens rochosas ou com solo profundo. Em áreas mais úmidas, com presença de neossolos flúvicos, organossolos hidromórficos e gleissolos, ocorrem plantas adaptadas a frequentes inundações como a sangra-d'água (*Cróton urucurana*), a embaúba (*Cecropia pachystachya*), o novateiro (*Triplaris americana*), ingás (*Inga* spp.) dentre outras espécies arbóreas a arbustivas. Se comparada a Floresta Estacional Semidecidual Submontana, apresenta menor número de espécies por conta das exigências ambientais existentes.

Estepe gramíneo-lenhosa: o termo estepe tem origem na Rússia e foi empregado pelo IBGE para definir os campos gerais. O termo gramíneolenhosa refere-se à presença de ervas graminóides e arbustos esparsos. Para vários pesquisadores a Estepe é muito semelhante à Savana, tanto em termos florísticos, como adaptativos.

Formações Pioneiras de Influência Flúvio-Marinha (mangues e campos salinos): são ambientes encontrados no litoral do estado, na foz dos rios que desembocam no mar. Caracterizam-se por terrenos geologicamente instáveis, como solos lodosos, pobres em oxigênio. Desta forma as plantas que vivem nestes locais criaram adaptações como os pneumatóforos, que são raízes que se projetam do solo, para captar o oxigênio e, em função do embate das marés, as essências arbóreas possuem projeções do caule denominadas de escoras, que servem para fixá-las no solo. Os extremos de salinidade também são constantes com as marés cheias e vazantes, o que explica o reduzido número de espécies arbóreas adaptadas a este ambiente, ou seja, três: *Avicennia schaueriana* (Avicenniaceae); *Rhizophora mangle* (Rizophoraceae) e *Laguncularia racemosa* (Combretaceae). Antecedendo os manguezais, encontram-se os campos salinos compostos de ervas de porte baixo, destacando-se Cyperaceae e Poaceae.

ambiente, ou seja, três: *Avicennia schaueriana* (Avicenniaceae); *Rhizophora mangle* (Rizophoraceae) e *Laguncularia racemosa* (Combretaceae). Antecedendo os manguezais, encontram-se os campos salinos compostos de ervas de porte baixo, destacando-se Cyperaceae e Poaceae.

Formações Pioneiras de Influência Marinha (restingas): a fisionomia deste ambiente é associada a condições ambientais adversas tais como a salinidade, os ventos e as condições

pedológicas desfavoráveis, principalmente em dunas não fixadas. Para o interior, existem dunas fixadas pela vegetação, onde, no lado exposto ao vento, as plantas tem porte baixo, retorcido, enquanto que no lado protegido da duna, com condições mais favoráveis, algumas espécies como o araçá (*Psidium cattleianum*) tem porte arbóreo. Entre duas dunas consolidadas aparecem áreas úmidas com comunidades de plantas características desta condição.

Floresta Ombrófila Densa: é a formação florestal mais rica do Sul do Brasil, com maior quantidade de espécies e com alturas que podem chegar a 35m. É denominada de densa em função do entrelaçamento das copas das árvores. Esta formação compreende sub-formações, principalmente em função de características do solo e dos diferentes patamares altitudinais. Floresta Ombrófila Densa Aluvial: ocorre na beira dos rios da Serra do Mar e a florística é determinada principalmente pela altitude e pelo material de origem dos solos existentes naquele ambiente.

Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas: é a formação florestal existente entre o nível do mar e 20m acima deste, constituída de duas situações: a primeira com solos influenciados pela umidade, onde são comuns caxetas (*Tabebuia cassinoides*) e o guanandi (*Calophyllum brasiliense*), formando por vezes formações que são chamadas, respectivamente, de caxetais e guanandizais. A segunda com solos bem mais drenados, onde o guanandi está ausente ou é muito raro e encontram-se espécies arbóreas de áreas mais secas como canelas, ingás, palmeiras (incluindo o palmito), mirtáceas, dentre outras essências.

Floresta Ombrófila Densa Submontana: compreende a formação entre 20 e 600m sobre o nível dos mares. Esta formação é bastante diversificada do ponto de vista vegetal. Desenvolve-se em diferentes tipos de solo. Neste ambiente são encontrados, dentre outras espécies, o guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), a embaúba (*Cecropia* sp.) e o palmito (*Euterpe edulis*), que são considerados, em termos práticos indicadores deste patamar altitudinal pela sua presença, pois já não ocorrem no patamar montano.

Floresta Ombrófila Densa Montana: é bastante semelhante em termos florísticos ao patamar submontano, entretanto é mais pobre em número de espécies que aquele em função da ocorrência de eventuais geadas e em função de solos mais rasos. Situa-se entre 600 e 1.200m de altitude.

Floresta Ombrófila Densa Altomontana: compreende as formações campestres e florestais que se desenvolvem no alto das serras, acima de 1.200m de altitude. Possuem menor número de espécies vegetais em relação ao patamar montano, em função de solos muito rasos e ventos fortes. É uma ambiente com acentuada umidade relativa do ar ao longo do ano e baixas temperaturas. Os indivíduos arbóreos possuem altura variando entre 3 e 7 metros. É chamada de "mata nebulosa" em função da presença das nuvens vindas do Oceano Atlântico.

\* Engenheiro Florestal e Doutor em Ciências Biológicas - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Campus de Campo Mourão).

### Hidrografia do Estado do Paraná

O Estado do Paraná possui 16 bacias hidrográficas (Figura 3.1), estas perfazem uma área total de 199.852,20 km<sup>2</sup> (ITCG, 2009) divididas em dois grupos:

a) tributários diretos e indiretos do rio Paraná, que constituem 95,7% da

área de drenagem do Estado, composta pelas bacias: Das Cinzas, Iguaçú, Itararé, Ivaí, Paranapanema (1, 2, 3 e 4), Paraná (1, 2 e 3), Piquiri, Pirapó e Tibagi.

b) Bacias litorâneas e do rio Ribeira que agregam as bacias hidrográficas que deságuam diretamente no Oceano Atlântico e nas baías de Paranaguá e Guaratuba com 4,3% da área de drenagem.

### Bacia hidrográfica do Ivaí

A bacia hidrográfica do Ivaí (Figura 3.1) corta no sentido sudeste-noroeste o Segundo e Terceiro Planalto Paranaense. A denominação rio Ivaí é dada a partir da confluência do rio Dos Patos, principal curso de origem, com o rio São João, na Serra da Boa Esperança (próximo ao Município de Ivaí), em altitude aproximada de 500m. A nascente do seu canal principal (rio Dos Patos) estabelece a divisa entre os municípios de Inácio Martins e Prudentópolis próximo ao limite entre o Segundo e Terceiro Planalto Paranaense. O Ministério do Meio Ambiente e a Secretaria de Biodiversidade e Florestas, classificam a nascente do rio Dos Patos como área de importância para conservação da biodiversidade e prioridade de ação muito alta (BRASIL, 2007). A região do alto curso do rio Ivaí (Município de Prudentópolis) é conhecida como a “terra das cachoeiras gigantes”, com destaque para várias cachoeiras, como por exemplo, o Salto Barão do Rio Branco com 65m (Figura 3.2), Salto São Sebastião: 130m (Figura 3.3); Salto Barra Grande: 100m; Salto São João: 84m (Figura 3.4).

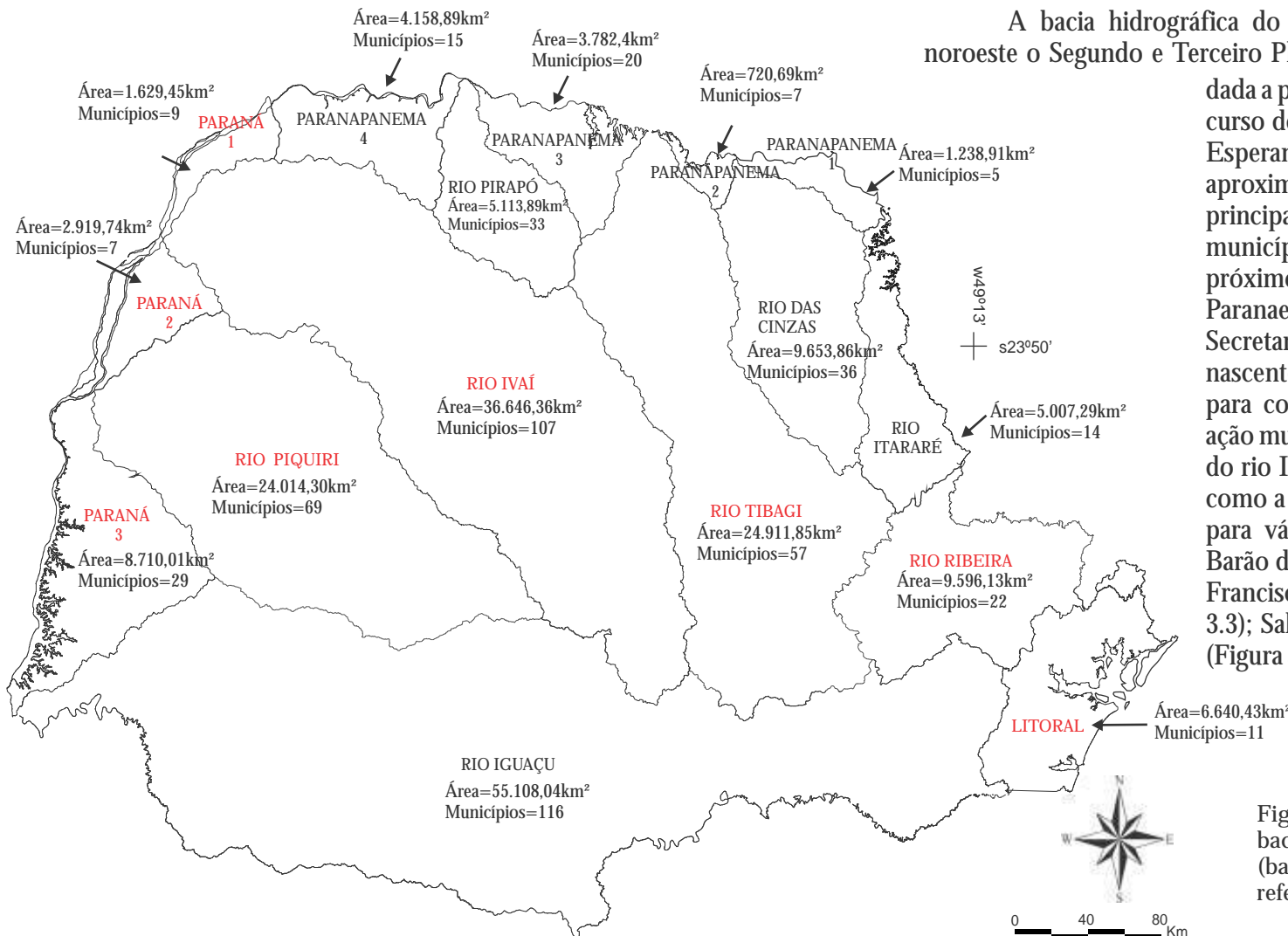


Figura 3.1 - Mapa do Paraná com a localização das bacia hidrográficas, área e municípios abrangidos (baseado em ITCG, 2009). O destaque em vermelho refere-se às bacias estudadas neste trabalho.

A bacia hidrográfica do Ivaí está totalmente inserida em território paranaense, o que lhe confere o título de maior rio genuinamente paranaense, isto é, nasce, percorre e deságua dentro dos limites territoriais do Estado. Após percorrer 798km, o rio Ivaí deságua no rio Paraná entre os municípios de Querência do Norte (margem direita) e Icaraíma (margem esquerda). A bacia hidrográfica do Ivaí possui altitudes que chegam a 1.300 metros sobre o nível do mar (m.s.n.m.) (Figura 3.5). Sua área de drenagem apresenta três classes hipsométricas principais, onde 77,97% possui altitudes entre 316 e 716m.s.n.m; 3,58% áreas situadas acima de 1.000m.s.n.m e 18,45% correspondem às áreas restantes.

Ao longo de seu curso, o rio Ivaí atravessa diferentes unidades geológicas e geomorfológicas, com uma amplitude altimétrica de 1.084m (relação entre a maior e a menor altitude), classificando-o como um típico rio de planalto, com inúmeros saltos, corredeiras e cachoeiras.

No alto, médio e baixo curso, o rio Ivaí apresenta diferentes características morfométricas. A relação entre o gradiente (diferença de altura entre a área mais alta em relação a área mais baixa), conforme tabela 3.1, demonstra que o alto curso apresenta os maiores desníveis com média de 4,8m/km, e em alguns trechos a declividade chega a medir 10m/km. Destaque-se que é no alto curso o ponto em que o rio Ivaí é mais desajustado (ver Box 3.3). No médio curso o desnível cai para 3,5m/km (média), com os maiores desníveis entre 6 e 8m/km e o baixo curso 1,2m/km (média) com os menores valores entre 0 e 2m.

Em relação a declividade, a bacia hidrográfica do Ivaí apresenta predomínio de relevo suave ondulado e ondulado (Figura 3.6 e Tabela 3.2).

O rio Ivaí recebe inúmeros afluentes, destacando-se ao longo de sua margem direita, os rios: Alonso ou do Peixe e Paranavaí; e em sua margem esquerda, os rios: Corumbataí, Mourão, Ligeiro e dos Índios.

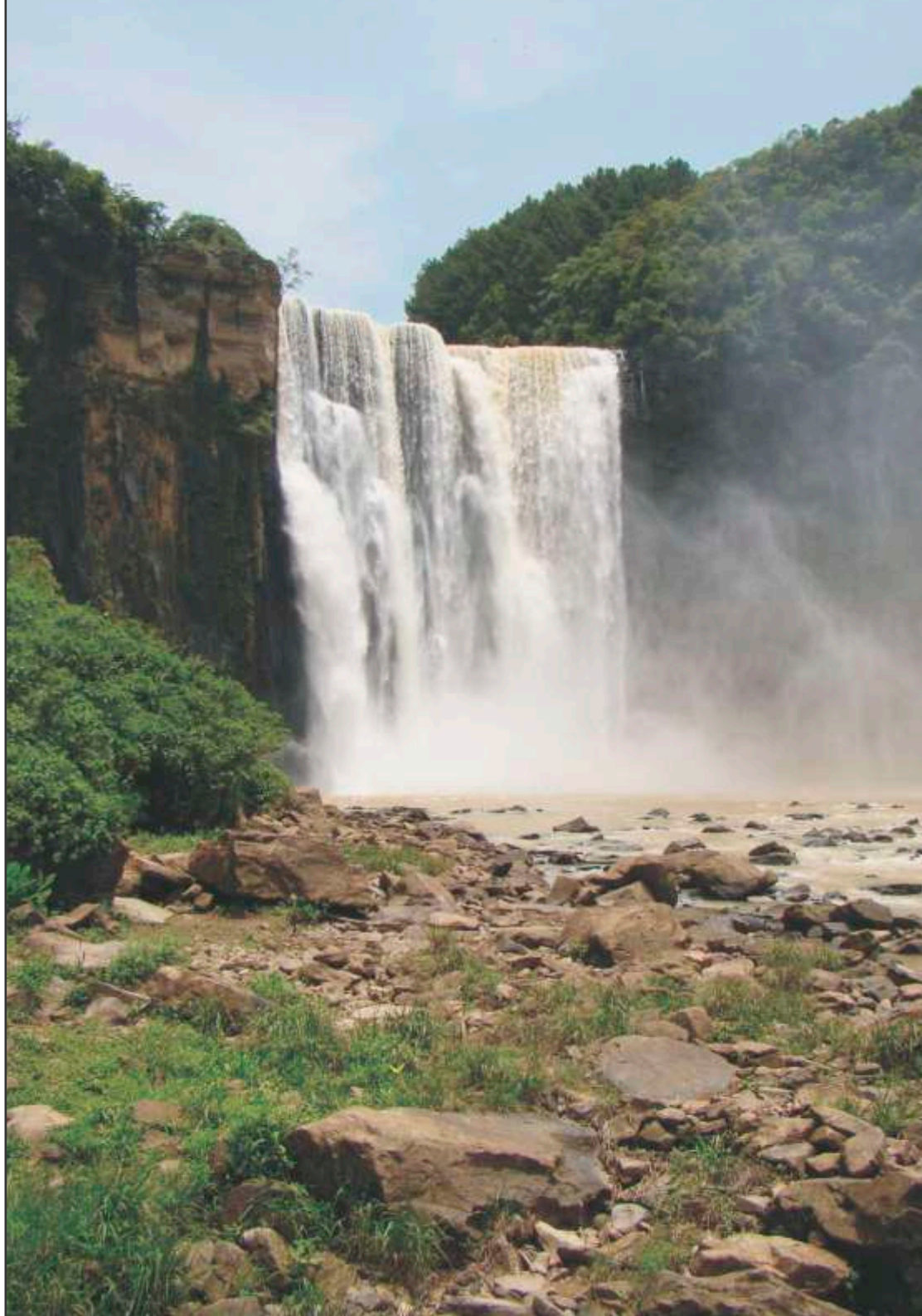


Figura 3.2 - Imagem do Salto Barão do Rio Branco (65m), Município de Prudentópolis, PR. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.

Quanto à cobertura vegetal (Figura 3.7), a bacia hidrográfica do Ivaí apresentava originalmente uma extensa floresta constituída em sua maior parte pela Floresta Estacional Semidecidual com 71,94% da área, seguida pela Floresta Ombrófila Mista com 27,58%, Savana (Cerrado) com 0,38% e Estepe (Campos) com 0,11% do total. O clima predominante na bacia é do tipo Cfa (ver Box 3.4).

A Floresta Estacional Semidecidual estava distribuída em partes do médio e em todo o baixo curso da bacia hidrográfica do Ivaí. A Floresta Ombrófila Mista, caracterizada pela presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, fazia-se presente em todo o alto curso e em partes do médio curso.

As áreas de cerrado estavam restritas ao interior da bacia hidrográfica em meio à Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista. Remanescentes dessa vegetação ainda podem ser encontrado na cidade de Campo Mourão, Estação Ecológica do Cerrado de Campo Mourão. No perímetro urbano desta cidade, ainda é possível verificar a ocorrência de espécimes dessa vegetação:



Figura 3.3 - Imagem do Salto São Sebastião (130m), Município de Prudentópolis, PR. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.

*Anadenanthera falcata* (Beth.) Speg. (Barbatimão, Angico do Cerrado); *Brosimum gaudichaudii* Trec. (Mama-Cadela); *Caryocar brasiliense* Cambess (Pequi); *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba); *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Barbatimão, Barbatimão verdadeiro) entre outras, preservadas por incentivo fiscal àqueles que possuem exemplares em suas propriedades.

Ao longo de toda a bacia hidrográfica do Ivaí é possível observar grande diversidade de uso e ocupação do solo (Figura 3.8). No alto curso (Segundo Planalto Paranaense) o uso é misto, predominando agricultura comercial com lavouras de soja, milho e trigo, além de agricultura familiar realizada em pequenas propriedades, com destaque para o cultivo de fumo (Figura 3.9). Nas proximidades de Prudentópolis, a agricultura é mais intensiva e vai

Figura 3.4 - Imagem do Salto São João (84m), Município de Prudentópolis, PR. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.

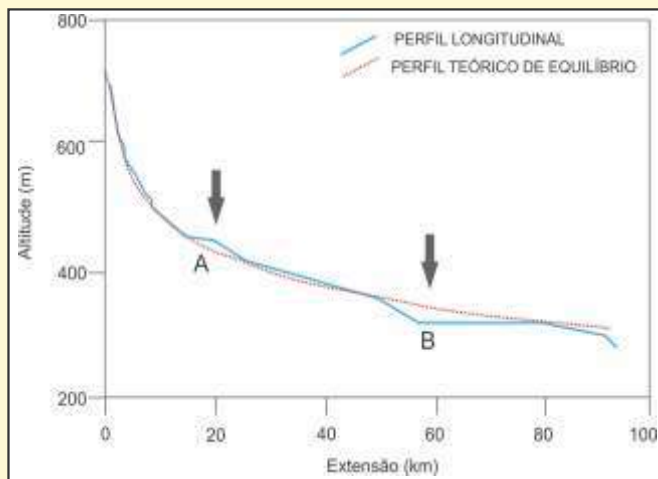
## Box 3.3

## O rio Ivaí: um rio desajustado

Rafaela Harumi Fujita\*

Entendem-se como rios em equilíbrio os cursos fluviais que apresentam a curva de seu perfil longitudinal mais ajustada a um modelo teórico, não apresentando ao longo de seu curso nenhum processo de agradação ou entalhe fluvial, ou seja, rios que atingiram um estágio de estabilidade. É um elemento importante para o entendimento dos processos geomorfológicos que ocorrem na paisagem, pois auxilia no entendimento da configuração do sistema fluvial, já que reflete as influências geológicas, tectônicas, além de colaborar nos processos fluviais de erosão, transporte e deposição.

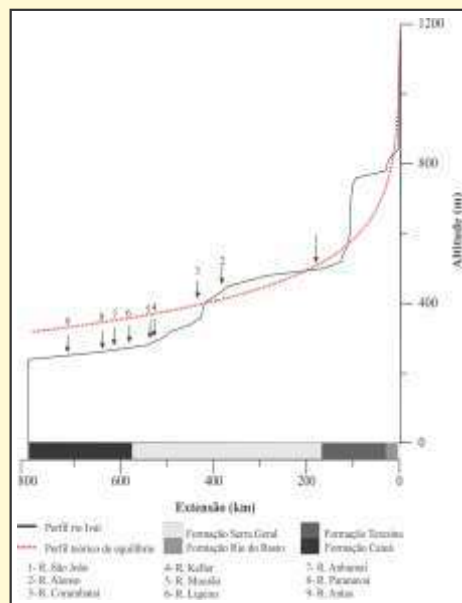
O perfil longitudinal consiste num método simples e eficaz que se utiliza de dados de altitude e extensão do canal para a geração de um gráfico (conforme mostra o gráfico hipotético abaixo), levando em consideração o fato de que os cursos d'água buscam sempre seu equilíbrio dinâmico.



No gráfico é possível observar as áreas de desajustes (A e B).

Esses desajustes ou também chamados de rupturas de declive, consistem em trechos que apresentam mudanças severas em sua declividade entre dois trechos fluviais, que podem ser delineadas como rápidos, corredeiras, saltos, cachoeiras e cataratas. A presença dos desajustes nos perfis é decorrente de vários fatores, dentre eles a entrada de tributários, heterogeneidade da composição litológica e também atividade tectônica local e regional.

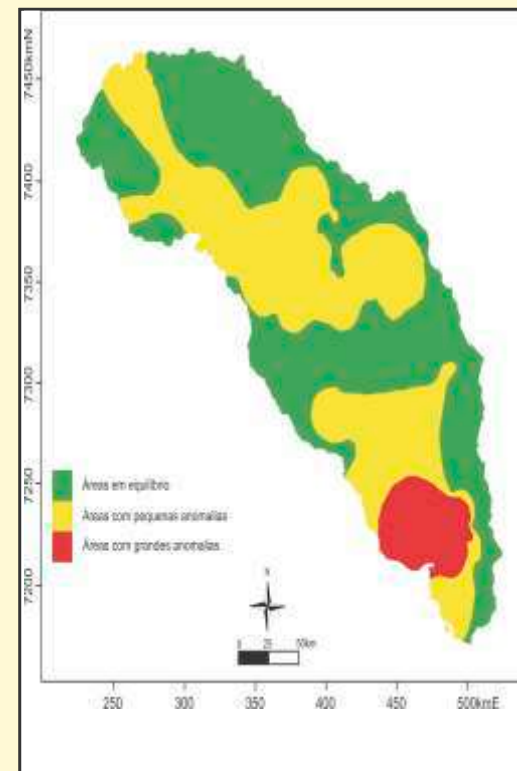
O rio Ivaí é um exemplo de um rio desajustado. Ao longo de sua extensão apresenta trechos em desajuste fluvial, sendo distinguido áreas em ascensão (convexas) e em subsidências (côncavas). Zonas com ocorrência de pequenos desajustes fluviais, anomalias mais singelas, são presentes ao longo de toda a bacia do rio Ivaí, principalmente observadas nas áreas de desembocadura de quase todos os seus afluentes. Estas irregularidades, nestes segmentos, são justificadas pelo encontro dos canais fluviais, que provocam modificações abruptas na carga sedimentar e no aumento da vazão. Nas proximidades junto a sua foz com o rio Paraná, as anomalias singelas detectadas no perfil são condicionadas a um controle estrutural, decorrente ao alinhamento tectônico NW-NE.



Perfil longitudinal composto do rio Ivaí, demonstrando os desajustes fluviais presentes em seu curso.

Os níveis de base local, representados pelos saltos e cachoeiras ocorrem por meio de diferenças na resistência das rochas, onde camadas de rochas mais resistentes sobrepostas a rochas mais friáveis propiciam esse desenvolvimento. No caso do alto rio Ivaí, uma camada de rocha de diabásio justaposta a lamitos arenosos da Formação Teresina. Assim, as evidências regionais marcadas pela fisionomia do relevo associadas às anomalias, remetem que o alto rio Ivaí é uma área que foi condicionada a processos tectônicos de caráter regional.

Os trechos mais anômalos estão localizados no alto curso da bacia do rio Ivaí. O desajuste fluvial identificado no alto curso do rio Ivaí é marcado pela presença de grandes rupturas de declive, uma região de vasta presença de saltos e cachoeiras, como por exemplo, o Salto Barão do Rio Branco, localizado no rio Dos Patos. Estas anomalias de drenagem podem ser originadas a partir de diversas causas, dentre elas à proximidade com o arco de Ponta Grossa, uma zona de intensa atividade tectônica, que ocorreu a partir do final do período Cretáceo, associada à presença de diques de diabásio salientes no relevo, que propiciam a formação de soleiras e que constituem níveis de base local (um patamar no qual o rio não mais erode o seu leito).



Mapa de distribuição das áreas em equilíbrio e com anomalias de drenagem presentes no rio Ivaí.

\* *Doutoranda em Geociências e Meio Ambiente Unesp, Campus de Rio Claro, SP.*

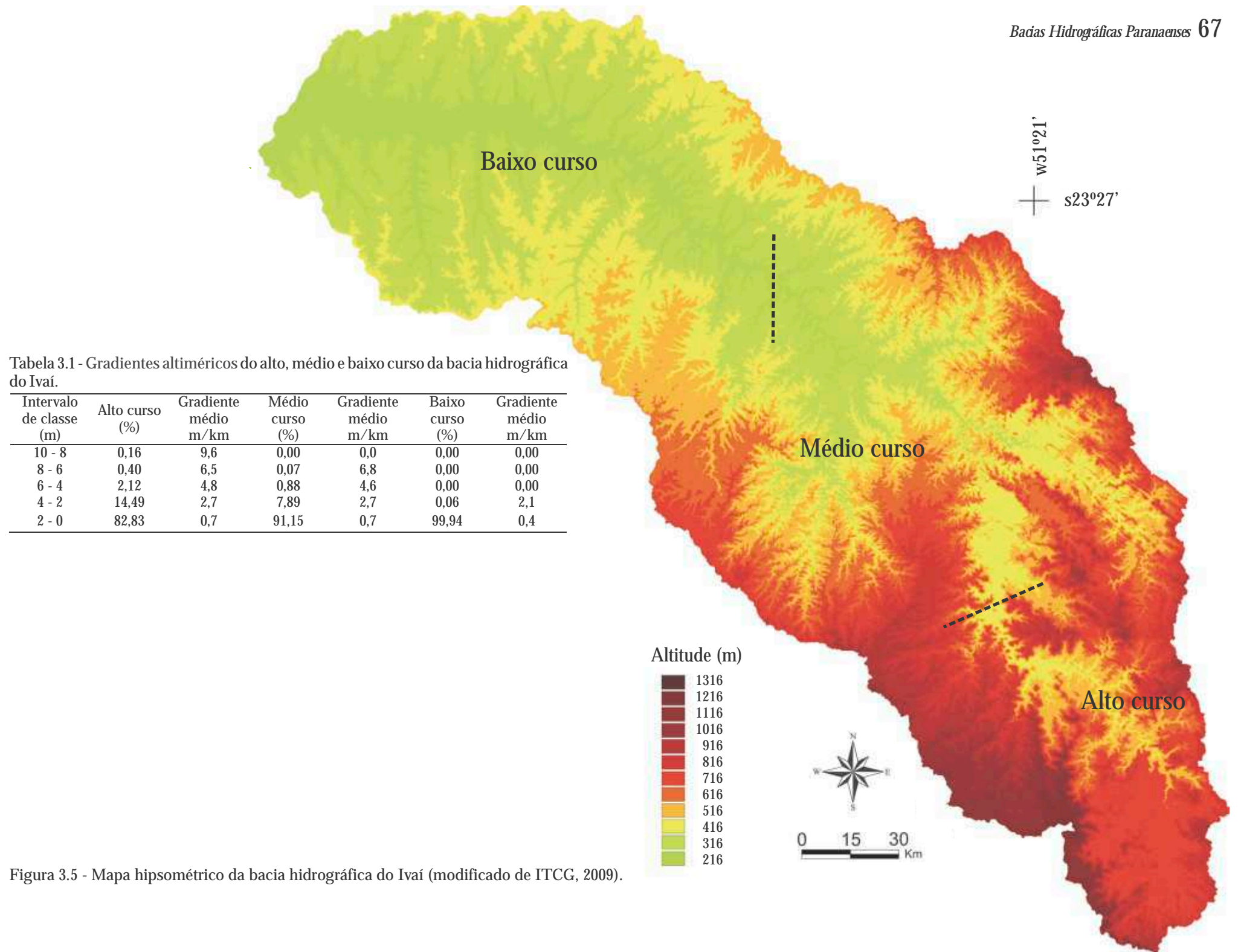


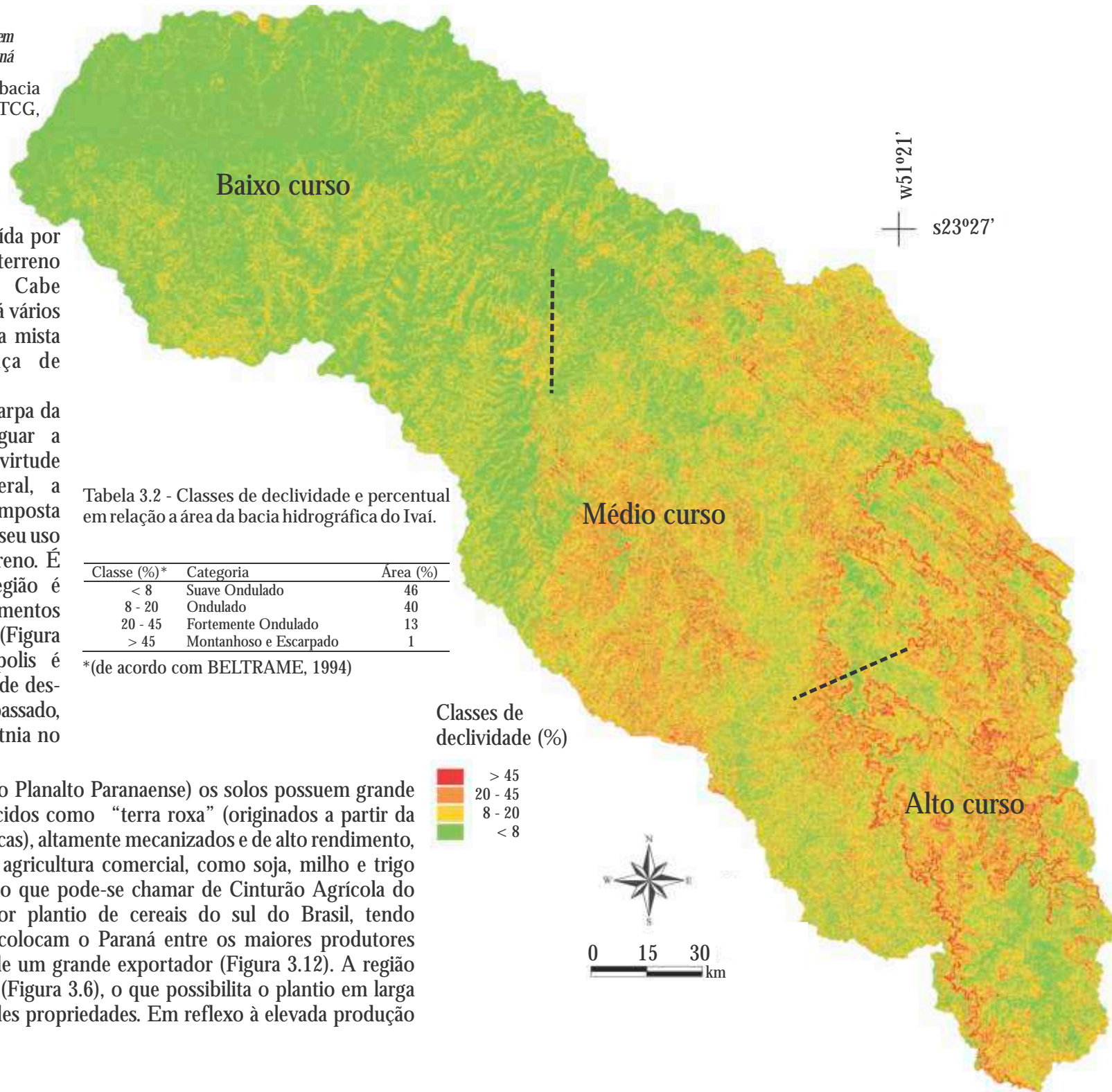
Figura 3.5 - Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Ivaí (modificado de ITCG, 2009).

Figura 3.6 - Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Ivaí (modificado de ITCG, 2009).

progressivamente sendo substituída por pastagens, à medida que o terreno apresenta maior declividade. Cabe ressaltar que nessa região ainda há vários fragmentos de floresta ombrófila mista preservados, com a presença de indivíduos jovens de araucária.

Nas proximidades da escarpa da Serra Geral, é possível averiguar a presença de uso misto do solo em virtude da declividade. De modo geral, a estrutura fundiária da região é composta por pequenas propriedades, tendo seu uso limitado pela sinuosidade do terreno. É importante salientar que na região é comum a presença de reflorestamentos com *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. (Figura 3.10). A região de Prudentópolis é conhecida também pela presença de descendentes de ucranianos que, no passado, constituía a maior colônia dessa etnia no Brasil (ver box 3.5).

No médio curso (Terceiro Planalto Paranaense) os solos possuem grande fertilidade, popularmente conhecidos como “terra roxa” (originados a partir da intemperização das rochas basálticas), altamente mecanizados e de alto rendimento, majoritariamente utilizados para agricultura comercial, como soja, milho e trigo (Figura 3.11). A área faz parte do que pode-se chamar de Cinturão Agrícola do Paraná, onde localiza-se o maior plantio de cereais do sul do Brasil, tendo importantes agroindústrias que colocam o Paraná entre os maiores produtores nacionais dessa categoria, além de um grande exportador (Figura 3.12). A região apresenta declividades modestas (Figura 3.6), o que possibilita o plantio em larga escala, com predomínio de grandes propriedades. Em reflexo à elevada produção



agrícola regional, as áreas destinadas à preservação ambiental são poucas e demasiadamente pequenas, com exceção da floresta pertencente à Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (municípios Cianorte e Tuneiras do Oeste).

Com base no mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Ivaí (Figura 3.8), é possível observar que sua configuração original foi muito alterada, restando apenas poucos fragmentos em unidades de conservação, reservas legais e áreas de preservação permanente.

No baixo curso da bacia hidrográfica do Ivaí os solos vermelhos do Terceiro Planalto dão lugar aos solos arenosos, por influência da litologia do arenito Caiuá. Constituem solos com textura arenosa e fertilidade inferior se comparada aos ricos solos de “terra roxa”. A região outrora ocupada pela densa Floresta Estacional Semidecidual ou floresta tropical, com vigorosas perobas (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.), grande impulsionadora da atividade madeireira e do desenvolvimento pioneiro, é ocupada no presente

#### Box 3.4

#### Definições de Tempo e de Clima

*Victor da Assunção Borsato e Mauro Parolin\**

Tempo e clima representam combinações realizadas na atmosfera por certos valores representativos da temperatura, da umidade, da pressão, do vento, da radiação solar, entre outros. O tempo é uma combinação passageira de elementos climáticos como: precipitação, temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa, radiação solar total, campo elétrico, nebulosidade, visibilidade horizontal, entre outros. Nesse sentido o tempo pode ser definido como o conjunto de valores que, em um dado momento e, em um dado lugar caracterizam o estado atmosférico.

O clima, ao contrário do tempo, pode ser estabelecido após o estudo paciente e metódico das condições de tempo durante um longo período. Assim, pode-se definir clima como o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera em um ponto da superfície terrestre. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) indica ser necessário pelo menos 30 anos de observação rigorosa das condições de tempo meteorológico para que se possa estabelecer o clima atual de um determinado lugar.

**Classificação Climática:** A classificação climática mais usual é a desenvolvida pelo geógrafo, meteorologista, climatologista e botânico alemão Wladimir Peter Köppen (1846-1940), desenvolvida com a colaboração do também climatologista alemão Rudolf Oskar Robert Williams Geiger (1894-1981), daí porque é conhecida como classificação Köppen-Geiger. Nela o clima pode ser dividido em 5 grandes grupos ("A", "B", "C", "D", "E") e diversos tipos e subtipos. Cada clima é representado por um conjunto variável de letras (com 2 ou 3 caracteres), sendo que: a primeira letra indica o grupo, a segunda o tipo e a terceira o subtipo, com as seguintes caracterizações: a) Primeira letra: uma maiúscula ("A", "B", "C", "D", "E") que denota a característica geral do clima de uma região, constituindo o indicador do grupo climático (em

grandes linhas, os climas mundiais escalonam-se de "A" a "E", indo do equador aos pólos; b) Segunda letra: uma minúscula, que estabelece o tipo de clima dentro do grupo, e denota as particularidades do regime pluviométrico, isto é, a quantidade e distribuição da precipitação (apenas utilizada caso a primeira letra seja "A", "C" ou "D"). Nos grupos cuja primeira letra seja "B" ou "E", a segunda letra é também uma maiúscula, denotando a quantidade da precipitação total anual (no caso "B") ou a temperatura média anual do ar (no caso "E"); c) Terceira letra: minúscula, denotando a temperatura média mensal do ar dos meses mais quentes (nos casos em que a primeira letra seja "C" ou "D") ou a temperatura média anual do ar (no caso da primeira letra ser "B").

Nessa classificação, o Estado do Paraná apresenta dois subtipos, o Cfa e o Cfb sendo:

Cfa - Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida;

Cfb - Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

Outro sistema que também pode ser usado na classificação climática é a proposta de Arthur Newell Strahler (1918-2002); nela o clima tem íntima ligação com a dinâmica das massas de ar. Nessa classificação o Estado do Paraná apresenta:

**Clima subtropical úmido:** Presente no interior do Estado. Controlado pela massa de ar tropical atlântica, que provoca chuvas fortes. No inverno, tem frequência de penetração de frente polar, ocasionando chuvas frontais com precipitações resultantes do encontro da massa de ar quente com a fria, por conta da condensação do vapor de água atmosférico. Possui índice pluviométrico elevado, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, não existindo estação seca.

**Clima Litorâneo Úmido:** Presente no litoral do Estado. A massa de ar que exerce maior influência nesse clima é a tropical atlântica. Pode ser notado em duas principais estações: verão (chuvoso) e inverno (menos chuvoso), com médias térmicas e índices pluviométricos elevados; é um clima quente e úmido.



Fonte: [www.iapar.com.br](http://www.iapar.com.br)

\* Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Feilcam e Coordenador da Estação Climatológica de Campo Mourão.  
\*\* Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Feilcam e Coordenador do Laboratório de Estudos Paleambientais da Feilcam.



principalmente por pastagens para criação de gado de corte e destaca-se como o maior rebanho bovino de corte do Estado.

As pastagens, de modo geral, estão fortemente degradadas ou em via de degradação, e nos últimos anos vêm sendo substituídas gradativamente pelo cultivo da cana-de-açúcar, sobretudo após o incentivo da produção de biocombustíveis como o álcool. As áreas ocupadas pela cultura da cana-de-açúcar, apesar de modestas se comparadas a outras regiões do país como no Estado de São Paulo, representam a maior área do cultivo de cana-de-açúcar no Paraná, com presença de usinas de açúcar em funcionamento e outras em via de instalação, alvo de grandes projetos neste setor. Em menor escala é possível observar um uso misto do solo em pequenas propriedades de trabalho familiar, porém, o que predomina são as grandes e médias propriedades. Às margens do rio Ivaí, na altura do Município de Querência do Norte, destaca-se a produção do arroz irrigado, responsável por 45% da produção paranaense. Destaque-se que é nessa área que ocorre as maiores influências das cheias do rio Ivaí (ver Box 3.6).

O baixo curso do rio Ivaí é alvo de intensos desmatamentos desde sua colonização, e, apresenta pouquíssimos remanescentes da cobertura vegetal original. As únicas reservas florestais são encontradas em áreas particulares, mas não chegam a se enquadrar como Unidade de Conservação ou Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

É importante salientar que, apesar de demasiadamente explorada, a bacia conta com algumas Unidades de Conservação, preservadas por lei, das quais merecem destaque: o Parque Estadual do Lago Azul no Município de Campo Mourão (650ha), área de transição entre a Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, cabendo ainda ressaltar, que na unidade existem enclaves de cactáceas, provável relicto de condições climáticas mais secas no passado; o Parque Estadual de Vila Rica do Espírito Santo no Município de Fenix (353ha), com Floresta Estacional Semidecidual, juntamente com as ruínas da antiga redução jesuítica espanhola fundada em 1576 e destruída pelos bandeirantes paulistas em 1632. A unidade apresenta frondosas perobas com mais de 30 metros de altura e 90 centímetros de diâmetro; Parque Estadual de Amaporã (20ha), com Floresta Estacional Semidecidual.

## Box 3.5

## Ucranianos de Prudentópolis

*Cecília Hauresko\**



A partir de 1894, o Governo Federal resolveu colonizar a região de São João de Capanema (atualmente Prudentópolis) cujas terras o Governo do Estado lhe havia concedido para esse fim. Em 1895, São João de Capanema já apresentava um padrão de vila com uma capela, ruas traçadas, algumas casas residenciais e comerciais e um pequeno número de moradores. No entanto, esta vilinha cresceu com a vinda de famílias de imigrantes ucranianos, predominantemente. Os cerca de 5.500 ucranianos que chegaram ao Paraná em 1895 foram instalados na região de Curitiba. Logo, no ano de 1896, os imigrantes ucranianos são encaminhados para o interior do Estado, ocupando a região do atual Município de Prudentópolis (emancipado politicamente em 1906), transformando-o na maior colônia de imigrantes ucranianos no Brasil. Nesta colônia, as famílias de imigrantes foram sendo instaladas às margens das linhas abertas (estradas) a partir da vila de São João de Capanema, ou melhor, do emergente núcleo urbano.

Nessa época, o produto regional mais valorizado no mercado era a erva-mate. Prudentópolis exportava grande quantidade desse produto, sendo a maior fonte de arrecadação do Município ao lado da criação de suínos e o comércio da banha de porco. O extrativismo da erva-mate e a criação de suínos, desenvolvidos pelos indígenas e caboclos da região, foram atividades rapidamente incorporadas pelos colonos ucranianos. O processo de instalação dos colonos, sem dúvida, foi movido pela gradativa apropriação dos recursos naturais existentes na região, em particular da erva-mate, madeira e da pastagem natural. Tempos depois tem início o desbravamento das matas para a prática da agricultura. Os colonos ali estabelecidos, visando melhor aproveitamento dos recursos da Floresta Ombrófila Mista com Araucárias, se organizaram num sistema agropecuário chamado sistema faxinal, cuja característica principal e diferenciadora é a partilha da terra de propriedade particular para criadouro comunitário de animais, além de outras práticas, de caráter coletivo, mantidas até hoje. Assim, os colonos distribuíram suas atividades buscando equilíbrio e otimização no uso dos recursos locais.





O colono ucraniano é um imigrante com raízes rurais e agrícolas e por isso, quando estabelecido, permaneceu em Prudentópolis trabalhando com a agricultura, cultivando centeio, trigo mourisco, batata inglesa etc., e, à maneira dos nativos (caboclos e indígenas), o plantio de feijão preto, o milho e mandioca. A agricultura da região representava na época, uma verdadeira mistura entre plantação européia e brasileira. Tempos depois, alguns cultivos trazidos pelos imigrantes foram substituídos, mas a variedade de produtos agrícolas se mantém. Desse modo, a paisagem do Município de Prudentópolis traduz-se em uma paisagem agrária que lembra um verdadeiro mosaico, formada pela variedade de culturas agrícolas desenvolvidas predominantemente em pequenas propriedades rurais. O sistema de produção agrícola desenvolvido pelos colonos ucranianos e seus descendentes é responsável pela manutenção de uma considerável área de matas nativas, em especial nas áreas de faxinais, cujas terras são exploradas via atividades de criação e extrativismo da erva-mate e pastagem nativa, fato que contribui para a manutenção e preservação de remanescentes da Floresta Ombrófila Mista com Araucárias.

*\*Professora do Departamento de Geografia da Unicentro - Doutora em Geografia pela Unesp, Campus de Rio Claro.*





Domínios Fitogeográficos

-  - Savana Arborizada - Cerrado
-  - Estepe Gramíneo Lenhosa - Campo Natural





Floresta Ombrófila Mista


-  - Altomontana (Mata dos Pinhais)
-  - Aluvial
-  - Montana
-  - Submontana

Floresta Estacional Semidecidual

-  - Montana
-  - Submontana
-  - Aluvial
-  - Formação Pioneira com influência fluvial

Floresta Ombrófila Densa

-  - Montana
-  - Altomontana
-  - Aluvial e Terras baixas
-  - Submontana

-  - Formações Pioneiras
- com influência Marinha (Vegetação de Duna e Restinga)
- com influência Fluviomarinha (Manguezal)
- com Fluvial (Caxetal, Taboal, etc.)

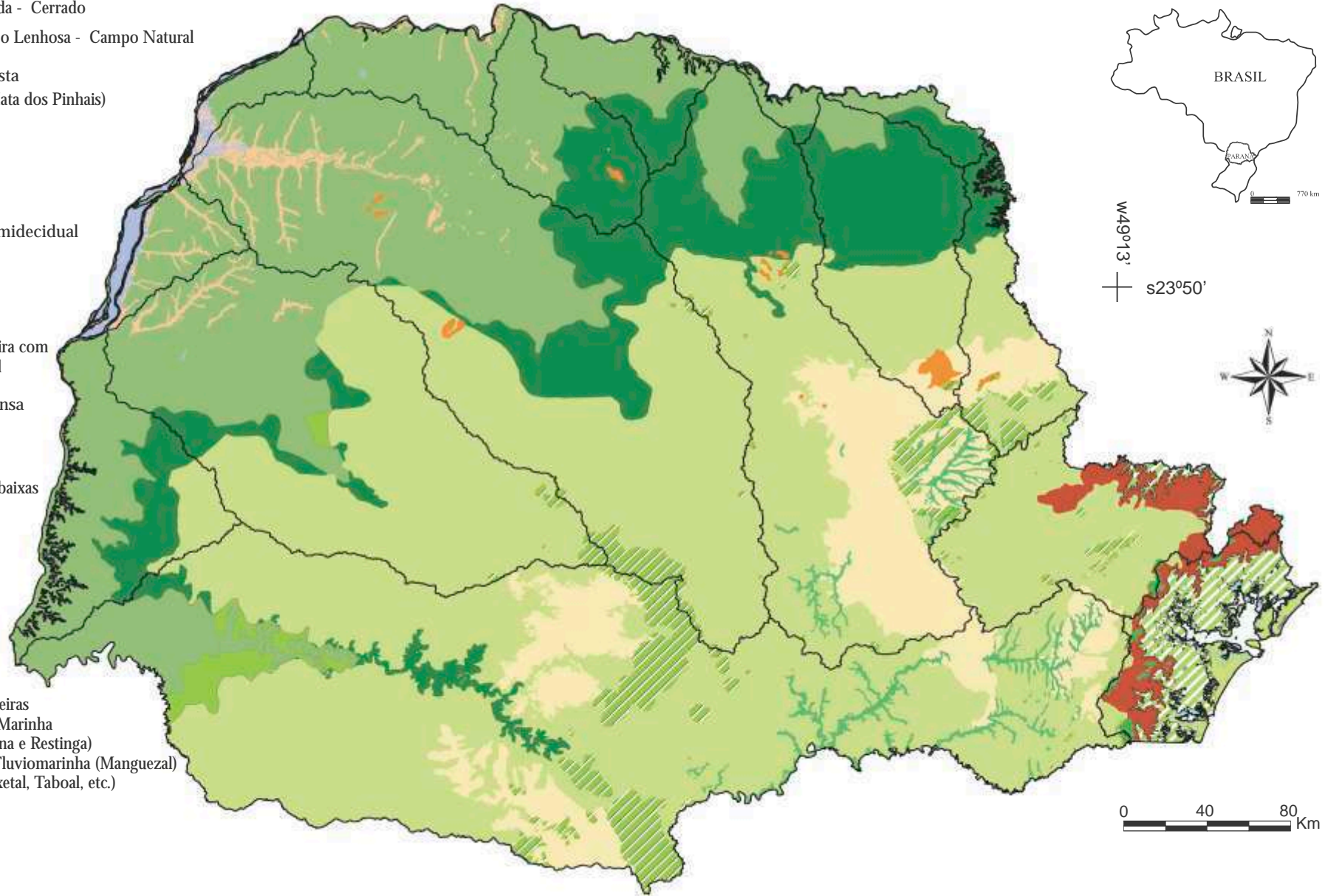


Figura 3.7 - Domínios fitogeográficos do Estado do Paraná (modificado de ITCG, 2009).

Figura 3.8 - Mapa de uso do solo da bacia hidrográfica do Ivaí (modificado de ITCG, 2009).

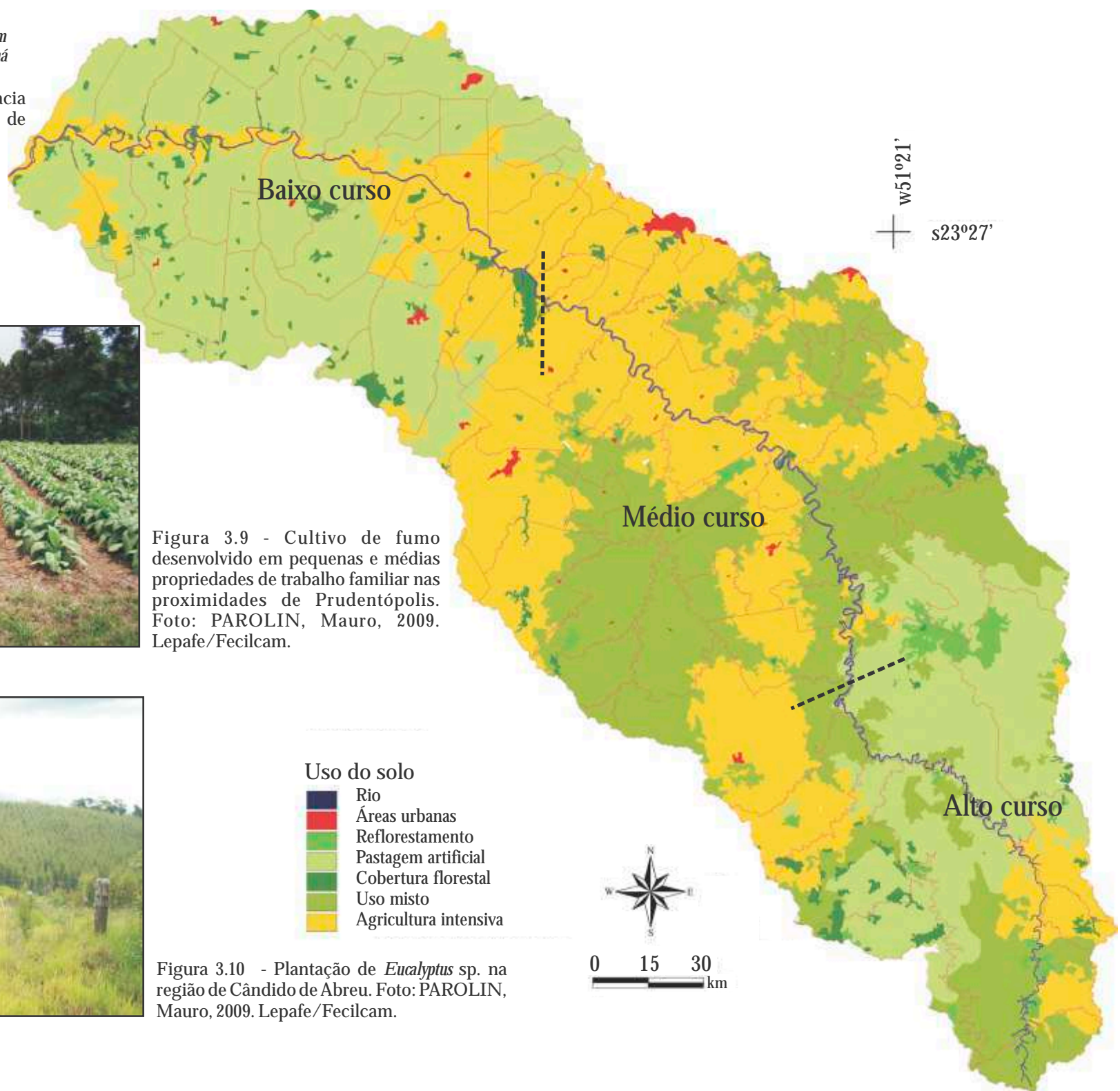


Figura 3.9 - Cultivo de fumo desenvolvido em pequenas e médias propriedades de trabalho familiar nas proximidades de Prudentópolis. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.



Figura 3.10 - Plantação de *Eucalyptus* sp. na região de Cândia de Abreu. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.



Figura 3.11 - A suave declividade combinada a solo fértil perfazem a rica paisagem agrícola do médio curso do rio Ivaí, Município de Ivaiporã, PR. Na imagem é possível encontrar diferentes estágios do cultivo de soja durante o verão. O relevo suavemente ondulado é marcado por fundo do vale com vegetação ripária e cultivo de *Eucaliptus* sp. Foto: KUERTEN, Lídia Sencovici, 2010.



Figura 3.12 - Lavouras de soja e milho recém colhido. Ao fundo, vista parcial de uma unidade processadora de grãos, Município de Campo Mourão. Foto: PACHECO, Nelson Cerqueira, 2009.

## Box 3.6

## Rio Ivaí, raro e valioso para a ciência

*Sidney Kuerten\**

O rio Ivaí é o único rio do Estado do Paraná que, até o presente momento, não apresenta obras de engenharia em seu curso. Ambientes fluviais como esse são raros e representam importantes áreas para o desenvolvimento de estudos científicos, cujos resultados constituem ferramenta indispensável para o planejamento e gestão desses recursos naturais.

Recentes pesquisas realizadas sobre o rio Ivaí têm revelado informações valiosas. O baixo curso, área de grande interesse para instalação de barragens para aproveitamento hidroelétrico e transporte, possui grande dinâmica hidrossedimentar. Estudos mostram que o fluxo do rio Ivaí é parcialmente controlado em sua foz (Pontal do Tigre, Município de Icaraíma divisa com Querência do Norte, PR). Durante períodos de cheia do rio Paraná o fluxo do rio Ivaí, de forma natural é parcialmente represado, o que resulta num ambiente de decantação de sedimentos trazidos pelo rio. Em casos extremos o nível do Ivaí chega a extravasar o canal, provocando inundações ao longo de sua planície aluvial, acarretando danos às comunidades ribeirinhas. As cheias do rio Ivaí ocorrem concomitantes a eventos de precipitações intensas, enquanto que as cheias extraordinárias, aquelas que provocam grande inundação, apresentam uma recorrência de 22 anos em média.

O rio Ivaí, apesar de possuir um canal encaixado e aparentemente estável, apresenta em seu baixo curso notáveis formas aluviais como paleoilhas, paleocanais e antigas barras em pontal que testemunham mudanças hidrológicas e ambientais pretéritas (últimos 20 mil anos). Seu leito aparentemente estável é também marcado por grande dinâmica hidrossedimentar.

Esta dinâmica hidrossedimentar provoca constante alteração nas formas do leito do canal, resultante de maior e menor transporte e movimento longitudinal dos sedimentos do leito. O controle litológico (das rochas), estrutural (falhas, fraturas nas rochas), a confluência com outros afluentes e canais (como por exemplo, o rio Paraná) e a energia que o canal e seu fluxo desenvolve em executar processos de erosão, transporte e deposição são alguns dos principais fatores responsáveis pela dinâmica de fluxos do rio Ivaí.

Cheia do rio Ivaí próximo a sua foz, margem esquerda (Icaraíma - PR). A elevada precipitação que ocorreu durante o final do ano de 2009 e início de 2010 provocaram cheias em quase todos os rios do Estado. A imagem ao lado mostra um trapiche submerso pela recente cheia do rio Ivaí. Foto: KUERTEN, Sidney, 2010. Lepafe/Fecilcam.



Inundação na margem direita do rio Ivaí (Querência do Norte, Paraná). O nível topográfico nesta margem é inferior ao da margem esquerda, o que proporciona um maior avanço das águas durante as cheias. Ao fundo, propriedade e casa parcialmente submersos. Foto: KUERTEN, Sidney, 2010. Lepafe/Fecilcam.

\* Pesquisador do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam

### Bacia hidrográfica do Piquirí

A bacia hidrográfica do Piquirí situa-se inteiramente no Terceiro Planalto Paranaense, possui altitudes entre 188 (mínima) e 1.180 m.s.n.m. (máxima).

A relação entre a área de drenagem por classe hipsométrica (Figura 3.13) demonstra que: a) 75,65% da bacia hidrográfica possui altitudes entre 288 e 588m.s.n.m.; b) 0,76% apresenta altitudes superiores a 1.000m.s.n.m.; e c) 24,57% correspondem às demais classes hipsométricas, perfazendo a área total de drenagem da bacia hidrográfica.

O rio Piquirí, desde sua principal nascente próxima aos municípios de Guarapuava e Turvo, percorre cerca de 485 km até sua foz no rio Paraná, entre os municípios de Altônia (margem direita) e Terra Roxa (margem esquerda).

Foram analisados os gradientes dos interflúvios da bacia do Piquirí (Tabela 3.3) apresentando: a) o alto curso – maiores desníveis chegando a 6,7m/km; b) o médio curso – 4,2m/km, no entanto com predominância de 0,6m/km (95,5%) e c) o baixo curso – gradientes entre 0 e 20m/km.

A bacia hidrográfica do Piquirí possui em média um gradiente de declividade de 2 m/km, com predomínio de relevo suave a ondulado (Tabela 3.4 e Figura 3.14). O baixo curso apresenta relevo suave ondulado, com índice de declividade inferior a 8%. No médio e alto curso, os fundos de vale apresentam declividade suave ondulado (<8%) e ondulado (8 – 20%), enquanto que as vertentes nos interflúvios apresentam relevo fortemente ondulado (20 – 45%).

Em toda a sua extensão, a bacia possui diversos tributários, sendo seus principais afluentes os seguintes rios: pela margem direita, rio Cantu, Goio-Bang, Ronquito, Barreiro, Ribeirão Água Branca, Nhá-Pocoin, Goio-erê, Ilha Grande; e pela margem esquerda, do Cobre, Cascudo, São Francisco, Jacaréi, Tourinho, Novais, Rebouças, Silvestre, dos Jesuítas e Azul. O rio Piquirí está incluído em projetos para aproveitamento de seu potencial hidroelétrico, porém até o presente momento não há hidroelétrica instalada em seu leito. Contudo, próximo aos municípios de Nova Aurora e Corbélia, está em operação a Usina Melissa, no rio de mesmo nome, com capacidade de 1,0 Megawatts (MW).

Nesta bacia hidrográfica o clima predominante é o Cfa, no entanto, em partes do alto curso o clima é o Cfb (ver Box 3.4). No passado, a cobertura vegetal predominante na bacia era composta por florestas tropicais e subtropicais, onde 62,7% da área total era ocupada pela Floresta Estacional Semidecidual, 37,2% pela Floresta Ombrófila Mista e uma pequena área, inferior a 0,2% ocupada por

Estepe (campos), perfazendo áreas próximas às cabeceiras do rio Piquirí (ver Box 3.2 e figura 3.7). A Floresta Estacional Semidecidual predominava no baixo e médio curso, enquanto que a Floresta Ombrófila Mista ocupava o alto e partes do médio curso do rio Piquirí (Figura 3.7). Essa formação, em geral, situava-se em altitudes superiores a 500m.s.n.m., podendo ultrapassar 1.200m.s.n.m., e caracteriza-se pela presença da *Araucária angustifolia*. Tanto a Floresta Ombrófila Mista quanto a Floresta Estacional Semidecidual foram amplamente exploradas, restando hoje apenas fragmentos e alguns remanescentes em áreas de declives mais acentuados, propriedades particulares e unidades de conservação.

Em relação ao uso do solo (Figura 3.15), o alto curso inicia-se em meio a uma vegetação outrora composta por campos naturais, com base litológica de derrames basálticos mais ácidos que as demais áreas do Terceiro Planalto. Tais campos foram descobertos por volta do ano de 1770 e utilizados como ponto de parada para os tropeiros. Sua ocupação iniciou-se após a construção do Forte Atalaia (1810), mas foi por volta do ano 1871 que os povoados ganharam desenvolvimento mais promissor, ano da municipalização de Guarapuava.

Devido à vegetação aberta e rasteira, as primeiras atividades foram a pecuária, a agricultura de subsistência e a extração da madeira nas florestas que ladeavam os campos, principalmente da Floresta Ombrófila Mista. O alto curso, assim como as demais regiões do Paraná, recebeu levas de imigrantes, principalmente poloneses e alemães que desenvolveram o cultivo de grãos como trigo, malte e cevada. Posteriormente à modernização da agricultura no Paraná, de modo geral, a região passou a contar com agricultura comercial intensiva, e, em áreas onde a declividade do solo é mais acentuada há o predomínio de uso misto, com destaque para a agricultura familiar e pecuária de corte em propriedades de médio e pequeno porte.

No médio curso predomina o uso misto do solo, via de regra, nas áreas onde o terreno encontra declividade suave ondulado, há desenvolvimento de agricultura comercial, em especial ao cultivo de soja, milho e trigo. Em terrenos ondulados e fortemente ondulados, encontram-se pastagens para pecuária de corte, visto que a declividade dificulta, e, em certos casos impossibilita a mecanização e uso intensivo do solo. Nas áreas de declive mais acentuado encontram-se as faixas de maior preservação da bacia, contudo, ainda demasiadamente pequenas e fortemente alteradas.

O rio Piquirí em seu baixo curso corta o arenito Caiuá (Figura 3.16). Na porção sul da bacia ainda sobre rochas basálticas e solos de “terra roxa”, desenvolve-se agricultura comercial intensiva (Cinturão Agrícola do Paraná), com forte produção de grãos.

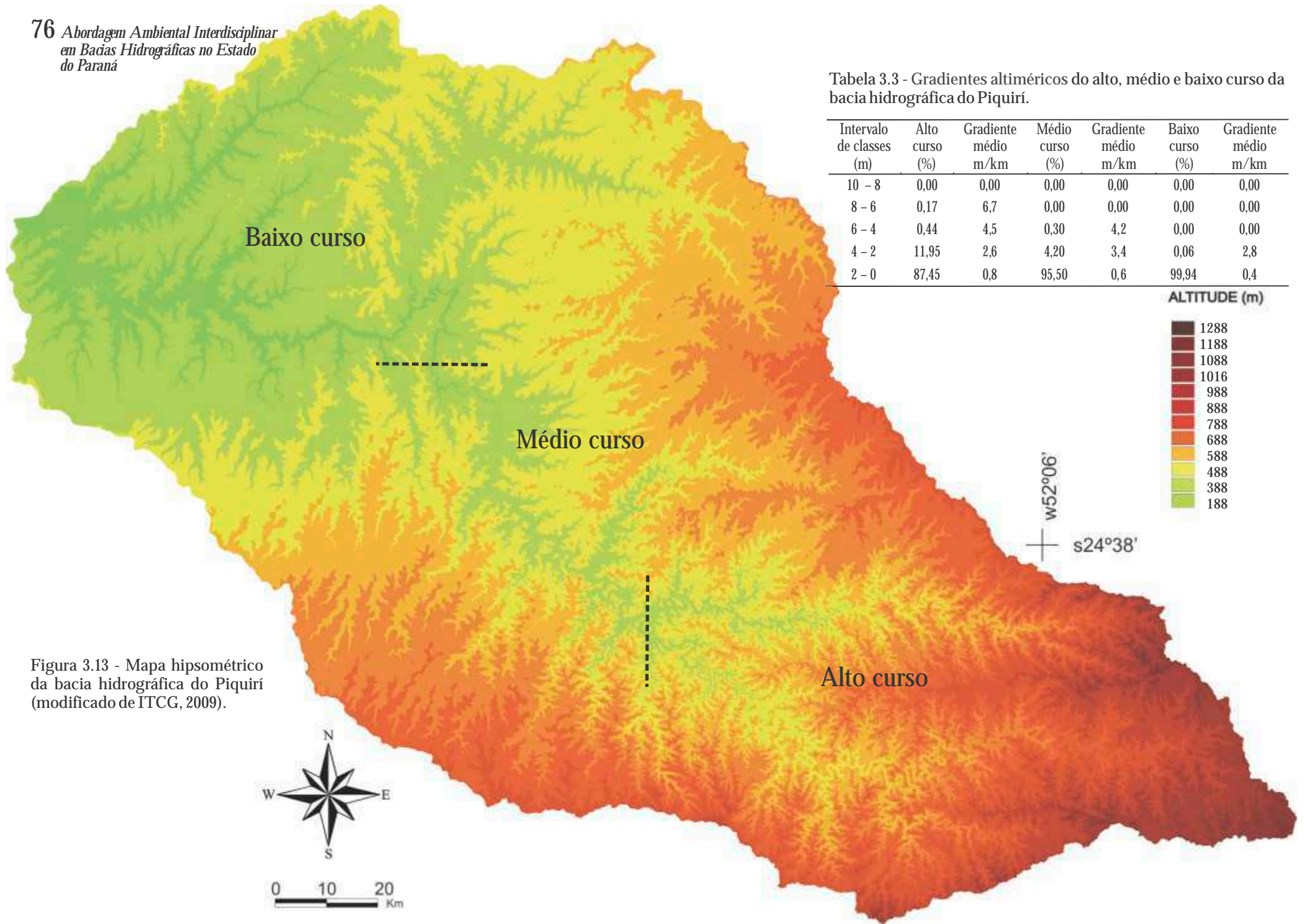


Tabela 3.3 - Gradientes altiméricos do alto, médio e baixo curso da bacia hidrográfica do Piquiri.

Intervalo de classes (m)	Alto curso (%)	Gradiente médio m/km	Médio curso (%)	Gradiente médio m/km	Baixo curso (%)	Gradiente médio m/km
10 - 8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8 - 6	0,17	6,7	0,00	0,00	0,00	0,00
6 - 4	0,44	4,5	0,30	4,2	0,00	0,00
4 - 2	11,95	2,6	4,20	3,4	0,06	2,8
2 - 0	87,45	0,8	95,50	0,6	99,94	0,4

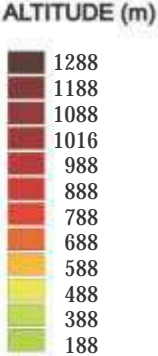


Figura 3.13 - Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Piquiri (modificado de ITCG, 2009).

Tabela 3.4 - Classes de declividade e percentual em relação a área da bacia hidrográfica do Piquiri.

Classe (%)*	Categoria	Área (%)
< 8	Suave Ondulado	49
8 - 20	Ondulado	39
20 - 45	Fortemente Ondulado	11
> 45	Montanhoso e Escarpado	1

\*(de acordo com BELTRAME, 1994)

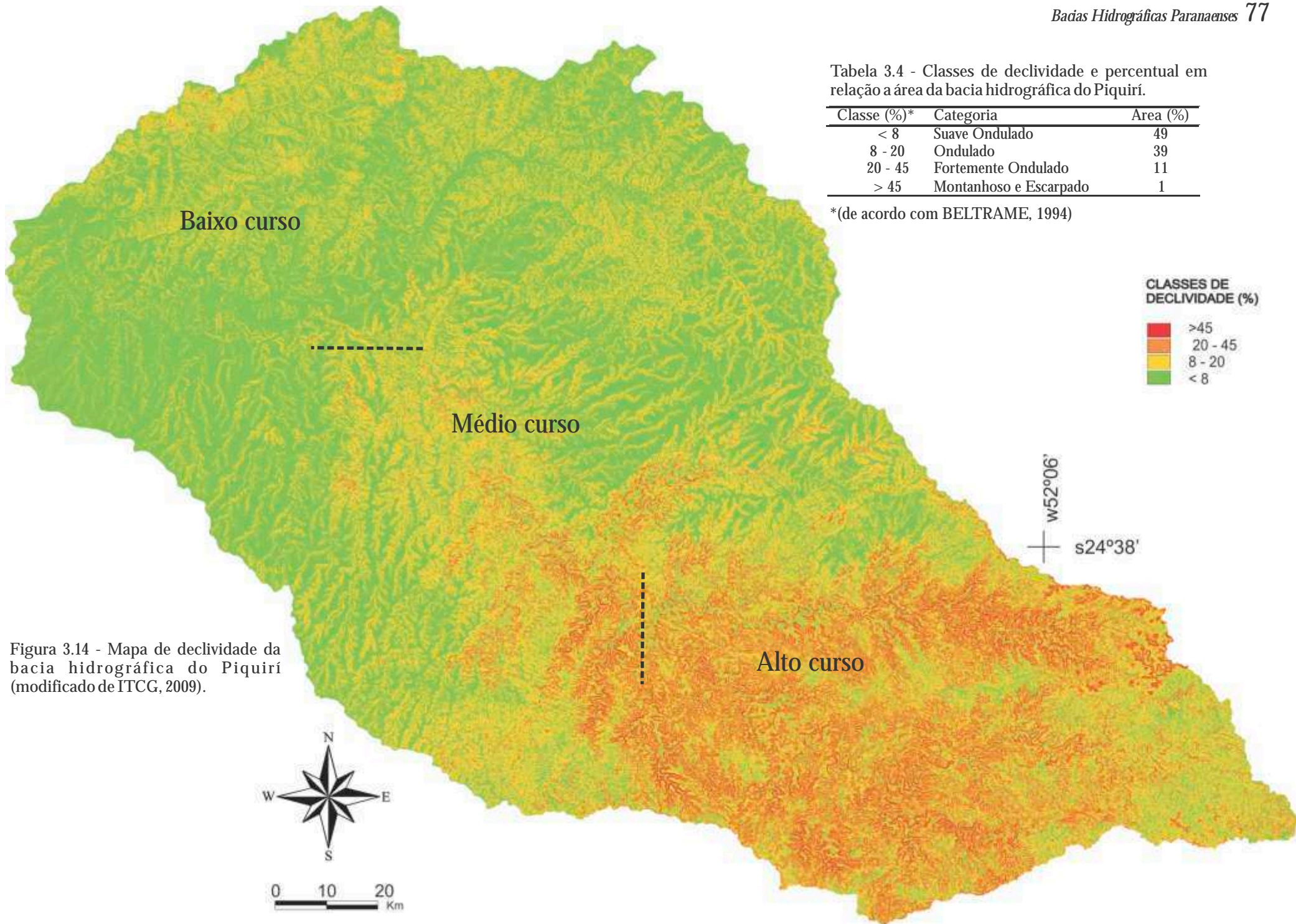


Figura 3.14 - Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Piquiri (modificado de ITCG, 2009).



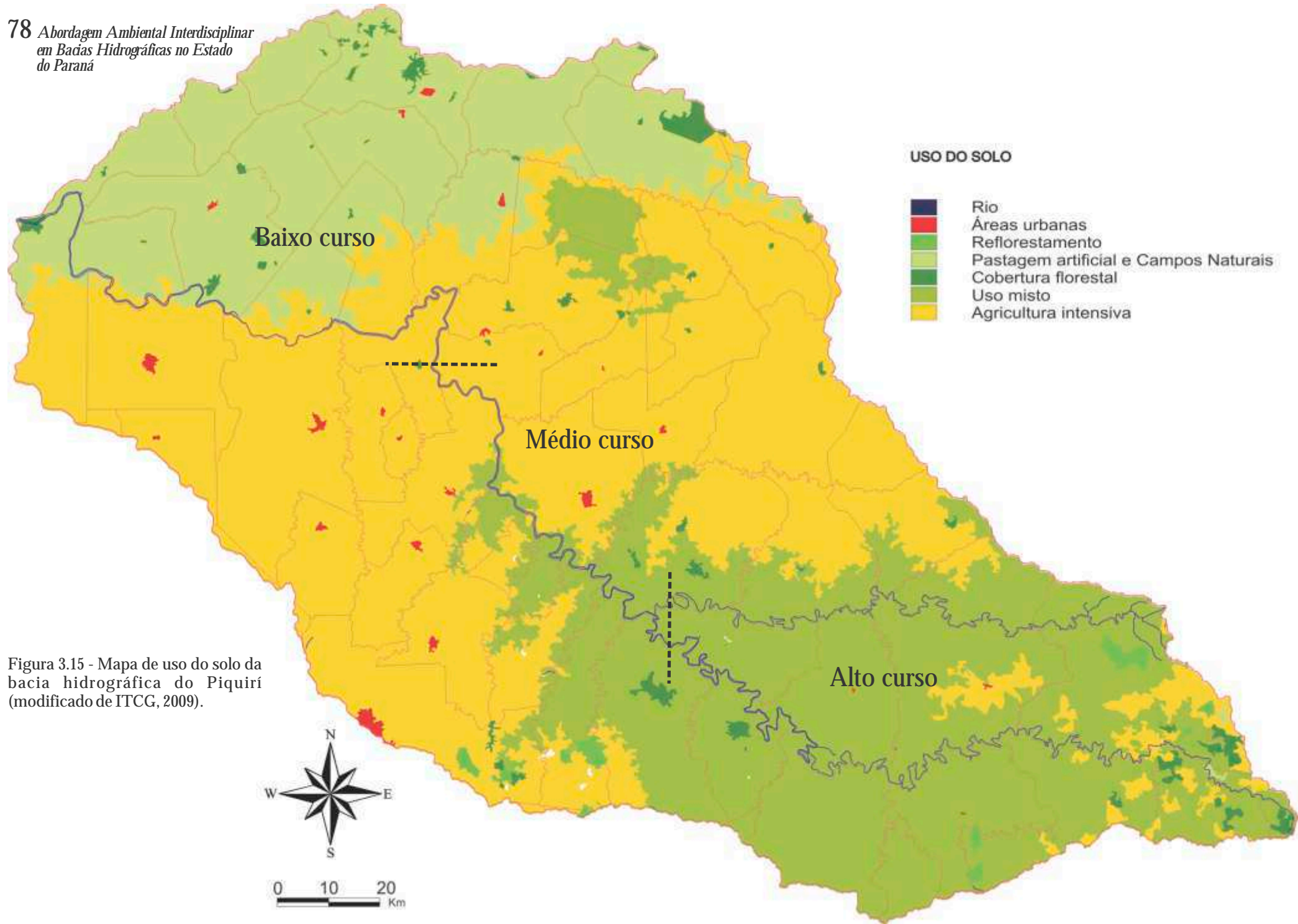


Figura 3.15 - Mapa de uso do solo da bacia hidrográfica do Piquiri (modificado de ITCG, 2009).

Nessa região, em meio às extensas lavouras, encontra-se a Reserva Biológica São Camilo (385ha), contendo um dos últimos remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual do oeste do Paraná. Na porção norte são encontrados os solos arenosos originados a partir da intemperização do arenito Caiuá (ver capítulo 1 nesta obra); nessa área predomina a pecuária de corte e, em menor escala, mas com considerável crescimento, a agricultura comercial de grãos e o cultivo de cana-de-açúcar.



Figura 3.16 - Imagem da barranca do rio Piquiri próximo de sua foz no rio Paraná. A seta indica os arenitos com estratificação cruzada da Formação Caiuá. Foto: PAROLIN, Mauro, 2007. Lepafe/Fecilcam.

### Bacia hidrográfica do Tibagi

As nascentes do rio Tibagi estão localizadas entre os municípios de Ponta Grossa e Palmeira. Seu curso principal nasce na Serra das Almas (Arroio da Invernada) no Município de Ponta Grossa (Segundo Planalto Paranaense,) numa altitude de aproximadamente 1.100m.s.n.m. (Figura 3.17) e deságua no reservatório da Usina Hidrelétrica de Capivara no rio Paranapanema entre os municípios de Primeiro de Maio e Sertaneja, em uma altitude de 298m.s.n.m. O rio Tibagi possui uma extensão de 550km, onde atravessa área dos três planaltos paranaenses. Ao longo de seu curso o canal apresenta distintas características geomorfológicas, assumindo diferentes padrões, além de possuir centenas de saltos, corredeiras e cachoeiras.

A relação entre a área de drenagem por classe hipsométrica da bacia do Tibagi (Figura 3.18) demonstra predominância de altitudes entre 593 e 893m.s.n.m. (> 71% da área).

Em relação aos gradientes dos interflúvios (Tabela 3.5) a bacia do Tibagi apresenta (Tabela 3.5): a) no alto curso – os maiores desníveis chegando a média de 5m/km, no entanto 98,12% da área total possui média de 0,6m/km; b) no médio curso – a média do maior desnível chega a 6,5m/km porém 89,40% da área possui 0,7m/km e c) no baixo curso – a média do maior desnível chega a 4,8m/km, no entanto a predominância é de 0,6m/km (97,8%).

A bacia do Tibagi apresenta em relação a sua área total: a) 49% relevo suave ondulado (>8%); b) 38% relevo ondulado (8-20%); c) 12% relevo fortemente ondulado (20 a 45%) e d) 1% relevo montanhoso a escarpado (> 45%) (Tabela 3.6 e Figura 3.19). As maiores declividades são encontradas nas bordas das escarpas, principalmente entre o Terceiro e Segundo Planaltos Paranaenses.

O rio Tibagi recebe centenas de afluentes: a) margem esquerda - rio Tirio, Cambé, dos Apertados, Lindóia, Quati, do Salto, Imbituva, Capivari, Imbaú, Mococa, Apucarana, Apucarantina e b) margem direita - rio Quebra Perna, Barrosinho, Ronda, Guabiroba, Botuquara, Iapó, Pitanguí, das Antas, do Tigre, São Jerônimo, São Jorge, entre outros.

A bacia hidrográfica do Tibagi começou a ser ocupada, pioneiramente no século XVIII, sobretudo no alto curso, com a expansão da criação de gado nos Campos Gerais e principalmente pelo ciclo econômico do tropeirismo. A região era ponto de parada dos tropeiros que utilizavam o Caminho de Viamão para conduzir o gado comercializado do Rio Grande do Sul até a cidade de Sorocaba, no Estado de São Paulo e para as áreas mineradoras de ouro em Minas Gerais.

Em meados do século XIX, levas de imigrantes europeus instalaram-se no alto e médio curso da bacia, fundando colônias que posteriormente tornar-se-iam as principais cidades da região, como os municípios de Castro e Ponta Grossa, e introduzindo na área a pecuária leiteira. Segundo Brannstrom (2002), o baixo curso neste período era ocupado por colônias militares, as quais posteriormente foram incorporadas ao Estado e doadas para empresas particulares de colonização como a Companhia Melhoramentos Norte do Paraná, a Brasil Tokushoku Kaisha e a Nambei Tochi Kabushiri Kaisha, todas na região de Londrina.

Por volta do ano de 1754, bandeirantes paulistas descobrem ouro e diamante nas águas caudalosas do rio Tibagi, fazendo ecoar pela região a notícia de um *El Dourado* no interior do Paraná. Não demorou para que os primeiros povoados se estabelecessem às margens do rio, quando o paulista Antônio Machado Ribeiro e sua família tomaram posse das terras compreendidas entre os rios Pinheiro Seco e Santa Rosa, margem esquerda do Tibagi, região que mais tarde tornar-se-ia a cidade de Tibagi, por volta do ano de 1872.

Quanto ao uso do solo, no alto curso predominam a pecuária extensiva e a agricultura comercial com estrutura fundiária diversificada (Figura 3.20).

Na altura da cidade de Teixeira Soares e Ponta Grossa, tem-se respectivamente, a policultura e atividades industriais. A cobertura original neste trecho era composta pelos Campos Gerais e em menor escala pela Floresta Ombrófila Mista, geralmente associada aos cursos d'água ou isolada em meio aos campos. É comum observar na região reflorestamentos com *Pinus* sp. (Figura 3.21) e *Eucalyptus* sp., e pequenas áreas com vegetação nativa bem preservada. O médio curso da bacia apresenta uso misto do solo, com pastagens e pequenas lavouras, predominando pequenas e médias propriedades. De modo geral, nos terrenos onde a declividade é menor verifica-se o desenvolvimento de uma agricultura mais intensiva, como soja, milho e trigo (Figura 3. 22), contrariamente aos terrenos com alta declividade que torna custoso o manejo com máquinas agrícolas.

O médio curso da bacia hidrográfica do Tibagi apresenta um dos maiores reflorestamentos comerciais do sul do Brasil (229.501,8ha), com *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp., para produção de celulose, seguida de alguns reflorestamentos com Araucária também



Figura 3.17. Vista parcial do curso superior do rio Tibagi numa fenda estrutural do arenito Furnas, Rodovia do Café km 71 próximo à cidade de Ponta Grossa, Paraná. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.

para fins comerciais, próximo ao Município de Telêmaco Borba, onde está instalada a Indústria Klabin Papel e Celulose, a maior empresa desse setor no Brasil e uma das maiores do mundo. A Unidade de Manejo Florestal Klabin possui 37% de sua área com florestas nativas e 63% com florestas comerciais. Vale ressaltar que existe na região, nos municípios de São Jerônimo da Serra, Ortigueira e Londrina, cinco reservas indígenas demarcadas, com uma população total de 14.593 indígenas, das etnias Kaingang, Guarani e Xetá.

No baixo curso da bacia hidrográfica do Tibagi o uso do solo é predominantemente destinado à agricultura intensiva, com cultivo de soja, milho e trigo. A região abriga uma das maiores áreas cultivadas do estado, integrando o Cinturão Agrícola do Paraná. A presença de solos férteis e clima favorável fazem desta região uma das mais produtivas do Paraná,

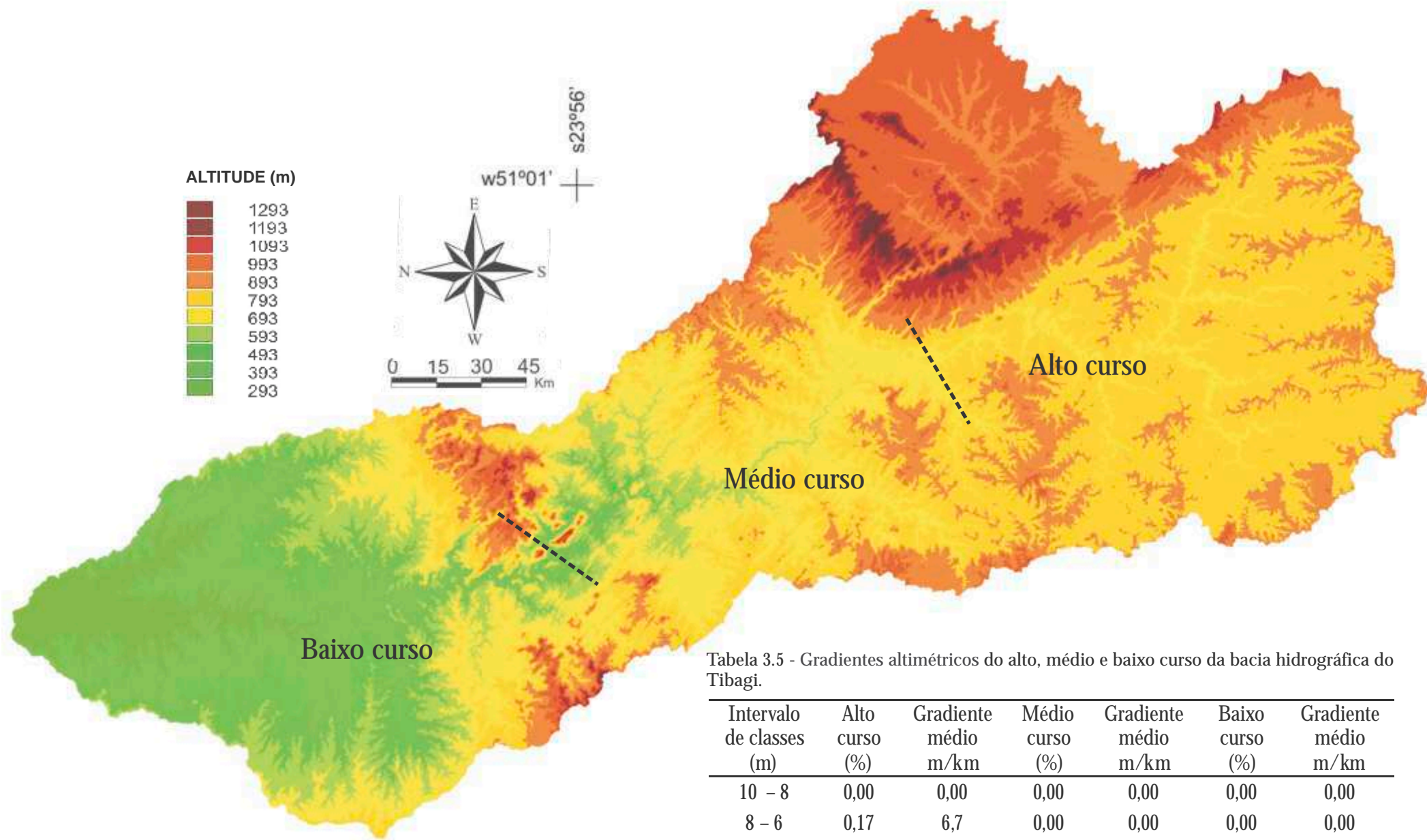


Tabela 3.5 - Gradientes altimétricos do alto, médio e baixo curso da bacia hidrográfica do Tibagi.

Intervalo de classes (m)	Alto curso (%)	Gradiente médio m/km	Médio curso (%)	Gradiente médio m/km	Baixo curso (%)	Gradiente médio m/km
10 - 8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8 - 6	0,17	6,7	0,00	0,00	0,00	0,00
6 - 4	0,44	4,5	0,30	4,2	0,00	0,00
4 - 2	11,95	2,6	4,20	3,4	0,06	2,8
2 - 0	87,45	0,8	95,50	0,6	99,94	0,4

Figura 3.18 - Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Tibagi (modificado de ITCG, 2009).

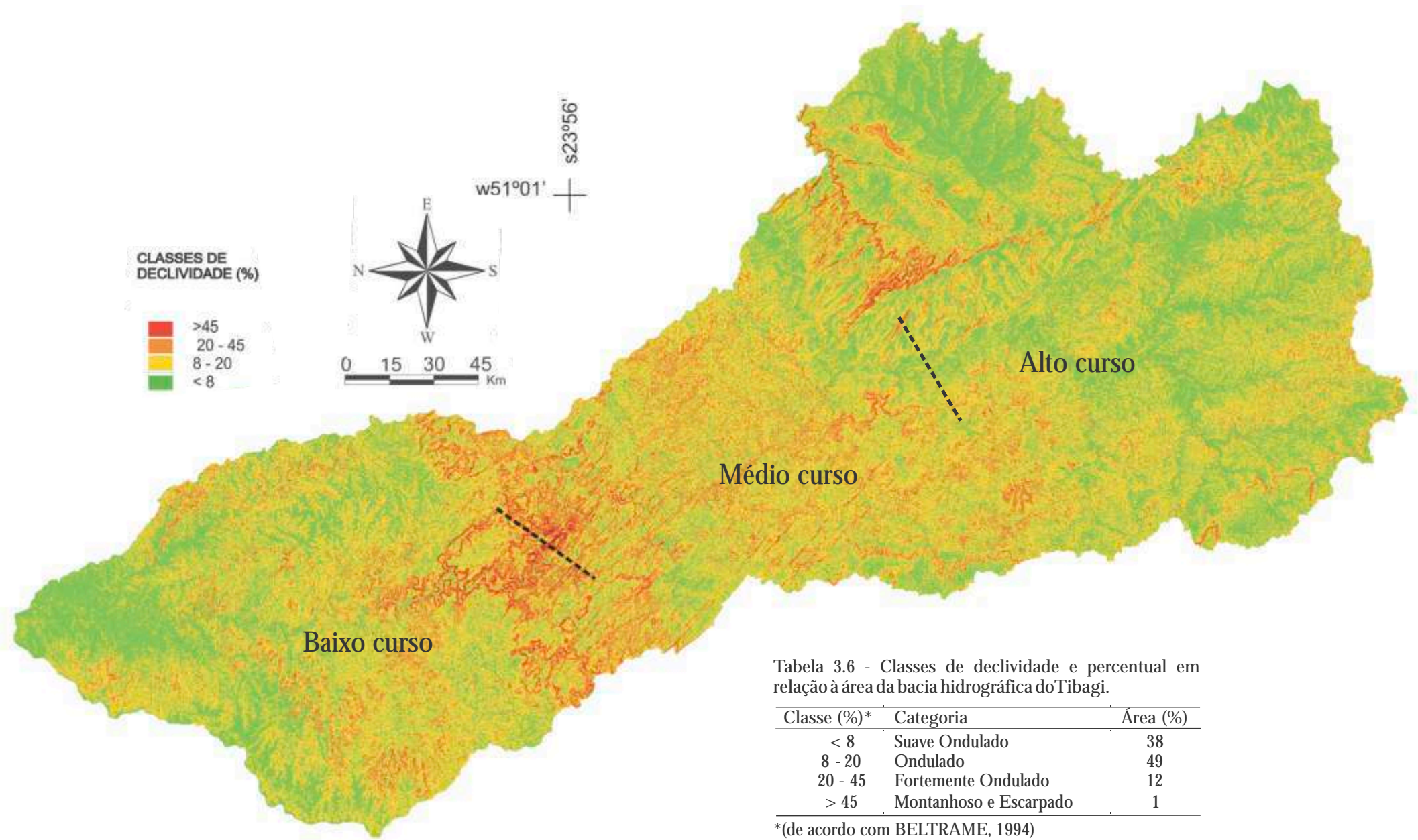


Figura 3.19 - Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Tibagi (modificado de ÍTCG, 2009).

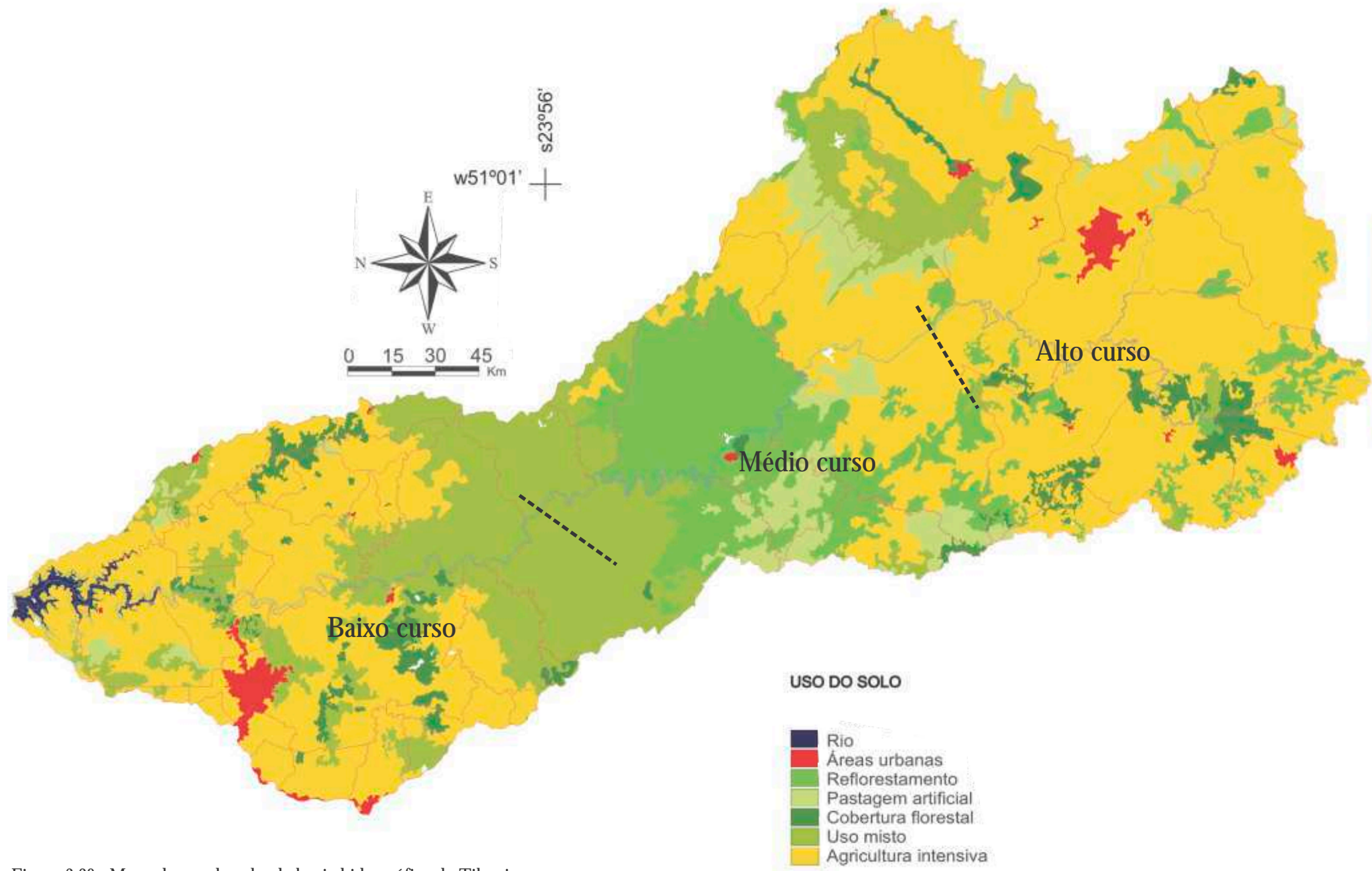


Figura 3.20 - Mapa de uso do solo da bacia hidrográfica do Tibagi (modificado de ITCG, 2009).

principalmente no entorno do Município de Londrina. É também na região de Londrina que está concentrada a maior área industrial da bacia do Tibagi.

Nas cabeceiras da bacia, próximo ao Parque Estadual de Vila Velha, foram encontrados depósitos turfosos, nas margens do rio Tibagi, com vários quilômetros de extensão, chegando a 115 centímetros de espessura, acamados sob rochas areníticas paleozóicas cobertas por colúvios da Formação Ponta Grossa. Esses depósitos mostram-se ótimos para conservações de bioindicadores como grãos de pólen e esporos, muito utilizados em pesquisas voltadas à reconstruções paleoambientais, sobretudo do Período Quaternário. Estudos sobre estes depósitos Quaternários encontram-se em andamento no Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam.

Quanto ao uso do potencial hidroelétrico da bacia hidrográfica do Tibagi, existe algumas centrais de geração elétrica instaladas em seu curso principal e em alguns de seus afluentes. No alto curso, no rio Pitangui encontram-se as usinas Pitangui e São Jorge, na cidade de Ponta Grossa. Instalada em 1911, a Usina Pitangui é a mais antiga hidrelétrica em funcionamento no Paraná. No médio curso estão instaladas as usinas de Presidente Vargas e Harmonia, respectivamente, no rio Tibagi e em um tributário menor da margem direita. Ambas são de propriedade da Klabin Papel e Celulose no Município de Telêmaco Borba. Vale ressaltar que está em construção a jusante da Usina Presidente Vargas a Usina Hidrelétrica Mauá. Merece destaque no baixo curso a Usina Apucarantina, no rio de mesmo nome.

Rio Paraná



Figura 3.21 - Plantação de *Pinus* sp. nas proximidades do Município de Ponta Grossa. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.



Figura 3.22 - Lavouras diversas e campos naturais na região do médio curso do rio Tibagi  
Foto: PAROLIN, Eloisa Silva de Paula, 2009. Fecilcam.

O Estado do Paraná tem grande parte de seu território drenado pela bacia hidrográfica do Paraná, segunda maior bacia do mundo, perdendo apenas para a



Figura 3.23 - Visão parcial do Cânion do Guartelá e do rio Iapó no Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Paraná (a). Vista parcial da Cachoeira da Ponte de Pedra (200m de altura) localizada no Parque Estadual do Guartelá (b). Foto: SANTOS, Manoel Serino, 2008. Lepafe/Fecilcam.



principal fonte econômica o desenvolvimento de atividades relacionadas ao uso do rio, como a extração de areia, a pesca e o turismo, como na cidade de Porto Rico. Próximo à confluência do rio Ivaí com o Paraná, mas ainda sobre domínio desta bacia, muitas comunidades de pequenos e médios produtores cultivam arroz irrigado.

Na região de Porto Rico são realizados pela Universidade Estadual de Maringá via Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia) estudos ecológicos de longa duração. Vale lembrar que nesta área do rio Paraná, o mesmo não sofre ação de represamento.

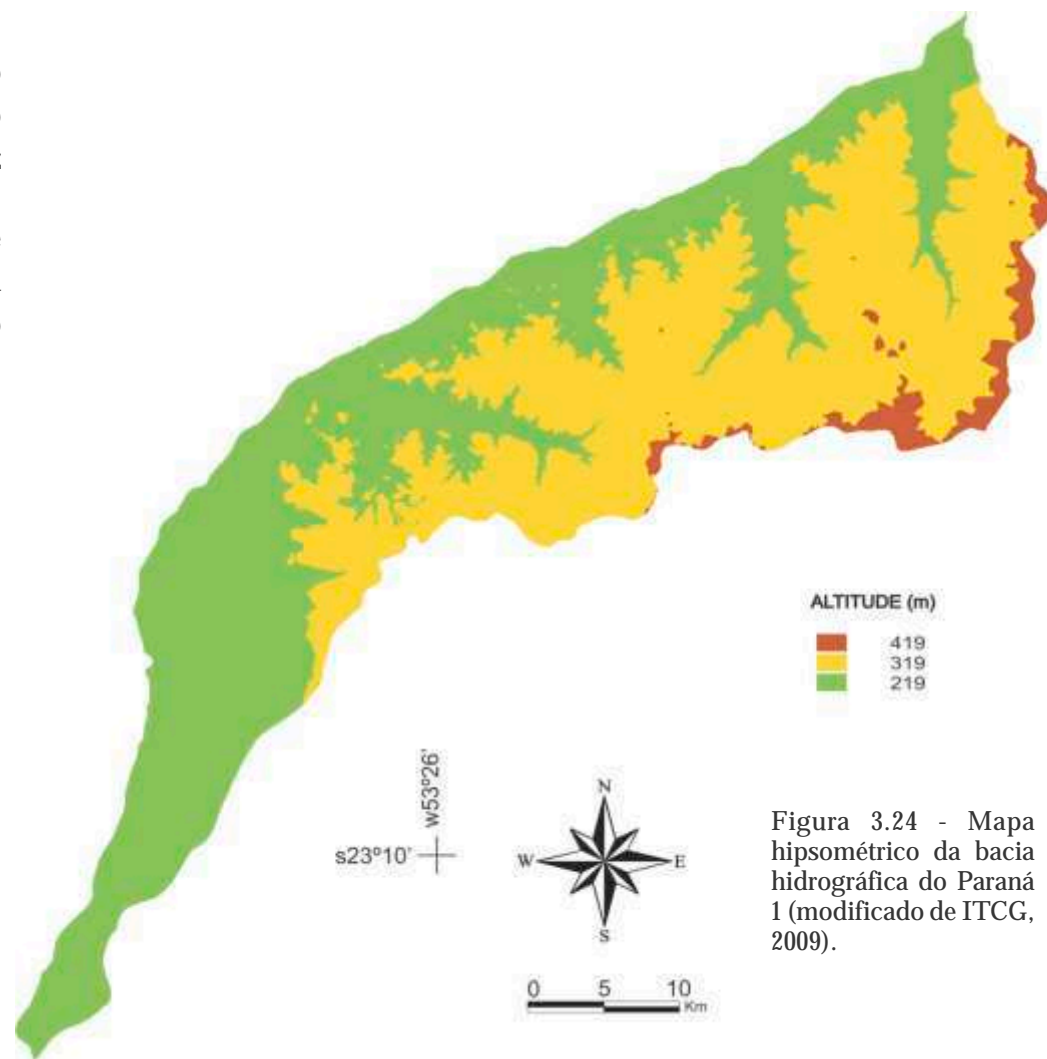


Figura 3.24 - Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Paraná 1 (modificado de ITCG, 2009).

## Bacia hidrográfica do Paraná 2

A bacia hidrográfica do Paraná 2 possui 2.848,52km<sup>2</sup>, e é formada por tributários da margem esquerda do rio Paraná, à montante do lago de Itaipu, situada entre as bacias dos rios Ivaí e Piquiri. A bacia possui altitudes médias inferiores a 497m.s.n.m (Figura 3.25).

A análise dos gradientes dos taludes demonstra a existência de um relevo homogêneo, e classe de declividade predominantemente suave ondulado que representa 75% das classes de declividade presentes na bacia hidrográfica; o restante da área apresenta relevo ondulado.

Quanto à cobertura vegetal a bacia era originalmente ocupada pela Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Semidecidual Aluvial e formações pioneiras de influência flúvio-lacustre (Figura 3.7).

Na altura desta bacia encontra-se o Parque Nacional de Ilha Grande (78,87ha), criado em 1997, na divisa dos estados do Paraná e Mato Grosso do Sul. O Parque figura como um ecossistema diferenciado em toda sua extensão, como uma área ecotonal na qual pode-se verificar tanto elementos do cerrado como do pantanal. Este Parque compõe o Corredor Ecológico Caiuá-Ilha Grande, que abrange uma série de medidas tomadas pelo Governo do Estado para manutenção da rica biodiversidade paranaense. O objetivo dos corredores é promover a conservação da biodiversidade e o manejo sustentado dos recursos naturais em ecorregiões ameaçadas. A medida prioriza a integração das unidades de conservação entre si de modo a fundar meios para troca genética de fauna e flora. O Projeto Paraná Biodiversidade engloba três regiões principais ao longo dos rios Paraná e Iguaçu e abrange 63 municípios paranaense. A área total chega a 2.151.175ha interligando seis unidades de conservação estaduais e três federais. Além do Corredor Caiuá-Ilha Grande, os Corredores Paraná-Iguaçu (interligando áreas de conservação ao longo do rio Paraná às unidades ao longo do rio Iguaçu como o Parque Nacional do Iguaçu) e Araucária (integrando as áreas ao sul do Paraná com as unidades do centro-sul do Estado (PARANÁ, c2007)

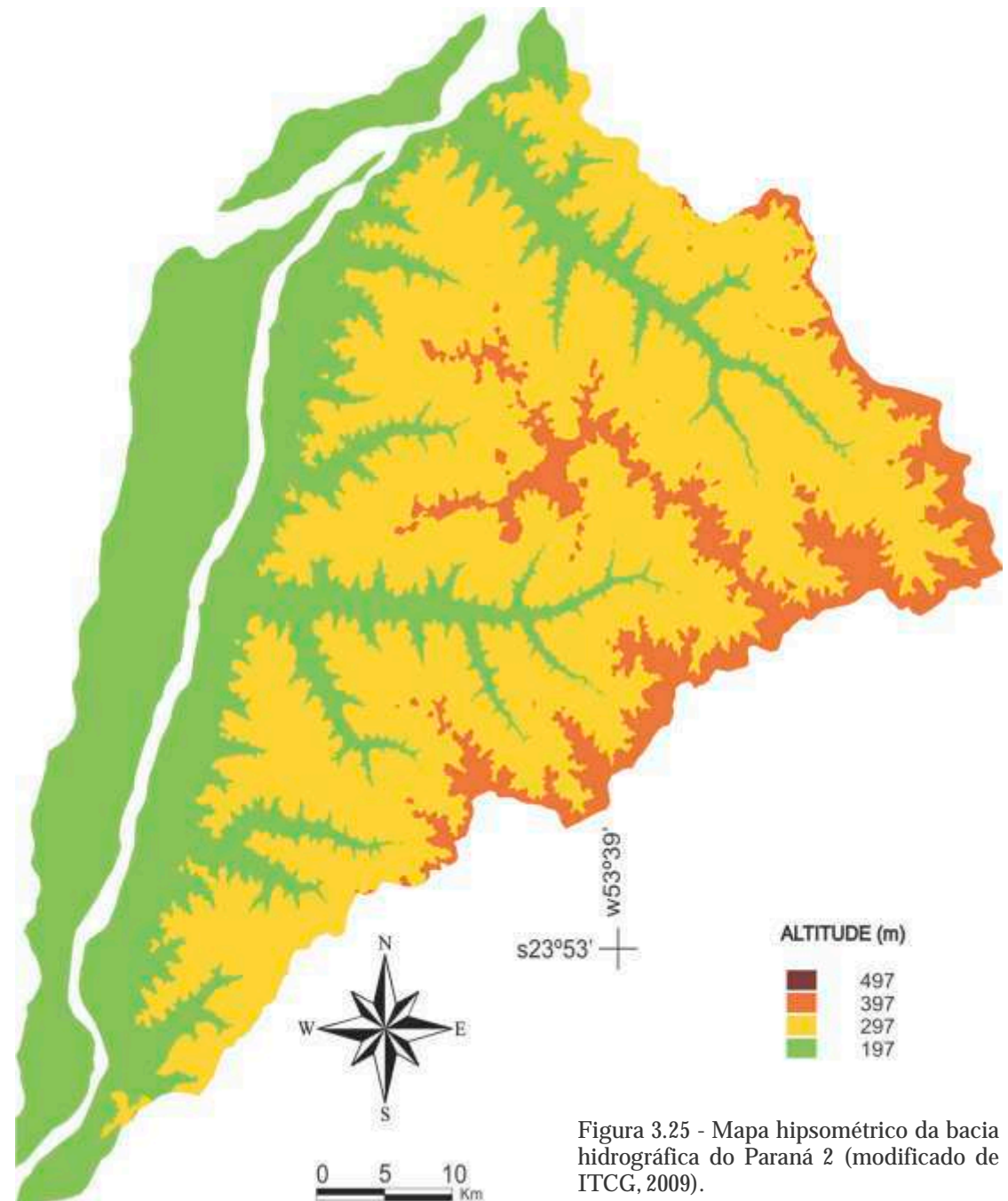


Figura 3.25 - Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Paraná 2 (modificado de ITCG, 2009).

### Bacia hidrográfica do Paraná 3

A bacia hidrográfica do Paraná 3 é composta por um conjunto de tributários da margem esquerda do rio Paraná, drenando uma área de 7.991,85km<sup>2</sup>, situada entre as bacias do rio Piquiri e Iguaçu com predominância de altitudes e gradientes modestos (Figura 3. 26).

A bacia possui como nível de base o lago formado pela barragem da hidrelétrica de Itaipu no rio Paraná, considerada uma das maravilhas do mundo moderno, tendo reconhecimento como uma das maiores obras de engenharia e design. O Lago de Itaipu possui cerca de 170 quilômetros de extensão entre os municípios de Guaíra à montante, e Foz do Iguaçu à jusante.

O rio Paraná, neste trecho da bacia, escavou ao longo de milhares de anos em seu leito, um extraordinário cânion onde se localizavam poderosas corredeiras, formando um conjunto de saltos conhecidos como Sete Quedas, atualmente submersas pelo preenchimento do lago da Usina de Itaipu (Figuras 3.27-3.29).

Interessante relatar que os primeiros ensaios geopolíticos a respeito do rio Paraná foram realizados por Theophilo de Andrade em sua obra intitulada “O Rio Paraná no roteiro da marcha para o oeste” de 1941. No capítulo sete desta obra, o autor faz um relato sobre as Sete Quedas, enfatizando a sua beleza e importância fronteiriça, argumentando a necessidade de se construir uma linha férrea de aproximadamente 60 km, para ligar portos localizados a sua montante com portos a sua jusante, aumentando assim o potencial de navegabilidade do rio Paraná. Diante da importância desse relato como fonte histórica os autores resolveram reproduzir na íntegra este capítulo (ver Box 3.7).

A análise dos gradientes dos taludes demonstra um relevo homogêneo, predominância de gradientes menores que 20m/km. Neste segmento da bacia do Paraná há o predomínio de relevo pouco acidentado (Tabela 3.7), com 63% da área da bacia hidrográfica marcada por relevo suavemente ondulado; outros 30% apresenta relevo ondulado e o restante da área (7%), próximo às nascentes, apresenta relevo fortemente ondulado.

Quanto à cobertura fitogeográfica, a região possuía florestas tropicais e subtropicais como: a) Floresta Estacional Semidecidual, que ocupava 92% da área total da bacia hidrográfica, preferencialmente próximo ao lago de Itaipu e b) Floresta Ombrófila Mista, com 8% da área, próximo às áreas de nascentes (Figura 3.7).

Tabela 3.7 - Classes de declividade e percentual em relação à área da bacia hidrográfica do Paraná 3.

Classes (%)	Categoria	Área (%)
>8	Suave Ondulado	63
8 – 20	Ondulado	30
20 – 45	Fortemente Ondulado	7
>45	Montanhoso e Escarpado	0

\*(de acordo com BELTRAME, 1994)

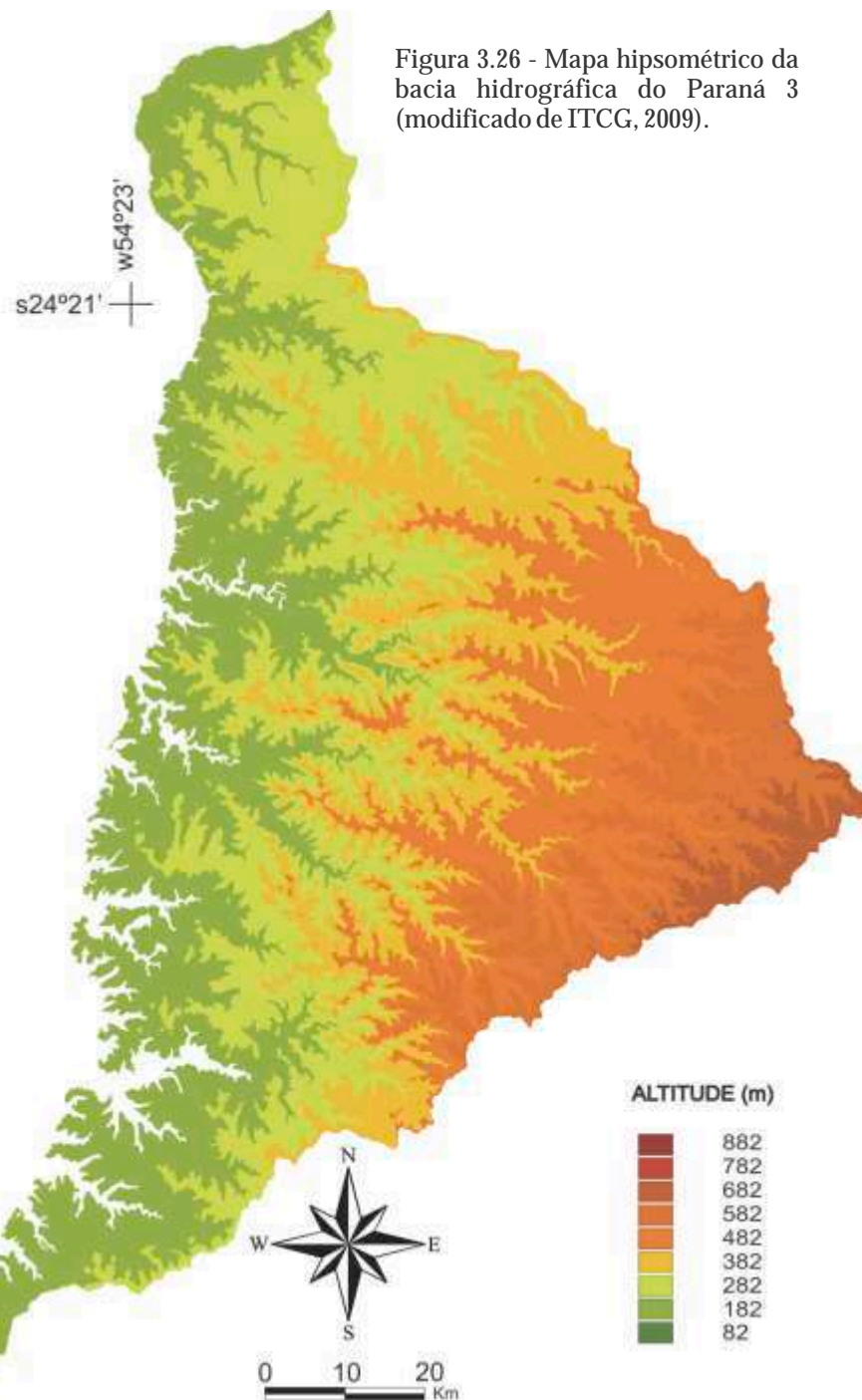




Figura 3.27 - O rio Paraná e Sete Quedas. O rio Paraná antes de precipitar-se nos inúmeros saltos que formavam as sete quedas possuía uma imensa baía com mais de 6 km de largura. Na foto ao lado, à direita o Município de Guaíra, Estado do Paraná, e os caminhos de acesso às quedas; à esquerda em primeiro plano o Paraguai e ao fundo o Estado do Mato Grosso do Sul. O canal principal tinha uma extensão de 4 km e profundidades variáveis entre 140 e 160m. (BRUNETTO; MURASKI, 1983).

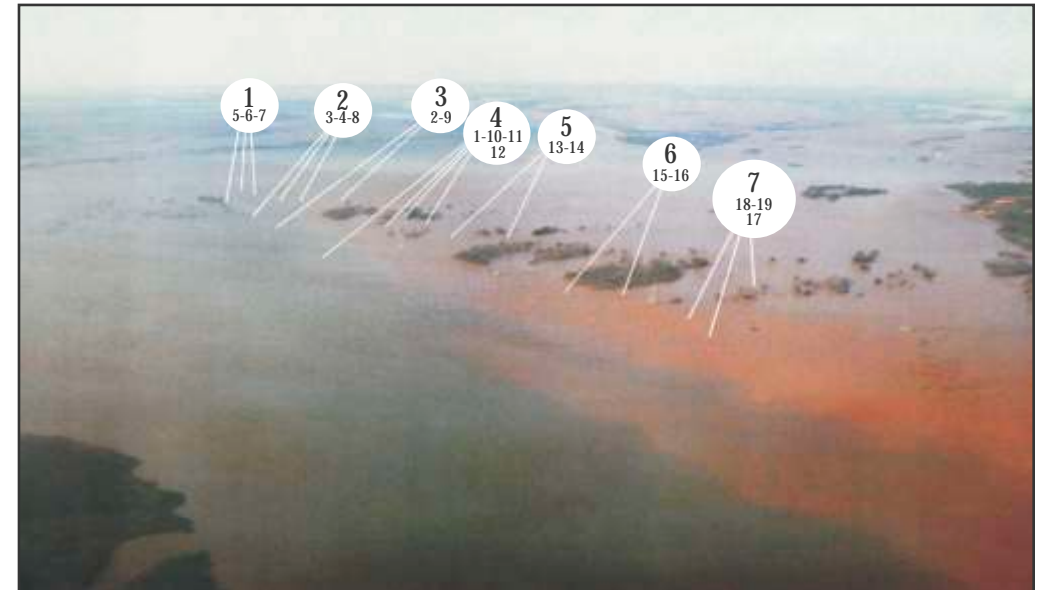


Figura 3.28 - Rio Paraná e Sete Quedas (submersa). Com o fechamento das comportas da Hidrelétrica de Itaipu, originou-se o grande lago formado pelo represamento das águas do rio Paraná. Nos locais assinalados, se localizavam os saltos das Sete Quedas, agora submersos. (BRUNETTO; MURASKI, 1983).

Figura 3.29 - Saltos da 2ª, 3ª e 4ª Quedas. Estes saltos não possuíam acesso, pois ficavam após a 5ª Queda. A 4ª Queda (na foto a direita), era formada pelo Salto Marechal Lopes (nº 1), Salto Benjamim Constant (nº10), Salto Saldanha Gama (nº11) e Salto D. Pedro (nº12). A 3ª Queda (na foto, ao centro) era formada pelo Salto Osório (nº9) no lado brasileiro, e pelo Salto General Estigaribia (nº2) no lado paraguaio. A 2ª Queda (na foto, à esquerda) formava-se pelo Salto Presidente Franco (nº3), Salto Diretor Francis (nº4) e Salto Deodoro (nº8). A 1ª Queda ficava mais acima e era composta pelo Salto do Limite (nº5), Salto do Caxias (nº6) e Salto Tamandaré (nº7). (BRUNETTO; MURASKI, 1983).

## Box 3.7 (continua)



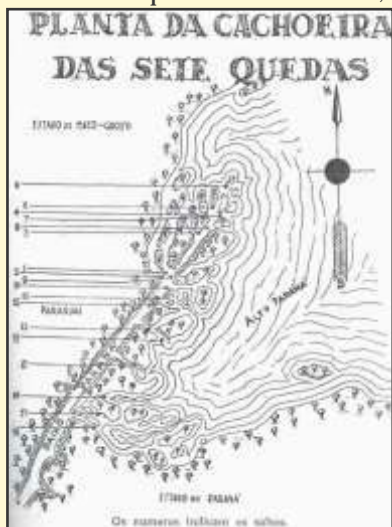
## AS SETE QUEDAS

*Theophilo de Andrade\**

PÓS termos prolongado, em uma extensão de cem léguas, a Ilha Grande, a maior das milhares que o rio forma, vimos o Paraná abrir-se vasto e imenso, com uma largura de quatro quilômetros, sereno e calmo, como si fora um grande lago. E lá longe, muito longe, na fimbria do horizonte, divisamos algumas colunas de vapor, muito brancas, elevando-se suavemente, no ar claro da manhã macia. Indicavam-se as Sete Quedas, vistas e enumeradas pelos primeiros violadores daquelas selvas.

Na posição em que se encontrava o nosso navio, água abaixo, não as vimos todas. Mas aquelas colunas de fumaça, que pareciam soltas por chaminés monstruosas de transatlânticos fantásticos, ancorados à margem do rio-mar, feriram profundamente nossa sensibilidade. Estava ali, já ao alcance de nossa vista e dentro em breve de nossos ouvidos, uma das grandes maravilhas da natureza, com que havíamos sonhado a vida inteira. Experimentamos a sensação do homem que se perdeu no campo, em noite de tempestade, e que, pela manhã, friorento e faminto, cansado de tanto tatear na treva, depara o fumo do seu fogão e ouve o ruído de seu moinho. Vimos realizado um dos objetivos, senão objetivo principal, de nossa viagem. Algumas horas mais e tínhamos diante de nossos olhos deslumbrados, a maior cachoeira existente na face da terra.

Não tentaremos descrevê-la. Seria inútil e falho o nosso intento. As Sete Quedas são destes espetáculos, que pela sua grandeza, tornaram-se refratários à descrição. Nenhum paisagista seria capaz de apreendê-lo em um só golpe. Para isto, seria necessário recuar a uma distância tão grande, que todo o movimento se perderia, para ficarem apenas as pinceladas ligeiras de um cenário de teatro. Fixar detalhes seria quebrar a unidade do todo, decompondo a majestosa combinação de elementos de que a natureza se serviu, na montagem do maravilhoso quadro.



Só a câmara cinematográfica, com a sua capacidade de fixar os aspectos mais variados, de distâncias diferentes e de ângulos diversos, conservando-lhes a sucessão ininterrupta de movimentos, pode dar uma idéia da grandiosidade do espetáculo. E esta mesma pávida, sem brilho porque falta o colorido real, faltam os arco-íris permanentes, que aparecem de cada prisma em que se coloque o observador, e as mil e uma cambiantes da água atirando-se em cachões, com violência, sobre os paredões de basalto pardo-escuro da garganta estreita e profunda, que recebe a extensíssima toalha d'água.

Limitar-nos-emos a fixar alguns dados, tomados "de visu" ou apanhados alhures, da planta do grande edifício - os delineamentos gerais do esqueleto da monstruosa cachoeira.

\*\*\*

O primeiro nome recebido pelas quedas foi o de Santa Vitória dado pelo nobre espanhol D.Luís de Cespedes Xeria, capitão-general do Paraguai, que por ali passou, em

1628. Deu-o em homenagem à filha de Gonçalo Sá, sobrinha de Martim Sá, com quem se casara, pouco antes, no Rio de Janeiro. Mas a denominação não pegou, vigorando, até hoje, a dada pelos bandeirantes anônimos, apesar de errada.

Errada porque os saltos não são sete, mas dezoito, espalhados em uma extensão de quatro quilômetros e meio. Somente de aeroplano podem ser abrangidos, de uma só vez, pela vista do homem.

Cinco deles estão na margem matogrossense, o sexto, no ângulo superior da cachoeira, e os restantes, na margem paranaense.

Destes, só os de números 18 e 17 (ainda não receberam nomes como os do Iguassú) são acessíveis à vista dos turistas, graças à estrada de rodagem de três quilômetros de extensão e ao grande número de passarelas e pontes pênséis, seguras à rocha por cabos de aço, que a Companhia Mate Laranjeira ali mandou construir.

Já hoje é possível contemplar de perto, pelo menos uma pequena parte daquele maravilhoso conjunto, de que, até bem pouco anos, só tínhamos notícias através das descrições um pouco fantásticas, que nos foram deixadas por Dom Felix de Azara, o célebre geógrafo que fez parte da comissão de demarcação de limites entre os domínios de Portugal e Castela, e que por lá passou, em 1760. Vimos de perto dois saltos. São suficientes para o deslumbramento do espectador: o primeiro pela beleza e altitude da queda; o segundo pela grandeza e majestade. Só este, o 17, medido pelo engenheiro Sidwell, que fez o levantamento da cachoeira e traçou a sua planta, em 1917, tem uma potência de 4.400.000 cavalos-vapor. O que estas cifras significam pode ser avaliado em se sabendo que a célebre cachoeira do Niagara, tem, toda ela, uma potência de 3.300.000 cavalos-vapor. A extensão do salto 17 é de 300 metros e as águas se precipitam em rebojos e cachões sobre plataformas de 20 e 30 metros de altura, que, somadas, acusam uma queda total de 65 metros.

Com o rio baixo, como na época em que o visitamos, pode chegar-se até a sua borda. É preciso, porém muito domínio de nervos para não ser-se arrastado pela vertigem. Os vapores d'água são tão intensos que se condensam e transformam-se em neblina permanente. Não há animais, insetos ou seres vivos, que acercar-se. A vegetação é típica. Mas não é necessário, como escreveu Azara, cedendo aos superlativos do seu temperamento espanhol, "ficar-se completamente nu, para se aproximar da cachoeira". Contudo a neblina permanente que reina em muitas das ilhas que, no topo do paredão, separam os diversos saltos, é tão forte, que deixa o visitante completamente molhado.

A descarga total das Sete Quedas, medidas pelos engenheiros Keller, pai e filho, oscila entre 18.000 e 50.000 metros cúbicos por segundo, na baixa ou na alta do rio. Este total não é imaginável sequer, pela simples enunciação dos algarismos. Uma idéia da monstruosa massa d'água só é concebível, em se sabendo que o Niagara tem uma descarga máxima de 7.000 metros cúbicos por segundo, os afamados saltos do Iguassú, de 7.000, e a cachoeira de Paulo Afonso, de 5.000.

A diferença de nível entre o vertedor superior e o lagamar mais baixo é de 125 metros.

A potência total das Sete Quedas é avaliada em 20 milhões de cavalo-vapor.

\*\*\*

Conhecedores destes dados, pode-se imaginar como nos escandalizamos, à primeira vista, ao verificarmos, visitando as instalações da Mate Laranjeira, em Guaira, que o engenho de beneficiamento da erva mate, a serraria, as oficinas, o arsenal, os estaleiros e a usina de luz elétrica são movidos a vapor. São queimados, diariamente, 18 metros cúbicos de lenha. O metro custa 4\$500, posto na boca da fornalha. Não seria muito mais prático, muito mais econômico e muito mais lógico, utilizar um filete que fosse daquela imensa massa d'água e instalar uma turbina?

Expostas as nossas objeções ao gerente das instalações de Guaira, este, reproduzindo seguramente o pensamento do engenheiro Sidwell, demonstrou-nos, para grande desapontamento nosso, que a força hidráulica da cachoeira, pelo menos para instalações relativamente pequenas, não é utilizável.

É que na época da enchente, os saltos desaparecem. Todo aquele extenso lençol d'água, de quatro quilômetros de largura, a montante da cachoeira, comprime-se a jusante, em uma calha estreita, que

## Box 3.7 (continuação)

se reduz até 80 metros. Cada metro d'água que o rio sobe, no curso superior, corresponde a uma elevação cerca de vinte metros no curso inferior. Quando o rio cresce cinco metros a montante da cachoeira, sobe cem a jusante. O desnível, anteriormente existente, se anula. Na grande enchente de 1930, o “belvedere”, construído pela Companhia, em ponto sobranceiro, na margem esquerda, além das quedas e que domina todo o “cañon” do rio, foi levado pelas águas.

Uma turbina instalada que fosse, a jusante dos saltos, funcionaria durante o período seco. Mas, quando chegasse o período das grandes águas, seria inundada e a usina destruída.

A utilização da cachoeira só seria possível rasgando-se, na rocha viva, um canal de mais de 60 quilômetros, que fosse formar uma queda artificial, muito abaixo e aproveitando apenas um desnível relativamente pequeno, porque a usina teria que ficar em ponto não acessível às enchentes.

Depois desta explicação, tivemos a nossa atenção presa pelo fato que a secção horizontal do leito não corresponde a secção do terreno marginal. Enquanto o rio se aprofunda na garganta tremenda que forma a cachoeira, as suas margens, que são as bordas da serra do Maracajú, continuam elevadas e só muito lentamente vão entrando em declive. Basta dizer que a funicular de Porto Mendes, que liga os armazéns construídos na barranca com a superfície das águas, a 60 quilômetros abaixo das quedas, tem 120 metros de altura.

Os 20 milhões de cavalos-vapor são puramente teóricos. Praticamente, as Sete Quedas são apenas um maravilhoso espetáculo turístico. Do ponto de vista industrial, são uma inutilidade.

\*\*\*

Mas não esqueçamos o seu papel histórico, já esboçado no quarto capítulo, a que demos o título de “Fronteiras da Penetração”. Garantiu-nos a posse política da terra. Contra ela e contra os altos paredões do baixo Paraná, amorteceram-se todas as veleidades de conquista da coroa de Castela, desde a primeira tentativa, feita já em 1610, quando do Marquês de Montes Claros, vice-reio do Peru, que considerava Cananéa um porto espanhol, pretendeu conquistar São Paulo, passando “arriba de los saltos del Guayra”. A colonização tentada por Ruy de Melgarejo e que depois passou às mãos dos jesuítas, quando criaram a republica democrática de Guairá, foi anulada, a ferro e fogo, pelos bandeirantes de Manoel Preto, Tavares Raposo e Mateus Grou. E desde então, o rio e a cachoeira – só eles – conservaram o nosso domínio aqueles sertões.

A mesma função foi, porém, exercida também em sentido inverso. Além dela, não conseguimos passar. Nem política, nem comercialmente. A nossa penetração, que, para o norte chegou até os contrafortes andinos, foi, aquele paralelo, detida pela corrente intransponível.

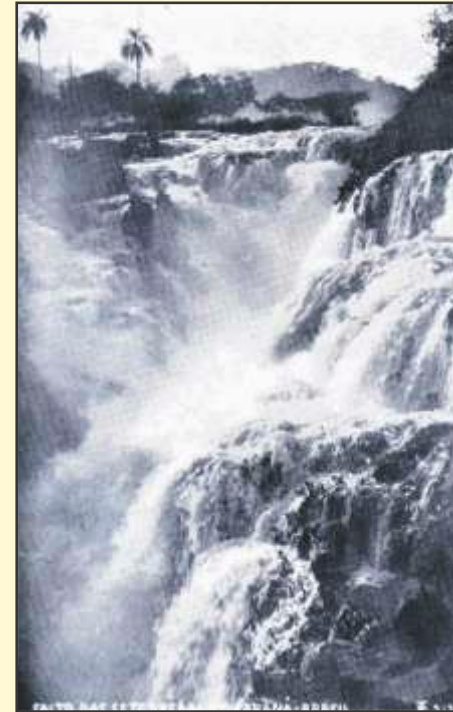
É mister, porém, assinalar que a posse garantida pelas bandeiras da margem esquerda do rio, foi meramente política, para efeito dos mapas, sem grande significação prática. Só muito lentamente, a marcha para o oeste, trilhada nos três últimos séculos de nossa história, levou, afinal, as nossas povoações, as nossas estradas de ferro e as nossas empresas industriais aos confins do vale do alto Paraná.

Agora, porém, o futuro desenvolvimento comercial, industrial e demográfico está sendo impedido pelas Sete Quedas, que fecham o rio, como uma porta de sete retrancas.

Este obstáculo histórico precisa e físico precisa ser vencido e transposto. A Mate Laranjeira, fazendo o trabalho do pioneiro, indicou o caminho, construindo a sua ousada estrada de ferro, ligando os cursos do alto e do baixo Paraná. Este exemplo precisa ser seguido pelo governo brasileiro, que está no dever de ou abrir o tráfego publico a estrada existente, ou construir uma nova. São 60 quilômetros apenas, que darão saída ao mar e facilitaram o comércio com a Prata, via fluvial (que oferece o transporte mais barato), a uma região feracíssima, já por nós delimitada, com cerca de 155.000 quilômetros quadrados, ou seja, uma área maior do que a Holanda, a Bélgica, a Dinamarca e a Suíça reunidas.(1)

1) – superfícies: Holanda, 34.201 km<sup>2</sup>.; Bélgica 30.447 km<sup>2</sup>.; Dinamarca, 42.925 km<sup>2</sup>.; Suíça, 41.298 km<sup>2</sup>. Total: 148.871 km<sup>2</sup>.

\* Cópia do capítulo 7 de: ANDRADE, Theophilo de. O rio Paraná no roteiro da marcha para o Oeste. Com uma carta do rio e reprodução do mapa de Mateus Sutter, editado em Augsburg (1710/1741). Fotografias do autor e de T. Preisling. Rio de Janeiro: Irmãos Pongetti - Zelio Valverde Editores, 1941. 165 p., il.



Cachoeira das Sete Quedas. O Salto número dezoito, um dos três, presentemente, acessíveis.



O “Cañon” de paredões de basalto por onde corre o baixo Paraná.



Funicular de 150 metros que resolveu o problema da atracação em Porto Mendes.



Cachoeira das Sete Quedas. Salto número dezessete.

Assim como as áreas vizinhas a essa bacia, os solos férteis derivados de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral (veja capítulo 1 nesta obra), juntamente com o clima favorável, propiciam o desenvolvimento de uma agricultura comercial intensiva, com elevada produção de grãos.

A região ainda compõe o Cinturão Agrícola do Paraná com alta produtividade de soja, milho e trigo. Na região central da bacia, pode-se observar um uso misto do solo, em virtude da declividade dos terrenos, com pequenas lavouras e pastagens para pecuária leiteira e de corte. A bacia ainda comporta a segunda maior produção leiteira do Estado, com um efetivo de 514 mil cabeças, perfazendo 18% do rebanho estadual. Destaque-se ainda a observação in loco feita pelos presentes autores da boa condição de preservação da vegetação ripária existente.

#### Bacia hidrográfica do Ribeira (porção superior)

A porção superior da bacia hidrográfica do Ribeira situa-se na porção leste do território paranaense, perfazendo a divisa entre os Estados de São Paulo e Paraná. Surge da confluência dos rios Açungui e Santa Ana, percorrendo 470km até sua foz no Oceano Atlântico, no Município paulista de Iguape. Seus principais afluentes são os rios: Sete Barras, São João, João Surrá, Capivari, Turvo, Catas Altas, córregos dos Veados e Poço Grande. A região possui elevado potencial hidroelétrico, principalmente pelo relevo acidentado e o forte desnível altimétrico. Ao longo da rodovia Regis Bittencourt, encontra-se o reservatório Capivari/Cachoeira da Usina Hidrelétrica Parigot de Souza. Para a construção dessa usina foi necessária a construção da barragem no rio Capivari bem como a construção de túneis subterrâneos com cerca de 15,4 km que conduzem a água do reservatório para o rio Cachoeira, atravessando a serra do Mar, obtendo com isso um desnível de 740 metros.

A principal característica morfológica desta bacia está em seu relevo muito acidentado, montanhoso, fortemente ondulado, onde 90% da área apresenta declividade superior a 20% (Figura 3.30). A bacia apresenta suas maiores altitudes nas bordas (Escarpa da Serrinha) e próximo à Serra do Mar (Figura 3.31). Grande parte da área de drenagem esta acamada sobre formações calcárias, o que lhe proporciona uma paisagem rica em cavernas. Há também várias pedreiras que exploram as lavras de calcário para produção de cal (dolomíticas) e cimento (calcíticas).

Devido à forte declividade, o uso do solo nesta bacia se caracteriza predominantemente pela agricultura de subsistência e algumas lavouras comerciais de cítricos como laranja e tangerina, principalmente da região de Cerro Azul. Ainda nessa região, encontra-se sistemas agrofloretais com extração de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth), para produção de lenha, carvão, caixotaria e construção civil, além de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp., sobretudo nos municípios de Cerro Azul, Adrianópolis, Bocaiúvas, Tunas do Paraná, Rio Branco do Sul e Colombo. Em virtude da proximidade com a capital paranaense, o vale do Ribeira possui um sistema cooperativista de produção de leite, de modo a abastecer o mercado consumidor da Região Metropolitana de Curitiba.

Em meados da década de 1960, instalou-se na bacia a Plumbum S.A. Indústria Brasileira de Mineração, no Município de Adrianópolis, com o intuito de explorar as lavras de chumbo presentes no subsolo da região. A mineração obteve auge nas décadas de 1970 e 1980 e a região, na época, era a maior província metalogênica em produção de chumbo do país, abastecendo a crescente indústria automobilística brasileira. Desativada em 1995, em parte pelo esgotamento das minas e pelos baixos preços do metal, a mineração deixou toneladas de resíduos tóxicos provenientes da exploração, contaminando solo, lençol freático e águas superficiais com zinco, cobre, arsênio, além do próprio chumbo. Como herança de mais de meio século de exploração, há vários casos de intoxicação humana por chumbo, causando sérios danos à saúde, principalmente em crianças.

Quanto à preservação ambiental, o vale do rio Ribeira possui inúmeras áreas com vegetação ainda presente. Tal fato explica-se pela grande sinuosidade do terreno que dificulta a utilização de máquinas agrícolas. Apresentando também uma estrutura fundiária composta por pequenas e médias propriedades. Há duas Unidades de Conservação na bacia em território paranaense: o Parque Estadual das Lauráceas (27.524ha), nos municípios de Adrianópolis e Tunas do Paraná, caracterizado pela transição entre a Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista; e o Parque Estadual de Campinhos (336ha), de Floresta Ombrófila Mista, nos municípios de Tunas do Paraná e Cerro Azul, que apresenta um conjunto de grutas e cavernas e imponentes Araucárias com mais de 50 metros de altura e 2 metros de diâmetro.

Cabe ressaltar que, apesar da região superior do Ribeira possuir grandes áreas de vegetação ainda preservadas, nota-se uma clara transformação da paisagem com o cultivo de reflorestamentos comerciais. Com isso, vastas áreas de floresta e pastagens estão sendo convertidas de modo a suprir a crescente

Figura 3.30 - Mapa de declividade da bacia hidrográfica do curso superior do rio Ribeira (modificado de ITCG, 2009).

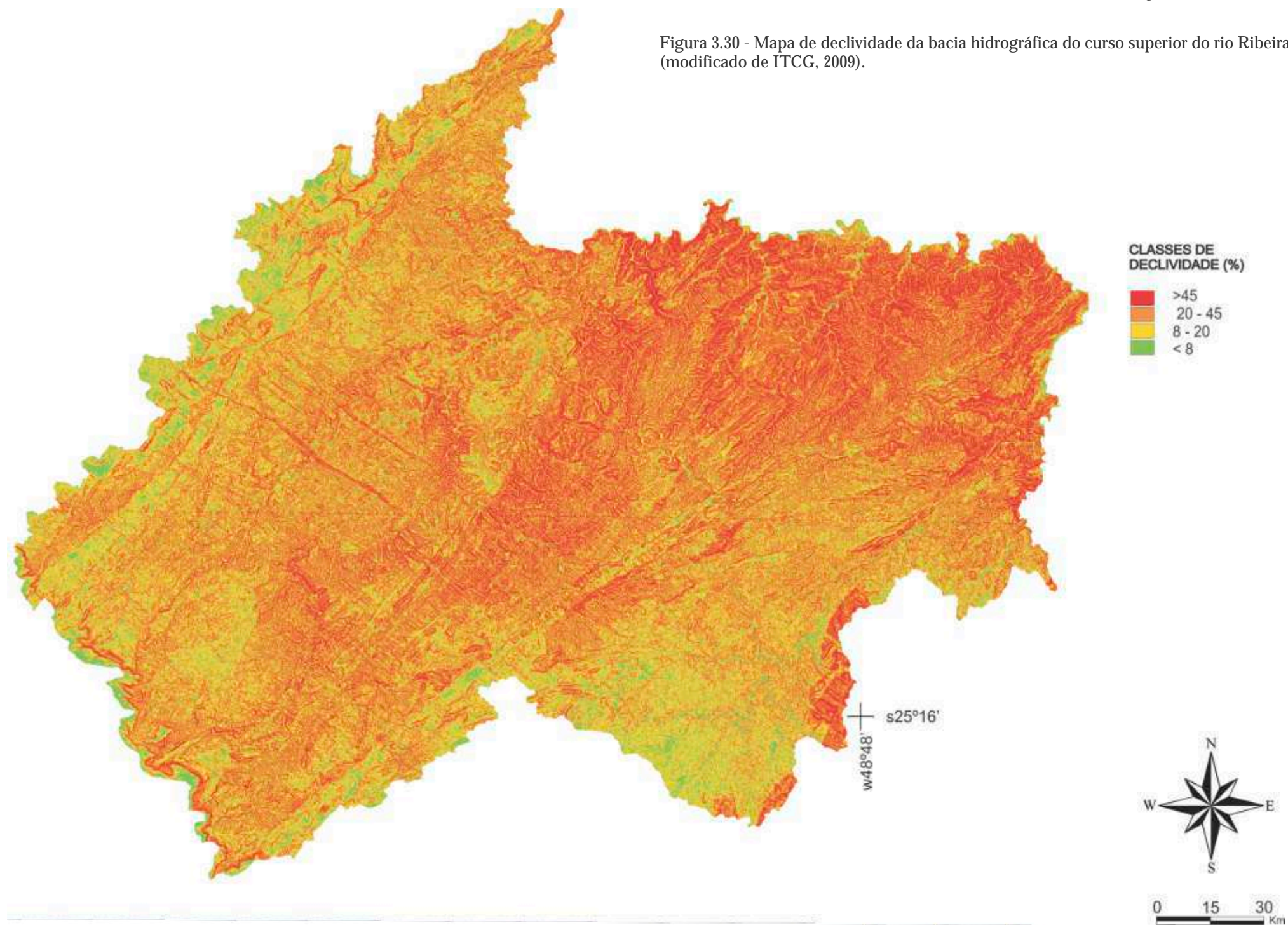
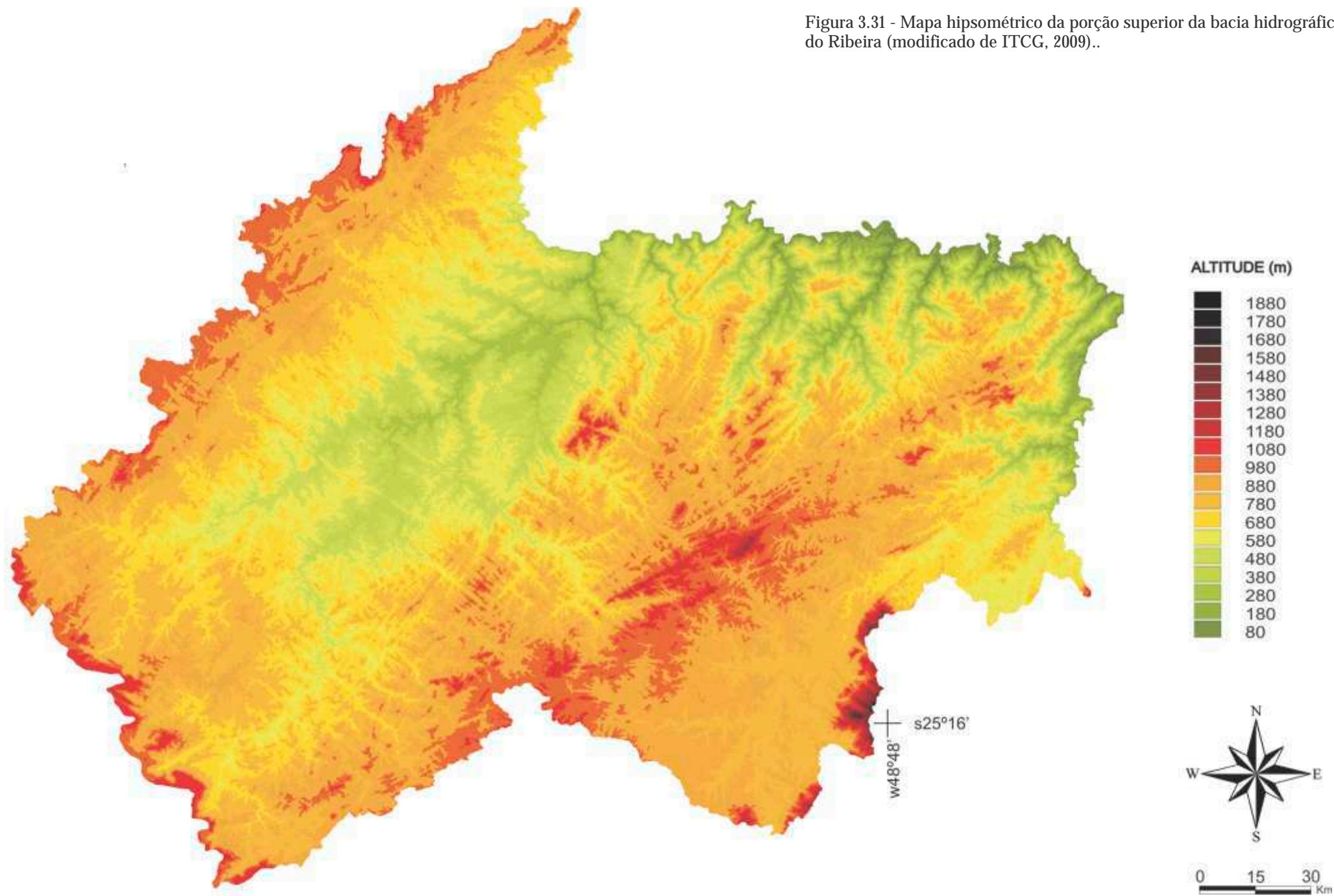




Figura 3.31 - Mapa hipsométrico da porção superior da bacia hidrográfica do Ribeira (modificado de ITCG, 2009)..



demanda de espécies comerciais como *Pinus* sp. (Figuras 3.32-3.34). Junto às rodovias estaduais PR-092 e PR-340 é possível observar a grande



Figura 3.32 - Plantação de *Pinus* sp. na região de Rio Branco do Sul. Foto: CRISPIM, Jefferson de Queiroz, 2009. GEMA/Fecilcam.

Figura 3.34 - Conversão de terras para plantação de *Pinus* sp. na região de Rio Branco do Sul, nota-se áreas com início de processos erosivos. Foto: CRISPIM, Jefferson de Queiroz, 2009. GEMA/Fecilcam.



Figura 3.33 - Conversão de terras para plantação de *Pinus* sp. na região de Rio Branco do Sul. Foto: CRISPIM, Jefferson de Queiroz, 2009. GEMA/Fecilcam.



### Rios do litoral Paranaense

O litoral constitui uma faixa de terras baixas (Figura 3.35) com cerca de vinte quilômetros de largura média, margeando o Oceano Atlântico, possuindo como limites meridionais ao norte o Estado de São Paulo, ao sul o Estado de Santa Catarina, a leste o Oceano Atlântico e a oeste a Serra do Mar.

A Serra do Mar apresenta as maiores altitudes do Estado do Paraná, acima de 1.900m.s.n.m. e também configura seu embasamento cristalino, formado predominantemente por terrenos pré-cambrianos, pertencente ao complexo cristalino brasileiro, sendo constituída principalmente por granitos e gnaisses.

Fazem parte desta bacia todos os rios, córregos e afluentes que deságuam diretamente nas baías de Paranaguá, Guaratuba e no Oceano Atlântico. Dentre as dezenas de tributários, destacam-se os rios Nhundiaquara (Figura 3.36), Guaraqueçaba, Pederneiras, Serra Negra, Cachoeira, Cacatu, Faisqueira, Canavieiras, Guaraguaçu, Cubatãozinho, Tagaçaba, Arraial, São João (Figura 3.37), entre outros.

Figura 3.36 - rio Nhundiaquara nas proximidades da cidade de Morretes. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.



Figura 3.35 - Mapa hipsométrico das bacias hidrográficas do Litoral.

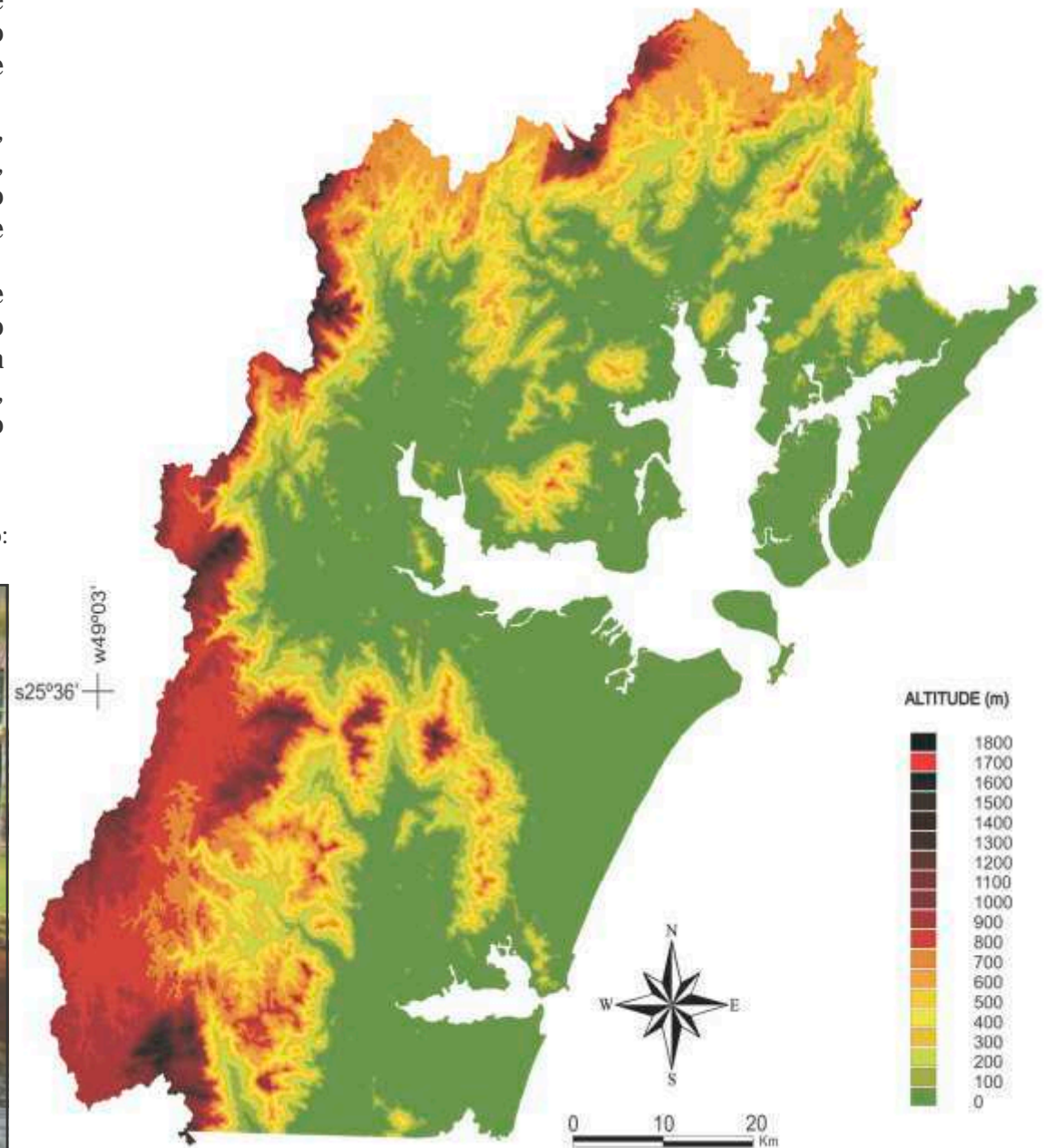




Figura 3.37 - rio São João nas proximidades da cidade de Morretes. Ao fundo, vista parcial da Serra do Mar. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam..

Localizada na borda leste do território paranaense, trata-se de uma das áreas mais preservadas do Paraná. Na porção norte da bacia, a colonização data do séc. XVII, com a descoberta de ouro de aluvião no rio Nhundiaquara. Entre os anos de 1660 a 1721 o povoamento tornou-se mais significativo, sendo fundadas as cidades de Paranaguá (1660), Antonina (1714)(Figura 3.38) e Morretes (1721).

O rio Nhundiaquara servia como via de ligação entre o litoral e o Planalto de Curitiba, e a partir da construção do Porto Fluvial de Morretes e Porto de Antonina (Figura 3.39 e 3.40) tornou-se caminho obrigatório para os viajantes e tropeiros que desciam a Serra pelo Caminho de Itupava a fim de comercializar e/ou adquirir mercadorias.

A drenagem principal dessa porção é o rio Nhundiaqua, e seus principais afluentes são os rios: São João, Marumbi, Itupava, do Pinto, Ipiranga, dos Macacos, Mãe Catira (Figura 3.41), Iporanga e tributários menores. O aproveitamento hidrelétrico dá-se com o rio Ipiranga na Usina Hidrelétrica Marumbi, principal fonte de energia do Litoral na década de 1960.

Na porção sul, destaca-se os rios São João e Arraial, no Município de Guaratuba, na qual existem referências de povoação que remontam ao ano de 1656. Entretanto, o povoamento efetivo deu-se em 1768. Ao contrário da porção norte, que iniciou desenvolvimento em virtude das faíscas de ouro, a região foi colonizada a partir da ordenação da coroa portuguesa em criar um povoado na Enseada de Guaratuba, sob comando do próprio Rei de Portugal, Dom José I, aos cuidados do Capitão Geral da Capitania de São Paulo, Dom Luiz Antônio de Souza Botelho Mourão. Quanto ao aproveitamento energético, há instaladas 2 centrais hidrelétricas: Usina Hidrelétrica Guaricana, no rio Arraial e Usina Hidrelétrica Chaminé, no rio São João.

Por apresentar relevo fortemente ondulado e montanhoso (Figura 3.42), na porção à montante das drenagens (Serra do Mar), o uso do solo é restrito a pequenas áreas com agricultura de subsistência e algumas lavouras de banana (figura 3.43), mas com predomínio de florestas. À jusante das drenagens (Planície Litorânea), com menores declividades e topografia plana, tem-se o desenvolvimento de agricultura mais intensiva, com destaque para o arroz, mandioca, cana-de-açúcar, em menor escala, áreas com pastagens para criação de gado bovino e bubalino (leiteiro e de corte), extração vegetal e cultivo de palmito (Figura 3.44).

Figura 3.38 - Vista parcial do centro histórico da cidade de Antonina. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.





Figura 3.39 - Vista parcial do Porto de Antonina. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.



Figura 3.40 - Vista parcial da cidade de Antonina a partir do Morro da Pedra. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.

Em relação à preservação ambiental, a declividade do terreno, juntamente com a dificuldade de acesso, fizeram com que essa região se tornasse a mais preservada de todo o Estado do Paraná e umas das maiores do Brasil em se tratando da Floresta Atlântica, sobretudo no que diz respeito à Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Figura 3.45). Existe na região várias unidades de conservação, dentre as quais destaca-se: a Floresta Estadual do Palmito (530ha), com Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, rica em orquídeas, bromélias, lianas e xaxins; Parque Florestal do Rio da Onça (118,5ha), com Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, intercalada por formações pioneiras, brejos, gramíneas, caxetais e restingas; Área de Especial Interesse Turístico do Marumbi (66.000ha), com Floresta Ombrófila Densa, possui um conjunto de oito picos escaláveis, dentre os quais: Marumbi e o Paraná (Figura 3.46), ponto culminante do Sul do Brasil, incluída na Reserva da Biosfera da Floresta Atlântica pela UNESCO, como parte dos 376 mil hectares tombados na Serra do Mar paranaense (Figura 3.47). Na unidade está inclusa a histórica Estrada da Graciosa (Figura 3.48), finalizada em 1873, originada de uma trilha indígena datada do Séc. XVII, que interligava o litoral com o planalto e era utilizada pelos índios como caminho para a colheita do pinhão; Parque Estadual Pico do Marumbi (2.342ha), com Floresta Ombrófila Densa, atravessado pelo histórico Caminho de Itupava, que durante 200 anos foi a mais importante via de comunicação entre o litoral e o Planalto de Curitiba, além da Ferrovia Paranaguá-Curitiba, construída em 1880, considerada umas das maiores obras de engenharia do Brasil; Estação Ecológica e Parque Estadual da Ilha do Mel (2.240ha, e 338ha, respectivamente), com Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, onde destaca-se os manguezais, restingas, florestas, praias, o Farol das Conchas, construído a pedido de Dom Pedro II, para orientar os navios que adentravam a Baía de Paranaguá e o Forte de Nossa Senhora dos Prazeres, construído na porção norte da ilha; Estação Ecológica do Guaraguaçu (1.150ha), com Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, com restingas, manguezais, marismas e caxetais, importantes ecossistemas para flora e fauna local; Área de Proteção Ambiental Estadual de Guaratuba (200.000ha), com Floresta Ombrófila Densa, ricos complexos estuarinos-lagunares, além mangues, restingas e campos salinos.



Figura 3.41 - rio Mãe Catira nas proximidades da cidade de Morretes. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.

É importante salientar a presença de sítios arqueológicos e sambaquis por toda essa região. De modo geral, os sambaquis (do guarani, monte de conchas), apresentam-se com formato similar a uma colina, podendo chegar a 200 metros de comprimento, 30 de altura e 20 de largura. Dado como vestígios de antigos povos ou civilizações, eles representam um “museu a céu aberto”, passível de visualizar as ferramentas e os costumes alimentares dos povos primitivos que ali viviam, bem como a evolução da costa e oscilação do nível dos oceanos. Devido a sua composição, predominantemente carapaças e conchas, foram largamente utilizados durante décadas, para fabricação de cal e pavimento de estradas. Grande parte dos sambaquis que existiam no litoral paranaense foram destruídos ou estão fortemente ameaçados, mas cabe ressaltar que muitos se encontram protegidos em propriedades particulares, em Unidades de Conservação ou tombados pelo Patrimônio Histórico.

Além de conchas, foram encontrados vértebras de peixes, ossos de baleia, dentes de capivara e tubarão, peças utilizadas como ferramentas, fragmentos de carvão e ossadas humanas. No Sambaqui de Guaraguaçu, em Paranaguá, foram encontrados cerca de 100 esqueletos, entre indivíduos adultos e crianças.

Figura 3.42 - Mapa de declividade das bacias hidrográficas do Litoral.

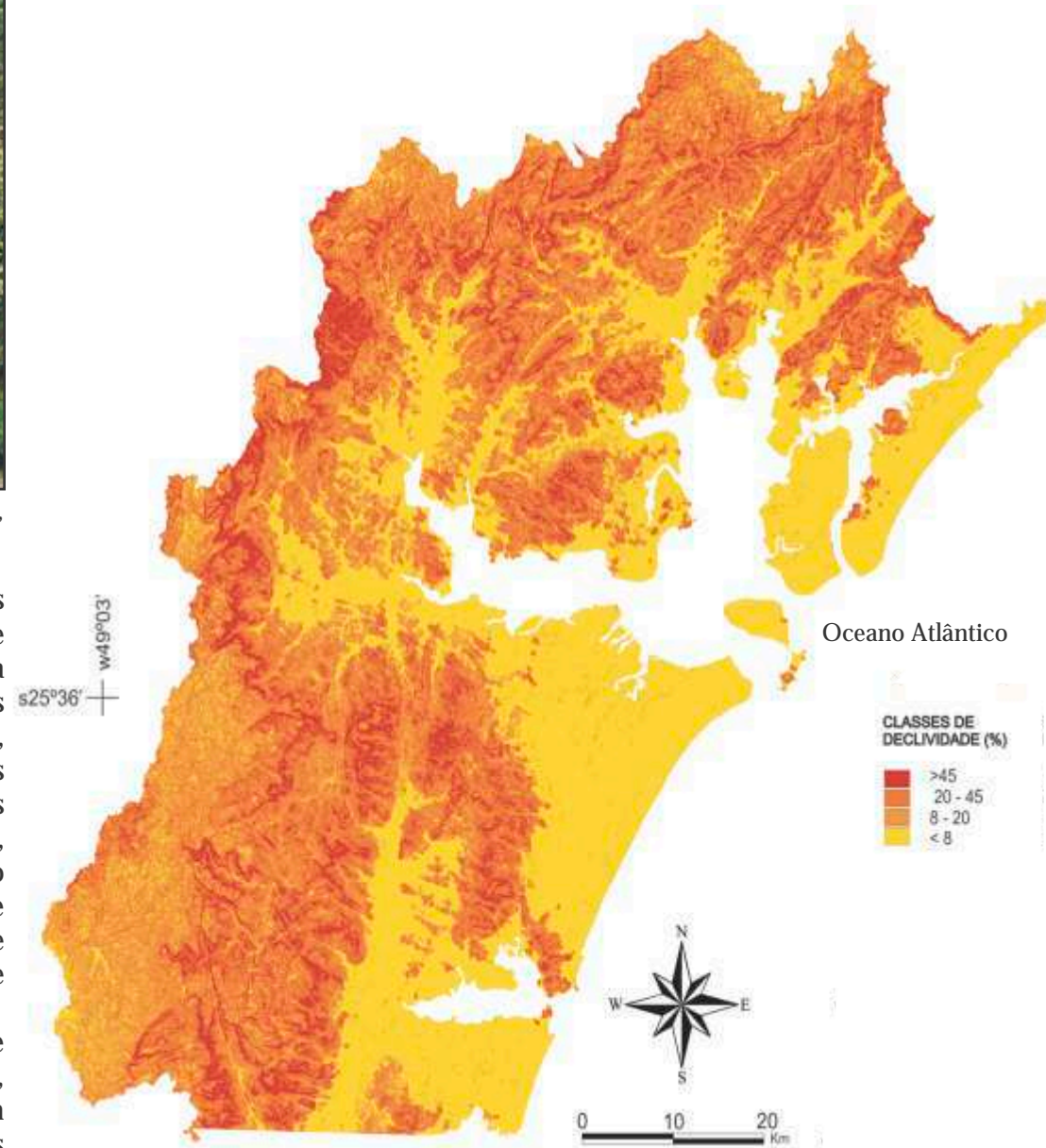




Figura 3.43 - Cultivo de banana próximo ao Município de Morretes. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.



Figura 3.45 - Fragmento bem preservado de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Baía de Antonina. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.



Figura 3.44 - Pastagens e cultivo de palmito em meio a Floresta Ombrófila Densa, Serra do Mar, Município de Morretes. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.



Figura 3.46 - Vista parcial do Conjunto do Pico Paraná, a partir do cume do Caratuva. Foto: SILVA, Pedro Augusto Hauck da, 2010.

## Desenvolvimento de Texto

1 - Qual o nome dos rios do seu município? A qual bacia hidrográfica eles pertencem?

2 - Elabore um diagnóstico geral sobre as condições ambientais de seu Município, ressaltando a qualidade dos rios localizados próximos a sua escola. Troque informações com seus colegas e discuta sobre o tema, apontando medidas necessárias para a preservação, recuperação e manejo da água.

## Glossário

**Afluente:** Canal fluvial com dimensão e ordem variável, cuja função é coleta de águas. Vide tributário

**Aluvião:** Depósitos sedimentares (constituídos por argila, silte, areia ou seixos), originados por fluxos de canais fluviais.

**Áreas de preservação permanente:** Conhecidos por APPs são espaços, tanto públicos quanto privados, que limitam constitucionalmente o direito de propriedade, levando-se em conta, sempre, a função ambiental da propriedade. Exemplos: as margens de rios e encostas com mais de 45° de declividade (BRASIL, 2001).

**Bacias hidrográficas:** São conjuntos de terras delimitadas por divisores de águas (áreas topográficas elevadas do relevo) que drenam a água das precipitações, superficialmente ou pelo subsolo, para cursos de água tributários e que por fim deságuam em canais maiores, lagos, mares, etc.

**Baía:** Reentrância geomorfológica presente numa área costeira.

**Biodiversidade:** Diversidade e riqueza biológica viva no ambiente (fauna e flora).

**Bioindicadores:** Organismos que vivem adaptados em condições ambientais específicas. Quando morrem e ficam preservados (fósseis) tornam-se paleoindicadores, cujo conhecimento de seu habitat permite reconhecer as condições ambientais do passado.

**Colúvios** – Solo das encostas de morros constituídos por detritos minerais transportados mais ou menos recentemente dos divisores hidrográficos. Pode possuir assim elementos minerais estranhos à rocha subjacente (LEINS; LEONARDOS, 1977)

**Declividade ou gradiente de declividade:** Desnível topográfico (do terreno)



Figura 3.47 - Vista parcial do Conjunto do Pico Paraná. Ao fundo os picos Taipabuçu e Ferraria visto a partir do Caratuva. Foto: SILVA, Pedro Augusto Hauck da, 2010.



Figura 3.48 -Portal de entrada da Estrada da Graciosa. Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.



expresso em graus, centímetro ou metros por metro ou quilômetros.

**Embasamento cristalino:** Constituem a camada de rochas que constituem as bases dos continentes e oceanos, formadas por rochas muito duras, resistentes com cristais visíveis a olho nu.

**Escarpa:** Face de uma vertente bastante íngreme (45°) que separa duas unidades geomorfológicas com altitudes diferentes.

**Floresta ripária:** Cordão de vegetação existente ao longo das margens de cursos fluviais.

**Furnas:** Depressões com grandes dimensões que se formam pelo desmoronamento das camadas de rochas ou solo em subsuperfície, comuns em rochas carbonáticas pelo processo de dissolução.

**Geadas:** Camada de gelo que se forma próximo à superfície do solo. Ocorre durante invernos amenos e rigorosos, quando a temperatura do ar está abaixo de zero grau e congela o vapor d'água e a água presente na vegetação.

**Georreferenciadas:** De georreferenciamento - processo que permite tornar conhecidas as referências de qualquer imagem ou mapa em formato digital, num dado sistema de referência.

**Interflúvios:** Terrenos mais elevados, localizados entre dois vales. Também conhecidos por divisores de água.

**Jusante:** Ponto situado abaixo, depois de um ponto referencial qualquer em um canal fluvial em direção a foz.

**Lençol freático:** Região do subsolo que delimita zonas de concentração de água, abaixo das quais, a água que penetra no solo, preenche todos os espaços porosos entre os elementos que compõe o solo e as rochas.

**Manguezais:** São ambientes costeiros marcados pela transição entre sistemas terrestre e marinho, existentes em regiões tropicais e subtropicais.

**Meandrantas:** Referente a presença de sinuosidade, curvas com diferentes valores de amplitude, grau e simetria.

**Meridionais:** Relativo ao hemisfério, direção ou porção sul.

**Montante:** Ponto situado acima, antes de um ponto referencial qualquer em um canal fluvial em direção a nascente.

**Pólen:** São grãos minúsculos produzidos pelas flores das angiospermas (ou pelas pinhas masculinas das gimnospermas). Quando encontrados em sedimentos, constituem bioindicadores bastante utilizados em reconstruções paleoambientais.

**Potencial hidroelétrico:** Corresponde ao potencial de aproveitamento de uma bacia hidrográfica que pode ser técnico, econômico, ambiental e principalmente

pela geração de energia elétrica, ou seja, o uso múltiplo dos recursos hídricos.

**Reservas legais:** São áreas de propriedades particulares onde o desmatamento não é permitido, mas podem ser utilizadas por meio de atividades controladas com prática sustentável (BRASIL, 2001).

**Sítios arqueológicos:** São locais onde podem ser encontrados preservados sinais de civilizações passadas, com evidências materiais de atividades humanas do passado como ferramentas, utensílios, fogueiras, pinturas, sepulturas, ossos, etc. Podem ser encontrados em diversos lugares do mundo, em cidades, florestas e até mesmo no mundo de rios, lagos e mares.

**Talude:** Parte inclinada do terreno que limita duas áreas adjacentes. Sinônimo de vertente.

**Tributário:** Canal fluvial com ordem e dimensão variável que coleta águas de diferentes vertentes e deságua em um canal maior. Podem fluir e desaguar em rios de maior dimensão ou ainda cavernas, lagos ou mares. Sinônimo de afluente.

**Unidades de Conservação:** São áreas naturais do território nacional com características relevantes que se destinam a serem conservadas sob regime especial de administração para garantia adequada de proteção de seus recursos ambientais (BRASIL, 2000).

## Referências

ANDRADE, Theophilo de. O rio Paraná no roteiro da marcha para o Oeste. Com uma carta do rio e reprodução do mapa de Mateus Sutter, editado em Augsburg (1710/1741). Fotografias do autor e de . Rio de Janeiro: Irmãos Pongetti - Zelio Valverde Editores, 1941. 165 p., il.

BELTRAME, A.V. Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994. 111 p., il.

BRANNSTROM, C. Projeto Marca D'Água: relatórios preliminares 2001. A bacia do rio Tibagi - 2001. Brasília, DF: UNB, Núcleo de Pesquisa em Políticas Públicas, 2002. Disponível em: <[www.maternatura.org.br/hidreletricas/biblioteca\\_docs/tibagi.pdf](http://www.maternatura.org.br/hidreletricas/biblioteca_docs/tibagi.pdf)>. Acesso em: 01 jul. 2010.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 2º, §1º, I da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e das outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa

do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm)>. Acesso em: 01 jul. 2010.

BRASIL. Medida provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, art. 1º, §2º, II, III. Altera os arts. 1o, 4o, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei no 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/MPV/2166-67.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/2166-67.htm)>. Acesso em: 01 jul. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: atualização - Portaria MMA nº9. de 23 de janeiro de 2007. Brasília, DF, 2007. 301p., il. color. Disponível em: <[http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/pdf/\\_areasprioritariasparacon.arquivpdf.pdf](http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/pdf/_areasprioritariasparacon.arquivpdf.pdf)>. Acesso em: 07 jun. 2010.

BRUNETTO. E.J.; MURASKI, J.D. (Ed.). Memórias de Sete Quedas. Fotografias Roberto Hachmann, Jorge Somensi e Akira Nakajima. Fotolitos Estúdio Gráfico Fotolito Ltda. Fonte de consulta: pesquisador Sr. Ernst Mann, estudos e pesquisas sobre a botânica, zoologia, arqueologia e história da região; História do Paraná, de Romário Martins, Jesuítas e Bandeirantes, em Guaira, de Jaime Cortesão, Ciudad Real, de Virgínia Watson, La antiga Província de Guayrá, de Roman Cardozo, O rio Paraná no roteiro da marcha para Oeste, de Teófilo de Andrade, Revista de História, da Universidade do Paraná (1963), Primeiras Fundaciones, de Efraim Cardozo, História Geral do Brasil, de Francisco Varnhagem. Corcórdia, SC: Equiplan Serviços Gráficos Ltda, 1983. Não paginado. Este trabalho (n.0928) é de tiragem limitada, devidamente numerado de 0001 a 2.000, conforme relação de proprietários.

CÂMARA, G. et al. Spring: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. Computers & Graphics, Amsterdam, v.20, no.3, p.395-403, 1996.

IBGE. Glossário cartográfico. Disponível em:<[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/glossario/glossario\\_cartografico.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/glossario/glossario_cartografico.shtm)>. Acesso em: 23 out. 2009.

INSTITUTO DE TERRAS CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS (ITCG). Produtos cartográficos. Disponível em:<<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>>. Acesso em: 22 out. 2009.

LEINZ, V.; LEONARDOS, O.H. Glossário geológico com a correspondente terminologia em inglês, alemão e francês. São Paulo: Ed. Nacional: Edusp, 1977. 236p., il. (Iniciação científica, v.33).

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Portal do Meio Ambiente - Paraná = Meio Ambiente PR. Curitiba, c2007. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=4>>. Acesso em: 08 jul. 2010.





## As Esponjas

Cecília Volkmer-Ribeiro  
Mauro Parolin

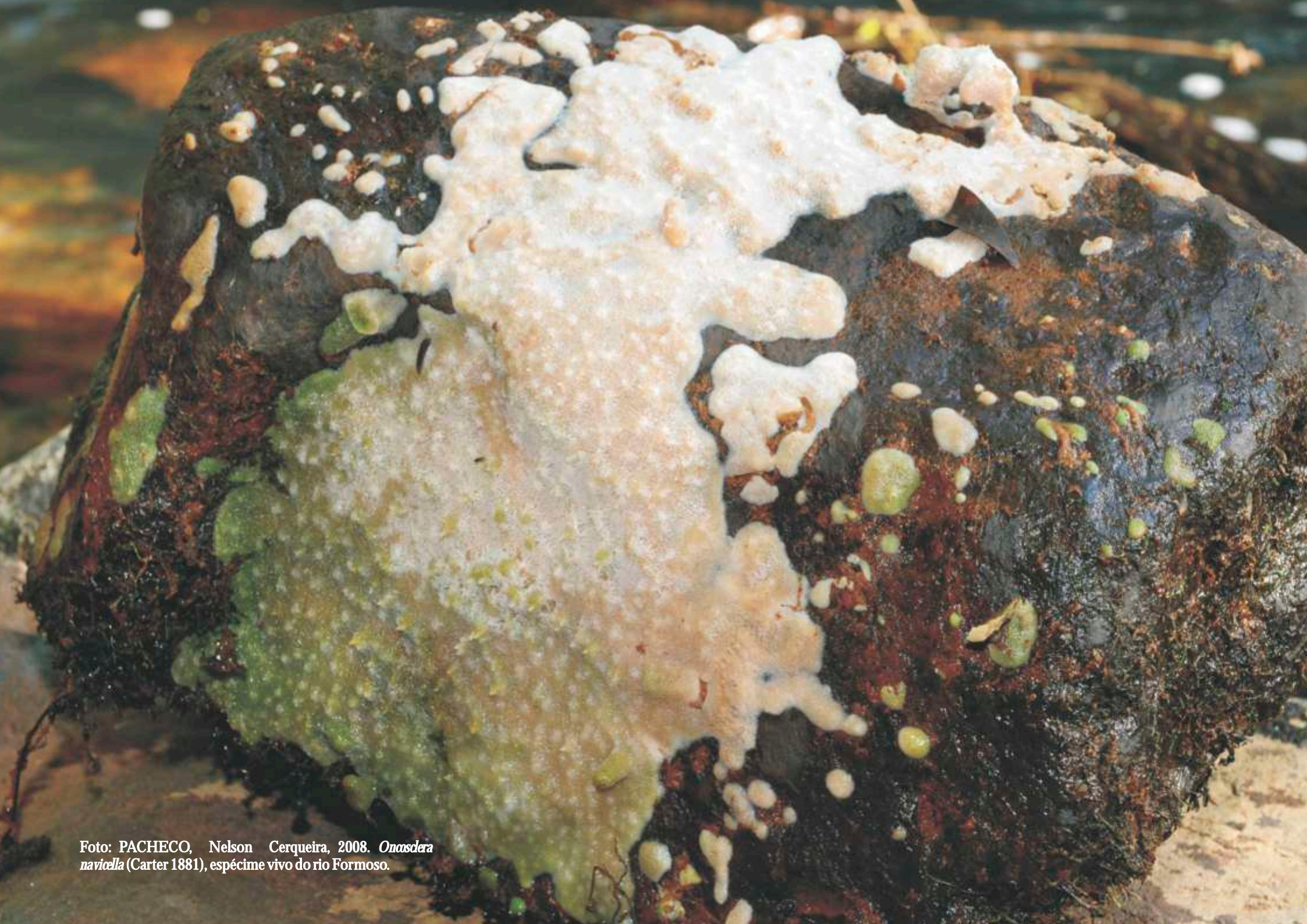


Foto: PACHECO, Nelson Cerqueira, 2008. *Onasdera navicella* (Carter 1881), espécime vivo do rio Formoso.

As esponjas, que animais são esses?

As esponjas, agrupadas no filo Porifera e habitantes primordiais dos oceanos, são animais sésseis, metazoários, que se caracterizam:

1 - por conterem poros na sua superfície (daí filo Porifera) e um sistema de canais incurrentes e excurrentes, por onde a água do meio em que vivem entra, circula no organismo e retorna ao meio hídrico;

2 - por apresentarem na sua superfície, ósculos (Figura 4.1), ou seja, orifícios maiores que os poros e por onde a água que entrou no organismo é expelida de volta ao meio ambiente;

3 - por possuírem câmaras coanocitárias, que são agrupamentos de coanócitos, células que possuem um colarinho e flagelos que, pelo seu batimento, criam correntes de circulação da água e retiram dela microrganismos, particularmente bactérias, de que se alimentam;

4 - as células que compõem as esponjas não formam tecidos, mas se agrupam em populações de células diferenciadas, que tem características funcionais idênticas, mas transitórias, podendo reverter, conforme estímulos advindos do meio ambiente, a um estado inicial não diferenciado de células totipotentes;

5 - para garantir uma maior ocupação de espaço para captação e filtração da água, arranjos tridimensionais que abrigam aquelas populações de células, foram criados nas esponjas com elementos únicos, constituídas por unidades mineralizadas, as espículas, unidas de maneiras diversas, de modo a formarem fibras mais ou menos rígidas (Figura 4.2), ou ainda uma estrutura reticulada orgânica, mais branda, de fibras de espongina;

6 - no que tange à mineralização mencionada, as espículas podem ser de carbonato de cálcio, na forma de cristais de calcita magnésiana (característica das esponjas agrupadas na Classe Calcarea) ou por sílica hidratada, não cristalina, em forma de opala, (característica das esponjas agrupadas nas classes Hexactinellida e Demospongiae).

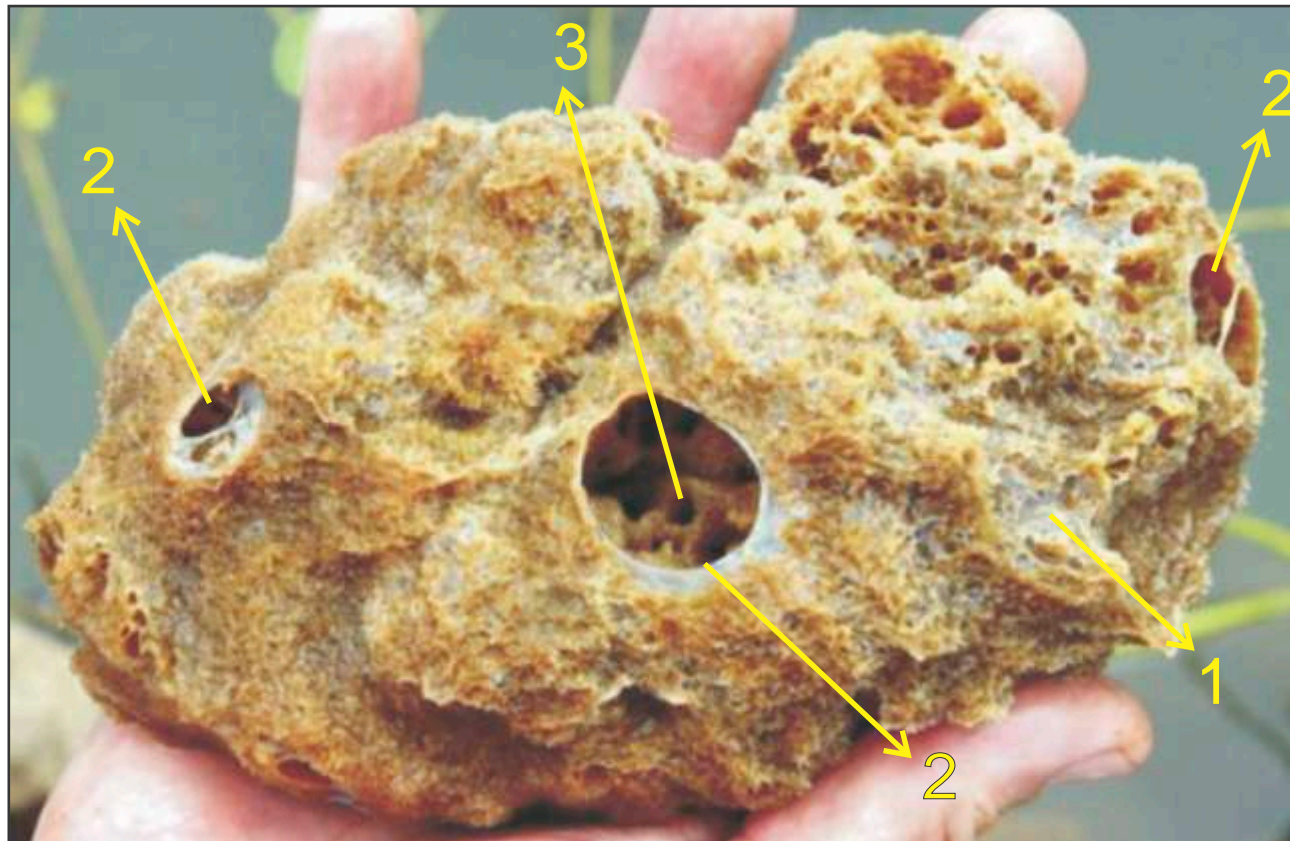


Figura 4.1 - Exemplar vivo de *Corvospongilla sekti* Bonetto & Ezcurra de Drago 1966, retirado do substrato de macrófita sobre o qual se desenvolveu no lago de Itaipu. A foto ilustra com precisão:

1 - o revestimento esbranquiçado que constitui a pinacoderme dessa esponja;

2 - os grandes orifícios na pinacoderme que representam áreas osculares, por onde a água filtrada pela esponja é devolvida ao meio líquido;

3 - os canais excurrentes, visíveis no interior da área oscular, que conduzem a água filtrada até a área oscular.

Foto: THOMÁZ, Sidnei Magela, Nupélia/PEA/UEM.

## E as esponjas continentais o que são?

Como diversos grupos de animais aquáticos, que tiveram sua origem nos oceanos (crustáceos, moluscos, peixes etc.) mas que, com o passar das eras geológicas, invadiram as águas doces dos continentes, dando origem a inúmeros grupos taxonômicos continentais, algumas esponjas marinhas também mostraram potencialidade para ocupar as águas doces dos continentes, dando origem assim a novas espécies, gêneros e famílias.

Porém apenas as esponjas marinhas com espículas silicosas parecem ter tido sucesso nessa adaptação aos ambientes de águas continentais, pois todas as esponjas de água doce conhecidas tem espículas silicosas, ou seja, de opala (Figura 4.3). Essas espículas são os elementos fundamentais para proceder-se às identificações das espécies. Até o presente não foram descobertas em águas continentais esponjas calcáreas ou com retículo apenas de espongina.

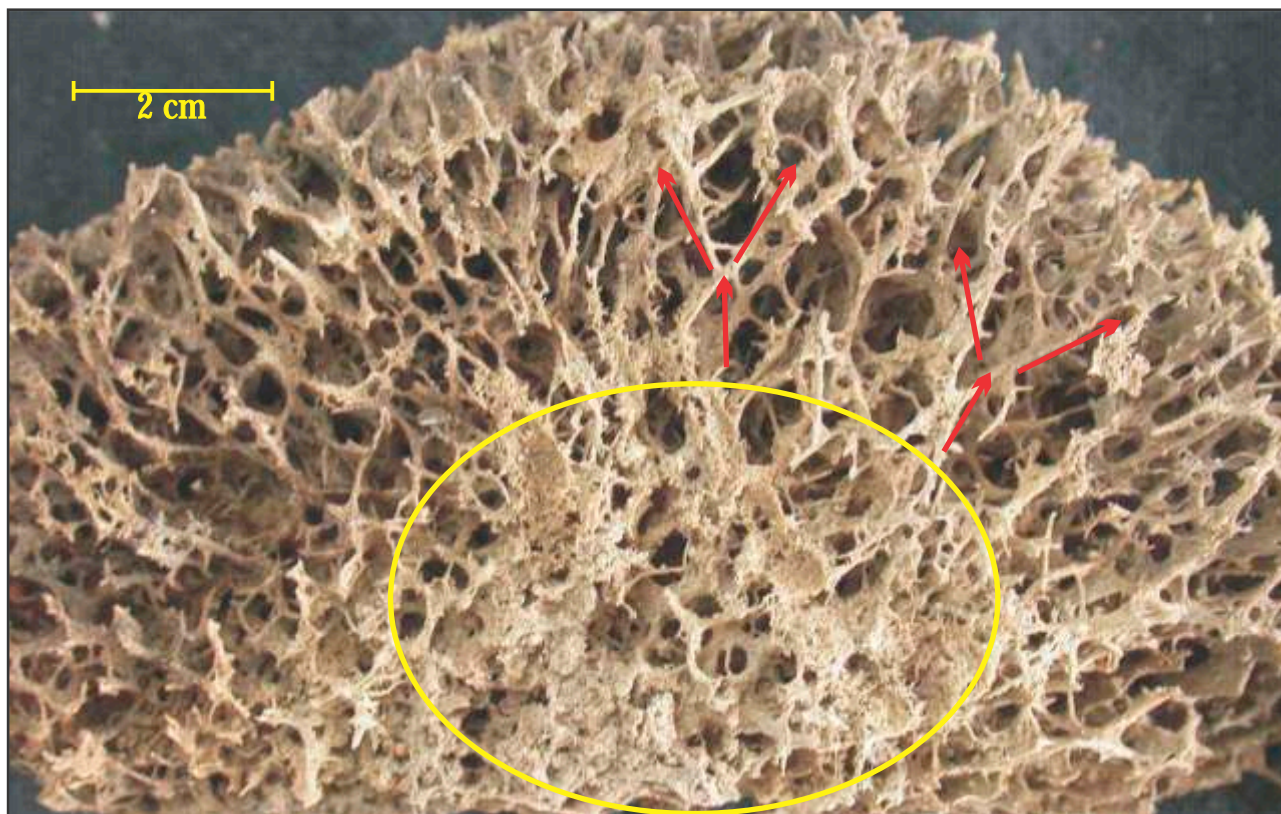


Figura 4.2 - Espículas silicosas unidas em fibras (flechas vermelhas) que compõem uma estrutura reticulada radial em espécime de *Drulia browni* (Bowerbank, 1864). Observe-se ainda acúmulo de gêmulas formadas na parte central da esponja (círculo amarelo). Foto: MACHADO, Vanessa de Souza. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

Outra característica importante das esponjas continentais e que devia estar latente nessas esponjas marinhas, sem ser aí utilizada, já que o ambiente marinho é bastante estável, foi a da produção de corpos de resistência à seca ou ao congelamento, quando a água de que necessitam para viver deixa de estar disponível para a filtração. Nos períodos que antecedem os processos climáticos de secas estacionais ou acidentais ou de congelamento, as diversas populações de células dessas esponjas regridem ao estado totipotente ou embrionário, quando passam a ser denominadas de arqueócitos, os quais agrupam-se formando grande quantidade de pequenas esferas, as gêmulas (Figuras 4.4, 4.5 e 4.6), a seguir revestidas de capas de espongina, onde se implantam espículas diminutas, as gemoscleras, constituindo uma parede externa praticamente vitrificada. Assim, as gêmulas garantem que os arqueócitos no seu interior permaneçam com toda a potencialidade para gerarem novas esponjas na próxima estação de águas favoráveis para cada espécie. Esses novos indivíduos, que se originaram dos arqueócitos contidos nas gêmulas, vem a ser clones das esponjas que lhes deram origem. Esse processo não corresponde a uma reprodução propriamente dita, mas a uma clonagem, que permite a sobrevivência dessas esponjas em seus ambientes naturais. Além disso, como essas gêmulas tem a capacidade de se desprenderem do corpo da esponja mãe e flutuarem, contribuem também para dispersão das espécies. Nesse processo não existe troca de gametos. Essa ocorre com a reprodução sexuada, que esses animais realizam nos períodos em que o ambiente aquático lhes é favorável.

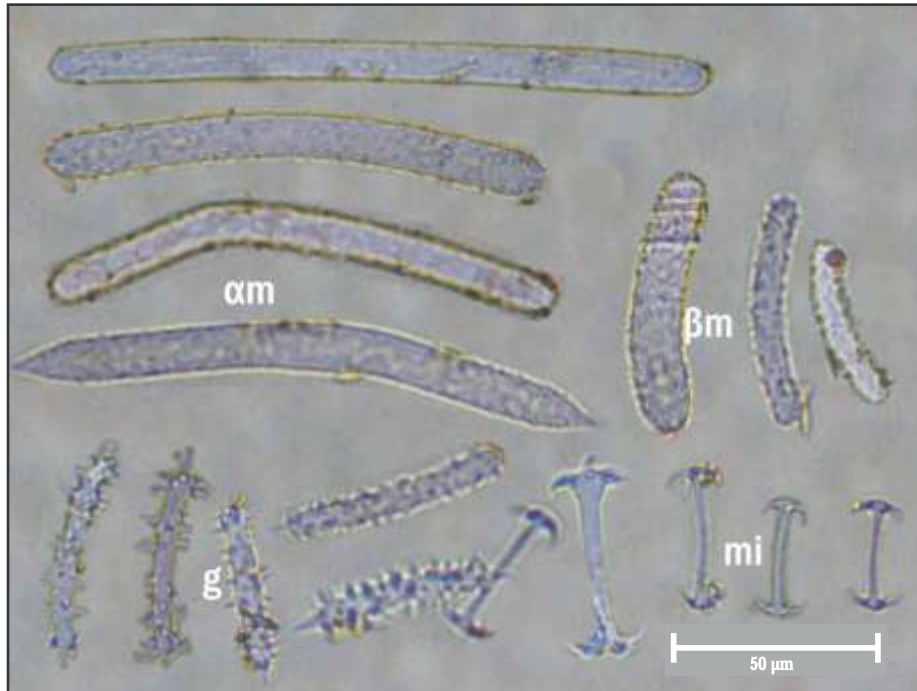
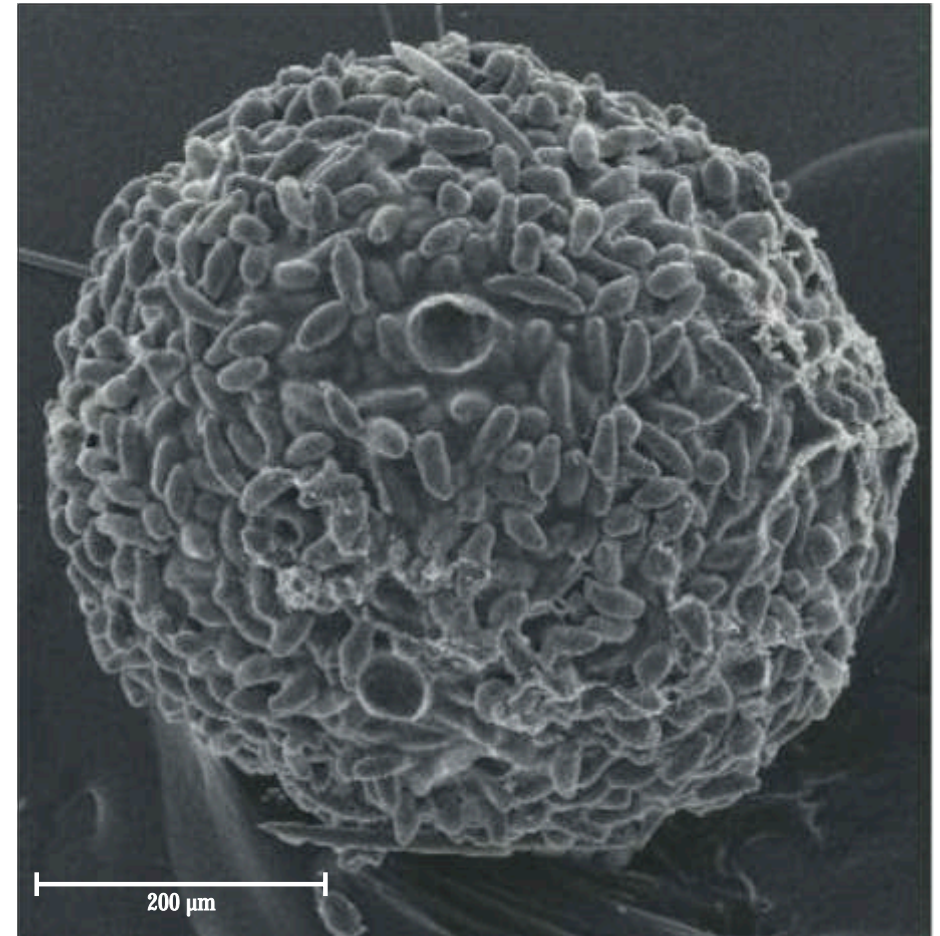


Figura 4.3 - Espículas silicosas características da espécie *Corvospongia seckti* vistas ao microscópio óptico. Essa esponja tem duas categorias de megascleras ( m = megasclera mais longa; m = megasclera mais curta; mi = microsclera; g = gemosclera. Foto: MARCOTTI, Tais Cristina. Lepafe/Fecilcam.

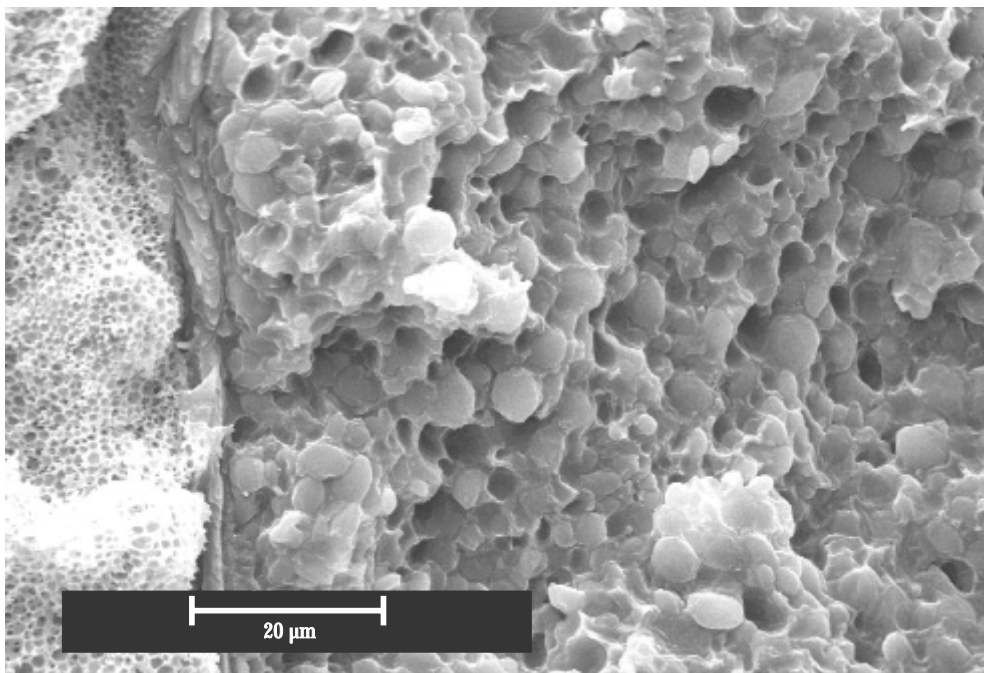


Figura 4.4 - Em destaque conjuntos de gêmulas formadas em espécime de *Oncosclera navicella* do rio Formoso, contribuinte da margem esquerda do rio Ivaí. Foto: MARCOTTI, Tais Cristina Berbet. Lepafe/Fecilcam.



4.5 - Foto ao microscópio eletrônico de varredura de gêmula de *Oncosclera jewelli* (Volkmer 1963) evidenciando a cobertura de gemoscleras e os dois orifícios formaminais, pelos quais são liberados os arqueócitos, no momento em que as condições do ambiente coincidem com as requeridas para o desenvolvimento dos indivíduos dessa espécie e ocorre a eclosão da gêmula. Foto: MACHADO, Vanessa de Souza. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.





4.6 - Foto ao microscópio eletrônico de varredura de corte transversal de gêmula de *Sterrastrolepis brasiliensis* Volkmer-Ribeiro & De Rosa Barbosa 1978, evidenciando a condensação de arqueócitos no interior da gêmula. Foto: VOLKMER-RIBEIRO, Cecília. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

### Resumindo

- 1 - As esponjas continentais (assim como as marinhas) funcionam como um sistema físico de bomba aspirante-premente, com um filtro intermediário, sugando a água do ambiente, filtrando-a nas câmaras coanocitárias e devolvendo-a limpa ao ambiente.
- 2 - Esses sistemas de filtragem estão fixos em distintos locais do ambiente aquático, já que esses animais são todos sésseis, garantindo, através do tempo, esse processo, permitindo sua reposição/multiplicação, pelas gêmulas.
- 3 - As esponjas, como todos os organismos vivos, necessitam de oxigênio, que retiram da água. Os demais organismos aquáticos que se movimentam podem se deslocar no meio líquido em busca das porções mais oxigenadas. Com são animais fixos, elas aderem sempre a substratos que estejam colocados em locais onde a água é bem oxigenada. A ocupação dos substratos pelas esponjas de água doce

dá-se de duas maneiras. Pelas larvas, oriundas da reprodução assexuada, único momento da vida dessas esponjas em que ocorre motilidade do indivíduo, sendo essa porém de duração restrita à algumas horas. Ou então pela dispersão, efetuada pelas gêmulas que, flutuando, acompanham a movimentação das águas e ficam retidas por obstáculos surgidos nesse deslocamento e aí aderem.

4 - Essas esponjas estão inseridas numa cadeia química de uso da sílica em solução na água do ambiente, para formação de seu esqueleto de espículas e, portanto, necessitam de águas não empobrecidas em sílica. Águas ricas em sílica são características de certos terrenos geológicos. Em águas advindas de terrenos calcáreos essas esponjas não são encontradas.

5 - Devido a suas espículas silíceas, essas esponjas, quando morrem, deixam nos sedimentos do fundo de lagoas e rios, esses componentes duros, mineralizados, não alterados e que, assim permitem, através do seu estudo, identificar que espécies estavam presentes anteriormente no local. Como cada espécie necessita características próprias para viver, a identificação feita pelas espículas permite que se tenha idéia, não só das espécies que estavam presentes, mas como era aquele ambiente. Como já se dispõe de conhecimento de quais espécies de nossas esponjas preferem águas de rios e quais as águas de lagos e lagoas, também essa característica já se torna conhecida e pode levar ao desvendamento de ambientes anteriormente existentes e até de climas que atuaram no local, ou seja, a paleointerpretações. (VOLKMER-RIBEIRO; TURCQ, 1996; PAROLIN; VOLKMER-RIBEIRO; STEVAUX, 2007).

### Desenvolvimento de texto

- 1 - Faça uma abordagem de uma bomba aspirante-premente (física experimental-mecânica dos fluidos).
- 2 - Faça uma abordagem de processos de filtração.
- 3 - Do que foi lido alguém poderia dizer que esponjas são animais pouco evoluídos?
- 4 - Sabendo das necessidades de filtração das esponjas, todas com poros cujos diâmetros não ultrapassam geralmente 50 micrômetros, e dos demais requisitos aqui alinhados para sua sobrevivência, pense nos ambientes onde essas esponjas não tem condições de vida.
- 5 - Ocorrendo espículas de esponjas em amostras de antigos sedimentos tirados de um local, o que se poderia dizer, em primeira instância de como teria sido o ambiente nesse local?

Como se estudam essas esponjas ou:  
“Os ossos do ofício”

Esponjas, como já vimos, não tem ossos, mas espículas silicosas que estruturam esses organismos. A expressão é aqui usada no sentido metafórico que contém, ou seja quais são “as durezas” ou dificuldades que qualquer ofício ou profissão apresenta. Pois vamos abordar aquelas que se apresentam quando queremos estudar e identificar as espécies de esponjas de água doce existentes em nossas águas.

A espécie humana, na sua necessidade de conhecer e distinguir as demais espécies com que convive no planeta, sempre buscou, em cada animal ou planta, os aspectos morfológicos mais marcantes e que lhe permitiam agrupar em categorias distintas os seres que observava na natureza (e, nesse processo criou na Biologia a área da classificação de animais e plantas, através de denominações científicas especiais, ou seja, da taxonomia). Esses aspectos, ou características, foram selecionados pelos cientistas entre as mais duráveis, ou seja, passíveis de conservação, para manutenção em coleções zoológicas e botânicas, particularmente de museus. Nessas coleções permaneceram como testemunho dos estudos feitos e base para progressões futuras desses estudos.

Até hoje os estudos de evolução dos vertebrados se apoiam em fósseis com milhões de anos, constituídos por esqueletos ósseos inteiros ou suas partes, preservados em museus, justamente pela dureza e resistência à degradação que apresentam. Ossos esses que possibilitam comparação com aqueles de vertebrados atuais, na busca que o Homem faz de sua origem e da evolução da vida no Planeta.

Dos dois elementos pertinentes à constituição das esponjas de água doce, quais sejam: 1- populações de células com potencial para mudarem de forma e função, conforme estímulos ambientais; 2 - uma estrutura de sustentação constituída por espículas silicosas duras e de fácil preservação, quais teriam sido os escolhidos por estudiosos, para estruturarem a classificação desses animais? Foram as espículas obviamente, pois apresentavam-se como os elementos mais disponíveis e conserváveis para buscar a distinção das espécies e, por isso mesmo, são, até o presente, assim utilizadas. Com o passar do tempo, mais características foram sendo adicionadas, além da forma e tamanho das espículas, às descrições das espécies dessas esponjas, chegando-se atualmente a características do próprio ambiente necessário a vida de cada uma delas.

Assim sendo, uma espécie dessas esponjas é reconhecida principalmente

pela descrição dos distintos tipos de espículas que apresenta (microscleras na superfície externa, megascleras no esqueleto interno e gemoscleras na carapaça das gêmulas) (Figura 4.3) além das características de forma, tamanho, e cor. Com isso é possível, ao se encontrar uma esponja, identificar, pelo estudo de suas espículas que espécie é essa. Também ao se identificarem depósitos dessas espículas em locais onde, no passado, as espécies que lhes deram origem viveram, é possível saber que espécies eram essas.

Foram os estudos de classificação dos seres vivos, feitos sobre grupamentos de características que se consideravam de parentesco comum (Sistemática) que possibilitaram o entendimento da evolução dos grupos animais e vegetais, permitindo uma viagem, do presente ao passado, com compreensão da evolução de espécies e ambientes do Planeta, bem como dos primórdios do conhecimento da biodiversidade pela espécie humana.

Como essas esponjas só vivem em ambientes não alterados, ou seja, águas em condições naturais ou muito próximas dessas, é importante que sejam detectados e preservados os locais em que são encontradas, pois indicam ambientes aquáticos dignos de preservação da qualidade de suas águas.

E como tentar achar uma esponja? Como elas necessitam de águas bem oxigenadas, os locais para início de busca devem ser leitos ou margens de rios e margens de lagos e lagoas, não alterados por contaminação de esgotos domésticos, industriais ou de movimentação de solos e retirada da vegetação de cobertura, dando-se destaque para a vegetação das margens ou ripária. Como esses animais tem vida sésil e precisam assim de um suporte para se fixarem e desenvolverem, eles podem utilizar pedras e rochas do fundo dos rios e arroios. (Figura 4.7) ou porções da vegetação submersa, como galhos e troncos afundados ou ainda, caules, folhas e raízes de macrófitas (plantas que só vivem dentro da água) (Figuras 4.8 e 4.9).

Visando preservar os exemplares para estudo e, por serem essas esponjas de constituição delicada, devem ser retiradas da água e postas a secar, sempre que possível sobre o substrato em que se fixaram. Esse procedimento tem em vista também manter as gêmulas fixas na base ou no esqueleto da esponja, pois sem as gêmulas e assim suas gemoscleras, não se consegue identificar esses animais.

Numa coleção em museus de História Natural essas esponjas são vistas secas, aderidas a galhos, folhas, raízes ou pedras onde se haviam fixado (Figura 4.10). Nessas coleções os exemplares já perderam sua cor natural, que, conforme a espécie pode ir do branco ao preto, passando pelo creme, o marrom ou o cinza. Essas esponjas podem ainda apresentar cor verde, mas isso é devido à associação com algas clorofiladas que habitam no seu interior (Figura 4.7).



Figura 4.7 - Exemplar vivo de *Oncosdera navicella* retirado da água sobre o substrato, no rio Formoso. A parte esverdeada da esponja estava exposta à iluminação solar, enquanto a rosada não se encontrava nessa condição, por haver ocupado a face inferior da pedra, voltada para o fundo do rio. A figura evidencia ainda a agregação que essas esponjas fazem de areia e fragmentos de vegetação do fundo, contribuindo para a fixação do leito do rio. Foto: PACHECO, Nelson Cerqueira, 2008.



Figura 4.8 - Ósculos evidentes em exemplar de *Corvospongilla seckti* Bonetto & Ezcurra de Drago 1966 que fixou-se em folhas de *Nymphaea* no Lago de Itaipu. Parte do espécime foi soerguido da água para fins de fotografia, percebendo-se o restante do mesmo submerso. Foto: THOMAZ, Sidinei Magela. Nupélia/PEA/UEM.



Figura 4.9 – Exemplar vivo de *Radiospongilla amazonensis*, desenvolvido em torno do talo de macrófita (*Egeria najia*) no Lago de Itaipu, evidenciando a estrutura delicada do esqueleto característica da família Espongillidae. Na parte superior do espécime é vista uma grande área oscular resultante da confluência de vários canais excurrentes. Foto: PAROLIN, Mauro, 2007. Lepafe/Fecilcam.



Figura 4.10 - Espécime de *Oncosclera navicella* depositado em coleção científica (Lepafe/Fecilcam), preservado a seco sobre o substrato rochoso em que se fixou. Exemplar coletado no rio Formoso. Foto: PACHECO, Nelson Cerqueira, 2009.

Voltando ao tema das espículas e da organização em categorias das diversas espécies de esponjas de água doce do planeta, reconhecem-se, pelas gêmulas e gemoscleras que produzem, três famílias, todas com espécies representadas no Estado do Paraná: A Família Spongillidae, a Potamolepidae e a Metaniidae. As esponjas agrupadas nessas famílias mostram características bem marcadas quanto aos ambientes que ocupam.

Assim é que as da Família Spongillidae, são esponjas de estrutura delicada, de forma arborescente, que encrustam a vegetação submersa e que, por isso mesmo, não suportam ambientes de muita movimentação da água e assim preferem, de modo geral, mas não exclusivo, lagos naturais, ou lagos artificiais

como os formados por barramentos de grandes rios para geração de energia elétrica ou mesmo açudes de acumulação de água de arroios ou vertentes (Figuras 4.8 e 4.9).

As da Família Potamolepidae, são esponjas duras, geralmente de forma laminar, que se fixam nos substratos rochosos do fundo dos rios e assim resistem a correntezas fortes e à erosão pela fricção com as cargas de areia e sedimentos dos rios. Tem o potencial de agregarem pedregulho e areia, de modo a formar como uma “forração” no fundo do rio (Figura 4.7), contribuindo assim para a fixação do leito. Podem ter formas arborescentes, mas então escolhem as reentrâncias, poços ou “panelas” formados nas rochas do fundo.

As da Família Metaniidae, são geralmente esponjas duras, com formas tuberosas, esféricas ou hemisféricas e com esqueletos que formam malhas mais ou menos abertas, fixadas sobre substratos vegetais nos vales de inundação de rios da região tropical, sujeitos a secas estacionais, quando a esponja fica exposta ao ar durante alguns meses. Por essa razão apresentam uma quantidade muito grande de gêmulas presas ao esqueleto, garantindo substrato para a próxima estação de inundação, quando forma-se outra camada viva sobre a que secou. Desse modo essas esponjas podem formar exemplares com tamanhos e pesos apreciáveis, devido ao acúmulo de sílica (Figura 4.2).

O “kit” recebido para aula prática, juntamente com este livro, contém diversas lâminas com espículas isoladas de diversas espécies de esponjas, para exame ao microscópio óptico. A confecção dessas preparações em lâminas é a mesma que fazem os especialistas para identificação das espécies dessas esponjas. Nessas lâminas as espículas aparecem limpas, mostrando as diversas formas e tamanhos que podem assumir as megascleras, as microscleras e as gemoscleras.

E como consegue-se isto? Tomam-se fragmentos do espécime que contenham gêmulas, colocam-se em tubo de ensaio com algumas gotas de ácido nítrico e aquece-se lentamente até a fervura. Após esfriar, o ácido é excluído com lavagens sucessivas, restando no fundo do tubo somente espículas e água. Agita-se então o líquido, com o que as espículas ficam em suspensão, permitindo retirar-se com pipeta gotas dessa suspensão e gotejá-las sobre lâmina. Após secagem o depósito silicoso que ficou na lâmina é coberto com resina sintética (por exemplo Entellan® ou Bálsamo do Canadá®) e lamínula, obtendo-se uma preparação permanente, como a que está nos “kits”. Esse processo faz com que toda matéria orgânica que envolvia as espículas e mascarava sua forma seja eliminada, permitindo o desenho e a medição de cada uma (VOLKMER-RIBEIRO, 1985).

### O que os Kits contêm?

Foram escolhidas, para ter suas espículas representadas nas lâminas que estão nos “kits”, cinco esponjas de cinco gêneros distintos. Essas espécies têm ocorrência registrada até agora somente para a América do Sul e estão presentes em diversos ambientes de águas doces do Brasil.

Da Família Spongillidae temos as espécies *Dosilia pydanieli* Volkmer-Ribeiro, 1992, *Corvospongilla sekti* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1966 e *Trochospongilla repens* (Hinde, 1888).

Da Família Potamolepidae consta espécie *Oncosclera navicella* (Carter, 1881).

Da Família Metaniidae constam as espículas da espécie *Metania spinata* (Carter, 1881).

Quando se cita o nome científico de uma espécie de animal, além do nome latino, figura o nome do autor que, pela primeira vez, descreveu aquela espécie e a data (ano) em que isso foi publicado. Essa é uma norma do Código de Nomenclatura Zoológica, que deve ser atendida em todos os trabalhos de taxonomia animal. Essas cinco espécies serão agora listadas conforme esse código, sendo ainda abordadas algumas de suas características anatômicas e ambientais.

Phylum Porifera

Classe Demospongiae

Família Spongillidae Gray, 1867

Gênero *Dosilia* Gray 1867

*Dosilia pydanieli* Volkmer-Ribeiro, 1992

Essa esponja forma crostas delicadas, de cor verde, enquanto suas gêmulas apresentam-se como pequenas esferas amareladas. Utiliza como substrato raízes ou folhas e caules submersos de vegetação aquática, em ambientes de lagoas sujeitas a períodos de seca. Essa esponja tem três tipos de espículas: megascleras do esqueleto, microscleras do pinacoderma e gemoscleras que revestem as gêmulas (Figura 4.11). Pertence a uma comunidade de esponjas que tem ocorrência generalizada em pequenas lagoas do Bioma Cerrado, na América do Sul. A espécie foi detectada no Paraná até o presente somente através de espículas, em sedimentos de antigas lagoas, em área outrora ocupada pelo bioma cerrado.

Gênero *Corvospongilla* Annandale, 1911

*Corvospongilla sekti* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1966

A esponja tem por habitat preferencial os substratos rochosos de fundos de rios, quando apresenta crostas resistentes, amareladas e achatadas. No entanto, desenvolve-se constituindo formas mais ou menos globulosas, volumosas e delicadas, em ambientes de águas represadas. Tem três tipos de espículas, megascleras do esqueleto, microscleras do pinacoderma e gemoscleras. Essa esponja tem distribuição em toda América do Sul (Figura 4.3).

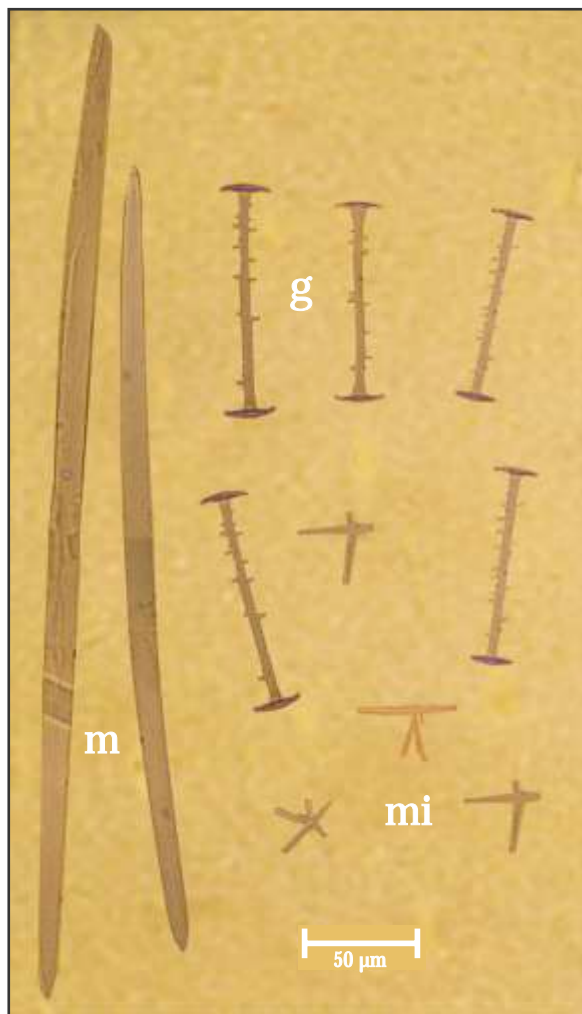


Figura 4.11 - Foto ao microscópio óptico das espículas de *Dosilia pydanieli*. Essa esponja tem: uma categoria de megasclera = m; uma de microsclera = mi e uma de gemosclera = g. Foto: MARCOTTI, Tais Cristina. Lepafe/Fecilcam.

Gênero *Trochospongilla* Vejdovsky, 1883.

*Trochospongilla repens* (Hinde, 1888)

A esponja forma crostas laminares, duras e de cor cinza a preto, com superfície lisa e ósculos bastante notórios, sobre substratos rochosos de fundos de rios com forte correnteza.

Essa esponja tem dois tipos de megascleras e tem gemoscleras, mas não possui microscleras. A espécie tem distribuição nos ambientes acima referidos, em toda América do Sul (Figura 4.12).

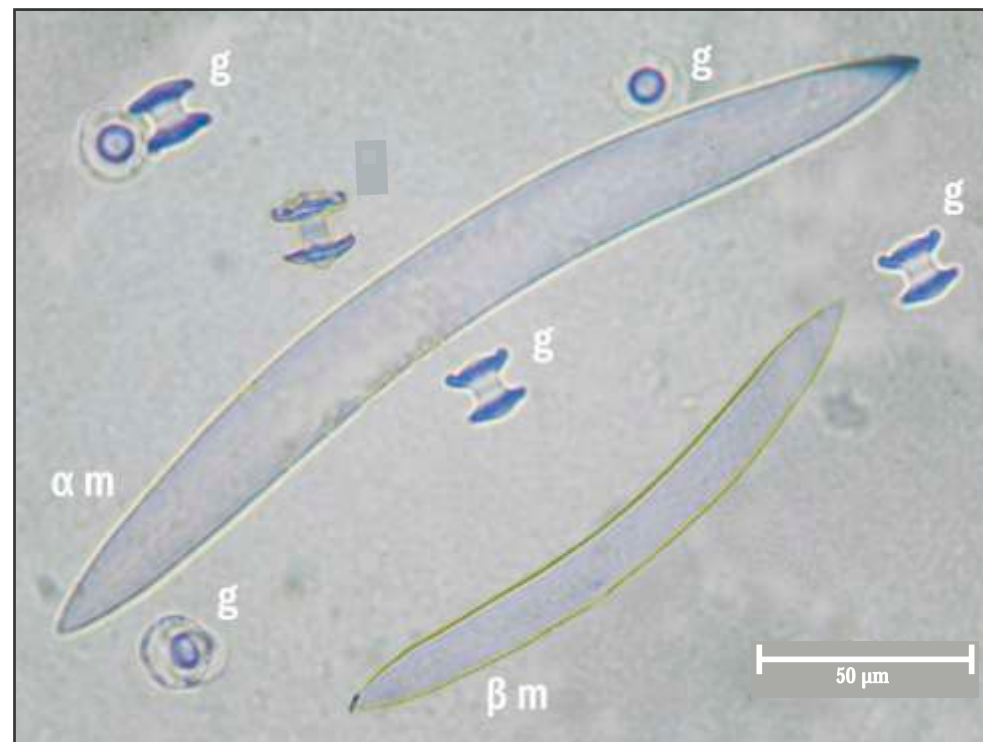


Figura 4.12 - Foto ao microscópio óptico do conjunto das espículas de *Trochospongilla repens*. Essa esponja tem: duas categorias de megascleras - megasclera mais longa = m, megasclera mais curta = m e uma de gemoscleras = g. Essa esponja não possui microscleras. Foto: MARCOTTI, Tais Cristina Berbet. Lepafe/Fecilcam.

Família Potamolepidae Brien 1967

Gênero *Oncosclera* Volkmer-Ribeiro, 1970

*Oncosclera navicella* (Carter, 1881)

Essa é uma esponja típica de fundos de rios com substratos rochosos, onde forma, desde crostas rasas até incrustações volumosas, com superfície ouriçada de projeções arborescentes. Tem consistência mais ou menos rígida, compressível e cor amarelada. Possui apenas dois tipos de espículas, as megascleras do esqueleto e as gemoscleras que revestem as gêmulas (Figura 4.13).

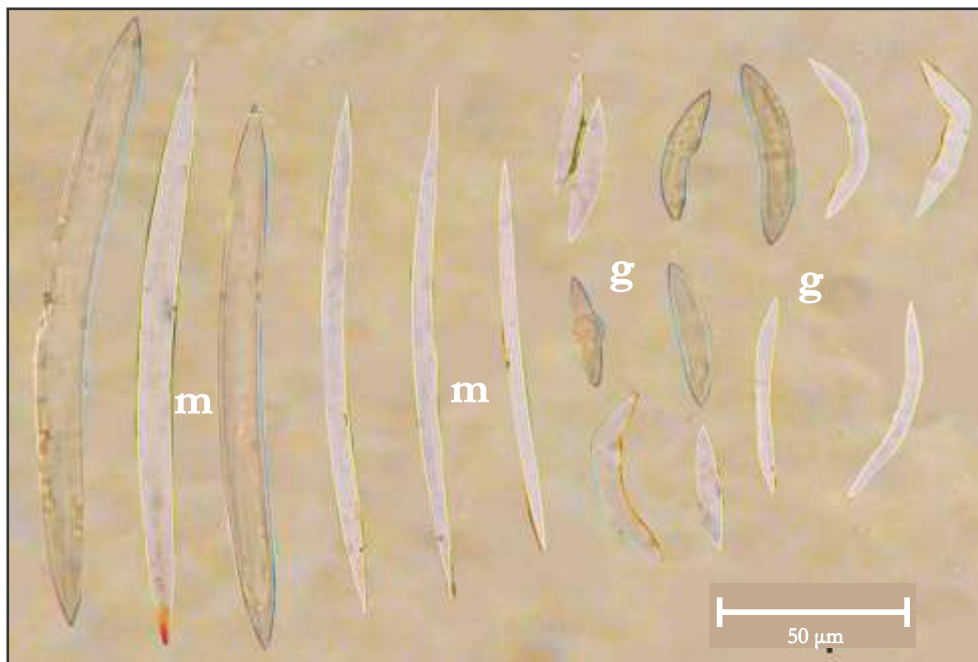


Figura 4.13 - Foto ao microscópio óptico do conjunto das espículas de *Oncosclera navicella*. Essa esponja tem: uma categoria de megascleras = m e uma de gemoscleras = g. Essa esponja não possui microscleras. Foto: MARCOTTI, Tais Cristina Berbet. Lepafe/Fecilcam.

Família Metaniidae Volkmer-Ribeiro, 1986.

Gênero *Metania* Gray, 1867

*Metania spinata* (Carter, 1881)

Esponja que integra, juntamente com a *Dosilia pydanieli* aquela comunidade com ocorrência generalizada em pequenas lagoas do Bioma Cerrado, na América do Sul. Fixa-se em porções de vegetação mergulhada nas águas, além de folhas, galhos e troncos tombados nas lagoas. Essa esponja constitui uma exceção na Família Metaniidae em razão da consistência muito delicada que apresenta, formando crostas rasas de cor parda em lugares sombreados ou verdes, devido à associação com algas clorofiladas, em locais iluminados. Possui quatro tipos de espículas: duas categorias de megascleras no esqueleto, as microscleras do pinacoderma e gemoscleras que revestem as

gêmulas (Figura 4.14). Devido à frequência com que ocorrem associações entre espécies de esponja, na competição por ocupação de substratos, quando se colhe um exemplar é bastante provável que espículas de outras espécies vivendo no mesmo local contaminem o exemplar em questão. Por isso as espículas de *Metania spinata* aparecem em algumas dessas lâminas associadas a espículas das seguintes espécies: *Radiospongilla amazonensis*, *Dosilia pydanieli* e *Trochospongilla variabilis* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1973, todas participando de uma comunidade de esponjas características de lagoas do bioma Cerrado. Alguns dos exemplares de *Metania spinata* utilizados para a produção das lâminas do Kit provieram de outras regiões do país, porquanto no Paraná essa espécie foi detectada até o presente somente através de espículas, em sedimentos de antigas lagoas, em área outrora ocupada pelo bioma cerrado.

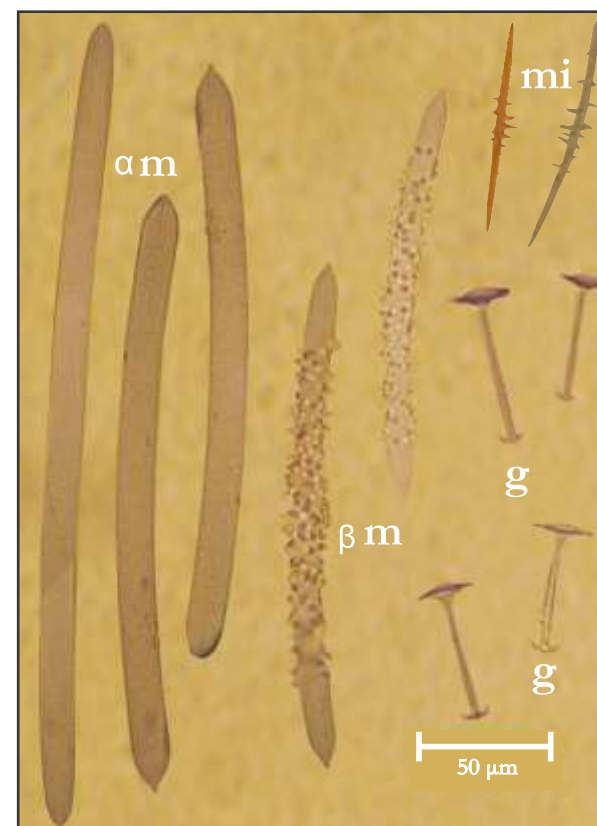


Figura 4.14 - Foto ao microscópio óptico do conjunto das espículas de *Metania spinata*. Essa esponja tem: duas categorias de megascleras - megasclera mais longa = m, megasclera mais curta = m; uma de microscleras = mi; e uma de gemoscleras = g. Foto: MARCOTTI, Tais Cristina Berbet. Lepafe/Fecilcam.



### Desenvolvimento de texto

1 - Que informações podem ser auferidas a partir dos nomes dos autores e datas das cinco espécies cujas espículas constam das lâminas nos “kits”?

2 - Por que razão se teria optado por apresentar essas cinco espécies através de lâminas permanentes contendo suas espículas?

As esponjas que já são conhecidas para ambientes de água doce do Estado do Paraná

A apresentação da listagem abaixo foi possível por que trabalhos de campo, realizados nos últimos cinco anos no Estado, indicaram a existência dessa fauna, tanto por suas espículas detectadas em sedimentos de paleoambientes, quanto por esponjas vivas no leito de diversos rios (ambientes lóticos) ou em substratos mergulhados em águas represadas, portanto ambientes lênticos.

No entanto essa lista não representa, certamente, toda a fauna de esponjas continentais que existe no Estado. A continuidade dos levantamentos certamente virá aumentar essa relação. Por exemplo, no Estado do Rio Grande do Sul, onde o levantamento dessa fauna foi iniciado em 1960, conta-se atualmente o registro de 22 espécies dessa fauna brasileira, ocupando rios, arroios, lagoas e banhados costeiros, lagos de hidrelétricas e açudes em propriedades rurais.

A seguir iremos examinar, dentro de cada família, que espécies foram já encontradas no Estado do Paraná e em que locais/ambientes.

#### Phylum Porifera

#### Classe Demospongiae

#### Família Spongillidae Gray, 1867

#### Gênero *Trochospongilla* Vejdovsky, 1883.

#### *Trochospongilla repens* (Hinde, 1888)

Figuras 4.12, 4.15 e 4.16

Essa esponja também tem suas espículas representadas no kit e sua

descrição oferecida no tópico respectivo. A espécie tem distribuição em todo Brasil e ocorreu no Estado do Paraná formando crostas acinzentadas sobre substratos rochosos nos rios Paraná e Piquiri.



4.15 - Exemplar de *Trochospongilla repens* incrustado em substrato rochoso à margem do rio Paraná (Município de Guaira) A foto ilustra a competição por substrato entre a esponja e o bivalve exótico *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). Foto: PAROLIN, Mauro, 2008. Lepafe/Fecilam.

#### Gênero *Corvospongilla* Annandale, 1911

#### *Corvospongilla sekti* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1966

Figuras 4.1, 4.3, 4.8, 4.17 e 4.18

Essa esponja, que tem sua descrição já apresentada no item do Kit, ocorreu até agora no Estado do Paraná com crostas diminutas amareladas e achatadas em substratos rochosos (Bacia Hidrográfica do Piquiri) e com formas mais ou menos globulosas, volumosas e extremamente delicadas, em distintos substratos mergulhados no lago de Itaipu (VOLKMER-RIBEIRO et al., 2010).



Figura 4.16 - Margem do rio Paraná (Município de Guaíra), onde foi detectado e fotografado o exemplar visto na figura 4.15. Foto: ALVES, Valdir, 2008. Fecilcam.



Figura 4.17 - Exemplar de *Corvospongia seckti* aderido à parede de tanque-rede de piscicultura no Lago de Itaipú, no Município de Santa Helena. Observe-se a área oscular voltada para a porção inferior da esponja. Para execução da foto a parede do tanque foi elevada acima do nível da água. Foto: PAROLIN, Mauro, 2008. Lepafe/Fecilcam.



Figura 4.18 - Vista parcial do Lago de Itaipú, no Município de Santa Helena, mostrando um conjunto de tanques-redes da piscicultura. Neste local foram detectados exemplares de *Corvospongia seckti* fixados nas redes dos tanques. Foto: VOLKMER-RIBEIRO, Cecília, 2008. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

Gênero *Radiospongilla* Penney & Racek, 1968

*Radiospongilla amazonensis* Volkmer-Ribeiro & Maciel, 1983

Figuras 4.9, 4.19 e 4.20

Essa esponja forma incrustações com formas irregulares, superfície sulcada e hispida, frágeis, aderidas às partes submersas da vegetação de macrófitas em ambientes lânticos, enriquecidos de matéria orgânica. Apresenta megascleras delgadas e gemoscleras, não possuindo microscleras. No Estado do Paraná ocorreu até agora com espécimes vivos no lago de Itaipu e com espículas nos sedimentos arenosos/siltosos do fundo do lago (VOLKMER-RIBEIRO et al., 2010).

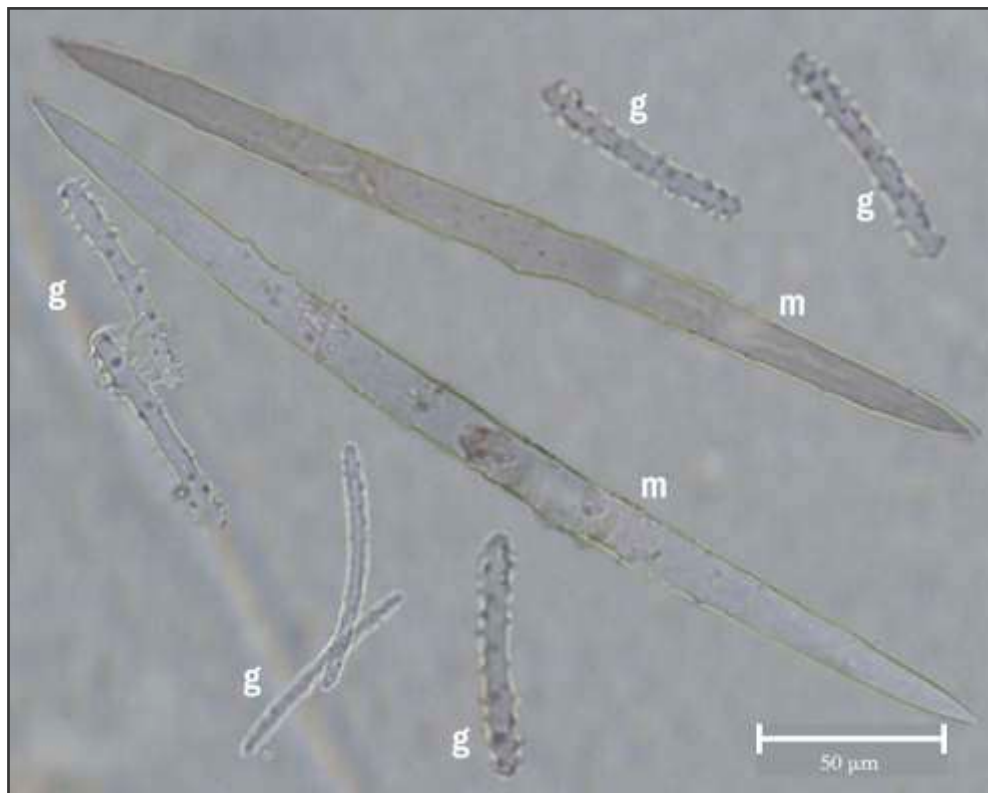


Figura 4.19 - Foto ao microscópio óptico do conjunto de espículas de *Radiospongilla amazonensis*. Essa esponja tem: uma categoria de megascleras = m e uma de gemoscleras = g. Essa esponja não possui microscleras. Foto: MARCOTTI, Tais Cristina Berbet. Lepafe/Fecilam.



Figura 4.20 - Margem do Lago de Itaipú (Município de Santa Helena), ilustrando a exuberante vegetação macrofítica que propicia substrato para as esponjas *Corvospongilla seckti* e *Radiospongilla amazonensis*. Foto: THOMAZ, Sidinei Magela. Nupélia/PEA/UEM.

Família Potamolepidae Brien 1967

Gênero *Oncosclera* Volkmer-Ribeiro, 1970

*Oncosclera navicella* (Carter, 1881)

Figuras 4.4, 4.7, 4.10, 4.13 e 4.21

Essa esponja, que tem suas espículas representadas no kit e sua descrição oferecida no tópico respectivo, tem distribuição em todos os grandes rios da América do Sul, em substratos rochosos do leito de rios. A espécie foi detectada em área de corredeiras, no rio Piquiri, associada com *Sterrastrolepis brasiliensis* e *Oncosclera tonolli* (VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2005) e no rio Ivaí. Fragmentos dessa esponja foram encontrados no conteúdo estomacal de peixes raspadores de fundo no lago de Itaipu, indicando sua ocorrência em substratos rochosos do rio Paraná, agora constituindo o fundo do lago (VOLKMER-RIBEIRO, 1999).

*Oncosclera jewelli* (Volkmer, 1963)

Figuras 4.5, 4.22, 4.23 e 4.24

Essa esponja havia sido registrada, até então, somente para os rios Tainhas e Rio Camisas, Bacia do Rio das Antas, no Rio Grande do Sul, dois cursos de água desenvolvidos em leitos basálticos no domínio da Floresta de Araucária. No Paraná ocorreu com raros exemplares no rio Dos Patos, formador do rio Ivaí (Município de Prudentópolis), com o que continua a mostrar-se uma espécie relacionada ao domínio da Floresta Ombrófila Mista com Araucárias. Em razão dessa distribuição endêmica a espécie está incluída na lista da Fauna Brasileira Ameaçada (BRASIL, 2004). Essa esponja forma crostas resistentes, verdes, quando expostas a luz e brancas na face inferior das rochas, com superfície áspera mas sem proeminências. No rio Dos Patos ocorreu com raros exemplares, acredita-se que devido ao sedimento em suspensão evidenciado pela cor parda da água e das esponjas. Nessa água também apresentou o cheiro forte, característico da espécie, semelhante a água sanitária e que se percebe ao retirar o animal da água, sobre o substrato. Suas espículas não foram incluídas no kit devido a ser uma espécie em situação de risco. Nesses casos evita-se a retirada de exemplares dos locais onde ocorrem, o que teria sido necessário para a produção de dissociações espiculares como as apresentadas para as outras espécies no Kit.



Figura 4.21 - Vista do rio Formoso (Município de Iretama), indicando, no primeiro plano, o leito rochoso do fundo do rio e rocha contendo incrustações da esponja *Oncosclera navicella*. Note-se a transparência da água e a vegetação ripária preservada. Foto: PACHECO, Nelson Cerqueira, 2009.



Figura 4.22 - *Oncosclera jewelli* formando crostas em rocha retirada do rio Dos Patos formador do rio Ivai (Município de Prudentópolis) logo a jusante da cachoeira vista em segundo plano. A esponja mostrou-se com cor parda devida a carga em suspensão típica desse rio.  
Foto: PAROLIN, Mauro, 2009. Lepafe/Fecilcam.



Figura 4.23 - Foto ao microscópio óptico do conjunto de espículas de *Oncosclera jewelli*. Essa esponja tem: uma categoria de megascleras = m e uma de gemoscleras = g. Essa esponja não possui microscleras. Foto: MARCOTTI, Tais Cristina Berbet. Lepafe/Fecilcam.

Figura 4.24 - Vista do leito rochoso do rio Dos Patos com sua água de coloração parda, nas proximidades do local de ocorrência da *Oncosclera jewelli*. A esponja é rara no local devido provavelmente a carga de sedimento em suspensão. Foto: SANTOS, Marcos Antônio dos, 2009.

*Oncosclera tonolli* (Bonetto & Ezcurra de Drago, 1968)

Figuras 4.25, 4.26 e 4.27

A espécie foi detectada por crostas muito finas, esbranquiçadas e pequenas, associada com *Sterrastrolepis brasiliensis* e *Oncosclera navicella* no rio Piquiri (VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2005).



Figura 4.25 - Exemplar de *Oncosclera tonolli* incrustado em substrato rochoso. Foto: PAROLIN, Mauro, 2005. Lepafe/Fecilcam.

Figura 4.26 - Foto ao microscópio óptico do conjunto de espículas de *Oncosclera tonolli*. Essa esponja tem: uma categoria de megascleras = m e uma de gemoscleras = g. Essa esponja não possui microscleras. Foto: MARCOTTI, Tais Cristina Berbet. Lepafe/Fecilcam.

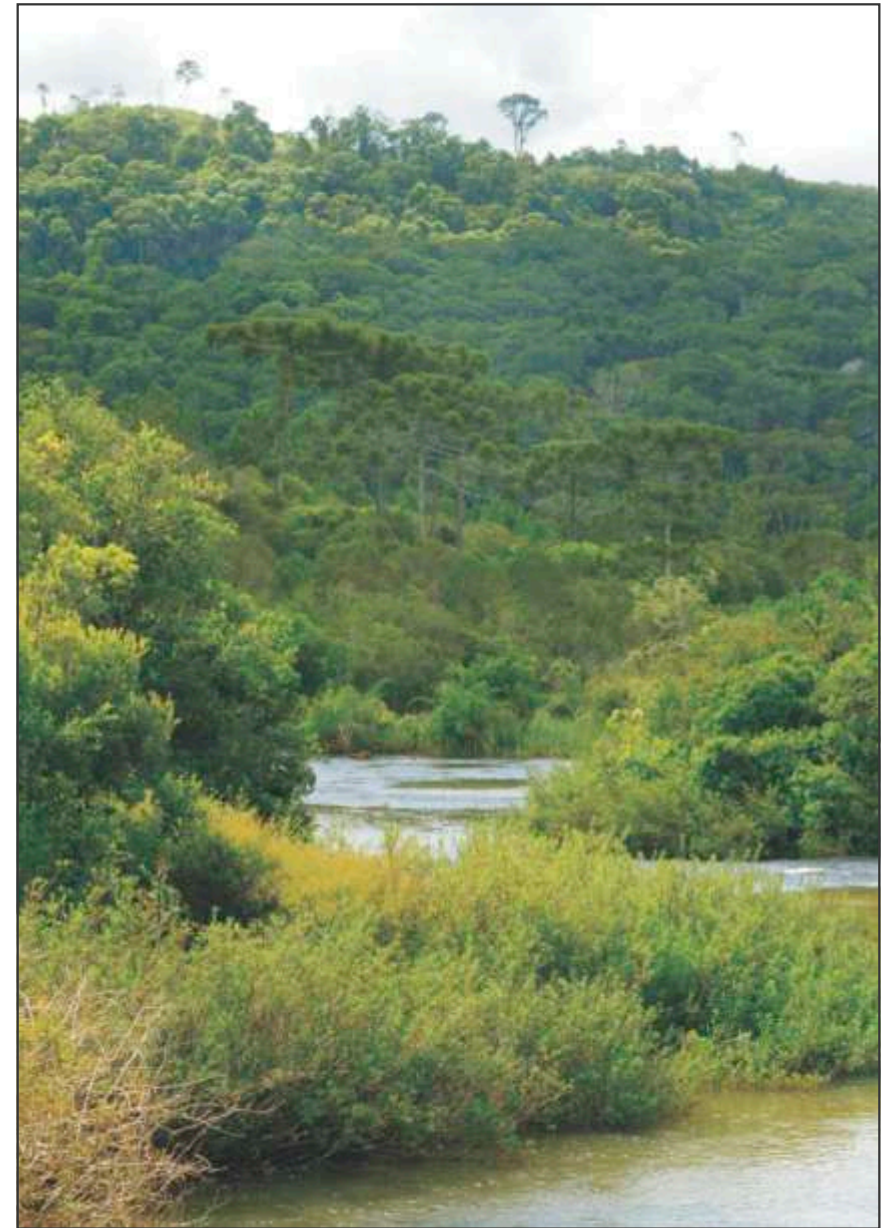
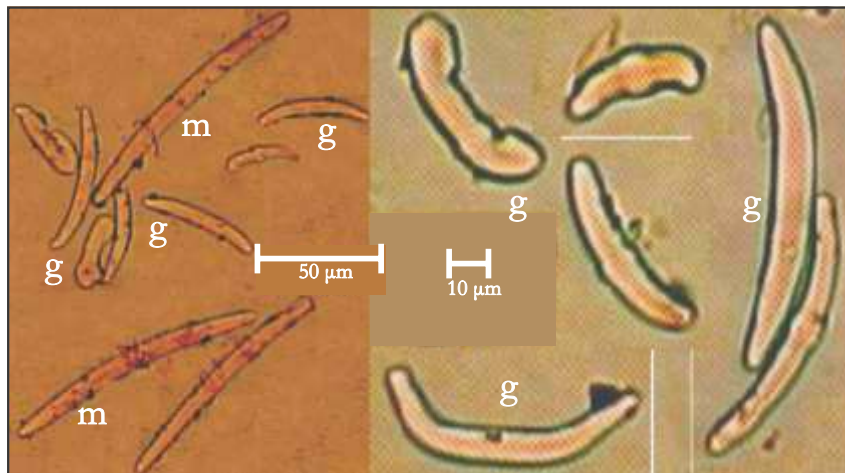


Figura 4.27 - Local no curso superior do rio Piquiri (Município de Santa Maria do Oeste), onde ocorreu *Oncosclera tonolli*. Atente-se para a vegetação de Floresta Ombrófila Mista com *Araucaria angustifolia* (Bert.) kuntze preservada nas encostas. Foto: PACHECO, Nelson Cerqueira, 2009.

Gênero *Sterrastrolepis* Volkmer-Ribeiro & De Rosa-Barbosa, 1978

*Sterrastrolepis brasiliensis* Volkmer-Ribeiro & De Rosa-Barbosa, 1978

Figuras 4.6, 4.28, 4.29 e 4.30

Essa esponja constitui uma espécie rara, que só ocorre no Brasil e está restrita até o presente (2010) à Bacia do Rio Paraná, razão de estar incluída na lista da Fauna Brasileira Ameaçada (BRASIL, 2004). Foi encontrada recentemente no Rio Piquiri, possibilitando essa descoberta a redescritção da espécie (VOLKMER-RIBEIRO; PAROLIN, 2005). É uma esponja extremamente dura, formando crostas de cor cinza-azulado, espessas, com a superfície elevada em cristas e torreões, razão de ser chamada localmente de “espinhos de pedra”. Suas espículas não foram incluídas no kit devido a ser uma espécie em situação de risco. Nesses casos evita-se a retirada de exemplares dos locais onde ocorre o que teria sido necessário para a produção de dissociações espiculares como as apresentadas para as outras espécies no kit.

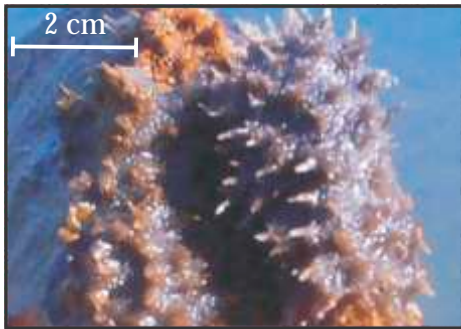


Figura 4.28 - Exemplar vivo da esponja “Espinho de Pedra”, *Sterrastrolepis brasiliensis* ocorrente no rio Piquiri. Foto: ALVES, Valdir, 2004. Fecilcam.

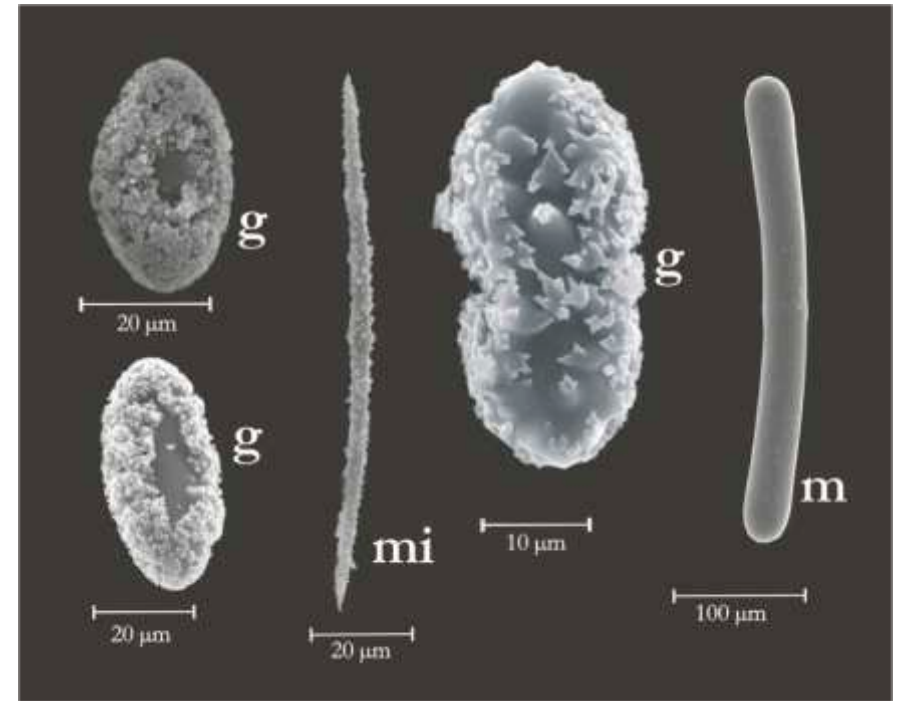


Figura 4.29 - Foto ao microscópio eletrônico de varredura do conjunto de espículas de *Sterrastrolepis brasiliensis*. Essa esponja tem: uma categoria de megasclera = m; uma de microsclera = mi; e uma de gemmoclere = g. Foto: VOLKMER-RIBEIRO, Cecília. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

Figura 4.30 - Um dos locais de ocorrência de *Sterrastrolepis brasiliensis* no leito rochoso do rio Piquiri. Atente-se para a preservação, na região, da Floresta Ombrófila Mista, resguardando a qualidade da água no rio. Foto: PACHECO, Nelson Cerqueira, 2009.



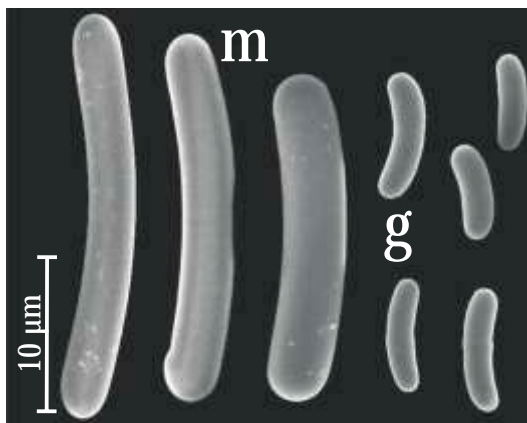
Gênero *Potamophloios* Brien 1969

*Potamophloios guairensis* Volkmer-Ribeiro, Parolin, Fürstenau-Oliveira & Menezes, 2010

Figuras 4.31, 4.32, 4.33

Essa esponja foi detectada nos levantamentos recentemente efetuados pelos autores no Estado do Paraná, mas já havia sido encontrada em conteúdos estomacais de peixes capturados em uma rede de arasto na região do reservatório de Itaipu, antes da formação do lago. A espécie foi nomeada em consideração à sua localidade tipo, Guaira, sítio onde existiam as famosas Sete Quedas, afogadas quando da formação do Lago de Itaipu (ver capítulo 3 nesta obra). Constitui crostas duras, reticuladas, de cor marron-amarelado, ouriçadas de projeções conulosas, encimadas por ósculos (Figuras 4.31 e 4.32.). Apresenta megascleras e gemoscleras, não possuindo microscleras (Figura 4.33). O espécime ilustrado havia se incrustado em torno de linha de espinhel submersa na área da Barra do rio Xororó, local rochoso de forte correnteza nas cabeceiras do lago de Itaipu, região de Guaira. Acredita-se que a esponja deva ocupar substratos rochosos já submersos na cabeceira do lago, com ocorrência estendendo-se, no mínimo, aos tramos do rio Paraná acima do reservatório.

A detecção do gênero *Potamophloios* tinha ocorrência restrita até o presente à Região Etiópica, com cinco espécies registradas para o rio Luapula e o lago Moero, bacia do rio Congo, África Central. O presente registro na Região Neotropical e, particularmente no Estado do Paraná, de um gênero de esponjas etiópicas, vem reforçar a proposta de Volkmer-Ribeiro & De Rosa-Barbosa, 1979, da existência de uma fauna atual de esponjas continentais neotropicais com origem gondwânica e muito próxima a da Região Etiópica. Somando-se aos argumentos das identidades de ordem geológica, tão evidentes no Estado do Paraná (ver capítulo 1 nesta obra), acrescentam-se agora evidências que apontam para uma identidade que, além de crustal, era ambiental e ecológica, entre



uma ampla porção da América do Sul e da África, por ocasião do afastamento dessas duas placas, no processo de deriva continental.



Figura 4.31 - *Potamophloios guairensis*. A esponja se incrustou em torno de linha de espinhel submersa na área da Barra do rio Xororó, local rochoso de forte correnteza nas cabeceiras do lago de Itaipu, região de Guaira. Foto: PAROLIN, Mauro. Lepafe/Fecilcam.



Figura 4.32 - Corte transversal do espécime de *Potamophloios guairensis*, visto na figura 3.31 mostrando a espessura da crosta da esponja, sua constituição interna e o orifício central, que correspondia a linha de pesca sobre a qual a esponja se formou. Foto: MACHADO, Vanessa de Souza. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

Figura 4.33 - Foto ao microscópio Eletrônico de Varredura do conjunto de espículas de *Potamophloios guairensis*. Essa esponja tem: uma categoria de megasclera = m; uma de gemosclera = g. Essa esponja não possui microscleras. Foto: VOLKMER-RIBEIRO, Cecília. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.



Como geologia, rios, esponjas e preservação ambiental se relacionam

Os resultados apresentados demonstram apenas uma fase inicial, realizada entre maio de 2007 e agosto de 2009, do levantamento de esponjas em rios do Paraná (Figura 4.34). Foram abordadas, com esse propósito, 6 bacias hidrográficas.

Nos pontos escolhidos para a averiguação (cachoeiras, áreas de turbulência e corredeiras) foram tomadas medidas de oxigênio dissolvido ( $O_2$ ), pH, condutividade e, em alguns casos, a carga suspensa (partículas que o rio carrega) e a sílica dissolvida.

A primeira avaliação desse trabalho de campo mostrou um dado interessante, pois, apesar da abordagem de campo ter sido a mesma, em termos de metodologia, em alguns rios detectou-se fauna de esponjas e outros não.

Nas bacias hidrográficas do Ivaí, Paraná 2, Paraná 3 e Piquirí os resultados foram positivos. Já para as bacias do Litoral, Paraná 1, Ribeira e Tibagi não foram ainda observadas esponjas (Figura 4.34). Destaca-se que a avaliação dessas bacias que apresentaram resultados negativos, principalmente, Ribeira e Tibagi ainda não tiveram sua etapa de campo concluída.

A bacia do Piquirí foi a mais amplamente percorrida e, até o momento,

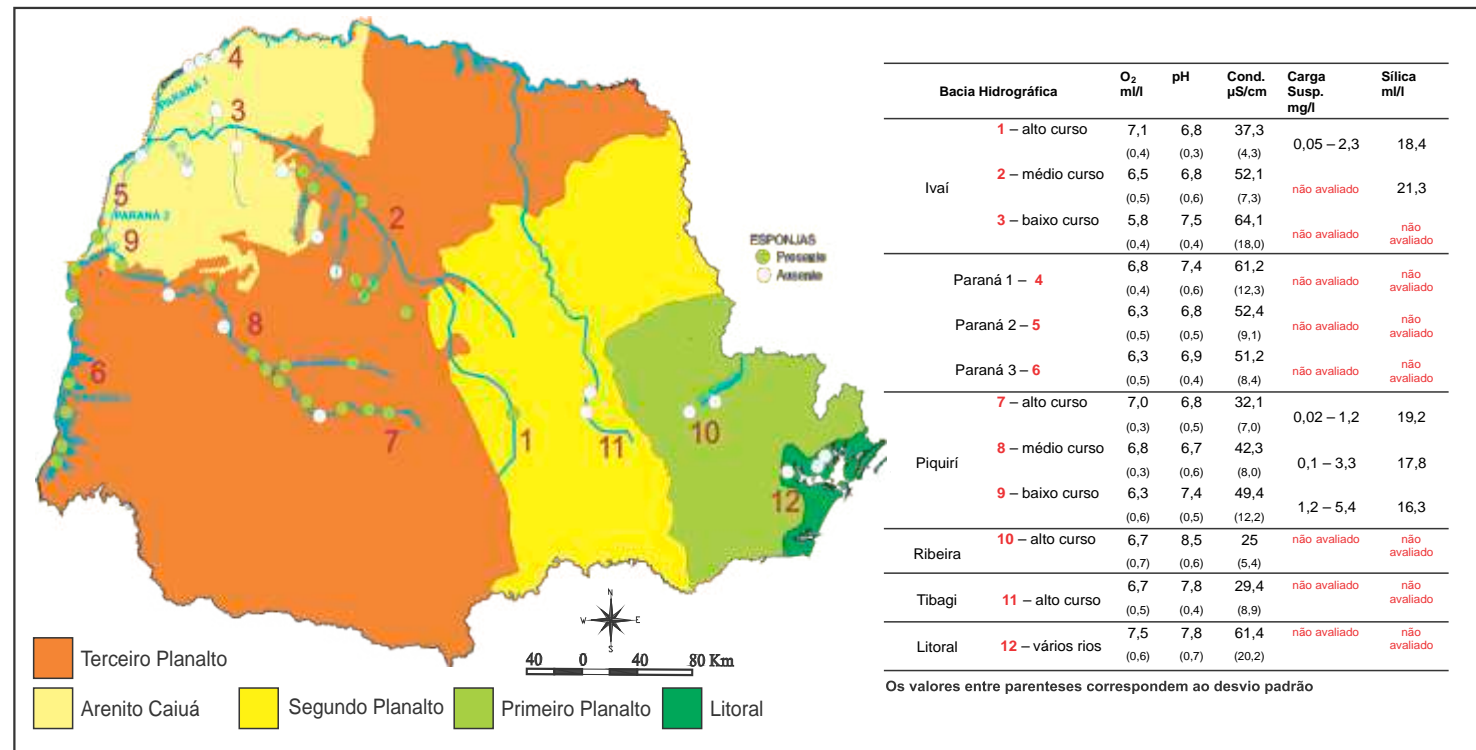


Figura 4.34 - Mapa esquemático mostrando os resultados do primeiro levantamento extensivo de esponjas nas principais bacias hidrográficas do Estado do Paraná e relação das mesmas com a geologia dos terrenos drenados.

mostrou a ocorrência de quatro espécies de esponjas (Figura 4.34). Tal fato relaciona-se bem com a geomorfologia e geologia da região, que apresenta relevo com vertentes dissecadas (ver capítulo 2 nesta obra), propiciando a ocorrência de rios encachoeirados de fluxo turbulento, ricos em oxigênio, cujo fluxo acontece sobre rochas basálticas ricas em sílica da Formação Serra Geral (ver capítulo 1 nesta obra). Também pode-se estabelecer uma correlação com a atividade da região: no alto curso da bacia predominam as atividades ligadas ao reflorestamento, com boa preservação da vegetação ripária; já para o médio e baixo curso onde o registro de esponjas decresce, juntamente com o número de espécies, tem-se atividades de pecuária e agricultura intensiva. Na

observação dos valores de  $O_2$  e de sílica dissolvida (Figura 4.34), verificou-se a preferência das esponjas por áreas com valores altos de  $O_2$  e com sílica disponível.

Levantamentos pormenorizados foram realizados também nos tributários do lago de Itaipu, bacia do Paraná 3, indicando a presença de quatro espécies (Figura 4.34). Merece destaque o fato de que as esponjas têm distribuição regular em praticamente todos os afluentes, no entanto, foi observado que naqueles onde a preservação do entorno é maior como por exemplo, rio Ocoi (onde boa parte é área de reserva indígena), rio Guaçu e São Francisco Falso, os registros foram mais abundantes e significativos (VOLKMER-RIBEIRO et al., 2010). Já para a bacia do Paraná 2 as esponjas encontradas tiveram seu registro apenas

para áreas de corredeiras no rio Paraná, próximo a ilhas. Em todas as campanhas realizadas na região da bacia do Paraná 2 foi possível observar a cor avermelhada da água de seus rios, resultado provável de uma carga suspensa elevada. Na área da bacia do Paraná 1 não foram detectadas esponjas, no entanto é grande a possibilidade de resultados positivos nessa bacia, pois a maioria dos rios tem águas aparentemente com baixa carga suspensa e possuem corredeiras e pequenas quedas d'água.

Com relação à bacia do Ivaí, é notória a ocorrência da esponja *Oncosclera navicella*, no médio curso (rios: Ivaí, Corumbataí, Formoso, Ligeiro; todos no Terceiro Planalto (Figura 4.34). Nessa região, assim como acontece na bacia do Piquiri, a maioria dos rios corre sobre basaltos da Formação Serra Geral (ver capítulo 1 nesta obra). A região, em que pese a atividade de agricultura intensiva (ver capítulo 2 nesta obra), tem boa preservação da vegetação ripária.

Destaca-se para o alto curso da bacia do Ivaí (Segundo Planalto) o registro da esponja *Oncosclera jewelli*, que consta da lista oficial da Fauna Brasileira Ameaçada (BRASIL, 2004). Sua ocorrência se dá em área cuja importância para a conservação da biodiversidade é extremamente alta e tem prioridade de ação também alta (BRASIL, 2007) (ver capítulo 2 nesta obra). Ainda com relação ao alto curso da bacia hidrográfica do Ivaí é importante salientar que na maioria das vezes, os rios que deságuam no rio Ivaí têm seu leito sobre formações sedimentares como arenitos e folhelhos (ver capítulo 1 nesta obra). No curso inferior da bacia do Ivaí não foram encontradas esponjas. Os rios dessa área cavaram seu leito sobre terreno arenoso (Arenito Caiuá) (ver capítulo 1 e 2 nesta obra) onde, devido às condições do solo, predominam o plantio de cana e a pecuária intensiva, indicando ambientes com maiores graus de impactos ambientais.

Na bacia do Ribeira (Primeiro Planalto) (Figura 4.34) não foi detectada, até o momento, a presença de esponjas. Aqui salienta-se a predominância de águas alcalinas com pH acima de 8, relacionadas com as formações geológicas, caracterizadas principalmente pela presença de rochas calcárias (ver capítulo 1 nesta obra). Nesse sentido, mesmo que o uso e ocupação do solo sejam restritos, bem como a presença de vegetação ainda seja intensa, adquirem destaque (ver capítulo 2 nesta obra) os altos valores de pH. Esses indicam condições não propícias ao desenvolvimento de esponjas, uma vez que a sílica em estado amorfo ou coloidal, como sucede com a opala, constituinte das espículas dessas esponjas, não se mantém com pHs muito alcalinos ou demasiadamente ácidos. Águas com tais índices de pH são desfavoráveis à presença de esponjas.

A bacia do Tibagi, que em seu alto e médio curso atravessa áreas sedimentares compostas basicamente por arenitos (ver capítulo 1 nesta obra), não mostrou, até o momento, a ocorrência de esponjas, no entanto essa bacia encontra-se em fase inicial de investigação. Também ainda não foram detectadas esponjas nas bacias hidrográficas do Litoral.

Cabe agora uma consideração devida à qualidade que os distintos terrenos geológicos imprimem às águas dos rios que os drenam. Do que nos permitem concluir os levantamentos para detecção de esponjas, até agora operados nos rios do Estado do Paraná, as regiões do Litoral, do Primeiro Planalto e do Arenito Caiuá não parecem mostrar-se favoráveis a colonização por esponjas. Abstraindo-se a possibilidade, não avaliada extensivamente, de que maiores impactos humanos ocorram ou tenham ocorrido nessas áreas, exclusivamente devido aos seus constituintes geológicos apresentam elas terrenos que já incutem às águas qualidades de pH não indicadas para esses animais. Por outro lado, qualquer tipo de terreno rochoso cuja percolação vá produzir águas com altos teores de sedimentos finos (como rochas carbonáticas) e argilas (como os granitos intemperizados) será detrimental às esponjas, pelo impedimento da filtração devido ao entupimento dos poros do animal.

Por que preservar esponjas nos rios do Estado do Paraná

As esponjas continentais só conseguem viver em ambientes de águas bem oxigenadas, ricas em sílica e isentas de alterações ambientais recorrentes, aí compreendidas: poluição por efluentes de esgotos domésticos ou industriais (que consomem o oxigênio das águas ou introduzem elementos químicos alteradores das cadeias tróficas) ou cargas de sedimentos oriundas de movimentações de solos na bacia e que podem impedir a ação filtradora desses animais (por exemplo retirada da vegetação ripária, terraplanagem, mau uso do solo e agricultura mecanizada). Devido a essas características as esponjas continentais constituem excelentes indicadores biológicos que apontam para águas em condições naturais ou bastante próximas dessas (BATISTA et al., 2003; VOLKMER-RIBEIRO; MACHADO, 2007).

Assim, os ambientes aquáticos, onde já foram detectadas essas esponjas no Estado do Paraná, estão agora assinalados como mananciais com baixos índices de alteração, constituindo reservas de uma riqueza incalculável para o Estado. Por outro lado a continuidade da existência desses animais nos locais assinalados indicará que essas águas continuam com qualidades naturais.

Águas naturais significam atualmente reservas hídricas com valores econômicos cada vez maiores. São águas que requerem tratamentos de baixo custo para consumo doméstico da população humana, consumo esse que vem garantindo a existência de comunidades, estados e países no Planeta. Basta considerar-se o custo de uma água mineral, que se tem de comprar em botijões, prática cada vez mais necessária nos dias atuais, para garantia de ingestão de água isenta de pesados tratamentos químicos.

Por outro lado, o poder que as esponjas tem de ferrar o fundo dos rios, agregando areia, pedregulho e pedras, contribuindo assim para fixação dos leitos, ao mesmo tempo em que executam uma ação filtradora, permite apreciar o valor de sua contribuição para manutenção de um sistema hídrico naturalmente conservado.

Para ler e pensar...

### EVOLUÇÃO

*“Ser ou não ser ESPONJA...coisa fácil!*

*Esqueleto de vidro, já feito em pedaços...*

*Vida passando em esferas mutantes...*

*Recomeços...*

*E água jorrando em pequenas mil fontes,*

*Nos mesmos endereços...*

*Ter ou não ter vida....coisa importante!*

*Para mim que sou HOMEM...em outros espaços!*

*Girando envolvido em idéias mutantes...*

*Estilhaços!*

*E sangue brotando em mil chagas distantes,*

*Filhos mortos nos braços...”*

(VOLKMER, c2008)

### Desenvolvimentos de texto

- 1 - O que vem a ser uma metáfora?
- 2 - Quantas metáforas se consegue identificar nesse texto?
- 3 - Por que razão a autora intitulou essa poesia de “Evolução”?
- 4 - Quais áreas do conhecimento a autora envolveu nessa poesia?
- 5 - O que a autora está dizendo de novo, indizível?

Na Grécia a poesia antecedeu a filosofia. Leia Marilena de Souza Chauí (2005) para descobrir como a Filosofia foi nascendo e, com ela, o conhecimento das causas e efeitos, que continua sendo buscado até os dias de hoje.

Quando os poetas empregam metáforas, assumimos que é para falar algo novo ou para dizer o indizível. É por isso que, cognitivamente, as metáforas são mais fortes do que o uso “normal” da linguagem... “Usando o conceito de metáfora como uma metáfora da teoria em geral, o artigo busca explorar outras formas de “fazer teoria” articulando a metáfora poética, o “politicamente correto” e o próprio estatuto da teoria (BAL, 2003, p. 24).

Assim, uma primeira resposta à pergunta “o que é filosofia” poderia ser: a decisão de não aceitar como óbvias e evidentes as coisas, as idéias, os fatos, as situações, os valores, os comportamentos de nossa existência cotidiana; jamais aceitá-los sem antes havê-los investigado e compreendido (M. Chauí, Convite à filosofia apud KOHAN, 2003, p. 27).

Na Tsinghua, antiga Politécnica de Pequim, que formou os tecnocratas dirigentes do país, que tem a tarefa de formar os futuros líderes para a transição democrática, foram trazidas de volta ao currículo a Filosofia e a Literatura....na educação primária crianças de 3 anos recitam poemas imensos da ditadura Ming (BRIDI, 2008, p.230).

- 6 - Por que será que na China atual os alunos do ensino fundamental em diante estudam poesia e filosofia?
- 7 - Fazer o aluno perceber o que precisava conhecer para entender as metáforas colocadas na poesia acima.
- 8 - Explicar o valor das metáforas em termos de estabelecer relacionamentos entre conhecimentos e formulações de novos raciocínios.

## Glossário

**Células totipotentes:** São células não diferenciadas, com caráter embrionário, com poder de atingirem diferenciações diversas e com grande poder de multiplicação.

**Distribuição endêmica, endemismo:** 1) Nativo de uma determinada área e restrito a ela; também, planta ou animal endêmico (ART, 1998).

**Indicadores Biológicos:** é uma espécie ou uma assembléia de espécies que apresentam necessidades particulares relacionadas a um conjunto conhecido de variáveis físicas ou químicas, de tal modo que, mudanças com respeito a ausência ou presença, abundância, morfologia, fisiologia ou comportamento dessas espécies indicam que determinadas variáveis físicas ou químicas do ambiente ultrapassaram os limites preferidos (ROSENBERG; RESH, 1993.)

**Espículas:** Elementos internos mineralizados do retículo de sustentação, que no caso de todas as esponjas de água doce, são compostos por sílica hidratada (opala) (VOLKMER-RIBEIRO, 1981).

**Esponjas Continentais:** Todas as esponjas que vivem em águas doces ou salobras contidas nos continentes.

**Espongina:** Um colágeno organizado em forma fibrosa.

**Dissociação espicular:** Processo laboratorial através do qual as espículas sílicas são liberadas da espongina que as une.

**Entellan:** Meio de montagem rápida para microscopia óptica.

**Forma arborescente:** Estrutura tridimensional resultante de expansões ramificadas sucessivas, que diminuem em tamanho, da base para a superfície.

**Forma laminar:** Estrutura achatada, delgada com superfície mais ou menos lisa.

**Forma tuberosa:** Estrutura tridimensional irregularmente fusiforme.

**Gemoscleras:** Espículas que revestem as gêmulas das esponjas de água doce. Critério morfológico mais importante na definição da sistemática do grupo (VOLKMER-RIBEIRO, 1981).

**Gêmulas:** Elementos de reprodução assexuada, individualizados por um revestimento protetor não celular contendo uma incrustação de gemoscleras (VOLKMER-RIBEIRO, 1981).

**Lótico:** Ambiente de águas correntes, como: rios, arroios, vertentes.

**Lêntico:** Ambiente que se refere a água parada ou lenta, incluindo lagos naturais ou de rios barrados, lagoas, lagoas, banhados, açudes.

**Metáfora:** “Tropo que consiste na transferência de uma palavra para um âmbito semântico que não é o do objeto que ela designa, e que se fundamenta numa relação de semelhança subentendida entre o sentido próprio e o figurado. [por

metáfora chama-se *raposa* a uma pessoa astuta, ou se designa a juventude primavera da vida] (FERREIRA, c1986).

**Metazoário:** Animais eucariotes multicelulares que ingerem alimentos heterotróficos (BRUSCA; BRUSCA, 2007).

**Pinacoderme:** Revestimento externo da esponja que a separa do meio líquido e que é constituída por uma camada com espessura unicelular de pinacócitos dispostos lado a lado.

**Pinacócitos:** Células diferenciadas que constituem o pinacoderma.

**Retículo:** Estrutura esquelética da esponja, organizada em forma de rede tridimensional, com malhas de tamanhos variáveis, conforme as espécies consideradas.

**Sedimento:** Termo geral para qualquer material particulado, não consolidado, que foi depositado por um agente de transporte como: água, gelo ou vento (ART, 1998).

**Substrato:** Meio físico, biológico ou químico onde se desenvolvem organismos. Em pedologia, o termo designa horizonte C ou a rocha subjacente ao solo (GLOSSÁRIO..., 1997).

**Tropo:** Emprego de palavra ou expressão em sentido figurado (FERREIRA, c1986).

**Tecido:** Agregação de células semelhantes (com qualquer substância intracelular) que realiza uma ou mais funções particulares dentro de um organismo (ART, 1998).

## Referências

ART, H.W. (Ed.). Dicionário de ecologia e ciências ambientais. São Paulo: Melhoramentos, 1998. 583 p.

BAL, M. Morrer de medo. Tradução Olímpia Calmon. Humanidades, Brasília, n.49, p.24-39, 2003.

BATISTA, T.C.A. et al. Freshwater sponges as indicators of floodplain lake environments and of river rocky bottoms in Central Amazonia. Amazoniana, Kiel, v. 17, n. 3/4, p. 525-549, 2003.

BRASIL. Instrução Normativa nº 5, de 21 de maio de 2004. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 maio 2004. Seção 1, p. 136-142.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: atualização - Portaria MMA nº9. de 23 de janeiro de 2007. Brasília, DF, 2007. 301p., il. color. Disponível em: <[http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/pdf/\\_areasprioritariasparacon.arquivopdf.pdf](http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/pdf/_areasprioritariasparacon.arquivopdf.pdf). > Acesso em: 07 jun. 2010.

BRIDI, S. Laowai - historias de uma reporter brasileira na China. Fotógrafo Paulo Zero. 1.ed. Florianópolis: Letras Brasileiras, 2008. 384 p., il. color.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, R.J. Invertebrados. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 968 p.

CHAUI, M.S. Filosofia. São Paulo: Ática, 2005. 232p., il. (Série Novo ensino médio).

FERREIRA, A.B. de HOLANDA. Novo dicionário da língua portuguesa. 2.ed., rev. e aum. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, c1986. 1.838p.

GLOSSÁRIO de Ecologia. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: ACIESP, 1997. 352p. (Publicação ACIESP, n. 103).

KOHAN, W.O. A certidão de nascimento da Filosofia: uma leitura da “Apologia de Sócrates” de Platão. Humanidades, Brasília, v. 50, n.1, p. 22-35, 2003.

PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; STEVAUX, J.C. Sponge spicules in peaty sediments as paleoenvironmental indicators of the Holocene in the upper Paraná River, Brazil. Revista Brasileira de Paleontologia, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 17-26, 2007.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (Ed.). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall, 1993. 488 p., ill.

VOLKMER, C. Baile de máscaras. Ilustrações de Isaías Ribeiro. 1.ed. Porto Alegre: Imprensa Livre, c2008. 80 p.

VOLKMER-RIBEIRO, C. Esponjas. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E. de M. (Org.). Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: FAPESP, 1999. v.4, p. 1-9: Invertebrados de água doce.

VOLKMER-RIBEIRO, C. Esponjas de água doce. Manual de Técnicas para a Preparação de Coleções Zoológicas, São Paulo, n.3, p. [1-6], 1985.

VOLKMER-RIBEIRO, C. Porifera. In: HURLBERT, S.H.; RODRÍGUEZ, G.; SANTOS, N.D. (Ed.). Aquatic biota of tropical South America: being a compilation of taxonomic bibliographies for the fauna and flora of inland waters of the tropical portion of South America. San Diego: San Diego State University, 1981. 2v. Pt.2, p. 86-95: Anartrophoda.

VOLKMER-RIBEIRO, C. et al. Colonization of hydroelectric reservoirs in Brazil by Freshwater Sponges, with special attention on Itaipu. Interciência, Caracas, v.35, no.5, p.340-347, 2010.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; MACHADO, V. de S. Freshwater sponges (Porifera, Demospongiae) indicators of some coastal habitats in South America: redescrptions and key to identification. Iheringia, Sér. Zool. [online], Porto Alegre, v.97, n.2, p. 157-167, 2007.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; PAROLIN, M. Segundo registro de *Sterrastrolepis brasiliensis* Volkmer-Ribeiro & De Rosa-Barbosa (Demospongiae, Potamolepidae) com descrição do habitat e de assembléia, Bacia do Rio Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, v. 22, n. 4, p. 1003-1013, 2005.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; TURCQ, B. SEM analysis of siliceous spicules of a freshwater sponge indicate paleoenvironmental changes. Acta Microscópica, Caracas, v. 5, p. 186-187, 1996. Suplemento B.



# Diatomáceas

Josimeire Aparecida Leandrini  
Ademilson Vedovato Cavalcanti  
Liliana Rodrigues

*Dedicado ao Professor Doutor Hermes Moreira-Filho  
"por sua dedicação no estudo com diatomáceas"*



Foto: MARCOTTI, Tais Cristina Berbet, 2009. Lepafe/Fecilcam. Vista parcial do Rio Formoso, Iretama, PR.

## Diatomáceas

Algas são organismos diversos, presentes em ambiente aquático ou locais úmidos, e fotossintetizantes em sua grande maioria (dotados de clorofila *a*). Talo é reconhecidamente a estrutura vegetativa destes organismos, que apresentam pouca ou nenhuma diferenciação celular. Pode-se dizer que “alga” é um termo geral, sem valor taxonômico, já que designa organismos diferentes em sua morfologia (envolve desde organismos unicelulares até pluricelulares), origem e composição química.

Na água doce as algas mais frequentemente encontradas são aquelas pertencentes às divisões: Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Rhodophyta e Ochrophyta. Sua presença e proporções variam de acordo com as condições ambientais, tais como: temperatura, luminosidade, velocidade de corrente e nutrientes (BIGGS, c1996). Na Ochrophyta encontram-se principalmente as algas pardas (Phaeophyceae), mais abundantes em ambientes marinhos, e as algas douradas, conhecidas como diatomáceas, frequentes tanto no ambiente marinho como na água doce.

As diatomáceas apresentam hoje três classes (ROUND, CRAWFORD, MANN, 1990): as Bacillariophyceae (antiga ordem Pennales, com rafe); as Fragilariophyceae (antiga ordem Pennales, com ausência de rafe) e as Coscinodiscophyceae (antes pertencentes à ordem Centrales, devido à morfologia radial da frústula). Estes organismos são representados por elevado número de espécies e alta diversidade morfológica.

Muitas das espécies de diatomáceas apresentam diferentes morfologias e são encontradas em todos os ambientes aquáticos verificados no nosso Estado (riachos, córregos, lagos, minas de água etc). Estas algas apresentam hábito planctônico (livres) e/ou perifítico, ou seja, desenvolvem-se sobre um substrato, como por exemplo: plantas (diatomáceas epifíticas), rochas (diatomáceas epilíticas), grão de areia (diatomáceas epipsâmicas) e sedimento (diatomáceas epipéllicas).

A célula apresenta o cloroplasto envolto por quatro membranas (membrana dupla + envelope do Retículo Endoplasmático) e os cromatóforos variam em número e forma, sendo uma das estruturas celulares mais visíveis. Apresentam pigmentos como clorofila *a* e *c* e pigmentos acessórios: xantofilas, fucoxantina, neofucoxantina, diadinoxantina e diatoxantina. A coloração dos mesmos é marrom-dourada, devido ao predomínio de fucoxantina entre os diferentes pigmentos que contém. Na maioria das diatomáceas existe um

cromatóforo com um pirenóide (ROUND, CRAWFORD, MANN, 1990). O material de reserva é constituído de polissacarídeos e crisolaminarina, armazenados em vacúolos.

Atualmente estima-se que existam mais de 250 gêneros de diatomáceas, aproximadamente 13.000 espécies vivas e pelo menos 7.900 gêneros fósseis e extintos desde a era Mesozóica (Período Jurásico 191-205 milhões de anos). Depois das bactérias, são provavelmente os organismos aquáticos de maior distribuição (GRAHAM; WILCOX, c2000).

### Morfologia e Ultraestrutura da Frústula

As diatomáceas são organismos unicelulares que apresentam uma membrana contínua constituída de pectina. Sobre esta membrana se deposita uma camada de sílica polimerizada ( $\text{SiO}_2, n\text{H}_2\text{O}$ ). A frústula é composta por duas metades que se encaixam perfeitamente (semelhante a uma placa de petry): a epiteca (epivalva + epicíngulo) e a hipoteca (hipovalva + hipocíngulo)(Figura 5.1 a). Sua organização propicia a identificação de eixos e planos de simetria, dando a frústula formas bem diversificadas (Figuras 5.1 e 5.2), e apresentam duas formas distintas: penadas, que apresentam comprimento (eixo apical) maior que a largura (eixo transapical)(Figuras 5.2 a, b, d, e, f) e cêntricas, com morfologia radial da frústula (Figura 5.2 c).

As valvas apresentam-se ornamentadas com estrias, aréolas, pontos, rafe (em alguns grupos) e espessamentos silicosos, possuindo uma complexidade de arranjos que servem como parâmetros de identificação (Figuras 5.2 a-f). A taxonomia das diatomáceas é realizada de acordo com a morfologia e a ultraestrutura da frústula, principalmente da valva (ROUND, CRAWFORD, MANN, 1990; REVIERS, 2006).

Nas diatomáceas ocorre a produção de mucilagem, que tem por finalidade propiciar a fixação do organismo ao substrato (Figuras 5.2 e-f) ou auxiliar na flutuabilidade do indivíduo (SUTHERLAND, 1998). As cêntricas conseguem se movimentar sobre a secreção de mucilagem da rimopórtula (MEDLIN; ROUND, 1986). Já nas penadas com rafe (geralmente bentônicas), a produção de mucilagem liberada para o ambiente é pela rafe (mecanismo que envolve fibrilas situadas na mesma), bem como corpos cristalóides, produtores de muco, que facilita a locomoção, mantendo ligação entre os meios interno e externo, e provocando o deslizamento da célula sobre ou através do substrato. O movimento, portanto, está na dependência da adesão ao substrato. Os “caminhos” percorridos dependem da forma da rafe.



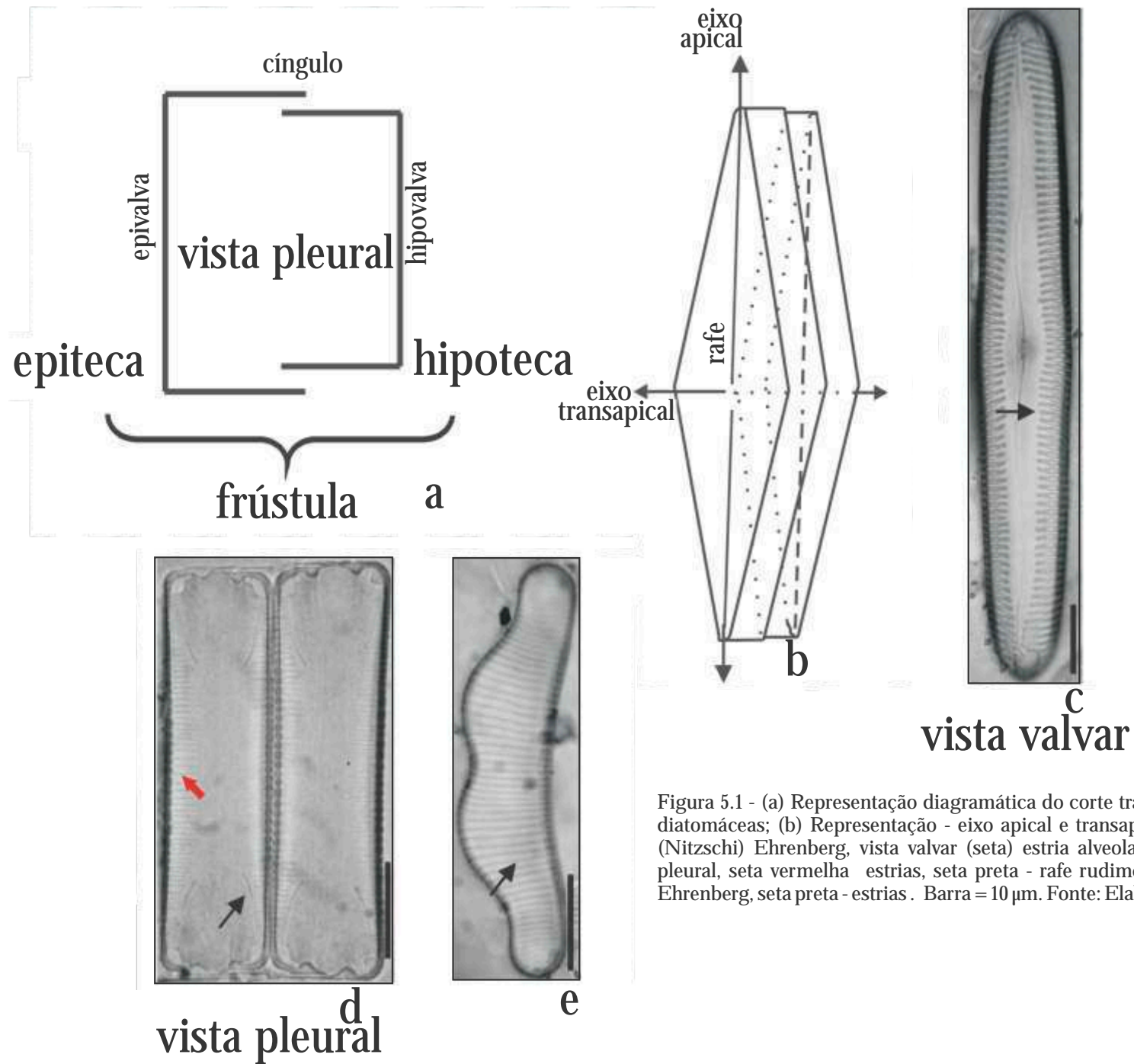


Figura 5.1 - (a) Representação diagramática do corte transversal da frústula de diatomáceas; (b) Representação - eixo apical e transapical; (c) *Pinnularia viridis* (Nitzschi) Ehrenberg, vista valvar (seta) estria alveolar; (d) *Eunotia* sp., vista pleural, seta vermelha - estrias, seta preta - rafe rudimentar; (e) *Eunotia camelus* Ehrenberg, seta preta - estrias. Barra = 10  $\mu$ m. Fonte: Elaborado pelos autores.

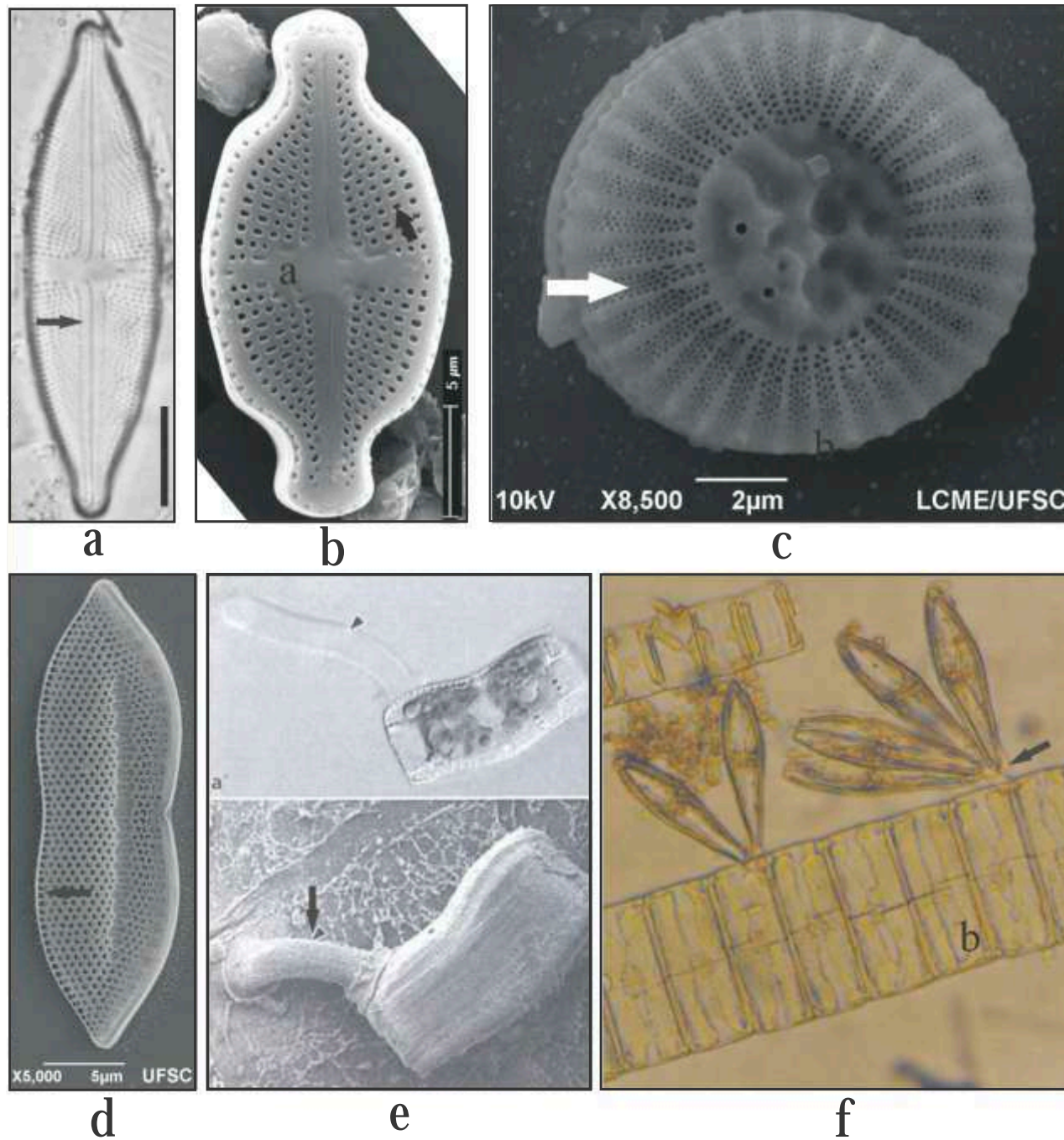


Figura 5.2 - Exemplos da morfologia e ultraestrutura em diatomáceas: (a) *Luticola goepertiana* (Smith) Mann, simetria bilateral - presença de rafe (seta preta) e estrias com aréolas na superfície valvar (Barra = 10 µm); (b) *Luticola ventricosa* (Kützing) Mann, área central expandida (microscopia eletrônica de varredura), aréolas levemente alongadas (seta preta); (c) *Cyclotella meneghiniana* Kützing - simetria radial - alvéolos (microscopia eletrônica de varredura); (d) *Psammodictyon* sp. Mann, fibula marginal (seta), canal da rafe lateral; (e) *Achnanthisdium longipes* Agardh produção de pedúnculo mucilaginoso, através dos poros apicais (seta preta), Microscopia eletrônica de varredura (Fonte: GRAHAM; WILCOX, 2000); (f) *Gomphonema* sp. Ehrenberg, com secreção de pedúnculo mucilaginoso, fixo sobre cadeia filamentososa de (f.b) *Eunotia* sp. Fotos: a, e, f - TALGATTI, Dávia Marcia. Laboratório de Ficologia/USFSC. Fotos: b, c, d - VETTORATO, Bianca. Laboratório de Ficologia/USFSC.

Há diatomáceas que, mesmo com a presença de rafe, não se locomovem e apresentam longos talos de mucilagem produzidos em poros especiais (ex. *Achnantheidium longipes* Kützing, *Gomphonema augur* Ehrenberg (Figura 5.2e)), situados no pólo basal. Outras penadas (sem rafe) podem formar blocos (agulhas em agulheiro, ex. *Fragilaria capucina* Desmazière).

### Reprodução assexuada

A reprodução assexuada nas diatomáceas pode ser comparada a de outras algas, ocorre mitose dando origem a duas células filhas, hipovalva e epivalva que darão origem a uma nova hipovalva (RAVEN; EVERT; EICHHORN, c2001). A hipovalva é menor que a epivalva, assim podemos sugerir que a partir de algumas sequências de divisões mitóticas teremos como resultado o tamanho dos indivíduos reduzido. Desta forma, o restabelecimento do tamanho dos espécimes se faz necessário, o que provavelmente leva estes organismos a dividirem-se sexuadamente para que o tamanho seja restabelecido (Figura 5.3). A redução da frústula ocorre tanto em diatomáceas cêntricas como em penadas.

### Reprodução sexuada

As células vegetativas das diatomáceas são diplóides, assim a produção dos gametas ocorre após a meiose. Os gametas formados podem ser: oogâmicos (Figura 5.4) como ocorre em Coscinodiscophyceae (diatomáceas cêntricas), onde o gameta masculino é menor e flagelado, apresentando um único flagelo e o feminino maior e sem flagelo, ou gametas isogâmicos como ocorre em Fragilariophyceae e Bacillariophyceae (diatomáceas penadas), onde os gametas são morfologicamente iguais (Figura 5.5) com gametas masculinos e femininos de mesmo tamanho e sem flagelos. Contudo há uma exceção para *Rhabdonema* Kützing, uma diatomácea arrafide: a “oogamia é modificada”, pois o oogônio é pequeno e o gameta masculino é amebóide e sem flagelo (GRAHAM; WILCOX, 2000).

No ciclo sexual a célula funciona como gametângio (estrutura formadora de gametas a partir de meiose no interior da célula), um como gametângio masculino e outro como feminino. Como resultado da fecundação, ocorre a formação do zigoto que, ao desenvolver-se, formará o auxósporo. Este pode ser completamente livre da frústula parietal ou apresentar uma das valvas aderidas a ele ou ambas. O auxósporo apresenta características próprias e pode permanecer desta forma por período indeterminado, ou desenvolver a epivalva e hipovalva com o tamanho característico da espécie.

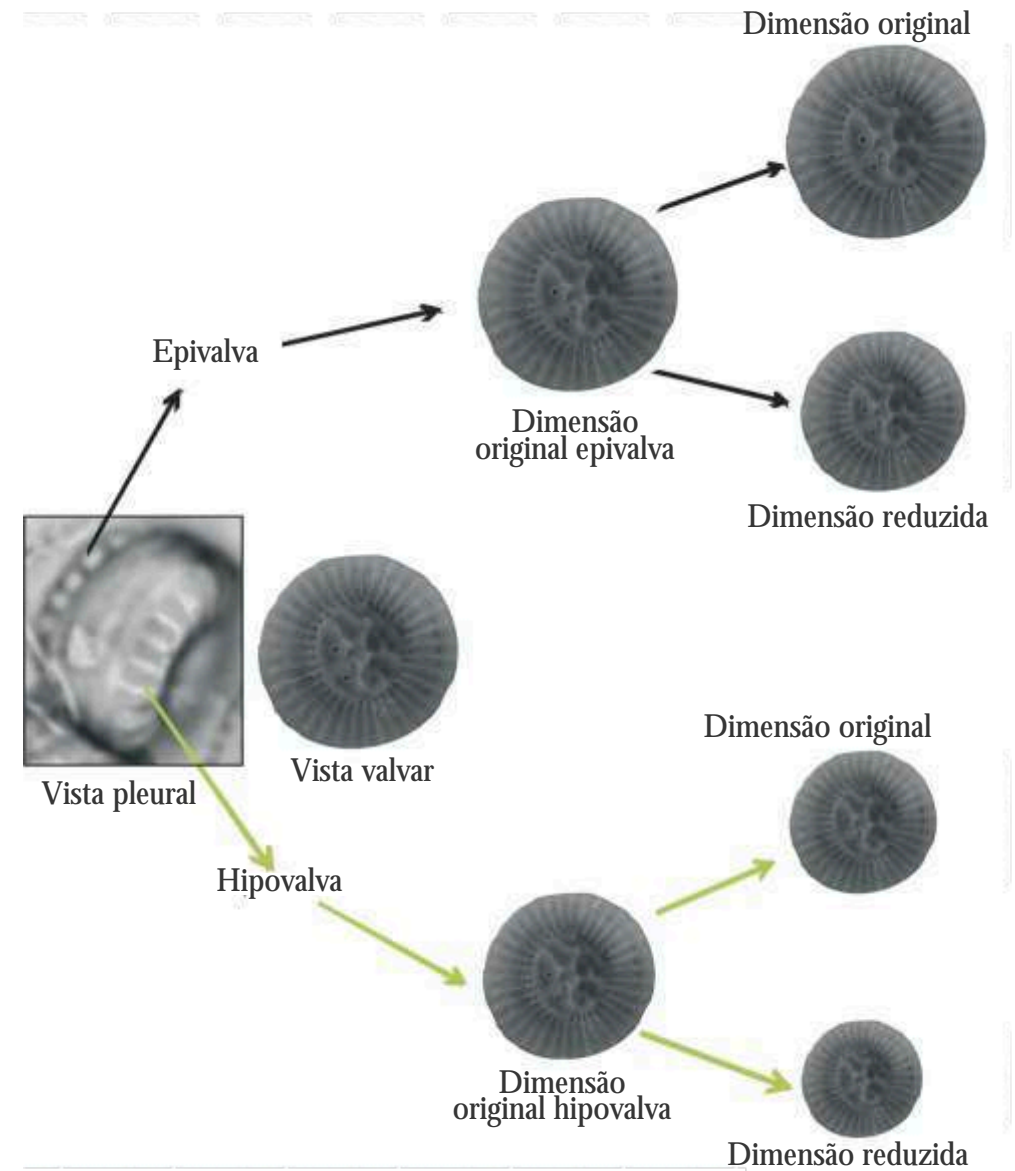


Figura 5.3 - Esquema de divisão assexuada para diatomácea, demonstrando a redução no tamanho da frústula. Fonte: Elaborado pelos autores.

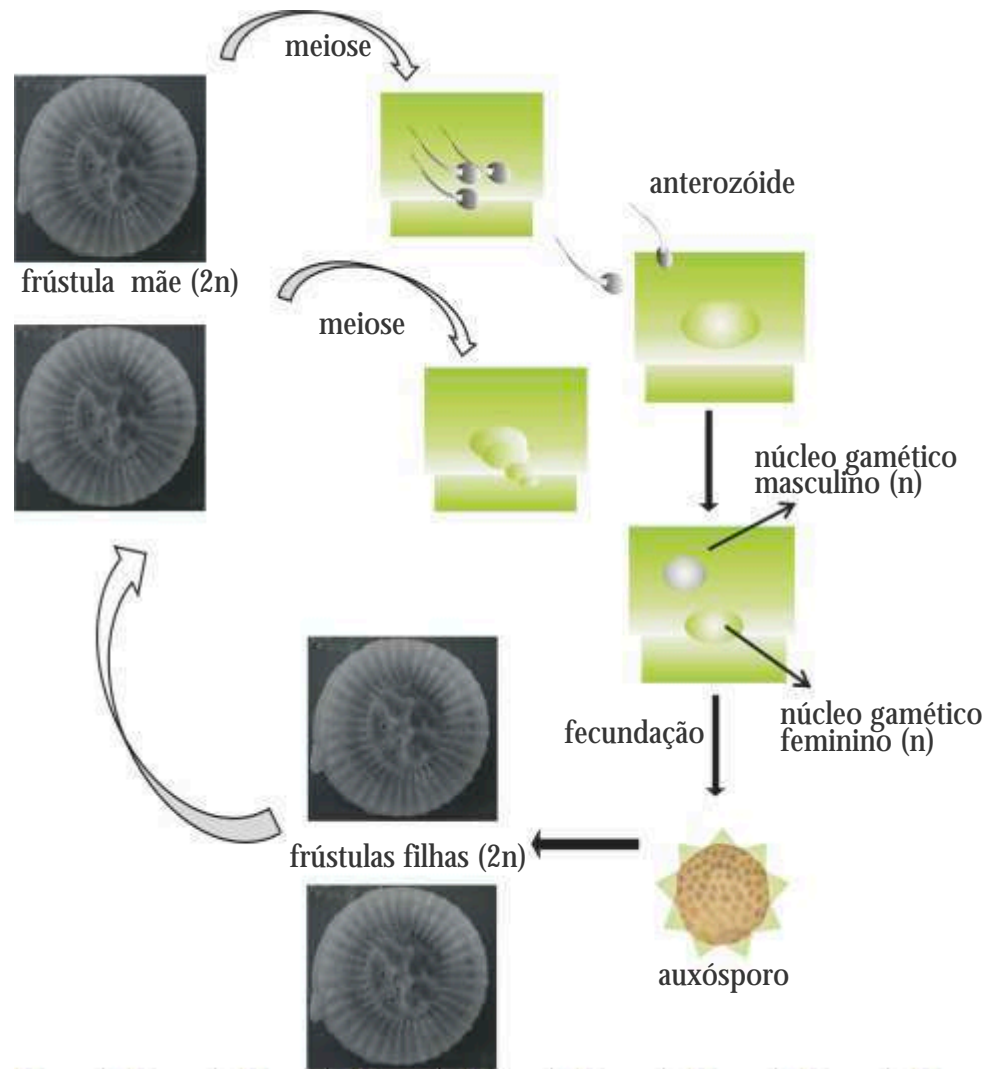


Figura 5.4 - Esquema da reprodução sexual para diatomáceas cêntricas: oogamia.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

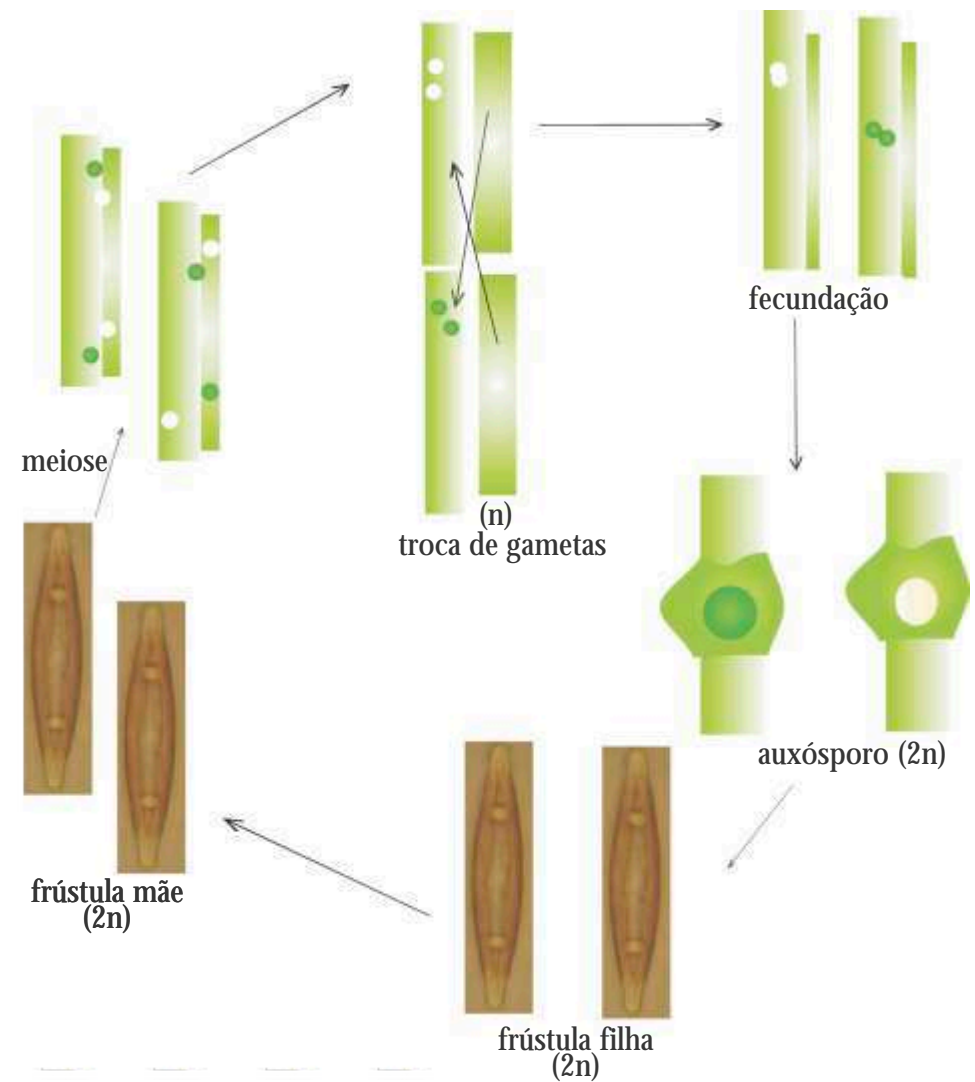


Figura 5.5 - Esquema da reprodução sexual para diatomáceas penadas: isogamia.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

## Importância Ecológica e Econômica

As diatomáceas constituem um grupo de algas encontradas em praticamente todos os tipos de ambientes e em todas as latitudes do globo. Estas algas geralmente são abundantes nas comunidades planctônica e perifítica, tanto no ambiente marinho, como de água doce (ROUND, 1991).

Economicamente, as frústulas destas algas, principalmente as fossilizadas (que após a morte depositaram-se no fundo de lagos e oceanos formando a terra de diatomáceas - diatomito) são utilizadas na indústria, devido à sílica presente na sua estrutura membranosa. Esta sílica é utilizada para confecção de filtros, abrasivo, isolante térmico ou de ruídos, inseticida na armazenagem de grãos, e ainda, como indicador de camadas que apresentam petróleo e gás natural (RAVEN; EVERT; EICHHORN, c2001).

Seus depósitos (fósseis) vêm sendo utilizados por pesquisadores como fonte de estudos de clima, evolução e características do ambiente em outras eras geológicas (paleointerpretações) (STOERMER; SMOL (Ed.), 2001).

Ecologicamente as diatomáceas, devido sua rápida resposta às mudanças ambientais, como: presença ou ausência, abundância relativa ou ainda sua densidade e composição de comunidades, podem revelar excelente(s) indicador(es) biológico(s) (STEVENSON, c1996; COX, 1997; LOBO; TORGAN, 1988; LOBO et al., 1996; LOBO; CALLEGARO; BENDER, 2002).

## Método de Coleta

Em um corte do rio ou lago observam-se compartimentos que são considerados importantes para o entendimento de onde encontrar algas (Figura 5.6a):

a) fitoplâncton - pode ser considerado como as algas que vivem livres na coluna de água. Estas geralmente podem ser amostradas com coleta direta da água na subsuperfície ou com o auxílio da rede de plâncton (malha de 25 µm) na região limnética (Figura 5.6 a, e, f);

b) Ficoperifiton - são as algas que ficam aderidas, firme ou frouxamente, a um substrato. Estes substratos podem ser encontrados na região litorânea (em macrófitas aquáticas, seixos, pecíolos, troncos, entre outros) ou região profunda no sedimento (Figura 5.6 a).

Para amostrar esta comunidade coleta-se um ou vários substratos (seixos, galhos, folhas, plantas, etc) presente (s) na água e faz-se a raspagem do mesmo

(lâmina inoxidável) com auxílio de jatos de água (de preferência água destilada) (Figura 5.6.a-d).

Para coletar algas com a finalidade de observar a fresco, é necessário:

- Frasco;
- Placa de Petry;
- Pinça;
- Tesoura de poda (cortar o substrato);
- Rede para fitoplâncton;
- Isopor com gelo para acondicionar o material amostrado.

Com um frasco ou rede (para maior concentração do material), coleta-se na subsuperfície da água de um riacho ou lago para análise do fitoplâncton. Em outro frasco coletam-se partes de vegetais (folhas e pecíolos) ou seixos que estejam na água para amostrar as algas do perifiton (Figuras 5.7a-c). Em laboratório, com ajuda de lâmina de aço e água destilada, raspa-se o material aderido aos substratos retirados do ambiente.

## Preservação das Amostras

Recomenda-se observar o material vivo o mais rápido possível após a coleta. Caso essa observação ocorra mais tarde, no mesmo dia ou no dia seguinte, o material deve ser deixado em geladeira devidamente tampado. Para preservar o material para observações futuras, duas formas são sugeridas. A primeira consiste na utilização da solução de Transeau, utilizada em proporção de 1:1 com a água que compõe a amostra. Sua composição e fórmula são:

- 6 partes de água da torneira (pode ser destilada);
- 3 partes de álcool etílico 95% G.L.;
- 1 parte de formalina (solução aquosa de formol a 40%).

A segunda, também amplamente utilizada, é a formalina líquida na proporção de 4-5% da água da amostra (BICUDO; MENEZES, 2006). Outros métodos podem ser pesquisados e utilizados.

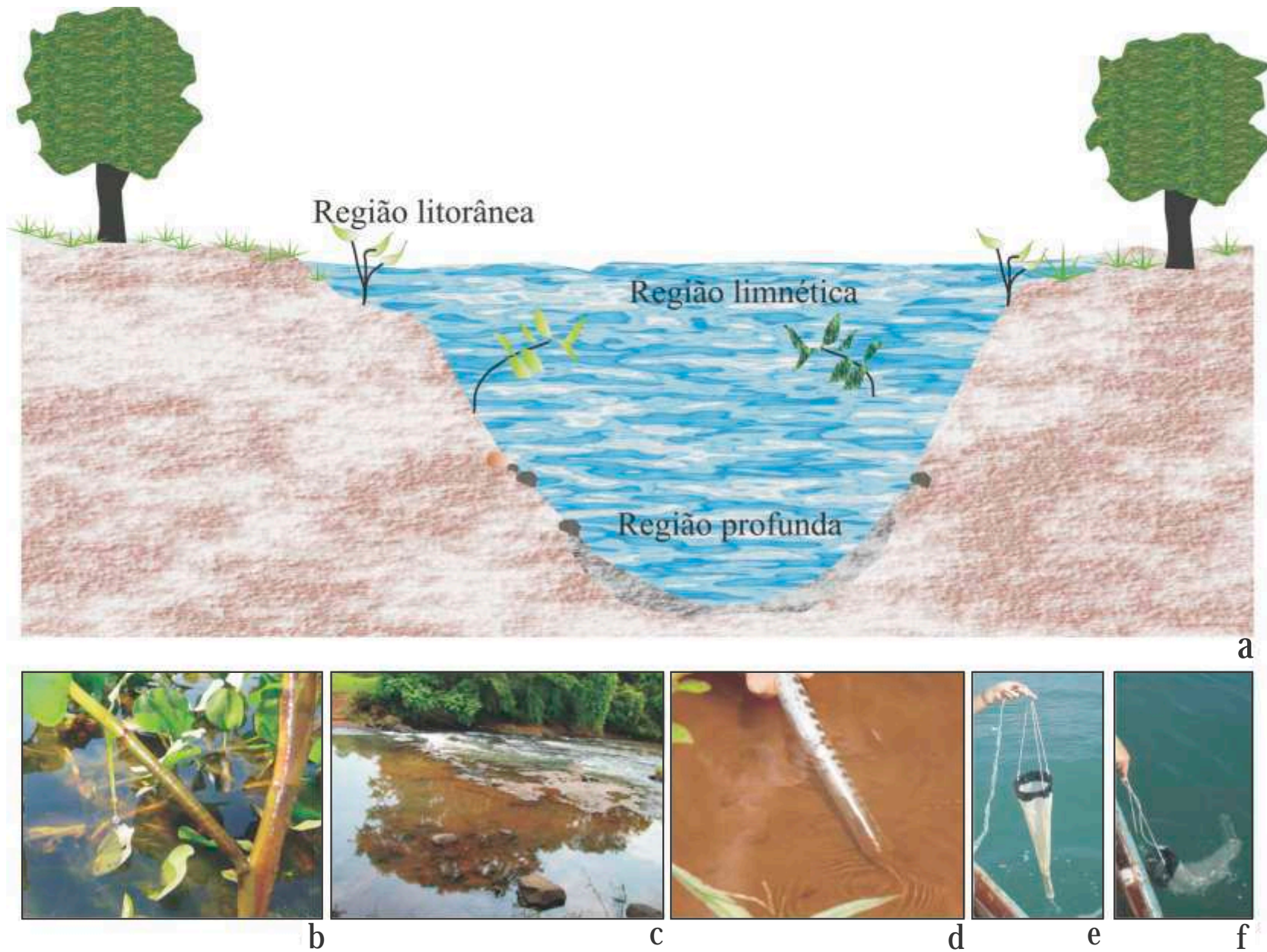


Figura 5.6 - (a) Representação diagramática em corte transversal de um rio delimitando as regiões limnética, bentônica (fundo) e litorânea; (b) pecíolo de *Echhornia azurea* (Swar.) Kunth como substrato para algas, rio Paraná, PR; (c) fundo rochoso (seixos); (d) coleta de sedimento - rio Formoso, (PR); (e-f) coleta com rede - fitoplâncton - rio Ratonés, SC. Desenho e Fotos: a, b, d, LEANDRINI, Josimeire Aparecida, UFFS. Foto: MARCOTTI, Tais Cristina Berbet, 2009. Lepafe/Fecilcam. Fotos: e, f, VETTORATO, Bianca, Laboratório de Ficologia/UFSC.

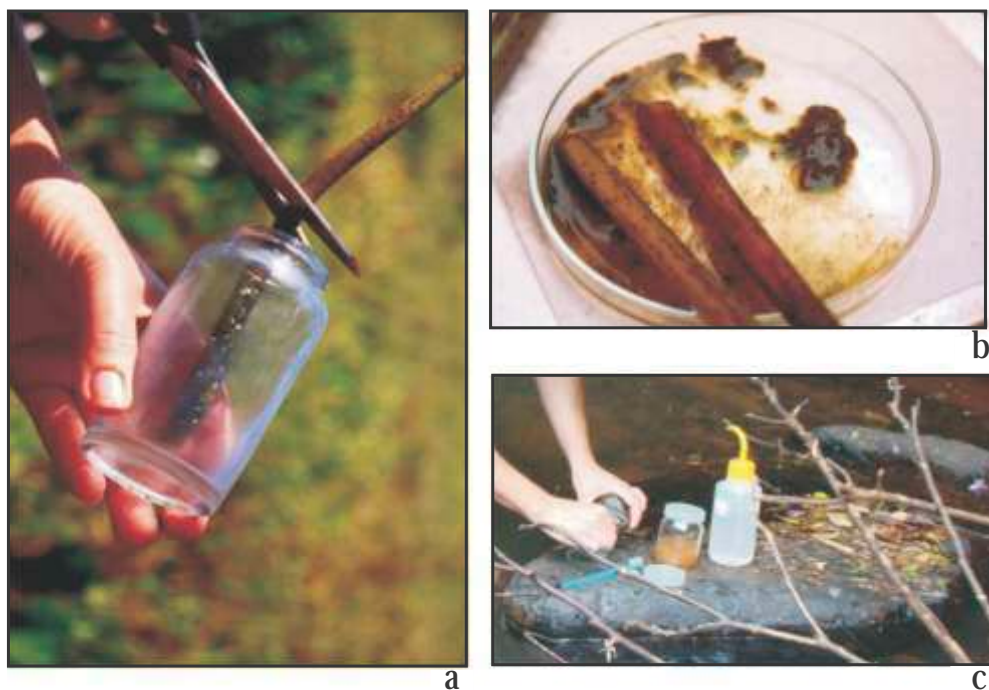


Figura 5.7 - Coleta e remoção do material ficoperifítico, (a) pecíolo coletado e armazenado em frasco de vidro; (b) placa de petry - pecíolo com material parcialmente removido; (c) coleta de seixos – remoção do material perifítico em campo. Fotos: a, b, FELISBERTO, Sirlene Aparecida. CEUNES/UFES. Foto: c, MARCOTTI, Tais Cristina Berbet, Lepafe/Fecilcam.

### Método de preparação de lâmina

Lâminas temporárias (semipermanentes): com o conta-gotas pinga-se uma gota da amostra sobre a lâmina, coloca-se a lamínula sobre a gota na lâmina e leva-se ao microscópio. Se necessário pode-se secar o excesso com papel.

Lâminas permanentes (lâminas oxidadas): a técnica de oxidação do material pode ser realizada de acordo com o proposto por Moreira-Filho; Valente Moreira (1981), com o seguinte procedimento:

- a) homogeneiza-se as amostras através de agitação manual;
- b) pipeta-se 10 ml do sobrenadante, transferindo-o para tubos de ensaio e procede-se a lavagem, centrifugando-se cinco vezes a 1000 r.p.m., por 5 minutos, a fim de se eliminar o álcool e o formol das amostras;
- c) após a última lavagem, despreza-se o sobrenadante e acrescenta-se 1,5

a 2,0 ml de solução de permanganato de potássio a 10%. O volume de permanganato adicionado varia de acordo com o teor de matéria orgânica presente nas amostras.

- d) deixa-se as amostras em repouso por 24 horas;
- e) adiciona-se ácido clorídrico concentrado em volume igual ao da mistura (esta adição deve ser feita em uma capela com os devidos cuidados);
- f) aquece-se as amostras em banho-maria, a cerca de 50 °C, até que adquiram uma coloração amarelo-clara;
- g) centrifuga-se a 1.000 r.p.m., por aproximadamente cinco minutos, desprezando-se o sobrenadante;
- h) lava-se cinco vezes o precipitado com água destilada, através de centrifugação, a fim de eliminar completamente o ácido e outras substâncias solúveis em água;
- i) após a última centrifugação, despreza-se o sobrenadante e completa-se com 5 ml de água destilada, homogeneiza-se as amostras através de agitação manual e, após mantem-nas em repouso por 3 minutos;
- j) coloca-se em placa de aquecimento, lamínulas sobre lâminas de microscopia, deposita-se sobre as lamínulas cerca de 0,25 ml da amostra. Aquece-se a uma temperatura de aproximadamente 50°C, até que o material seque completamente;
- k) deposita-se sobre o material dessecado uma ou duas gotas de xilol;
- l) coloca-se as lamínulas, com auxílio de uma pinça, sobre a lâmina de microscopia, contendo 1 a 2 gotas de Naphrax®. Outros meios de inclusão podem ser utilizados, como Balsamo do Canadá® e Permound®;
- m) procede-se o aquecimento de cada lâmina preparada sobre a chama de uma lamparina a álcool, permitindo ebulições a fim de expulsar o ar retido nas valvas das diatomáceas;
- n) coloca-se um pequeno peso sobre as lamínulas, deixa-se secar e etiqueta-se cada lâmina, fazendo constar os dados referentes à data, local e estação de coleta, nome do coletor e número de registro no herbário.

Para o conjunto de lâminas de diatomáceas que integram o kit, foram efetuadas coletas nos rios: Formoso, Laranjeiras e Chupador, localizados na região centro ocidental do Paraná, Município de Iretama, no período vespertino nos anos de 2008 e 2009. Para a coleta das amostras planctônicas e perifíticas, foram retirados os seixos e as partes submersas de gramíneas (Poaceae) e/ou partes de plantas (pecíolos) e água do local. O material coletado foi acondicionado em frascos de 500ml de capacidade, e preservado em formalina líquida até a preparação das lâminas oxidadas.

Para os táxons com maior ocorrência nas amostragens foram realizadas fotos, medidas e chaves dicotômicas, tanto de classes como de gêneros, a fim de facilitar a identificação dos indivíduos encontrados.

Para saber: o nome de uma espécie ou gênero sempre deverá vir acompanhado do nome do seu respectivo autor, para que se saiba quem fez sua descrição e o nomeou. Há casos em que o gênero ou espécie são seguidos de dois autores ou mais. Isso indica que, provavelmente, houve alteração de nível taxonômico ou que o mesmo foi descrito em outra obra (McNEILL et al., 2006). Como por exemplo o gênero: *Navicula* Bory (Bory foi o autor que descreveu e deu o nome para este gênero em 1822) ou para espécie *Orthoseira roseana* (Rabenhorst) O'Meara, *Orthoseira roseana* foi descrita como *Melosira roseana* por Rabenhorst em 1853, e em 1876 O'Meara fez uma revisão e mudou sua categoria taxonômica.

A organização sistemática dos organismos é apresentada de acordo com o sistema de classificação de Reviere (2006) até subfilo e Round, Crawford e Mann (c1990) a partir de classe.

Sub-reino Chromobiota

Infra-reino Heterokonta

Divisão (Filo) Ochrophyta

Subfilo Diatomeae

Classe Coscinodiscophyceae

Subclasse Thalassiosirophyceae

Ordem Thalassiosirales

Família Stephanodiscaceae

Gênero: *Cyclotella* (Kützing) Brébisson

Subclasse Coscinodiscophycidae

Ordem Melosirales

Família Melosiraceae

Gênero: *Melosira* Agardh

Ordem Aulacoseirales

Família Aulacoseiraceae

Gênero: *Aulacoseira* Thwaites

Ordem: Orthoseirales Crawford

Família: Orthoseiraceae Crawford

Gênero: *Orthoseira* Thwaites

Subclasse Biddulphiophycidae

Ordem Triceratiales

Família Triceratiaceae

Gênero: *Pleurosira* (Meneghini) Trevisan

Ordem: Biddulphiales

Família: Biddulphyaceae

Gênero: *Hydrosera* Wall



Classe Fragilariophyceae  
Subclasse Fragilariophycidae

Ordem Fragilariales

Família Fragilariaceae

Gêneros: *Fragilaria* Lyngbye  
*Staurosira* Ehrenberg  
*Ulnaria* Round

Classe Bacillariophyceae  
Subclasse Eunotiophycidae

Ordem Eunotiales

Família Eunotiaceae

Gênero: *Eunotia* Ehrenberg

Subclasse Bacillariophycidae

Ordem: Cymbellales D. G. Mann

Família: Cymbellaceae Greville

Gêneros: *Cymbella* C. A. Agardh  
*Cymbopleura* (Krammer) Krammer  
*Encyonema* Kützing  
*Placoneis* Mereschkowsky

Família: Gomphonemataceae Kützing

Gênero: *Gomphonema* C. G. Ehrenberg

Ordem Achnanthales

Família Achnanthaceae

Gênero: *Achnanthes* Bory

Ordem Naviculale

Família Diadesmidaceae

Gênero: *Luticola* Mann ex Round

Família Pinnulariaceae

Gêneros: *Pinnularia* Ehrenberg  
*Caloneis* Cleve

Família Diploneidaceae

Gênero: *Diploneis* Ehrenberg

Família Naviculaceae

Gênero: *Navicula* Bory

Família Pleurosygmataceae

Gênero: *Gyrosigma* Hassall

Família Stauroneidaceae

Gênero: *Stauroneis* Ehrenberg, Craticula Grunow

Ordem Thalassiophysales

Família Catenulaceae

Gênero: *Amphora* Ehrenberg

Ordem Bacillariales

Família Bacillariaceae

Gêneros: *Hantzschia* Grunow  
*Tryblionella* Smith  
*Nitzschia* Hassal

Ordem Surirellales

Família Surirellaceae

Gêneros: *Stenopterobia* Brébisson ex Van Heurck  
*Surirella* Turpin

Para Lembrar: os nomes das categorias, gênero ou espécie deve ser sempre destacado no texto, em itálico, negrito, ou sublinhados.

## Chave de identificação das classes de diatomáceas

1. Valvas cêntricas, globosas, triangulares, com ornamentação de disposição radial ou concêntrica..... Coscinodiscophyceae
- 1'. Valvas lanceoladas, elípticas, lineares, com ornamentação de disposição bilateral .....2
2. Valvas sem rafe.....Fragilariophyceae
- 2'. Valvas com rafe rudimentar ou rafe .....Bacillariophyceae

## Classe Coscinodiscophyceae

## Chave de identificação para os gêneros analisados

1. Frústulas triangulares..... *Hydrosera*
- 1'. Frústulas cilíndricas .....2
2. Frústulas cilíndricas com diâmetro valvar maior que o perivalvar.....*Cyclotella*
- 2'. Frústulas cilíndricas com eixo perivalvar maior que o diâmetro valvar.....3
3. Frústulas com presença de ocelo.....*Pleurosira*
- 3'. Frústulas sem ocelo.....4
4. Estrias visíveis em microscopia óptica .....*Aulacoseira*
- 4'. Estrias inconspícuas em microscopia óptica .....*Melosira*

*Aulacoseira* Thwaites (Figuras 5.8, 5.9, 5.130)

Frústula cilíndrica, unidas em cadeias filamentosas retas, curvas ou espiraladas unidas por espinhos de ligação (curtos e/ou longos). Valvas circulares, com estrias areoladas distribuídas em toda a superfície valvar ou em geral restritas a periferia. Superfície valvar formando ângulo reto com o manto valvar, ocorrendo espinhos de ligação com as extremidades expandidas, de maneira a conectar firmemente as células adjacentes. Manto valvar ornamentado com estrias areoladas retas ou oblíquas. Diâmetro valvar: 3-4,5µm; eixo perivalvar: 13-15µm; 3-6 estrias em 10µm; número de aréolas: 11-12 em 10µm.

*Cyclotella* (Kützing) Brébisson (Figuras 5.10-5.12)

Frústula cilíndrica, com diâmetro maior que altura, solitária ou formando cadeias filamentosas, unidas por cordões mucilaginosos. Estrias marginais radiais

que podem ou não se estender até a região central. Área central hialina ou ornamentada por pequenas estruturas arredondadas ou lineares, que ocorrem tanto ao acaso ou com disposição padrão. Em microscopia eletrônica podem ser representadas por aréolas, fultopórtulas ou pequenos espessamentos silíceos em forma de grânulos. Diâmetro valvar: 11-16µm; 8-15 estrias em 10µm; número de aréolas: em 10µm

*Hydrosera* Wallich (Figuras 5.15-5.17)

Frústula retangular em vista pleural, formando quando unidas, cadeias curtas, através da mucilagem secretada dos pseudo-ocelos. Valvas triangulares onduladas. Ângulos arredondados com presença de pseudo-ocelos na superfície da valva. Aréolas mais grosseiras e irregulares ornamentam a superfície valvar e as mais delicadas do manto. Diâmetro: 55-63µm; 8 estrias em 10µm.

*Melosira* Agardh (Figura 5.13)

Frústula cilíndrica ou subsférica, quando unidas, formam cadeias filamentosas por mucilagem secretada através de poros localizados na superfície valvar. Grânulos ou pequenos espinhos se encontram espalhados pela superfície da valva e auxiliam na união entre as células. Estrias inconspícuas em microscopia óptica. Diâmetro valvar: 10,3- 23,7µm; eixo perivalvar: 12,6-28,5µm.

*Pleurosira* (Meneguini) Trevison (Figura 5.18)

Frústula cilíndrica, solitária ou unidas em cadeias filamentosas retas ou em zigue-zague. Valvas circulares a subcirculares com superfície valvar reta e manto longo. Estrias unisseriadas, radiadas ao longo de toda a frústula. Grânulos podem estar dispersos pela superfície valvar. Dois ocelos localizados em lados opostos na margem valvar. Eixo apical: 61,6 a 75,1µm; eixo transapical: 52,1- 56,1µm; estrias: 15-16 em 10µm

## Classe: Fragilariophyceae

Chave de identificação para os gêneros analisados.

1. Estrias grosseiras.....*Staurosira*  
 1'. Estrias areoladas delicadas.....2  
 2. Estrias transapicais com disposição alterna na superfície valvar .....*Fragilaria*  
 2'. Estrias transapicais com disposição oposta na superfície valvar ..... *Ulnaria*

*Fragilaria* Lyngbye (Figuras 5.21-5.22)

Frústula solitária ou formando cadeias lineares. Valvas lineares, linear-lanceoladas, elípticas e às vezes com suave intumescência central. Extremidades com formas variadas. Área axial linear ou linear-lanceolada, geralmente expandida na região central. Estrias transapicais unisseriadas com disposição alterna. Eixo apical: 26-30µm; eixo transapical: 3-4µm; 10-12 estrias em 10µm.

*Staurosira* Ehrenberg (Figuras 5.19-5.20)

Frústula solitária ou formando cadeias. Valvas ovais, elípticas ou amplamente intumescidas na região central, raramente triangulares. Estrias transapicais areoladas, grosseiras, com disposição alterna, que se estendem sobre a superfície valvar. Áreas axiais variáveis. Eixo apical: 6,34-10µm; eixo transapical: 3,76-5,6µm; 10-12 estrias em 10µm.

*Ulnaria* Kützing (Figuras 5.23-5.28, 5.131-5.132)

Frústula solitária ou formando cadeias lineares. Valvas lineares às vezes com intumescência ou constrição na área central. Área central linear estreita. Estrias transapicais areoladas delicadas, unisseriadas, com disposição oposta, que se estendem pela superfície valvar. Eixo apical: 35-231µm; eixo transapical: 6-11µm; 7-12 estrias em 10µm.

Esse gênero encontra-se em fase de revisão e suas espécies estão sendo renomeadas ou transferidas para outros gêneros, assim consideramos *Synedra* Ehrenberg junto com *Ulnaria* Kützing formando um único gênero (LUDWIG; BIGUNAS, 2006).

## Classe: Bacillariophyceae

Chave de identificação para os gêneros analisados.

1. Valvas com rafe rudimentar.....*Eunotia*  
 1' Valvas com rafe em uma ou em ambas as valvas.....2  
 2. Rafe presente em apenas uma das valvas.....3  
 2'. Rafe presente em ambas as valvas.....7  
 3. Valvas elípticas a semicirculares, com extremidades amplamente arredondadas.....*Cocconeis*  
 3'. Valvas lineares, lanceoladas, linear lanceoladas, de estreitamente elípticas a elíptico-lanceoladas, com extremidades atenuadas, arredondadas, subrostradas, rostradas a capitadas.....4  
 4. Valvas com espessamento em forma de ferradura.....*Planolithidium*  
 4'. Valvas sem esta característica.....5  
 5. Estrias em geral inconspícuas, número de estrias maior que 15 em 10 µm .....6  
 5'. Estrias conspícuas, número de estrias menor que 15 em 10 µm.....*Achnanthes*  
 6. Valva com rafe: área central transversalmente expandida formando um estauro largo e assimétrico.....*Lemnicola*  
 6'. Valva com rafe: área central transversalmente expandida, alcançando as margens valvares ou lanceolada e limitada por uma a três estrias mais espaçadas entre si .....*Achnanthidium*  
 7. Valvas dorsiventrais.....8  
 7'. Valvas não dorsiventrais.....11  
 8. Presença de bandas intercalares em vista pleural.....*Amphora*  
 8'. Ausência de bandas intercalares em vista pleural.....9  
 9. Extremidades distais da rafe voltadas para o lado ventral da valva; estigmóide sempre presente.....*Encyonema*  
 9'. Extremidades distais da rafe voltadas para o lado dorsal da valva.....10  
 10. Presença de um ou mais estigmas na região mediana dorsal valvar..... *Cymbella*  
 10'. Ausência de estigmas na região mediana dorsal valvar.....*Cymbopleura*  
 11. Rafe localizada em canal.....12  
 11'. Rafe não localizada em canal.....14  
 12. Canais aliformes presentes; sistema de rafe em todo perímetro da margem valvar.....*Surirella*  
 12'. Canais aliformes ausentes; sistema de rafe não se estendendo em todo perímetro da margem valvar.....13

13. Presença de uma costela marginal no lado oposto ao da rafe; superfície valvar ondulada.....	<i>Tryblionella</i>
13'. Ausência de uma costela marginal no lado oposto ao da rafe; superfície valvar plana.....	<i>Nitzschia</i>
14. Valvas heteropolares.....	<i>Gomphonema</i>
14'. Valvas isopolares.....	15
15. Valvas sigmóides.....	<i>Gyrosigma</i>
15'. Valvas não sigmóides.....	16
16. Presença de costelas longitudinais envolvendo a rafe.....	17
16'. Ausência de costelas longitudinais envolvendo a rafe.....	19
17. Canal longitudinal em forma de H.....	<i>Diploneis</i>
17'. Canal longitudinal nunca em forma de H.....	18
18. Rafe localizada próximo a região terminal, envolvida numa bifurcação das costelas longitudinais.....	<i>Amphipleura</i>
18'. Rafe localizada ao longo do eixo apical, sem bifurcação das costelas longitudinais.....	<i>Frustulia</i>
19. Estrias alveoladas.....	20
19'. Estrias areoladas.....	21
20. Alvéolos convergentes na região terminal; raramente com linhas longitudinais hialinas próximos a margem valvar.....	<i>Pinnularia</i>
20'. Alvéolos geralmente divergentes na região terminal; linhas longitudinais hialinas próximos a margem valvar sempre presentes.....	<i>Caloneis</i>
21. Superfície valvar com estrias transapicais interrompidas por áreas hialinas, longitudinais submarginais.....	<i>Neidium</i>
21'. Superfície valvar sem tal característica.....	22
22. Área central transversalmente expandida até as margens ou limitada por estrias irregularmente encurtadas; estigma presente .....	23
22'. Área central sem tal característica e ausência de estigma.....	24
23. Rafe com terminações proximais curvadas abruptamente para o lado do estigma.....	<i>Luticola</i>
23'. Rafe reta.....	<i>Placoneis</i>
24. Área central circular.....	<i>Navicula</i>
24'. Área central limitada por várias estrias irregularmente encurtadas.....	<i>Sellaphora</i>

#### *Achnanthes* Bory (Figuras 5.59-5.62)

Frústula heterovalvar solitária ou unidas em cadeias curtas, em geral pela superfície valvar ou aderidas ao substrato por pedúnculos de mucilagem secretados por uma das extremidades da valva com rafe. Células curvadas em vista pleural. Valvas lineares a lanceoladas. Estrias diferenciadas: delicada na valva com rafe e grosseira na valva sem rafe. Valva com rafe: área central transversalmente expandida, alcançando as margens valvares, rafe central. Valva arrafideia: área axial linear a lanceolado deslocado do centro valvar, submarginal. Eixo apical: 32-42µm; eixo transapical: 12,44-15µm; valva com rafe: 12-13 estrias em 10µm.

#### *Achnanthidium* Kützing (Figuras 5.65-5.69)

Frústula heterovalvar, solitária ou unidas formando cadeias curtas em geral pela superfície valvar ou aderidas ao substrato por pedúnculos de mucilagem secretados por uma das extremidades da valva com rafe. Célula curvada em vista pleural. Valva com rafe convexa encaixando-se com a valva sem rafe, côncava. Valvas lineares, lanceoladas a linear elípticas, com as extremidades arredondadas e de subcapitadas a largamente rostradas. Valva com rafe: área axial linear estreita e área central transversalmente expandida, alcançando as margens valvares ou lanceolada, e limitada por uma a três estrias mais espaçadas entre si, quando comparada com as demais; rafe central. Valva arrafideia: área axial linear estreita; área central ausente limitada pelo encurtamento de uma estria mediana. Eixo apical: 10-14µm; eixo transapical: 3-5,5µm; 16-18 estrias em 10µm.

#### *Amphipleura* Kützing (Figuras 5.87-5.88, 5.140)

Frústula solitária. Valvas lanceoladas ou rombo-lanceoladas, com extremidades atenuado-arredondadas ou agudas. Estrias muito delicadas, em ângulo reto com a rafe. Aréolas alongadas, regularmente espaçadas e inconspícuas. Rafe curta, geralmente restrita a porção terminal da valva, ocupando cerca de um terço do comprimento valvar. Área axial estreita e longa. Presença de costelas longitudinais envolvendo os ramos da rafe, que se fundem e percorrem a área axial. Eixo apical: 87,8-149 µm; eixo transapical: 11-21µm.

*Amphora* Ehrenberg ex Kützing (Figuras 5.111-4.113)

Frústula solitária, semi-elíptica ou semilanceolada e cimbelóide. Valvas assimétricas em relação ao eixo apical, algumas vezes constrictas na região mediana ou próxima às extremidades. Estrias apresentando aréolas arredondadas, às vezes inconspícuas. Sistema de rafe excêntrico localizado próximo à margem ventral da valva, este geralmente expandido. Eixo apical: 14-36µm; eixo transapical: 3-6µm; 12-18 estrias em 10µm.

*Caloneis* Cleve (Figuras 5.100-5.101)

Frústulas solitárias. Valvas lineares a lanceoladas com as extremidades arredondadas, às vezes trionduladas ou com intumescência mediana. Estrias alveoladas, geralmente paralelas a levemente radiadas em toda a extensão da valva, geralmente interrompidas por linha longitudinal próximo às margens valvares e de difícil visualização. Rafe com extremidades levemente curvadas. Eixo apical: 18-88µm; eixo transapical: 3,95-18,26µm; 13-21 estrias em 10µm.

*Cocconeis* Ehrenberg (Figuras 5.74-5.78)

Frústulas solitárias, unidas ao substrato por secreção de mucilagem através da superfície da valva com rafe. Valvas elípticas a semicirculares, com extremidades amplamente arredondadas. Valva com rafe: área axial central com rafe reta; área central circular diminuta; a estriação interrompida longitudinalmente por área hialina submarginal. Valva sem rafe: área central linear a lanceolada; área hialina submarginal ausente. Eixo apical: 10-44µm; eixo transapical: 6,6-24µm; Valva sem rafe: 3-6 estrias em 10µm, valva com rafe: 12-14 estrias em 10µm.

*Cymbella* Agardh (Figuras 5.40-4.41, 5.134-5.136)

Frústula solitária ou coloniais unidas ao substrato por pedúnculo de mucilagem, secretado em uma das extremidades da valva. Valvas dorsiventrals, com extremidades arredondadas, rostradas ou capitadas. Rafe ao longo da linha mediana da valva curvada nas formas fortemente dorsiventrals. Extremidades distais da rafe voltadas para o lado dorsal da valva. Um ou mais estigmas ocorrem na região mediana dorsal valvar. Eixo apical: 23-90µm; eixo transapical: 7,4-

19,9µm; margem ventral: 7-12 estrias em 10µm, margem dorsal: 9-13 estrias em 10µm.

*Cymbopleura* (Krammer) Krammer (Figuras 5.42-5.43, 5.137)

Frústulas solitárias. Valvas dorsiventrals com extremidades rostradas ou capitadas. Estrias areoladas. Rafe central com extremidades distais curvadas para lado dorsal da valva. Extremidades proximais retas ou sutilmente voltadas para o mesmo lado. Eixo apical: 26-32,4µm; eixo transapical: 7,4- 8,7µm; margem ventral: 11-14 estrias em 10µm, margem dorsal: 11-13 estrias em 10µm.

*Diploneis* Ehrenberg ex cleve (Figura 5.110)

Frústulas solitárias. Valvas de lineares a elípticas, com extremidades arredondadas. Estrias com disposição linear a radiadas na superfície valvar. Canal longitudinal em forma de H, paralelo as costelas que contornam o sistema de rafe e ornamentado por uma ou mais fileira de aréolas ou poros. Rafe central. Eixo apical: 18-30µm; eixo transapical: 14-24µm; 8-11 estrias em 10µm.

*Encyonema* Kützing (Figuras 5.35-5.39, 5.138, 5.139)

Frústula solitária ou colonial, formando tubos de mucilagem. Valvas fortemente dorsiventrals. Rafe paralela à margem ventral, levemente sinuosa, com terminações proximais expandidas, defletidas para o lado dorsal e as terminações distais em forma de gancho voltadas para a margem ventral. Estigmóide sempre presente, situado próximo a extremidade da estria mediana. Eixo apical: 24,73-58µm; eixo transapical: 6,64-12µm; margem ventral: 8-10 estrias em 10µm, margem dorsal: 9-8 estrias em 10µm.

*Eunotia* Ehrenberg (Figuras 5.29-5.34, 5.133)

Frústulas solitárias ou formando cadeias em geral unidas pela superfície valvar. Valvas isopolares, margens dorsiventrals e assimétricas em relação ao eixo apical. Estrias irregularmente espaçadas e arranjadas sobre a valva. Rafe curta e geralmente posicionada nas extremidades da valva e levemente curva voltada para a margem dorsal ou centro da valva. Eixo apical: 30-60µm; eixo transapical: 3,5-6µm; 8-16 estrias em 10µm.

*Frustulia* Rabenhorst (Figuras 5.89-5.91, 5.142)

Frústula solitária ou formando tubos de mucilagem. Valvas de linear-lanceoladas a lanceoladas, às vezes com extremidades capitadas. Estrias justapostas, paralelas, contendo aréolas arredondadas ou em forma de fenda, inconspícuas. Rafe localizada entre costelas longitudinais, que se fusionam nas extremidades valvares. Extremidades distais e proximais da rafe em forma de T ou Y. Eixo apical: 11-46  $\mu\text{m}$ ; eixo transapical: 7-11,1  $\mu\text{m}$ .

*Gomphonema* Ehrenberg (Figuras 5.44-5.50, 5.143-5.146)

Frústulas coloniais aderidas ao substrato por um filamento de mucilagem secretado por estrutura localizada na extremidade basal da valva. Valvas lineares a lanceoladas, heteropolares, extremidades apicais de rostradas a capitadas e extremidades basais rostradas a capitadas, em geral mais estreitas que as extremidades apicais. Estrias transapicais distintamente areoladas. Rafe reta ou levemente sinuosa, com terminações proximais expandidas e retas. Estigma simples, às vezes presente próximo a área central da valva. Eixo apical: 13,28-107  $\mu\text{m}$ ; eixo transapical: 3,32-20  $\mu\text{m}$ ; 8-18 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

*Gyrosigma* Hassal (Figuras 5.121-5.122, 5.141)

Frústula solitária ou localizada no interior de tubos de mucilagem. Valvas sigmóides, lineares ou lanceoladas, geralmente com extremidades atenuado-arredondadas a rostradas. Área axial estreita. Estrias transversais e longitudinais areoladas, na região mediana, mais distanciadas entre si, em geral inconspícuas. Rafe central e sigmóide. Eixo apical: 48-114  $\mu\text{m}$ ; eixo transapical: 7,6-13,4  $\mu\text{m}$ .

*Lemnicola* Round & Basson (Figuras 5.63-5.64)

Frústulas heterovalvares, solitárias. Valvas lineares a elípticas e extremidades atenuada-arredondadas. Estrias delicadamente areoladas, paralelas a radiadas no sentido das extremidades valvares. Valva com rafe: área axial linear e estreita; área central transversalmente expandida formando um estauo largo e assimétrico. Rafe reta. Valva sem rafe: área axial linear muito reduzida ou ausente; área central transversalmente expandida, estreita, alcançando as margens valvares ou limitada pelo encurtamento de uma estria mediana. Eixo apical: 19-42  $\mu\text{m}$ ; eixo transapical: 6-8  $\mu\text{m}$ ; estrias em 19-20  $\mu\text{m}$ .

*Luticola* Mann (Figuras 5.81-5.82)

Frústula solitária raramente formando colônias. Valvas lineares, lanceoladas a elípticas, extremidades arredondadas a capitadas. Estrias retas ou levemente radiadas ao longo da valva, contendo aréolas arredondadas conspícuas. Área axial linear estreita, área central transversalmente expandida até as margens ou limitada por estrias encurtadas. Estigma marginal presente em um dos lados do estauo. Rafe central com fissuras proximais curvadas abruptamente para o lado do estigma e fissuras terminais curvadas na direção oposta. Eixo apical: 18-56  $\mu\text{m}$ ; eixo transapical: 5,5-22  $\mu\text{m}$ ; 12-22 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

*Navicula* Bory (Figuras 5.102-5.109, 5.147)

Frústulas solitárias. Valvas lanceoladas a lineares com extremidades abruptas, rostradas ou capitadas. Superfície valvar achatada ou curva. Estrias com aréolas lineoladas, alongadas que se distribuem ao longo da valva, podem ser retas ou radiadas ou ambas. Área axial em geral linear a linear-lanceolada. Área central geralmente circular. Rafe central com terminações simples expandidas em poros ou ganchos, em direção a um dos lados da valva. Terminações distais externas simples ou em forma de gancho. Eixo apical: 15-90  $\mu\text{m}$ ; eixo transapical: 4-15  $\mu\text{m}$ ; 13-26 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

*Neidium* Pfitzer (Figuras 5.85-5.86)

Frústulas solitárias. Valvas lineares a linear lanceoladas, às vezes com constrição na região mediana. Extremidades arredondadas a rostradas. Estrias com aréolas arredondadas ou alongadas transapicalmente, às vezes cruzando a valva em ângulo reto com o eixo transapical. Área hialina longitudinal submarginal presente. Extremidades terminais da rafe furcadas, extremidades centrais quase sempre fortemente curvadas em sentido oposto. Eixo apical: 38-59  $\mu\text{m}$ ; eixo transapical: 8-14  $\mu\text{m}$ ; 22-26 estrias em 10  $\mu\text{m}$ .

*Nitzschia* Hassal (Figuras 5.117-5.120)

Frústulas solitárias ou formando colônias estreladas ou lineares. Valvas sigmóides, estreitas, lineares, lanceoladas ou elíptica e às vezes expandidas centralmente. Extremidades geralmente rostradas ou capitadas. Estrias não interrompidas por área axial, com aréolas arredondadas, em geral inconspícuas. Sistema de rafe fortemente excêntrico; fibulado e com disposição diagonalmente oposto na epivalva e na hipovalva da célula. Eixo apical: 12-99 $\mu$ m; eixo transapical: 2,5-9 $\mu$ m; 6-15 fibulas em 10 $\mu$ m.

*Pinnularia* Ehrenberg (Figuras 5.92-5.99)

Frústulas solitárias, raramente formando colônias. Valvas lineares, lanceoladas ou elípticas, às vezes com as margens onduladas. Extremidades rostradas ou capitadas. Superfície valvar plana ou delicadamente curvada no sentido das margens valvares. Área axial geralmente ornamentada. Alvéolos de paralelos a convergentes ou fortemente radiados nas extremidades. Rafe central, terminações proximais expandidas. Fissuras terminais longas e curvadas. Eixo apical: 16-145 $\mu$ m; eixo transapical: 5-20 $\mu$ m; 4-17 estrias em 10 $\mu$ m.

*Placoneis* Mereschkowsky (Figuras 5.83-5.84)

Frústulas solitárias. Valvas lanceoladas, linear-lanceoladas ou lanceolado-elípticas, com extremidades sub-rostradas ou de rostradas a capitadas. Estrias compostas por aréolas arredondadas. Área central transversalmente expandida, circular ou elíptica, formada pelo encurtamento irregular das estrias medianas. Um ou mais estigmas geralmente presente na área central da valva. Eixo apical: 27-45,65 $\mu$ m; eixo transapical: 7-16 $\mu$ m; 11-14 estrias em 10 $\mu$ m.

*Planothidium* Raund & Bukhtiyarova (Figuras 5.70-5.73)

Frústulas heterovalvares, solitárias. Valvas lineares, lanceoladas, linear-lanceoladas, de estreitamente elípticas a elíptico-lanceoladas, com extremidades atenuada-arredondadas, subrostradas, rostradas a capitadas. Estrias areoladas radiadas. Valva com rafe: área axial da rafe central reta, área central expandida e variável. Valva sem rafe: estrias interrompidas em um dos lados da valva na região central por uma depressão semicircular, área em forma de ferradura. Área axial

linear a lanceolada. Eixo apical: 8-35 $\mu$ m; eixo transapical: 3-12 $\mu$ m; estrias em 6-14 $\mu$ m.

*Sellaphora* Mereschkowsky (Figuras 5.79-5.80)

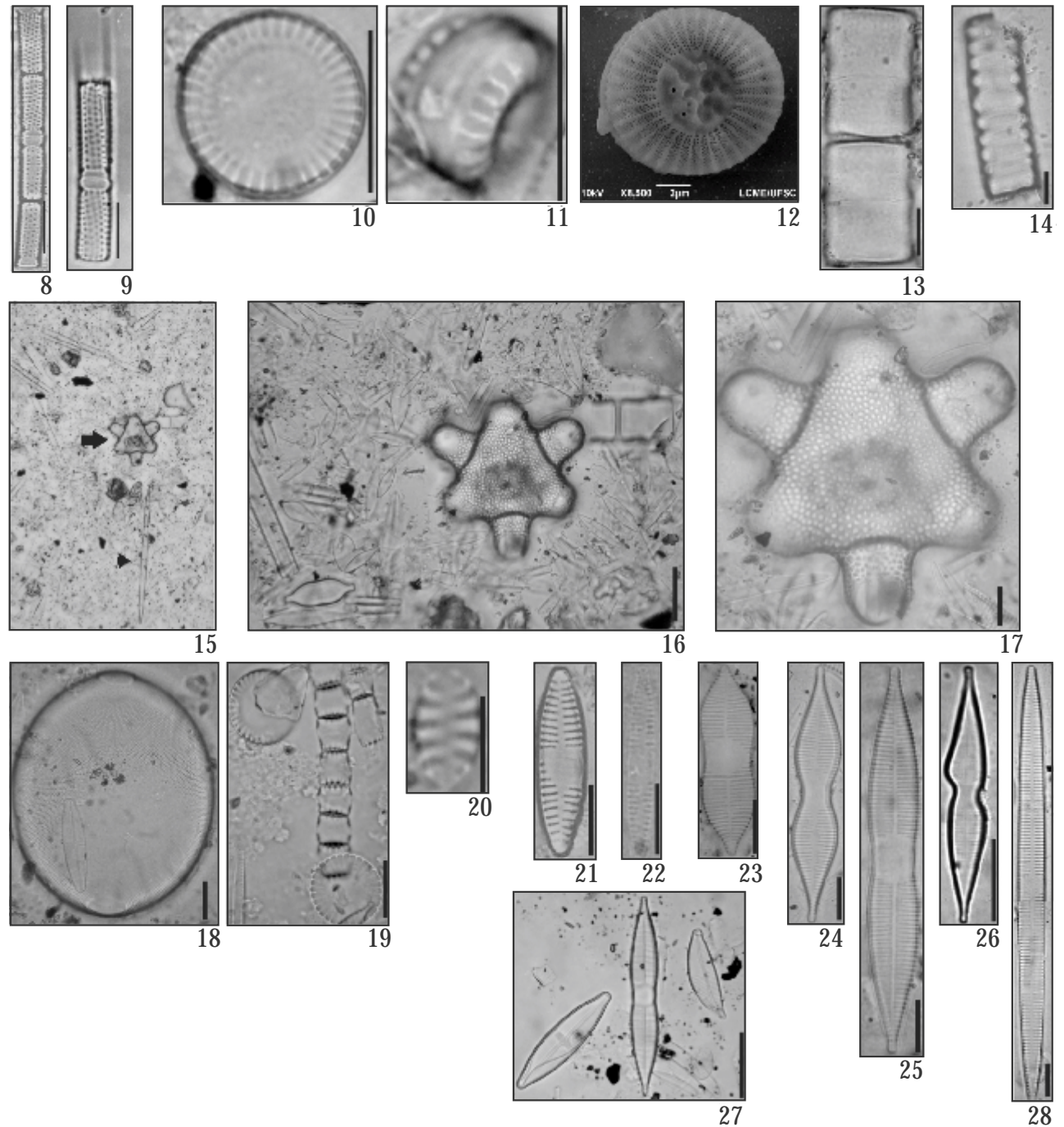
Frústulas solitárias. Valvas lineares, lanceoladas ou elípticas, com extremidades amplamente arredondadas ou capitadas. Superfície valvar plana, curvando suavemente nas margens valvares. Estrias delicadas, com aproximadamente a mesma largura das interestrias e contendo aréolas arredondadas. Área central limitada por várias estrias irregularmente encurtadas. Sistemas de rafe central e linear, com fissuras terminais curvas ou em forma de gancho. Terminações proximais expandidas, levemente curvadas para um dos lados da valva. Eixo apical: 19,3-44,6 $\mu$ m; eixo transapical: 6,3-10,7 $\mu$ m; 11-24 estrias em 10 $\mu$ m.

*Surirella* Turpin (Figuras 5.123-5.129)

Frústulas solitárias, iso ou heteropolares. Valvas geralmente alargadas, lineares, elípticas e obovadas, podendo apresentar constrição na região mediana. Sistema de rafe ao redor do perímetro da margem valvar. Superfície valvar plana ou côncava, às vezes ornamentadas com protuberâncias e costelas ou com espinhos ao longo da região mediana da valva. Sistema da rafe elevado em quilha com paredes onduladas e, às vezes, fusionadas formando os canais aliformes proeminentes. Rafe simples com terminações distais retas. Eixo apical: 19-116 $\mu$ m; eixo transapical: 7,1-50 $\mu$ m; 6-50 canais alares em 100 $\mu$ m.

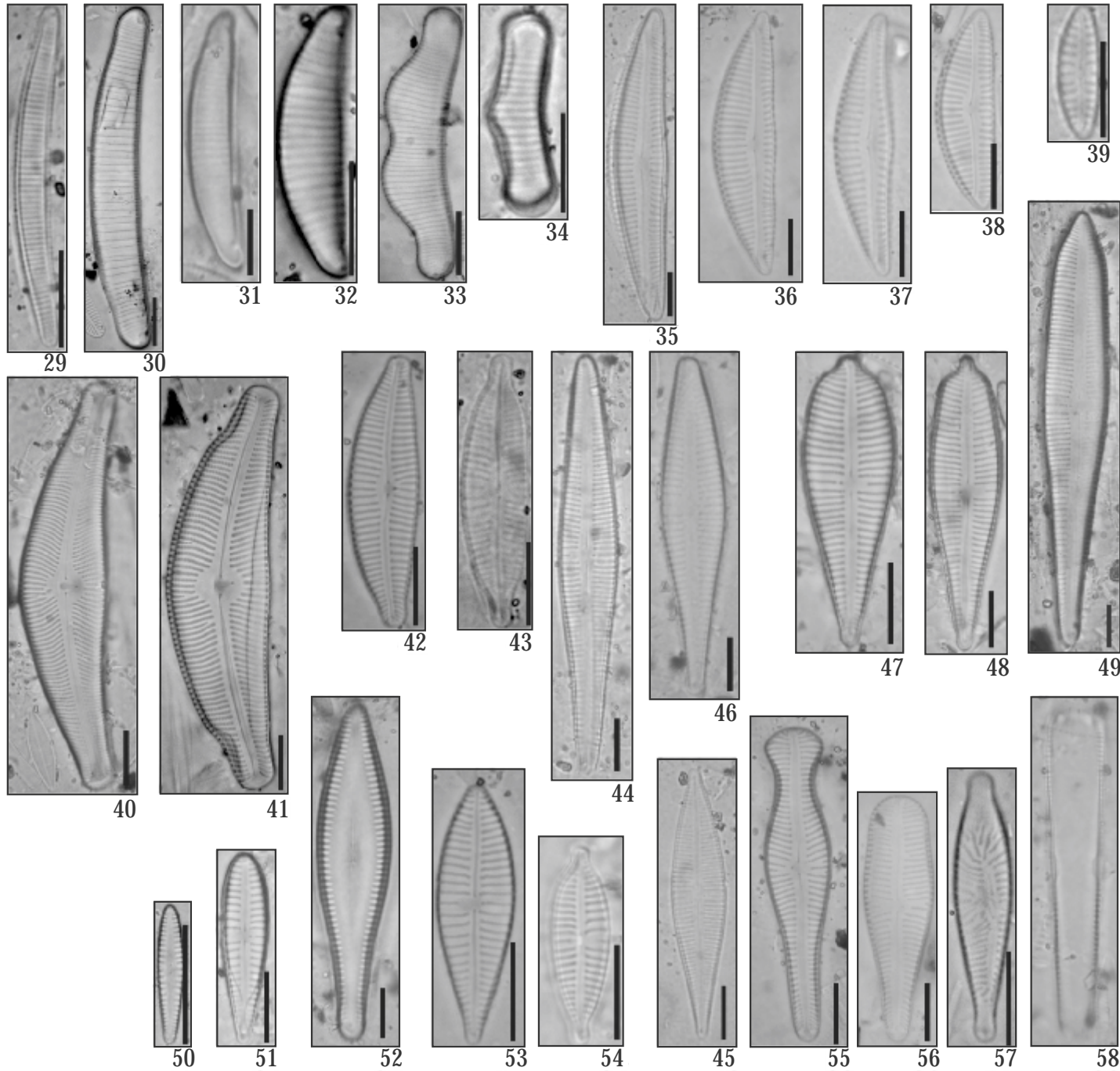
*Tryblionella* Smith (Figuras 5.114-5.116)

Frústulas solitárias, diagonalmente simétricas no plano valvar mediano. Valvas robustas, geralmente panduriformes, podendo ser elípticas ou lineares, com as extremidades arredondadas ou apiculadas. Estrias geralmente interrompidas por uma ou mais áreas hialinas, contendo aréolas arredondadas pequenas. Sistema de rafe fortemente excêntrico em quilha, fibulado, presente em um dos lados da valva e com disposição diagonal e oposta na epi e hipovalva. Do lado oposto, uma costela marginal geralmente presente. Eixo apical: 19-41,5 $\mu$ m; eixo transapical: 8-14 $\mu$ m; 7-15 estrias em 10 $\mu$ m; 6-7 fibulas estrias em 10 $\mu$ m.

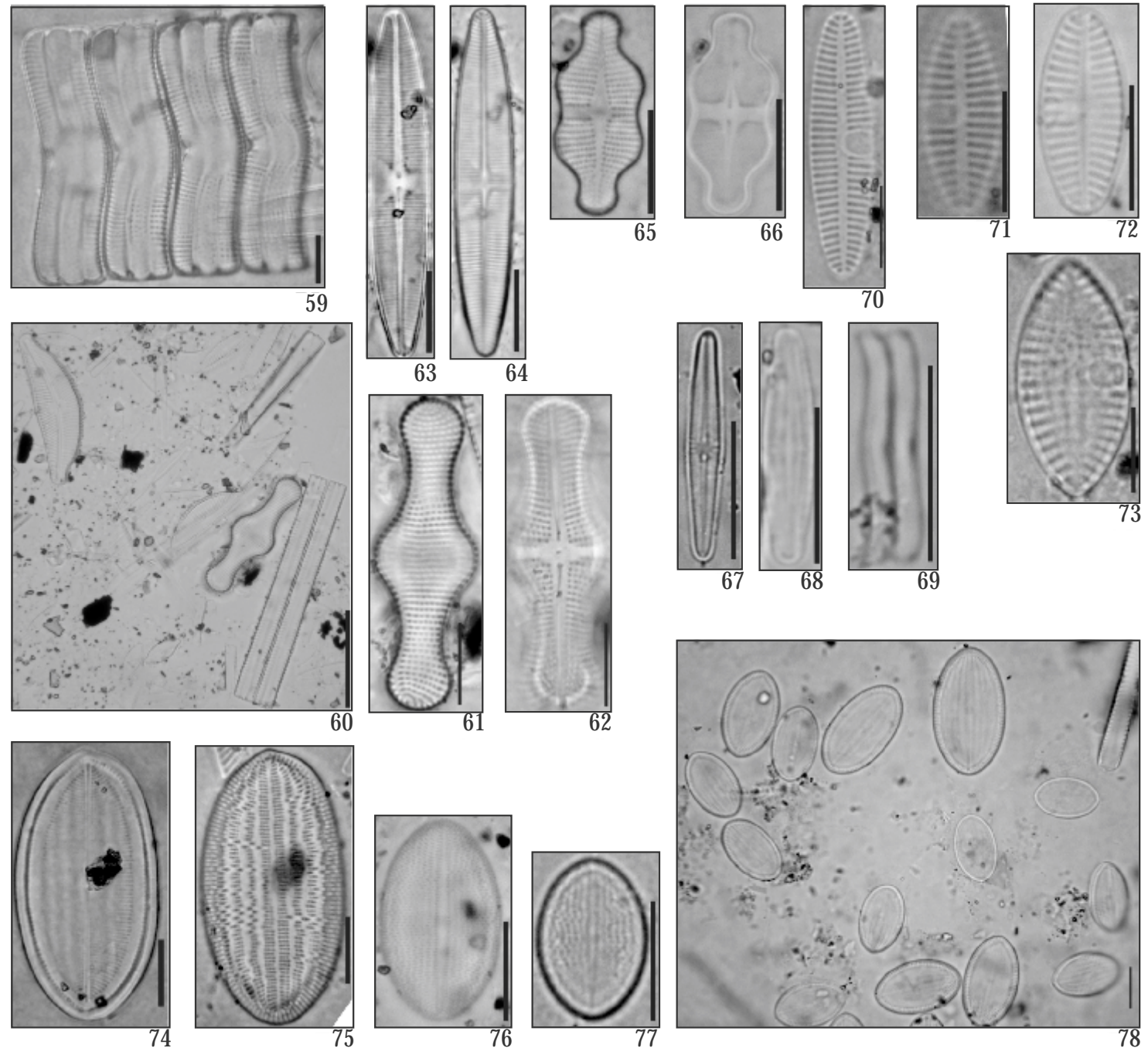


Figuras 5.8-5.9 - *Aulacoseira* (*A. granulata*), cadeia filamentosas; 5.10-5.12 - *Cyclotella* (*C. meneghiniana*) microscopia de luz, vista valvar, 5.11. vista parcialmente lateral, 5.12. Microscopia eletrônica de varredura, cedidas por Bianca Vettorato e Davia Marciana Talgatti; 5.13 - *Melosira* (*M. varians*) vista lateral; 5.14 - *Orthoseira* sp. formando cadeia; 5.15-5.17 - *Hydrosera* (*H. whampoensis*), 5.15. Aumento de 100 (objetiva de 10 x), 5.16. Aumento 400 vezes (objetiva 40x), 5.17. Aumento de 1000 (objetiva de 100x); 5.18 - *Pleurosira* (*P. laevis*); 5.19-5.20 - *Staurosira* (*S. construens*), 5.19. formando cadeia; 5.21-5.22 - *Fragilaria* (*F. capucina*); 5.23-5.27 - *Synedra* (*S. goulardii*), 5.27. aumento de 400 (objetiva 40x); 5.28 - *Ulnaria* (*U. ulna*). Barra = 10  $\mu\text{m}$  e Figura 5.17. Barra = 5  $\mu\text{m}$ . Fotos: LEANDRINI, Josimeire Aparecida. UFFS e CAVALCANTI, Ademilson Vedovato. Faculdade Unicampo.

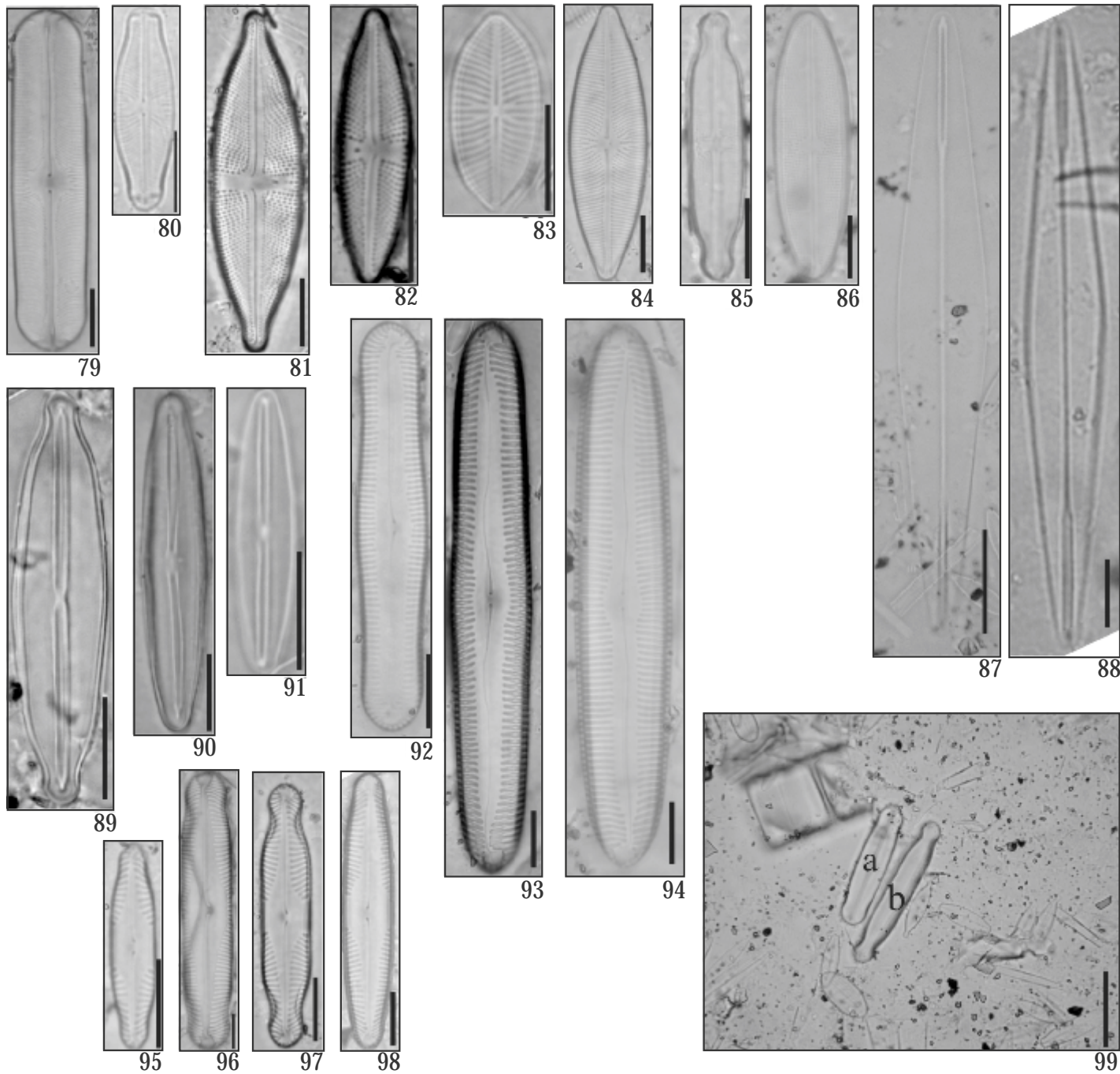




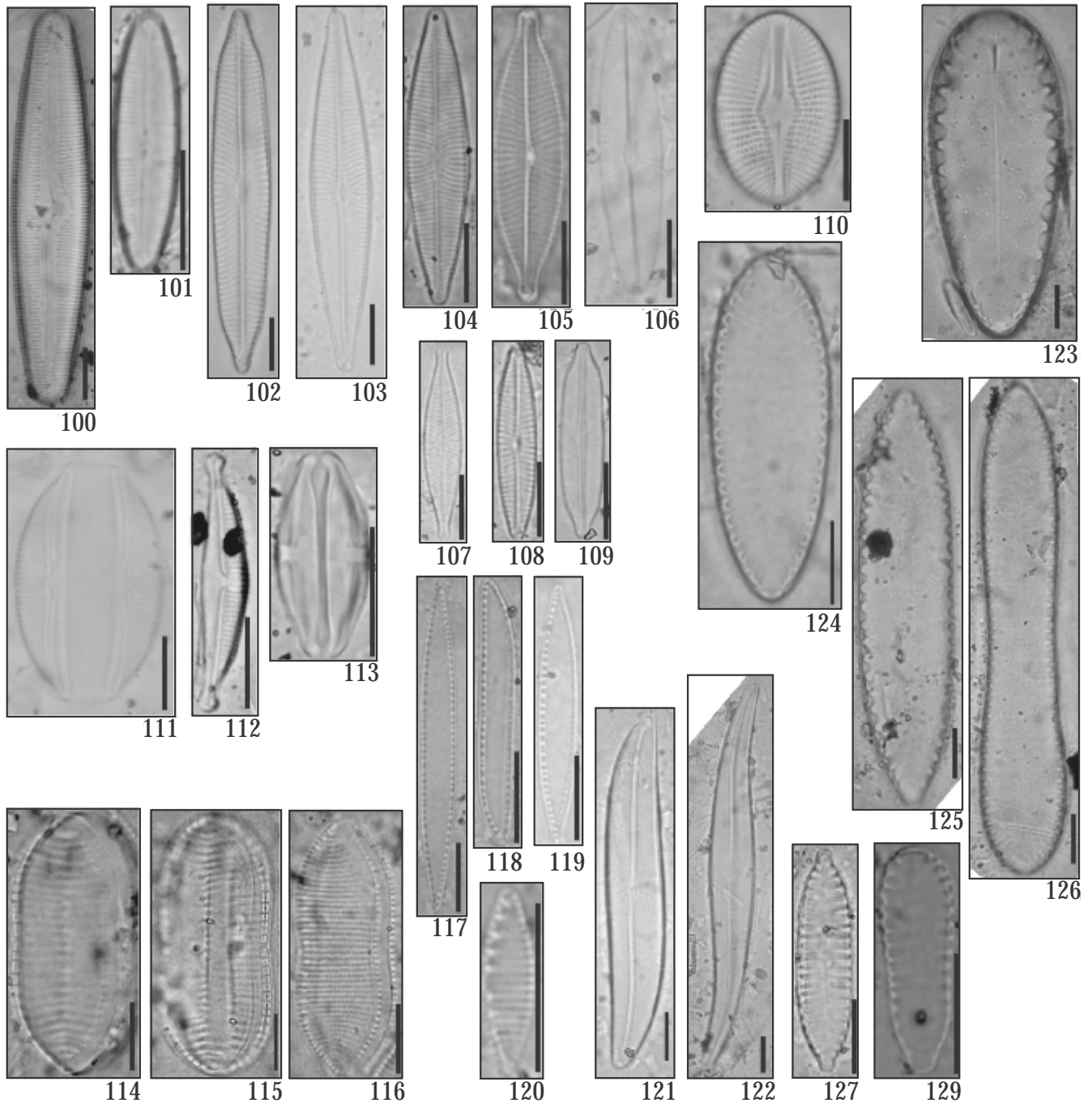
Figuras 5.29-5.34 - *Eunotia* (5.29. *Eunotia bilunaris*, 5.30. *Enotia* sp., 5.31-5.32. *Eunotia sudetica*, 5.33 - *Enotia camelus* 5.34 - *Eunotia rabenhorstii*); 5.35-5.39 - *Encyonema* (5.35. *Encyonema neomesianum*, 5.36-5.38 - *Encyonema selesiacum*, 5.39 - *Encyonema* sp.), 5.40-5.41 - *Cymbella tumida*; 5.42-5.43 - *Cymbopleura* (5.42. *C. subapiculata*, 5.43. *C. naviculiformis*); 5.44-5.58 - *Gomphonema* (5.44-5.45. *G. gracile*, 5.46. *G. affine*, 5.47-5.49. *Gomphonema augur*; 5.50. *Gomphonema* sp.1, 5.51. *G. pumilum*, 5.52. *Gomphonema* sp.2, 5.53-5.54 *G. parvulum*, 5.55-5.56. *G. truncatum*, 5.57. *Gomphonema subtile* - estrias com má formação; 5.58, vista pleural (lateral). Barra = 10µm. Fotos: LEANDRINI, Josimeire Aparecida. UFFS e CAVALCANTI, Ademilson Vedovato. Faculdade Unicampo.



Figuras 5.59 – 5.62 - *Achnanthes* (*A. inflata*), 5.59. em vista pleural (lateral), 5.60. Aumento de 400 vezes (objetiva 40x), 5.61. Valva sem rafe, 5.62. valva com rafe; 5.63-5.64 - *Lennicola hungarica*, 5.63. valva com rafe, 5.64. valva sem rafe; 5.65-5.69 - *Achnanthidium*, 5.65, *A. exiguum*, valva sem rafe, 5.66. valva com rafe; 5.67. *A. minutissimum*, 5.69. vista pleural (lateral); 5.70-5.71 - *Planothidium lanceolatum* valva sem rafe, 5.72 - valva com rafe, 5.73 - *Planothidium salvadorianum* grânulos na área central; 5.74-5.78 - *Cocconeis* (5.74-5.76. C. placentula, 5.74. valva com rafe, 5.75-5.76 - valva sem rafe), 5.77 - *Cocconeis* sp. 5.78 - *Cocconeis* com diferentes tamanhos, valvas com rafe e sem rafe. Aumento de 400 vezes (objetiva 40x). Barra = 10µm. Fotos: LEANDRINI, Josimeire Aparecida. UFFS e CAVALCANTI, Ademilson Vedovato. Faculdade Unicampo.



Figuras 5.79-5.80 - *Sellaphora* (5.80. *S. rectangularis*, 5.79. *S. pupula*); 5.81-5.82 - *Luticula* (5.81. *L. goepertiana*, 5.82. *L. mutica*). 5.83-5.84 - *Placoneis* (5.83. *P. porifera*, 5.84. *P. disparilis*); 5.85-5.86 - *Neidium* (5.85. *N. affine*, 5.86. *N. ampliatum*); 5.87-5.88 - *Amphipleura lindheimerii*; 5.89-5.91 - *Frustulia* (5.89. *F. rhomboides*, 5.90. *F. vulgaris*, 5.91. *Frustulia* sp., 5.92- 5.99 - *Pinnularia* (5.92. *P. acrosphaeria*, 5.93-5.94. *P. viridis*, 5.95. *P. subcaptata*, 5.96-5.97. *P. interrupta*, 5.98. *P. gibba*); 5.99. Aumento de 400 vezes (objetiva 40x), (a) *Sellaphora* e (b) *Pinnularia*. Barra = 10µm. Fotos: LEANDRINI, Josimeire Aparecida. UFFS e CAVALCANTI, Admilson Vedovato. Faculdade Unicampo.



Figuras 5.100–5.101 - *Calloneis* (5.101. *C. bacillum*, 5.100. *C. westii*); 5.102–5.109 - *Navicula* (5.102. *N. viridula*, 5.103–5.104. *N. radiosa*; 5.105. *N. rostellata*, 5.106. *N. schroeterii*; 5.107. *Navicula* sp. 5.108. *N. cincta*, 5.109. *Navicula drouetiana* 5.110 - *Diploneis* sp.; 5.111–5.113 - *Amphora* (5.111. *A. copulata*, 5.112. *A. Normanii*, 5.113. *A. montana*); 5.114–5.116 - *Tryblionella* (5.114–5.115. *T. victoriae*, 5.116. *T. coarctata*); 5.117–5.120 - *Nitzschia* (5.117. *N. linearis*, 5.118. *N. obtusa*, 5.119. *N. palea*, 5.120. *N. amphibia*); 5.121–5.122 - *Gyrosigma* (5.121. *G. nodiferum*, 5.122. *G. acuminatum*); 5.123–5.129 - *Surirella* (5.123. *S. splendida* var. *robusta*, 5.124. *Surirella* sp.1 5.125. *S. linearis*, 5.126. *Surirella* sp.2, 5.127. *S. angusta*, 5.129. *Surirella* sp.3. Barra = 10µm. Fotos: LEANDRINI, Josimeire Aparecida. UFFS e CAVALCANTI, Ademilson Vedovato. Faculdade Unicampo.

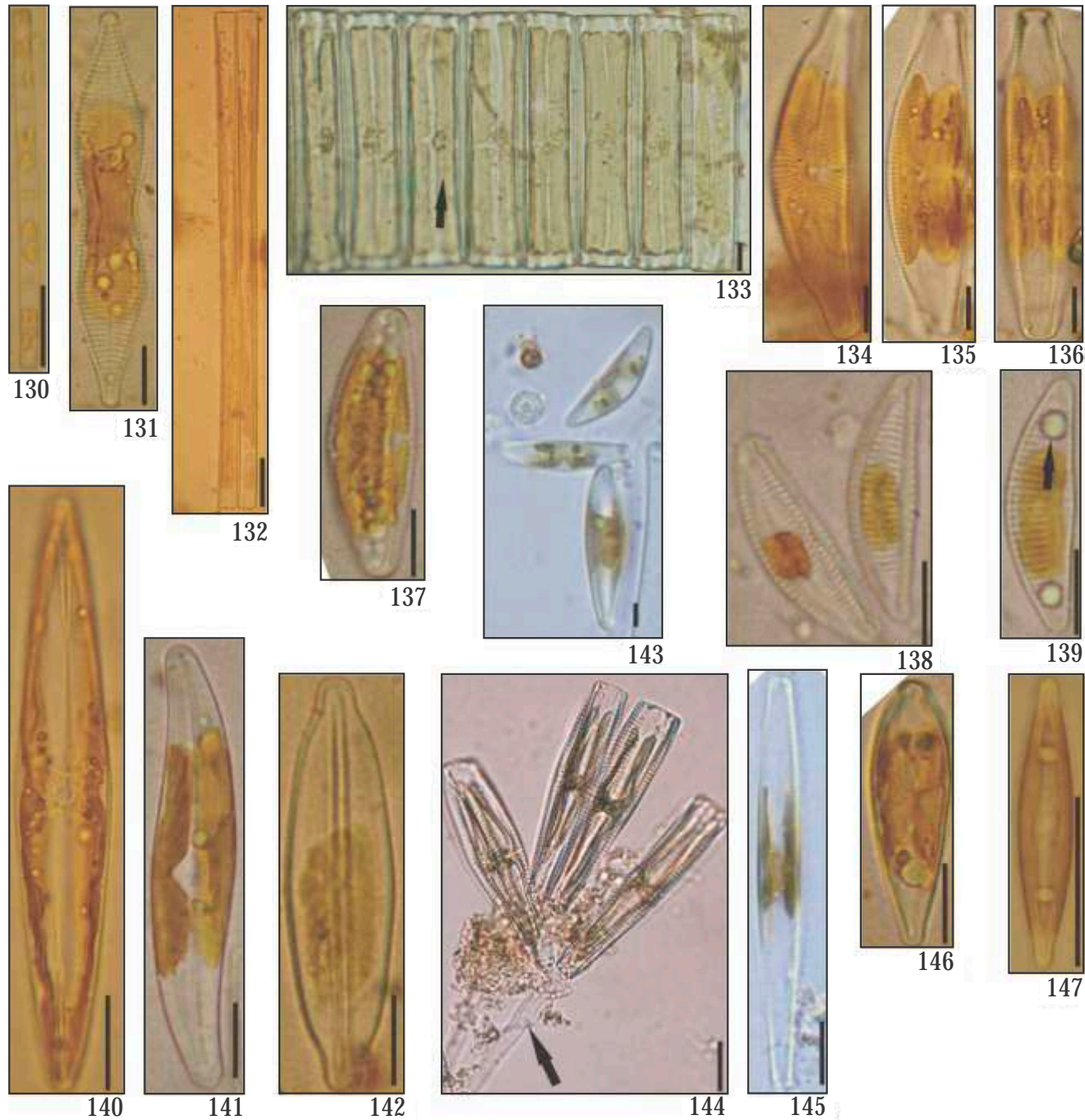
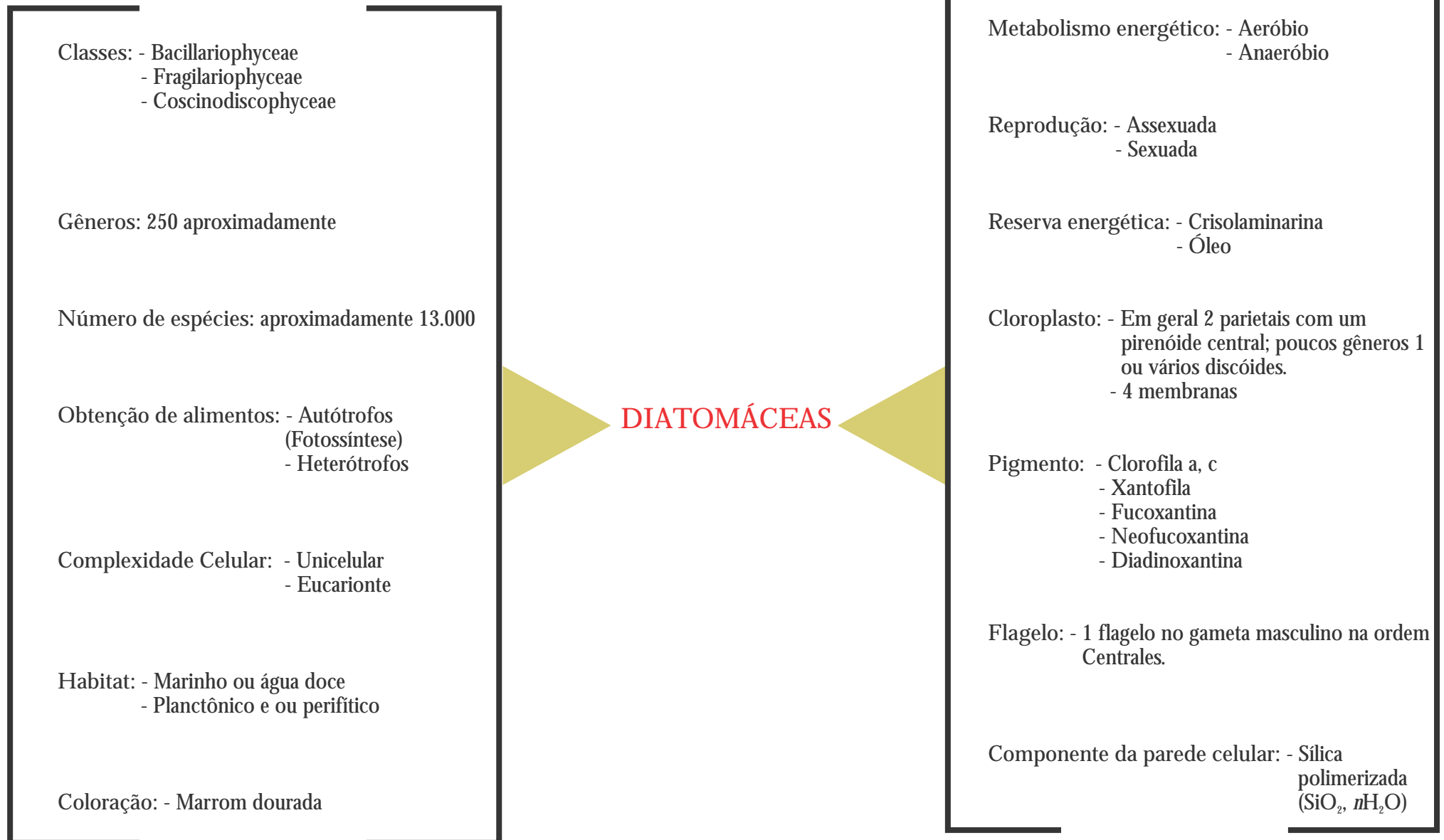


Figura 5.130 - *Aulacoseira granulata*; 5.131 - *Synedra gouldii*; 5.132 - *Ulnaria ulna*, vista pleural; 5.133 - *Eunotia* sp. formando cadeia, observar a organização do cloroplasto; 5.134 - *Cymbella tumida* vista valvar, 5.135 - parcialmente virada; 5.136 - vista pleural; 5.137 - *Cymbopleura subapiculata*, com conteúdo celular; 5.143. *Gomphonema parvulum* e *Encyonema* sp.; 5.138-5.139. *Encyonema* sp. com conteúdo celular, 5.136, gotículas de óleo (seta preta); 5.140 - *Amphipleura lindheimerii*; 5.141 - *Giosigna nodiferum*; 5.142 - *Frustulia rhoboides*; 5.144-5.145 - *Gomphonema gracile*, 5.144 - seta preta pedúnculo de mucilagem; 5.146 - *Gomphonema parvulum*, 5.147 - *Navicula* sp. Barra = 10µm. Fotos: 5.130-5.132, 5.134-5.143 e 5.145-5.147 LEANDRINI, Josimeire Aparecida. UFFS e CAVALCANTI, Ademilson Vedovato. Faculdade Unicampo. Fotos: 4.133, 4.144 FELISBERTO, Sirlene Aparecida. CEUNES/UFES.

## PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS DIATOMÁCEAS



## Glossário

Área axial: Área hialina que se estende ao longo do eixo apical (ROSS et al., 1979).

Área central: Área hialina transapicalmente expandida ou distinta, localizada na região mediana, ao longo do eixo apical da valva (ROSS et al., 1979).

Área em forma de ferradura: Área hialina unilateral ou ocasionalmente bilateral, localizada na área central, constituída pelo engrossamento silicoso da parte interna da valva (ROSS et al., 1979).

Área hialina: Área onde a frústula não é ornamentada por aréolas (ROSS et al., 1979).

Aréola: Perfuração regularmente repetida, através da câmara silicosa, normalmente ocluída por um velum (ROUND et al., 1990).

Canais aliformes: Passagem entre o interior da frústula e o canal da rafe, em geral evidente na margem valvar. Ocorre no genero *Suirella* Turpin (ROSS et al., 1979).

Canal da rafe: Espaço interno à fissura da rafe, de maior ou menor extensão do que o resto do interior da frústula (ROSS et al., 1979).

Canal longitudinal: Espaço com estrutura tubular, que se estende ao longo da superfície valvar, frequentemente interrompido na região central (ROSS et al., 1979).

Cíngulo: Parte da cintura associada a uma valva isolada (ROSS et al., 1979). Pode ser considerada como a região de contato entre as valvas.

Costela: engrossamento silício sólido da valva, localizado ao longo da rafe (ROSS et al., 1979).

Costela transapical: Câmara alongada transapicalmente que se estende do centro em direção à margem valvar, por meio de fendas alongadas e para o exterior por aréolas ((ROUND et al., 1990)).

Eixo transapical: Eixo perpendicular ao apical, passando pelo centro da valva.

Eixo apical: Eixo que une os dois ápices valvares (PATRICK; REIMER, 1966).

Epifiton: São organismos que vivem sem interação trófica sobre a superfície ou camada superficial de plantas. (GLOSSÁRIO..., 1987). Epi= prefixo significando vivendo sem interação trófica sobre a superfície ou camada superficial. Fítico = planta (qualidade).

Epilítico: Organismos que vivem sem interação trófica sobre a superfície ou camada superficial de rochas (GLOSSÁRIO..., 1987).

Espinho: Estrutura ocluída ou sólida, que se projeta além da superfície da frústula (ROSS et al., 1979).

Estauro: Nódulo central transapicalmente expandido, alcançando as margens valvares, composto de extensões estreitas e profundas que se cruzam centralmente (ROSS et al., 1979).

Estigma: Perfuração da parede celular silícea localizado próximo ao nódulo central e não ocluída por membrana silícea crivada. A morfologia desta estrutura é distinta das demais aréolas que formam as estrias (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990).

Estria: Fileira de aréolas, alvéolos ou pontos, ou um único alvéolo isolado (PATRICK; REIMER, 1966).

Fíbula: Ligação de sílica entre porções da valva, em ambos os lados da rafe. Em alguns casos consiste de um prolongamento da própria estria ou que une duas ou mais interestrias (ROSS et al., 1979).

Frústula: Formada por elementos silicosos da parede celular das diatomáceas. Compreende a epivalva e a hipovalva, o epicíngulo e o hipocíngulo (ROSS et al., 1979).

Fultoportula: Processo através do qual um fio de material orgânico é excretado. Consiste de um tubo estreito, através da camada basal silicosa cercada por projeções satélite, poros e tubo externo, que pode estar faltando, exceto para a câmara basal (específico para Thalassiosiraceae). Normalmente subdivididos por sua posição na vala ou como fultoportula marginal (MFP) ou fultoportula central (PCP) (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990).

Grânulos: Projeções pequenas e arredondadas da superfície valvar (ROSS et al., 1979).

Manto: Parte marginal da valva diferenciada pela inclinação ou pela estrutura (ROSS et al., 1979).

Perifiton: Complexa comunidade de microbiota (bactérias, fungos, algas, protozoários e animais), detritos orgânicos e inorgânicos, que estão aderidos a um substrato natural ou artificial, vivo ou morto (WETZEL, c1983).

Pontuação: Aréola de pequena dimensão ((ROUND et al., 1990)).

Projeções aliformes: Em vista valvar, projeções das estruturas da ala sobre o plano formado pela superfície valvar.

Pseudo-ocelos: Área arredondada mais elevada, com perfurações.

Rafe: Fenda alongada ou par de fendas, através da parede valvar. Cada fenda de um par é chamada ramo ou braço da rafe (ROSS et al., 1979).

Rimopórtula: Consiste em um tubo que se abre internamente para o interior da célula por uma ou raramente duas fendas, e para o exterior por um simples abertura ou por uma estrutura tubular aberta no ápice. O termo processo labiado pode ser empregado, porém em alguns gêneros esta estrutura não possui formato de lábios, mas sim tubular, nivelada com a superfície da valva, por isso o emprego deste termo ser inadequado (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990).

Valva: Uma das estruturas distais que se opõem, mais ou menos achatadas ou convexas, da frústula das diatomáceas (ROSS et al., 1979).

Vista pleural (=vista lateral): Na qual cingulo (hepicingulo e hipocingulo) é visível.

Vista valvar: Na qual a superfície valvar é a visível.

## Referências

BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. (Org.). Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2006. 487p., il. + 8p., il. color.

BIGGS, B.J.F. Patterns in benthic algae of streams. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. (Ed.). Algal ecology: freshwater benthic ecosystems. San Diego: Academic Press, c1996. cap.2, p.31-56.

COX, E. J. Assessing and designating diatom taxa at or below the species level – a consideration of current status and some suggested guidelines for the future. Nova Hedwigia, Porto Alegre. v. 65, n. 1, p. 13-26, 1997.

GLOSSÁRIO de Ecologia. 2.ed., rev. e ampl. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1987. 352p. (Publicação ACIESP, n.103).

GRAHAM, L.E.; WILCOX, L.W. Algae. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, c2000. 650 p., ill.

LOBO, E.A. et al. Pollution tolerant diatoms from lotic systems in the Jacui Basin, Rio Grande do Sul, Brazil. Iheringia, Série Botânica Porto Alegre, v. 47, p. 45-72, 1996.

LOBO, E.A.; CALLEGARO, V.L.M.; BENDER, P. Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2002. 127p.

LOBO, E.A.; TORGAN, L.C. Análise da estrutura da comunidade de diatomáceas (Bacillariophyceae) em duas estações do sistema Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. Acta Botânica Brasilica, São Paulo, suplemento 1, p. 103-119, 1988.

LUDWIG, T.A.V.; BIGUNAS, P.I.T. Bacillariophyta. In: BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. (Org.). Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2006. cap.21, p.[391]-439.

McNEILL, J. et al. (Ed.). International Code of Botanical Nomenclature (VIENNA CODE). Electronic version of the original English text. Adopted by the Seventeenth International Botanical Congress Vienna, Austria, July 2005. Verlag, 2006. The printed and only official version of the Code has been published as International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code). Regnum Vegetabile 146. A.R.G. Gantner Verlag KG. ISBN 0080-0694. Disponível em: <<http://ibot.sav.sk/icbn/main.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2010.

MEDLIN, L.; ROUND, F.E. Taxonomic studies of marine Gomphonemoid diatoms. Diatom Research, Bristol, v.1, no.2, p. 205-225, 1986.

MOREIRA FILHO, H.; VALENTE MOREIRA, I.M. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epifitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. Boletim do Museu Botânico Municipal, Curitiba, n. 47, 1981. 17p.

PATRICK, R.; REIMER, C.W. The diatoms of the United States. Exclusive of Alaska and Hawaii. Philadelphia: Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1966. v.1: Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnanthaceae, Naviculaceae. (Monographs of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, no.13).



RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. *Biologia vegetal*. Tradução de Ana Paula Pimentel Costa... et al. Revisão Técnica de Antonio Salatino et al. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, c2001. 906p., il. color. Título original: *Biology of plants*, sixth edition.

REVIERS, B. *Biologia e filogenia das algas*. Tradução e adaptação: Iara Maria Franceschini. Consultoria, supervisão e revisão técnica desta edição: Luis Rios de Moura Baptista, Iara Maria Franceschini. Porto Alegre: Artmed, 2006. 280 p., il. Título original. *Biologie et phylogénie des algues*, tome 2.

ROSS, R. et al. An amended terminology for the siliceous components of the diatom cell. *Nova Hedwigia, Beih., Vanduz*, v.64, p. 513-533, 1979.

ROUND, F.E. Diatoms in river water-monitoring studies. *Journal of Applied Phycology*, Washington, D.C., v. 3, p. 129-145, 1991.

ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M.; MANN, D.G. *The diatoms: biology & morphology of the genera*. Cambridge [England]; New York: Cambridge University Press, 1990. 747p. ill.

STEVENSON, R.J. An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. (Ed.). *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, c1996. Section one: Patterns of benthic algae in aquatic ecosystems, cap. 1, p. 3-30.

STOERMER, E.F.; SMOL, J.P. (Ed.). *The diatoms: applications for the environmental and earth sciences*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. 469p., ill.

SUTHERLAND, W. J. The importance of behavioural studies in conservation biology. *Animal Behaviour*, London, v.56, no.4, p. 801-809, 1998.

WETZEL, R.G. Opening remarks. In: WETZEL, R.G. (Ed.). *Periphyton of freshwater ecosystems*. Hague: Dr. W. Junk, c1983. p. 3-4. (*Developments in hydrobiology*, 17). 1983.



Obra financiada com recursos do Fundo Paraná - Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, conforme Termo de Cooperação N.º.25/2008 firmado com a Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão.



[www.fecilcam.br/editora](http://www.fecilcam.br/editora)