

## MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES, PI

## GEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF SETE CIDADES NATIONAL PARK, PI

**Janaina Carla dos Santos**

Doutora em Geociências. Professora do Colegiado de Arqueologia e Preservação Patrimonial da Univasf.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5341-6219>

E-mail: [janaina.santos@univasf.edu.br](mailto:janaina.santos@univasf.edu.br)

### RESUMO

Este artigo apresenta os resultados da dissertação de mestrado intitulada “Quadro Geomorfológico do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí”. Esta pesquisa buscou estabelecer o quadro geomorfológico do Parque Nacional de Sete Cidades, o que demandou localizar, identificar e descrever as feições geomorfológicas que constituem o relevo, o modelado e as formações superficiais do parque. O parque está localizado no município de Piracuruca, Piauí. Foi criado em 8 de junho de 1961, devido a sua beleza cênica, observada nos seus monumentos geológicos, nas pinturas rupestres e por abrigar várias nascentes perenes de água. Foi realizado um mapeamento geomorfológico na escala de 1:25.000. O mapeamento realizado permitiu o reconhecimento das seguintes feições geomorfológicas: os afloramentos rochosos, maciços ou esculpidos em modelado ruiniforme alto e modelado ruiniforme baixo, afloramentos rochosos planos (conhecidos como lajeado), e as formações superficiais compostas por: pavimentos de blocos, formações arenosas e couraça ferruginosa. Duas planícies inundáveis são ocupadas por solos hidromórficos. Foi constatado que o modelado ruiniforme de Sete Cidades é de origem estrutural, em ligação intrínseca com as estruturas sedimentares do arenito e a existência de falhas e fraturas, as formações arenosas têm fraco desenvolvimento pedológico. As couraças ferruginosas seriam o único elemento para estabelecer um esboço da evolução geomorfológica num quadro regional.

**Palavras-chave:** mapeamento geomorfológico; modelado ruiforme; Parque Nacional de Sete Cidades; Piracuruca; Piauí.

## **ABSTRACT**

*This article presents the results of the Master's Thesis entitled "Geomorphological aspects of the Sete Cidades National Park, Piauí State, Brazil". The research sought to establish the geomorphological aspects of the Sete Cidades National Park by localizing, identifying, and describing the features that constitute its landscape, sculpturing, and surface formations. The park was created on June 8 1961, in the municipality of Piracuruca (Piauí), because of the scenic beauty of its geological monuments and pictographs, and its important natural springs. The geomorphology of the park was mapped at a scale of 1:25.000, which allowed the identification of the following features: rock outcrops and massifs sculpted in high or low ruiniform relief, planar rock surfaces ("lajeados"), as well as superficial formations composed of sandstone blocks, sandy areas, and fields of iron oxide concretions. Two seasonally flooded plains are covered by hydromorphic soils. It was determined that the ruiniform relief of the Sete Cidades National Park is resulted by structural origin, and it is intrinsically linked to the sedimentary sandstone structures and the existence of faults and fractures; the sandy areas are thick, although with only weak pedological development. The iron oxides concretions are the only elements that can establish a big picture of the geomorphological evolution at a regional level.*

**Keywords:** geomorphological mapping; ruiniform relief; Sete Cidades National Park; Piracuruca; Piauí.

## **INTRODUÇÃO**

Tristão de Alencar Araripe, em 1886, proferiu um comunicado no Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro sobre cidades petrificadas e inscrições lapidares do Brasil, apontando para um lugar no Piauí, com sete praças ou sete cidades. Nesse viés, em 1887, um ofício do município de Piracuruca ao Presidente da Província do Piauí, informou que estas cidades abrigavam rochedos alcantilados em profusão, semelhantes a torres, fachadas de edifícios, muralhas e fortalezas (Bastos, 1994).

Assim, do ponto de vista geomorfológico, as tais 'sete cidades de pedra' expressam o modelado ruiforme que Ab'Saber (1977) denomina de

"topografias eriçadas e alcantiladas, evocadoras de falsas ruínas". Esse modelado é frequente nas bordas das chapadas e cuevas dos arenitos devonianos da Bacia Sedimentar do Parnaíba (Moreira, 1977; Pellerin, 1984; Petri; Fúlfaro, 1983), e exibe grande beleza cênica, onde a pareidolia é lugar comum. Dessa forma, em 1961, surgiu o Parque Nacional de Sete Cidades, criado para preservar o bioma cerrado, os monumentos geológicos, os olhos d'água e os sítios arqueológicos. No Piauí, três parques nacionais exibem este modelado: Sete Cidades, ao Norte, e Serra da Capivara e Serra das Confusões, ao Sul.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar o quadro geomorfológico do Parque Nacional de Sete Cidades, a partir da identificação e mapeamento das suas feições geomorfológicas, compostas por elementos do seu modelado e das suas formações superficiais.

Nessa conjectura, é importante ressaltar o objetivo da Geomorfologia, que trata de descrever e investigar a gênese, o desenvolvimento e a função das formas de relevo (Tricart, 1976; Penteado, 1984; Marques, 1996). Dessa forma, um estudo geomorfológico deve contemplar dados referentes ao relevo, seu modelado e às suas formações superficiais (ROSS, 1985).

O relevo é resultado da combinação de três fatores estruturais: a litologia, a estratigrafia e a tectônica, com os resultados dos processos de evolução da geodinâmica externa, resulta da atuação das forças endógenas ligadas à tectônica e das forças exógenas, vinculadas a desgastes e à acumulação produtos da geodinâmica externa (Mainguet, 1972; Guerra; Guerra, 1997).

O modelado exibe a evolução das formas da paisagem e expressa a dinâmica externa influenciada pelos agentes dos diferentes sistemas morfogênicos na superfície do planeta (Mainguet, 1972). As formações superficiais provêm da transformação do substrato rochoso em manto de intemperismo, que pode ser autóctone - proveniente do substrato rochoso

original; ou alóctone - produto de migrações ou remanejamentos de materiais de outras áreas (Joly; Dewolf, 1978).

Destaca-se na área de estudo o modelado ruiforme, chamado por Mainguet (1972) de "sistema arredondado ruiforme ou saheliano". Nesse sistema, ocorre a justaposição, dentro da mesma paisagem (em arenitos), de formas arredondadas e aspectos ruiformes, tendendo a baixa declividades. Assim, ao lado de formas planas e curvas, ocorrem perfis angulosos com degraus de várias escalas e a ausência de superfícies planas contínuas.

Nesta perspectiva, o modelado ruiforme coexiste com o modelado arredondado como duas paisagens dentro de um mesmo sistema morfogenético, onde os degraus e patamares evoluem para formas arredondadas e para as formas ruiformes, segundo as direções de ruptura (estruturais ou intempéricas) paralelas e perpendiculares às bordas. É um fenômeno azonal que para ocorrer basta que duas condições sejam cumpridas: a) mínimo de água, cujos efeitos de percolação são favorecidos pela própria estrutura da rocha e b) que a rocha seja desnudada (MAINGUET,1972).

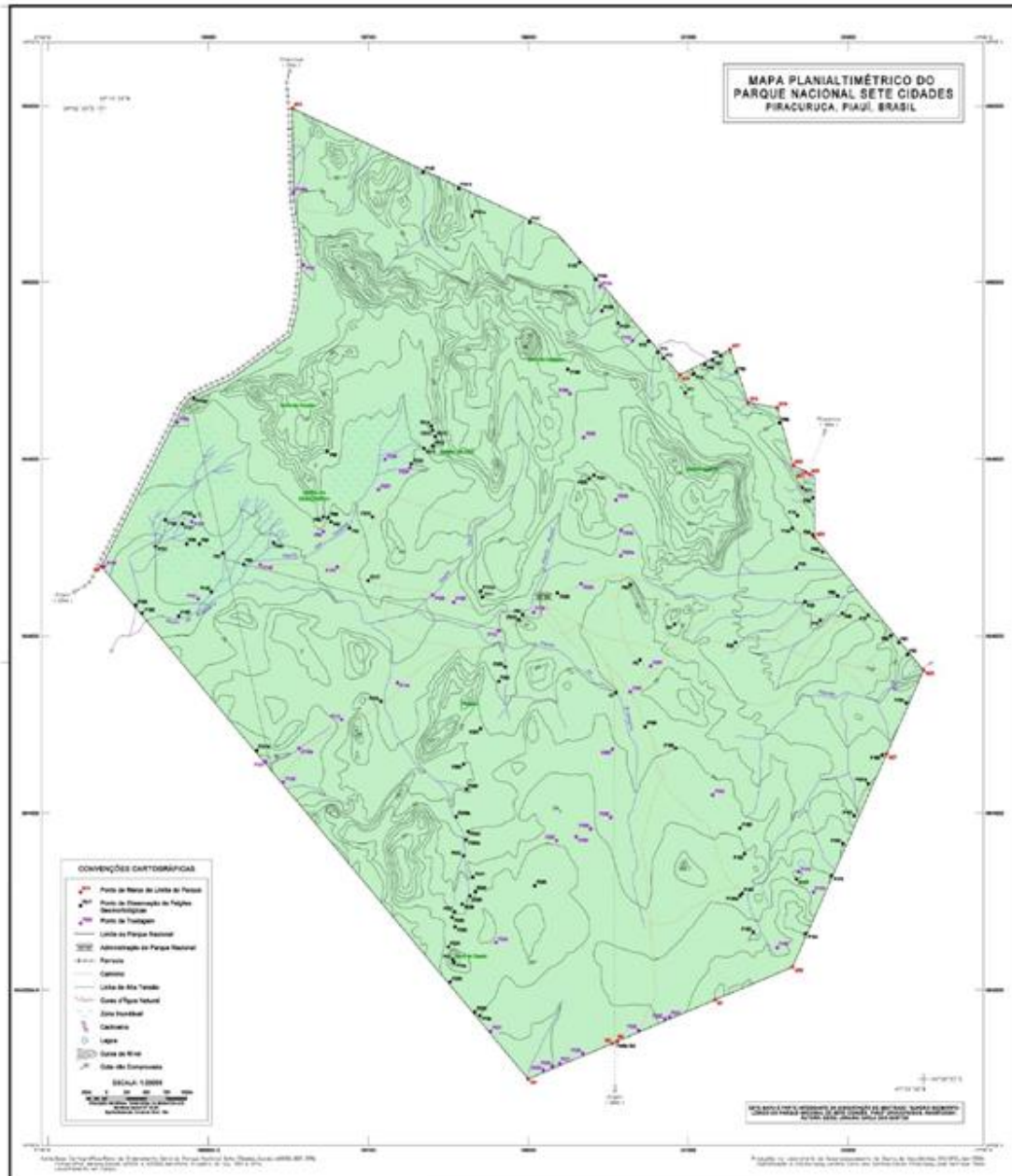
## **APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O Parque Nacional de Sete Cidades, com área de 6221,48ha, foi criado em 8 de junho de 1961, no município de Piracuruca, no nordeste do Estado do Piauí. As principais vias de acesso são a BR-222, no trecho Piripiri-Fortaleza, e a BR-343, que liga Teresina a Parnaíba (Figura 1).

Do ponto de vista morfoestrutural, sua área é ocupada pela Bacia Sedimentar do Parnaíba, inserida em parte dos estados do Pará, Tocantins, Maranhão, Piauí e Bahia (aproximadamente 600.000 km<sup>2</sup>), que abriga um pacote de mais de 3000m de espessura de sedimentos (Petri; Fúlfaro,1983). É datada do Paleozoico, embora depósitos mesozoicos ocupem grandes áreas

(Mesener; Wooldridge, 1964). Vale ressaltar que, em Sete Cidades, aflora a Formação Cabeças do Grupo Canindé.

**Figura 1 - Mapa planialtimétrico de Sete Cidades**



Fonte: Elaboração Própria (2001).

O relevo de Sete Cidades compõe o Planalto Oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba (Lima, 1987). Inserido numa estrutura monoclinial de cuesta, cujo mergulho de camadas é de 5° na direção leste/oeste, as formas

de relevo deste compartimento estão representadas pelos reversos da cuesta, conservados em estrutura monoclinial e vales encaixados. A amplitude do relevo da área alcança altitudes que variam entre 100 e 300m (IBDF, 1979).

Neste viés, é importante ressaltar que a área de estudo está inscrita na sub-bacia do Rio Longá, que pertence à bacia do Rio Parnaíba e nela ocorrem nascentes que alimentam os riachos que originam os rios Piracuruca e Matos.

O clima da área de estudo pertence à classe generalista de Koppen categorizada como 'Clima Tropical' (Aw), com duas de suas subclasses denominadas 'tropical subúmido' e 'tropical úmido'; estes aspectos caracterizam o balanço hídrico da área com situações de 'déficit hídrico', produzindo uma ambiência local do tipo quente e úmida com precipitações no verão e no outono: as precipitações anuais vão de 1.300mm a 1.500 mm, chovendo em média por ano 1.500mm, tendo a mínima de 500mm e máxima de 3.000 mm (Rivas,1996; Koppen, 1900; Holdridge, 1947). A temperatura média anual é superior a 26°C: a média anual da temperatura mínima é 16°C, e a média anual da temperatura máxima é 36°C. O período de seca vai de junho a novembro, e o período de chuva se estende de novembro a maio (IBDF, 1979).

Quanto a cobertura vegetal a área está inserida no domínio florístico e fitogeográfico nordestino de formações do Cerrado (Castro *et al.*, 2007), com presença das suas principais faciações (savana florestada, savana arborizada, savana parque) (IBGE, 1992), além da presença de corredores ripícolas compostos por matas ciliares (Ab'Saber, 2003).

Esse trabalho utiliza a primeira classificação feita por Oliveira (s.d.) que através de trabalhos de campo e geoprocessamento produziu uma primeira classificação dos tipos de vegetação no Parque, a saber: Mata Fria, Mata Ciliar, Cerrado Seco, Cerrado Baixo e Campo.

Em campo, procedeu-se o reconhecimento, a localização e a descrição das feições geomorfológicas e das formações superficiais. O

trabalho de campo foi feito em duas etapas: (i) a primeira etapa para um reconhecimento geral da área estudada; (ii) e a segunda etapa para reconhecimento das suas feições geomorfológicas, percorrendo significativa parcela de sua superfície.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Para cumprir o objetivo geral da pesquisa: estabelecer o quadro geomorfológico do Parque Nacional de Sete Cidades, através da localização, identificação e descrição das suas feições geomorfológicas, alguns procedimentos em gabinete e laboratório foram adotados.

### **Atividades de gabinete**

Em gabinete foram realizadas duas fases de fotointerpretação: na primeira fase, foi montado um mapa-base para a realização dos trabalhos de campo, e, na segunda, foi feita a fotointerpretação final. Foram utilizadas fotografias aéreas pancromáticas da Aerofoto Cruzeiro S.A., realizadas em 1969 (1:27.000) e 1974 (1:70.000). Foram fotointerpretados 04 pares de fotos na escala aproximada de 1:27.000, e 01 par de fotos na escala 1:70.000.

Na fase inicial, foram traçados os canais de drenagem, as estradas e algumas das rupturas côncavas e rupturas convexas, além das falhas e fraturas. Na segunda fase da fotointerpretação, foram traçadas as seguintes feições: afloramentos rochosos, maciços em modelado ruiforme alto e baixo, lajeado, carapaça ferruginosa, pavimentos de blocos e formações arenosas, e as feições estruturais: rupturas côncavas, rupturas convexas, cornijas, falhas, fraturas, cristas e escarpas de falha.

O trabalho de fotointerpretação foi realizado no Laboratório de Cartografia do Departamento de Geociências da UFSC, utilizando

estereoscópios de espelho e de bolso. Os *overlays* finais serviram de base para a cartografia digital dos mapas geomorfológico e geológico.

### **Elaboração do Mapa Planialtimétrico do Parque Nacional de Sete Cidades**

O Mapa Planialtimétrico foi feito utilizando: (i) o mapa 'Plano Geral de Ordenamento do Parque' obtido no Plano de Manejo de Sete Cidades; (ii) a fotointerpretação dos aerofotogramas na escala de 1:27.000 e 1:70.000; (iii) e os levantamentos em campo.

A escala do mapa 'Plano Geral de Ordenamento do Parque' é de 1:40.000, ele traz curvas de níveis sob '10 em 10m', e não apresenta coordenadas geográficas. Para minimizar as distorções (em especial num mapa sem coordenadas), foi feita uma ampliação fotográfica com controle de medidas, para a escala de 1:25.000. As coordenadas geográficas foram obtidas por meio dos pontos de GPS (*Geografic Position Sistem*) dos marcos topográficos que delimitam o parque.

De posse das coordenadas geográficas e da carta ampliada para a escala de 1:25.000, cinco marcos foram inseridos, em ambiente computacional de forma manual (utilizando uma mesa digitalizadora), para georreferenciar o Parque. Foram digitalizados, em 3D, três arquivos: a) as curvas de nível (equidistância de 10m), sendo a cota mais baixa de 100m e a mais alta de 290m; b) a rede de drenagem, e c) a rede viária.

A reunião dos arquivos das curvas de nível, da rede de drenagem, da rede viária e dos pontos de observação, gerou o Mapa Planialtimétrico do Parque Nacional de Sete Cidades.

### **Elaboração dos mapas geomorfológico e geológico**

As feições geomorfológicas foram levantadas com o auxílio de: (i) fotointerpretação, (ii) levantamento em campo, (iii) e composição colorida de imagem de satélite LANDSAT TM de 23/8/98. Somente a integração destes



elementos permitiu montar os *overlays* finais com as feições geomorfológicas de Sete Cidades.

As respostas espectrais da composição colorida das bandas 3, 4 e 5 da imagem LANDSAT TM, de 23 de agosto de 1998, refletem as diferentes feições geomorfológicas do Parque. As manchas em vermelho, ao longo dos canais de drenagem, denotam claramente a presença de solo hidromórfico. A leste, o grande conjunto de modelado ruiforme baixo que está circundado a Serra Negra, foi mais bem delimitado com o auxílio dessa composição. Nela também se pode identificar, de maneira nítida, o sistema de falhas de Sete Cidades. Nas partes inacessíveis do Parque, essa imagem ajudou a generalizar os dados identificados em campo, em situações morfológicamente equivalentes.

Os *overlays* gerados foram transferidos a um mapa-base, utilizando uma mesa de luz e, posteriormente, foram digitalizados em ambiente computacional. Nesse sentido, o mapa base resulta da digitalização do Plano Geral de Ordenamento do Parque e apresenta as curvas de nível, a rede viária e a rede de drenagem. O mapa geomorfológico é o resultado da junção dos arquivos dos elementos do mapa base com o arquivo dos *overlays* finais.

Ainda, é importante destacar que foi elaborado o mapa geológico do Parque, resultado da junção dos arquivos dos elementos do mapa-base, combinados aos elementos da geologia (litologia, falhas e fraturas) contidos nos arquivos dos *overlays* finais.

Ademais, ressalta-se ainda que os mapas foram obtidos por cartografia digital e foram desenvolvidos no Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geociências da UFSC.

### **Atividades de laboratório**

Em laboratório foram realizadas as análises granulométricas de 41 amostras. Essa análise foi realizada nos laboratórios de Pedologia e Sedimentologia do Departamento de Geociências da UFSC, usando métodos convencionais de peneiramento para as partículas grossas, e de pipetagem para as partículas finas do solo.

Foram utilizadas sete peneiras para classificar as partículas grossas: seixos, grânulos e areias. A pipetagem foi utilizada para classificar os sedimentos finos, identificando os diâmetros 5, 6, 7 e 8 da partícula silte; o diâmetro 9 da partícula argila foi calculado pela diferença de peso residual das classes precedentes. A dispersão dos materiais foi obtida com o defloculante composto de 35,7g de hexametáfostato de sódio ( $\text{Na}_2\text{PO}_3$ ) e 7,94g de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dissolvido em 1000ml de água, na proporção de 10 ml de solução para cada 10g de amostra.

## **SETE CIDADES: ARCABOUÇO GEOLÓGICO E ESTRUTURAL**

Em Sete Cidades aflora a Formação Cabeças que, para Vaz *et al.* (2007), é composta por arenitos cinza-claros a brancos, médios a grossos, com intercalações delgadas de siltitos e folhelho. Para Góes e Feijó (1994), o ambiente mais importante nesta formação geológica é o plataformal sob a influência preponderante de correntes desencadeadas por processos de marés, mas também ocorrem fácies flúvio-estuarinas. Segundo Batista *et al.* (1984), as maiores espessuras atingem valores da ordem de 300m em Piripiri e Piracuruca.

A Formação Cabeças é Devoniana e, em Sete Cidades, expõem, no mínimo, cinco ciclos de sedimentação. A espessura média de cada ciclo é de 18 metros. Um ciclo se inicia com depósitos de canais fluviais justapostos sobre uma discordância erosiva escavada em depósitos laminados, de estratificação plano-paralela de planície de maré, e termina quando o pacote retorna gradativamente à estratificação plano-paralela das planícies

de maré. Os ciclos de sedimentação se deram numa zona costeira em processo de subsidência, que variava sua velocidade de afundamento (Fortes, 1996).

Os arenitos em Sete Cidades são constituídos por areia fina quartzosa, bem selecionada, podendo ser amarelos ou brancos. Verifica-se mudança na granulometria nos arenitos dos “canhões” que apresentam gradação granocrescente em direção ao topo de: areia fina quartzosa bem selecionada, areia grossa subarredondada mal selecionada e conglomerado fino. Há uma pequena faixa de arenitos psamíticos (Figura 2).

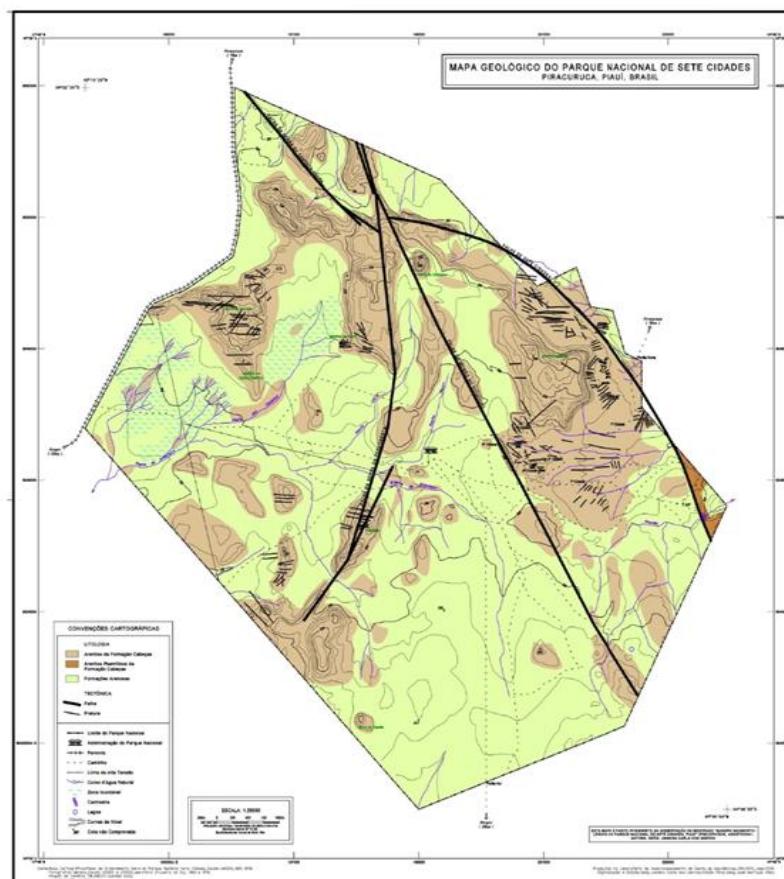
As estruturas sedimentares mais observadas na área de estudo são: estratificação cruzada plana, estratificação cruzada acanalada, estratificação plano-paralela, estrutura de corte e preenchimento, marcas de onda, anéis de Liesegang. Há ainda estruturas de origem orgânica, as chamadas ‘marcas de vermes’, e estruturas de bioturbação.

Do ponto de vista tectônico, Sete Cidades apresenta importante sistema de falhamentos e fraturamentos associados, que são fatores relevantes na organização do relevo: (i) a Falha da Descoberta, (ii) a Falha de Sete Cidades, (iii) e a Falha do Morro do Cochicho (Figura 2).

A Falha do Morro do Cochicho desencadeou movimentação de blocos que originou as outras duas falhas. Ela é transcorrente. Os arenitos exibem dissolução e precipitação de sílica, sendo assim, a zona de falha apresenta-se fortemente cimentada. Os processos erosivos de natureza diferencial tornaram essa área em relevo positivo (Fortes, 1996).

A Falha de Sete Cidades é reversa e provocou o soerguimento do bloco da Serra Negra que, por longo processo de erosão, configurou-se em modelado ruiforme. No bloco da Serra Negra, encontram-se os monumentos da Primeira, Segunda, Terceira, Quarta, Quinta e Sétima Cidade, com exceção da Sexta Cidade, situada a oeste da Falha do Morro do Cochicho. A Falha da Serra da Descoberta é uma falha normal.

**Figura 2 - Mapa geológico de Sete Cidades.**



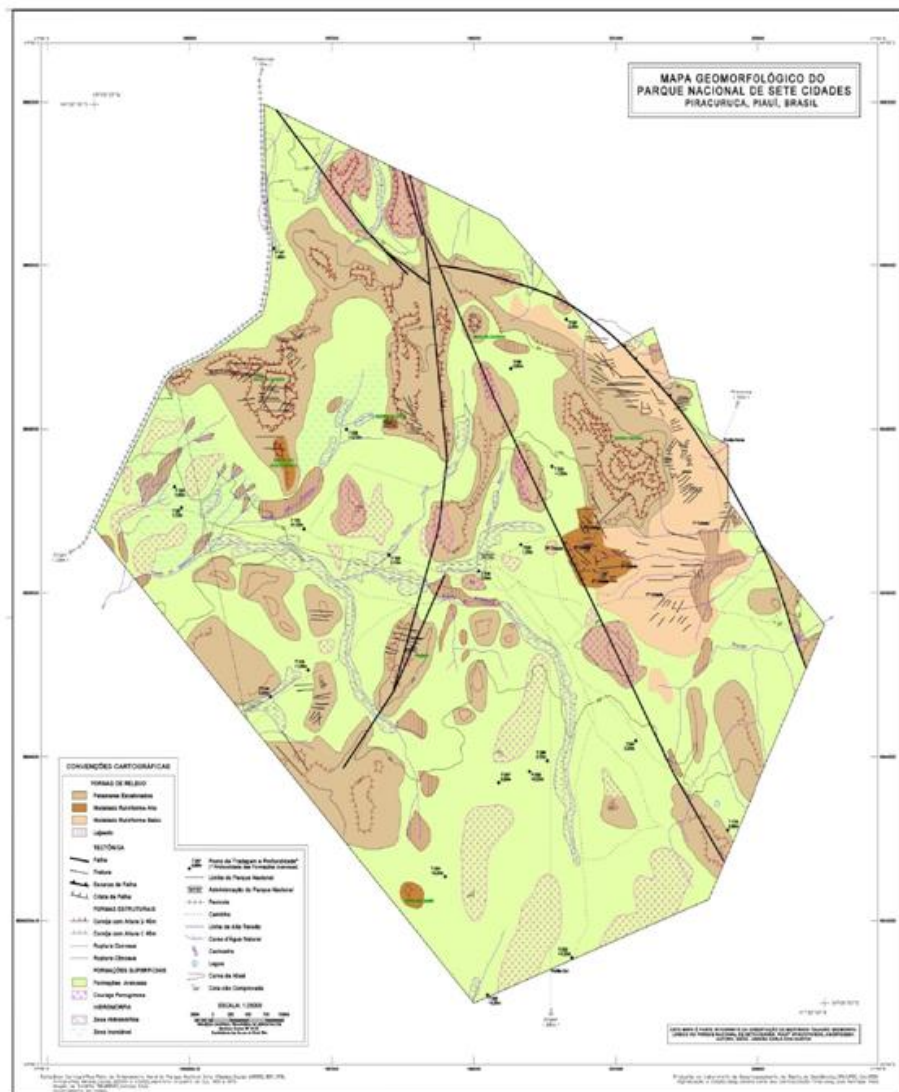
Fonte: Elaboração Própria (2001).

O desnivelamento do bloco da Serra Negra originou duas cachoeiras: a Cachoeira do Riachão e a Cachoeira do Olho d'água do Pinga (esta última fora da área do Parque). Na parte inferior da Cachoeira do Riachão, observam-se as lentes de folhelhos descritas na literatura como existentes na Formação Cabeças (Baptista, 1984; Cunha, 1986).

## **FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES**

Foram definidas na paisagem de Sete Cidades as seguintes feições geomorfológicas: a) afloramentos rochosos, maciços ou esculpidos em modelado ruiniforme alto e modelado ruiniforme baixo, lajeado; b) pavimentos de blocos; c) formações arenosas; d) couraça ferruginosa. Os três últimos elementos compõem as formações superficiais (Figura 3).

**Figura 3 - Mapa geomorfológico de Sete Cidades**



Fonte: Elaboração Própria (2001).

O setor norte do Parque é o mais acidentado, com altitudes variando entre 150m e 290m. O setor possui a maior parte dos afloramentos rochosos, exibindo a Serra Negra, Serra do Xixá e o Morro do Cruzeiro. Verifica-se outra

concentração de afloramentos ao longo da Falha da Serra da Descoberta, chamada de Piedade. As formações arenosas dominam o restante do parque, ocupando uma área plana, suavemente ondulada, interrompida, por vezes, pelos pequenos afloramentos rochosos dispersos. A porção sul é a parte mais plana do Parque (Figuras 1 e 3).

Foram ainda cartografados lajeados, pavimentos de blocos, couraças ferruginosas, e a presença de hidromorfia que são encontrados em concentrações disseminadas pelo Parque Nacional de Sete Cidades. Quanto às características hidrográficas, uma zona elevada nos arredores da Falha do Morro do Cochicho, é o divisor de águas do Parque. Para leste e norte, os cursos de água são afluentes do Rio Piracuruca. Para oeste, toda a drenagem alimenta o riacho da Brasileira que é afluente do Rio Matos (IBDF, 1979).

Na parte oeste, na planície arenosa ao sul/sudoeste da Serra da Descoberta, há uma série de riachos cujo padrão é dendrítico. Essa planície inunda em período de chuva. Existe também outra planície inundável entre a Serra da Descoberta e a Serra do Xixá (Figura 3). A leste da Falha do Morro do Cochicho, a rede de drenagem é paralela à rede das maiores fraturas, e seu fluxo dirige-se para leste. Segundo informação oral do Sr. Romão (ex-funcionário do IBAMA), o Parque tem 26 olhos d'água. A água provém do aquífero Cabeças de boa permeabilidade, sendo promissor na faixa do artesianismo (RIVAS, 1996).

### **Modelado Ruiniforme**

Segundo a amplitude de altura das feições rochosas aflorantes, o modelado ruiniforme foi subdividido em modelado ruiniforme alto (altura igual ou superior a 10m) e modelado ruiniforme baixo (altura inferior a 10m).

O modelado ruiniforme alto está na extremidade sul da Serra Negra, na extremidade oeste da Serra do Xixá e no sul do Morro do Cruzeiro (área chamada de Serra da Descoberta). O modelado ruiniforme baixo se distribui

numa faixa que circunda as margens sul, leste e norte da Serra Negra (Figura 3).

O maciço da Serra Negra apresenta patamares sucessivos, degraus menores, marcados pela presença das cornijas, frequentemente arredondadas. Na sua borda, o sistema de fraturas serviu de caminho para a individualização das várias torres rochosas por processos erosivos (Figura 3). Suas características permitem enquadrá-lo dentro do sistema morfogenético arredondado ruiforme. Tal área se assemelha aos arenitos do sistema morfogenético ruiforme arredondado de Mainguet (1972), os afloramentos apresentam patamares e a cornija é arredondada. Observa-se também que a rede de fraturas é cada vez mais larga na direção da base, e os blocos se individualizam nos planos divisionais das fraturas. Em Sete Cidades, a compartimentação dos patamares estruturais está relacionada também à mudança da estratificação plano-paralela fluvial para a estratificação cruzada de estuário -planície de maré.

As várias torres rochosas se devem à densa rede de fraturas que tem significativa importância na existência deste modelado. Os blocos isolados estão alinhados na mesma orientação das grandes fraturas e se entrecruzam conforme estas vão mudando de direção. Essa densa rede de fraturas pode ser observada também na Serra do Xixá e na Serra da Descoberta. As torres rochosas foram individualizadas pela ação da erosão diferencial nos planos divisionais decorrentes das fraturas da rocha.

Usando também as descontinuidades geradas pela mudança de estratificação plano-paralela para estratificação cruzada, a erosão diferencial pôs em evidência formas que têm possibilitado a correlação com objetos, figuras de animais, muralhas, perfis de rostos humanos.

O modelado ruiforme, portanto, individualiza extremidades de maciços em torres isoladas. Estas são isoladas pela ação da erosão diferencial que utiliza os planos divisionais das fraturas como meio facilitador.

## Feições Ruiniformes

As áreas do modelado ruiniforme alto e do modelado ruiniforme baixo que circundam os setores sul, leste, oeste e norte da Serra Negra reúnem todas as denominadas “Sete Cidades”. Estão presentes também na vertente oeste da Serra do Xixá, na Serra da Descoberta, e no Morro da Capela (Figura 3). Os blocos rochosos têm morfologias do modelado ruiniforme. A existência dessas feições está relacionada a processos erosivos de origem física e química. Esses processos evidenciam as características estruturais no que diz respeito às estruturas sedimentares e ao sistema de falhas e fraturas.

São feições de origem físico-química: os “túneis anastomosados”, os alvéolos, os arcos e os efeitos de poligonação. As estruturas tubulares de limonita são de origem química, resultam da precipitação do ferro em forma de anéis de Liesegang. Todas as formas refletem a importância do controle estrutural exercido pela estratificação e pelo fraturamento.

### Túneis anastomosados

Os túneis anastomosados são orifícios numerosos em camadas individualizadas na superfície dos paredões rochosos. Esses orifícios se conectam, com tamanhos que variam entre 1cm e 20cm na sua maioria. Os túneis se alinham lateralmente segundo os planos de camadas.

No ambiente submerso, seguindo os planos de estratificação (cruzada ou plano-paralela), surgiram pequenos túneis labirínticos (ou vênulas) nos locais onde o fluxo anisotrópico convergia para as zonas de falhas e se dirigia para as fontes que brotam dessas falhas. Esse fluxo erode a rocha, seja por dissolução parcial dos grãos, ou por abrasão hidráulica (Fortes, 1996).

O aumento da permeabilidade, combinado aos fenômenos de desagregação e ou de dissolução parcial das partículas, provoca saída desse material do seu local de origem, alargando as vênulas; o material arenoso tem



por escape as fraturas ou as fontes na superfície. As vênulas são alargadas até tomarem a configuração dos túneis anastomosados que foram expostos à superfície quando as águas se retiraram e o arenito ficou exposto (FORTES, 1996).

### Alvéolos e Arcos

Existe a ascensão capilar das águas subterrâneas ao longo do pacote rochoso, decorrente da exposição à atmosfera e aos períodos de seca após a chuva. As águas subterrâneas evaporam na superfície rochosa. No conceito de Fortes (1996), o caminho da sua ascensão é facilitado pela presença dos “túneis anastomosados”, que também aumenta a área de evaporação.

A evaporação estaciona ao chegar à faixa rochosa, que possui “túneis anastomosados” por onde é liberada a água. Os sais que nela estão dissolvidos vão acumular-se na superfície do afloramento. A presença dos sais enfraquece a resistência da rocha, que se desagrega, liberando os grãos arenosos de quartzo, sob processo conhecido como alveolização.

Fortes (1996) chama esse fenômeno de “erosão alveolar ou salina”. O efeito se traduz por alvéolos, que são as pequenas superfícies côncavas muito frequentes nos afloramentos rochosos. Quando os alvéolos isolados ou coalescentes se aprofundam nos afloramentos até atravessar as paredes por toda a sua extensão acontecem os arcos, como nos monumentos Arco do Triunfo e mapa do Brasil.

A “erosão alveolar” também aproveitaria as discordâncias erosivas que marcam a passagem da estratificação plano-paralela para a estratificação cruzada no monumento Biblioteca, onde a rocha erodida corresponde à estratificação plano-paralela na base, tendo a estratificação cruzada, no topo, formando um amplo arco.

### Efeitos de poligonação

Ao entrar pelo portão sul, a primeira visão do modelado ruiforme em Sete Cidades é a 'Tartaruga', que é única na zona de visitação. A poligonação em Sete Cidades ocorre, segundo Fortes (1996), nos depósitos de barra em pontal.

Nas feições poligonais se reforça a importância das fraturas presentes no arenito. Quando ocorreu a lenta saída das águas que recobriam o grande pacote rochoso de arenito, a rocha sofreu desidratação que provocou o aparecimento de fraturas que obedecem a vários padrões; estes padrões podem ser longitudinais, transversais ou diagonais ao corpo rochoso (Lockzy; Ladeira, 1980).

Uma das Leis de Plateau considera que para unir três pontos do espaço a um outro ponto com a menor extensão de linha possível, o arranjo que deve ser feito é a junção dos três pontos com linhas obedecendo a um ângulo de 120°, estabelecendo o padrão bolha de sabão (Fortuna, 2007). Se houver acréscimo de um quarto ponto ao plano dos três pontos ligados inicialmente, o arranjo para uni-los ainda será o de linhas fazendo 120°, surgindo duas junções tríplexes.

As fraturas na cúpula da Tartaruga podem dispor-se longitudinal, transversal e diagonalmente, obedecendo ao eixo da cúpula, e as linhas vão se encontrar nesse espaço, obedecendo ao padrão bolha de sabão. Pela disposição das fraturas no padrão bolha de sabão, esse sistema foi erodido pela ação da água da chuva que percorreu os caminhos traçados por essa junção, dando realce ao imbricado arranjo espacial.

A poligonação é encontrada na maior parte das superfícies rochosas de Sete Cidades, sejam elas planas, curvas, horizontais, verticais ou oblíquas. A poligonação pode ser expressa também como sendo a simples junção do encontro dos planos de fraturas com os planos da estratificação plano-paralela, criando polígonos retangulares ou quadrados.

Há outra morfologia associada à poligonação: à medida que se aproxima do topo, aparecem os “pináculos”, onde alguns são parecidos com os lapiás. A superfície da rocha apresenta pequenos ressaltos ondulados, retorcidos, podendo ser contínuos ou em pequenas elevações isoladas e retorcidas, tal qual um lapiás (Fortes,1996).

Os polígonos do topo estão fragmentados em pequenas torres, de cerca 8 cm de altura e, entre e dentro dessas torres, existem depressões. Essas torres (“pináculos”) são individualizadas pela ação da água de chuva. As gotas formam uma lâmina de água que flui seguindo as irregularidades da superfície, carregando os grãos de areia que retiram do arenito. Os polígonos se alargam e surgem as depressões irregulares. Como são superfícies inclinadas, protegidas por uma camada de líquens, são mais resistentes ao trabalho erosivo; estas superfícies vão se individualizando como pequenas paredes em forma de torres onde o impacto da chuva é minimizado (Fortes, 1996).

#### “Canhões”

Os “canhões” estão situados na Primeira Cidade, no sopé nordeste da Serra Negra, dando a impressão de que são restos de velhos e retorcidos canhões. Nessa feição, o arenito apresenta uma mudança na granulometria, uma gradação granocrescente em direção ao topo de areia fina quartzosa bem selecionada, areia grossa subarrendondada mal selecionada e conglomerado fino; intercaladas, nessa sequência de areias, estão as folhas de limonita, cuja espessura varia de 2,5cm a 3cm.

A gênese dos “canhões” pode ser explicada por um fenômeno bem conhecido, denominado ‘Anéis de Liesegang’. Esses anéis resultam de uma “reação química de oxirredução entre dois sais, cujo produto, ao precipitar, deposita-se em forma de anéis” (Gornitz, 1972).

Quando ocorreu o processo de sedimentação do arenito da Formação Cabeças, os sedimentos se depositaram em meio aquoso, submerso no mar do Devoniano. Na base desta deposição, a competência do canal era maior, haja vista a mudança na granulometria do material, que trazia, além da areia fina, areia grossa até atingir um conglomerado fino (Fortes, 1996).

Essa granulometria grossa torna o meio mais poroso e permeável. Um imenso pacote de arenito submerso, ou seja, um meio fluido, que absorve e torna propícia a reação de oxirredução entre os íons de Fe e de O<sub>2</sub> cujo produto precipitado é o anel de Liesegang, em forma de bandejamento concêntrico.

O local onde ocorrem os “canhões é um pacote individualizado no arenito de Sete Cidades que só ocorre aliado a uma estratificação cruzada acanalada e à existência de níveis com ferro proveniente da pirita. Nesse pacote rochoso, o arenito apresenta a granulometria grossa e um conglomerado fino. É o pacote que constitui base da Serra Negra.

Segundo Fortes (1996), quando ocorreu a precipitação dos anéis de Liesegang, o pacote de arenito estava entre 200 e 300 m de profundidade. Essa constatação foi feita tomando por base a referência topográfica do topo da Formação Cabeças nas redondezas de Sete Cidades. Hoje ele aflora como parte do bloco Serra Negra que foi soerguido pela Falha de Sete Cidades e suas formas foram reveladas pela ação do reentalhe de drenagem.

A reação química responsável pela precipitação dos anéis deu-se em um ambiente deposicional de estratificação cruzada acanalada, adquirindo a forma de cunha, em bandas curvas, impostas por essa estratificação.

### **Pavimentos de blocos**

Os pavimentos de blocos são duas faixas estreitas do terreno junto à borda de limite, a leste do Parque Nacional de Sete Cidades. Possuem blocos de arenito, *in situ* ou rolados, em alternância, com estreitas e rasas áreas de

formações arenosas acinzentadas. São compostas por grandes blocos de arenito ferruginizado (diâmetro superior a 2m), a maioria *in situ*. Entre eles existem as formações arenosas de cor cinza, onde a profundidade não ultrapassa 50cm. A topografia é ondulada. Elas não estão representadas no mapa geomorfológico (Figura 3) por impossibilidade de demarcar corretamente a sua extensão nas fotografias áreas.

### **Lajeado**

O lajeado em amplitude do relevo é o último estágio do aparecimento dos afloramentos dos arenitos em Sete Cidades. São pavimentações contínuas de arenito composto por areia fina quartzosa, bem selecionada, de cor branca ou amarelada, que apresentam na superfície escamações e pequenas marmitas. São encontrados na planície inundável, no sopé da Serra da Descoberta, boa parte deles servindo de leitos dos pequenos riachos intermitentes de padrão dendrítico. São encontrados também na zona de modelado ruiforme baixo que circunda a Serra Negra. Em campo verifica-se que essa zona é pontilhada de lajeados, embora sejam significativamente pequenos para a representação na escala deste trabalho; em parte do leito do riacho da Brasileira, no centro do Parque; e em zonas pontuais no restante do Parque (Figura 3).

### **Formações arenosas**

As formações arenosas registram o desgaste da rocha matriz por intemperismo, erosão e ação fluvial (Figura 3). São areias quartzosas relacionadas a sedimentos arenosos de cobertura e à alteração da rocha arenítica. Apresentam áreas inundáveis e com hidromorfia. Têm como cobertura vegetal o cerrado seco, o cerrado baixo, os campos cerrados e a mata fria.

Granulometricamente, o tamanho dominante é areia fina. Em segundo lugar, vem o tamanho areia. Os grânulos e seixos aparecem sistematicamente quando a tradagem se aproxima da rocha matriz. Eles são constituídos por dois materiais distintos: a) pisólitos ferruginosos indicando a possível existência de um nível de couraça ferruginosa em subsuperfície ou; b) pequenos fragmentos de rocha arenítica alterada. Sistematicamente foram detectadas manchas amarelas, avermelhadas e rosadas que podem representar hidromorfia, ou podem ser resultantes de avançado estágio de alteração da rocha matriz.

Em relação à cor, o material arenoso se apresentou: branca (2,5Y 8/1); cinza (10YR 4/1 a 5/1, 2,5Y entre 7/1 e 7/2); ou amarela (10YR 6/8 a 6/6, 10YR 8/8, 7,5YR 6/6). As areias brancas e cinzas estão relacionadas às planícies aluviais de planície de inundação e à presença de hidromorfia. Na zona de pavimentos de blocos, a areia é de cor cinza e a areia amarela fica, grosso modo, distribuída no restante do Parque (Figura 3).

Os solos são pouco profundos, embora possam ultrapassar 320cm (as tradagens foram abandonadas por falta de extensões de trado). Nas zonas inundáveis, há presença de água livre já a 50cm de profundidade (em média), impossibilitando a noção precisa da espessura das formações arenosas.

A espessura das formações arenosas não é homogênea. As maiores estão na porção sul do parque onde atingem ao menos 320cm. Nas planícies de inundação (Serras da Descoberta e do Xixá), a profundidade raramente ultrapassa 120cm.

Os elementos da pedogênese conseguiram produzir um perfil de solo homogêneo e sem nenhuma estrutura pedológica, o que é normal em areias quartzosas. São vastas áreas de alteração da rocha *in situ*, ou áreas de acumulação dos materiais aluviais trazidos por cursos de água, no caso das planícies inundáveis.

## **Couraça ferruginosa**

Os afloramentos de couraça ferruginosa em Sete Cidades são encontrados em concentrações zonais espalhadas por todo o Parque. A noroeste são encontradas duas superfícies nas zonas das falhas da Serra da Cancela Velha e do Morro do Cochicho. Ao longo da zona da Falha do Morro do Cochicho, encontram-se mais quatro afloramentos. São encontradas também dois destes na zona da Falha da Serra da Descoberta (Figura 3). No restante do Parque, concentrações de couraças ferruginosas foram verificadas na planície de inundação da Serra da Descoberta e em manchas isoladas na porção sul do Parque (Figura 3). Foram identificadas a presença de dois tipos de couraça ferruginosa, que foram denominadas de couraça ferruginosa 1 e couraça ferruginosa 2.

A couraça ferruginosa 1 está em nível topográfico mais elevado, localizado no nordeste do Parque (Figura 3). Foi prospectada a pé, verificando-se por fotointerpretação que a outra superfície, após o pequeno riacho, também é formada pelo mesmo tipo de couraça ferruginosa. Trata-se do Morro do Brejo Velho, atravessado por dois falhamentos: a Falha da Serra da Cancela Velha e a Falha do Morro do Cochicho. Da sua base até o topo, tem cerca de 300m. O caminho percorrido, bastante acidentado, assim como o próprio morro, é formado quase que totalmente por grandes blocos de couraça ferruginosa (ultrapassam o metro) coesamente cimentados, de cor vermelha escura, sendo raros e pequenos os blocos de arenito.

Existe ainda outra zona de grandes blocos de couraça ferruginosa, de extensão restrita relacionada a Falha do Morro do Cochicho. Ainda, relacionado à Falha do Morro do Cochicho, verificam-se mais três locais de ocorrência de couraça ferruginosa, dos quais só o último foi prospectado, revelando a presença de pisólitos ferruginosos (Figura 3).

Os afloramentos de couraça ferruginosa 2 constituem a outra superfície de aplainamento. Estes afloramentos estão em topografia plana, suavemente

ondulada, na superfície das formações arenosas. São áreas compostas por pisólitos ferruginosos, decorrentes de redistribuição recente (atual) de ferro no solo.

Os afloramentos da couraça ferruginosa 2 são em forma de pisólitos, ou de pequenos blocos, cujo diâmetro não ultrapassa 50cm. Esses fragmentos pouco maiores foram encontrados ocupando um espaço mais significativo em superfície (Figura 3).

Há uma relação entre a vegetação e os baixos interflúvios recobertos por couraça ferruginosa pisolítica na planície inundável da Serra da Descoberta (Figura 3). A couraça ferruginosa 2 sempre marca o limite da cobertura vegetal. Enquanto as formações arenosas em topografia plana estão recobertas por vegetação de cerrado baixo, a couraça ferruginosa 2, em zonas suavemente elevadas constituindo baixos interflúvios, possibilita a presença de arbustos e árvores do cerrado seco. O local de sua ocorrência, mesmo sob chuva torrencial, não sofre alagamento, fato verificado *in situ*.

Na porção sul do Parque, duas pequenas zonas de couraça ferruginosa foram identificadas por fotointerpretação (Figura 3). É necessário realizar uma prospecção para saber se ela é composta pela couraça ferruginosa 1 ou pela couraça ferruginosa 2. Todas as tradagens realizadas na porção sul revelam que, abaixo da cobertura de solo arenoso, existe uma camada de pisólitos ferruginosos. Novas pesquisas podem relevar uma terceira superfície de pisólitos ferruginosos dentro do perfil do solo, provavelmente presente em todo o sul de Sete Cidades.

De maneira bastante preliminar, segundo a classificação de Mainguet (1972), os afloramentos de couraça 1 podem ser chamados de “couraça de fonte” e os afloramentos de couraça 2 de “couraça de ressurgência de manto” de alteração.

## **Hidromorfia e zonas inundáveis**



A hidromorfia é encontrada nas margens dos canais de drenagem, em áreas mal drenadas e sujeitas a inundações. Se expressa frequentemente pela presença de manchas amarelas nas areias cinzas-claras cobertas com matéria orgânica úmida pouco alterada. Nesses lugares, o lençol freático está muito próximo à superfície (média de 50 cm de profundidade). Esses solos podem apresentar-se secos, ou inundados.

São observados dois tipos de perfis distintos. No primeiro, verifica-se camada superior composta por material de textura arenosa fina com matéria orgânica de cor 10 YR 2/2 (marrom preta escura), 2,5 Y 2/0 (preta) com espessura de 35 a 150cm; na intermediária, material de textura arenosa fina de cor branca ou cinza completamente saturado; na direção da rocha matriz, que é a última camada, existem manchas amarelas de hidromorfia.

No segundo perfil, observa-se material de textura arenosa fina, de espessura variando entre 100 e 270cm de cor cinza ou branca e, conforme vai aprofundado-se a tradagem, começam a aparecer manchas de hidromorfia que geralmente são amarelas (constata-se também, eventualmente, a presença de pisólitos ferruginosos até atingir a rocha matriz).

Podem ser associadas às zonas de hidromorfia as duas áreas de inundação, observadas em campo durante episódios de chuva. Essas duas áreas de inundação estão localizadas: uma entre a Serra da Descoberta e a Serra do Xixá e outra no sopé do Morro do Cruzeiro (Figura 3).

São duas áreas planas de areias brancas e cinza de origem aluvial, cuja espessura varia de 15cm até 200cm (algumas tradagens foram abandonadas pela presença de água livre). Sua cobertura vegetal são o cerrado seco, o cerrado baixo e a mata ciliar.

As duas áreas planas ficam completamente saturadas durante as chuvas que: a) alimentam a rede de drenagem de padrão dendrítico, intermitente, orientado para oeste; b) devido à má drenagem do local, forma poças na superfície. Além de serem alimentadas por água pluvial essas poças podem resultar da água oriunda da ascensão do lençol freático.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo geomorfológico realizado no Parque Nacional de Sete Cidades permite afirmar que a evolução do modelado ruiforme está diretamente ligada à litologia, à rocha arenítica, e aos elementos da estrutura geológica, as falhas e as fraturas.

Os falhamentos em Sete Cidades estabeleceram o arranjo do pacote rochoso. A Falha de Sete Cidades foi a responsável pelo soerguimento da Serra Negra cuja extremidade está esculpada em modelado ruiforme. Outro dado essencial nesta paisagem está nas fraturas. Como são planos ou superfícies divisionais, sua existência cria rupturas que facilitam a ação de processos erosivos. Os agentes erosivos utilizaram as fraturas para realizar o desgaste da rocha.

Os aspectos ruiformes, são uma característica inerente ao arenito, que é rocha estratificada e fraturada. É a estrutura dessa rocha sedimentar aliada às falhas e fraturas que torna possível a existência desse modelado. É um modelado azonal: ocorre em qualquer tipo de clima, pois sua existência está ligada às características intrínsecas ao arenito.

A rede de drenagem do Parque Nacional de Sete Cidades obedece também à existência das falhas e das fraturas. Os arredores da Falha do Morro do Cochicho se constituem no divisor de águas do Parque. Para leste e norte os cursos d'água são afluentes do Rio Piracuruca e, dentro do Parque, eles são paralelos às fraturas maiores. Para oeste, toda a drenagem alimenta o riacho da Brasileira.

Os solos não testemunham evolução geomorfológica muito antiga. São areias quartzosas com fraca estrutura ou desenvolvimento pedológico, e litossolos. Eles parecem testemunhar que a zona elevada do parque é objeto de erosão, processo esse que evidencia os aspectos estruturais do substrato geológico.

A couraça ferruginosa, geralmente associada a superfície de aplainamento, poderia permitir um esboço a respeito da evolução geomorfológica mais antiga. Existem duas superfícies de aplainamento: a primeira composta por grandes blocos e encontrada em zona de altitude elevada no noroeste do parque, podendo sublinhar a antiga superfície sul-americana, pois, geralmente, as couraças ferruginosas, segundo a literatura, correspondem a superfícies pós-cretáceas. A segunda, composta de pisólitos distribuídos nos baixos interflúvios, possivelmente está ligada à redistribuição recente de ferro por todo o parque. Quanto a dois tipos de ocorrência de couraça ferruginosa corresponderem a duas superfícies de aplainamento, é apenas uma hipótese, seria necessário realizar estudos mais aprofundados.

Verificou-se a existência de grandes superfícies de solos hidromórficos em zonas planas da área, ligados ao lençol freático que é muito superficial, sendo encontrada água livre, em média a 50 cm de profundidade.

Por fim, retoma-se a primeira descrição do município de Piracuruca sobre as suas Sete Cidades Encantadas de Pedra: **“É inegável que tudo aquilo constitui um verdadeiro arremedo de construção, mas é pura obra da natureza, e das pedras brutas, onde a arte ou a ciência humana nenhuma parte tem...”**.

### **Ao professor Francisco de Assis Veloso Filho**

Sou licenciada em Geografia pela Universidade Federal do Piauí e, atualmente, sou professora da Universidade Federal do Vale do São Francisco. Tive a oportunidade de ser agraciada pelo retorno à Universidade, durante a minha graduação, do professor Francisco de Assis Veloso Filho, que estava afastado para cursar seu doutorado em Ciência Econômica na Unicamp. Suas aulas sempre foram brilhantes, sempre além do conteúdo formal, conectadas com a realidade e comprometidas com a flexibilidade do pensamento científico. Sendo assim, num trabalho final de disciplina, ele me

permitiu escrever sobre o Parque Nacional Serra da Capivara, dissertar sobre aspectos de Geografia Física, em um trabalho final de uma disciplina de Geografia Humana (a eterna dicotomia geográfica). Ouvi atentamente a sua orientação quando ele me disse: "Por que você vai fazer Mestrado em História (área de concentração em Arqueologia)? Por que você não segue o exemplo da sua orientadora de Iniciação Científica, que encontrou na Química ferramentas para ser arqueóloga?". Essa foi a melhor orientação que recebi na minha vida acadêmica. Sou mestre em Geografia e doutora em Geociências e trabalho num Colegiado de Arqueologia, a vida se encarregou de me levar de volta para Arqueologia, mas segura no meu lugar de geógrafa, ou melhor de geomorfóloga. Vi no professor também o profissional que eu queria ser um dia, pautado pela disciplina, pelo rigor e pela justiça ao lidar com o corpo docente. Sinto-me honrada em participar dessa homenagem, e finalizo expressando a minha admiração pelo professor Francisco de Assis Veloso Filho e respeito a ele.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê editorial, 2003.

AB'SABER, Aziz Nacib. Topografias ruineformes no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, USP, n. 50, p.1-14, 1977.

BAPTISTA, Milton Brand *et al.* **Léxico stratigráfico do Brasil**. Brasília: DNPM/MME, 1984.

BASTOS, Cláudio. **Dicionário Histórico e Geográfico de Estado do Piauí**. Teresina: FMC, 1994.

CASTRO, Antônio Alberto Jorge Farias *et al.* Cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. S1, p. 273-275, 2007.

COLTRINARI, Lylian. Um exemplo de cartografia geomorfológica de detalhe: a carta do médio vale do Rio Parateí, SP, (escala 1:25.000). **Revista do Departamento de Geografia da USP**, São Paulo, USP, n. 1, p.55-63, 1982.

*Geografia: Publicações Avulsas. Universidade Federal do Piauí, Teresina, v. 4, n. 2, Dossiê Temático/Número Especial, p. 11-40, jul./dez. 2022.*

CUNHA, Francisco Mota Bezerra da. **Evolução Paleozóica da Bacia do Parnaíba e seu Arcabouço Tectônico**. 1986. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1986.

FORTES, Fernando Parentes. **Geologia de Sete Cidades**. Teresina: FMC, 1996.

FORTUNA, Ismael. **Estudo da influência da fração de líquido na dinâmica de uma espuma**. 2007. 32f. Monografia (Bacharelado em Física) - Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GÓES, Adilson Marinho de Oliveira; FEIJÓ, Flávio. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 57-67, 1994.

GORNITZ, Vivien. "Liesegang" rings. In: FAIRBRIDGE, Rhodes Whitmore. **Enciclopedia of Earth Sciences**. Pennsylvania: Eds. Dowden, Hutchinsin and Ross, 1972. p. 648-650.

GUERRA, Antônio Teixeira; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

HOLDRIDGE, Leslie Ransselaer. *Determination of world plant formations from simple climatic data*. **Science**, New York, v.105, n. 2727, p.367-368, 1947.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL - IBDF. **Plano de Manejo do Parque Nacional Sete Cidades**. Brasília: IBDF, 1979.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. (Manuais Técnicos de Geociências nº 01).

JOLY, Fernand; DEWOLF, Yvette. *Formations superficielles et geodynamique. Application a l'étude d'une zone sahélienne*. In: COLÓQUIO INTERDISCIPLINAR FRANCO-BRASILEIRO, 1978, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 1978. p.179-188.

KÖPPEN, Wladimir. *Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt*. **Geogr. Zeitschrift**, v. 6, p. 657-679, 1900.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Relevo piauiense: uma proposta de classificação. **Revista CEPRO**, Teresina, v. 12, n. 2, p. 55-87, 1987.

LOCKZY, Louis de; LADEIRA, Eduardo Antônio. **Geologia estrutural e introdução a geotectônica**. São Paulo: Edgard Blucher; Rio de Janeiro: CNPq, 1980.

MAINGUET, Monique. **Le modele de grés: problèmes generaux**. Paris: I.G.N, 1972.

MARQUES, Jorge Soares. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 23-50.

MESNER, John Carlton; WOOLDRIDGE, Leonard Charles. Estratigrafia das bacias paleozóica e mesozóica do Maranhão. **Boletim Técnico da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 7, p. 137-164, 1964.

MOREIRA, Amélia Alba Nogueira. Relevo. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil, região Nordeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977 (v. 2, p.1-45).

OLIVEIRA, Maria Edileide Alencar. **Mapa dos tipos de vegetação do Parque Nacional Sete Cidades**, mapa preliminar cedido pela autora em 25/02/2000.

PELLERIN, Joël. *Les bases physiques*. In: GUIDON, Niède (org.). **L'aire archéologique du sud-est du Piauí**. Paris: Ed Recherche sur les Civilisations, 1984. p.11-22.

PENTEADO, Margarida Maria. **Fundamentos de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

PETRI, Setembrino; FÚLFARO, Vicente José. **Geologia do Brasil: Fanerozóico**. São Paulo: TA Queiroz Editor, 1983.

RIVAS, Margarete Prates (coord.). **Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba**. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 4, p. 25-39,1985.

SANTOS, Janaína Carla dos. **Quadro Geomorfológico do Parque Nacional de Sete Cidades**. 2001. 116 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geociências. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

TRICART, Jean. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 251, p.15-42, 1976.

TRICART, Jean. Aspectos cartográficos dos levantamentos geomorfológicos em relação aos programas de desenvolvimentos. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 215, p. 3-15,1970.

VAZ, Pekim Tenório *et al.* Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 253-263, 2007.

