

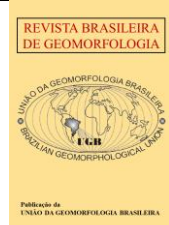


<https://rbgeomorfologia.org.br/>
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 25, nº 3 (2024)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v25i3.2566>



Artigo de Pesquisa

Compartimentação Geomorfológica do Maciço do Pereiro e entorno, Nordeste Setentrional do Brasil

Geomorphological Compartmentation of Pereiro Massif and its surroundings, in Northern Northeast of Brazil

Diêgo Souza Albuquerque ¹, Rafael Albuquerque Xavier ² e Dirce Maria Antunes Suertegaray ³

¹ Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Geociências, João Pessoa, Paraíba, Brasil.
diealbuquerque07@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0504-4972>

² Universidade Estadual da Paraíba, Departamento de Geografia, Campina Grande, Paraíba, Brasil.
rafaelxavier@servidor.uepb.edu.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1737-7547>

³ Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Geociências, João Pessoa, Paraíba, Brasil. dircesuerte@gmail.com.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3513-6376>

Recebido: 10/04/2024; Aceito: 04/07/2024; Publicado: 19/08/2024

Resumo: O Maciço do Pereiro (MP), localizado entre os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, é um corpo granitóide que ocupa área de, aproximadamente, 2.200 km², e tem altitudes máximas de 861 metros. Este trabalho teve o objetivo de elaborar a compartimentação geomorfológica do Maciço do Pereiro e entorno. Para tanto, seguiu-se com: 1) revisão bibliográfica e cartográfica sobre geologia e relevo da área de estudo; 2) confecção do mapa geomorfológico, através do processamento de imagens SRTM; 3) atividades de campo para conferência do mapeamento, obtenção de informações para caracterização das formas e levantamento fotográfico. Foram mapeadas quinze unidades, sendo elas agrupadas em três dimensões que consideram os processos e as formas resultantes: superfícies de acumulação, aplanamento e dissecação. Os compartimentos estão classificados reconhecendo processos associados à denudação continental e com base na geomorfologia estrutural. O mapeamento elaborado amplia a notoriedade científica do MP e espera-se que possa servir para ações de planejamento ambiental, como criação de áreas protegidas e procedimentos de licenciamento ambiental.

Palavras-chave: Mapeamento Geomorfológico; Maciço Cristalino; Acumulação; Aplanamento; Dissecação.

Abstract: The Pereiro Massif (PM), located between the states of Ceará, Rio Grande do Norte and Paraíba, is a granitoid body that occupies an area of approximately 2,200 km², and has maximum altitudes of 861 meters. This work aimed to elaborate and discuss the geomorphological compartmentalization of the Pereiro Massif and its surroundings. To this end, the following procedures were followed: 1) bibliographic and cartographic review on the geology and relief of the study area; 2) creation of the geomorphological map in a GIS environment, through SRTM image processing; 3) field activities for mapping conference, obtaining information to characterize the shapes and photographic survey. Fifteen units were mapped and grouped into three dimensions that consider the resulting processes and forms: accumulation, flattening and erosion surfaces. The compartments are classified recognizing processes associated with continental denudation with erosion, transport and deposition of material, based on structural geomorphology. The mapping carried out enhances the scientific notoriety of the PM and is expected to serve for environmental planning actions, such as the creation of protected areas and environmental licensing procedures.

Keywords: Geomorphological Mapping; Crystalline Massif; Accumulation; Flattening; Erosion.

1. Introdução

As diferentes formas de relevo são sínteses resultantes da interação entre o arcabouço litoestrutural, eventos tectônicos e ações climáticas (DINIZ, et al., 2017), podendo ser acrescida, em alguns casos, a ação antrópica. O conhecimento das formas de relevo desponta como ferramenta de inquestionável relevância ao planejamento e uso do território pelas sociedades.

No Nordeste setentrional brasileiro, está presente um diversificado mosaico de compartimentos geomorfológicos, dentre eles, as formas residuais resultantes da erosão diferencial sobre estruturas deformacionais na Província Borborema (COSTA et al., 2020), constituindo-se expressões “[...] geomorfológica de superfície de processos associados à deformação crustal, ao metamorfismo, ao plutonismo e à neotectônica” (COSTA et al., 2019, p. 186).

Nesse contexto, podem ser indicados os maciços cristalinos que, em sua maioria, na Província Borborema, estão associados a granitóides cuja gênese está relacionada aos processos de erosão diferencial (LIMA et al., 2020). Nesse cenário, inclui-se o Maciço do Pereiro (MP), com feições esculpidas em litotipos graníticos e metamórficos – cristas, escarpas, formas abobadadas, topos planos e diversos vales.

O MP, localizado na porção central do Nordeste setentrional brasileiro, entre os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba (Figura 1), dispendo-se em formato alongado e fortemente dissecado, constitui-se um importante registro da evolução geomorfológica regional. É um relevo cristalino cravado na Superfície Sertaneja, ocupando uma área de, aproximadamente, 2.200 km², com acomodação orientada no sentido NE–SW, modelado, predominantemente, em granitóides Neoproterozóico do Magmatismo Brasileiro (MAGINI e HACKSPACHER, 2008).

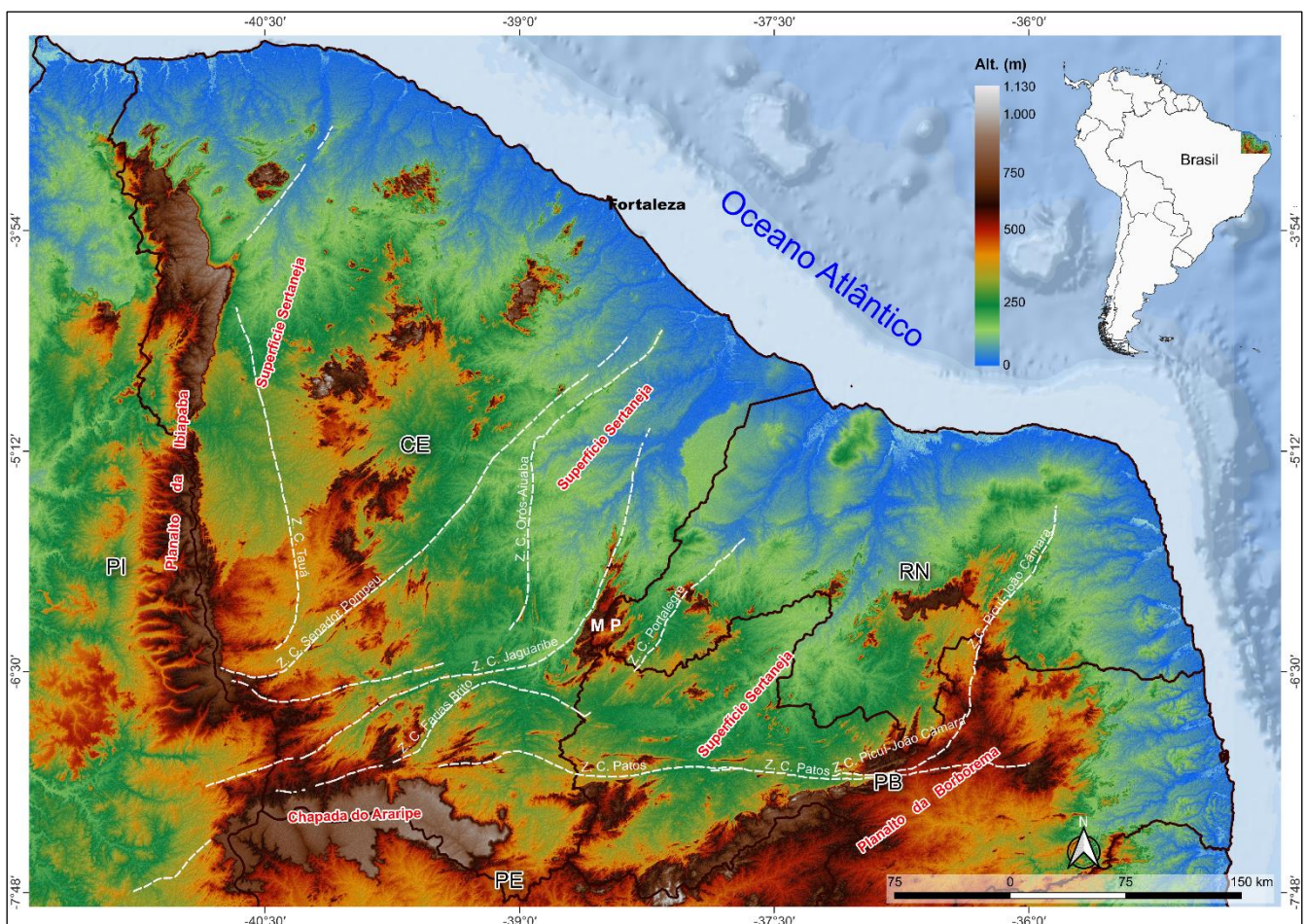


Figura 1. Localização do Maciço do Pereiro (MP) no Nordeste setentrional brasileiro. Fonte: elaborado pelos autores, 2023, a partir de dados altimétricas SRTM (2011). Sistema de Coordenadas Geográficas/Datum SIRGAS 2000.

Considerando a exuberância do MP e suas potencialidades naturais, associado a necessidade de estudos mais horizontalizados e verticalizados sobre ele, o presente trabalho teve como finalidade elaborar a compartimentação

geomorfológica do Maciço do Pereiro e entorno. Para tanto, fez-se necessário revisar a literatura que trata sobre a origem e evolução do MP – primeira etapa –, de modo a possibilitar embasamento para delimitação cartográfica e compreensão das suas formas – segunda etapa.

Inexiste proposta de mapeamento geomorfológico para o MP anterior a essa e considerando sua expressividade espacial e a crescente pressão antrópica no ambiente do MP, provocado pelo povoamento, é imprescindível o conhecimento satisfatório do relevo, sobretudo, para ações técnicas de planejamento ambiental e para subsidiar outros estudos acadêmicos. Nesse âmbito, o mapeamento elaborado, primeiro, amplia a notoriedade científica do MP e, segundo, pode servir para ações de planejamento ambiental, como criação de áreas protegidas e procedimentos de licenciamento ambiental, subsidiando o ordenamento territorial.

2. Interpretações geomorfológicas do Maciço do Pereiro: uma revisão

O Maciço do Pereiro foi explicado, inicialmente, como resultado de processos erosivos provenientes da pediplanação, caracterizando-o como uma forma residual. Essa explicação tem embasamento em King (1956), que elaborou um modelo de classificação das Superfícies de Aplainamento no Brasil, fundamentado na ocorrência de epirogenias pós-cretáceas, acompanhada de fases de dissecação e pediplanação, amplamente difundido por Ab'Sáber (1969), Andrade e Lins (1965) e Bigarella (1994). Nesse modelo, os processos morfogenéticos em clima seco erodem os relevos mais elevados, principalmente suas escarpas, recuando as vertentes e depositando o material erodido nas áreas mais rebaixadas, formando as paisagens escalonadas.

Fundamentado nesse modelo, Souza (1988) elaborou uma classificação para as unidades morfoestruturais do estado do Ceará, agrupando o relevo em três domínios geológicos e estabeleceu uma compartimentação geomorfológica que considerou a predominância dos processos da pediplanação na esculturação do relevo. Na referida classificação, o MP está incluso no Domínio dos Escudos e Maciços Antigos e é nomeado de Planalto Residual, atribuindo-lhe domínio de formas erosivas dissecadas.

Segundo Souza (1988), o terreno do referido Domínio é composto por litologias datadas do pré-Cambriano, de modo que as formas de relevo, nele incluso, exibem reflexos de eventos tectônicos remotos e evidências de flutuações climáticas Cenozóicas, o que possibilitou as dissecações severas nos compartimentos topográficos mais elevados. Nessa explicação, os Planaltos Residuais, incluído o MP, são fruto de uma complexa evolução morfogenética, subsidiado pela pediplanação, construindo superfícies escalonadas nos sertões cearenses (SOUZA, 1988).

Seguindo esta concepção, compartimentações oficiais seguiram o rito residual. O IBGE (2006) enquadrou o MP como pertencente aos Planaltos Residuais Sertanejos, caracterizados como um conjunto de formas, espacialmente expressivas, em modelados planos e/ou dissecados, de altitudes elevadas, limitadas por superfícies mais baixas, em que as taxas de erosão são superiores às de sedimentação.

Posteriormente, o IBGE (2009a, 2019) retira o termo “residual” destas formas, permanecendo apenas a nomenclatura “Planaltos Sertanejos”. Por esta escolha, não se incorre no erro de indicar apenas um processo ou aquele mais preponderante na formação destes relevos. Esta escolha se deu, possivelmente, pela crescente investigação que considera fatores tectônicos mais recentes na estruturação dessas áreas e não apenas os processos erosivos.

O modelo das superfícies escalonadas que, estabelece relação entre a altitude e a cronologia das formas, apesar de possuir relevância científica como explicação geomorfológica, encontrou resistência à aplicação generalizante no Nordeste do Brasil (NEB). De acordo com Maia e Bezerra (2011), quando submetido a critérios de morfoestratigráficos e morfotectônicos, tal concepção não se afirma. Os autores evidenciam que a evolução do relevo do NEB se deu de maneira mais complexa do que propõem a concepção de pediplanação, incorporando eventos tectônicos. Ficou claro que King (1956) não incorporou mecanismos de rifteamento e história das bacias, nem dados de reativação pós-rifte, imaginando a estabilidade tectônica da área, dada sua localização na margem passiva equatorial Leste da América do Sul (MAIA e BEZERRA, 2011).

Em suma, aqueles que questionam a aplicabilidade do modelo de King (1956) apontam a atividade tectônica intraplana como agente na evolução do relevo no NEB. Nesta linha, Maia, Bezerra e Sales (2010), fundamentam-se na geomorfologia estrutural e afirmam que o NEB registra a ocorrência de diversos episódios tectônicos, resultando em compartimentos geomorfológicos importantes, originados na Orogênese Brasileira e na separação do Gondwana, quando ocorreu o afastamento final entre a América do Sul e a África, no Cretáceo.

No final do século XX e início do XXI, diversos trabalhos têm levantado hipóteses sobre a estruturação dos terrenos do NEB correlacionados com os eventos da “dança dos continentes” (SALES, 2016). Não se pretende fazer uma revisão desta temática, contudo, à luz da literatura, faz-se necessário apontar como o MP figura nesse contexto.

Segundo Peulvast et al. (2006) e Sales (2002), a elevação do MP tem origem vinculada a divisão do Gondwana, processo iniciado no limiar do Jurássico, por volta de 200 e 180 Ma (MATOS, 2000). Essa divisão, que iniciou por rifteamento, separou os continentes América do Sul e África, tendo o processo começado na porção norte e, posteriormente, na direção sul da América do Sul, instalando o Atlântico (BRITO NEVES, 1999).

Por volta de 120 Ma, na Província Borborema, desenvolveu-se um importante sistema de rifts intracontinentais, com magmatismo basáltico subordinado (BRITO NEVES, 1999), sendo responsável pela formação da Zona de Rift Cariri-Potiguar com 500 km de extensão, atingindo os terrenos que compreendem a Bacia Potiguar/Apodi e os terrenos situados no sul do estado do Ceará, correspondentes à Bacia do Araripe, formando terrenos elevados e um conjunto de bacias NE-SW descontínuas e meios grabens (PEULVAST et al., 2006; MARTINS e SALES, 2019).

A última área da América do Sul a se distanciar da África foi o Nordeste, por volta de 100 Ma, por meio de falhas transformantes, gerando a margem continental passiva (MATOS, 2000). Provavelmente, a estagnação do rifteamento que dividia esses continentes interrompeu-se dada a espessura da crosta continental nos terrenos do Nordeste, impedindo sua ruptura completa, por conseguinte, inibindo a formação de assoalho oceânico, como é comum na formação de rifts (MARTINS e SALES, 2019).

A consideração da ocorrência do rifteamento Cariri-Potiguar explica, nessa abordagem, que o MP constitui um dos ombros do rift, dada sua localização no centro do eixo. Como os rifts, normalmente possuem áreas laterais formadas por terrenos rochosos soerguidos, o MP e o Planalto da Borborema representam os ombros deste rifteamento cretáceo (PEULVAST et al., 2006; MARTINS e SALES, 2019). Nesse sentido, o MP teria gênese nos processos de estiramento cretáceo responsável pela separação da América do Sul e África.

Após essa gênese inicial, o ombro de rift MP passou por fases de erosão diferencial e regressão da sua forma original, enquanto os vales tectônicos foram gradualmente entulhados e formaram-se as bacias sedimentares (MARTINS e SALES, 2019), a exemplo da Bacia do Apodi (RN/CE), Araripe (CE/PB/PI), Iguatu e Icó (CE) e Rio do Peixe (PB/CE), que estão instaladas no eixo estrutural Cariri-Potiguar.

Nesse contexto, o MP, igualmente a outros maciços da Província Borborema, após soerguimento cretáceo, sofreu erosão diferencial, todavia, não foi totalmente rebaixado, estando ressaltadas as rochas graníticas mais resistentes. Assim, na referida abordagem da tectônica cretácea, o Maciço do Pereiro tem gênese ligada a divisão do Pangea e da atividade erosiva terciária (SALES, 2016), sendo um tipo de relevo tectônico/estrutural e residual.

Posterior ao Cretáceo, ocorreu novos soerguimentos do relevo, como apontam diversos estudos no NEB. Estes relevos estruturais apresentam-se nas trends de diversas zonas de cisalhamento e falhas geológicas, o que justifica os pulsos neotectônicos e reflexos nos compartimentos geomorfológicos. As principais interpretações iniciais acerca das atividades neotectônicas na estruturação do relevo no NEB foram de Saadi (1993; 1998). A neotectônica, segundo Saadi (2005), diz respeito a movimentos na crosta terrestre que se estabeleceram a partir do Terciário Superior e foram decisivos para o relevo atual; outra explicação é: são considerados como sendo novos eventos tectônicos ocorridos após a orogênese final, enquadrando-se aqueles pós-cretáceo, até os sísmicos “instantâneos”.

Baseada no pressuposto de que a geomorfologia do NEB possui influência do fator tectônico – e essa concepção, por muito tempo, foi desconsiderada na interpretação do relevo regional – dando-se ênfase aos processos geomorfológicos exógenos para explicação da morfologia, Gurgel (2012) elaborou um estudo que sugere evidências de atividades neotectônicas no MP. A referida pesquisa contestou as explicações de que o MP fosse apenas uma forma residual, indicando que pulsos neotectônicos cenozoicos soergueu o maciço, logo, constitui-se elevação mais recente que o cretáceo, como propôs a hipótese elencada anteriormente.

Em resumo, os procedimentos metodológicos de Gurgel (2012) se sustentaram em datações de colúvios-alúvios e de horizontes pedogenéticos, além de análises geomorfológicas em campo, identificando formas típicas da neotectônica. De acordo com Gurgel (2012) e Gurgel et al. (2013), ao longo do terciário, ocorreram reativações das falhas Jaguaribe e Portalegre, que delimitam o MP na direção oeste e leste, respectivamente, e foram responsáveis pelo seu soerguimento.

As atividades neotectônicas que tiveram sequência no Quaternário, foram responsáveis pela formação de uma bacia quaternária no interior do maciço, localizada no estado do Rio Grande do Norte (GURGEL et al., 2013) (Figura 2). Com este resultado, além de bacias cretáceas localizadas no interior do MP – Bacia de Icozinho e a Bacia Rio

Nazaré (CASTRO e CASTELO BRANCO, 1999), revela-se a Bacia do Merejo, datada do Quaternário, alçada em relação as demais bacias, com altitudes que chegam aos 600 metros (GURGEL, et al., 2013). As feições morfotectônicas do Graben Merejo se encontram ainda pouco erodidas e são bordejadas por um sistema de horst bastante inclinado (GURGEL, 2012).

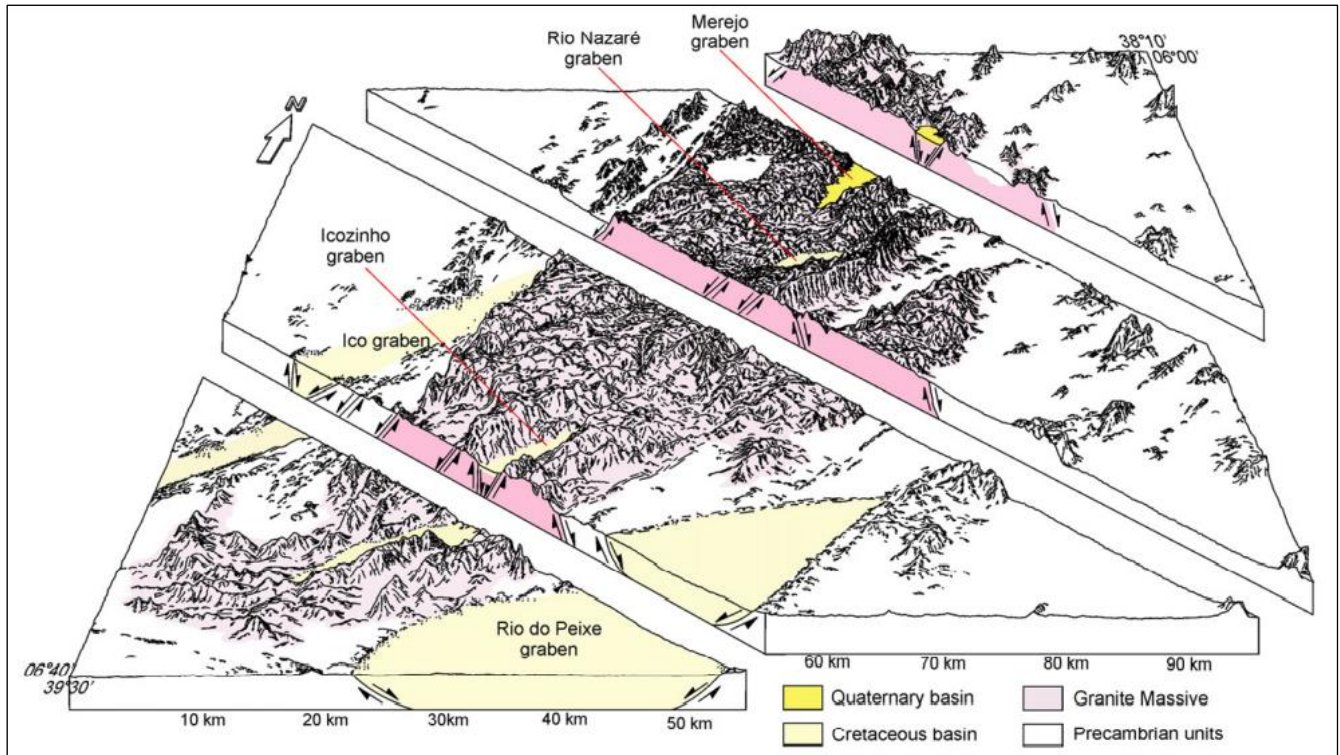


Figura 2. Representação do Maciço Pereiro, bacias sedimentares e falhas limitantes. Fonte: Gurgel et al. (2013).

As discussões postas por Gurgel et al. (2013) questionam e contrariam explicações apenas denudacionais para o MP. Para os autores, a existência de topografias inclinadas, vigorosas escarpas e topos planos existentes hoje não teriam resistido a 140 Ma de erosão. Logo, se fossem apenas formas do cretáceo não teriam as altitudes que possuem. Desse modo, as reativações de falha rejuvenesceram repetidamente o relevo do MP e a erosão deste relevo se deu, principalmente, por recuo da escarpa, ao invés de erosão das superfícies superiores, esclarecendo que o desgaste intempérico está concentrado, sobretudo, ao longo da área controlada por escarpas de falhas do PM, resultado de clima semelhante ao atual (GURGEL et al., 2013). Neste ínterim, os autores indicaram uma origem neotectônica para as escarpas que sustentam o MP, reconhecendo morfologias importantes que representam tal evolução, como facetas triangulares recentes e pouco erodidas e a escarpa de falha do Graben Merejo.

As discussões teóricas erguidas por diversos pesquisadores e citados neste trabalho, pontuam a trajetória da natureza e elencam a história geológica para explicar as feições geomorfológicas percebida atualmente. Colocando em tela o MP, a versão clássica de Superfície de Aplainamento que o esclarece, ao longo do tempo, demonstrou ser falha, uma vez percebidas peculiaridades desta forma comparada a totalidade do Nordeste. Logo, o modelo denudacional não o elucidava em sua totalidade.

Consecutivo ao modelo citado, outros foram desenvolvidos e consideraram novos elementos na representação da trajetória do MP, a saber: os eventos tectônicos pretéritos envolvendo a “dança dos continentes”, em que o maciço seria uma feição herdada do Cretáceo, sendo remodelado por ação erosiva cenozóica (PEULVAST et al., 2006; SALES, 2016; MARTINS e SALES, 2019); e soerguimento neotectônico que ocorreu no Terciário, rejuvenescendo sua morfologia (GURGEL et al., 2013).

Faz-se necessário apontar que os dois últimos modelos citados não excluem a completude do aplainamento para o MP, uma vez que não se refuta o fato dos processos denudacionais contribuírem para o modelado desse compartimento (SOUZA, 1988), através da erosão diferencial, arquitetando as diversas feições existentes.

3. Materiais e Métodos

Para o mapeamento geomorfológico do Maciço do Pereiro e entorno, seguiu-se esta ordem de procedimentos: 1) revisão bibliográfica e cartográfica sobre as formas de relevo da área de estudo, concernente aos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba e do Nordeste setentrional brasileiro; 2) confecção do mapa geomorfológico em ambiente SIG; 3) realização de atividades de campo para conferência do mapeamento e obtenção de informações para caracterização das formas, além de levantamento fotográfico da área estudada.

A revisão bibliográfica buscou linhas de interpretação do relevo regional e do Maciço do Pereiro (GURGEL et al., 2013; MAIA e BEZERRA, 2011; 2014; MAIA, BEZERRA e SALES, 2010; PEULVAST et al., 2006; PEULVAST e SALES, 2003; BRITO NEVES, 1999; SOUZA, 1988), enquanto que a revisão cartográfica considerou mapeamentos geológicos e geomorfológicos existentes para reinterpretar suas informações (COSTA et al., 2020; DINIZ et al., 2017; CPRM, 2013; PEULVAST e SALES, 2003).

Para a elaboração do mapeamento geomorfológico, prosseguiu-se com a aquisição dos dados altimétricos, sendo utilizadas imagens do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), do projeto TOPODATA, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em formato GeoTiff. As imagens, com resolução de 30 metros, referem-se às quadrículas 05s_39_ e 06s_39_. No Qgis Forense 3.28, elas foram reprojatadas para o Datum SIRGAS 2000 e em seguida mosaicadas, formando uma única camada raster, e recortada para a área de estudo.

Prosseguindo, foram obtidas as curvas de nível, extração do relevo sombreado, elaboração da hipsometria e extração das classes de declividade em graus ($^{\circ}$), além da elaboração de perfis topográficos e modelos tridimensionais do relevo. Todas essas informações foram essenciais para delimitação das formas geomorfológicas da área.

Gerado este banco de dados, as informações foram sobrepostas à malha geológica para que se tivesse início a delimitação, a partir do arquivo raster da imagem SRTM previamente selecionada para a interpretação, sendo criado arquivos vetoriais das formas delimitadas. A indicação dos compartimentos existentes baseou-se, também, nos referenciais teóricos e cartográficos consultados. Para a delimitação das diferentes unidades, embasou-se no modelado, que se refere ao 4^o táxon da hierarquização do relevo, proposta do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009b). A nomenclatura de algumas unidades seguiu trabalhos anteriores; de outras foi considerado a forma e elementos locais, como altitude, localização e rede de drenagem.

O esquema de cores empregado seguiu as recomendações do IBGE (2009b), onde os tons em laranja e marrom são empregados para os Cinturões Móveis Neoproterozóicos, em verde para as Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, e enquanto tons mais claros são atribuídos a unidades topograficamente mais baixas em relação às unidades geomorfológicas próximas.

Foram realizados trabalhos de campo para reconhecimento e aprimoramento do mapeamento geomorfológico, possibilitando a descrição e análise das formas, sendo feito o levantamento fotográfico dos diferentes compartimentos identificados.

Apesar de realizados mapeamentos de formas em escalas intermediárias, o mapa final enquadrado-se na escala de 1:400.000, devido a abrangência da área, sendo seu layout definitivo elaborado no software Qgis Forense 3.28, com a projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 24 Sul.

4. Resultados

4.1 Unidades Geomorfológicas do Maciço do Pereiro e entorno

O PM possui cotas altimétricas predominante entre 400 e 600 metros, e nas cristas mais elevadas atinge cota máxima de 861 metros, e seu entorno apresenta altitudes que prevalece entre 100 e 400 metros (Figura 3).

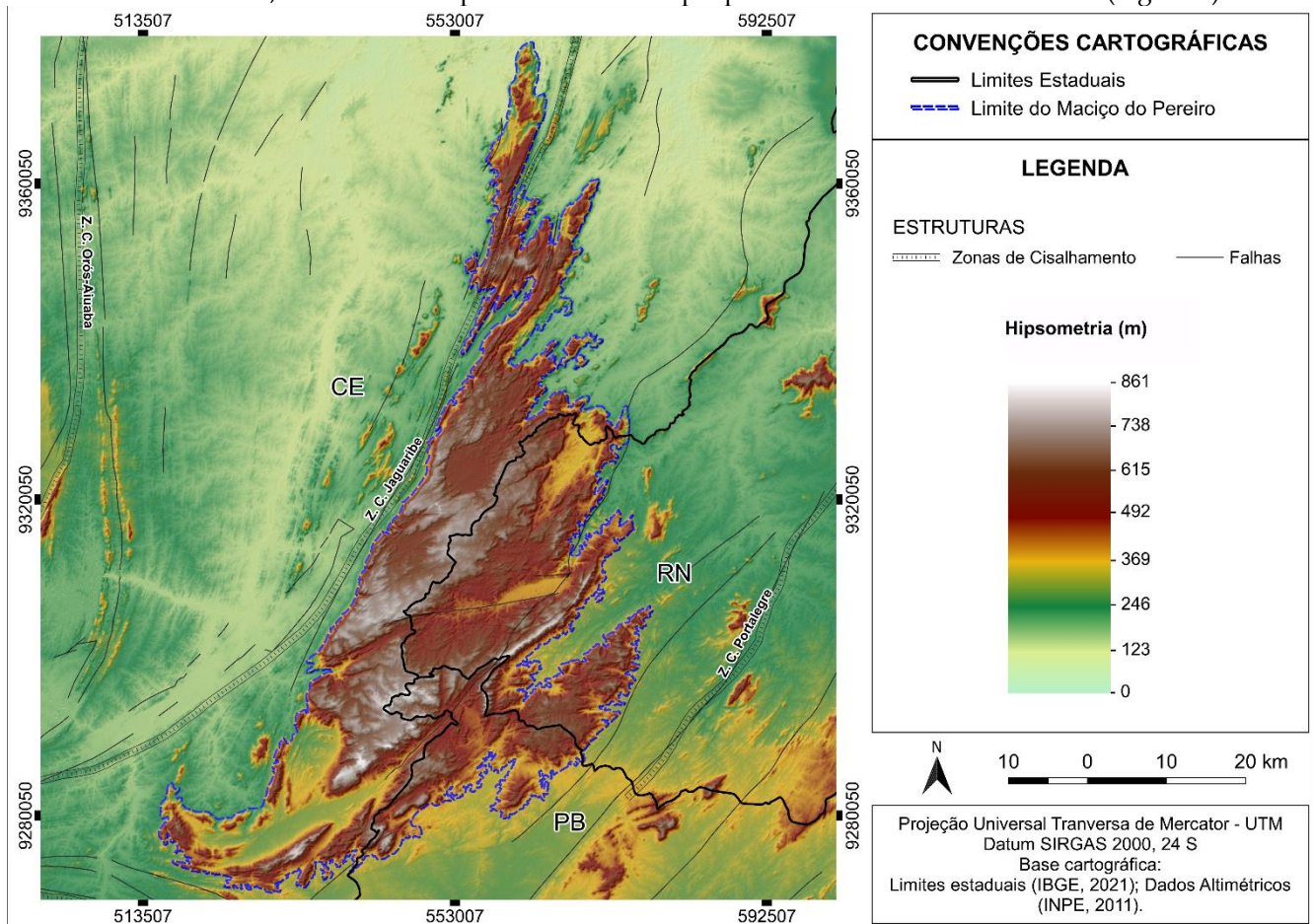


Figura 3. Hipsometria do Maciço do Pereiro e entorno. Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

No contexto da Província Borborema, o MP situa-se no Domínio Jaguaribeano, e está limitado à oeste pela Zona de Cisalhamento do Jaguaribe, à leste pela Zona de Cisalhamento Portalegre e à sul pela Zona de Cisalhamento Farias Brito.

Seu quadro litoestrutural (Figura 4) é composto, predominantemente, pela Suíte Intrusiva Itaporanga, com rochas ígneas de composição granítica, centralizadas e alongadas conforme direção do maciço; pela Suíte Intrusiva Serra do Deserto, a qual apresenta faixas de rochas supra crustais como quartzitos, dioritos e tonalitos e rochas magmáticas como os augen ortognaisses graníticos; e pelo Complexo Jaguaratama, compreendendo ortognaisses e ortomigmatitos graníticos, granito, tonalito, paragnaisses, anfibolitos, quartzitos e rochas metaultramáficas (SANTOS, et al., 2021; CPRM, 2014). As duas últimas unidades também são as principais margeadoras do MP. A figura 5 apresenta as unidades litoestratigráficas do Maciço do Pereiro e entorno.

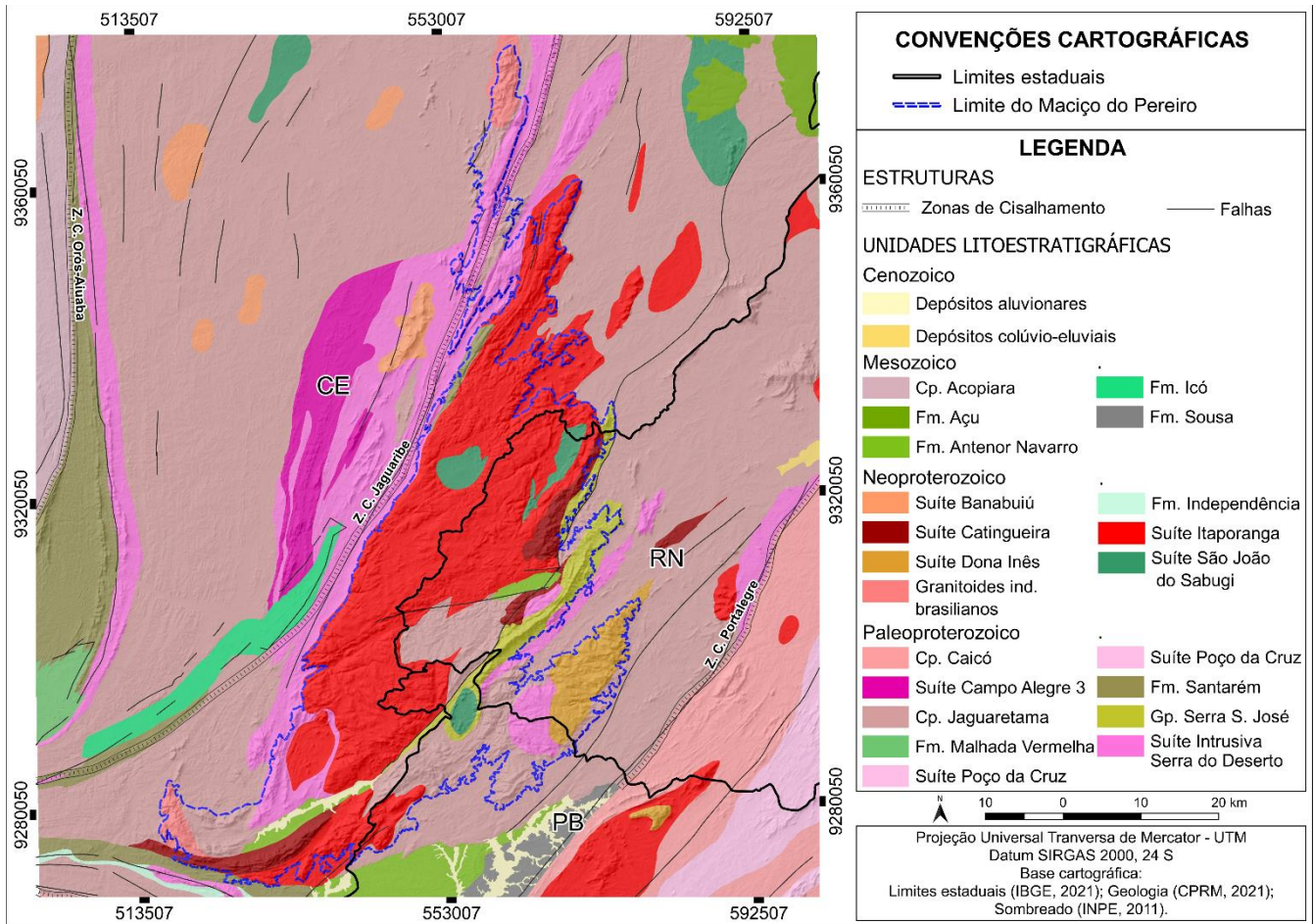


Figura 4. Unidades litoestratigráficas do Maciço do Pereiro e entorno. Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A compartimentação geomorfológica do Maciço do Pereiro e do entorno (Figura 6) foi elaborada segundo as características do modelado do relevo, considerando processo e forma. As unidades mapeadas foram agrupadas em três dimensões, que consideram os processos e as formas resultantes: superfícies de acumulação, superfícies de aplanamento e superfícies de dissecação.

As formas de acumulação compreendem aquelas formadas por processos de sedimentação, em que o processo de deposição é superior ao processo de erosão e transporte de material. As formas de aplanamento refletem o processo inverso da primeira dimensão apresentada, em que as formas geomorfológicas passaram/passam por aplanamento imposto por episódios erosivos posteriores à sua elaboração. A erosão diferencial atua nessas unidades e a existência de topografias mais ou menos aplanadas dependem do seu embasamento geológico.

Já as formas enquadradas como dissecadas no campo de estudo, são mais elevadas que as pertencentes às dimensões anteriores. As unidades geomorfológicas dissecadas são resultantes do processo de erosão diferencial sobre os seus componentes geológicos, apresentando feições diversas a partir do desgaste do material, proporcionando formas com declividades acentuadas nas vertentes, superfícies mais movimentadas, formas diversas de topos e de formação de vales.

Na figura 5 tem-se o Mapa Geomorfológico da área em estudo, e nas figuras 6 e 7, tem-se perfis topográficos representando a compartimentação geomorfológica e litoestratigrafia associada.

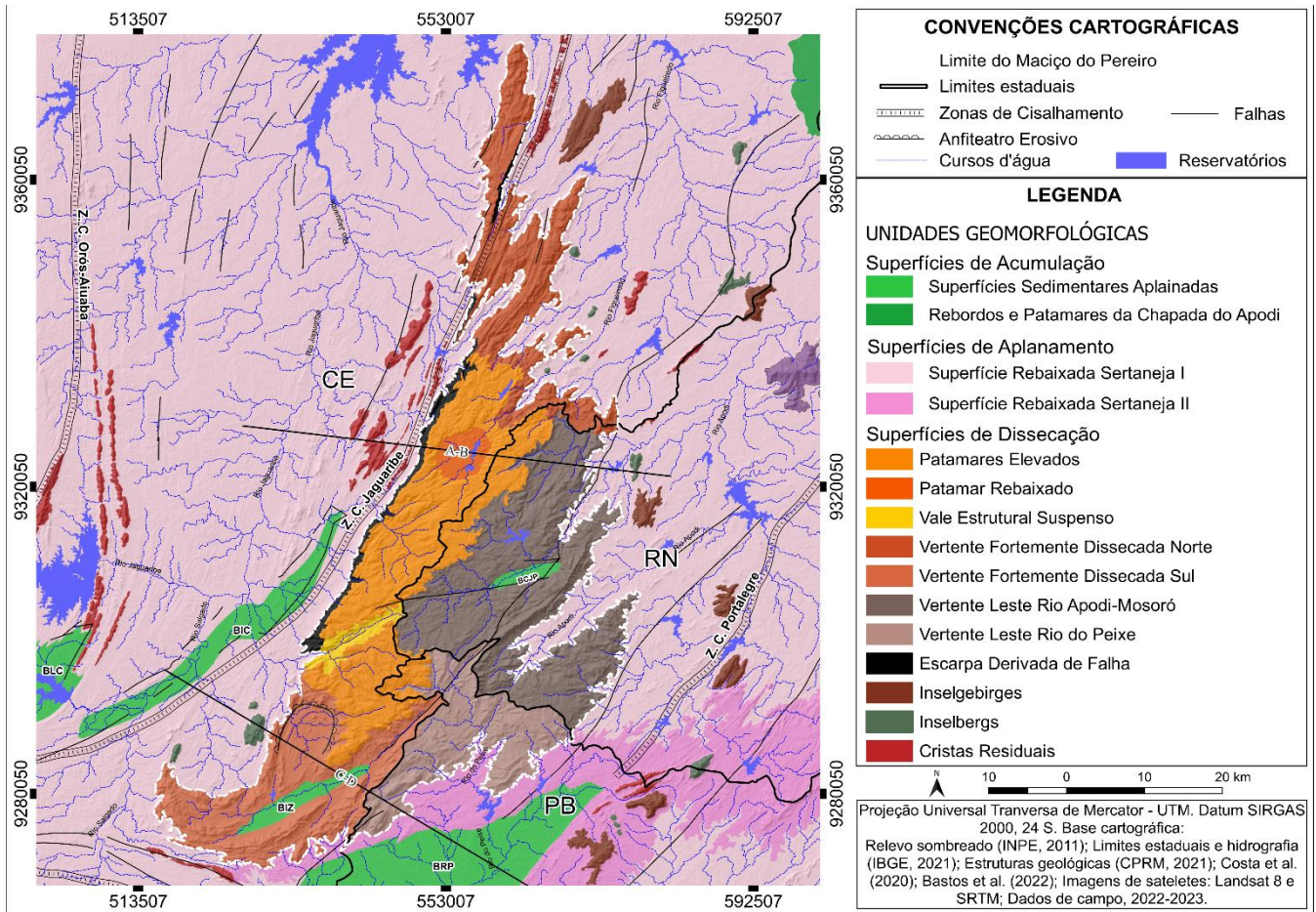


Figura 5. Unidades Geomorfológicas do Maciço do Pereiro e entorno. Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

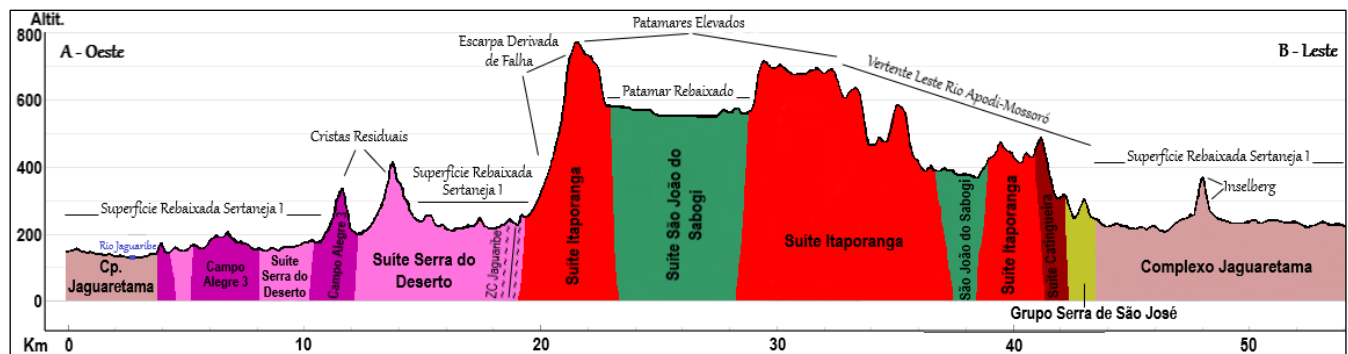


Figura 6. Perfil topográfico A-B (figura 5) destacando unidades de relevo e litoestratigrafia correlacionada. Fonte: elaborado a partir de dados SRTM. Abreviações: Cp.: Complexo; ZC: Zona de Cisalhamento.

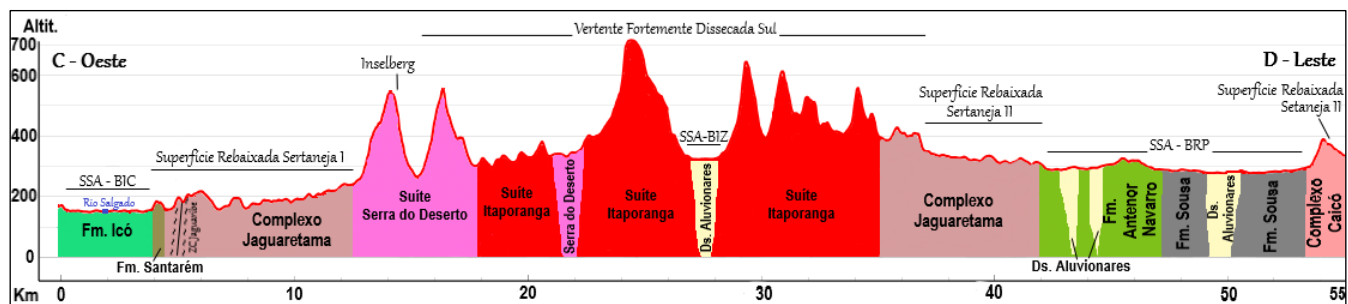


Figura 7. Perfil topográfico C-D (figura 5) destacando unidades de relevo e litoestratigrafia correlacionada. Fonte: elaborado a partir de dados SRTM. Abreviações: Fm.: Formação; Ds.: Depósito; ZC: Zona de Cisalhamento; SSS-BIC: Superfície Sedimentar Aplainada – Bacia do Icó; SSA-BIZ: Superfície Sedimentar Aplainada – Bacia do Icozinho; SSA-BRP: Superfície Sedimentar Aplainada – Bacia Rio do Peixe;

5. Discussões

5.1 Superfícies de Acumulação

As Superfícies Sedimentares Aplainadas compreendem feições planas e suave-onduladas, que se desenvolveram sobre os pacotes sedimentares de bacias tectônicas cretáceas. Essas bacias foram geradas durante o rifteamento Cariri-Potiguar, sendo denominadas de Bacias Rift do Vale do Cariri (CASTRO e CASTELO BRANCO, 1999), formaram-se em meio-grábens, resultantes do regime extensional ao longo de linhas de falhas neoproterozóicas, reativadas durante a separação do Supercontinente Gondwana no Mesozoico (SILVA et al., 2003).

Tais bacias intracratônicas do tipo strike-slip (SILVA et al., 2003) estão indicadas na área de estudo/mapa (Figura 5) como Bacia Lima Campos (BLC), Bacia Icó (BIC), Bacia Rio do Peixe (BRP), Bacia do Icozinho (BIZ) e Bacia de Coronel João (BCJP). Quanto a profundidade do embasamento destas bacias, Castro e Castelo Branco (1999) apresentam alguns valores: a BRP atinge profundidades de até 1.900 m, a BLC com profundidades de até 650 m e a BIC que possui espessuras inferiores a 200 m. O entulhamento das bacias por sedimentos continentais resultou em feições de relevo plano e seus níveis altimétricos são inferiores as unidades geomorfológicas adjacentes (Figura 8).



Figura 8. Superfície Sedimentar Aplainada BIZ ao meio, formada em meio-gráben e o horst ao fundo. Fonte: acervo dos autores, 2023.

Os terrenos da Bacia do Icó apresentam menor altitude, entorno de 150 m, na área da BLC encontram-se altitudes de 250 m, e nos terrenos da BIZ e BRP atingem 300 m. Das bacias intracratônicas, a BCJP possui maior altitude, uma vez que se desenvolveu sobre o Maciço do Pereiro, acima dos 400 m.

A unidade Rebordos e Patamares da Chapada do Apodi foi mapeada com base em Costa et al. (2020). É parte emersa da Bacia Potiguar e aparece na porção mais à nordeste do recorte de estudo. A Bacia Potiguar tem construção geológica semelhante as bacias citadas anteriormente, integrante do rifteamento Cariri-Potiguar, contudo, após entulhada, ela foi levemente soerguida. Os Rebordos e Patamares mapeados constituem-se o front da Chapada Cuestiforme do Apodi, presente predominantemente no estado do Ceará, com altitude de até 250 m. Este front forma uma rampa com inclinação variável moldada nos arenitos da Formação Açu, apresentando dissecação incipiente realizada por canais de 1° e 2° ordem, em direção à Superfície Sertaneja de embasamento Pré-Cambriano (COSTA et al., 2020).

5.2 Superfícies de Aplanamento

As superfícies aplanadas são representadas pela feição denominada Superfície Rebaixada Sertaneja (Figura 9), nesse mapeamento setorizada em duas, conforme proposta de Costa et al. (2020).

A Superfície Rebaixada Sertaneja I está associada predominantemente ao Complexo Jaguaretama de embasamento cristalino, composto, especialmente, por ortognaisses, migmatitos, granito e quartzitos. Para Maia e Bezerra (2014), a complexidade litológica dessa área dificulta sua caracterização geológica, no entanto, observa-se

o predomínio de um substrato mineralógico rochoso resultante do metamorfismo que ocorreu no Pré-cambriano, e essa característica controlou a erosão diferencial que ocorreu no Cenozoico. Seus terrenos possuem cota mínima de 70 m, não ultrapassando os 300 m de altitude. As declividades predominantes variam entre plano à ondulado, existindo ainda restritos setores em que se averigua forte ondulação.

A Superfície Rebaixada Sertaneja II está situada na porção sudeste da área de estudo. Seus níveis altimétricos são superiores a 300 m, ultrapassando a cota de 400 m na base do MP e dos relevos residuais. Esta unidade está sustentada por litologias do Complexo Jaguaretama, Complexo Caicó, Suíte Itaporanga e Poço da Cruz. Engloba a existência de feições mais colinosas, onde há a formação de interflúvios que separam trechos das bacias hidrográficas do Rio Apodi-Mossoró (RN) e do Rio do Peixe (PB) (Figura 9). Seus terrenos apresentam declividades que variam de plano à forte ondulado, sendo a última classe mais presente nessa unidade que na Superfície Rebaixada I.

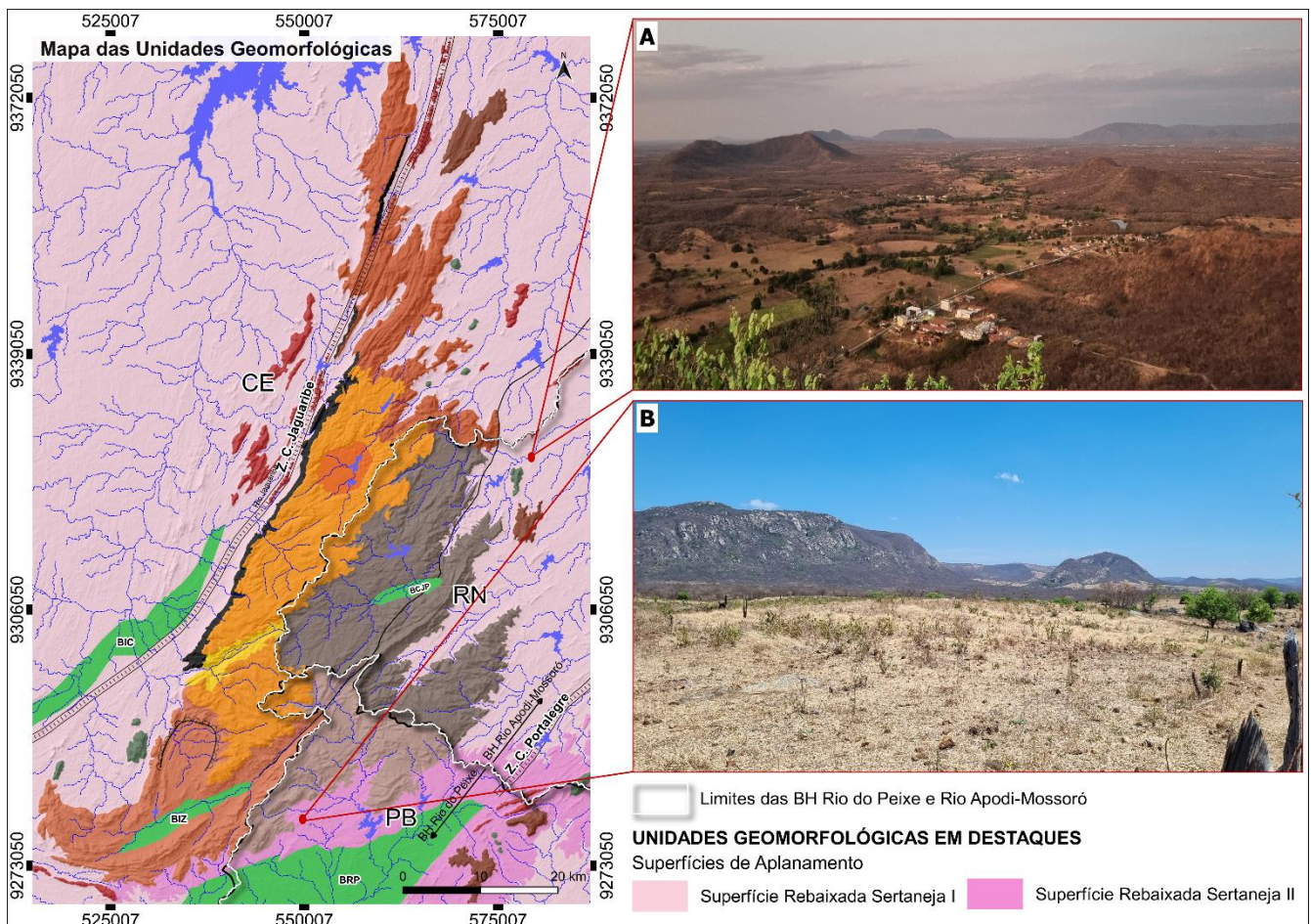


Figura 9. A – Superfície Rebaixada Sertaneja I em que a altitude não ultrapassa 250 metros, pontilhada por relevos residuais, município de Encanto/RN; B – Superfície Rebaixada Sertaneja II atingindo 405 metros de altitude; ao fundo, seguimento da Vertente Leste do Rio do Peixe, expondo afloramentos graníticos, município de Triunfo/PB. Fonte: acervo dos autores, 2023.

Nas duas unidades de Superfícies Rebaixadas há formas mais resistentes à erosão, apresentando-se como sobressaltos topográficos que se destacam na superfície aplanada, normalmente estão associadas, geologicamente, a núcleos graníticos exumados (COSTA et al., 2020), formando feições como os Inselgebirges, Inselbergs e Cristas Residuais.

5.3 Superfícies de Dissecação

Nessa classificação, o Maciço do Pereiro foi dividido em nove compartimentos geomorfológicos que traduzem as características morfológicas do relevo dissecado.

Os Patamares Elevados (Figura 10-A) compreendem setores situados acima da cota de 600 m de altitude, sustentados totalmente pelos granitoides porfíricos da Suíte Itaporanga. São comuns topos do tipo convexos formando uma paisagem mamelonar, com existência de morros no formato de meias laranjas. Outras áreas apresentam topos do tipo aguçado, onde é possível verificar as maiores altitudes. Predominantemente, a declividade desta unidade varia de ondulado à forte ondulado.

São presenciados, também, setores menores que são planos e suave-ondulados. Com base nessa ocorrência, foi mapeado a unidade Patamar Rebaixado, que corresponde a uma área de, aproximadamente 34,84 km², estruturada na Suíte São João do Sabugi, composta por dioritos, quartzo, granodioritos e gabros (SANTOS et al., 2021). O Patamar Rebaixado apresenta formato arredondado e superfície plana, o que não é comum esse tipo de morfologia em áreas sustentadas por rochas cristalinas (MARTINS e SALES, 2019). Sua cota altimétrica está entorno dos 550 m. Quando analisado as áreas que o borda, há uma diferença de mais de 150 m entre os topos vizinhos dos Patamares Elevados (acima de 700 m) para a superfície rebaixada. As vertentes dos Patamares Elevados possuem declividades bem acentuadas, o que permite inferir que não houve suavização do relevo pelos processos intemperismo na integração de uma forma a outra. A única porção do Patamar Rebaixado que não possui vertente com maiores altitudes que o circunda é na porção nordeste, por onde escoam canais fluviais do Rio Figueiredo.

Estão presentes, também, sobre o Patamares Elevados, diversos vales fluviais que variam em formas, tamanho e profundidade. Vale é uma forma topográfica que abrange talvegue e duas vertentes com dois sistemas de declives convergentes (GUERRA e GUERRA, 2008). Na área de estudo, uma dessas formas merece destaque, feição denominada de Vale Estrutural Suspenso (Figura 10-B). Esta feição refere-se a um corredor longitudinal com mais de 1.000 metros de extensão, com altitude que ultrapassa os 500 m, dotando seu caráter suspenso.

Morfologicamente, trata-se de um vale com perfil em U, pois as paredes das vertentes são mais íngremes (entorno de 45°) na parte superior, e vai levemente sendo suavizada próximo ao assoalho mais plano e amplo do vale, com declividade que varia de plano a suave-ondulado. Percebe-se nítida diferença altimétrica entre o topo das vertentes e o fundo do vale, que ultrapassam 100 m. O Vale Estrutural Suspenso está recortado por uma folha geológica, o que fundamenta sua indicação de natureza estrutural, uma vez que esta área pode ter sofrido esforços tectônicos que foram capazes de produzir uma incisão a partir da falha, sendo retrabalhado posteriormente pela dinâmica fluvial, com escavamento do leito e alargamento das vertentes.

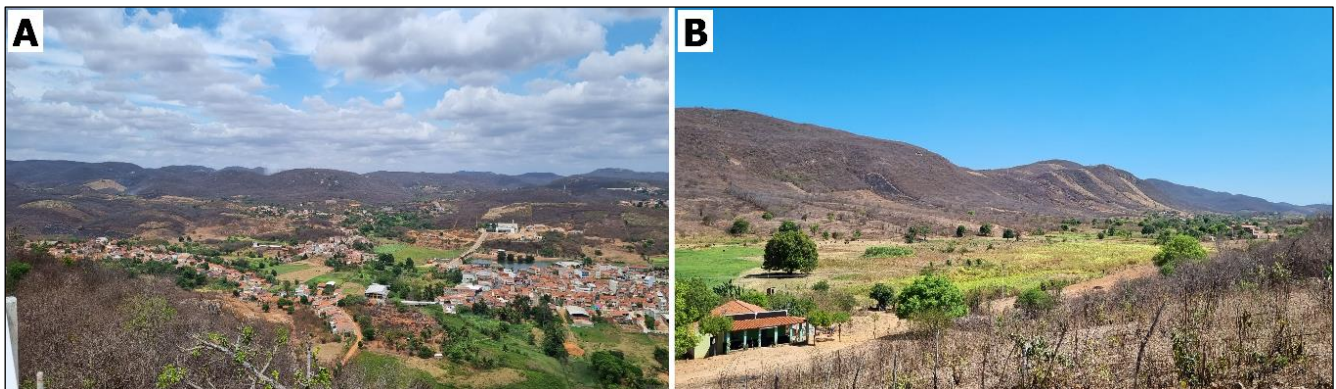


Figura 10. A - segmento do Patamar Elevado onde está situada a sede municipal de Pereiro, com formas mamelonares ao fundo; B - segmento do Vale Estrutural Suspenso, Icó/CE, com culturas perenes no assoalho do vale. Fonte: acervo dos autores, 2023.

As porções norte e sul do MP foram mapeadas em duas unidades que possuem semelhanças na constituição das formas, sendo, respectivamente, Vertente Fortemente Dissecada Norte e Vertente Fortemente Dissecada Sul. A primeira apresenta um perfil alongado e pouco extenso lateralmente, comparado ao restante do maciço. É perceptível a influência que a Zona de Cisalhamento do Jaguaribe e falhas geológicas tem na morfologia dessa área, em que a tendência dos topos é seguir a direção dessas estruturas, possuindo cristas gnáissicas e graníticas paralelas ou cúpulas alongadas (PEULVAST et al., 2006). A separação entre os topos, geralmente aguçados, acontece pela existência de diversos vales suspensos com perfil V, onde as vertentes laterais encontram-se sem surgir um fundo amplo que as separe.

Maior parte da Vertente Fortemente Dissecada Norte é composta pelos granitoides da Suíte Itaporanga, e por rochas metamorfozadas da Suíte Intrusiva Serra do Deserto, como os augen gnaiesses graníticos, quartzitos e dioritos, tendo, ainda, no estágio final norte do MP, a ocorrência de Granitoides indiscriminados brasileiros (SANTOS et al., 2021). É comum a ocorrência de cristas e vertentes desnudas de solo e vegetação, onde aparecem os afloramentos rochosos. Na área dos Granitoides indiscriminados, de idade Neoproterozóica, está localizado a Serra da Micaela, com níveis altimétricos de 300 a 500 m, onde é percebido maiores afloramentos rochosos em sua encosta sotavento e processos erosivos formando vales suspensos.

A Serra da Micaela faz parte da Estação Ecológica do Castanhão-CE, sendo uma das Unidades de Conservação de proteção integral do Ceará. O adendo acerca da área é importante, pois é a única porção do MP que possui e/ou faz parte de uma Unidade de Conservação, mesmo outras áreas possuindo características naturais relevantes, merecendo garantias adequadas de proteção.

A Vertente Fortemente Dissecada Norte possui níveis altimétricos de 300 a 700 m (pico mais elevado), apresentando feições montanhosas com vertentes dissecadas, íngremes e outras levemente suavizadas, em que as declividades variam de 45° até > 75°. Os topos possuem superfícies onduladas e forte-onduladas.

A Vertente Fortemente Dissecada Sul forma um recôncavo direção oeste-leste no MP, na qual percebe-se que as porções laterais dessa unidade foram dissecadas, permanecendo, ao centro, uma área mais rebaixada. As feições dessa unidade têm forte relação com eventos tectônicos que estruturam o maciço. Vale lembrar que em seu centro está localizada a Bacia do Icozinho. Na lateral direita do gráben Icozinho está uma vertente fortemente escarpada que ultrapassa 800 m de altitude, interpretado como horst. Na porção NE da unidade há um vale oblíquo, extenso e profundo, que ganha altitude à medida que se aproxima dos interflúvios. Na porção noroeste da unidade, foi indicado a existência de um anfiteatro erosivo, porção do terreno em formato oval trabalhado pela erosão, esculpindo as vertentes dos Patamares Elevados e formando vales curtos, íngremes e suspensos.

A Vertente Fortemente Dissecada Sul possui altitudes diversas que vão de 300 m nos sopés das serras à 800 m nos picos elevados. Essa diversidade das formas implica em declividades dos terrenos que vão de plano à escarpado. É perceptível nos terrenos dessa unidade a separação entre as formas elevadas pela existência de vales largos e profundos a nível de base. Algumas serras estão suavizadas, com declividades moderadas. Pelas características elencadas, averigua-se que essa área sofreu forte processo denudacional, responsável pela enculturação da superfície.

As duas próximas unidades geomorfológicas foram definidas a partir da interpretação do trabalho exercido pela rede de drenagem na esculturação da morfologia das áreas. Para Maia e Bezerra (2011), os rios enquanto agentes geomorfológicos, são os principais responsáveis pelas denudações cenozoicas em áreas emersas ocorridas no Nordeste brasileiro.

A Vertente Leste Rio Apodi-Mossoró compreende a porção do MP pertencente ao alto curso da bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró. Maior parte dessa unidade possui elevações menores que a unidade Patamares Elevados, exceto em raros setores dos interflúvios e em uma crista simétrica exuberante que corta essa unidade, próximo ao vale escavado pelo Rio Apodi, direção leste.

Nessa porção do MP, há elevada densidade de drenagem, geralmente em padrões dendríticos, possuindo relação com o embasamento cristalino. A dissecação fluvial executou um trabalho de suavização do relevo, em que a altitude decai dos interflúvios até o sopé do maciço, quando encontra a Sertaneja Low Surface I. A suavização não significa aplanamento das formas. Em quase toda a área é notado um relevo movimentado, com topos predominantemente convexos (Figura 11).



Figura 11. Relevo movimentado com topos convexos na Vertente Leste Rio Apodi-Mossoró, São Miguel/RN, exibindo claro trabalho da rede de drenagem na elaboração das formas. Fonte: acervo dos autores, 2023.

Nessa unidade, na Bacia de Coronel João Pessoa e próximo à sede do município de Doutor Severiano, a superfície ganha formas planas e suave-onduladas. No resto, relevos ondulados e forte-ondulados predominam. Destaque para as vertentes, que apesar de serem mais suaves que as unidades Vertentes Dissecadas, também apresenta setores restritos com declividades montanhosas, entre 45° e 75°.

A Vertente Leste Rio do Peixe se situa no alto curso da sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe, que compõe a bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu. Assim como a anterior, essa unidade geomorfológica apresenta dissecção produzida pela rede de drenagem do Rio do Peixe. Sua morfologia varia de ondulada a forte-ondulada, apresentando rebaixamento na porção central próximo à sede do município de Poço Dantas/PB, e suaviza-se à medida que se aproxima da Superfície Rebaixada Sertaneja II. Há também declividades mais acentuadas nos interflúvios da bacia. As cotas altimétricas dessa unidade variam entre 400 e mais de 700 m. A sede municipal de Bernardino Batista/PB, por exemplo, possui cotas que ultrapassam 700 m de altitude.

A Escarpa Derivada de Falha (Figuras 12 e 13) está localizada na borda oeste do Maciço do Pereiro. É uma escarpa conspícua ao longo de mais de 100 km relacionada com uma zona de falha reativada, a Zona de Cisalhamento do Jaguaribe (PEULVAST et al., 2006). Em maior parte, porção sul, a escarpa possui uma parede granítica retilínea, dissecada no alto por apenas vales curtos e íngremes. Na porção norte da escarpa, com litologias metamorfizadas, apresenta-se como uma escarpa de falha residual controlada pelo intrusivo contato paralelo à zona de falha, mas tendo sofrido recuo erosivo em relação ao desenvolvimento de frontões escarpados e leques aluviais (PEULVAST et al., 2006).

É nítida a presença da denudação, controlada pela rede de drenagem, de porções menores da escarpa, na qual o intemperismo e a erosão atingiram suas paredes, causando modificações em sua topografia, perdendo muito de sua forma abrupta.



Figura 12. Segmento da Escarpa Derivada de Falha do MP, Icó/CE, com exposição de paredões graníticos e vales curtos e suspensos. Abaixo, segmento da Superfície Rebaixada Sertaneja I. Fonte: acervo dos autores, 2023.

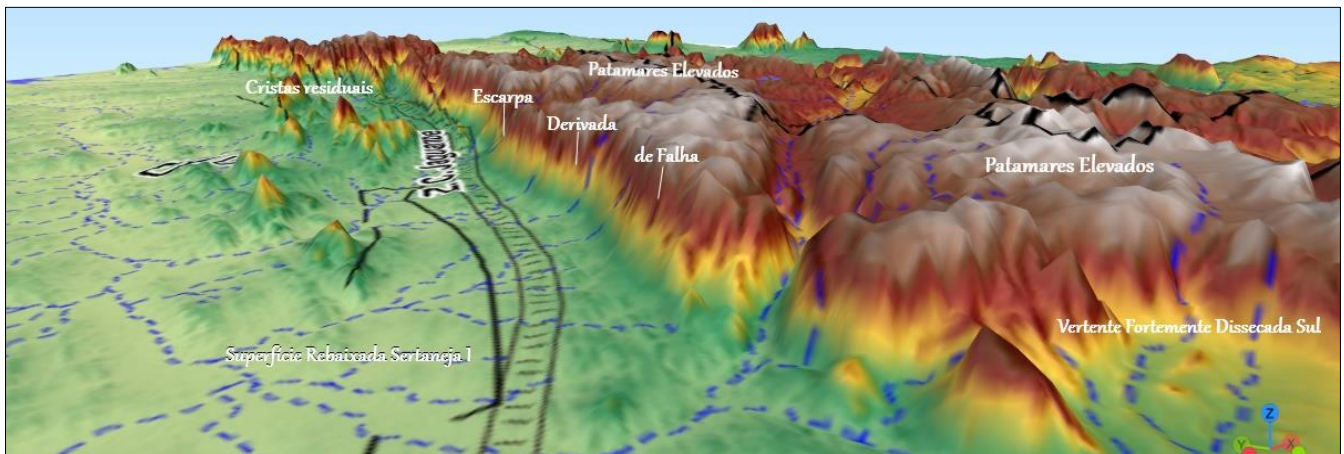


Figura 13. Modelo D3 mostrando seguimentos de unidades de relevo, sendo visível a conspicuidade da Escarpa Derivada de Falha (seguimento da figura 12). Fonte: elaborado a partir de dados SRTM.

Os relevos residuais que se apresentam nas Superfícies Rebaixadas Sertanejas foram definidos como Inselgebirges, Inselbergs e Cristas Residuais. A existência dessas formas está relacionada à núcleos graníticos e/ou rochas metamorfoseadas mais resistentes que as do entorno rebaixado, conseguindo resistir ao processo de exumação regional, despontando como áreas elevadas.

No NEB ainda pouco se tem escrito sobre a forma Inselgebirges, o que dificulta seu mapeamento. Contudo, Bigarella, Becker e Santos (2009) esclarece que esse termo tem origem alemã e compreende um sobressalto topográfico que possui sistema de vales e cristas e amplitude de maciço. Como parâmetro para o mapeamento dessas formas, utilizou-se a proposta de hierarquização dos relevos residuais de Bastos et al. (2022), que estabelecem os Inselbergs com dimensões menores que 10 km², os Inselgebirges com extensão entre 10 e 50 km² e os maciços com dimensão acima de 50 km².

Nesse trabalho, além do parâmetro da dimensão de Bastos et al. (2022), as características morfológicas foram essenciais para diferenciar os Inselgebirges dos Inselbergs. As formas indicadas como Inselgebirges (Figura 14) estão situadas na porção leste-sudeste da área de estudo, possuem feições alongadas e agrupadas, ao passo que as separações dos corpos graníticos são produzidas pelo desenvolvimento de vales. As cotas altimétricas ficam entorno dos 600 m nas cristas mais aguçadas e a maioria das vertentes possuem declividades montanhosas.

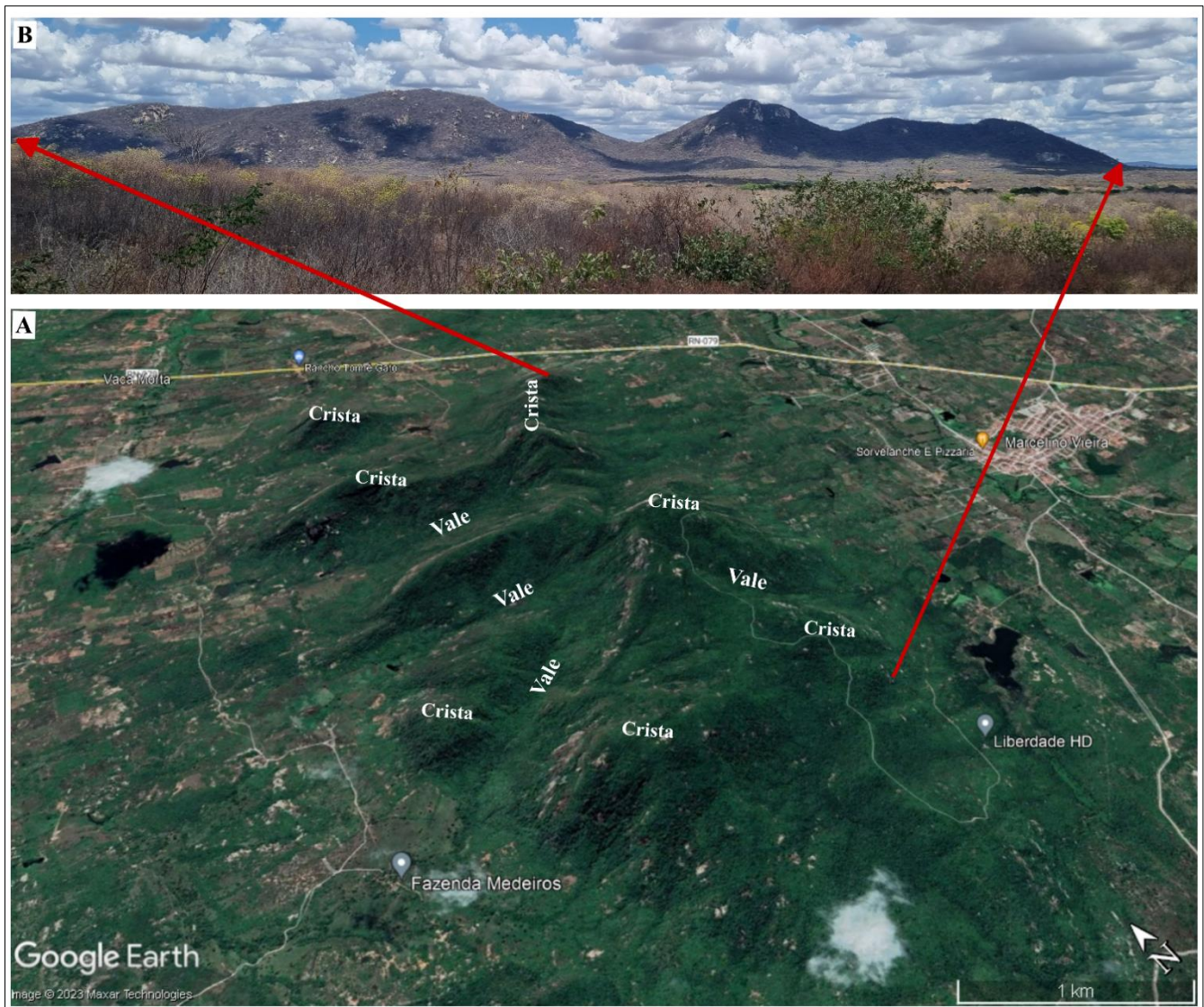


Figura 14. Inselberg em núcleo granítico com sistema de vales e cristas desenvolvidas sobre ele, Marcelino Vieira/RN. A – Inselberg visto de imagem do Google Earth (2023); B - foto da vertente leste do Inselberg visto da rodovia RN-079. Fonte: acervo dos autores, 2023.

Os Inselbergs possuem ocorrência mais restrita na área. São caracterizados como elevações isoladas constituídas de rochas de origem plutônica intrusiva ou plutônica metamorfizada (LIMA et al., 2009). Tais formas são reflexos de uma estrutura de minerais mais resistentes aos processos intempéricos e de exumação do passado, tidos como relevos testemunhos (RIBEIRO, MARÇAL e CORREA, 2010), sendo interpretados como fonte de informações valiosas sobre a evolução geomorfológica das áreas em que ocorrem (MAIA et al., 2015). Para os últimos autores, a maior ocorrência de Inselbergs, no NEB, está relacionada aos núcleos granitoides com as menores densidades de fraturas, possibilitando sua manutenção como afloramento.

Os Inselbergs do entorno do MP não ultrapassam 7 km² de área, atingem cotas altimétricas de 400 m e apresentam encostas com declives em torno de 50°.

As Cristas Residuais são formas elevadas em torno dos 400 m de altitude, podendo ultrapassar esse valor em 100 m, que despontam em meio a Superfícies Rebaixadas Sertanejas. São estruturas alongadas que formam uma linha contínua, por vezes separada por vales fluviais ou boqueirões. É nítido que a maioria das Cristas Residuais da área possuem controle estrutural, pois são alinhadas conforme os trend de Zonas de Cisalhamento. Isso acontece naquelas orientadas junto a Zona de Cisalhamento Orós-Aiuaba, na porção mais a oeste da área de estudo, e cristas que seguem a direção da Zona de Cisalhamento do Jaguaribe (Figura 15).

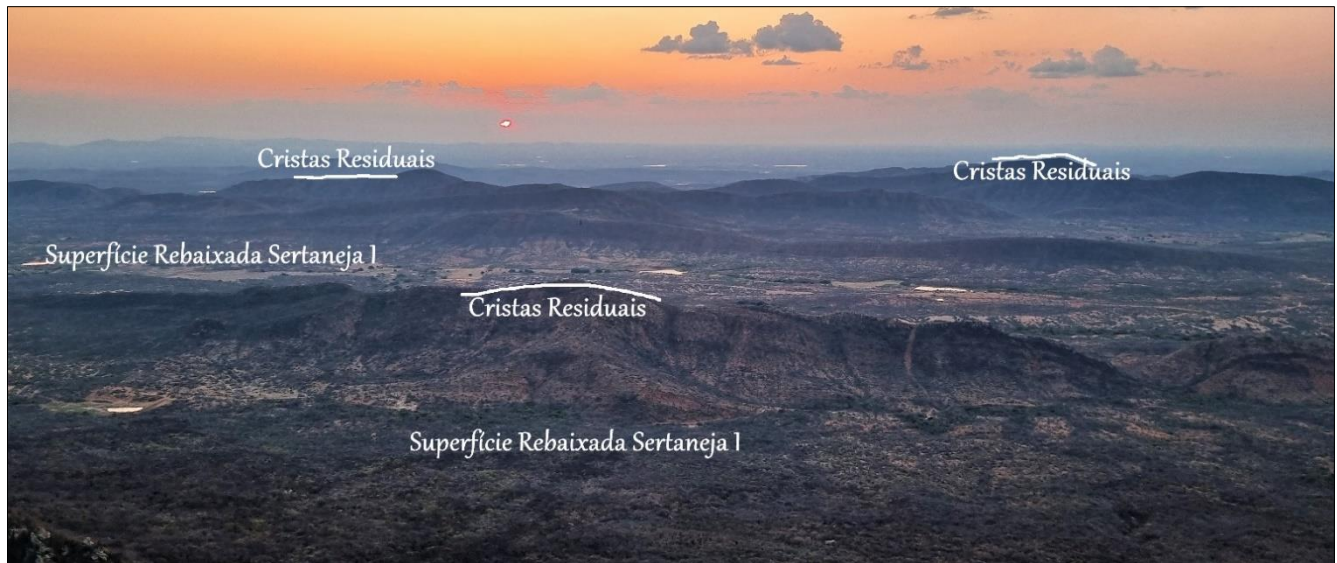


Figura 15. Cristas Residuais sustentadas por rochas metamórficas, Jaguaribe/CE. Fonte: acervo dos autores, 2023.

As Cristas indicadas na figura 15 acima são sustentadas por rochas metamórficas da Suíte Intrusiva Serra do Deserto, predominantemente, sendo augem gnaisses ortoderivadas, de composição granítica e sienítica (SANTOS et al., 2021). Maioria das Cristas mapeadas são compostas por rochas metamórficas da Suíte Serra do Deserto e Formação Santarém. As demais são sustentadas por rochas graníticas, sobretudo, da Suíte Itaporanga.

Na maioria, essas formas geomorfológicas possuem vertentes convexas e retilíneas com declividades variando de 20 a 45°. Essas feições também apresentam topos convexas e aguçados, que definem um modelado ondulado à forte ondulado ao relevo.

4. Conclusões

A partir do estudo bibliográfico e empírico sobre o Maciço do Pereiro e entono, foi possível a compressão das características e peculiaridades da geomorfologia da área, permitindo o estabelecimento de relações intrínsecas litológicas, climáticas, de eventos tectônicos e a disposição dos modelados do relevo.

Para o mapeamento das unidades de relevo do MP e entorno, foi considerado a integração entre processo e forma, sendo o relevo distinguido em três dimensões: superfícies de acumulação, de aplanamento e de dissecação. Desse modo, os quinze compartimentos geomorfológicos estão classificados reconhecendo processos associados a denudação continental com erosão, transporte e deposição de material, bem como, eventos com ênfase na geomorfologia estrutural, que auxiliou na arquitetura de formas observadas.

A identificação dos diferentes compartimentos, através do mapa final das unidades geomorfológico do Maciço do Pereiro e entono, e sua discussão, expõe o entendimento das configurações do relevo. Esse resultado é uma relevante ferramenta que pode auxiliar na investigação e no entendimento da evolução dos solos, da cobertura vegetal, dos usos do relevo pelas sociedades e das mudanças ambientais. Outrossim, o mapeamento elaborado oferece suporte para ações de planejamento ambiental, como criação de áreas protegidas e procedimentos de licenciamento ambiental, subsidiando o ordenamento territorial.

Contribuições dos Autores: Diêgo S. Albuquerque: concepção, pesquisa, metodologia, software, validação, preparação dos dados, investigação, análise e escrita do artigo. Rafael A. Xavier: supervisão, validação, metodologia, visualização, análise e escrita do artigo. Dirce M. A. Suertegaray: supervisão, validação, visualização, análise e escrita do artigo.

Financiamento: Esta pesquisa foi financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através de bolsa de Doutorado concedida ao primeiro autor. (Processo 88887.821279/2023-00).

Agradecimentos: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa; ao PPGG/UFPB, e aos revisores anônimos pelo tempo disponibilizado para leitura e valiosas contribuições.

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse. Os financiadores não tiveram interferência no desenvolvimento do estudo.

Referências

1. AB'SABER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste Brasileiro. **Bol. Geomorfologia**, IGEOG-USP, n. 19, p. 1-38, 1969.
2. ANDRADE, G. O.; LINS, R. **Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil**. Recife/PE: SUDENE, 1965.
3. BASTOS, F. H.; LIMA, D. L. S.; CORDEIRO, A. M. N.; MAIA, R. P. Relevos graníticos do Nordeste brasileiro: uma proposta taxonômica. In: CARVALHO JUNIOR, O. A. C. et al. (Ed.). **Revisões de literatura da Geomorfologia brasileira**. Brasília: Universidade de Brasília, 2022, p. 737-762.
4. BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais: fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas e relevo cárstico e dômico**. Florianópolis: Editora UFSC, 2004.
5. BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1994.
6. BRITO NEVES, B. B. América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba/PR, v. 29, n. 3, p. 379-392, set., 1999.
7. CASTRO, D. L.; CASTELO BRANCO, R. M. Caracterização da arquitetura interna das bacias do Vale do Cariri (NE do Brasil) com Base Em Modelagem Gravimétrica 3-D. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2 e 3, 1999.
8. CPRM. **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014.
9. CPRM. **Mapa Geodiversidade do Estado da Paraíba**. 2013. Escala 1: 500.000.
10. COSTA, L. R. F.; MAIA, R. P.; BARRETO, L. L.; SALES, V. C. C. Geomorfologia do Nordeste setentrional brasileiro: uma proposta de classificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 21, n. 1, jan./mar. p. 185-208, 2020. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1447>.
11. DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P.; MAIA, R. P.; FERREIRA, B. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Rio Grande do Norte. **Rev. Bra. Geomorfologia**. São Paulo, v. 18, n. 4, out./dez. p. 689-701, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v18i4.1255>.
12. GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
13. GURGEL, S. P. P.; BEZERRA, F. H., CORRÊA, A. C. B., MARQUES, F. O., MAIA, R. P. Cenozoic Uplift and Erosion of Structural Landforms in NE Brazil. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 186, p. 68-84, 2013.
14. GURGEL, S. P. P. **Evolução Morfotectônica do Maciço Estrutural Pereiro, Província Borborema**. Tese (Doutorado em Geociências), Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.
15. IBGE. **Compartimentos de Relevo do Brasil (1:250.000)**. IBGE, 2019. Escala 1: 12.000.000.
16. IBGE. **Mapa de unidades de relevo do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009a. Escala 1: 24.000.000.
17. IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009b.
18. IBGE. **Mapa de unidades de relevo do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Escala 1: 5.000.000.
19. KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, v. XVIII, n. 2, 1956.
20. LIMA, D. L. S., BASTOS, F. H., CORDEIRO, A. M. N., MAIA, R. P. Geomorfologia granítica do Maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n. 20, v. 2, p. 373-395, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v20i2.1401>.
21. LIMA, G. M. P.; FARIAS, F. F.; BARBOSA, J. S. F.; GOMES, L. C. C. **Inselberge: Ilhas Terrestres**. Salvador: EDUFBA, 2009.
22. MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R.; NASCIMENTO, M. A. L.; CASTRO, H. S.; MEIRELES, A. J. A.; ROTHIS, L. M. Geomorfologia do campo de Inselbergs de Quixadá-NE do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 239-253, abr./jun., 2015. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v16i2.651>.
23. MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento Estrutural do Relevo no Nordeste Setentrional Brasileiro. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141, jan./abr. 2014. Disponível em: www.mercator.ufc.br. Acesso em: 08 jun. 2019.
24. MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Neotectônica, geomorfologia e sistemas fluviais: uma análise preliminar do contexto nordestino. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 37-46, 2011. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v12i0.257>.
25. MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R.; SALES, V. C. Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento nordestinas. **Revista de Geografia**, Recife, v. 27, n. 1. Esp, p. 6-19, 2010.
26. MAGINI, C.; HACKSPACHER, P. C. Geoquímica e ambiência tectônica do arco magmático de Pereiro, região NE da Província Borborema. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 2, p. 336-355, 2008.
27. MARTINS, J. G.; SALES, V. C. Paisagem geomorfológica e geografia ambiental do Maciço do Pereiro, estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Revista Equador**, Teresina/PI, v. 8, n. 1, p. 1-25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26694/equador.v8i1.8154>.
28. MATOS, R. M. D. Tectonic evolution of the Equatorial South Atlantic. **Geophysical Monograph**, v. 115, p. 331-354, 2000.
29. PEULVAST, J. P.; SALES, V. C. Stepped surfaces and Paleoland forms in the Northern Brazilian: Constraintson models of morfotectonic evolution. **Geomorphology**, v. 62, v. 1, p. 89-122, 2003.
30. PEULVAST, J. P.; SALES, V. C.; BEZERRA, F. H. R.; BETAR, F. Landforms and Neotectonics in the Equatorial Passive Margin of Brazil. **Geodinamica Acta**, Paris, n. 19, v. 1, p. 51-71, 2006. DOI: <https://doi.org/10.3166/ga.19.51-71>

31. RIBEIRO, S. C.; MARÇAL, M. S.; CORREA, A. C. B. Geomorfologia de Áreas Semiáridas: uma contribuição ao estudo dos Sertões Nordestinos. **Revista de Geografia**, Recife, v. 27, n. 1, p. 120-137, jan./mar. 2010.
32. SAADI, A.; BEZERRA, F. H. R.; COSTA, R. D.; IGREJA, H. L. S.; FRANZINELLI, E. Neotectônica da plataforma brasileira. In: SOUZA, C. R. G. et. (Orgs.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2005, p. 211-230.
33. SAADI, A. Modelos morfogenéticos e tectônica global: reflexões conciliatórias. **Geonomos**, Belo Horizonte, n. 6, v. 2, p. 55-63, 1998.
34. SAADI, A. Neotectônica da plataforma brasileira: Esboço e interpretação preliminares. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 1, p. 1-15, 1993.
35. SALES, V. C. C. **Megageomorfologia do Estado do Ceará**: História da Paisagem Geomorfológica. Novas Edições Acadêmicas, 2016.
36. SALES, V. C. C. **Evolution géomorphologique de la zone cotière de l'Etat du Ceará, Brésil**: du long terme au court terme. 511p. Tese de Doutorado, Universidade Paris, France, 2002.
37. SANTOS, F. G.; PINÉO, T. R. G.; MEDEIROS, V. C.; S ANTANA, J. S.; MORAIS, D. M. F.; VALE, J. A. R.; WANDERLEY, A. A. **Mapa Geológico da Província Borborema**. Recife: SGB/CPRM, 2021. Escala 1: 1.000.000.
38. SILVA, A. J. P.; LOPES, R. C.; VASCONCELOS A. M.; BAHIA, R. B. C. Bacias sedimentares paleozóicas e meso-cenozóicas interiores. In: BIZZI, L. A. et al. (Eds.) **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, 2003, p. 55-85.
39. SOUZA, M. J. N. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do estado do Ceará. **Revista de Geologia**, n. 1, v. 1, 1988.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.