

Parque Nacional do Iguaçu, PR

Cataratas de fama mundial

SIGEP 11

Riad Salamuni¹
Eduardo Salamuni²
Luiz Antonio Rocha³
Ana Lizete Rocha⁴

As principais características geológicas, abrangendo estratigrafia, litologia, hidrogeologia e a tectônica relativas ao Parque Nacional do Iguaçu (PNI) são apresentadas neste capítulo. As mesmas derivam dos levantamentos executados para a Revisão do Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu (IBAMA, inédito). Considerações sobre solos e aspectos geotécnicos são também feitas, na medida em que mostrem especial interesse para os problemas das fragilidades ambientais que o PNI apresenta.

The Iguaçu National Park, State of Paraná - World renowned waterfalls

Main geologic features, comprising stratigraphy, lithology, hydrogeology, as well as a brief account on tectonics are discussed in this paper. Furthermore, some short considerations on soils and geotechnical aspects are also made, as far as they are important to the aims of the research and to the better understanding of the regional environmental problems. On the other hand, some questions related to biodiversity and environmental fragility are shortly discussed, since they are prone to controversial points of view, as for instance the construction of a road and other human activities within the limits of the area. These questions were previously considered during the surveys made for IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), for the management of the Iguaçu National Park.

INTRODUÇÃO

O Parque Nacional do Iguaçu (PNI) foi criado em 10 de janeiro de 1939 e tombado pela UNESCO como Patrimônio da Humanidade em 1986, por ser a última grande amostra do Domínio da Mata Atlântica que cobre grande parte da bacia do Prata. Possui superfície de 185.262 hectares e perímetro de cerca de 420 km, distribuídos da seguinte maneira: 125 km no limite norte, 15 km no limite oeste, 180 km no limite sul e 100 km no limite leste.

A região do Parque Nacional do Iguaçu (PNI) tem sido alvo de trabalhos de pesquisas há vários anos porém normalmente a abordagem é genérica, salvo casos excepcionais. Alguns trabalhos específicos apresentam maior detalhamento, principalmente aqueles relativos a problemas estratigráficos, petrológicos e geológico ambientais. Os levantamentos de campo, realizados recentemente, revelam algumas mudanças marcantes comparativamente com aqueles efetivados há algumas décadas, principalmente em relação aos locais geologicamente mais suscetíveis do ponto de vista ambiental.

Os eventos geológicos que formaram o arcabouço litoestratigráfico local podem explicar parte das feições geomorfológicas e estruturais ali presentes. Todavia, no desenvolvimento das formas de superfície não se pode deixar de considerar o papel do clima que, durante o Quaternário, teve atuação marcante naquele sentido.

É oportuno enfatizar o papel da vegetação com relação a determinados fenômenos geológicos, a exemplo do intemperismo químico, muito desenvolvido na área do Parque e nas suas circunvizinhanças.

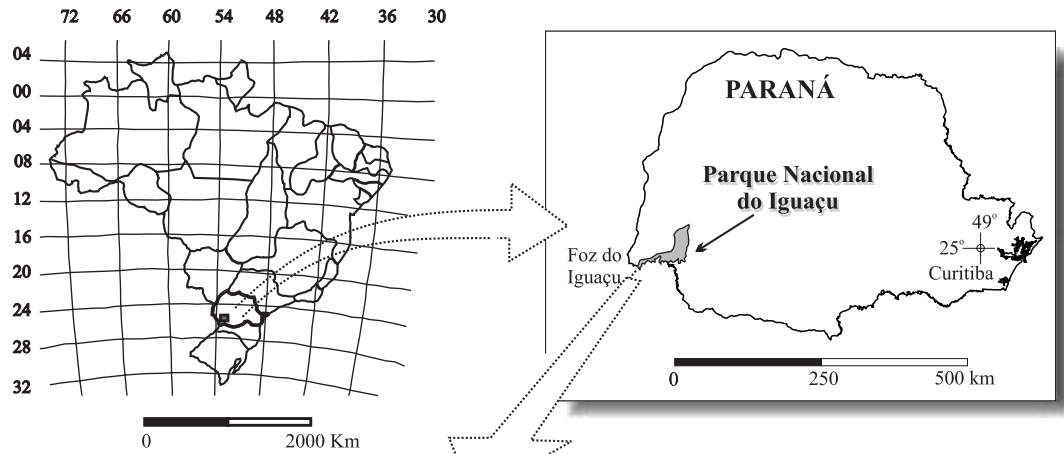
O PNI está situado na porção sudoeste do Estado do Paraná praticamente entre os paralelos de 25°05' e 25°40' de latitude sul e os meridianos de 54°30' e 54°40' de longitude oeste. A sua divisa norte é feita com a antiga estrada de rodagem Cascavel-Foz do Iguaçu e a BR-277, a leste com o rio Gonçalves Dias, a oeste com o rio São João, sendo limitado ao sul com o rio Iguaçu. A partir da foz do rio Santo Antônio faz fronteira com a República Argentina. Os municípios limítrofes são Foz do Iguaçu, São Miguel do Iguaçu, Medianeira, Matelândia, Céu Azul, Toledo, Cascavel, Capitão Leônidas Marques e Capanema (Figura 1).

SUMÁRIO DA GEOLOGIA GERAL

Os terrenos do PNI são parte integrante dos extensos derrames vulcânicos que ocupam considerável

área na Bacia do Paraná da ordem de 1.200.000 km², distribuídos parcialmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Também são observados em partes dos países limítrofes, ou seja, as repúblicas do Paraguai, Uruguai e Argentina. No Estado do Paraná esses derrames, pertencentes ao Grupo São Bento (Formação Serra Geral), ocupam aproximadamente 2/3 do território, distribuindo-se em toda sua porção oriental (Maack, 1947; Salamuni, 1969). Tais derrames são geralmente conhecidos como efusivas basálticas ou simplesmente basaltos, independentemente de sua eventual variação litológica. As lavas foram originadas via atividades vulcânicas não explosivas, através de grandes fraturas de distensão que geralmente se estendem por vários quilômetros na superfície, tal como se verifica hoje na Islândia, porém sob outro contexto geotectônico. Ao longo dessas fraturas, o material vulcânico se derramava espalhando-se por grandes áreas, circunstância facilitada pela fluidez das lavas básicas. O vulcanismo da Bacia do Paraná é imediatamente anterior à abertura sul-atlantiana, posicionando-se entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior (entre 145 e 120 Ma). Na porção sul e central da Bacia do Paraná as porções inferiores das suítes vulcânicas são em geral de composição básica. Em muitos locais, no topo dos derrames é verificada a ocorrência de rochas ácidas, não raro porfiríticas, produtos da diferenciação magmática pelo enriquecimento em SiO₂, K₂O e Rb (Piccirillo *et al.*, 1988a e Piccirillo *et al.*, 1988b). Na região do PNI, as rochas vulcânicas geralmente apresentam composição básica, do tipo toleítico. Associadas a estas, ocorrem esporadicamente efusivas ácidas e intermediárias, respectivamente de caráter dacítico e andesítico (Sartori, 1984; Schneider, 1964; Schneider, 1970 e Marinon *et al.*, 1982). As espessuras dos derrames podem chegar a 1500 m (Maack, 1968), porém na área do parque estão entre 750 e 800 m. Sob essa espessa capa são encontradas as seqüências sedimentares da Bacia do Paraná. Imediatamente abaixo e em parte intercalados nos derrames, posiciona-se a Formação Botucatu, também do Grupo São Bento. Sotopostas a este conjunto ocorrem as unidades do Grupo Passa Dois, respectivamente, formações Rio do Rasto, Teresina, Serra Alta e Irati, cujas idades são variáveis entre o Permiano e o Triássico inferior.

Uma das características marcantes das efusivas basálticas é o seu modo de ocorrência, constituindo empilhamentos sucessivos de lavas em regra unidades tabulares individualmente bem definidas (figura 1). A essa particularidade deve-se, provavelmente, a



(a)



(b)

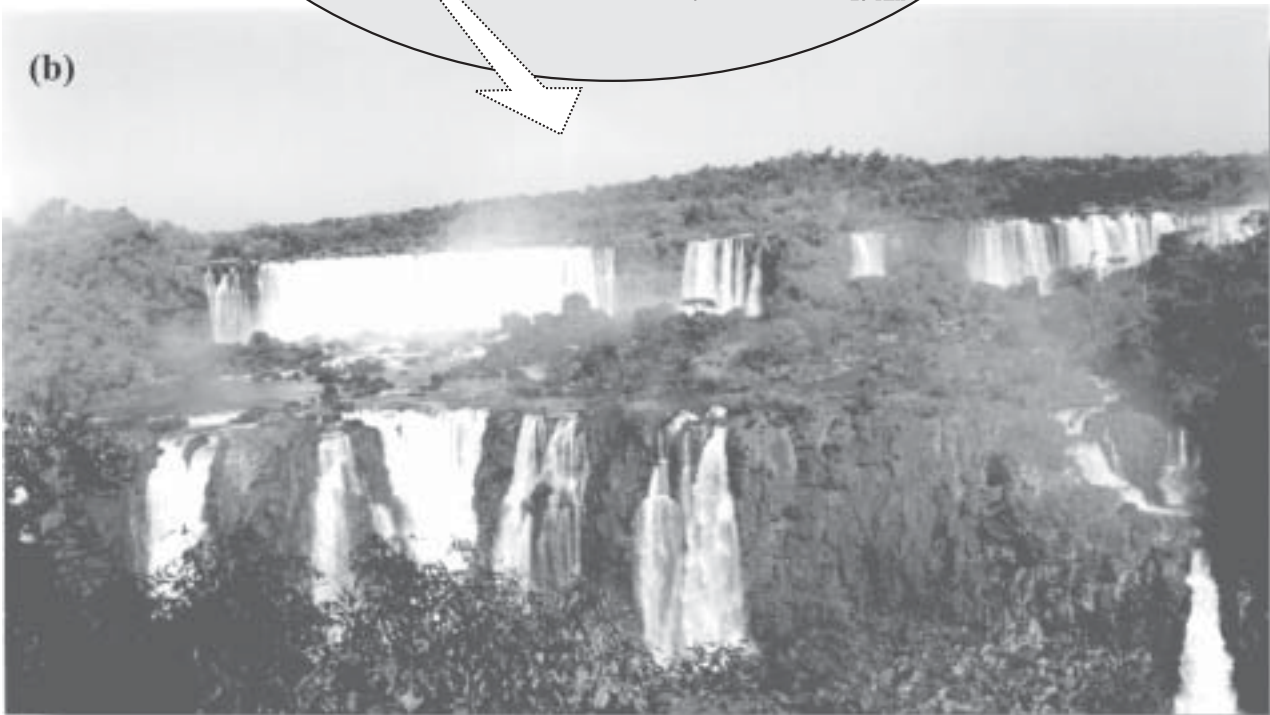
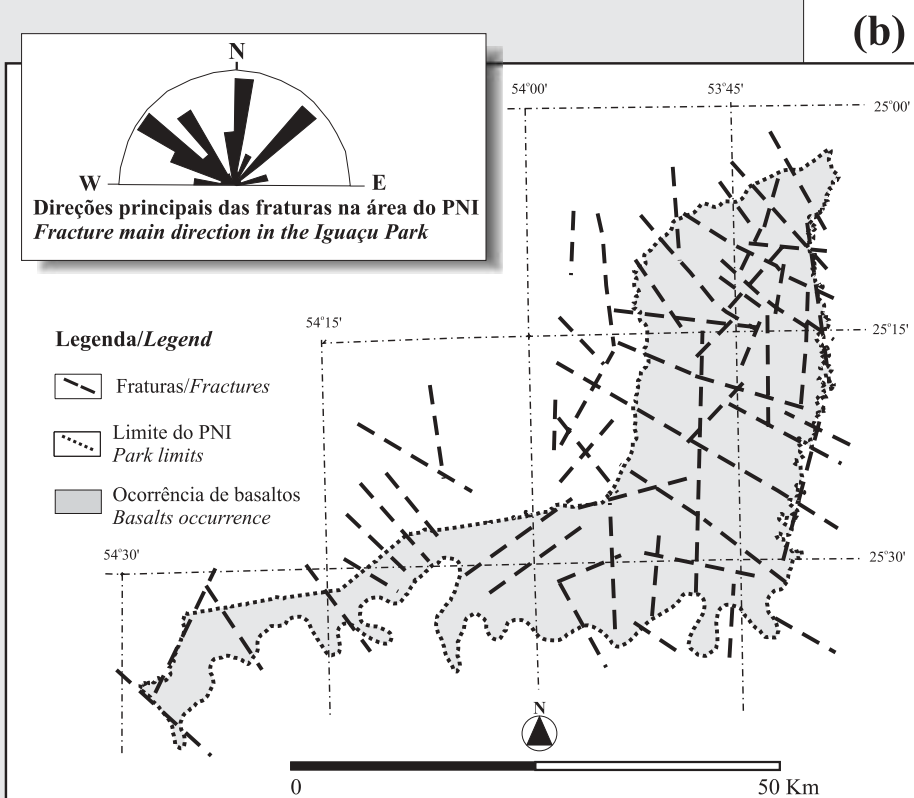
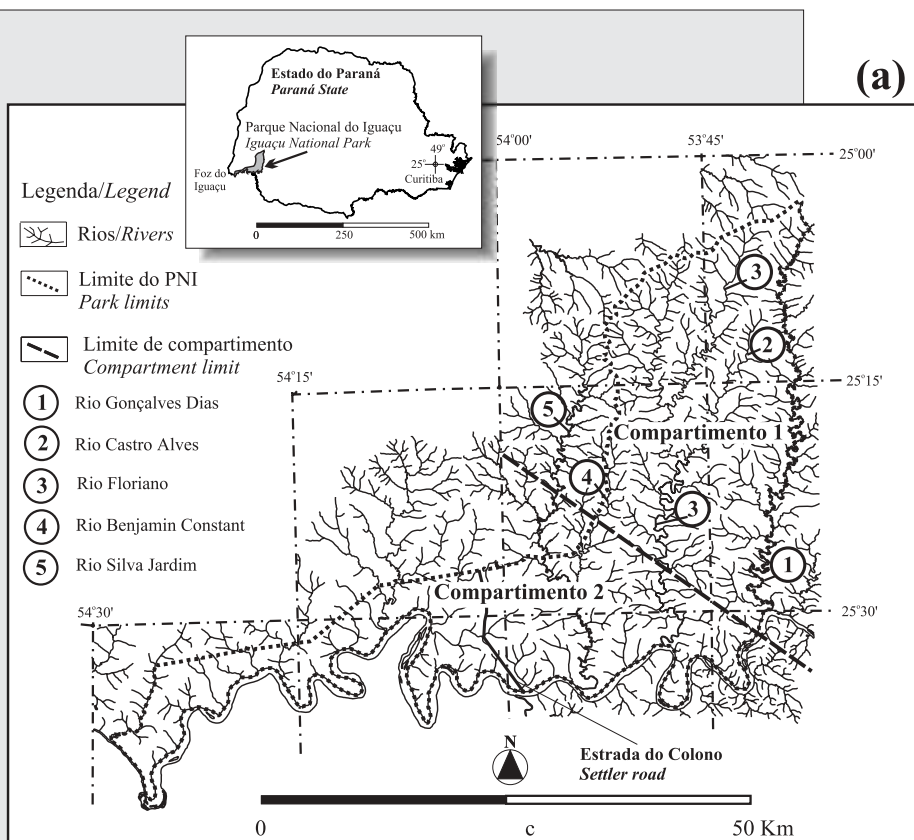


Figura 1: (a) Mapa de localização do Parque Nacional do Iguaçu e **(b)** vista parcial do conjunto de quedas das Cataratas do Iguaçu.
Figure 1: (a) Iguazu National Park situation map and **(b)** partial view of the Iguazu waterfalls.



designação alemã *trapp* em alusão à sua disposição escalonada (foto na Figura 1). Segundo Cordani e Vandoros (1967), o mergulho dos *trapps* é de pequena expressão, sendo de poucos metros por quilômetro, como citado por Leinz *et al.*, (1966). Na área em foco, o mergulho geral se faz para oeste e sudoeste, em direção ao vale do rio Paraná. Os principais tipos de estruturas, observadas no âmbito do PNI são sistemas de fraturas, classificadas em tectônicas e atectônicas. Aquelas de origem tectônica compreendem lineamentos grosso modo paralelos, extensos e com direções definidas, conforme se observa no mapa geológico-estrutural (Figura 2b).

Regionalmente, os mais importantes desses lineamentos correspondem a direções entre N10°W e N10°E-(exemplificado pelo vale do rio Gonçalves Dias); NNE-SSE (caso dos rios Floriano e Castro Alves); NNW-SSE (vale do rio Silva Jardim), além de outros como o rio Benjamin Constant. Outras famílias de fraturas apresentam direções entre N30-40°W, N50-70°W, N40-60°E, E-W observadas nos afluentes menores dos rios Floriano, Castro Alves e Gonçalves Dias. Por sua vez, as estruturas atectônicas em regra são de pequenas extensões e não mostram direções definidas, tendo sido geradas principalmente em função do resfriamento das lavas.

Figura 2: (a) Rede de drenagem e compartimentação morfológica do Parque Nacional do Iguazu; **(b)** Mapa geológico estrutural simplificado.

Figure 2: (a) Drainage net and morphological compartmentation of the Iguazu Park; **(b)** Simplified geological-structural map.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A FISIOGRAFIA E A GEOMORFOLOGIA

O Parque Nacional do Iguaçu está situado em região cuja temperatura máxima está em torno de 40°C e a mínima em torno de 3°C tendo como média máxima cerca de 26°C e mínima de 15°C. O clima é temperado chuvoso, sem estações secas definidas, pluviosidade média anual de 1712 mm e umidade relativa do ar de até 80%. O relevo apresenta em média cotas variáveis entre 100 e 300m configurando dois grandes compartimentos, nitidamente diferenciados quanto à morfologia. Estes são aqui designados por compartimentos geomorfológicos 1 e 2, respectivamente para sudoeste e norte-nordeste (mapa Figura 2a), delimitados por um lineamento estrutural noroeste-sudeste.

Efetivamente, ao contrário do que sucedia na vigência de fases áridas ou semi-áridas desde o início do Quaternário, a tendência atual é o arredondamento das formas, regra geral sob condições de climas temperados ou úmidos. Outros aspectos importantes são os restos de pedimentos e pediplanos, tanto rochosos como detriticos, verificados no leste do PNI, efetivamente sobre os domínios do compartimento geomorfológico 2. O compartimento geomorfológico 1 é formado por relevo mais enérgico, localmente escarpado, caracterizando interflúvios mais alongados e entalhados mas também com colinas onduladas a fortemente onduladas. Depressões de tamanhos variados que podem, em alguns casos, originar “lagos” apesar de situadas em cotas mais elevadas também podem ocorrer, tendo sua origem relacionada às estruturas dos derrames. O padrão de drenagem é dendrítico a sub-dendrítico, e localmente sub-retangular. Prevaecem solos litólicos em associação aos latosolos roxos e terra roxa estruturada e brunizen.

Os principais rios, tais como os rios Benjamin Constant, Castro Alves, Floriano e Gonçalves Dias, mostram notável paralelismo, segundo a direção NNE-SSW. Isto posto, é pertinente considerar que os principais cursos d'água são direcionais, levando-se em conta os mais importantes lineamentos tectônicos, embora ocorram rios consequentes e resequentes, em virtude do mergulho dos derrames para oeste-sudoeste. O compartimento geomorfológico 2 é formado por colinas suavemente onduladas a onduladas, com predominância das formas tabulares que, a rigor, são uma constante nos derrames basálticos paranaenses. Não obstante a paisagem tabuliforme ser comum nos mencionados derrames, desde que

subordinada à estrutura dos mesmos, ela é também bastante influenciada pelos fatores climáticos do Quaternário. O padrão de drenagem, de maneira geral, é retangular a sub-retangular, até sub-dendrítica nos detalhes menores. As principais classes de solos verificadas neste setor são: latosolo roxo, terra roxa e solos gley.

A feição morfológica mais importante do PNI é conhecida como Cataratas do Iguaçu (Figura 3). Trata-se de um conjunto de 275 quedas com altura média de 75 m, permitindo a vazão média de 1800 m³/s. Ocupam um semi-círculo de aproximadamente 2700 m de largura e estão situadas no extremo oeste do Parque, a 15 km do encontro entre os rios Iguaçu e Paraná. O salto de maior expressão e beleza cênica é denominado de Garganta do Diabo, com 90 m de altura. O rio Iguaçu, no trecho que limita o PNI, começa com altitude de 205m, chegando até os 170 m no início do Salto Santa Maria e despencando até a altitude de 90m na base das corredeiras, onde forma um forte *canyon* e pequenas praias areno-siltosas.

A IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DO PARQUE

O ambiente complexo do Parque Nacional do Iguaçu deve ser entendido a partir da abordagem sistêmica onde o conjunto da floresta, seus ecossistemas e o substrato geológico mantém uma intrínseca relação com os processos fluviais do rio Iguaçu.

As características naturais deste grande rio permitem estabelecê-lo como um dos principais agentes modeladores e mantenedores da paisagem da região. O delicado equilíbrio dinâmico existente, expresso pela ocorrência de formas meândricas no trecho que margeia o PNI, permite a formação de micro-ambientes físicos e o desenvolvimento de núcleos biológicos muito particulares e de grande biodiversidade. Os processos externos naturais, em especial aqueles erosivos que já promovem significativa alteração desta dinâmica fluvial atualmente encontram-se intensificados pela atividade humana, especialmente no entorno do Parque e na Estrada do Colono, esta última objeto de discussão permanente da comunidade científica preservacionista.

A Estrada do Colono fragmenta o Parque em dois ambientes podendo gerar impactos no ambiente físico, bem nos componentes bióticos. A depender da resposta que o sistema apresenta – fato ainda não avaliado – é possível, inclusive, a não sustentabilidade de alguns destes ambientes nas vizinhanças da estrada.

Outro aspecto importante a somar-se na preservação deste sítio deve considerar também o problema da substituição da vegetação natural por terras cultivadas e a urbanização crescente no entorno do Parque, fatores com grande influência sobre as bacias de drenagem e seus canais constituintes.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A FISIOGRAFIA E A GEOMORFOLOGIA

A região, compreendida pelo Parque, está inserida em uma das maiores e mais importantes reservas mundiais de água subterrânea que é o Grupo São Bento, principalmente no que concerne à Formação Botucatu (Aqüífero Guarany). Os derrames basálticos constituem um bom aqüífero fraturado, representados pelas tramas estruturais, configuradas pelos sistemas de fraturas tanto tectônicas como atectônicas. O referido aqüífero tem sido responsável pelo abastecimento de um grande número de comunidades nas circunvizinhanças do PNI, apresentando, de forma relativamente freqüente, a ocorrência de água mineral em poços tubulares, mineralização essa condicionada à presença de calcita, natrolita e esolecita.

O volume extraído é variável em função da existência ou não de extensos alinhamentos. Na região há poços tubulares profundos nos aqüíferos fraturados,

com produções superiores a 60 m³/h. Poços que atingem o aqüífero Botucatu tendem a vazões bem mais altas, podendo chegar a 300 m³/h.

ASPECTOS GEOTÉCNICOS

Na área do PNI, dois domínios geotécnicos podem ser caracterizados: domínio das efusivas vulcânicas e domínio das coberturas recentes, os quais apresentam respostas ambientais distintas, em função das características litológicas, texturais e estruturais que cada um encerra, bem como aos processos naturais e antrópicos vigentes.

Domínio das efusivas vulcânicas

Este compreende os litotipos vulcânicos basálticos e, de modo restrito, as efusivas ácidas a intermediárias que ocupam praticamente toda a área do Parque originando os solos argilosos e ferralíticos (Figura 4a). A relativa homogeneidade observada para cada derrame basáltico e sua conseqüente isotropia, reflete boas características e comportamento geotécnico satisfatório que, por sua vez, resulta em sítios com baixa fragilidade ambiental. A predominância de basaltos maciços no terço inferior e na parte média dos derrames, capeados por horizontes amigdalovesiculares e brechas basálticas no terço superior, podem configurar, entretanto, comportamentos

Figura 3: Visão aérea das Cataratas do Iguazu, a partir do lado argentino, mostrando a parte sudoeste do Parque Nacional do Iguazu e a beleza cênica do salto principal, denominado de Garganta do Diabo. (Foto de Zig Koch).

Figure 3: Aerial view of the Iguazu Falls, as seen from Argentina side, showing the southwest portion of the Iguazu National Park and the beautiful scenery of the main fall, named of the Garganta do Diabo (Devil's Throat). (Photo by Zig Koch).



distintos. Processos de queda de blocos e detritos e perda da estrutura por influência da alta trabalhabilidade de argilas são exemplos comuns nestes horizontes quando expostos às variações de temperatura e umidade. Este contexto contribui para reduzir o grau de fragilidade das áreas com predomínio destes materiais.

Domínio Coberturas Recentes

Este domínio está constituído por subdomínios geotécnicos representados por materiais de natureza aluvionar (Figura 4b), materiais coluvionares e materiais de alteração *in situ* (regolitos e solos residuais). Todo o conjunto configura um pacote de cobertura do substrato vulcânico propriamente dito. Os materiais pertencentes à cobertura aluvionar refletem a dinâmica fluvial na sua gênese. Sua distribuição na área é restrita, sendo mais expressiva nas proximidades da calha do rio Iguaçu, bem como de seus tributários de maior porte a exemplo dos rios Floriano e Gonçalves Dias.

Na dependência do predomínio entre um e outro caráter textural, podem prevalecer diferentes processos geológico-geomorfológicos, e diferentes graus de fragilidade, entretanto, esta, tende a ser elevada. Por exemplo, em determinados níveis de deposição fluvial com predominância da fração arenosa, a ocorrência de fenômenos erosivos é mais intensa. Isto

é observado atualmente na foz do rio Macuco.

A cobertura coluvionar engloba os corpos de colúvio propriamente dito, e os depósitos de talus, os quais são mais comuns nas áreas de relevo de colinas onduladas a fortemente onduladas, localmente escarpadas, como aquelas observadas no compartimento geomorfológico 2. Os colúvios apresentam matriz mais fina e fragmentos rochosos menores, que os depósitos de talus. Geneticamente estão vinculados às ações gravitacionais em terrenos onde as declividades são mais acentuadas. Nesses materiais a drenagem interna e a resistência aos esforços são ruins, facilitando a instalação e evolução de processos erosivos e movimentos de massa. Geralmente contribuem para aumentar a fragilidade das áreas onde ocorrem.

Estima-se que a maioria dos corpos acima referenciados, principalmente aqueles localizados na porção nordeste do parque, encontram-se estabilizados segundo ângulos de repouso entre 45° e 60°. Admitindo-se este intervalo como sendo o da estabilidade geral, sob condições naturais e sob a presença da cobertura vegetal atual. A cobertura de regolitos e solos residuais, salvo algumas exceções locais, recobrem as rochas vulcânicas do Parque. As espessuras do capeamento são bastante variáveis, estimando-se que as áreas de relevo mais suave observadas nas porções central e sudoeste do mesmo, apresentem as maiores espessuras, da ordem de uma dezena de metros. Nas regiões norte e nordeste as espessuras apresentam valores menores.

De um modo geral, estes materiais apresentam comportamento geotécnico satisfatório, com boas respostas às solicitações de esforços e aos processos externos, ou seja a incidência de fenômenos erosivos e gravitacionais é menos marcante para este subdomínio.

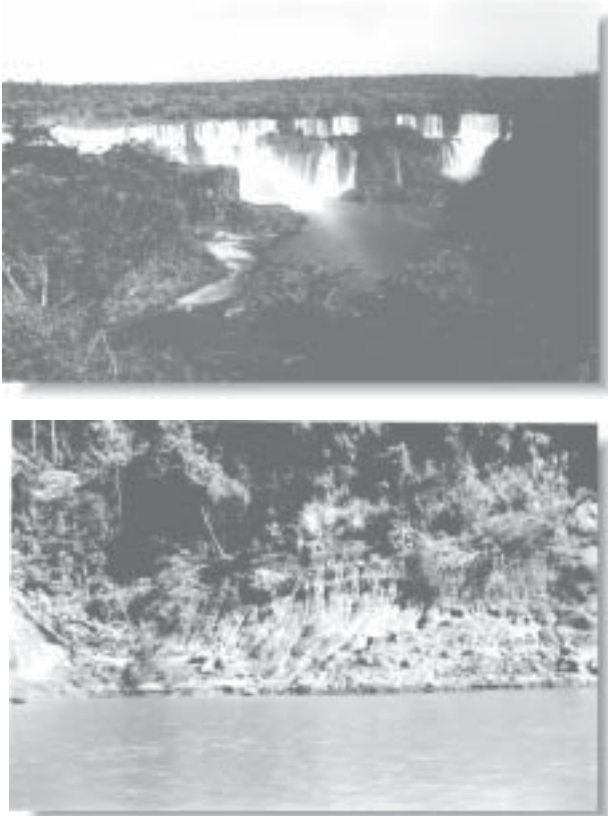


Figura 4: (a) Caracteres morfológicos dos derrames (escalonados ou *trapp* de lava; (b) depósitos de sedimentos nas margens do rio Iguaçu, no PNI, atestando os processos erosivos.

Figure 4: (a) Morphological features of the waterfalls (step or *trapp* like lava flows). (b) Sediment deposits in the river margin, in the Iguaçu Park, characteristic of local erosive processes.

ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL SOB CONDICIONANTES DO MEIO FÍSICO

Os dados resultantes do trabalho efetivado para revisão do Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu (IBAMA, inédito) permitiram uma avaliação preliminar que deve ser considerada como aproximação quanto ao desempenho ambiental observado. A análise de parâmetros e processos vigentes no meio físico, como por exemplo, tipos de solos, classes texturais, resistência a esforços, declividade, drenagem, aspectos climáticos, existência de feições erosivas (sulcos, ravinas) e gravitacionais (cicatrizes de escorregamento) permitiu a elaboração de uma matriz simplificada de avaliação. O cruzamento destas informações em diferentes sítios do PNI resultou em quantificação para o desempenho ambiental do mesmo, aqui designado Fragilidade Ambiental. As diferentes fragilidades foram distribuídas espacialmente conforme pode se observar no Mapa de Fragilidade Ambiental do PNI (Figura 5).

A partir do mapa verifica-se que nas áreas com relevo mais acidentado, entre os rios Silva Jardim e Floriano, entre este e o rio Gonçalves Dias, até o limite norte do Parque, prevalecem condições que apontam para uma alta fragilidade ambiental, especialmente para processos de escorregamentos e processos erosivos. Esta área foi denominada de *Zona 1*.

A *Zona 2* de fragilidade está situada nas margens do rio Silva Jardim, estendendo-se para sudoeste, até a altura do rio São João. A fragilidade ambiental nestes

locais é baixa, função de um relevo menos enérgico, com menor grau de entalhamento.

A *Zona 3* de fragilidade corresponde ao entorno do rio Iguaçu. A mesma apresenta fragilidade muito alta para processos de escorregamentos e erosivos, principalmente nas margens do rio, já que a energia concentrada ao longo da calha do mesmo é bastante expressiva. Avaliação semelhante foi aplicada aos rios Floriano, Gonçalves Dias e Silva Jardim, respectivamente *Zonas 4, 5 e 6* para os quais a fragilidade ambiental é alta, especialmente para processos de escorregamentos e erosivos.

Nas regiões limítrofes do PNI, denominadas *Zonas 4A e 7*, a fragilidade ambiental varia de alta a muito alta e a interface com sistemas urbanos e rurais, coloca em risco a qualidade ambiental do Parque.

As áreas mais susceptíveis vinculadas às *Zonas 4A e 7* relacionam-se à influência antrópica mais acentuada ao longo da estrada das Cataratas, Trilha do Macuco, Estrada do Poço Preto e a própria estrada do Colono. Nestes pontos em particular, os desequilíbrios são expressos ora por escorregamentos localizados, ora por fenômenos erosivos e de assoreamento e a fragilidade é particularmente elevada. O limite sudoeste entre o PNI e as demais áreas apresenta alta fragilidade, configurando *Zona 8* na classificação. A análise para este caso é semelhante àquela feita para as *Zonas 4A e 7*, considerando-se também a interface entre área preservada e áreas de uso diversificado dos solos no entorno do Parque.

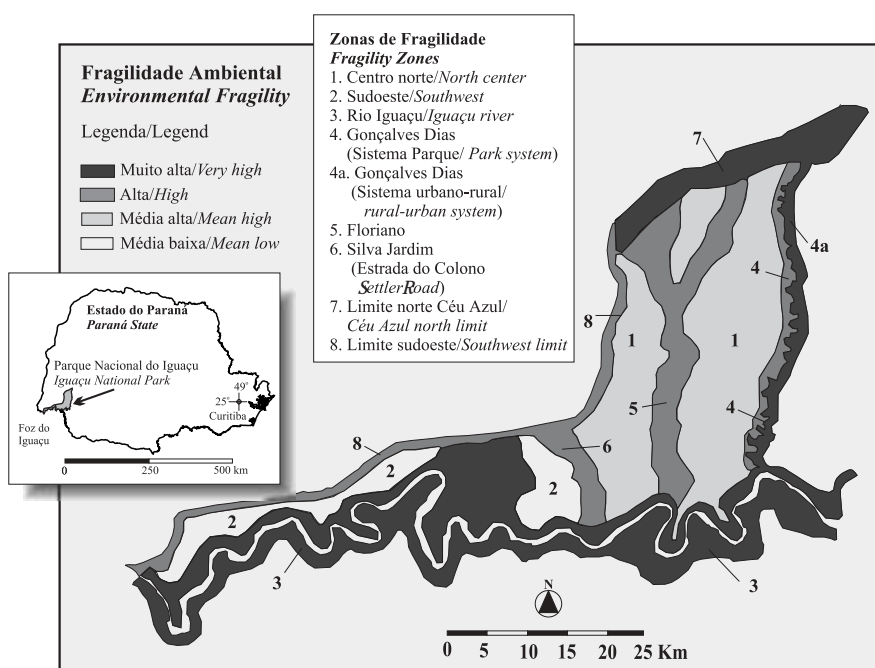


Figura 5: Mapa de fragilidades ambientais do Parque Nacional do Iguaçu.

Figure 5: Environmental fragility map of the Iguaçu National Park.

CONCLUSÕES

Os terrenos do Parque Nacional do Iguaçu são parte integrante dos extensos derrames vulcânicos que ocupam considerável área na Bacia do Paraná da ordem de 1.200.000 km². No Estado do Paraná esses derrames, pertencentes ao Grupo São Bento (Formação Serra Geral), ocupam aproximadamente 2/3 do território, distribuindo-se em toda sua porção oriental.

Tais derrames foram originadas via atividades vulcânicas não explosivas, através de grandes fraturas. O vulcanismo da Bacia do Paraná é imediatamente anterior à abertura sul-atlântica, posicionando-se entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior (entre 145 e 120 Ma). Na região do PNI, as rochas vulcânicas geralmente apresentam composição básica, do tipo toleítico. Associadas a estas, ocorrem esporadicamente efusivas ácidas e intermediárias, respectivamente de caráter dacítico e andesítico. As espessuras dos derrames podem chegar na área do parque estão entre 750 e 800 m. Por suas características geológicas e geomorfológicas e, particularmente, pela biodiversidade peculiar que encerra, o PNI comporta uma das últimas e raras reservas naturais do sul do Brasil. As fragilidades ambientais, referidas no texto, aconselham pesquisas mais detalhadas e, certamente, cuidados especiais no que tange a preservação do Parque. Tais cuidados dizem respeito tanto aos aspectos litológicos como aos geológicos, ambos intimamente relacionados e interdependentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cordani,U.; Vadoros,P. 1967. Basaltic rocks of the Paraná Basin. *In: International Symposium on the Gondwana Stratigraphy and Paleontology, 1st; Problems in Brazilian Gondwana Geology, Curitiba,1967. Proceedings: 207-231*
- IBAMA (inédito), Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu.
- Leinz,V.; Bartorelli,A.; Isotta,C.A.L. 1966. Sobre o Comportamento espacial do *trapp* basáltico da Bacia do Paraná. *Boletim*, 5, 15(4): 79-91, São Paulo
- Maack,R. 1947. Breves notícias sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. I.B.P.T. Curitiba, Arq. *Biol. e Tecn.*, vol. II, Art. 7
- Maack,R. 1968. *Geografia física do Estado do Paraná*. Liv. José Olympio Editora (2a. Ed), Curitiba, 442p.
- Marinon,M.P.C.; Aala,L.; Moreira,M.L.O. 1982. Formação Serra Geral no Sul do Brasil: rochas ácidas e básicas: sua distribuição, Petrografia e litoquímica. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 32, Salvador, BA. SBG, *Anais*:403-414.
- Piccirillo,E.M.; Melfi,A.J.; Comin-Chiaramonti,P.; Bellieni,G.; Ernesto,M.; Marques,L.S.; Nardy,A.J.R.; Pacca,I.G.; Roisenberg,A.; Stolfo,D. 1988a. Continental flood volcanism from the Paraná Basin (Brazil). *In: Macdougall,J.D. (ed.) Continental flood basalts. Kiluwer Acad. Publishers*, p. 195-238
- Piccirillo,E.M.; Comin-Chiaramonti,P.; Bellieni,G.; et al. 1988b. Petrogenetic aspects of continental flood basalt-rhyolite

suites from the Paraná Basin (Brazil). *In: E.M. Piccirillo e A.J. Melfi (coords) The Mesozoic flood volcanism of the Parana Basin petrogenetic and geophysical aspects. São Paulo, IAG/USP, p.179-206*

- Salamuni,R. 1969. Fundamentos geológicos do Paraná: *in História do Paraná*. Ed. Grafipar. Curitiba, v.II, p. 13-128.
- Sartori,P.L.P. 1984. As principais ocorrências de rochas vulcânicas ácidas de Formação Serra Geral no Planalto do Paraná. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 33, Rio de Janeiro, 1984. SBG, *Anais*:4539-4547.
- Schneider,A.W. 1964. Contribuição à Petrologia dos derrames basálticos da Bacia do Paraná. UFRGS-Porto Alegre, Escola de Engenharia, *Publicação Avulsa* n.1, 1964
- Schneider,A.W. 1970 O vulcanismo basáltico da Bacia do Paraná: perfil Foz do Iguaçu-Serra da Esperança. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 24, Brasília-DF, 1970, SBG. *Anais*: 211-217

^{1,2} Universidade Federal do Paraná – Dep. de Geologia

^{1,2} hidrotec@bbs1.sul.com.br

² salamuni@geologia.ufpr.br

^{3,4} Geólogos autônomos