



REVISTA
Casa da

ISSN 2316-8056

GEOGRAFIA
de Sobral

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS E GEOMORFOLÓGICAS DO PLANALTO RESIDUAL SERRA DE MARTINS, RN, BRASIL

Lithostratigraphic and geomorphological units of the Serra de Martins residual Plateau, RN,
Brazil

Unidades litoestratigráficas y geomorfológicas de la Meseta Residual Serra de Martins, RN,
Brasil

 <https://doi.org/10.35701/rcgs.v25.911>

Jacimária Fonseca de Medeiros¹

Luiz Antonio Cestaro²

Laecio Cunha de Souza³

Andreza Tacyana Felix Carvalho⁴

Histórico do Artigo:

Recebido em 06 de março de 2023

Aceito em 31 de julho de 2023

Publicado em 11 de setembro de 2023

RESUMO

Estudos da caracterização de elementos da paisagem são importantes para o conhecimento específico de seus componentes e, principalmente para se compreender a sua relação e dinâmica com outros elementos e fatores do espaço geográfico. Contudo, apesar dos avanços tecnológicos e científicos, na região Semiárida do Brasil, especialmente sob as áreas de Planaltos Residuais, este tipo de estudo em escalas de reconhecimento e de detalhe ainda se apresenta de forma incipente e pouco difundida. Neste sentido, considerando que as formações geológicas e geomorfológicas são elementos-chave para o entendimento e a interpretação da evolução das paisagens, onde as formas do relevo expressam a atuação combinada de fatores estruturais, climáticos atuais e pretéritos sobre as litologias, este trabalho apresenta uma caracterização das unidades litoestratigráficas e

¹ Professora Adjunta do Curso Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) - Campus Avançado Pau dos Ferros (UERN-CAPF). Email: jacimariamedeiros@uern.br

 <https://orcid.org/0000-0003-4394-1663>

² Professor Adjunto do Curso Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Email: lacestaro@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-0430-8566>

³ Professor Adjunto do Curso de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). E-mail: laecio@geologia.ufrn.br

 <https://orcid.org/0000-0003-0430-8566>

⁴ Professora Adjunta do Curso Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) - Campus Avançado Pau dos Ferros (UERN-CAPF). Email: andrezafelix@uern.br

 <https://orcid.org/0000-0002-6642-3802>



geomorfológicas do Planalto Residual Serra de Martins, localizado no estado do Rio Grande do Norte. Desse modo, fundamentado a partir de pesquisas bibliográficas, documentais, trabalhos de campo e, uso de técnicas de geoprocessamento, foram caracterizadas 9 (nove) unidades litoestratigráficas, divididas entre Embasamento Cristalino, Sedimentar e Sedimentar Aluvionares e, 8 (oito) unidades geomorfológicas, divididas entre formas denudacionais e agradacionais, delimitadas a partir da litologia, hipsometria e declividade local em escala de reconhecimento 1:125.000.

Palavras-Chave: Semiárido. Paisagens de exceção. Embasamento geológico. Formas de relevo.

ABSTRACT

Studies on the characterization of elements of the country are important for the specific conformance of its components and, mainly, to understand its relationship with other elements and geographic areas. However, despite technological and scientific advancements, in the Semi-arid region of Brazil, especially in the areas of Residual Plateaus, this type of study at both reconnaissance and detailed scales still remains incipient and poorly disseminated. In this sense, considering that geological and geomorphological formations are key elements for understanding and interpreting landscape evolution, where relief forms express the combined influence of structural, current, and past climatic factors on lithologies, this work presents a characterization of the lithostratigraphic and geomorphological units of the Residual Plateau of Serra de Martins, located in the state of Rio Grande do Norte. Thus, based on bibliographic and documentary research, fieldwork, and the use of geoprocessing techniques, 9 (nine) lithostratigraphic units were characterized, divided into Crystalline Basement, Sedimentary, and Alluvial Sedimentary, and 8 (eight) geomorphological units, divided between denudational and aggradational forms, delineated based on lithology, hypsometry, and local slope at a reconnaissance scale of 1:125,000.

Keyword: Semi-arid; excess countries, geological basement, relief forms.

RESUMEN

Los estudios sobre la caracterización de elementos del paisaje son importantes para el conocimiento específico de sus componentes y, principalmente, para comprender su relación y dinámica con otros elementos y factores del espacio geográfico. Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos y científicos, en la región Semiárida de Brasil, especialmente en las áreas de Planaltos Residuales, este tipo de estudio a escalas de reconocimiento y detalle todavía se presenta de forma incipiente y poco difundida. En este sentido, considerando que las formaciones geológicas y geomorfológicas son elementos clave para la comprensión e interpretación de la evolución de los paisajes, donde las formas del relieve expresan la actuación combinada de factores estructurales, climáticos actuales y pasados sobre las litologías, este trabajo presenta una caracterización de las unidades litoestratigráficas y geomorfológicas del Planalto Residual Serra de Martins, ubicado en el estado de Rio Grande do Norte. Así, fundamentado en investigaciones bibliográficas, documentales, trabajos de campo y el uso de técnicas de geoprocésamiento, se caracterizaron 9 (nueve) unidades litoestratigráficas, divididas entre Embasamento Cristalino, Sedimentario y Sedimentario Aluviales, y 8 (ocho) unidades geomorfológicas, divididas entre formas denudacionales y agradacionales, delimitadas a partir de la litología, hipsometría y pendiente local a una escala de reconocimiento de 1:125.000.

Palabras clave: semiárido, paisajes excepcionales, accidentes geográficos.

INTRODUÇÃO

Conhecer as formações geológicas e geomorfológicas são elementos-chave para o entendimento e a interpretação da evolução das paisagens, onde as formas do relevo expressam a atuação combinada de fatores estruturais, climáticos atuais e pretéritos sobre as litologias. Neto, Grégio e Carvalho (2016), citam que o desenvolvimento dessa relação depende intrinsecamente das características das diferentes condições climáticas e da resistência litológica.

Desse modo, compreender a paisagem geomorfológica torna-se importante instrumento inclusive para a análise ambiental, no âmbito do planejamento e da gestão territorial, uma vez que, é o relevo, como componente ambiental, que dá sustentabilidade aos processos de atuação antrópica. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2009) fundamentando-se inclusive, na metodologia de classificação de relevo em táxons de Ross (1992), estabelece que o ordenamento dos fatos geomorfológicos deve ser realizado considerando a classificação temporal e espacial, o que significa que, existem escalas geográficas distintas e compatíveis para o tratamento de cada nível táxon de estudo. Diante da questão, Ross (2002) indica então, que enquanto a escala de observação é habitualmente descritiva, a classificação taxonômica é genética.

Em relação à escala de análise e representação, Kugler (1982), registra que os limites abaixo das escalas cartográficas de 1:100.000 (grande escala ou de detalhe) permite mapear pequenos relevos locais e processos mais atuais; a de 1:500.000 (média escala) possibilita o mapeamento regional de formas individualizadas; e a de 1:1.000.000 (pequena escala), o mapeamento de bases morfoestruturais e variações climatofaciais dos relevos de grandes áreas territoriais. Nesse quesito, o IBGE (2009) então caracteriza que os mapeamentos geomorfológicos regionais preferencialmente devem ser na escala 1:250.000, 1:500.000 e 1:1.000.000; que os mapas de reconhecimento sejam na escala compreendida entre 1:100.000 e 1:250.000, e por fim, os mapas de semidetalhe na escala entre 1:100.000 e 1:50.000.

Todavia, destaca-se que apesar dos avanços tecnológicos e científicos, no cenário brasileiro ainda existe grande demanda e carência se tratando de mapeamentos geomorfológicos e geológicos em escalas médias e detalhe de diferentes níveis taxonômicos para aplicação em estudos do território, especialmente quando se trata daqueles relacionados à região do Semiárido. A respeito disso, pode-se apontar como contribuições para o entendimento das formações e dos modelados de relevo da região, os estudos Diniz et al. (2017), Queiroz e Medeiros (2020), Costa et al. (2020), Lima e Lupinacci (2021) e Lima e Medeiros (2022).

Conforme Cunha et al. (2003), o relevo, por apresentar uma diversidade de formas e de processos que associados principalmente às características geológicas e climáticas predominantes, torna complexa a tarefa de representá-lo em um único documento. Além disso, de acordo ainda com Cunha (2003), Evans (2012) e Medeiros (2016), associada a essas dificuldades, estão ainda os diferentes procedimentos técnicos, a escala de trabalho, o objetivo do pesquisador e a obtenção de dados da área.

Isso se deve às diversas variáveis envolvidas no seu processo de elaboração: falta de cartas topográficas em escala compatível e com ampla abrangência de todo território nacional, a grande extensão de áreas a serem mapeadas, a dificuldade de acesso em muitas regiões, o elevado custo dos levantamentos, entre diversos outros fatores (SILVEIRA et al. 2014).

Não obstante, as análises geológicas envolvem diversos procedimentos e escalas, desde o levantamento bibliográfico até à elaboração das cartas propriamente ditas. Assim, conforme cita Souza e Sobreira (2017), simplificar as metodologias de avaliação e classificação dos sistemas naturais, para as escalas de planejamento urbano e ordenamento territorial contribui para que o poder público e os profissionais ligados a estas temáticas tenham maior interesse em utilizar os dados na construção de cenários mais adequados para a expansão urbana.

Na geomorfologia das regiões Semiáridas, a influência climática é primordial, uma vez que os processos esculturadores que produzem as feições distintivas destas áreas estão direta e indiretamente relacionados ao seu déficit hídrico. Tanto intemperismo como processos erosivos são condicionados pela umidade e pela cobertura vegetal (esta dependente também da umidade) (RIBEIRO et al. 2010).

Na visão de Costa et al. 2020,

esses processos erosivos são principalmente associados ao clima Semiárido onde os longos períodos de estiagem expõem o manto de alteração a erosão que ocorre principalmente pelo regime de chuvas esporádico e catastrófico (elevados índices pluviométricos em curto espaço de tempo). A exumação do embasamento diaclasado expõe os blocos parcialmente meteorizados que passam a caracterizar a paisagem sertaneja. (COSTA et al. 2020,192).

Nessas regiões a presença de compartimentos de morros, serras, chapadas e planaltos nos planaltos residuais ou maciços antigos, caracterizam-se por apresentarem litologias que resistiram aos processos circundenudacionais, como rochas metamórficas, intrusivas ou plutônicas, frequentemente com coberturas sedimentares que restaram das antigas bacias. Sobre isto, Dantas (2010) cita que, os Planaltos residuais sertanejos representam relevos elevados em formas de platôs ou maciços montanhosos, correspondendo, em geral, a rochas mais resistentes, remanescentes do aplainamento generalizado que ocorreu no Terciário, se apresentando dessa forma, como feições residuais em meio às vastas superfícies de aplainamento da Depressão Sertaneja.

Inserido neste contexto, a Serra de Martins-RN é definida por Medeiros e Cestaro (2015) como Planalto Residual Serra de Martins. Costa et al. (2020) salienta tratar-se de pequeno platô em maciço cristalino. Nesse sentido, de posse dessas informações iniciais, julga-se importante e necessário conhecer as características geológicas locais, enquanto base para que os outros elementos do meio

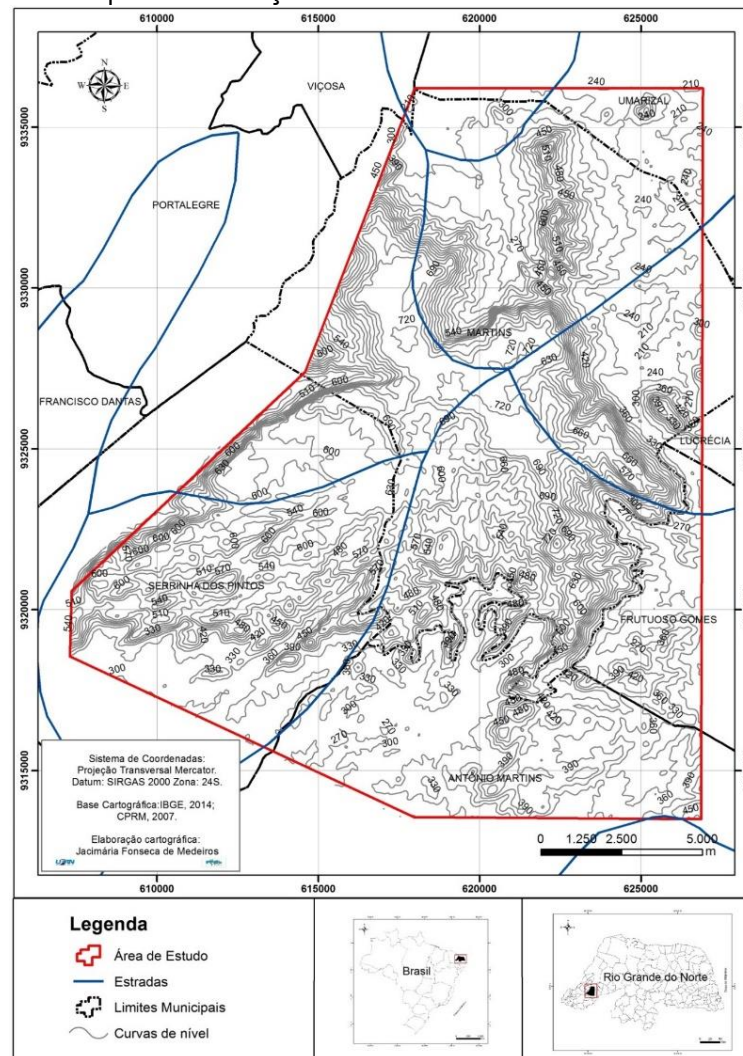
natural possam se estruturar, dentre estes os aspectos do relevo que ajudam a revelar uma intrínseca relação entre os elementos do ambiente, principalmente a litologia e os elementos climáticos. Logo, este artigo objetiva apresentar uma caracterização das unidades litoestratigráficas e geomorfológicas do Planalto Residual Serra de Martins-RN.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O Planalto Residual Serra de Martins-RN está inserido nos domínios da Província Borborema (PB) que ocupa grande parte do Nordeste do Brasil, limitando-se geologicamente a sul pelo Cráton São Francisco, a oeste pelos sedimentos paleozoicos da Bacia do Parnaíba, e a norte e a leste pelos sedimentos meso-cenozóicos (ALMEIDA et al. 1967), como mostra a Figura 1.

Figura 1: Mapa de localização do Planalto Residual Serra de Martins-RN.



Fonte: elaborado pelos autores, a partir do IBGE 2014, CPRM 2007.

A fim de compreender a apresentação dos elementos geológicos e geomorfológicos da área em questão, a pesquisa inicialmente fundamentou-se a partir de levantamento bibliográfico, através de dados secundários e informações obtidas em literatura pertinente, dentre as quais destacam-se Almeida et al. (1967), Mabesoone et al. (1972), Barros (1998), Menezes (1999), Araújo et al. (2001), Suguio (2003).

De posse do conhecimento teórico, foram então efetuados levantamentos de campo no período de janeiro a junho de 2015, para realização de coletas de amostras dos diversos litotipos, visando à descrição destes para fundamentação da discussão quanto a diferentes áreas de ocorrência e, identificação da morfologia presente na área. Objetivando a homogeneidade de amostragem e representação da área, foram definidos 105 pontos amostrais, que foram visitados, observados e registrados em ficha específica, considerando os seus aspectos relacionados às variáveis geológico-geomorfológicas, como litotipo, fases do relevo, posição do relevo, declividade e curvatura. Para tanto seguiu-se a proposta de Cavalcanti (2014).

As unidades geomorfológicas abordadas nesta pesquisa enquadram-se na proposta de metodológica de Ross (2012), optando-se pelo 3º nível taxômico – modelado – o qual corresponde aos agrupamentos de formas de relevo de agradação e formas de relevo de denudação. Na sequência, ocorreu a elaboração do material cartográfico, sendo este baseado por meio de banco de dados georreferenciados utilizando-se base de dados digitais da Companhia de Recursos Minerais (CPRM) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A elaboração dos mapas de unidades litoestratigráficas e unidades geomorfológicas teve como base malha digital em formato de dado vetorial da CPRM, com informações sobre a Geodiversidade do Rio Grande do Norte, na escala de 1:500.000, onde os dados obtidos foram processados com auxílio do *Software ArcGis/ArcMap* versão 10.2.2. Quanto aos mapas de hipsometria e declividade, auxiliares à definição e compreensão das unidades, foram confeccionados na escala de reconhecimento de 1:125.000, produzidos também no *ArcGIS* 10.2, a partir uma grade triangular ou *TIN*, gerada a partir de dados SRTM obtidos do projeto TOPODATA, iniciativa do INPE (2011).

Por fim, para representação gráfica da hipsometria foi aplicado o padrão de cores hipsométricas, em que as cores frias representam as áreas mais baixas, enquanto as cores quentes representam as mais altas, sendo então definidas 5 classes com intervalos de 108 metros. A partir então deste mapa, foi confeccionado o mapa de declividades de relevo, conforme IBGE (2009), na qual foram estabelecidas seis classes: 0 a 3º plano, 3 a 8º suave, 8 a 20º inclinado, 20 a 45º íngreme, 45 a 75º muito íngreme, acima de 75 escarpado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em termos geológicos do Nordeste brasileiro, as rochas cristalinas constituem-se como a principal unidade localizada no Nordeste Oriental, estendendo-se do sul da Bahia ao Ceará. No entanto, outra unidade refere-se às rochas sedimentares distribuídas na porção Ocidental da região. Quanto à morfologia, a maior parte do território é formada por extensos planaltos de origem antiga, aplainados por longos processos erosivos, erguidos sobre uma Depressão Periférica e Interplanáltica, a Depressão Sertaneja.

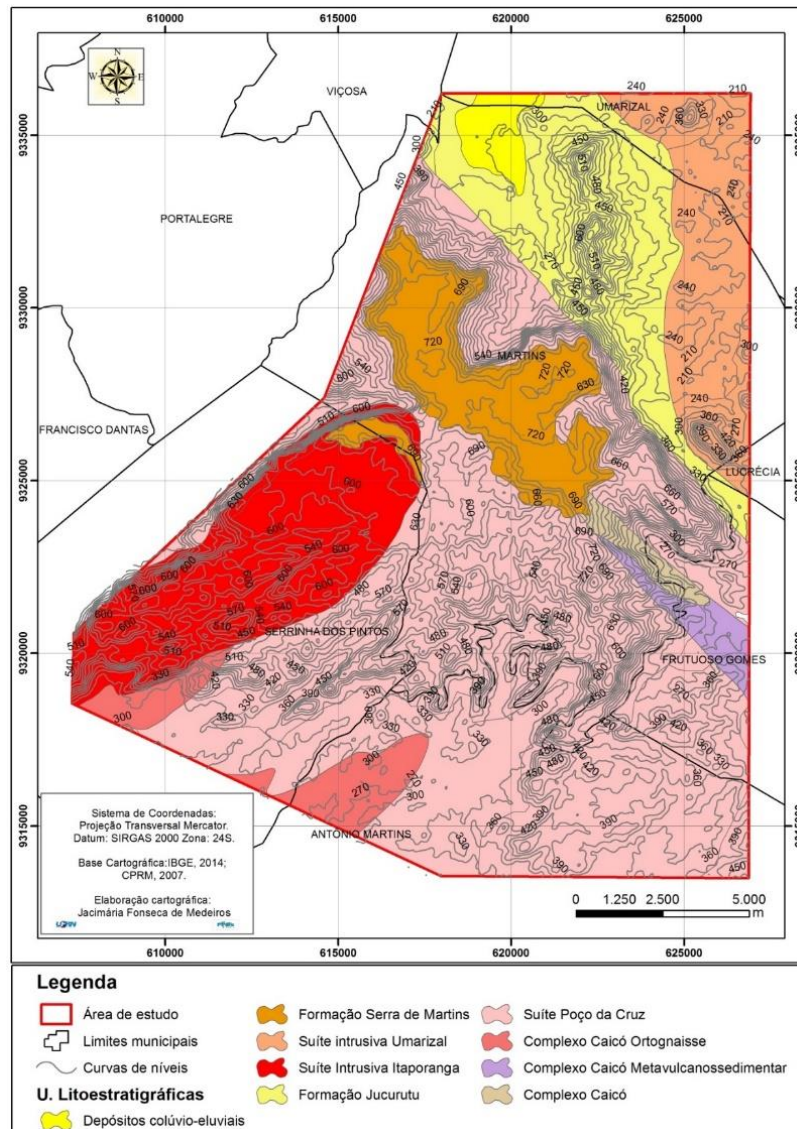
Desse modo, visando a facilidade no entendimento desta seção, os resultados estão organizados a partir da caracterização das Unidades Litoestratigráficas (Embasamento Cristalino, Sedimentar e Sedimentar Aluvionares) e, das Unidades Geomorfológicas.

Caracterização das Unidades Litoestratigráficas

A caracterização das unidades enfatiza o processo de formação, a constituição litológica, bem como, as suas principais características, considerando inclusive, aspectos relacionados ao cisalhamento/fraturas, intemperismo físico e químico e porosidade primária (Anexo 1).

A geologia do Planalto Residual da Serra de Martins e de seu entorno (Figura 2) se caracteriza pelo substrato gnáissico-migmatítico paleoproterozóico representado pelos Complexos Jaguaretama e Caicó, ortognaisses augen da Suíte Poço da Cruz, também inserida neste último complexo, metassedimentos - paragnaisses e mármore da Formação Jucurutu (Grupo seridó) e rochas graníticas neoproterozoicas das Suítes Itaporanga e Umarizal. E, sobre o Complexo Caicó - Suíte Poço da Cruz e rochas graníticas da suíte Itaporanga, se depositaram discordantemente os sedimentos clásticos cenozoicos/paleógenos da Formação Serra do Martins.

Figura 2: Unidades litoestratigráficas Planalto Residual Serra de Martins- RN.



Fonte: elaborado pelos autores, a partir do IBGE 2014, CPRM 2007.

Unidades Litoestratigráficas de Embasamento Cristalino

As unidades litoestratigráficas Complexo Caicó e Suíte Poço da Cruz apresentam-se como moderada a intensamente fraturada. No entanto, considerando a mineralogia das rochas características dessa unidade, com destaque para os minerais de quartzo, feldspato e a mica, que apresentam boa resistência aos processos intempéricos, afere-se que o intemperismo físico ocorre de baixa a alta atividade, assim como o intemperismo químico.

Essas unidades se inserem no contexto das áreas que apresentam baixa porosidade, oscilando entre 0 a 15% em virtude do sistema hidrogeológico fissural. Os gnaisses muitas vezes são

bandados e podem evoluir para migmatitos estromáticos a nebulíticos, sendo quartzo-feldspáticos e a biotita como o ferromagnésiano predominante. As lentes de hornblenda anfíbolitos são mais frequentes no Complexo Caicó.

Os ortognaisses da Suíte Poço da Cruz são graníticos a granodioríticos, exibindo penetrativa foliação representada pelo estiramento de quartzo, fenocristais centimétricos de feldspato com textura *augen* e alinhamento das biotitas em decorrência muitas vezes da atuação da Zona de Cisalhamento Portalegre. Esses ortognaisses e os granitos porfíricos da Suíte Itaporanga são os principais substratos dos sedimentos da Formação Serra do Martins.

Os paragnaisses e mármore são representados exclusivamente pela Formação Jucurutu, aflorando na faixa oriental da chapada da Serra do Martins com *trend* NW - SE e formando contato por cisalhamento com os ortognaisses na Suíte Poço da Cruz. Essa formação é representada por paragnaisses contendo feldspatos, quartzo e os ferromagnésianos biotita e por vezes hornblenda. O epidoto pode estar presente com mineral decorrente da alteração hidrotermal por retromorfose dos feldspatos e hornblenda. Esses paragnaisses exibem estrutura foliada, por vezes xistosa e textura nematolepidoblástica essencialmente de granulometria média. Possui com frequência lentes decimétricas a métricas de rochas calciossilicática compostas essencialmente por epidotos, diopsídio-hedenbergita, grossulária, actinolita, calcita, quartzo e plagioclásio. Minerais opacos, titanita e zircão são acessórios.

Os mármore afloram como intercalações descontínuas naqueles paragnaisses, a leste e a norte de Martins, sendo lenticulares com espessuras até dezenas de metros e comprimentos de ordem quilométrica. São cinza a esbranquiçados, desenvolvendo estrutura foliada com trama NW-SE, textura nematogranoblástica e sendo constituídos essencialmente por calcita e esporádicas tremolitas. A deformação frágil representada por frequentes fraturas favoreceu o intemperismo químico e consequente dissolução, gerando cavidades e cavernas bem expostas pela "casa de pedra" no sopé e SE da Serra de Martins (Figura 3).

Figura 3: Afloramento de mármore no município de Martins-RN.



Fonte: Jacimária Fonseca de Medeiros, abril, 2014.

Em virtude das semelhanças na composição mineralógica das rochas que compõem a Formação Jucurutu com as rochas que compõem o Complexo Caicó e Poço da Cruz, as variáveis geológicas (cisalhamento/fraturas, intemperismo físico e químico e porosidade primária) apresentam as mesmas características descritas acima. Os granitóides da Suíte Umarizal possuem textura grossa, porfirítica, com fenocristais de feldspato potássico, com dimensões de até 4 cm, usualmente de coloração cinza a esverdeada, ou ainda rosados, euédricos, apresentando comumente enclaves arredondados de natureza diorítica a granodiorítica, além de xenólitos de ortogneiss do Complexo Caicó, calciossilicáticas e de biotita gnaisses da Formação Jucurutu.

Os granitóides são leucocráticos sendo representados por rochas charnoquíticas, variando de quartzo-monzonito a quartzo-sienito, com monzo e sienogranitos subordinados. A composição modal é estabelecida por quartzo, plagioclásio e K-feldspato, e os minerais máficos ($\leq 20\%$) clinopiroxênio+olivina (faialita), clinopiroxênio+ortopiroxênio, anfibólio, biotita, allanita, minerais opacos, zircão e apatita. A unidade Suíte Umarizal apresenta-se pouco a moderadamente fraturada. As demais variáveis geológicas para a área apresentam-se indeterminadas.

As rochas da Suíte Itaporanga geralmente são heterogranulares, grossas, muitas vezes destacando fenocristais euédricos de ordem centimétrica de feldspatos, desenvolvendo textura porfirítica e possuindo como máficos a biotita e/ou hornblenda. A composição da suíte varia de monzonito, quartzo-monzonito a granito. Ocupam grandes extensões, caracterizando corpos batolíticos ovalado a NW da área e alongando na área próxima ao município de Serrinha dos Pintos. Essa unidade também se

apresenta pouco a moderadamente fraturada, intensa atividade de intemperismos físico e químico e baixa porosidade em sistema hidrogeológico fissural.

Unidades Litoestratigráficas Sedimentares

Mabesoone et al. (1972) exibem uma síntese do conhecimento da área propondo uma redefinição para o “Grupo Barreiras”, dividindo-o em três unidades lito-estratigráficas, sendo representadas pelas formações Serra do Martins, Guararapes e Macaíba.

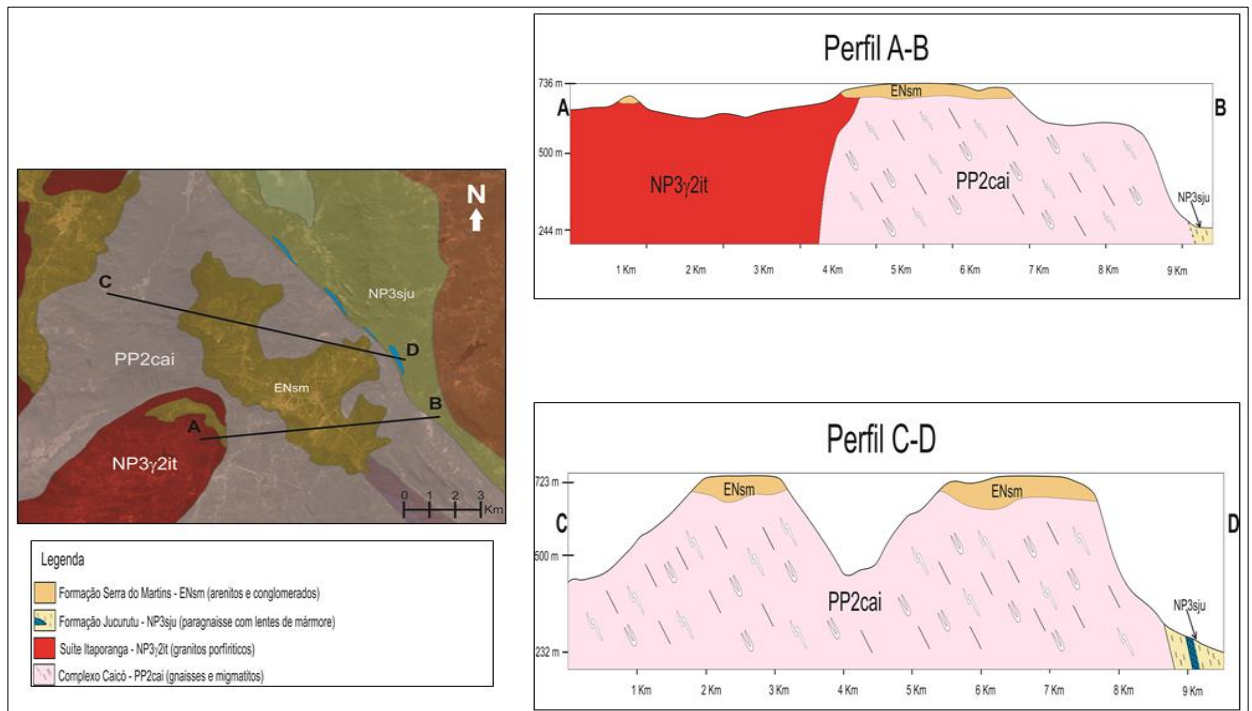
A Formação Serra do Martins, descrita inicialmente por Moraes (1924) como Série Serra do Martins, é atribuída às coberturas sedimentares remanescentes encontradas acima de 550 m de altitude, capeando as serras interioranas dos estados do RN, PB e PE, sendo constituída por arenitos médios a grossos, até conglomeráticos com níveis de siltitos e argilitos. Já a Formação Guararapes reúne litotipos arenosos a argilosos, de composição quartzo-feldspática, distribuindo-se nas faixas litorâneas. A Formação Macaíba, também encontrada próxima ao litoral, se caracteriza por depósitos pelíticos fluviais. Ainda segundo Mabesoone et al. (1972), o posicionamento estratigráfico da Formação Serra do Martins baseia-se no fato de essa ser intrudida pelas rochas basálticas do Paleógeno Superior (Oligoceno), do vulcanismo Macau. A partir de então, os vários trabalhos subsequentes publicados inserem a Formação Serra do Martins como a porção inferior do Grupo Barreiras.

Segundo Menezes (1999), após novos estudos e reavaliações, diversos pesquisadores reconheceram a difícil correlação regional dos empilhamentos litológicos e edafo-estratigráficos, anteriormente admitidos, propondo então retomar a denominação original de Formação Barreiras para os sedimentos paleógenos e neógenos ocorrentes no litoral dos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, sendo mantida a denominação de Formação Serra do Martins para o capeamento sedimentar das serras interioranas associado ao Grupo Barreiras, este predominante em áreas litorâneas.

Quanto à origem e evolução da Formação Serra do Martins, Crandal (1910) faz referência às coberturas sedimentares paleógenas, considerando o Planalto da Borborema como um extenso peneplano que teria soerguido e sido erodido pelas drenagens, resultando assim em testemunhos de uma antiga superfície peneplana. Moraes (1924) foi o primeiro pesquisador a desenvolver uma pesquisa sistemática sobre essas áreas, apontando que os platôs seriam capeados por rochas areno-argilosas, caulíníticas, intercaladas a horizontes conglomeráticos, geralmente exibindo crostas lateríticas no topo e um nível caulínítico na base.

As coberturas sedimentares cenozoicas associadas ao Grupo Barreiras, como a Formação Serra dos Martins, com espessura média da ordem de 50 m, bem como os inúmeros tipos de depósitos sedimentares, representam as unidades mais jovens. Suas principais ocorrências estão entre Solânea, Bananeiras, Araruna e Picuí, na Paraíba e Martins, Cerro Corá, Lagoa Nova e Portalegre, no Rio Grande do Norte. Segundo Virgens Neto (2004), esta unidade ocupa as porções mais altas da Serra de Martins, situadas a sul, sobre os ortognaisses e nos topos das serras graníticas do centro-norte, sob coluna estratigráfica regional como base da Formação Barreiras, constituída por arenitos imaturos, sobrepostos discordantemente sobre as rochas ortoderivadas do Complexo Caicó/Suíte Poço da Cruz e granitos porfiríticos tipo Itaporanga (Figura 4).

Figura 4: Mapa geológico simplificado e perfis geológicos do entorno do Planalto Residual Serra de Martins-RN.



Fonte: elaborado pelos autores, a partir da CPRM 2007.

Sobre a deposição dos sedimentos da Formação Serra de Martins, Lima (1986) afirma ter evoluído de acordo com três estágios, considerando os fenômenos de caráter estrutural e litológico, realçando os eventos das reativações pós cretáceas até as mais recentes, por serem as responsáveis pela manutenção das formações da serra em suas cotas mais elevadas, e assim apresenta: o primeiro estágio foi marcado pela reativação da Zona de Cisalhamento Portalegre, provocando uma subsidência, que juntamente ao intenso processo de intemperismo nas rochas do Embasamento Cristalino, iniciou o processo de deposição, certamente pós-cretácia.

Esta etapa de deposição foi responsável pela formação de leques aluviais (arenitos e brechas conglomeráticas), rios entrelaçados (arenitos arcoseanos), barras de canais e planícies de inundação. Com o passar do tempo, tal atividade diminuiu e se dá uma rápida deposição dos sedimentos, o que indica altos índices pluviométricos para o período, considerando o grau de alteração dos feldspatos.

O segundo período foi marcado por calma tectônica, o que diminuiu a energia da deposição dos sedimentos, depositando-se apenas aqueles de granulometria mais fina com relação aos depositados anteriormente, porém médios a grossos, caracterizando ambientes típicos de sistemas entrelaçados, representados por arenitos arcóicos grosseiros a médios. Por fim, no terceiro estágio, ocorre a reativação da Zona de Cisalhamento Portalegre, fato este que acarretou alterações tanto para as rochas do cristalino quanto para a Formação Serra do Martins.

Atribui-se a este período, falhamentos gravitacionais NW e NE, que podem ser a principal causa da preservação do pacote sedimentar em cotas elevadas. Importante destacar que nesse estágio as rochas sedimentares foram afetadas por diagênese tardia, através da silicificação, oxidação e caulinitização pois, o clima predominante da região era possivelmente muito chuvoso, fornecendo condições de intenso transporte dos sedimentos para posterior deposição na plataforma continental.

A unidade litoestratigráfica dos sedimentos da Formação Serra de Martins apresenta-se como não fraturada, fato que se reproduz nas superfícies horizontalizadas características dessa unidade. As rochas areníticas que compõem a área, abundantes em minerais como o quartzo, apresentam resistência ao intemperismo físico, sendo este de baixa atividade. No entanto, as maiores precipitações evidenciadas, bem como a presença de uma vegetação de maior porte, favorecem alta atividade de intemperismo químico. A combinação entre o grau de cisalhamento/fratura da área com a cobertura sedimentar resulta em um sistema hidrogeológico granular com alta porosidade (acima de 30%).

Unidades Litoestratigráficas dos Sedimentos Aluvionares

Correspondem aos sedimentos inconsolidados, depósitos aluviais, coluviais e eluviais recentes, dispostos nos leitos dos rios e riachos da área (aluviões), encostas de elevações (colúvios) e alteração "in situ" das rochas cristalinas e sedimentares pré-existentes (eluviais). Apresentam-se na forma de tamanhos de grãos variados, desde areia grossa a matações, formados a partir das rochas do embasamento cristalino e da Formação Serra do Martins.

Esta unidade litoestratigráfica se caracteriza como pouco a moderadamente fraturada. Apesar dos intemperismos físico e químico apresentarem-se de forma indeterminada, acredita-se que o fato da área não apresentar fraturamento já é um indicativo da baixa atividade intempérica.

Sobre isto, indica-se que através do mapeamento, não foi possível definir informações acerca da porosidade, porém o sistema hidrogeológico identificado é o granular, tendo como explicação para o comportamento das variáveis geológicas, o fato de se tratar de materiais inconsolidados de granulometria e composição diversa proveniente do transporte gravitacional.

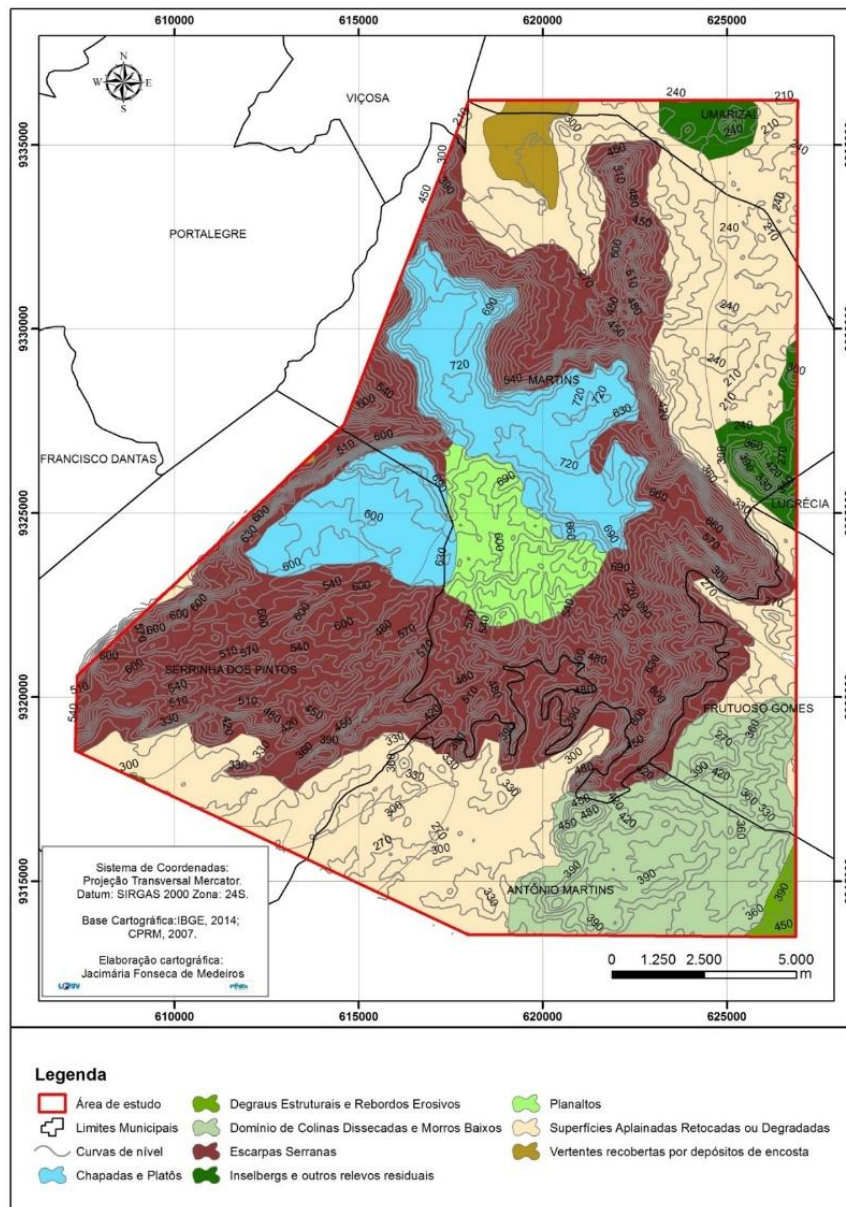
Caracterização Das Unidades Geomorfológicas

De acordo com Prates et al. (1981) e CPRM (2005), a Serra de Martins encontra-se na unidade morfoescultural dos Planaltos Residuais Sertanejos, abrigando pediplanos sobre uma Depressão Periférica e Interplanáltica, a Depressão Sertaneja, com a notável presença dos relevos residuais. Conforme King (1956) e Bigarella et al. (1965), o Planalto Residual Serra de Martins está associado a superfícies de erosão mais antigas que aquelas que modelaram a Depressão Sertaneja circundante. Salienta-se que esta unidade morfoescultural pode estar associada a processos de aplainamento gerados ainda no Terciário Inferior, correspondentes à superfície de erosão Sul-Americana.

Sobre os aspectos geomorfológicos, este planalto se caracteriza pelo topo tipicamente tabular, com cobertura formada por sedimentos a partir da erosão e aplainamento. Suas vertentes são dissecadas por vários canais de drenagem, resultando em um processo de erosão constante em sua base constituída por rochas cristalinas. Tratam-se de superfícies residuais, resultantes da interação tectônica e climática evidenciada na área, que resistiram aos processos erosivos e de aplainamento atuantes ainda durante o Cenozóico Superior, figurando, portanto, dentre as formas de relevo mais elevadas do estado.

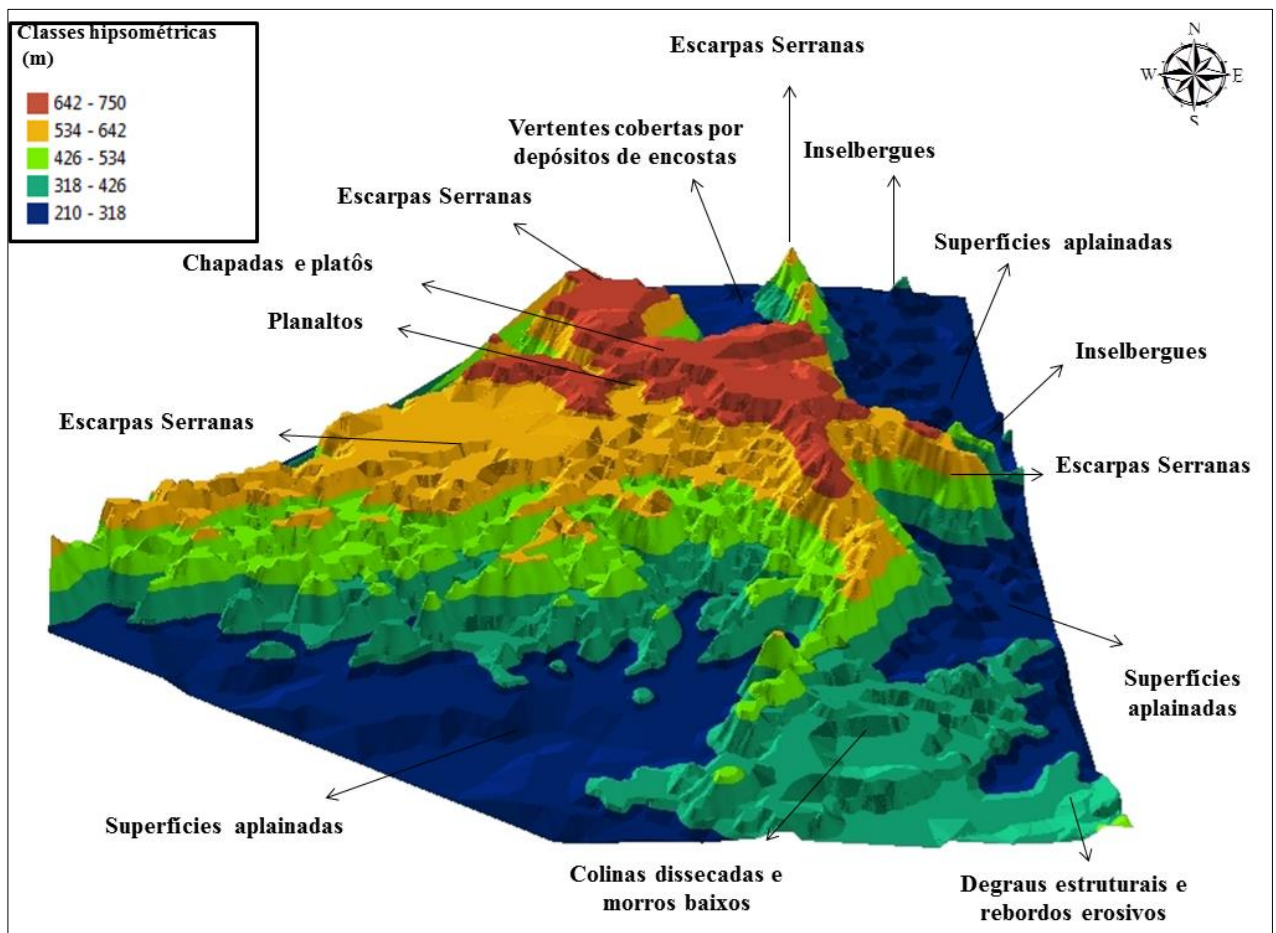
Nesse sentido, foram identificadas na área de estudo as seguintes unidades geomorfológicas: Escarpas Serranas, Inselbergues e outros Relevos Residuais, Colinas Dissecadas e Morro Baixo, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos, Planaltos, Chapadas e Platô, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas e Vertentes recobertas por Depósitos de Encosta (Figuras 5 e 6).

Figura 5: Unidades Geomorfológicas do Planalto Residual Serra de Martins-RN.



Fonte: elaborado pelos autores, a partir do IBGE 2014, CPRM 2007.

Figura 6. Bloco diagrama representando as Unidades Geomorfológicas do Planalto Residual Serra de Martins.

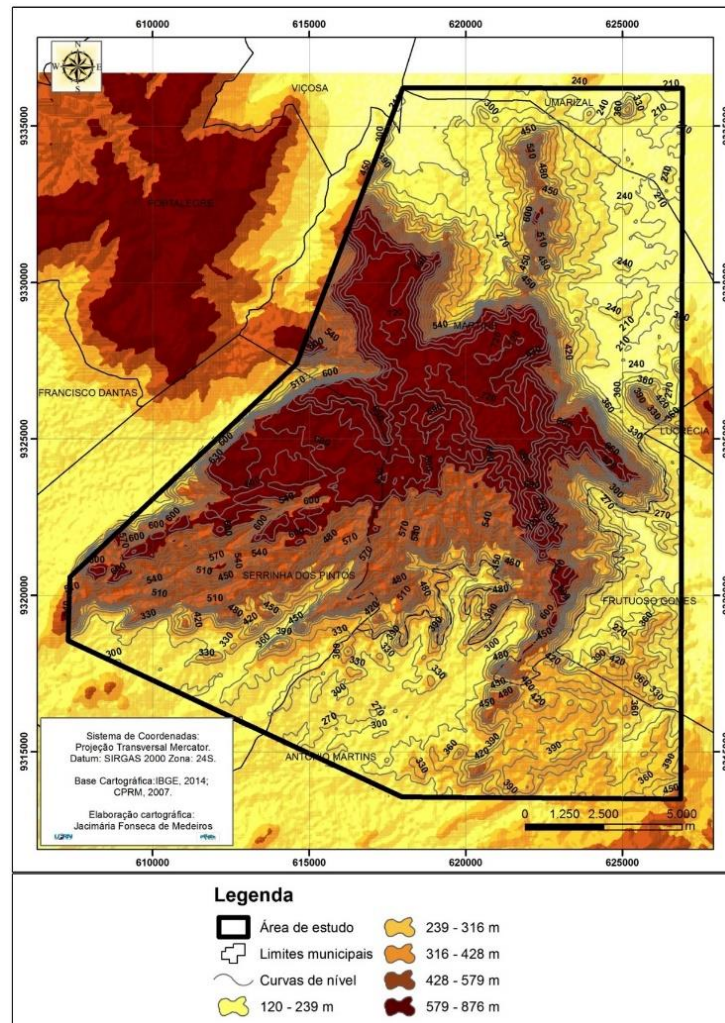


Fonte: elaborado pelos autores, a partir da CPRM 2007, IBGE 2014 e imagem SRTM do INPE 2011.

A caracterização das Unidades Geomorfológicas será apresentada e discutida contemplando duas categorias consideradas como de degradação e de agradação, podendo, no entanto, cada unidade descrita apresentar os dois processos, sendo classificada, porém, em função do predomínio de uma delas nos sistemas das geoformas denudacionais ou agradacionais. Destaca-se que as formas denudacionais compreendem as feições de relevo dissecativo gerada por processos erosivos, com reduzidas taxas de sedimentação, enquanto as formas agradacionais são aquelas cujo volume depositado é sempre superior à quantidade de material erodido e transportado.

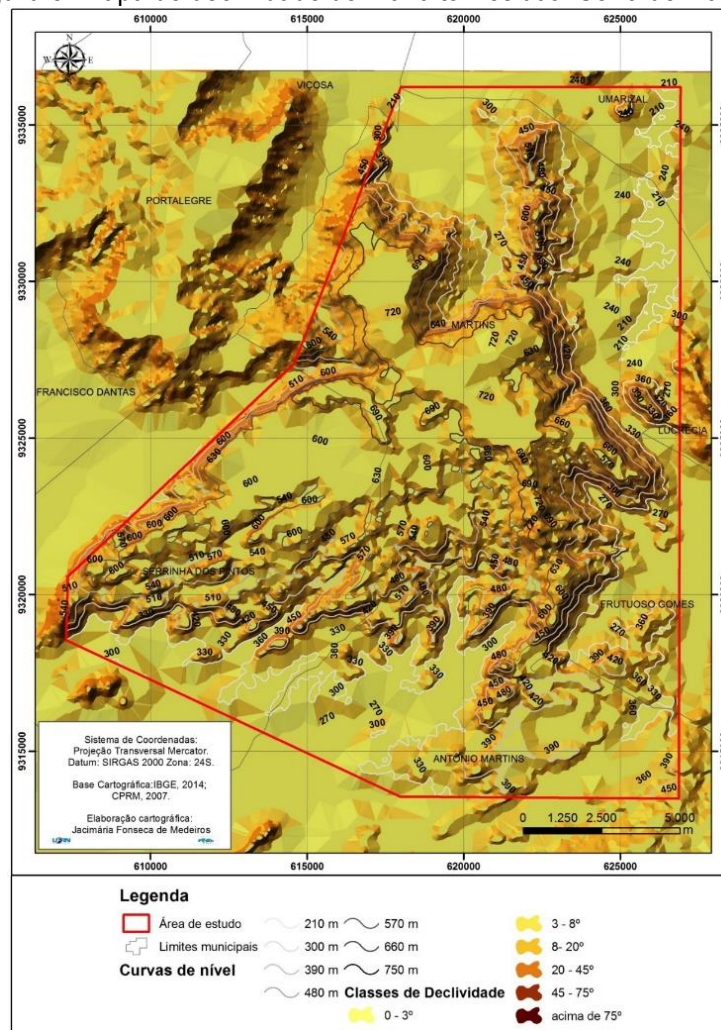
As Unidades Geomorfológicas que se inserem no contexto das geoformas denudacionais são: Inselbergues e outros Relevos Residuais, Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos, Escarpas Serranas, Planaltos e Chapadas e Platô e as Unidades Geomorfológicas agradacionais são: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas e Vertentes recobertas por Depósitos de Encosta, sendo as principais características geomorfológicas da área de estudo (hipsometria e declividade) evidenciadas nas figuras 7 e 8.

Figura 7: Mapa hipsométrico do Planalto Residual Serra de Martins.



Fonte: elaborado pelos autores, a partir da CPRM 2007, IBGE 2014, imagem SRTM do INPE 2011.

Figura 8: Mapa de declividade do Planalto Residual Serra de Martins.



Fonte: elaborado pelos autores, a partir da CPRM 2007, IBGE 2014, imagem SRTM do INPE 2011.

Geoformas Denudacionais

As Escarpas Serranas correspondem a uma porção da superfície terrestre, com considerada inclinação, capaz de delimitar novas feições de relevo a partir da atuação de elementos como a litologia, o clima e as influências tectônicas.

Representam a Unidade Geomorfológica com maior representação na área de estudo, com ocorrência em todos os setores, nos domínios das Unidades Litoestratigráficas Caicó, Poço da Cruz, Suíte Itaporanga e Jucurutu, compostas basicamente por granitos, gnaisses, mármore, metamonzonitos, biotitas e micaxistos. Compreende um conjunto de escarpas montanhosas festonadas, fortemente alinhadas na direção Norte-Sul. Apresentam desnivelamentos elevados, por vezes superiores a 500 m, com vertentes muito íngremes e rochosas, condicionantes lito-estruturais.

Quanto à hipsometria dessa unidade, as porções Noroeste, Norte, Nordeste e Leste evidenciam cotas que variam de 270 a 590 m de altitude, no entanto, nas porções Sul, Sudoeste e Oeste se verificam menores cotas, 270 a 490 m. As declividades são acentuadas, com variações de 25 a 60°, porém as maiores declividades estão situadas nas porções Noroeste, Norte, Nordeste e Leste.

Com base no exposto, pode-se diferenciar duas situações distintas no tocante ao comportamento das Escarpas Serranas, sendo aquelas localizadas nas porções Noroeste, Norte, Nordeste e Leste, que apresentam as maiores cotas altimétricas e maiores declividades, e as outras localizadas nas porções Sul, Sudoeste e Oeste, que apresentam menores cotas altimétricas e menores declividades. Em ambos os casos, as Escarpas estão modeladas principalmente na Unidade Poço da Cruz, rochas metamonzônicas, de composição rica em minerais como mica, feldspatos e anfíbolitos, facilmente intemperizáveis, além disso, essa unidade litoestratigráfica apresenta-se moderada a intensamente fraturada. Essa combinação justifica inclusive a ocorrência dessa unidade denudacional.

No entanto, na porção Centro- Norte ocorre uma associação entre a Unidade Poço da Cruz e a Jucurutu, cujas rochas são ricas em minerais de feldspato e plagioclásio, de fácil alteração e moderada a intensa atividade de fraturamento. Já a porção Centro-Sul se dá uma associação entre a Unidade Poço da Cruz e a Itaporanga, pouco fraturada e composta por granitos, tornando-a menos suscetível aos agentes exógenos atuantes.

Os Inselbergues e outros Relevos Residuais se inserem na categoria de relevo ondulado, ocupando uma pequena porção na área de estudo, com limitada ocorrência nos setores Norte e Leste, sobre a unidade litoestratigráfica Suíte Intrusiva Umarizal, composta pelos Sienogranitos, ricos em minerais como o quartzo e o feldspato em sua composição mineralógica. Tal fato explica a origem dessas geoformas, pois esses minerais são bastante resistentes aos processos de desgaste, ocorrendo erosão diferencial.

Com relação à altitude, podem ser definidos em classes que atingem até os 426 metros. São definidos por vertentes íngremes que chegam até 40°. A declividade acentuada dessa unidade dificulta o desenvolvimento da pedogênese, tornando-o fortemente suscetível à esfoliação. Quanto às feições características desse tipo de geoformas, predominam na área as cristas alongadas.

As Colinas Dissecadas e Morros Baixos se inserem no contexto de relevo suave ondulado a ondulado, localizados na porção Sul-Sudeste da área de estudo, se caracterizam por baixas e médias elevações, topos arredondados a planos e baixas declividades. Essa Unidade Geomorfológica também se formou sobre os terrenos da Metamonzônicos da Unidade litoestratigráfica Poço da Cruz, moderada

a intensamente fraturadas. As cotas hipsométricas chegam até a classe entre 318 e 426 metros e a declividade varia de 3 a 20°.

Nesta mesma porção da área de estudo, portanto, nas mesmas condições geológicas, localiza-se também a Unidade Geomorfológica dos Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos, que se diferencia da unidade acima pelas vertentes íngremes, por vezes rochosas, frequentemente recobertas por depósitos de tálus e colúvios. Os gradientes altimétricos parecem mais elevados, em virtude dos topos serem mais aguçados ou em cristas alinhadas, no entanto encontram-se na mesma categoria. Com relação às declividades são mais acentuadas, oscilando entre 10 e 25°.

Os Planaltos apresentam características morfológicas bem diferentes das apresentadas até o momento, típicas de relevo ondulado, definindo-se principalmente pelas feições colinosas e de morros elevados.

Essas feições aparecem de forma alternada, sendo as colinas de baixa amplitude e os morros mais elevados com formas mais movimentadas. Localizam-se na porção Central da área de estudo, apresentando vertentes que variam de gradientes suaves – médios a elevados, nas áreas de relevo acidentado, geralmente recobertas por colúvios.

A ocorrência dos Planaltos está associada à Unidade Litoestratigráfica Poço da Cruz, descrita anteriormente. A hipsometria dessa unidade se revela em cotas que chegam aos 650 metros de altitude. Com relação à declividade, em virtude das diferentes feições, apresentam variação de 8 a 45°.

As Chapadas e Platôs se constituem como uma unidade de relevo plano típica dos planaltos sedimentares, configuram-se por suas superfícies horizontalizadas, planas ou suavemente onduladas, bem como pelas cotas altimétricas acima dos 600 metros. Localizam-se na porção central da área de estudo, com ocorrência associada aos sedimentos da Formação Serra do Martins, predominantemente areníticos. A composição dos arenitos é rica em quartzo, podendo chegar a 95%.

Nesse sentido, devemos considerar que esta unidade litoestratigráfica não apresenta fraturas, o que se reproduz em um intemperismo físico de baixa atividade, salientando ser este o responsável pela desagregação das rochas, transporte e posterior deposição. No entanto, a alta atividade do intemperismo químico identificada na área age sobre os feldspatos, mineral instável, destruindo-os e transformando-os em argilas, porém a sua ação sobre o quartzo, mineral estável, enriquece-o proporcionalmente.

Assim, pode-se entender a resistência que o capeamento sedimentar oferece frente aos processos desgastantes, o que conseqüentemente contribui para a manutenção da estrutura tabuliforme. A estrutura granular dos sedimentos areníticos também é decisiva na porosidade da área, que se

apresenta superior a 30%, especificidade esta evidenciada apenas nessa unidade geomorfológica na área de estudo. Nas Chapadas e Platôs são verificadas as maiores cotas altimétricas de toda a área de estudo, chegando aos 750 metros. Com relação às declividades, conforme suas características básicas, são típicas as superfícies planas e horizontalizadas, com declives inferiores a 5°.

Geoformas Agradacionais

As Unidades Geomorfológicas inseridas no âmbito das formas agradacionais são: Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas e as Vertentes recobertas por Depósitos de Encosta. As Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas se enquadram na categoria de relevo plano, com declividades inferiores a 5°, bastante comum em paisagens atuais de clima Semiárido.

Na área de estudo, figuram como as cotas mais baixas do relevo, inferiores a 300 metros, margeando todo o maciço rochoso, sobre as Unidades Litoestratigráficas Jucurutu, Itaporanga e, em menor dimensão, Caicó e Poço da Cruz. Apesar da diversidade geológica, salienta-se que todas elas são litologias do embasamento cristalino.

Esta unidade apresenta atividade de intemperismo (físico e químico) que varia de baixa a alta e porosidade baixa, inferior a 15%. Salienta-se que, nesta unidade, destaca-se a feição geomorfológica terraços aluvionares, de origem fluvial, representados por aglomerados de blocos de arenito e rochas do embasamento cristalino, aparecendo na forma de blocos e seixos de tamanhos variados dispersos ao longo dos drenos.

Ainda no contexto das formas agradacionais, aparecem as Vertentes recobertas por Depósitos de Encosta, cuja formação se dá pelo acúmulo dos materiais que são transportados pelas Escarpas Serranas por força da gravidade, acomodando-se na base. Correspondem a uma unidade de pequena dimensão, localizada na porção Norte da área de estudo, sobre a Unidade Litoestratigráfica dos Depósitos Colúvio-eluviais, constituído por blocos dispersos, tanto das rochas sedimentares quanto das rochas do embasamento cristalino e por solos desagregados.

Neste processo de coluvionamento, têm grande participação os movimentos de massa do tipo lento, denominado rastejamento ou *creep*, que faz o material coluvional ser transportado para as partes mais baixas sob o efeito da gravidade. Apresentam cotas altimétricas inferiores a 318 metros e declividades inferiores a 8°.

Com base no exposto ao longo da caracterização das Unidades Geomorfológicas, salienta-se que o modelado atual da Serra de Martins, com elevações que chegam aos 750 metros, é resultado de uma combinação dinâmica e complexa entre os processos morfogenéticos e climáticos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredita-se que a escolha metodológica por Ross (2012) trabalhando no terceiro nível taxonômico, do modelado, atendeu plenamente ao que se objetara nesse artigo, proporcionando a individualização das formas de relevo agradacionais e denudacionais.

A Serra de Martins constitui-se como um Planalto Residual cujo embasamento é cristalino, formado pelas Unidades Litoestratigráficas Caicó, Suíte Poço da Cruz, Itaporanga e Umarizal e Formação Jucurutu (Grupo seridó), composto principalmente por gnaisses, paragnaisses, ortognaisses *augen*, granitos e migmatitos. Destaca-se que, sobre as áreas planas da Serra, repousa discordantemente as coberturas sedimentares recentes, formadas por arenitos finos a grossos, arenitos conglomeráticos e lentes de argilito e siltito, denominado Formação Serra dos Martins, com espessura média da ordem de 50 m, formada por rochas areno-argilosas, caulínicas, intercaladas a horizontes conglomeráticos, geralmente exibindo crostas lateríticas no topo e um nível caulínico na base, as quais representam as unidades mais jovens.

As rochas mais resistentes ao intemperismo mecânico são os granitos, os arenitos, os conglomerados e os quartzitos, dada a composição química destas. As rochas cristalinas e eventualmente as rochas sedimentares influenciam o relevo da área, caracterizado como ondulado a montanhoso, com formas aguçadas e convexas. A única exceção verificada, área de relevo plano a moderadamente ondulado, vai estar localizada na área da Chapada, cuja ocorrência surge como resultado de processos de dissecação em áreas aplainadas.

Indica-se que foi perceptível que a litologia apresenta grande influência na topografia local, sendo indissociáveis desse processo as condições físico-químicas as quais estas rochas estão ou foram submetidas, dentre elas, destaco as condições climáticas e as circunstâncias de erosão. Fato é que a cada unidade litoestratigráfica associa-se às unidades geomorfológicas identificadas na área.

Destaca-se que a Serra de Martins apresenta elevadas cotas altimétricas, variando de 120 m, onde se encontram as áreas de contato entre os Planaltos Residuais e a Depressão Sertaneja, até a cota acima dos 750 m, na área da Chapada. No contexto geomorfológico, as áreas de baixas cotas altimétricas erguidas sobre rochas de embasamento cristalino vão se caracterizar como geformas agradacionais, gerando as Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas e Vertentes recobertas por Depósitos de Encosta. Já as formas erosivas originaram as geformas denudacionais: Escarpas Serranas, Inselbergues e outros Relevos Residuais, Colinas Dissecadas e Morro Baixo, Degraus

Estruturais e Rebordos Erosivos, Planaltos, Chapadas e Platô, Superfícies Aplainadas Retocadas ou Degradadas e Vertentes recobertas por Depósitos de Encosta.

REFERÊNCIAS

- Almeida, Fernando Flávio Marques, Leonardos Junior, Henry Othon e Valença, Joel Gomes. 1967. "Granitic rocks of North-East South America". Em IUGS/UNESCO Symposium, 41. Recife: IUGS/UNESCO.
- ARAÚJO, Marcelus Glaucus de Souza, Neves, Benjamin Bley de Brito e Archanjo, Carlos José. 2001. "Idades do magmatismo básico Meso-Cenozóico da Província Borborema oriental, Nordeste do Brasil". Em Simpósio de Geologia Do Nordeste, editado por SBG Núcleo Nordeste, 260-261, 2001, Natal: SBG Núcleo Nordeste.
- Barros, Silvana Diene Sousa. 1998. "Aspectos Morfo-tectônicos dos platôs de Portalegre, Martins e Santana/RN". Dissertação de Mestrado em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Bigarella, João José, Maria Regina Mousinho e Jorge Xavier Silva. 1965. "Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil". Boletim Paranaense de Geografia, 6 (4): 117-151. <https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2016.7650>.
- Cavalcanti, Lucas Costa de Souza. 2014. Cartografia de paisagens: fundamentos. São Paulo: Oficina de Textos.
- Crandall, Rodric. 1910. Geografia, geologia, suprimento d' água, transportes e açudagens. Rio de Janeiro: I. F.O.S.
- Costa, Luis Ricardo Fernandes, Maia, Rubson Pinheiro, Barreto, Lucas Lopes e Sales, Vanda Carneiro Claudino. 2020. "Geomorfologia do Nordeste Setentrional Brasileiro: proposta de classificação". Revista Brasileira de Geomorfologia, 21 (1): 185-208. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1447>.
- CPRM, Serviço Geológico do Brasil. 2005. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Martins, estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM/PRODEEM.
- Cunha, Cenira Maria Lupinacci, Mendes, Iandara Alves e Sanchez, Miguel Cezar. 2003. "A Cartografia do Relevo: Uma Análise Comparativa de Técnicas para a Gestão Ambiental". Revista Brasileira de Geomorfologia, (4) 1: 01-10. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v4i1.15>.
- Dantas, Marcelo. 2010. "Relevo do Estado do Rio Grande do Norte". Em Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte, editado por Pfaltzgraff, Pedro Augusto dos Santos e Torres, Fernanda Soares de Miranda, 77-92. Rio de Janeiro: Serviço Geológico do Brasil.
- Diniz, Marco Túlio Mendonça, Oliveira, George Pereira de, Maia, Rubson Pinheiro e Ferreira, Bruno. 2017. "Mapeamento Geomorfológico do estado do Rio Grande do Norte". Revista Brasileira De Geomorfologia, 18 (4): 679-7001. <https://doi.org/10.20502/rbg.v18i4.1255>.
- Evans, Ian S. 2012. "Geomorphometry and landform mapping: What is a landform?" Geomorphology 137 (1): 94-106. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.09.029>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Manual técnico de Geomorfologia. Rio de Janeiro: IBGE.
- King, Lester C. 1956. "A geomorfologia do Brasil Oriental". Revista Brasileira de Geografia, 18 (2):147-265.
- Kugler, H. Gegenstand und Arbeitsrichtungen. 1982. In: DEMEK, J. & EMBLETON, C. & KUGLER. 1982. Geomorphologische Kartierung en mittleren Massstaeben. Gotha, Haak. p. 12 -41.
- Lima, Kleber Carvalho e Lupinacci, Cenira Maria. 2021. "Geomorfologia do semiárido: proposta metodológica de representação cartográfica e interpretação do relevo em escala de detalhe". Revista Brasileira de Geomorfologia, 22 (2): 217-234. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v22i2.1527>.

- Lima, Viviane Nogueira de e Medeiros, Jacimária Fonseca de. 2022. "Compartimentação Geoambiental dos Planaltos Residuais do Extremo Oeste Potiguar". *Revista Geonorte*, 13 (41).
<https://doi.org/10.21170/geonorte.2022.V.13.N.41.135.151>
- Mabesoone, Jannes Markus, Campos, Campos e Silva, Antonio e Baurlen, Kaur. 1972. "Estratigrafia e Origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte". *Revista Brasileira de Geociências*, 2 (3): 173-178.
<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/12512>.
- Medeiros, Jacimária Fonseca e Cestaro, Luiz Antônio. 2015. "Caracterização Geoambiental dos Planaltos Residuais do Extremo Oeste Potiguar". *Revista Equador (UFPI)* 4 (3): 403-409, 2015.
- Medeiros, Paulo César. 2016. *Geomorfologia: fundamentos e métodos para o estudo do relevo*. Curitiba: InterSaberes.
- Menezes, Maria Rosilene Ferreira. 1999. "Estudos sedimentológicos e o contexto estrutural da Formação Serra dos Martins nos platôs de Portalegre, Martins e Santana/RN" 1999. Dissertação de Mestrado em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Moraes, Luciano Jacques. *Serras e montanhas do Nordeste*. 1924. Rio de Janeiro: Ministério da Viação e Obras Públicas.
- Neto, Luiz Tavernard de Souza, Grigio, Alfredo Marcelo e Carvalho, Rodrigo Guimarães de. 2016. "Compartimentação das Unidades Geomorfológicas do Município de Portalegre, Rio Grande do Norte". *Boletim de Geografia*, 34 (1): 23-41.
<https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v34i1.25773>.
- Prates, Margarete, Gatto e Costa, Luiz Carlos Soares, Passos, Maria Irenice. 1981. "Geomorfologia". Em *Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*, editado por Brasil, Ministério das Minas e Energia, 301-348. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia.
- Queiroz, Larissa da Silva e Medeiros, Jacimária, Fonseca de. 2020. "Compartimentação Geoambiental do município de Serrinha dos Pintos – RN". *Geosul, Florianópolis*, 35 (76): 232-251. <http://doi.org/10.5007/2177-5230v35n76p232>.
- Ribeiro, Simone Cordeiro, Marçal, Mônica dos Santos e Correia, Antônio Carlos de Barros. 2010. "Geomorfologia de áreas semi-áridas: uma contribuição ao estudo dos sertões nordestinos". *Revista de Geografia* (27) 1: 120-138.
<https://doi.org/10.51359/2238-6211.2010.228790>.
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. 2012. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. 9ª Ed. São Paulo: Contexto.
- Ross, Jurandyr Luciano Sanches. 1992. "O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo". *Revista do Departamento de Geografia*, (6): 17-30. <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>.
- Silveira, Ricardo Michael Pinheiro, Silveira, Claudinei Taborda da, Oka-Fiori Chisato. 2014. "Emprego de técnicas de inferência espacial para identificação de unidades de relevo apoiado em atributos topográficos e árvore de decisão". *Revista Brasileira de Geomorfologia* 15 (1): 87-101. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v15i1.433>.
- Souza, Leonardo Andrade e Sobreira, Frederico Garcia. 2017. "Proposta de Unidades Geomorfológicas como suporte à expansão urbana e ao ordenamento territorial". *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 18 (4): 703-717.
<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i4.1235>.
- Virgens Neto, Joaquim. 2004. "Mapeamento geoespeleológico do sistema espeleológico Serra do Martins-RN". 2004. Relatório de Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.