



ESTUDOS
UNIVERSITÁRIOS

Revista de Cultura

60
anos

Estudo

Texto recebido em: 10 ago. 2023. Aprovado em: 26 jan. 2024.

SILVA, Vicente de Paulo; MEDEIROS, Raimundo Mainar de; LINS, Renato Martiniano Ayres. Flutuações climáticas e impactos ambientais na desertificação em Cabaceiras-PB, Brasil. *Estudos Universitários: revista de cultura*, UFPE/Proexc, Recife, v. 40, n. 2, p. 351-377, jul./dez. 2023.

<https://doi.org/10.51359/2675-7354.2023.259451>

ISSN Edição Digital: 2675-7354



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons
Atribuição 4.0 Internacional.

FLUTUAÇÕES CLIMÁTICAS E IMPACTOS AMBIENTAIS NA DESERTIFICAÇÃO EM CABACEIRAS-PB, BRASIL

CLIMATIC FLUCTUATIONS AND ENVIRONMENTAL IMPACTS ON DESERTIFICATION IN CABACEIRAS-PB, BRAZIL

Vicente de Paulo Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Doutor em Engenharia Civil

E-mail: vicenteufrpe@yahoo.com.br

 <https://orcid.org/0000-0002-1435-9335>

 <http://lattes.cnpq.br/3590522665927472>

Raimundo Mainar de Medeiros

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Doutor em Meteorologia

E-mail: mainarmedeiros@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0001-7361-1281>

 <http://lattes.cnpq.br/7233530664703252>

Renato Martiniano Ayres Lins

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

E-mail: renatolins1982@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0001-9785-7710>

 <http://lattes.cnpq.br/5119790677024707>

Resumo

Este estudo é referente à meteorologia e sua relação com o contexto ambiental, aliado à espacialização das informações físicas (como tempo, clima, solo, vegetação, relevo e hidrografia) para o município de Cabaceiras, localizado no estado da Paraíba. Objetivou-se caracterizar, compreender e identificar a influência desses elementos, a fim de verificar a relação

destes com o processo de desertificação. Considerou-se neste trabalho os aspectos morfológicos e as variabilidades climáticas associadas à forte erosividade das chuvas e da erodibilidade dos solos, que assumem maior expressividade nos condicionantes da desertificação. Através disso, concluiu-se que os dados das temperaturas máximas, mínimas e médias, assim como os de amplitudes térmicas, velocidade e direção do vento, evaporação, evapotranspiração, insolação total, nebulosidade, precipitação pluviométrica, desvio padrão da precipitação coeficiente de variância, precipitações máximas e mínimas absolutas, têm uma enorme contribuição para os aumentos da erodibilidade dos solos.

Palavras-chave: degradação ambiental. desertificação. mudança climática.

Abstract

This study refers to meteorology and its relationship with the environmental context, together with the spatialization of physical information (such as weather, climate, soil, vegetation, relief and hydrography) for the municipality of Cabaceiras, located in the state of Paraíba. The aim of this paper was to characterize, understand and identify the influence of these elements, in order to verify their relation to the desertification process. This work considered the morphological aspects and the climatic variability associated with high rainfall erosivity and soil erodibility, which are the most significant factors in conditioning desertification. As a result, it was concluded that the data on maximum, minimum and average temperatures, as well as thermal amplitudes, wind speed and direction, evaporation, evapotranspiration, total insolation, cloudiness, rainfall, standard deviation of rainfall, coefficient of variance, absolute maximum and minimum rainfall, all contribute greatly to the augmentation of soil erodibility.

Keywords: environmental degradation. desertification. climate change.

INTRODUÇÃO

A desertificação pode ser entendida como um conjunto de fenômenos naturais que conduzem determinadas áreas a se transformarem em desertos ou se assemelharem a eles. Sendo regiões de solos arenosos, pode-se encontrar nelas pouca matéria orgânica, devido aos constantes ventos, à irregularidade das chuvas (que arrastam enormes quantidades de sedimentos) e às variabilidades climáticas determinadas por causas naturais ou pela derivação antropogênica, com todos esses elementos resultando em ecossistemas frágeis, sendo as periferias dos desertos classificadas como de maior risco de degradação generalizada, em virtude de seu incerto equilíbrio ambiental.

Silva *et al.* (2015), ao estudarem a região semiárida brasileira, que representa um ambiente ecologicamente instável devido ao uso inadequado e à exploração dos recursos naturais, constataram que o município de São João do Cariri é considerado bastante suscetível à desertificação, graças à forte ação antrópica nele encontrada. Os processos de circulação atmosférica predominantes nessa região também contribuem de modo significativo para a desertificação. Nesse sentido, sabe-se que a análise da variabilidade espacial e temporal das chuvas fornece informações relevantes para os setores municipais, que auxiliam na utilização da água das chuvas e em seu armazenamento, seja para a economia ou para a agricultura da cidade. Os autores observaram ainda que os totais anuais extremos de precipitação pluviométrica registrados em São João do Cariri entre os anos de 1985 e 1998 foram 1.163,2 mm e 124,8 mm respectivamente, extremos decorrentes dos fenômenos de meso e micro escala atuantes na época.

De acordo com Tavares *et al.* (2016), há uma inter-relação entre as vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais de São João do Cariri e o fenômeno de desertificação. Em uma análise realizada para se diagnosticar a suscetibilidade das famílias rurais frente a esse fenômeno, observou-se que a vulnerabilidade social era mais alta do que a econômica, visto que a primeira apresentou um percentual de 44,85% (alto) no município, enquanto que a segunda se manifestou em 13,05% (baixo). Em relação às vulnerabilidades tecnológicas e às secas da cidade, os valores encontrados foram, respectivamente, 30,03% e 17,68%, considerados moderados.

Silva *et al.* (2011) afirmam que o processo de desertificação, de uma maneira geral, ocorre em áreas em que a razão entre precipitação e evapotranspiração potencial¹ anual seja inferior a 0,65, o que corresponde às áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, nas quais uma combinação dos fatores antrópicos e naturais age de forma a acelerar ou não o processo erosivo. Em concordância a isso, os autores Rai *et al.* (2016) e Coelho *et al.* (2014) dizem que a degradação de terras é um grave problema ambiental, por meio da qual todos os ecossistemas florestais apresentam consideráveis alterações de suas áreas originais, decorrentes principalmente de ações antrópicas.

1 A chuva e a evapotranspiração potencial (ETp) são elementos meteorológicos opostos, pois a ETp, expressa em milímetros pluviométricos, pode ser definida pelo “processo de perda de água para a atmosfera, através de uma superfície natural gramada, padrão, sem restrição hídrica para atender às necessidades da evaporação do solo e da transpiração” (Camargo; Camargo, 2000).

Falando especificamente da erosão hídrica, Bertoni *et al.* (2012) e Pires *et al.* (2013) afirmam que ela impacta diretamente a flora e a fauna, uma vez que empobrece o solo devido à perda de nutrientes e matéria orgânica e causa o assoreamento e a contaminação de corpos hídricos pelo deslocamento de fertilizantes e agrotóxicos. Porém, ainda de acordo com Pires *et al.* (2013), a erosão do solo é analisada como um processo de origem natural, com a finalidade de formação da paisagem e de renovação do solo.

Medeiros *et al.* (2015) mostraram que a degradação ambiental que ocorre em regiões de bacias hidrográficas se relaciona com alguns impactos ambientais e suas características. Além disso, os autores refletiram sobre como equacionar de forma positiva esses impactos, ou seja, como revitalizar as áreas degradadas. Evidencia-se, como exemplo dessa questão, a Bacia Hidrográfica do Rio Uruçuí Preto (BH RUP), no sudoeste do estado do Piauí, com toda sua peculiaridade climática no tempo e no espaço. Os autores concluíram que, com medidas de manejo adequadas e ações mitigadoras, a recuperação das áreas impactadas das bacias hidrográficas ocasionará a melhora da qualidade da água, o combate e controle da poluição difusa e o melhoramento da flora e, consequentemente, da fauna. Ou seja: uma reabilitação ambiental quase completa, favorecendo o meio ambiente e o homem.

Lins (2022), por sua vez, demonstrou a necessidade de se pensar de forma holística e sistêmica para se implantarem soluções sustentáveis e inovadoras, destacando como modelo o enfrentamento e a readaptação que houve na Austrália, em que, sob condições similares, o seu poder público, junto às comunidades afetadas, desenvolveu iniciativas que priorizam o gerenciamento das águas pluviais e do solo de forma vinculada e baseada na natureza.

Assim, baseado em todas essas considerações e exemplificações, este presente estudo tem como objetivo caracterizar a desertificação no município de Cabaceiras, Paraíba, dentro de uma metodologia sistemática, referente aos aspectos geoambientais, sob a perspectiva de analisar a influência dos fatores físicos naturais nesse espaço, procurando situá-los no contexto dos riscos mais amplos e da degradação ambiental, que tem incidência em grande expressão nas baixas latitudes. Dessa maneira, este artigo torna-se uma chance para incitar uma reflexão sobre a acepção da natureza e sobre o papel desta como suporte da sociedade.

PANORAMA DE CABACEIRAS

O município de Cabaceiras, localizado no estado da Paraíba, apresenta uma área de 400,22 km² e está posicionado entre os paralelos 7°18'36" e 7°35'50" de latitude sul e entre os meridianos de 36°12'24" e 36°25'36" de longitude oeste. Incorporada à mesorregião da Borborema e à microrregião do Cariri Oriental, a cidade é limitada pelos municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (Medeiros *et al.*, 2020), como retratado na Figura 1.

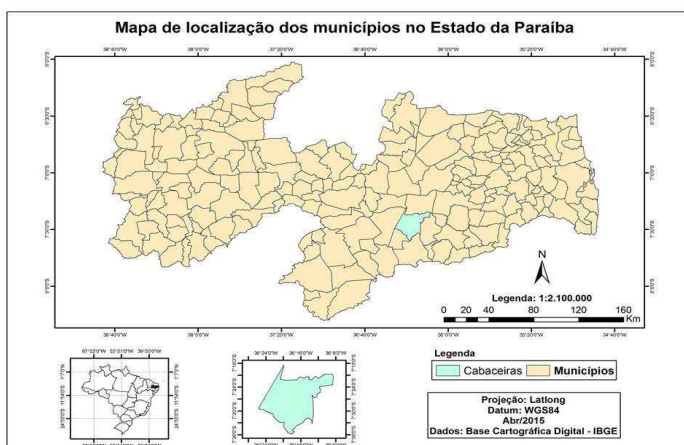


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo

Fonte: Medeiros *et al.* (2020).

O clima de Cabaceiras, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Bsh - Semiárido quente, com precipitação predominantemente abaixo de 600 mm.ano^{-1} e temperatura mais baixa devido ao efeito da altitude (400 a 700 m). Na tabela abaixo, observam-se os dados das precipitações climatológicas mensais e anuais dos últimos 86 anos, obtidos através de uma publicação da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (Aesa), que consta no estudo de Medeiros *et al.* (2020).

Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Cabaceiras	23,0	39,2	59,8	60,2	42,3	43,5	36,8	14,8	5,2	3,4	3,8	9,3	336.6

Tabela 1. Precipitações médias mensal e anual registradas em Cabaceiras-PB ao longo dos últimos 86 anos

Fonte: Medeiros *et al.* (2020).

Em complemento, notam-se a seguir, na tabela 2, as variabilidades dos elementos meteorológicos mensais e anuais de acordo com a caracterização física ambiental da área de estudo. O muni-

cípio tem temperaturas mínimas oscilando de 17,8 a 20,8°C, com uma taxa anual de 19,7°C. A temperatura máxima flui entre 27,8 a 32,6°C, sendo sua temperatura máxima anual de 30,5°C, enquanto que sua temperatura média oscila entre 22,1 a 25,3°C, com uma temperatura média anual de 24°C e amplitude térmica anual de 10,8°C, com variações mensais de 9,3 a 12,4°C. Além disso, a cidade apresenta umidade relativa do ar anual por volta de 63,8%, bem como uma flutuação mensal de 48,0 a 80,0%. A velocidade do vento flui entre 1,0 a 2,0 m.s⁻¹, com um valor anual de 1,5 m.s⁻¹, sendo a direção anual predominante do vento de NE–SE. Ademais, o município de Cabaceiras tem uma evaporação anual de 338,4 mm, com flutuação mensal de 3,5 a 59,8 mm, além de uma evapotranspiração anual de 1.248,4 mm, tendo ela uma flutuação mensal de 79,2 a 127,0 mm. A insolação total varia de 119,0 a 237,9 horas de décimos, com uma taxa anual de 2.224,0, e a cobertura de nuvens varia de 1,0 a 7,0 décimos, estando sua taxa anual por volta de 6,8 décimos. Por fim, a precipitação anual oscila em torno de 336,6 mm e suas flutuações mensais variam de 3,5 a 60,2 mm.

Parâmetros/mes	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
Temperatura máxima	32,1	31,7	31,2	30,4	29,2	28,1	27,8	28,8	30,2	31,7	32,5	32,6	30,5
Temperatura mínima	20,7	20,8	20,8	20,5	19,8	18,8	17,9	17,8	18,8	19,6	20,1	20,6	19,7
Temperatura média	25,3	25,1	24,8	24,5	23,7	22,6	22,1	22,4	23,3	24,3	25,0	25,3	24,0
Amplitude térmica	11,4	10,9	10,4	9,9	9,4	9,3	9,9	11,0	11,4	12,1	12,4	12,0	10,8
Umidade relativa	50,0	70,0	75,0	77,0	70,0	80,0	80,0	66,0	49,0	50,0	48,0	50,0	63,8
Direção vento	1,7	1,5	1,0	1,1	1,2	1,1	1,1	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	1,5
Intensidade vento	NE	NE	NE	NE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE	NE-SE
Evaporação	22,2	39,7	59,4	59,8	41,2	43,4	36,3	14,5	5,3	3,5	3,7	9,4	338,4
Evapotranspiração	123,1	111,3	117,3	107,5	99,0	82,1	79,2	83,1	91,9	109,6	117,3	127,0	1248,4
Insolação	238,9	203,0	203,0	173,6	175,4	151,1	119,0	150,7	181,9	212,5	217,2	197,7	2224,0
Nebulosidade	6,0	6,5	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	5,0	2,0	1,0	2,0	2,0	6,8
Precipitação histórica	23,0	39,2	59,8	60,2	42,3	43,5	36,8	14,9	5,2	3,4	3,8	9,3	336,6
Precipitação máxima	279,2	183,8	386,0	271,2	184,8	176,0	154,8	71,0	50,0	91,4	45,0	157,0	775,5
Precipitação mínima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6

Tabela 2. Variabilidade dos elementos meteorológicos mensais e anuais na caracterização física e nos impactos ambientais na desertificação em Cabaceiras
Fonte: Medeiros, 2007.

Para este estudo, foram utilizados relatórios técnicos, artigos e dissertações, além de dados meteorológicos de temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média, amplitude térmica, velocidade e direção do vento, evaporação, evapotranspiração, insolação total, nebulosidade, precipitação climatológica, precipitação máxima absoluta e precipitação mínima absoluta. Trabalhou-se com o programa *Estima - T*, desenvolvido pelo Departamento de Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), além de uma reta de regressões múltiplas, interpolações (Medeiros, 2007) e um mapa temático de localização, no qual constam estradas, drenagens, municípios vizinhos, rodovias e estradas de leito natural, onde os registros realizados nas visitas de campo e técnicas identificaram os seguintes aspectos:

- (a) Características climáticas, hidrológicas, geomorfológicas, pedológicas e de cobertura vegetal da área de estudo;
- (b) Variabilidade climática e sua influência no processo de desertificação;
- (c) Causas e consequências que influenciam o meio ambiente.

Foi utilizado o controle de campo do mês de janeiro de 2010, o acompanhamento das intensidades de chuva, a análise dos solos, o comportamento dos fatores intrínsecos das vertentes e as formas de apropriação, bem como a avaliação de processos resultantes e a análise de documentos como relatórios técnicos e registros fotográficos.

Os dados foram gerados no Excel, pelo método das estimativas, com a interpolação das estações meteorológicas dos municípios circunvizinhos e das retas de regressões múltiplas a partir das coordenadas geográficas de latitude, longitude e altitude da área em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM) (1999), a expansão dos núcleos de desertificação é um dos maiores problemas causados pelas estiagens nas regiões semiáridas, pois os fenômenos meteorológicos que contribuem para a desertificação são, por ordem de importância, as secas, as avalanches, a erosão do vento e a variabilidade climática.

O processo de desertificação no município de Cabaceiras é causado por uma interação complexa de fatores físicos. As consequências ambientais da degradação do solo são bastante graves, sendo os aspectos mais maléficos a redução de produção das terras; o abatimento da produção agropecuária; as mudanças no macro e microclima; a instabilidade pluvial; o excesso de água no solo por escoamento superficial; a perda de microrganismos e nutrientes do solo; as mudanças no padrão de drenagem; o risco de extinção de espécies na flora e fauna; a redução da biodiversidade (vegetal, animal e da paisagem); o desmatamento desproporcional a cobertura de arborização; o assoreamento de rios, riachos, córregos, lagos e lagoas de regime intermitente; o empobrecimento da população, que resulta no abandono de terras e no êxodo rural; e o ressecamento dos brejos e dos olhos d'água por falta da vegetação nativa e rasteira que fornecem água para diversas atividades desenvolvidas no município de Cabaceiras, visto que na última década as chuvas registradas vêm ocorrendo com magnitude variada e em curto intervalo de tempo. Todas essas são situações que comprometem fortemente a economia e o meio ambiente estudados.

O panorama da degradação ambiental em Cabaceiras tem ampla magnitude, não apenas pela sua expansão, mas princi-

palmente pelo rápido processo de degradação. As erosões têm causado sérios efeitos negativos nas zonas urbana e rural, agredindo rodovias, estradas, a vegetação e o solo por meio do processo erosivo, que culmina no assoreamento de baixios, grutas, riachos, rios, lagos, lagoas, córregos, açudes e barragens.

As observações foram realizadas nos meses de janeiro a junho do ano de 2000, coincidindo com o período chuvoso na região, fazendo o processo se agravar devido à ação erosiva da chuva causada pelo impacto das gotas no solo. A ação erosiva depende do volume e da velocidade da chuva e ainda da declividade do terreno e da capacidade de absorção do solo. A intensidade das chuvas é o fator mais importante: quanto maior a intensidade, maior é a perda por erosão. Nesse sentido, as áreas suscetíveis à desertificação em Cabaceiras caracterizam-se por longos períodos de seca, seguidos por outros de intensas chuvas. Ambos os processos (seco e/ou chuvoso) costumam provocar expressivos prejuízos ambientais, econômicos e sociais, afetados pelas variabilidades climáticas do município e da região.

Observou-se que provocam condições favoráveis e acentuam o processo de desertificação: as variabilidades espacial e temporal dos índices pluviométricos e dos desvios anuais das precipitações

nos solos litólicos², os quais possuem reduzida capacidade de retenção de água; os ventos quentes e secos; as altas taxas de insolação total diretamente na superfície e a baixa cobertura de nuvens, que provocam o estímulo das taxas de evaporação e evapotranspiração; a variabilidade diurna da umidade relativa do ar; as flutuações das temperaturas e as altas taxas de queimadas. Dessa forma, o relevo está sendo completamente arrasado (Figura 2), levando consigo a cobertura vegetal e deixando o campo nu.



Figura 2. Área em processo de desertificação

Fonte: Habitantes de Cabaceiras-PB (2020).

2 “Ocorrem em toda região semiárida, principalmente nas áreas onde são encontrados afloramentos rochosos. São muito pouco desenvolvidos, rasos, não hidromórficos (sem a presença de água), apresentando horizonte A diretamente sobre a rocha ou horizonte C de pequena espessura. São normalmente pedregosos e/ou rochosos, moderadamente a excessivamente drenados com horizonte A pouco espesso, cascalhento, de textura predominantemente média, podendo também ocorrer solos de textura arenosa, siltosa ou argilosa. Podem ser distróficos ou eutróficos, ocorrendo geralmente em áreas de relevo suave ondulado a montanhoso. Apresentam poucas alternativas de uso por se tratar de solos rasos ou muito rasos e usualmente rochosos e pedregosos. Situa-se em áreas acidentadas de serras e encostas íngremes, normalmente com problemas de erosão laminar e em sulcos severa ou muito severa. A pequena espessura do solo, com frequente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, grande susceptibilidade à erosão, mormente nas áreas de relevo acidentado, onde estes solos ocorrem com maior frequência, são as limitações mais comuns para este tipo de solo [...]” (Cunha *et al.*, 2021).

Todavia, os aspectos morfológicos, bem como as variações climáticas associadas à forte erosividade das chuvas locais e à erodibilidade de seus solos, assumem maior expressividade nos condicionantes da desertificação, resultando em um grave quadro de erosão em sulco, como observado em Cabaceiras.

Nessa acepção, o clima é algo de extremo valor, um patrimônio para a humanidade, considerado um importante recurso natural. Em outras palavras, o clima é, na realidade, um insumo natural extremamente vinculado aos processos físicos e econômicos. Dessa forma, a relação entre o clima e a organização do espaço depende do grau de desenvolvimento econômico e tecnológico de cada sociedade e de quais atributos climáticos são mais relevantes em cada região ou local. Sendo assim, as questões ambientais vinculadas direta ou indiretamente ao clima demonstram a intensa vulnerabilidade da sociedade contemporânea em relação aos fenômenos da natureza (Mendonça; Oliveira, 2007).

A posição geográfica em baixa latitude expõe o município de Cabaceiras a uma intensa radiação solar, que esgota as reservas de água superficiais, ameaçando o equilíbrio da biosfera. A amputação da cobertura vegetal expõe o solo à erosão e a uma elevada reflectância³, o que provoca uma desestabilização no balanço da energia no solo (Galvão, 1994).

Em equidade da redução ou dissipação da cobertura vegetal, o balanço térmico desequilibra-se com o aumento da refletividade da

3 “A proporção de energia radiante incidente que é refletida por uma superfície. A reflectância varia de acordo com os comprimentos de onda da energia radiante incidente e, a cor e composição da superfície” (Reflectância, 2023).

radiação solar, ou seja, vai do albedo⁴ ao nível da superfície. Este, por sua vez, intensifica a subsidência atmosférica⁵, conduzindo para a superfície o ar seco da alta troposfera⁶, que inibe a formação de nuvens e reduz a probabilidade de chuvas. Da mesma forma, o solo desprotegido e exposto diretamente à radiação solar tem sua capacidade de retenção de água muito reduzida (Silva *et al.*, 2010).

Betorni *et al.* (2012) afirma que a intensa degradação da área é consequência dos processos de erosão hídrica pela ação das águas sobre solos extremamente friáveis⁷. Nesse sentido, conclui-se que as irregularidades climáticas têm forte influência sobre o processo de desertificação. O problema é ocasionado tanto no período chuvoso (as chuvas arrastam grandes quantidades de terra) quanto no período seco, época em que os solos ficam demasiadamente secos e a ação do vento acentua ainda mais o processo erosivo. Os brejos e leitos dos rios estão sendo soterrados pelos solos erodidos.

4 Segundo o Instituto de Pesquisa Ambiental na Amazônia (IPAM), o albedo é uma fração da radiação solar refletida por um objeto ou uma superfície. O albedo pode ser definido como alto ou baixo, a depender de por que tipo de superfície ele está sendo refletido. Na Terra, essa variação ocorre muito devido aos diferentes tipos de solo, vegetação e nuvens.

5 A subsidência atmosférica ocorre “quando a pressão atmosférica entre os níveis médios e a superfície aumenta, inibindo o desenvolvimento de nebulosidade, aumentando, também, a temperatura da massa de ar” (Inmet, 2023).

6 A camada mais densa da atmosfera, onde ocorrem fenômenos climáticos (Azevedo, 2023).

7 “Condição fofa de solo úmido que esboroa-se (desfaz-se) com leve pressão entre o polegar e o indicador” (Prado; Carvalho, 2023).

Salienta-se ainda que as mudanças climáticas determinadas por causas naturais são geralmente lentas, ocorrendo na escala de milhares de anos, ao passo que as alterações produzidas pela ação antrópica manifestam-se em poucas décadas (Cassetti, 1994). Entretanto, Mendonça *et al.* (2007) elucidam que o sistema climático é formado por um conjunto de elementos altamente dinâmicos que interagem com os fatores geográficos do clima, existindo, assim, uma permanente troca de energia e interdependência. Nesse sentido, os estudos do clima no campo da Geografia estão direcionados para a espacialização dos elementos e fenômenos atmosféricos, buscando explicar sua dinâmica processual.

Dessa maneira, tanto a Meteorologia como a Geografia visam integrar as diferentes camadas terrestres para a compreensão da produção e da organização do espaço no estudo do tempo e clima, visto que estas têm um vetor de grande relevância no espectro de suas análises espaciais e temporais (Silva *et al.*, 2010).

De qualquer forma, há vários outros critérios para se avaliar o processo de desertificação, como, por exemplo, a variabilidade interanual da precipitação, por meio de fórmulas que levem em conta o desvio-padrão anual do fenômeno, além da realização de análises espectrais de séries temporais de precipitação, a fim de detectar ciclicidades, periodicidades e tendências (Silva *et al.*, 2010).

VULNERABILIDADE DOS DOMÍNIOS MORFOCLIMÁTICOS

Ab'Sáber (1970) define seis domínios morfoclimáticos para o Brasil, estando a Paraíba inserida no Domínio das Caatingas – região

nordestina de formações cristalinas⁸, área depressiva intermontanhas e clima semiárido, sendo o solo raso e pedregoso, com muita intensidade de intemperismo físico nos latossolos⁹ e pouca erosão nos litólicos, além da presença de sais, os quais podem ser citados: Solonetz, Solodizado, Planossolo, solódicos e solonchaks. A vegetação é caracterizada como herbácea tortuosa, tendo como espécies as cactáceas, o mandacaru e o xique-xique, ou seja, vegetações que sobrevivem a épocas de extrema estiagem e, em razão disso, possuem adaptações, como a casca dura e seca, conservando a umidade em seu interior.

8 “[...] Os maciços antigos (ou escudos cristalinos) são os terrenos mais antigos da crosta terrestre, sendo constituídos por rochas magmáticas e metamórficas. Nos maciços apareceram as jazidas minerais metálicos (ferro, ouro, manganês, prata, cobre, alumínio e estanho). No Brasil, representam 36% da superfície territorial [...]” (Globo Educação, [S.d.]).

9 “[...] São solos minerais, não-hidromórficos, profundos (normalmente superiores a 2 m), horizontes B muito espesso (> 50 cm) com seqüência de horizontes A, B e C pouco diferenciados; as cores variam de vermelhas muito escuras a amareladas, geralmente escuras no A, vivas no B e mais claras no C. A sílica (SiO₂) e as bases trocáveis (em particular Ca, Mg e K) são removidas do sistema, levando ao enriquecimento com óxidos de ferro e de alumínio que são agentes agregantes, dando à massa do solo aspecto maciço poroso; apresentam estrutura granular muito pequena; são macios quando secos e altamente friáveis quando úmidos. Apresentam teor de silte inferior a 20% e argila variando entre 15% e 80%. São solos com alta permeabilidade à água, podendo ser trabalhados em grande amplitude de umidade. Os latossolos apresentam tendência a formar crostas superficiais, possivelmente, devido à flocculação das argilas que passam a comportar-se funcionalmente como silte e areia fina. A fração silte desempenha papel importante no encrostamento, o que pode ser evitado, mantendo-se o terreno com cobertura vegetal a maior parte do tempo, em especial, em áreas com pastagens. Essas pastagens, quando manejadas de maneira inadequada, como: uso de fogo, pisoteio excessivo de animais, deixam o solo exposto e sujeito ao ressecamento [...]” (Sousa; Lobato, 2021).

No que diz respeito à vegetação, a Caatinga apresenta-se amplamente diversificada, tanto na sua fitofisionomia quanto na composição florística, em função da diversidade de ambientes que compõem o semiárido brasileiro, comandado pelas alterações locais dos elementos do clima, especialmente no que se refere à quantidade e à distribuição da chuva. Vários autores, reconhecendo essa diversidade, classificam a caatinga de forma plural, em diferentes subsistemas, o que a leva a ser concebida como o Bioma das Caatingas (Cavalcanti *et al.*, 2007).

A desertificação biológica ocorre quando os ecossistemas perdem sua capacidade de regeneração, verificando-se a rarefação da fauna e a redução da cobertura vegetal, seguidas de empobrecimento dos solos e da salinização. Diante disso, em qualquer domínio morfoclimático, no caso de Cabaceiras e alguns enclaves da Caatinga, as configurações espaciais determinadas pela compartimentação topográfica¹⁰, cobertura natural, rede de drenagem, altitude, dentre outros aspectos meteorológicos e geográficos, interagem de forma significativa com os padrões climáticos regionais (Conti, 2008).

10 “[...] Compartimentar o relevo, ‘significa dividir uma área em áreas menores, no interior das quais ocorrem um mesmo padrão de formas de relevo’ (SANTOS, 2004). A compartimentação vai permitir a identificação dos terrenos que possuem formas e processos semelhantes” (Ávila, 2018).

IMPACTOS AMBIENTAIS NA HIDROGRAFIA

O município de Cabaceiras encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, sub-bacia do Rio Seridó. Seus principais tributários são os rios Cabaceiras, Letreiro e da Passagem. Além dos vários riachos, os principais corpos de acumulação são os açudes Várzea Grande (21.532.560m³), Carrapateira, Conceição, do Dedo, Carrapato, Cabaceiras e da Jurema, além das lagoas do Canto, do Deserto, Cercada, do Junco e de Montevideu. Todos os cursos d'água têm regime de escoamento intermitente com padrão de drenagem dendrítico, ou seja, espalham-se como galhos de uma árvore (CPRM, 2005).

Do ponto de vista hídrico, o semiárido é conhecido por sua média pluviométrica de 800 mm por ano, existindo uma pequena parcela desse espaço de tempo em que a média anual fica inferior a 400 mm. Os anos mais secos dificilmente são inferiores a 200 mm, não chegando a existir um ano sem chuvas. O que explica o déficit hídrico são o elevado potencial de perda de água por evapotranspiração (lembrando que o semiárido brasileiro está totalmente situado na zona tropical); a má distribuição das chuvas no tempo e no espaço; a quase inexistência de rios perenes que possam garantir a qualidade e a quantidade da água necessária para as populações locais; o baixo nível de aproveitamento das águas de chuva; e a opção pela tecnologia dos grandes açudes, com grandes espelhos de água que facilitam a evaporação (Cavalcanti *et al.*, 2007).

No tocante ao quadro natural, as características edafoclimáticas¹¹ da região, como as fortes chuvas, transportam grande quantidade de sedimentos para a drenagem regional (lagoas, lago, córregos, grutas, riachos, rios, açudes, barragens), ocorrendo o intenso processo de assoreamento desses cursos d'água de regime intermitente ou perene. O processo de assoreamento dos rios da região é bastante comum por conta de sedimentos oriundos do processo erosivo corrente na área (Galvão, 1994). As deposições de sedimentos nos rios acabam por alterar os cursos da água, gerando feições denominadas meandros abandonados.

A Meteorologia, nas últimas décadas, tem apresentado novas técnicas metodológicas com uma roupagem atualizada dos parâmetros conceituais e uma base tecnológica apoiada nas ferramentas informatizadas. Desse modo, objetiva-se, de forma eficaz, realizar a aplicação do conhecimento geográfico, especificamente sobre os aspectos físicos, aos estudos e manejos dos impactos ambientais (Silva *et al.*, 2010).



Figura 3. Rio Direito - Cabaceiras

Fonte: Habitantes de Cabaceiras-PB (2020)

11 “Relativo aos solos e ao clima (ex.: o vinho é produzido em condições edafoclimáticas excepcionais)” (Priberam Informática, S.A, c2024).

Segundo Andrade (1987), um dos princípios da Geografia é a interconexão, pois nenhum fenômeno age de forma isolada. No que se refere à bibliografia, existe uma carência de determinação e literatura na área de abrangência dos estudos da desertificação. Julga-se que dados meteorológicos reais sejam de fundamental importância para embasar os estudos em melhores análises. Diante dos novos desafios a serem analisados atualmente, na perspectiva da abordagem meteorológica e geográfica do tempo, do clima e da climatologia, o método sistêmico¹² vem sendo amplamente empregado, uma vez que ele expressa uma visão extremamente interativa, relacionando processos e respostas. O enfoque sistê-

12 “A escala foi um dos paradigmas da Geografia clássica, em se tratando da sua afirmação enquanto ciência, pois não era atribuído a ela um objeto próprio, que dotasse de características geográficas, suficientemente únicas, para que se pudesse dizer “isto é da Geografia”. Isso decorre do fato de que a realidade, e os fenômenos geográficos muitas vezes são multiescalar, pois leva em considerações múltiplas variáveis que não se distribuem com sincretismo, como sentimento, estatística, relações, história, cultura, política, meio ambiente, enfim elementos geográficos, que são sine qua non, de sua existência científica, que precisam ser arranjados em uma escala de entendimento possível [...] Com isso, entende-se que a escolha da escala é feita pela espacialidade que o fenômeno analisado necessita, seja local, regional, nacional ou mundial. Micro, meso ou macro. Considera-se, pois, a mesoescala, uma escala intermediária da Geografia, situada entre o único e o universal, o local e o planetário. Castro (2000) observa que a discussão da escala na Geografia ficou por muito tempo estacionada, pois era sempre resumida a uma qualidade cartográfica, que se expressava matematicamente, ‘confundindo-se a escala de fração com a escala de extensão’ (idem, 2000, p. 119), nessa perspectiva era vista somente como um instrumental. Avançando sobre o assunto a mesma autora entende que foi fundamental a libertação da escala da analogia cartográfica, desse modo ‘a escala foi objetificada mediante a visibilidade de partes do real, que representam estruturas que se diferenciam de acordo com o ponto de vista do observador’(CASTRO, 2000, p. 136)” (Nunes; Ferreira, 2019).

mico fornece uma nova via de investigação, abrindo novas relações para interpretações mais complexas a respeito do clima, que é dinâmico e interativo, possuindo um caráter de conjunto, de síntese e de dinamismo (variabilidade e ritmo). Por isso, a análise dinâmica é extremamente importante para a definição em mesoescala dos sistemas morfológicos, para a interpretação da dinâmica dos processos erosivos do meio ambiente e de outros aspectos.

Por meio do panorama apresentado, cabe ressaltar que o entendimento da caracterização geoambiental de uma determinada área exige o conhecimento da dinâmica, dos processos e das relações existentes entre os elementos físicos que atuam no meio ambiente, sendo necessário que se tenha uma visão integrada dos fatores que o compõem e influenciam em um determinado fenômeno.

CONCLUSÃO

A cobertura natural da região de Cabaceiras está caracterizada pelo bioma Caatinga, que é bem expressivo, porém bastante degradado, visto que, ao longo do tempo, sofreu com a exploração da lenha, a produção de carvão e a ocupação do solo pela agricultura e pela pecuária. Pode-se detectar também que a vegetação predominante nessa região é reflexo do solo, do relevo e do clima predominantes, sendo por isso que se predomina um alto grau de empobrecimento da vegetação, o qual se constitui de extratos compostos por árvores, arvoretas, arbustos e ervas que secam no período de estiagem. O desmatamento da caatinga nativa vem ocorrendo por meio da formação de campos agrícolas para o plantio de culturas de subsistência. Além disso, as queimadas através da técnica da coivara são implementadas em curtos intervalos de tempo, para estabelecer

-se a preparação de novas plantações, e há a retirada da madeira nativa para que seja vendida aos proprietários de olarias, panificadoras e cerâmicas, além do consumo próprio, como produto energético para a alimentação dos seus fornos.

O fenômeno da desertificação em Cabaceiras está diretamente relacionado com a variabilidade climática, a estrutura geológica, as formas do relevo, os solos e a cobertura vegetal. Há tendência de crescimento dessas áreas de desertificação e, conseqüentemente, uma redução das demais classes de fauna e flora encontradas na região estudada. Os elementos de variabilidade climática, como temperaturas máximas, mínimas e médias, amplitudes térmicas, velocidade e direção do vento, evaporação, evapotranspiração, insolação total, nebulosidade, precipitação pluviométrica, desvio padrão da precipitação, coeficiente de variância, precipitações máximas e mínimas absolutas, as contribuições dos efeitos locais e de pequenas e largas escalas têm uma enorme contribuição para os aumentos da erodibilidade dos solos.

A área degradada necessita da conscientização da população, do incentivo por parte do poder público e do setor privado em relação à criação de grupos de estudos que busquem maneiras que sejam menos dispendiosas e demoradas de suavizar ou até mesmo reverter o processo de desertificação.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. *Geomorfologia*, [S.l.], n. 20, p. 1-26, 1970. Dihttps://biblio.fflch.usp.br/AbSaber_AN_1348920_ProvinciasGeologicas.pdf. Acesso em: 21 nov. 2023.

ALBEDO. In: Glossário do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia.

Cuiabá: IPAM, 2023. Disponível em: <https://ipam.org.br/glossario/albedo/>. Acesso em: 29 dez. 2023.

ANDRADE, M. C. *Geografia, ciência da sociedade: uma introdução à análise do pensamento geográfico*. São Paulo: Atlas, 1987.

ÁVILA, F. F. Compartimentação Geomorfológica e Identificação de Áreas Suscetíveis a Erosão Acelerada na Porção Sudoeste de Anápolis (GO). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 7., 2008, Belo Horizonte. *Anais [...]*. Belo Horizonte: União de Geomorfologia Brasileira, 9 mar. 2018. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/7/0144.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

AZEVEDO, J. *Troposfera: o que é e características*. [S.l]: Ecycle, 2023. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/troposfera/>. Acesso em: 29 dez. 2023.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 2 ed. São Paulo: Ícone, 2012. 355 p.

CASSETI, V. *Elementos de Geomorfologia*. Goiânia: Editora UFG, 1994.

CAMARGO, A. P. De; CAMARGO, M. B. P. De. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. *Bragantia*, [S.l], v. 59, n. 2, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/94MFPNhyYKGKRds4cMKFBBt/?lang=pt#>. Acesso em: 29 dez. 2023.

CAVALCANTI, E. R.; COUTINHO, S. F. S.; SELVA, V. S. Desertificação e desastres naturais na região do semiárido brasileiro. *Revista Cadernos de Estudos Sociais*, Recife, v. 22, n. 1, p. 19-31, 2006. Disponível em: <https://periodicos.fundaj.gov.br/CAD/article/view/1358/1078>. Acesso em: 22 dez. 2023.

COELHO, V. H. R. et al. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, [S.l], v. 18, n. 1, p. 64-72, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/7hTsMfpbbPzGYzMTWwP6spw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 nov. 2023.

CONTI, J. B. O Conceito de Desertificação. *Climep: Climatologia e Estudos da Paisagem*, Rio Claro, v. 3, n. 2, p. 39, 2008. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/2091>. Acesso em: 22 dez. 2023.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. *Serviço Geológico do Brasil*, 2005.

CUNHA, T. J. F.; SÁ; I. B.; PETRERE; V. G.; TAURA, T. A. Litólicos. *Embrapa*, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/solos/neossolos/litolicos>. Acesso em: 10 jan. 2024.

EDAFOCLIMÁTICAS. *In: Dicionário Priberam da Língua Portuguesa*. Lisboa: Priberam Informática, S.A, c2024. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/edafoclim%C3%A1ticas>. Acesso em: 10 jan. 2024.

FARIA, M. V. C. Estrutura geológica e mineração. *Globo Educação*, [S.d]. Disponível em: <http://educacao.globo.com/geografia/assunto/geografia-fisica/estrutura-geologica-e-mineracao.html>. Acesso em: 10 jan. 2024.

GALVÃO, A. L. C. O. Caracterização geoambiental em região submetida aos processos de desertificação – Gilbuês-PI, um estudo de caso. *In: CONFERÊNCIA NACIONAL DA DESERTIFICAÇÃO*, 1., 1994, Fortaleza. *Anais [...]*. Brasília: Fundação Esquel Brasil, 1994. p. 79-167.

LINS, R. M. A.; CABRAL, J. J. S. P. Estudo Comparativo da Regulamentação de Gestão do Ciclo das Águas Urbanas entre o Brasil e a Austrália: uma abordagem pelo Water Sensitive Urban Design (WSUD). *Revista dos Mestrados Profissionais*, Recife, v. 11, n. 1, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/RMP/article/view/248674/41537>. Acesso em: 22 dez. 2023.

MEDEIROS, R. M. Caracterização de mudanças climáticas por meio de séries meteorológicas para o município de Teresina/Piauí. *Revista Pernambucana de Tecnologia*, Recife, v. 2, p. 6-17, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/107894510-Caracterizacao-de-mudancas-climaticas-por-meio-de-series-meteorologicas-para-o-municipio-de-teresina-piaui.html>. Acesso em: 20 fev. 2024.

MEDEIROS, R. M. *Estudo agrometeorológico para o Estado da Paraíba*. [S.l.]: [s.n.], 2007. p. 122.

MEDEIROS, R. M. et al. Climate Fluctuations and Environmental Impacts in Desertification in Cabaceiras -PB, Brazil. *IJSRM – International Journal of Science and Research Methodology*, Satara, Índia, v. 16, n. 2, 2020. Disponível em: <https://ijsrm.humanjournals.com/wp-content/uploads/2020/09/5.Manoel-Vieira-de-Fran%C3%A7a-Moacyr-Cunha->

Filho-Raimundo-Mainardi-de-Medeiros-Romildo-Morant-de-Holanda-Victor-Casimiro-Piscocya-Jucarlos-Rufino-de-Freitas-Tha%C3%ADsa-Oliveira-Folha-Piscocya.pdf. Acesso em: 9 jan. 2024.

MEDEIROS, R. M.; GOMES FILHO, M. F. Impactos ambientais em bacias hidrográficas – caso da bacia do rio Uruçuí Preto – PI. In: SEABRA, G. (org.). *Terra: Saúde Ambiental e Soberania Alimentar*. Ituiutaba: Editora Barlavento, 2015. v. 2. *E-book*.

MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I. M. D. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2007.

NUNES, N. G.; F. E. A mesoescala em estudo regional: perspectivas na teoria da região. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 10206-10217, jul. 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/2490/2517>. Acesso em: 10 jan. 2024.

ONDA DE CALOR AFETA GRANDE PARTE DO PAÍS NESTA SEMANA. *Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet)*, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/onda-de-calor-afeta-grande-parte-do-pa%C3%ADs-nesta-semana>. Acesso em: 29 dez. 2023.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. *Sistemas de alerta temprana para casos de sequía y desertificación: papel de los servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales*. Genebra: OMM-Nº 906, 1999. Disponível em: <https://library.wmo.int/jiewer/50198/?offset=#page=1&viewer=picture&o=search&n=0&q=nicholson>. Acesso em: 9 jan. 2024.

PRADO, H. Do; CARVALHO, J. P. De. Friável. In: Glossário pedologia fácil. *Pedologia Fácil*, 2023. Disponível em: <https://www.pedologiafacil.com.br/glossario.php#:~:text=Fri%C3%A1vel%3A%20condi%C3%A7%C3%A3o%20fofa%20de%20solo,o%20polegar%20e%20o%20indicador>. Acesso em: 29 dez. 2023.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M. *Práticas mecânicas de conservação do solo e da água*. 3 ed. Viçosa: Editora UFV, 2013.

RAI, A. et al. Understanding the effectiveness of litter from tropical dry forests for the restoration of degraded lands. In: *Ecol Engineering. Science Direct*, v. 93, p.76-81, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857416302415>. Acesso em: 22 nov. 2023.

REFLECTÂNCIA. In: Dicionários GIS de Suporte da Esri. California: Esri, 2023. Disponível em: <https://support.esri.com/pt-br/gis-dictionary/>

reflectance. Acesso em: 29 dez. 2023.

SILVA, I. A. S.; SILVA, J. C. B.; SILVA, K. A. Estudo da desertificação em Gilbués – Piauí: Caracterização física, variabilidade climática e impactos ambientais. *Revista de Geografia*, Recife, v. 28, n. 2, p. 95-108, 2011.

SILVA, V. M. A.; MEDEIROS, R. M.; ARAÚJO, S. M. S. Desertificação e variabilidade pluviométrica em São João do Cariri-PB no período de 1911-2010. *In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE A ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO*, 1., 2013, Campina Grande. *Anais [...]*. Campina Grande: Editora Realize, 2013. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/5060>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SILVA, V. M. A.; MEDEIROS, R. M.; PATRÍCIO, M. C. M. Degradação e Desertificação, evolução dos estudos da Paraíba com uso de Geotecnologias. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL*, 2.; ENCONTRO NORDESTINO DE BIOGEOGRAFIA, 4., 2011, João Pessoa. *Anais [...]*. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2011.

SOUSA; D. M. G.; LOBATO, E. Latossolos. *Embrapa*, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/solo/tipos-de-solo/latossolos>. Acesso em: 10 jan. 2024.

TAVARES, V. C.; RAMOS, N. Z. A desertificação em São João do Cariri (PB): uma análise das vulnerabilidades. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 9, n. 5, p. 1384-1399, 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/330f/7a06d9dd6d5be70b2830c5a680fa8876a81c.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2023.