

GEOMORFOLOGIA DO MUNICÍPIO DE JAGUARUANA, CEARÁ, BRASIL: CUESTA DO APODI E ADJACÊNCIAS

Francisco Leandro de Almeida Santos¹
Davi Rodrigues Rabelo²
Pablo Ruan Oliveira Lima³

INTRODUÇÃO

O mapeamento geomorfológico tem fundamentação teórica pautada nos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura como resultado das contribuições de Gerasimov e Meščerjakov (1968), incorporadas no Brasil por Ross (1992) a partir do desenvolvimento de uma taxonomia do relevo. Contribuições mais recentes a partir da ação interinstitucional entre IBGE, CPRM, UGB e pesquisadores de universidades de todo o Brasil corroboram para a estruturação do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo - SBCR (2022), ainda em fase de desenvolvimento, no intuito de padronizar uma metodologia capaz de representar a geomorfologia do país.

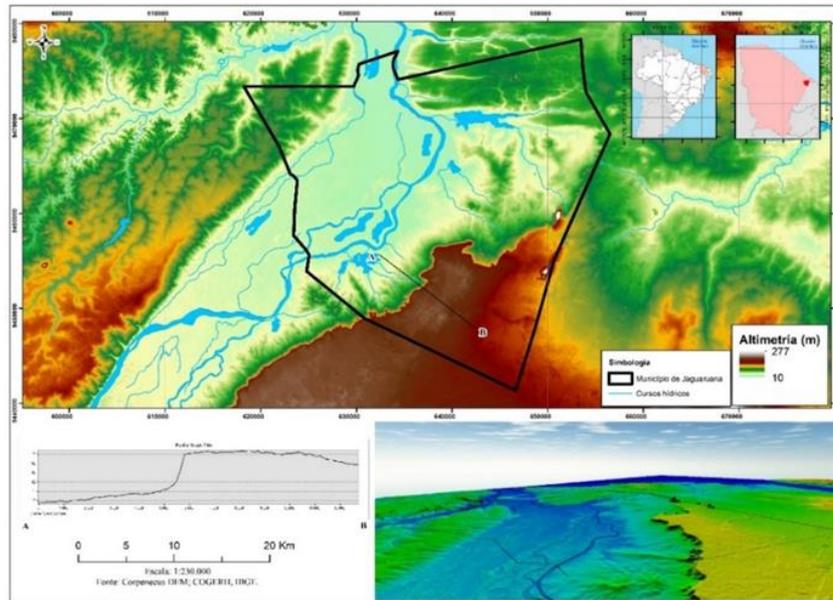
A geomorfologia da área em questão está situada na borda da Bacia Sedimentar Potiguar, que se expressa em superfície através da Cuesta do Apodi, circundada por superfícies de aplainamento, sobretudo a Depressão Periférica. Nesse contexto, foi delineado o município de Jaguaruana, situado no Baixo Jaguaribe, Ceará, Brasil, (Figura 01), como área de estudo para realizar um mapeamento geomorfológico da Cuesta do Apodi e adjacências, enfatizando os processos de gênese e evolução do relevo regional.

¹ Doutor em Geografia, Professor do Curso de Licenciatura em Geografia da Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos - FAFIDAM, Universidade Estadual do Ceará - UECE, fco.leandro@uece.br;

² Doutor em Geografia, Professor do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Ceará – UECE, rodrigues.rabelo@uece.br

³ Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia da Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos - FAFIDAM, Universidade Estadual do Ceará - UECE, pablo.oliveira@aluno.uece.br;

Figura 01: Mapa de localização e hipsometria da área



Fonte: Elaborado pelos autores

A par dessas questões, os critérios de Costa *et al.* (2020), no âmbito do mapeamento geomorfológico do Nordeste Setentrional do Brasil nortearam a metodologia da pesquisa, considerando os aspectos morfoestruturais para delinear as unidades de relevo, que tem relação genética com os processos circundesnudacionais, denudacionais e agradacionais. Assim, o objetivo do presente estudo é realizar um mapeamento geomorfológico utilizando como recorte o limite político-administrativo do município de Jaguaruana, com foco na Cuesta do Apodi e suas áreas adjacentes.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

O percurso metodológico resulta no levantamento de literatura, geocartográfico e de imagens orbitais, elaboração do mapeamento temático e trabalho de campo.

O mapa geológico da área foi organizado a partir da base cartográfica de Pinéo *et al.* (2020), resultante do mapeamento sistemático da geologia do Estado do Ceará – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) – na escala de 1:500.000.

Para identificação das formas de relevo, foram utilizados dados de altimetria do COPERNICUS DEM (com 30 metros, interpolado a partir de dados de elevação do MDE Tandem-X, com resolução espacial de 12 metros - 2011 a 2015), comprovada como

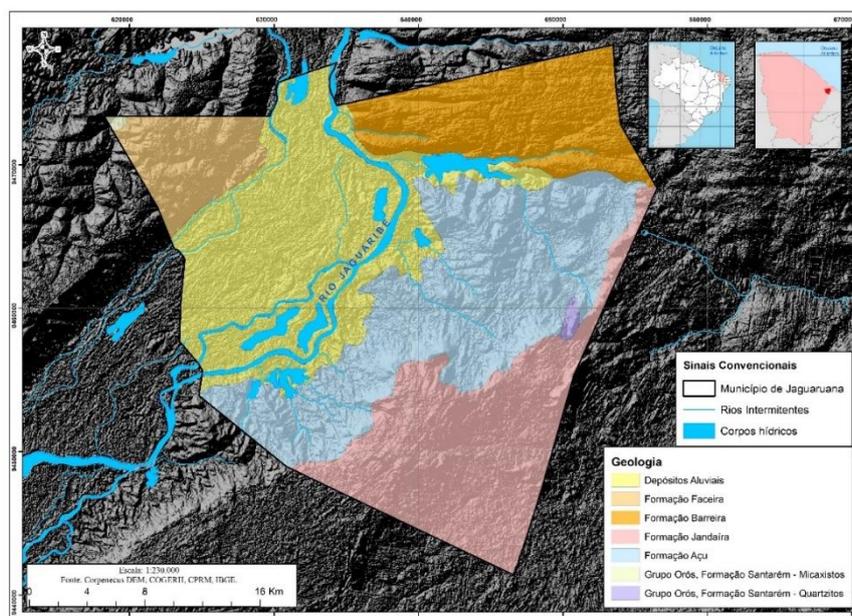
melhor Modelo Digital de Elevação (MDE) gratuito existente através de pesquisas de Guth *et al.* (2021), e de imagens de satélite Sentinel-2. A escala do mapeamento adotada foi de 1:20.000 para que houvesse uma melhor precisão da vetorização das planícies fluviais e que fosse compatível com as imagens *raster* adquiridas. A classificação geomorfológica foi adaptada para a área de estudo a partir do trabalho recente de Costa *et al.* (2020), e as atualizações do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo - SBCR (2022).

REFERENCIAL TEÓRICO

Geologia Regional

O arcabouço geológico da área possui unidades do embasamento cristalino relacionadas às rochas de idades paleoproterozóicas pertencentes ao Complexo Orós. Não obstante, as coberturas sedimentares apresentam maior expressão regional no município de Jaguaruana, como a porção emersa da Bacia Potiguar que expõe as rochas cretácicas das formações Açú e Jandaíra. Ocorrem também depósitos sedimentares cenozóicos das formações Faceira e Barreiras (Neogeno), além de coberturas aluviais vinculadas aos ciclos sedimentares mais recentes do Quaternário. Conforme ilustra o mapa abaixo

Mapa 02: Mapa Geológico do Município de Jaguaruana



Fonte: Pinéo *et al.* (2020), organizado pelos autores

Condicionantes Morfoestruturais e Unidades de Relevo

As unidades geomorfológicas do município de Jaguaruana são expostas com foco na tipologia das formas de relevo resultantes da ação dos agentes exodinâmicos sobre as morfoestruturas (Mapa 03). A abertura de riftes intracontinentais, que formaram o eixo estrutural Cariri-Potiguar, ocorreu de 145-130 Ma, seguindo os *trend* estruturais NE-SW. O abortamento dos riftes ocorreu no Barremiano de 130-125 Ma, com a formação das bacias Potiguar e Araripe, Iguatu, Icó/Lima Campos e Rio do Peixe (MATOS, 2000). Durante o Aptiano e o Albiano, a sequência pós-rifte da Bacia Potiguar *onshore* é marcada pela transição gradativa de sistemas deposicionais continentais para marinhos. A deposição dos arenitos da Formação Açu ocorreu no intervalo de 110-90 Ma, oriunda da erosão das ombreiras do rifte abortado. No decurso do intervalo Santoniano-Campaniano, à medida que a entrada de materiais residuais diminuiu, a erosão do embasamento ficou limitada ao desgaste químico e à remoção de solutos, favorecendo a implantação de uma ampla plataforma carbonática, denominada de “Formação Jandaíra” (CLAUDINO-SALES; PEULVAST, 2006; PESSOA NETO *et al.*, 2007).

A evolução morfoestrutural da Bacia Potiguar tem relação direta com o seu processo de inversão tectônica a partir da deformação das seções da seção rifte ou pós-rifte. Nesse caso, a inversão de uma bacia sedimentar ocorre quando falhas extensionais são reativadas em ambiente compressional, promovendo o aumento da erosão na bacia e condicionando a adaptação da drenagem às novas condições do relevo (MAIA; BEZERRA, 2014). Esse evento ocorreu durante o Albiano no arcabouço morfoestrutural da bacia quando, os esforços envolvidos na abertura do Oceano Atlântico mudaram de distensivos para transformantes como resultado da mudança do polo de rotação horária da América do Sul para oeste (MATOS, 2000).

Essas condições estruturais foram fundamentais para a formação de um relevo cuestiforme nas bordas da bacia, com *front* escarpado e um reverso de caimento topográfico suave com as estruturas sedimentares inclinadas no sentido do Oceano Atlântico. Ao contrário do que se tradicionalmente falava sobre a chamada “Chapada do Apodi”, termo esse que pressupõe a existência de um relevo em forma de meseta controlados por camadas horizontais.

A borda da Bacia Potiguar corresponde a um baixo planalto cuestiforme que se estende pelo segmento oeste do Estado do Rio Grande do Norte e extremo leste do Estado do Ceará, com *front* voltado para S e SW e reverso para NE. No *front*, a cornija íngreme é sustentada por rochas da Formação Jandaíra, com somital de aproximadamente 140 m.

Sobre essa Formação, a solubilidade das rochas carbonáticas associada à zona de escarpamento não favorece a ocorrência de depósitos de tálus na interface entre o front e a depressão periférica que a bordeja. Na base, o front forma uma rampa com inclinação muito variável moldada nos arenitos da Formação Açú. Esse setor apresenta dissecação incipiente na forma de circundesnudação, realizada por canais anaclinais de 1º e 2º ordem, em direção a depressão periférica que limita as rochas cristalinas e a Bacia Sedimentar (MAIA; BEZERRA, 2014).

Corresponde a uma unidade geomorfológica, que resguarda em sua topografia as características associadas com as condições de deposição e acamamento das camadas sedimentares (COSTA *et al.*, 2020). Nessas condições, o planalto apresenta uma cornija bem definida pela camada carbonática, cuja incisão da drenagem anaclinal ataca o front de forma incipiente. Esse trabalho de desgaste do front ocorre em função da erosão diferencial sobre as diferentes faces carbonáticas da Formação Jandaíra, que por circundesnudação promove o recuo da escarpa e projeta os esporões mais resistentes no traçado da cuesta. Esse quadro de dissecação não se aprofunda devido ao regime fluvial intermitente da rede de drenagem que não tem poder de entalhe para escavar vales profundos no sentido da margem direita do Rio Jaguaribe.

No reverso a superfície é bem conservada com uma baixa densidade de drenagem em função da permoporosidade das rochas carbonáticas da Formação Jandaíra, restringindo-se aos canais cataclinais que drenam em concordância com o mergulho das camadas sedimentares para confluir com o rio Apodi – Mossoró.

A Depressão Periférica corresponde a uma superfície rebaixada resultante do recuo da escarpa da Cuesta do Apodi por circundesnudação, formando incipientes patamares dissecados sobre os arenitos da Formação Açú para coadunar através de uma rampa suave com a planície fluvial do rio Jaguaribe. Os processos de soergimento regional que ocorreram no Neogeno por flexura marginal induziram a inversão topográfica da Cuesta do apodi com denudação subsequente produzindo a exumação de uma superfície do pré-Cenomaniano cedida pelo arenito Açú. Esta exumação pode ter sido seguida por um leve rebaixamento e recuo do *piemont* das escarpas como demonstrado pela presença de segmentos dissecados de pedimentos e espessos depósitos em leques (PEULVAST; CLAUDINO SALES, 2006). Apesar da baixa capacidade entalhe da drenagem anaclinal, o front da Cuesta do Apodi, não foi seccionado pela erosão vertical na elaboração da depressão periférica, mas sim pelo conjunto de processos

exodinâmicos, sendo a água de escoamento o que assume papel fundamental, com desgaste desigual conservando o topo e promovendo o recuo da vertente (MAIA, 2005).

Essas condições se justificam pela ocorrência de climas pretéritos mais úmidos no comando dos processos erosivos alternadas por condições de semiaridez mais agressiva, no qual o efeito torrencial do regime de chuvas em regime concentrado promoveu o desmonte da escarpa da Cuesta do Apodi. A desagregação mecânica consiste em um processo intempérico heterogêneo. A ação erosiva se faz sentir mais aguda em condições nas quais a capacidade de remoção da água for maior. Assim, o escoamento de superfície apresentará poder de incisão elevado nas vertentes em função da topografia inclinada aumentar a energia cinética da água, fazendo do seu trabalho uma espécie de esteira na qual retira o material de um lugar elevado e o transporta para outro mais rebaixado (MAIA, 2005).

Ao longo das superfícies de aplainamento sertanejas ocorrem relevos residuais sustentados geralmente por granitóides e quartzitos em sobressalto topográfico como produtos do trabalho da erosão diferencial. Essas rochas exercem importante controle litoestrutural no condicionamento dos inselbergs e cristas, por se tornarem núcleos mais resistentes ao ataque da morfogênese mecânica sob condições semiáridas.

A exposição de quartzitos do Complexo Orós (Formação Santarém) sustenta inselbergs e níveis de cristas que se expressam em superfície como rochas mais resistentes truncadas pela erosão diferencial, produzindo relevos em sobressalto topográfico em meio as superfícies de aplainamento sertanejas. Vale ressaltar que esses inselbergs podem estar vinculados à exumação do embasamento cristalino, à medida que a Bacia Potiguar supostamente teria uma cobertura mais ampla no Estado Ceará, posteriormente sofrendo recuo por circundesnudação no processo de estruturação da depressão periférica.

Tais inselbergs conforme modelo proposto por Peaulvast e Claudino - Sales (2006), provavelmente constituíram áreas fonte de material dentro de um conjunto de outros relevos elevados nas adjacências da Cuesta do Apodi sendo erodidos no decorrer do atulhamento da bacia e depois envolvidos por sedimentação pós-rifte e consequentemente sendo exumados a erosão regressiva do *front* (MAIA, 2005).

Os tabuleiros são esculpidos em sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras e são compartimentados na área em tabuleiros pré-litorâneos e interiores mantidos pelas formações Barreiras e Faceira, respectivamente. Esses relevos apresentam topografia mais plana e solos mais profundos, seccionados pelo vale do rio Jaguaribe que desconecta

a formação Faceira da faixa pré-litorânea para encravá-la no interior. Conforme Souza (2000) configuram depósitos correlativos das superfícies de erosão sertanejas como expressivos glaciais de acumulação com declives entre 2° e 5°.

Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo - SBCR (2022), os tabuleiros são formas de relevo predominantemente dissecadas, com topos planos e/ou com suaves ondulações, podendo apresentar patamares escalonados, com baixa declividade, bordas escarpadas, com altimetria inferior a 250m, amplitude de 20m a 60m, com cobertura sedimentar de idade neogena e rochas pouco litificadas.

O Baixo Vale do Jaguaribe compõe parte de todo um conjunto que é resultado de processos que ocorrem a centenas de quilômetros à montante. Os sedimentos que compõem essa microrregião têm sua origem no alto e médio curso do rio, principalmente nos maciços residuais, bem como de suas sub-bacias do rio Salgado e Banabuiú. Através da erosão de rochas pré-existentes que sofreram intemperização, o material desagregado transportado pelas correntes fluviais é drenado pelas mesmas. Assim, o baixo Jaguaribe é receptor de todo o deflúvio drenado das sub-bacias à montante, que equivale a uma área que corresponde à metade do Estado do Ceará (MAIA, 2005).

Os depósitos aluviais são compostos, via de regra, por areias finas a grosseiras e argilas, misturando-se, eventualmente com clásticos finos, cascalhos e blocos (SOUZA, 2000). As Planícies Fluviais são recobertas por matas ciliares de carnaúbas configurando-se como bioindicadores da ocorrência de áreas periodicamente alagáveis no semiárido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa confirma que o mapeamento geomorfológico remonta a utilização de critérios que estão estreitamente vinculados com fatores genéticos e processuais específicos para a classificação de cada unidade de relevo. Nesse contexto, a espacialização das formas de relevo serve para orientar o ordenamento do território, de modo que as condições de uso e ocupação sejam compatíveis com a dinâmica da área. O município de Jaguaruana mostrou-se com grande variedade de formas de relevo, como resultado das condições geológicas e climáticas da região, ressaltando-se a importância da evolução morfoestrutural da Bacia Potiguar, cuja herança na paisagem corresponde a sua forma mais expressiva em Jaguaruana, a Cuesta do Apodi.

REFERÊNCIAS

COSTA, L. R. F.; MAIA, R. P.; BARRETO, L. L.; CLAUDINO-SALES, V. Geomorfologia do nordeste setentrional brasileiro: uma proposta de classificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 185-208, jan./mar. 2020.

GERASIMOV, I. P.; MEŠČERJAKOV, J. A. Morphostructure. *In*: FAIRBRIDGE, R. W. (ed.). **The encyclopedia of geomorphology**. New York: Reinhold Book, 1968. p. 731-732.

GUTH, P.L., NIEKERK, A.V., GROHMANN, C.H., MULLER, J.-P., HAWKER, L., FLORINSKY, I.V., GESCH, D., REUTER, H.I., HERRERA-CRUZ, V., RIAZANOFF, S., LÓPEZ-VÁZQUEZ, C., CARABAJAL, C.C., ALBINET, C., STROBL, P., 2021 - **Digital Elevation Models: Terminology and definitions**. **Remote Sensing**, 13(18):3581.

MAIA, R. P. **Planície Fluvial do Rio Jaguaribe: Evolução Geomorfológica, Ocupação e Análise Ambiental**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2005. p. 154.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. **Tópicos de geomorfologia estrutural: Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Edições UFC, 2014.

MATOS, R. M. D. Tectonic evolution of the equatorial South Atlantic. *In*: MOHRIAK, W.; TAIWANI, M. (ed.). **Atlantic Rifts and continental margins**. Washington, DC: American Geophysical Union, 2000. p. 331-354.

SBCR, C. E. N. BREVE ESTADO DA ARTE DO SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE RELEVO (SCBR): CONTRIBUIÇÕES DE E PARA A SOCIEDADE CIENTÍFICA GEOMORFOLÓGICA. Nota Técnica - **Revista Brasileira de Geografia, RBG - IBGE**. 2022.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço de zoneamento geoambiental do estado do Ceará. *In*: LIMA, L. C.; SOUZA, M. J. N.; MORAES, J. O. (org.). **Compartimentação territorial e gestão regional do estado do Ceará**. Fortaleza: Editora FUNECE, 2000. p. 13-98.

PESSOA NETO, O. D. C.; SOARES, U. M.; SILVA, J. D.; ROESSNER, E. H.; FLORENCIO, C. P.; SOUZA, C. D. Bacia Potiguar. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 357-369, maio/nov. 2007.

PEULVAST, J.-P.; CLAUDINO-SALES, V. Reconstruindo a evolução de uma margem continental passiva: um estudo morfogenético do Nordeste brasileiro. *In*: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; ELIAS, D. (org.). **Panorama da Geografia Brasileira I**. São Paulo: Annablume, 2006. p. 277-317.

PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. M.; COSTA, F. G.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; GOMES, F. E. M.; BESSA, M. D. M. R.; LIMA, A. F.; HOLANDA, J. L. R.; FREIRE, D. P. C. **Projeto geologia e recursos minerais do Estado do Ceará**: mapa geológico do estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 2020. Escala 1:500.000.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 17-29, 1992.