



CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DO RESERVATÓRIO CAIÇARA E SUA BACIA DE DRENAGEM (RN/BRASIL)

*GEO-ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF THE CAIÇARA RESERVOIR
AND ITS DRAINAGE BASIN (RN/BRAZIL)*

*CARACTERIZACIÓN GEOAMBIENTAL DEL EMBALSE CAIÇARA Y SU CUENCA
DE DRENAJE (RN/BRASIL)*

Aluízio Bezerra Júnior ⁽¹⁾

Josiel de Alencar Guedes ⁽²⁾

Agassiel de Medeiros Alves ⁽³⁾

⁽¹⁾ *Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Graduado em Geografia. Mestrando em Geografia no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.*

E-mail: aluiziojunior@outlook.com

⁽²⁾ *Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN - Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia*

E-mail: josielguedes@uern.br

⁽³⁾ *Prof. Doutor do Departamento de Geografia - Campus de Pau dos Ferros – Geoprocessamento, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. E-mail: agassielalves@uern.br*



Resumo

O estudo em questão se propõe a identificar, caracterizar e mapear os componentes do meio físico-natural do reservatório Caiçara, bem como sua bacia de drenagem. Esse reservatório se está localizado no Alto Oeste Potiguar, sendo uma importante reserva hídrica para o município de Marcelino Vieira. Como metodologia optou-se por utilizar a abordagem geoambiental, levando em consideração os materiais pré-existentes do sistema ambiental, com tratamento dos dados em ambiente SIG. A caracterização e análise dos sistemas ambientais possibilitaram compreender o objeto de estudo como um conjunto de sistema integrado, a partir da diversidade dos mapas gerados, como os de drenagem, litologia, relevo, solo, cobertura vegetal e clima. A compreensão das unidades geoambientais contribuem, na escala trabalhada, para a gestão e gerenciamento do reservatório visando ao desenvolvimento sustentável desse hidrossistema.

Palavras-chave

Reservatório. Bacia de drenagem. Sistemas ambientais.

Abstract

The study in question aims to identifying, characterizing and mapping the components of the physical-natural environment of the Caiçara reservoir, as well as its drainage basin. This reservoir is located in the Alto Oeste Potiguar being an important water reserve for the municipality of Marcelino Vieira. How methodology it was decided to use the geoenvironmental approach, taking into account the pre-existing materials of the environmental system, with data treatment in a GIS environment. The characterization and analysis of environmental systems, made it possible to understand the object of study as a set of integrated systems, from the diversity of maps generated, such as drainage, lithology, relief, soil, vegetation cover and climate. The understanding of geoenvironmental units contributes, on the worked scale, to the management and management of the reservoir aiming at the sustainable development of this hydrosystem.

Keywords:

Reservoir. Drainage basin. Environmental systems.

Resumen

El estudio en cuestión tiene como objetivo identificar, caracterizar y mapear los componentes del entorno físico-natural del embalse Caiçara, así como su cuenca de drenaje. Este embalse se encuentra en el Alto Oeste Potiguar, siendo una importante reserva de agua para el municipio de Marcelino Vieira. Como metodología se decidió utilizar el enfoque geoambiental, teniendo en cuenta los materiales preexistentes del sistema ambiental, con tratamiento de datos en ambiente SIG. Así, la caracterización y el análisis de los sistemas ambientales permitieron entender el objeto de estudio como un conjunto de sistemas integrados, desde la diversidad de los mapas generados, como drenaje, litología, relieve, suelo, cubierta vegetal y clima. La comprensión de las unidades geoambientales contribuye, en la escala trabajada, a la gestión y gestión del embalse con el objetivo del desarrollo sostenible de este hidrosistema.

Palabras clave:

Reservatório. Cuenca de drenaje. Sistemas ambientales.

Introdução

As pesquisas ambientais, na atualidade, pressupõem inter-relacionar as múltiplas transformações no sistema ambiental, os quais podem ser analisados a partir da abordagem geoambiental. Seguindo esse contexto, a abordagem geoambiental visa à uma análise integrada dos sistemas (CHRISTOFOLETTI, 1979) trazendo à tona a relação mútua entre objeto e sujeito no espaço. Troppmair e Galina (2007, p.81) ressaltam que “o geossistema é um sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pelo homem”.

Assim, percebe-se que a abordagem geoambiental permite identificar as intervenções da sociedade no espaço e, de certa forma, compreender as alterações nos diferentes panoramas naturais. Pesquisas desenvolvidas sobre reservas hídricas artificiais podem se enquadrarem na abordagem geoambiental, uma vez considerando os reservatórios um subsistema dentro do sistema bacia hidrográfica. Assim, permite-se classificar essas reservas hídricas como um sistema aberto, o qual recebe a entrada e saída de energia e matéria (CHRISTOFOLETTI, 1979; CHRISTOPHERSON, 2012). Por sua vez, Tundisi (2007, p.23) destaca que:

[...] o conhecimento científico dos reservatórios como ecossistemas, suas interações com as bacias hidrográficas e com os sistemas a montante e jusante, tem adicionado permanentemente novas dimensões a abordagem sistêmica na pesquisa ecológica, proporcionando uma fase fundamental para o gerenciamento da qualidade da água e das bacias hidrográficas.

Desta forma, observa-se que os reservatórios e sua bacia de drenagem são sistemas sobre os quais a sociedade manipula e explora, além de produzir, constantemente, transformações nos ecossistemas (TUNDISI, 2007). Nesse sentido, as pesquisas devem levar em consideração as interferências rápidas e objetivas das ações antrópicas (TROPPMAIR; GALINA, 2007).

O desenvolvimento dos sistemas de informação geográfica (SIGs), transformou as metodologias aplicadas aos diferentes modelos de caracterização e análise geoambiental, sendo que, a utilização destas ferramentas possibilitou novas tomadas de decisões, além de fornecer novas compreensões da organização do espaço, e assim, permitir, acompanhar ou determinar ações de desenvolvimento sustentável aos sistemas. Segundo Silva e Zaidan (2013), as aplicações de tratamento de dados envolvem os mais altos procedimentos na caracterização e análise ambiental, já que possibilitaram conhecer detalhadamente as interferências antrópicas no ambiente (CÂMARA; MONTEIRO, 2001).



A tecnologia de tratamento de dados é caracterizada nos conjuntos de técnicas e métodos computacionais, os quais permitem elaborar/classificar as estruturas das paisagens em banco de dados geográficos (BDG), isto é, facilitando a compilação das informações dos sistemas ambientais, bem como o sistema humano e, assim, reorganizar a capacidade de cada sistema e reestruturar a interdependência sociedade/natureza (CHRISTOPHERSON, 2012).

Portanto, o objetivo desta pesquisa consistiu em identificar, caracterizar e mapear os componentes do meio físico natural do reservatório público Caiçara (Marcelino Viera/RN), bem como sua bacia de drenagem, a fim de entender os sistemas ambientais no âmbito da bacia hidrográfica.

Materiais e métodos

Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizado um levantamento de materiais cartográficos, formato *shapefile*, levantamento de imagens orbitais, formato matricial, com tratamento dos dados no SIG Qgis versão 3.4 Madeira.

A caracterização do meio natural, se deu a partir de materiais pré-existentes do Zoneamento Ecológico-Econômico do Alto Oeste Potiguar/RN (ALMEIDA; ALVES, 2014) aliado ao banco de dados eletrônico da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2014), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) e Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN, 2020).

Para os materiais iconográficos, utilizou-se as imagens do Satélite Landsat 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), órbita 216, ponto 64 e 30 metros de resolução espacial (USGS, 2020), bem como as imagens do Radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) do projeto TOPODATA (INPE, 2020), ambos disponibilizados em arquivo *GeoTiff*.

Com os dados obtidos, inicialmente, houve a elaboração do BDG (Banco de Dados Geográficos). Logo após, os dados foram reprojatados para o sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), no Datum SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntricos para as Américas 2000), meridiano central 39, fuso 24, hemisfério sul.

Nas imagens espectrais, que compõe o sistema de cores RGB (*Red-Green-Blue*) do sensor TM, aplicou-se o as técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), visando corrigir os erros de ruídos, radiométricos e geométricos (NOVO, 2010; JENSEN, 2011). Em seguida utilizou-se as imagens na vetorização da bacia hidráulica do reservatório Caiçara. A utilização das imagens espectrais, sensor TM se deu a partir da necessidade de vetorização da imagem do reservatório no período de volume total, que corresponde a 29 de julho de 2008.



Depois aplicou-se as técnicas de processamento de dados nas imagens TOPODATA no plugin TauDEM (*Terrain Analysis Using Digital Elevation Models*), visando a vetorização da bacia de drenagem do reservatório. De acordo com Costa, Souza e Silva (2016) o processamento no plugin, objetiva em seus comandos extrair a bacia de drenagem, bem como a rede de drenagem.

Após, utilizou-se os dados de precipitação para gerar o modelo digital de interpolação, segundo o método IDW (*Inverse Distance Weighted*), com tamanho das células de 10 metros, tanto em X quanto Y, gerando, assim, o produto da interpolação. Esse método pode ser caracterizado como uma ferramenta de interpolar e gerar modelos de espacialização, segundo os dados amostrados.

Por último, usou-se a delimitação do reservatório e da bacia de drenagem para o recorte dos canais fluviais, litologia, relevo, solo, cobertura vegetal e caracterização climática. Os mapas foram confeccionados no compositor do SIG e publicados em 1:100.000.

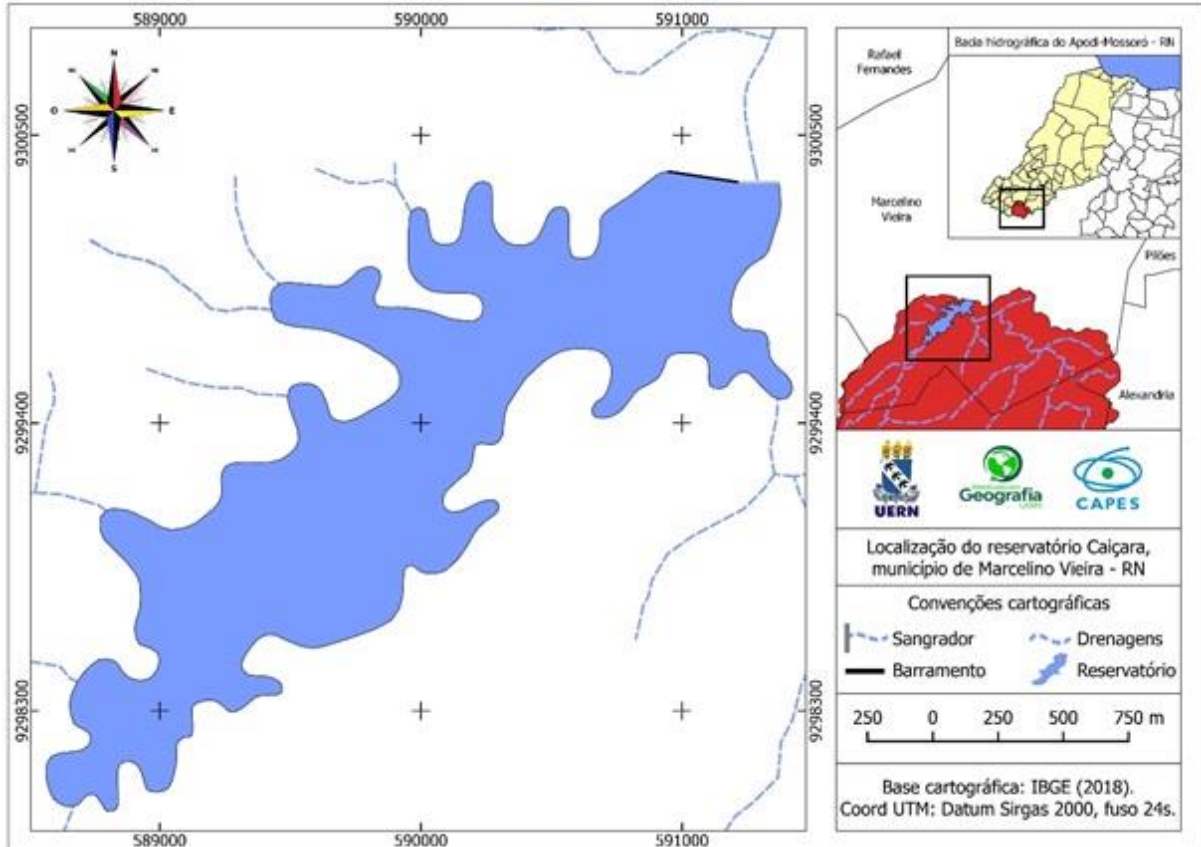
Resultados e discussão

Descrição do reservatório Caiçara

O município de Marcelino Vieira, localizado na porção Oeste do estado do Rio Grande do Norte, em 1981, construiu o reservatório Caiçara (Figura 1) tendo em vista, à época, a necessidade de armazenamento e abastecimento humano, além de atender a uma nova perspectiva em termos de reserva hídrica para o município (DNOCS, 2019; SEMARH, 2019). Essa reserva hídrica foi construída em convênio do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), em ação conjunta do Programa Recursos Hídricos do Governo Federal (DNOCS, 2019).

Ele é formado pelo represamento transversal dos riachos Albuquerque e Barro Preto, que são canais de regime intermitentes e com padrão de drenagem dentrítica. Este reservatório, encontra-se nas coordenadas planas 588368 S / 9297702 W e 591756 S / 9297702 W, em relação ao sistema de localização geográfica.

Figura 1 - Localização do Reservatório Caiçara, Marcelino Vieira (RN).



Fonte: IBGE (2018). Elaborado por: Autores (2019).

As características técnicas e hidráulicas (Tabela 1) estão relacionadas à sua finalidade assim como seu objetivo de uso, essencialmente para o abastecimento humano. Porém, é também utilizado para dessedentação animal e agricultura temporária extensiva e, com menor, proporção a pesca artesanal familiar e recreação. O reservatório e sua bacia de drenagem vêm passando por inúmeras transformações, ocasionados pela mobilização humana “sertaneja” para o entorno desse corpo hídrico, bem como os múltiplos usos e manejos em sua bacia de drenagem, causando uma série de impactos ambientais. Esses impactos, ampliaram as alterações no sistema ambiental do manancial, do objeto de estudo.

O barramento encontra-se acima do leito do canal fluvial, onde apresentam encostas fortemente onduladas à leste e suavemente ondulado à oeste, o que representou condições favorável na construção. O tempo de enchimento é caracterizado pela transferência hídrica das reservas de pequeno e médio porte do sistema em cascata a jusante, no entanto, o tempo de transbordamento hidráulico é maior que 365 dias (DNOCS, 2019), fator que causa alterações nas condições físicas, químicas e biológicas dos recursos hídricos.

Tabela 1 - Característica hidráulica do reservatório Caiçara.

Bacia hidráulica	
Capacidade máxima (m ³)	11.200.12,00
Volume morto (m ³)	1.086.625,00
Barragem principal	
Tipo	Terra compactada
Altura máxima (m)	12.6
Extensão do coroamento (m)	360
Largura do coroamento (m)	5
Tomada d'água	
Tipo	Galeria tubular s/ Torre comando
Comprimento (m)	53
Descarga (m ³ /s)	0.2
Sangrador	
Tipo	Perfil CREAGER
Descarga (m ³ /s)	475
Cota de soleira (m)	0.2
Lâmina máxima (m)	2
Volume de corte (m ³)	8.515,8

Fonte: SEMARH, 2019. Elaborado por: Autores, 2019.

A captação de água é realizada por bombeamento em superfície pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), que realiza o processo de monitoramento, tratamento e distribuição por tubulação na sede municipal e transposição via adutora de engate rápido para o município de Pilões (CAERN, 2019). A capacidade atual do reservatório alcança 78,19% do volume útil, o que representa 8.757.300,00m³ da capacidade de armazenamento total no período de 17 de julho de 2020.

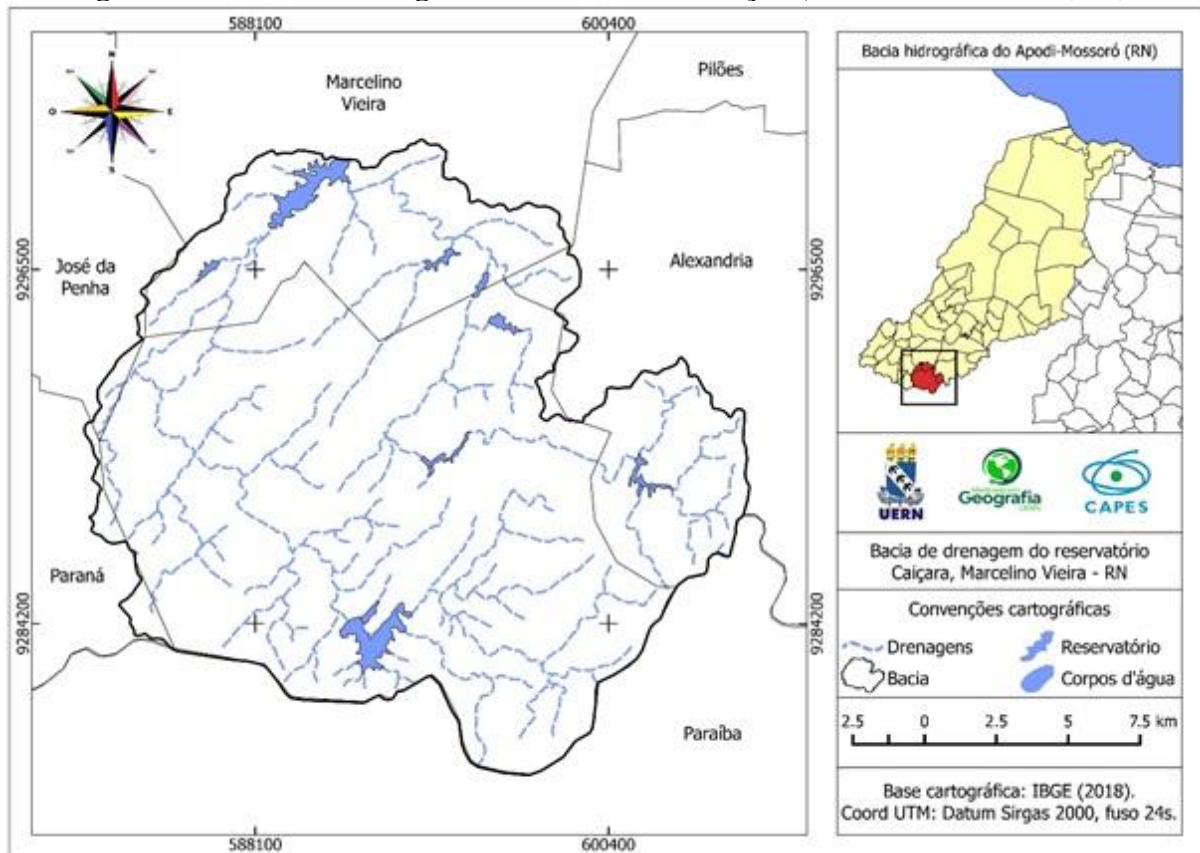
Em relação às comunidades localizadas no entorno da reserva, foram identificadas Caiçara, Juazeiro, Caiçara de Fora, a montante e Junco, a jusante. Elas são abastecidas por bombeamento d'água bruta do reservatório, exceto Caiçara, que pela proximidade da Estação de Tratamento de Água (ETA) do município é abastecida pela rede de distribuição. Essas comunidades se caracterizam por pequenos espaços rurais e, pode-se afirmar que os principais tipos de uso e manejo são determinados pela agricultura familiar de cultivos temporários, como o feijão, milho, cana-de-açúcar, por exemplo, aliados a bovinocultura, caprinocultura de leite e corte extensiva e, em menor proporção a suinocultura, principalmente de corte.

Bacia de drenagem do reservatório Caiçara

A bacia de drenagem do reservatório Caiçara (Figura 2) encontra-se situada no extremo Oeste Potiguar, estado do Rio Grande do Norte, entre as coordenadas planas 581475 S / 9301687 W e 606031 S / 9278465 W, com extensão de 32.384,64 em hectares e envolve os municípios de Tenente Ananias (22.241,75), Alexandria (3.595,48), Marcelino Vieira

(5.949,47), Paraná (375,43) e José da Penha (222,51), o que representa 6% do alto e médio curso superior do rio Apodi-Mossoró (CARVALHO; KELTING; SILVA, 2011). Ela nasce em altitudes superiores a 450 m, entre o sítio Cajazeiras (Tenente Ananias) e o sítio Tatu (Alexandria), tendo como principais canais os riachos Albuquerque e Barro Preto (SUDENE, 1965), com regimes intermitentes e efêmeros e padrão de drenagem dendrítica, que se desenvolvem no sentido Leste-Oeste. A hierarquia fluvial é constituída por um conjunto inter-relacionados de canais, com ramificações de primeira ordem a quarta ordem.

Figura 2 - Bacia de drenagem do reservatório Caiçara, Marcelino Vieira (RN).



Fonte: IBGE (2018). Elaborado por: Autores (2019).

Na configuração dos cursos de água, encontra-se barramentos transversais de reservatórios artificiais, especialmente de pequena extensão e baixa capacidade hídrica e, em menor proporção, canais de média extensão e capacidade. São encontradas, também, outras reservas hídricas na bacia denominados de açude público de Bananeira (12.000.000,00m³/Alexandria), açude Jesus-Maria-José (9.639.152,00m³/Tenente Ananias) e açude Caiçara (11.200.125,00m³/Marcelino Vieira) (IDEMA, 2008; SEMARH, 2019). Esses reservatórios visam garantir o abastecimento animal e humano, especialmente para as áreas urbanas dos municípios onde estão localizados.



O Instituto de Gestão das Águas (IGARN), junto com a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), são responsáveis pela gestão e gerenciamento das reservas estaduais incluindo as de Tenente Ananias e Marcelino Viera (IGARN, 2019; SEMARH, 2019), enquanto a de Alexandria é administrada pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) do município (ALEXANDRIA, 2019).

Por outro lado, as reservas de pequeno porte, conhecidos popularmente como barreiros d'água são destinados à dessedentação animal e a irrigação de culturas temporárias extensivas. Esses barramentos transversais são geralmente construídos sem planejamento técnico e estrutural e, também, sem autorização legal, além de possuírem capacidade volumétrica desconhecidas, estrutura frágil de terra compactada, seguido do não conhecimento de suas dimensões.

Os recursos hídricos subterrâneos da bacia ocorrem no domínio hidrogeológico fissural. Esse domínio é caracterizado por rochas do embasamento cristalino do Pré-Cambriano Médio, tal como as fraturas e falhas neotectônicas da Zona de Cisalhamento de Portalegre. A captação de água subterrânea envolve poços de cacimba, cacimbão e artesianos de captura tubular, podendo ser poços públicos e privados (CPRM, 2005; IDEMA, 2008).

Unidades litológicas

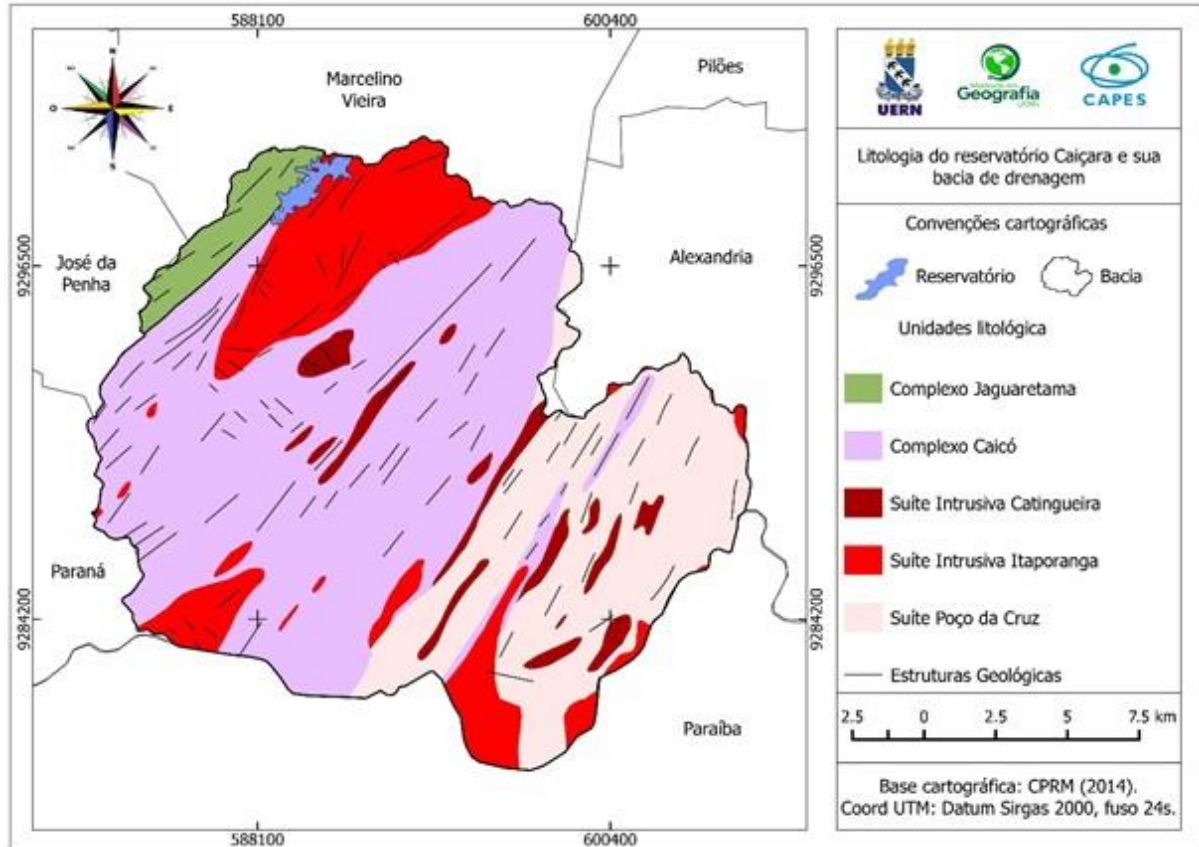
O reservatório Caiçara e sua bacia de drenagem dispõe das unidades Pré-Cambriana, que representa os domínios estratigráficos (Figura 3): Jaguaribeano, Piranhas-Seridó do éon Proterozóico, representando era Paleoproterozóico, com período Riáciano e, em parte Orosiriano e, também, intercalações por Granitóides/Plutonismo Brasilianos, que representa éon Proterozóico da era Neoproterozóico e período Ediacarano (MAGINI; HACKPACHER, 2006; MEDEIROS; NASCIMENTO; SOUSA, 2010).

As estruturas geológicas do complexo Jaguaretama são caracterizadas por rochas metaplutônicas, com intercalações de supracrustais, formada por composição mineralógica de ortognaisses graníticos a granodioríticos, gnaisses bandados e migmatitos com presença de mármore, gnaisses anfibolíticos, quartzitos, associados aos xistos e rochas calcissilicáticas (SÁ *et al.*, 1981; NUNES, 2006).

A Suíte Intrusiva Itaporanga, é constituída, principalmente, por anfibólio-biotita e mesclando biotita-monzogranitos, contendo a quartzomonzonitos, sienogranitos ou granodioritos que intercala textura porfirítica e megacristais de feldspato potássico. Por outro lado, a Suíte Intrusiva Catingueira é representada por aegirita-augita e hedenbergita-

alcalifeldspato-granitos, envolvendo mais raramente quartzo-alcalifeldspato (GALINDO; SÁ, 2000; SÁ *et al.*, 1981).

Figura 3 - Litologia da Bacia de drenagem do reservatório Caiçara.



Fonte: IBGE (2018). Elaborado por: Autores (2019).

A Suíte Poço da Cruz é caracterizada por anfibólio, biotita e augengnaisses, que predomina composição quartzomonzonítica a granítica e, com menor, proporção leucocrática, representando granulação grossa e porfiroclastos de k-feldspato, aliado a quartzofeldspática e, ainda, enclaves do corpo metadiorito (SÁ *et al.*, 1981; MEDEIROS; NASCIMENTO; SOUSA, 2010).

No complexo Caicó, encontram-se unidades metavulcanossedimentar, apresentando composições de paragnaisses, anfibolitos, anfibólio-gnaisses, gnaisses calcissilicáticos, gnaisses xistosos, quartzitos ferríferos, gnaisses bandados, e, por vezes, migmatizados, migmatitos e, localmente, unidades metaplutônica, constituído de ortognaisses tonalítico, granodiorítico, granítico, imersos de leuco-ortognaisses graníticos, anfibolíticas e migmatitos (SÁ *et al.*, 1981; SOUZA; SÁ; MARTIN, 1996).

A área, ainda, caracteriza-se pela zona de cisalhamento de Portalegre, que contribui nas reativações tectônicas, levando as transformações das estruturas litoestratigráficas, aliado as



invenções estruturais e topográficas dos relevos, assumindo formas fortemente onduladas e montanhosas (ALMEIDA; ALVES, 2014; MAIA; BÉTARD; BEZERRA, 2016).

Unidades de relevo

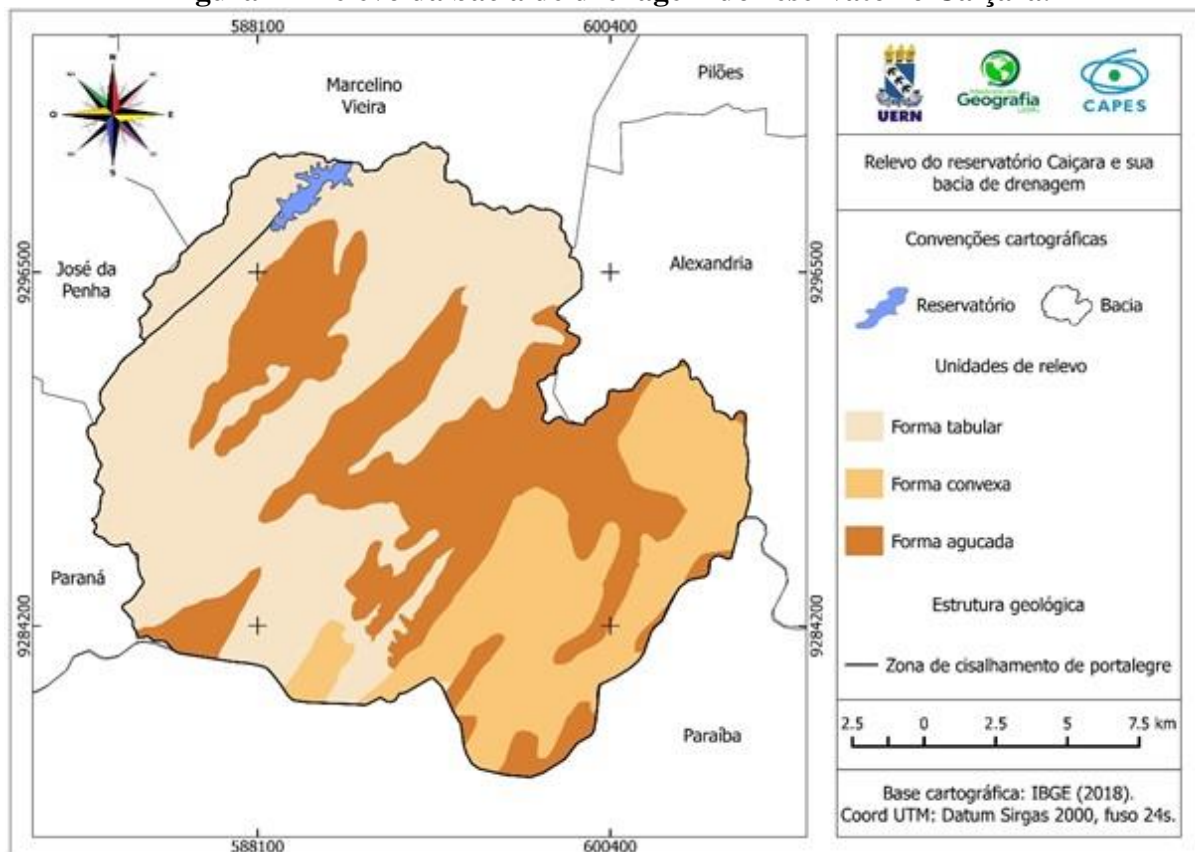
A evolução do relevo terrestre na área da pesquisa possui um “[...] conjunto de morfologias herdadas da estruturação pré-cambriana, reativadas frequentemente no cenozoico [...]” (MAIA; AMARAL; GURGEL, p.99, 2013). Essa complexa estruturação possibilitou as variadas formações geomorfológicas e, nesse sentido, as unidades geomorfológicas existentes podem ser condicionadas a fatores endógenos e exógenos, onde as ações do tempo controlam as feições dos relevos.

Ainda, a presença da zona de cisalhamento de Portalegre, com os processos de fraturas e soerguimento que contribuíram nas transformações do embasamento, levando aos processos de denudação, peneplanação, em especial a pediplanação nas áreas circunjacentes (ALMEIDA; ALVES *et al.*, 2014). As alterações no relevo, sejam nas reativações tectônicas e/ou movimentações das falhas neotectônicas, representou o fator estrutural na configuração atual do relevo (MAIA; BÉTARD; BEZERRA, 2016).

Essas feições (Figura 4) representam os domínios dos baixos Planaltos residuais e, especialmente a Depressão Sertaneja, a qual ocupa a maior parte do território. Para Ross (1985), a Depressão Sertaneja apresenta extensas superfícies aplainadas, na qual predominam formas planas a suavemente ondulados, além de inúmeros relevos residuais e inselberg's associados ao embasamento cristalino (VALE; RIOS, 2016).

As superfícies setentrional da Depressão Sertaneja apresentam relevos planos a suavemente ondulados, podendo conter cotas altimétricas de 200 a 300 metros, com intercalações de relevos isolados, que se elevam a 300 a 600 metros, onde associa-se aos baixos relevos residuais, e aos afloramentos de inselbergs de cotas variadas (ALMEIDA; ALVES *et al.*, 2014; PAIVA; MEDEIROS, 2019). Na declividade, têm-se cotas que variam de aproximadamente 10% a 70%, o que representa a menor e maior área de declive, que corresponde as superfícies de aplainamentos, aliado ao conjunto de morros baixos, exceto a Serra do Panati e Serra Negra.

Figura 4 - Relevo da bacia de drenagem do reservatório Caiçara.



Fonte: IBGE (2018). Elaborado por: Autores (2019).

Essas áreas, caracterizam-se por formas convexas e formas tabulares, que são resultantes de processos erosivos e intempéricos nas estruturas cristalinas, com características de dissecação homogênea ou diferencial (ALMEIDA; ALVES *et al.*, 2014). Os planaltos residuais, representam as superfícies tabulares erosivas, convexas e, principalmente, pediplanadas decorrentes do processo de dissecação e morfologia do substrato litológico.

Unidades de solo

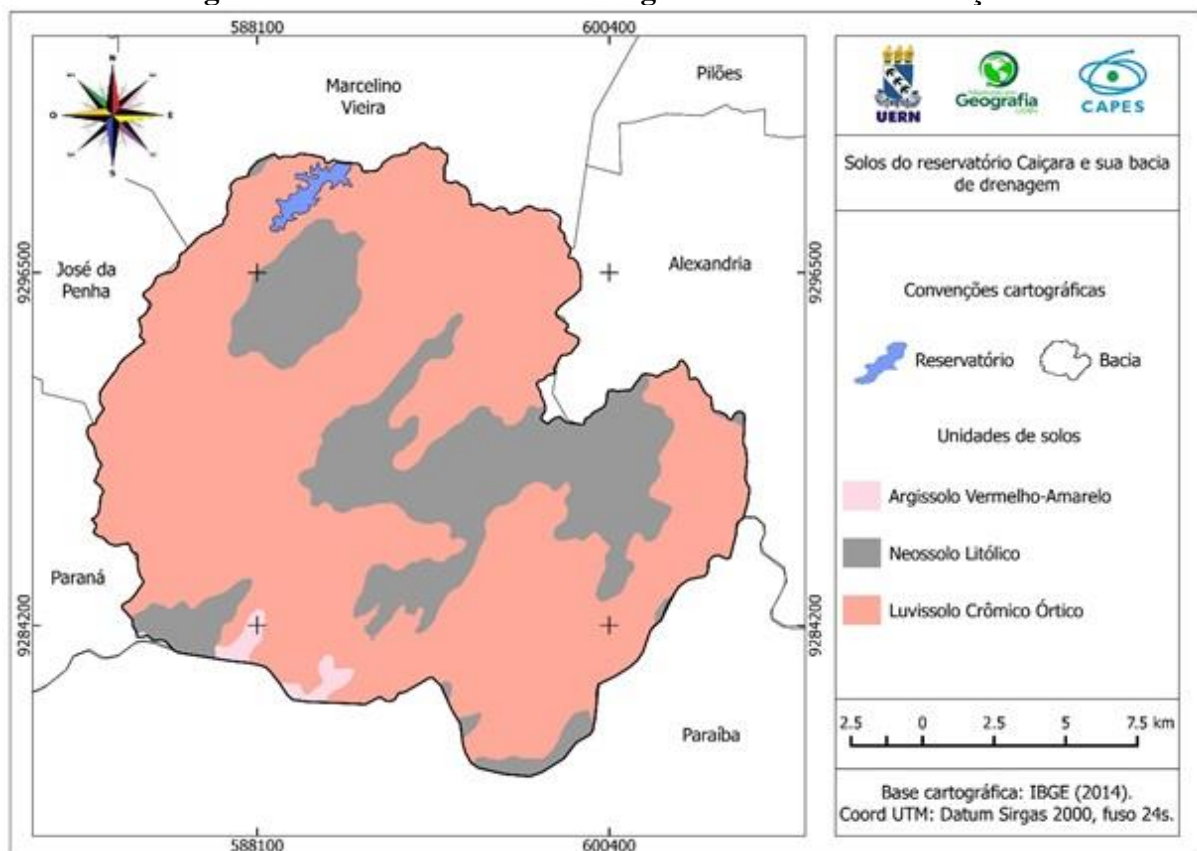
As classes de solos (Figura 5) foram identificadas tomando como base o Zoneamento Ecológico-Econômico da Região (ALMEIDA; ALVES *et al.*, 2014), apresentam baixa diversidade, com predominância de Luvissole Crômico Órtico eutrófico (TCOe), Neossolo Litólico eutrófico (RLe), Argissolos Vermelho-Amarelo eutrófico (PVAe) (JACOMINE *et al.* 1971, EMBRAPA, 2018).

O Luvissole Crômico Órtico eutrófico, representa o solo de maior predominância na área total. Esse solo contém horizonte diagnóstico textural (Bt), com acumulações subsuperficiais, aliado a argila de alta atividade e base de alta saturação no horizonte A ou E

(JACOMINE *et al.*, 1971), com transição de cor abrupta, contendo média pedregosidade em relevo suave ondulado a ondulado, associado a profundidade e vulnerabilidade média e alta fertilidade (HOLANDA *et al.*, 2017).

O solo do tipo Neossolo Litólico eutrófico é caracterizado por material mineral e orgânico de pouca espessura, com baixa alteração no material originário e, ainda, o solo contém baixa atuação das transformações pedogenéticas (EMBRAPA, 2018). A textura é média arenosa, tendo profundidade pequena e alta rochosidade, gerando alta vulnerabilidade, especialmente no relevo de fonte ondulado e montanhoso (ALMEIDA; ALVES *et al.*, 2014).

Figura 5 - Solos da bacia de drenagem do reservatório Caiçara.



Fonte: IBGE (2018). Elaborado por: Autores (2019).

O Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, que constitui solo de argila de baixa ou alta atividade, com horizonte B (Bt) textural logo abaixo do horizonte A, podendo conter baixa saturação ou caráter alumínico, onde apresenta cores de transição avermelhadas ou amareladas, com profundidade grande e média fertilidade, aliado a média vulnerabilidade (HOLANDA *et al.*, 2017; EMBRAPA, 2018).

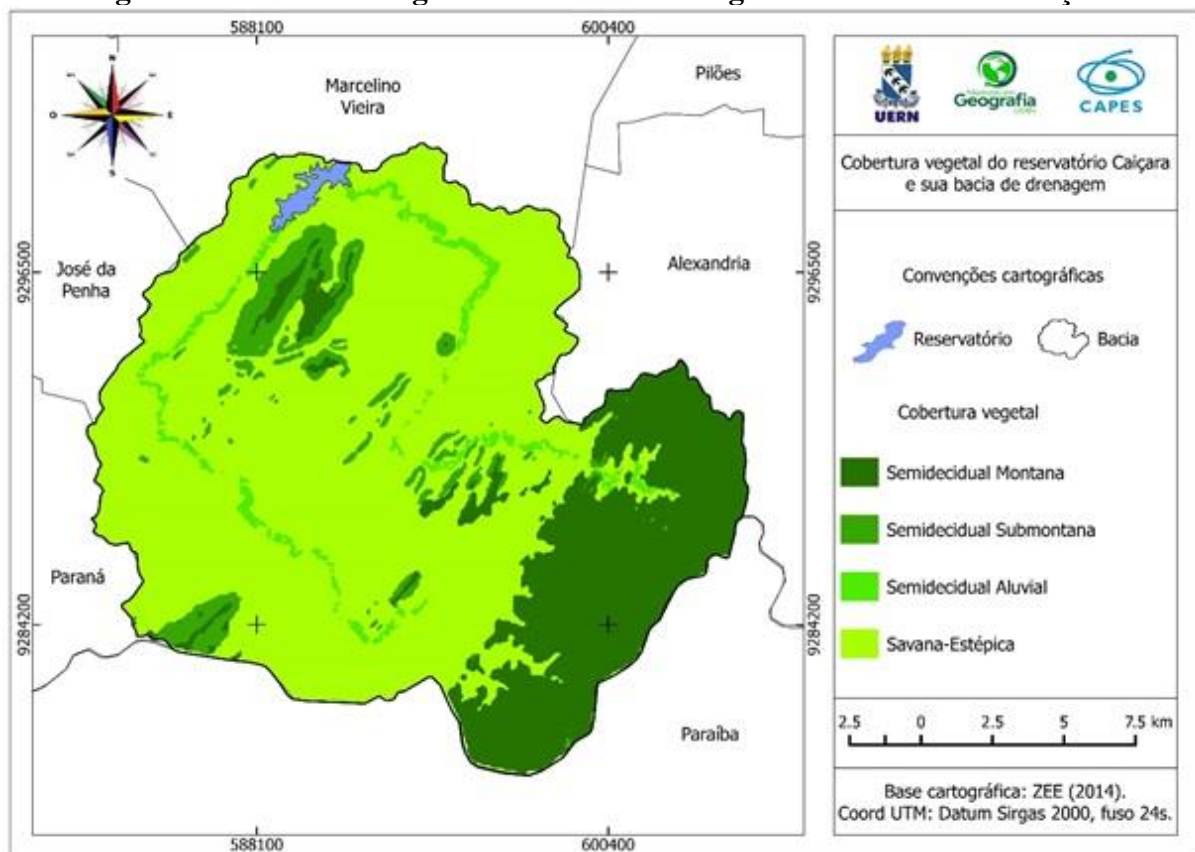
As formas e padrões de manejo e uso do solo é caracterizado por práticas agrícolas rudimentares no período chuvoso do sertão, onde ocorrem os plantios de culturas temporárias, tais como: feijão, milho, cana-de-açúcar e mandioca (IDEMA, 2008), em especial a jusante do

reservatório e sua bacia de drenagem, que representa as áreas dos tributários e margens dos corpos d' água.

Cobertura Vegetal

Segundo a carta de cobertura vegetal (Figura 6) do Zoneamento Ecológico-Econômico do Alto Oeste Potiguar, o espaço dispõe do bioma Caatinga, onde a cobertura vegetal caracteriza-se pela predominância de Floresta Estacional Semidecidual Montana, Submontana, Aluvial e, com maior, proporção Savana-Estépica, onde constitui, também, o espaço do reservatório e sua bacia de drenagem (ALMEIDA; ALVES *et al.*, 2014).

Figura 6 - Cobertura vegetal da bacia de drenagem do reservatório Caiçara.



Fonte: IBGE (2018). Elaborado por: Autores (2019).

A floresta semidecidual montana é caracterizada por cobertura vegetal de porte alto a médio, com localização no topo ou encostas das serras, fator que determina as espécies arbóreas da área. Por outro lado, a floresta semidecidual submontana está condicionada ao sopé das serras, com espécies subarbustivas e dispersão entre os afloramentos rochosos.

Para cobertura semidecidual aluvionar predominam espécies arbóreas e subarbustivas do bioma que ocorre no entorno dos canais hidrográficos de quarta e terceira ordem, aliado as



espécies exóticas espaçadas. A savana-estéptica, compreende a maior parte da cobertura vegetal, com distribuição de jusante a montante e se trata de espécies de porte subarbustivas e arbustivas.

De acordo com IDEMA (2008), as espécies de maior abundância é plantas de porte baixo e espalhado, bem como Marmeleiro (*Croton sonderianus* Mull), Xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), Facheiro (*Pilosocereus pachycladus*) e sobretudo Jurema-preta (*Mimosa hostilias* Benth) e branca (*Piptadenia stipulacea* “Benth”. Ducke) e, ainda, as espécies de porte médio, como Catingueira (*Poincianella bracteosa*), Oiticica (*Licania rígida* Benth), Pereiro (*Aspidosperma pyriformium*), Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*). Sobre o tipo de cobertura vegetal, Giulietti *et al.* (2004) associou a diversidade da flora ao fato das características físicas da paisagem, o qual permite a formação de cobertura vegetal de vários portes, aliado a relativa diversidade de espécies.

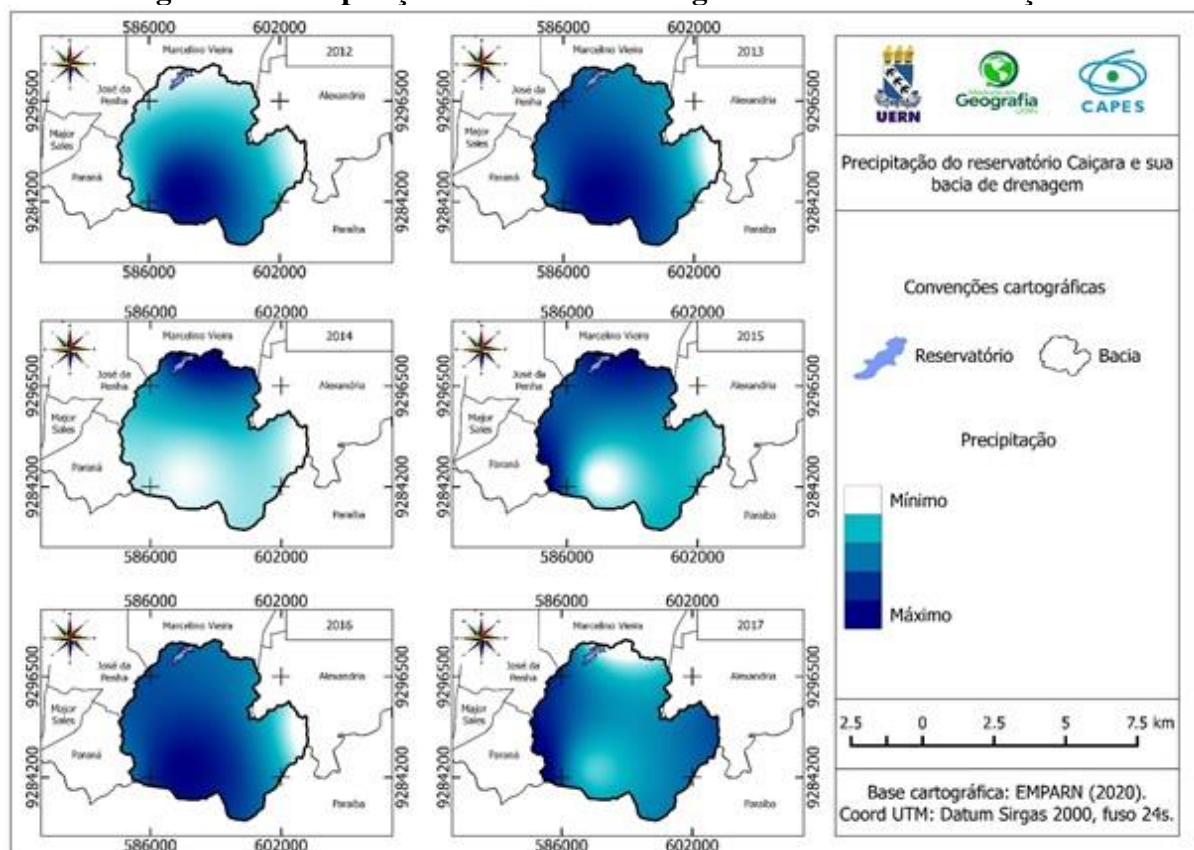
Caracterização climática

As condições climáticas no semiárido brasileiro associam-se à tipologia do clima tropical muito quente e semiárido - BSw'h' (NUNES, 2006), com massa de ar equatoriais e tropicais (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007), contendo forte insolação, temperaturas elevadas e regime de precipitações anuais curtos, em média, de quatro meses.

Para Schmitd (2014) a variabilidade espacial e temporal do regime pluviométrico na região ocorrem entre fevereiro e maio e, que são, influenciado pelo mecanismo meteorológico da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), aliado ao Vórtices Ciclônicos de Alto Níveis (VCANs), Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), Linha de Instabilidade, como também chuvas orográficas, responsáveis pelo ciclo anual das precipitações pluviais. Ainda, segundo Nunes (2006), as médias pluviométricas caracterizam-se por apresentar baixos índices, com valores entre 400 mm a 750 mm anuais.

Em média, as oscilações das precipitações (Figura 7) na bacia de drenagem e vizinhança do reservatório na última seca, obteve acumulados pluviométricos de 188,5 mm (2012), 537,9 mm (2013), 598,8 mm (2014), 361,1 mm (2015), 393,7 (2016), 505,1 mm (2017), com média total de 430,8 mm no período (EMPARN, 2020) e, assim evidenciando a irregularidade e má distribuição, levando a gerar o déficit hídrico na área.

Figura 7 - Precipitação da bacia de drenagem do reservatório Caiçara.



Fonte: IBGE (2018). Elaborado por: Autores (2019).

De forma geral, os eventos atmosféricos é considerado irregular na variabilidade espaço-temporal, com valores anuais 250,0 mm a 750,0 mm, ocorrendo temperatura máxima de 36,0 C° e mínima de 21,0 C°, com média de 28,1 C° (IDEMA, 2008), exceto no período de seca, onde o comportamento das precipitações e temperaturas é afetado por distúrbios dos sistemas meteorológicos e, nesse caso, correspondem as perturbações climáticas do El Nino-Oscilação Sul (MOLION; BERNARDO, 2002).

Nota-se, pois, que as baixas precipitações pluviais e as mudanças súbitas de temperaturas, oriundo da seca, pode ser sentido essencialmente na perda de acumulação dos recursos hídricos superficiais que, dependendo da intensidade espaço-temporal, pode resultar no déficit hídrico, no qual se acentua-se no prolongamento da seca, interferindo, de forma expressiva, nas atividades ambientais e humanas, trazendo uma série de vulnerabilidades.



Considerações finais

Constatou-se que no reservatório e em sua bacia de drenagem, apresentam ampla diversidade no meio físico-natural, o que possibilitou compreender o objeto de estudo como um conjunto de sistema integrado. Esse conjunto de sistema enquadra-se numa rede de interrelações através das trocas de energia e matéria, por meio do ações ambientais e humanas, que são capazes de transformar a dinâmica do ambiente, seja nos aspectos positivos ou nos negativos.

Os estudos geoambientais são, portanto, fundamentais ao planejamento ambiental de um sistema complexo como um reservatório e sua bacia de drenagem, é uma tarefa interdisciplinar que integra vários estudos, que pode ser voltado para o zoneamento das porções-territoriais de uso e manejo sustentável, tanto no sistema terrestre quando o sistema aquático. Essa visão, orienta de forma preliminar na gestão e gerenciamento do objeto de estudo, apresenta-se, também, como uma alternativa para a tomada de decisão, visando as bases do desenvolvimento sustentável no ambiente.

Referências

- AB' SABER, A. Floram: Nordeste seco. **Estudos avançados**. São Paulo, v.4, n.9, p.149-174, 1990. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141990000200007. Acesso em: 10 de jul. 2020.
- ALEXADRIA. **Prefeitura municipal**. Disponível em: <https://www.alexandria.rn.gov.br/>. Acesso em: 02 de dez. 2019.
- ALMEIDA, J. E.; ALVES, A. M. **Zoneamento ecológico-econômico do Alto Oeste Potiguar**: microrregiões de Pau dos Ferros, São Miguel e Umarizal. Mossoró: Queimabucha, 2014.
- CAERN. Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte. **Relatório da Qualidade da Água 2019**. Disponível em: <http://www.caern.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=191033&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=>. Acesso em: 04 de dez. 2019.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In. CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Org). **Introdução à ciência da informação**. São José dos Campos - SP: INPE, 2001. Cap.2, p.01-35.
- CARVALHO, R. G.; KELTING, F. M. S.; SILVA, E. V. Indicadores socioeconômicos e gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográficas do rio Apodi-Mossoró, RN. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.23, n.1, p.143-159, 2011. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/11259>. Acesso em: 10 de mai. 2019.



- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: HUCITE, 1979.
- CHRISTOPHERSON, Robert W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- COSTA, F. R. DA; SOUZA, R. F. DE; SILVA, S. M. P. DA. Análise comparativa de metodologias aplicadas à delimitação da bacia hidrográfica do Rio Doce - RN. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.28, n.3, p.429-442, 2016. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/35246>. Acesso em: 05 de jul. 2020.
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Marcelino Vieira**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/17022/rel_marcelino_vieira.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y. Acesso em: 04 de dez. 2019.
- DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Ficha técnica do açude de Marcelino Vieira**. Disponível em: https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_reservatorio.php?codigo_rese rvatorio=277&descricao_reservatorio=A%E7ude+Marcelino+Vieira. Acesso em: 28 de jun. 2019.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília: Embrapa Solos, 2018.
- EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. **Meteorologia – EMPARN**, 2020. Disponível em: <http://meteorologia.emparn.rn.gov.br:8181/>. Acesso em: 17 de jan. 2020.
- GALINDO, A. C.; SÁ, J. M. Contexto tectônico e geoquímico do Granitóide Catingueira: um magmatismo alcalino-peralcalino no limite norte da zona transversal da Província Borborema. **Geochimica Brasiliensis**. Brasília, v.14, n.1, p.01-21, 2000. Disponível em: <https://geobrasiliensis.emnuvens.com.br/geobrasiliensis/article/view/164>. Acesso em: 12 de dez. 2019.
- GIULIETTI, A. M. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: MMA, 2004. Cap.2, p.48-90.
- HOLANDA, J. S.; DANTAS, J. A.; MEDEIROS, A. A.; FERREIRA NETO, M.; MEDEIROS, J. F.; GUEDES, J. F. Solos. In: **Indicações para adubação de culturas em solos do Rio Grande do Norte**. Parnamirim: EMPARN, 2017. Cap.1, p.8-22.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Bases cartográficas**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>. Acesso em: 05 de jan. 2020.
- IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu Município – Marcelino Vieira**. Natal, v.10, p. 01-22, 2008. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013965.PDF>. Acesso em: 26 de jun. 2019.



- IGARN. **Instituto de Gestão das Águas**. 2019. Disponível em: http://www.igarn.rn.gov.br/?fbclid=IwAR1F4pDNw8WB50alhL5bghLu5D4OwObj47YO_nkPpQTFESGRiLPJpE3ePA. Acesso em: 02 de dez. 2019.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TOPODATA – Banco de Dados geomorfométricos do Brasil**. São José dos Campos, 2002. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/documentos.php>. Acesso em: 05 de jan. 2020.
- JACOMINE, P. K. T.; SILVA, F. B. R.; FORMIGA, R. A.; ALMEIDA, J. C.; BELTRÃO, V. A.; PESSOA, S. C. P.; FERREIRA, R. C. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: MA/ DNPEA – SUDENE/ DRN, 1971.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2019.
- MAGINI, C.; HACKSPACHER, P. C. Evolução metamórfica de arcos magmáticos neoproterozóicos: região NE da província Borborema. **Revista de Geologia**. Fortaleza, v.18, n.2, p.187-202, 2005. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/geologia/issue/view/768>. Acesso em: 12 de dez. 2019.
- MAIA, R. P.; AMARAL, R. F.; GURGEL, S. P. P. Geomorfologia do Estado do Rio Grande do Norte. In: ALBANO, G. P.; FERREIRA, L. S.; ALVES, A. M. (Org). **Capítulos de Geografia do Rio Grande do Norte**. Natal: Fundação José Augusto, 2013. Cap.1, p.21-59.
- MAIA, R.; P.; BÉTARD, F.; BEZERRA, F. H. R. Geomorfologia dos Maciços de Portalegre e Martins-NE do Brasil: inversão do relevo em análise. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Brasília, v.17, n.2, p.273-285, 2016. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/801>. Acesso em: 08 de dez. 2019.
- MEDEIROS, V. C.; NASCIMENTO, M. A. L.; SOUSA, D. C. Geologia. In: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M. (Org). **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte**. Rio de Janeiro: CPRM, 2010. Cap.2, p.17-35.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2007. 151p.
- MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S.O. **Dinâmica das chuvas sobre o Nordeste brasileiro**. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Anais Sociedade Brasileira de Meteorologia – SBMET CL00132, Rio de Janeiro, RJ, 2000. Disponível em: <http://www.cbmet.org.br/cbm-files/12-7ea5f627d14a9f9a88cc694cf707236f.pdf>. Acesso em: 17 de jan. 2020.
- MOLLE, F.; CADIER, E. **Manual do pequeno açude**. Recife: SUDENE, 1992.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.
- NUNES, E. **Geografia física do Rio Grande do Norte**. Natal: Imagem gráfica, 2006.
- PAIVA, L. M. F.; MEDEIROS, J. F. Diagnóstico geoambiental do município de Marcelino Vieira, RN. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**. Sobral, v.21, n.2, p.175-191, 2019. Disponível em: <http://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/481>. Acesso em: 29 de nov. 2019.



ROSS, J. L. S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, São Paulo, v.4, p.25-39, 1985. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47094>. Acesso em: 14 de dez. 2019.

SÁ, C. A. S. et al. **Geologia do extremo oeste potiguar – área de Riacho de Santana, Rafael Fernandes**. Relatório (Graduação em Geologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Departamento de Geologia. Natal, 1981.

SCHMIDT, D. M. **Dinâmica das configurações de formação e inibição das chuvas no Rio Grande do Norte: caracterização hidroclimática do Estado**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Climáticas). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas. Natal, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/19447> Acesso em: 17 de jan. 2020.

SEMARH. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Sistema de informações: Bacia Apodi-Mossoró**. 2019. Disponível em: <http://servicos.semarh.rn.gov.br/semarh/sistemadeinformacoes/consulta/cBaciaDetalhe.asp?CodigoEstadual=01>. Acesso em: 02 de dez. 2019.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento de áreas com necessidade de proteção: o caso do parque estadual do Ibitipoca – MG. In: SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. Cap.1, p.31-65.

SOUZA, Z. S.; SÁ, E. F. J.; MARTIN, H. Metagranitóides do Complexo Caicó, NE do Brasil: aspectos geoquímicos de um magmatismo cálcico-alcalino na transição Arqueano-Paleoproterozóico. **Boletim IG-USP**. São Paulo, v.18, p.55-57, 1996. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/bigsp/article/view/54908>. Acesso em: 14 de dez. 2019.

SUDENE. **Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste**. Folha SB. 24-Z-AII. Pau dos Ferros. Brasília, 1967 (1982, 2 impressão). Carta topográfica. Escala 1:100.000.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Revista Mercator**. Fortaleza, v.5, n.10, p.81-89, 2007. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/69>. Acesso em: 10 de jul. 2020.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Org). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. 2 ed. Botucatu: FUNDIBIO, 2007. Cap.1, p.19-38.

USGS. United States Geological Survey. **EarthExplorer – Landsat 5 TM**. Reston, 1984. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 05 de jan. 2020.

VALE, R. M. C.; RIOS, I. Q. Relevo e produção do espaço na depressão sertaneja meridional-Bahia. **Revista Geosaberes**. Fortaleza, v.6, n.3, p.203-216, 2016. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/469>>. Acesso em: 08 de dez. 2019.