

## *Sistemas ambientais e susceptibilidade à desertificação a partir de indicadores biofísicos no município de Assú/RN*

*Environmental systems and susceptibility to desertification from biophysical indicators in the municipality of Assú/RN*

*Sistemas ambientales y susceptibilidad a la desertificación de indicadores biofísicos en el municipio de Assú/RN*

Maria Carolina de Santana Peixôto  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte  
carolinageo@outlook.com

Manoel Cirício Pereira Neto  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte  
ciricioneto@uern.br

Josiel de Alencar Guedes  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte  
josielguedes@uern.br

---

### **Resumo**

Com base na análise sistêmica e estudos integrados, o presente trabalho tem como objetivo analisar a aplicabilidade dos indicadores geobiofísicos da desertificação nos sistemas ambientais do município de Assú, localizado no interior do estado do Rio Grande do Norte. As bases teórico-metodológicas são apresentadas sob enfoque holístico a partir dos elementos da paisagem, perpassando pela teoria Geossistêmica. Metodologicamente o trabalho aconteceu a partir da bibliografia, seguido pela produção cartográfica por meio de imagens de satélites e de órgãos especializados, correção dos dados obtidos, além do trabalho de campo para assim determinar os sistemas ambientais e aplicar os indicadores geobiofísicos para determinar sua susceptibilidade à desertificação. Os indicadores demonstraram que as áreas de maior susceptibilidade à desertificação, bem como maior instabilidade e vulnerabilidade ambiental, está presente nos sistemas ambientais denominados Depressão Interplanáltica do Complexo Caicó e Cristas Residuais e Inselbergs.

**Palavras-Chave:** Semiárido. Desertificação. Teoria Geossistêmica. Vulnerabilidade.

---

### Abstract

Based on systemic analysis and integrated studies, this study aims to analyze the applicability of geobiophysical indicators of desertification in the environmental systems of the municipality of Assu, located in the state of Rio Grande do Norte. The theoretical-methodological bases are presented in holistic approach from the landscape elements, passing through the geosystemic theory. Methodologically work came from literature, followed by cartographic production through satellite images and specialized agencies, correction of data, as well for fieldwork to determine the environmental systems and apply geobiophysical indicators to determine their susceptibility to desertification. The indicators showed that the areas of greatest susceptibility to desertification and greater instability and environmental vulnerability is present in environmental systems called Interplanaltic Depression of the Caico Complex and Residual Crests and Inselbergs.

**Keywords:** Semi-arid. Desertification. Geosystemic Theory. Vulnerability.

---

### Resumen

Basado en el análisis sistémico y estudios integrados, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la aplicabilidad de los indicadores geobiofísicos de la desertificación en los sistemas ambientales del municipio de Assú, ubicado en el interior del estado de Rio Grande do Norte. Las bases teórico-metodológicas se presentan en un enfoque holístico desde los elementos del paisaje, pasando por la teoría geosistémica. Metodológicamente el trabajo se realizó a partir de la bibliografía, seguido de la producción cartográfica mediante imágenes de satélites y órganos especializados, corrección de los datos obtenidos, además del trabajo de campo, para así determinar los sistemas ambientales y aplicar los indicadores geobiofísicos y determinar su susceptibilidad a la desertificación. Los indicadores mostraron que las áreas más susceptibles a la desertificación, así como a una mayor inestabilidad y vulnerabilidad ambiental, están presentes en los sistemas ambientales denominados Depresión Interplanáltica del Complejo Caicó y Crestas Residuales y Inselbergs.

**Palabras clave:** Semiárido. Desertificación. Teoría Geosistémica. Vulnerabilidad.

---

## Introdução

O semiárido brasileiro bem como as áreas subúmidas secas caracterizam-se por ser a parcela do território nacional em que a susceptibilidade à desertificação tem se concentrado com forte intensidade. Os avanços das áreas atingidas acabam por alterar cenários paisagísticos da Caatinga, afetando não somente seu panorama físico, mas também o social e o econômico.

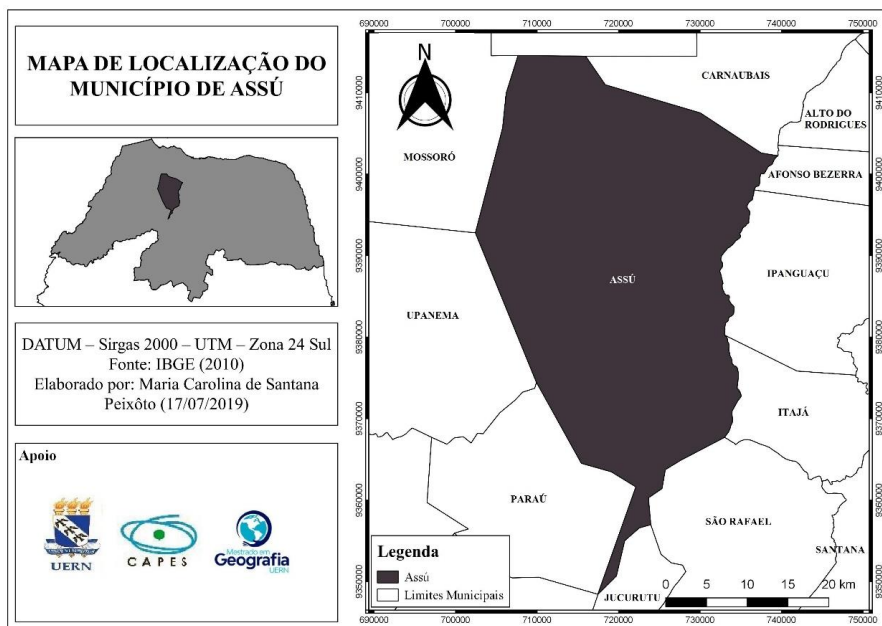
No estado do Rio Grande do Norte, a presença da desertificação vem se destacando em grande extensão de seu território com os núcleos de desertificação já historicamente reconhecidos – a exemplo da região do Seridó, e mais recentemente com o destaque à presença de manchas em todas as regiões do semiárido potiguar (VASCONCELOS SOBRINHOS, 1982; CGEE, 2016; PEREIRA NETO, 2016).

Apesar do avanço dos estudos sobre a desertificação no estado potiguar, há ainda escassa bibliografia sobre as pesquisas que versem sobre o fenômeno na região do

Vale do Açu<sup>1</sup>, mais precisamente no município de Assú<sup>2</sup>, que também vem se destacando com o aumento das manchas de extensas áreas degradadas e processos de desertificação no seu território (CGEE, 2016).

O entendimento acerca da susceptibilidade e da presença da desertificação nesse município torna-se, pois, de fundamental importância ao entendimento ainda das limitações naturais, assim como pelas atividades humanas e aspectos ambientais que destaquem atividades impactantes como o desmatamento, degradação dos solos, extração de argila para cerâmica, fruticultura irrigada entre tantos outros (ARAÚJO, 2019).

Isso posto, o objetivo deste trabalho é analisar a ocorrência e susceptibilidade do fenômeno de desertificação a partir dos indicadores geobiofísicos por meio da abordagem sistêmica no município de Assú, localizado no interior do estado do Rio Grande do Norte (Figura 01).



**Figura 01:** Mapa de Localização do município de Assú.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Alicerçado na análise sistêmica, o trabalho compreende a partir dos estudos setoriais a interpretação acerca da estrutura e dinâmica direta ou indireta dos sistemas ambientais; juntamente com os aspectos geoambientais e de uso e cobertura. Esses

<sup>1</sup> Essa grafia advém do indígena.

<sup>2</sup> Grafia oficial adotada pela Prefeitura Municipal.

estudos integrados se tornam fundamentais para o planejamento ambiental subsidiado em parâmetros diversos do território.

### **Sistemas Ambientais: concepções teóricas**

A base teórico-metodológica desse estudo está alicerçada no estudo integrado da paisagem, seguindo a proposta de Bertrand (1971) de concepção geossistêmica, dos indicadores de acordo com Oliveira (2012) e Costa (2014), da Ecodinâmica de Tricart (1977) e da Vulnerabilidade e Compartimentação de Souza (2000), para que dessa forma enfatize-se a dinâmica dos sistemas físicos do recorte espacial estudado, chegando posteriormente à vulnerabilidade e susceptibilidade do município à desertificação.

Assim como Bertrand (1971), o entendimento de paisagem aqui entende-se não como a simples adição de elementos geográficos disparatados, mas sim como resultado da combinação dinâmica, instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Ademais, Sotchava (1977) afirma que não se deve estudar os componentes da natureza, mas as condições entre eles, não se restringindo à morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas de preferência, projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões etc. O autor expõe ainda que

embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais, influenciando sua estrutura e peculiaridades espaciais são tomados em consideração durante o seu estudo e suas descrições verbais ou matemáticas. Modelos e gráficos de geossistemas refletem parâmetros econômicos e sociais influenciando as mais importantes conexões dentro do geossistema, sobretudo no que se refere às paisagens grandemente modificadas pelo homem (SOTCHAVA, 1977. p. 6-7).

Bertalanffy (1950) definiu sistemas como conjuntos de elementos que se relacionam entre si, com certo grau de organização, procurando atingir um objetivo ou uma finalidade (*apud* CLAUDINO SALES, 2004). Haggert (1994, p. 54), por sua vez definiu sistemas como sendo “um conjunto de componentes e as relações entre eles<sup>3</sup>”, afirmando haver três ingredientes essenciais: os componentes ou elementos, as relações entre ele e o limite que separa o sistema do resto do mundo.

Vale ressaltar ainda a contribuição de Sotchava (1977) quando propõe sua classificação baseada nos estudos sistêmicos, estabelecendo que o conceito de geossistema seja baseado nas conexões entre eles, não nos estudos dos componentes da natureza; projetando-se assim, para o estudo da sua dinâmica, estrutura funcional, conexões etc.

---

<sup>3</sup> Tradução nossa

A análise da paisagem, dentro da perspectiva dos sistemas ambientais, se torna cada vez mais pertinente aos estudos geográficos, tendo em vista o dinamismo com que esses ambientes se modificam ao longo do tempo e do espaço dada as condições físicas e/ou sociais locais; e dessa forma, se faz necessário e plausível que tal abordagem aconteça de maneira sistêmica e holística, ou seja, que fundamente-se em estudos que não considerem apenas a análise pela análise de suas partes separadas, mas sim do todo.

Baseando-se no sistema de indicadores propostos por Abraham e Beekman (2006), Oliveira (2012) desenvolveu os indicadores geobiofísicos de desertificação, atribuindo-lhes valores, de modo que os maiores valores correspondem às melhores potencialidades para a conservação ambiental.

Consolidando essa metodologia, a proposta de Tricart (1977) tornou-a mais sólida, uma vez que apresenta três grandes tipos de meios morfodinâmicos (com função indicadora) da intensidade dos processos, são eles: os meios estáveis (prevalecendo a pedogênese), os meios *intergrades* (havendo certo equilíbrio entre pedogênese e morfogênese) e os meios fortemente instáveis (prevalecendo a morfogênese).

Dessa forma, alicerçado em parâmetros com variáveis ambientais a serem analisadas a seguir, quais sejam elas geologia, clima, solo, vegetação, relevo e hidrografia; advindos da metodologia proposta por Abraham e Beekman (2006) e Oliveira (2012), foi possível averiguar e delinear os sistemas ambientais bem como traçar o seu perfil de potencialidades e limitações.

## **Procedimentos metodológicos**

Por meio da base teórico-metodológica, utilizou-se da análise sistêmica para compreender a paisagem a partir de seus aspectos físicos e antrópicos, além de técnicas de sensoriamento remoto como instrumento de utilização do geoprocessamento direcionado à análise ambiental.

Os mapas foram elaborados alimentando o Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS 2.18.25® para sua confecção, com escala intermediária de 1:100.000, na projeção cartográfica Datum – Sirgas 2000 – UTM Zona 24 Sul, como base georreferencial dos dados do município.

Para o mapeamento temático, foram utilizados a Carta Topográfica Folha 975 – SB.24 X-D-V – ASSU, elaborada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE (1971); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2009); Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (2017); Mapa Geológico do Rio Grande do Norte (ANGELIM *et al.*, 2007); Agência Nacional de Águas – ANA (2017).

Além da utilização de imagem de satélite do Landsat-8/OLI (*Operation Land Imager*) com imagem fornecida gratuitamente pela *United States Geological Survey* –

USGS (2018) datada de 03 de julho de 2018, para analisar os aspectos geoambientais e principais padrões de uso do município estudado.

Foram selecionadas as classes de uso e ocupação com melhor visualização, na órbita 265/064, utilizando as bandas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, na banda 8 (pancromática) sob a resolução de 15m, classificando-as de acordo com a proposta do IBGE (2010). Com efeito, as bandas do Landsat-8 permitem que sejam analisadas cada classe de uso do solo a partir de composições coloridas diferentes.

Para os mapas de vegetação e uso e cobertura optou-se pela vetorização dos dados em busca de uma maior precisão da delimitação dos dados, para que dessa forma contemplassem mesmo os pequenos assentamentos e riachos; classificando-as de acordo com a proposta do IBGE (2010).

Após a confecção dos mapas temáticos setorizados, as informações foram cruzadas para obter o mapa de sistemas ambientais, onde a geomorfologia foi utilizada como critério principal, conforme aponta Souza (2000), seguido da geologia e da pedologia, como propôs Costa (2014) devido às condições geofísicas do município propriamente dito. Logo após, foi realizado mapeamento de uso e cobertura do município; e esse juntamente com o mapa de sistemas ambientais deu origem ao mapeamento da vulnerabilidade ambiental, seguindo metodologia proposta por Souza (2000) e Tricart (1977).

Com a espacialização dos sistemas e avaliação da vulnerabilidade ambiental, se fez necessária, seguindo a metodologia proposta por Oliveira (2012) e Costa (2014), a aplicação e análise dos indicadores geobiofísicos de desertificação, para que dessa maneira fosse possível traçar o grau de susceptibilidade à desertificação em Assú. Os autores selecionam os indicadores geobiofísicos de desertificação (IGBD) como pode ser visto na Tabela 01 a seguir, sugerindo que os maiores valores correspondem às dinâmicas compreendidas por meio da estabilidade dos elementos analisados.

**Tabela 01 - Indicadores Geobiofísicos de Desertificação**

<b>• Geologia (Litotipos / Permeabilidade) – IGBD1</b>		V.L
Coberturas não coesas		(5)
Depósitos Terciários		(4)
Rochas sedimentares		(3)
Rochas ígneas		(2)
Rochas metamórficas		(1)
<hr/>		
<b>• Geomorfologia (Declividade / Topografia) – IGBD2</b>	Parâmetro	
Plano	0 – 3 %	(5)
Suave ondulado	3 – 8 %	(4)
Ondulado	8 – 15 %	(3)
Fortemente ondulado	15 – 45 %	(2)
Montanhoso	>45 %	(1)

<b>• Cobertura Vegetal (Percentual de Ocupação) – IGBD3</b>	Parâmetro	
Alto	> 75 %	(5)
Médio-alto	54 – 75 %	(4)
Médio	32 – 53 %	(3)
Médio-baixo	10 – 31 %	(2)
Inferior	10% < 10%	(1)
<b>• Solos (Espessura) – IGBD4</b>		
Muito profundos	> 200 cm	(5)
Profundos	100 – 200 cm	(4)
Moderadamente rasos	50 – 100 cm	(3)
Raso 25	25 – 50 cm	(2)
Muito rasos com afloramentos rochosos	Sem solo < 25 cm	(1)
<b>• Solos (Erosão) – IGBD5</b>		
Erosão laminar		(5)
Erosão com sulcos		(4)
Erosão com ravinas	Profundidade < 100 cm	(3)
Ravinas / Voçorocas	100 – 200 cm	(2)
Voçorocas Profundidade	> 200 cm	(1)
<b>• Zonação climática – IGBD6</b>		
Super-úmido		(5)
Úmido		(4)
Subúmido seco		(3)
Semiárido		(2)
Árido		(1)

Fonte: Adaptado de Oliveira (2012); Costa (2014).

Após o trabalho bibliográfico e o mapeamento da área foram acompanhados de estudos de campo realizados durante o segundo semestre de 2019 e de 2020 no município citado, para a validação dos dados obtidos junto ao registro fotográfico das observações realizadas.

## Caracterização da Área

Inserido na outrora microrregião do Vale do Açu e mesorregião do Oeste Potiguar, interior do estado do Rio Grande do Norte como apresentado na Figura 02 abaixo, o município de Assú possui uma área de 1.269,24 km<sup>2</sup> e dista da capital Natal

207 km (IDEMA, 2008). Conforme aponta o IBGE (2017), possuía no último censo de 2010 uma população de 57.227 habitantes e uma estimativa de 57.644 para 2018, além do PIB per capita de R\$ 13.571,24. Sendo o respectivo município berço de diversas características geofísicas que o diferem de outros municípios potiguares.

Geologicamente, o município de Assú está inserido em terrenos pertencentes ao Embasamento Cristalino e à Bacia Potiguar; conforme observado na Figura 04, com sua sede inserida nos solos aluvionares recentes, composta por arenitos finos a grossos, de cor cinza claro, amarelada ou avermelhada, com Idade do Cretáceo Inferior (IDEMA, 2008). Para as unidades geomorfológicas, Araújo (2019) destaca em Assú a Depressão Sertaneja, os Tabuleiros Costeiros, a Planície Fluvial e os Relevos Tectônicos nas Bacias Marginais.

De clima semiárido, tanto no referido município como no estado potiguar, ocorrem apenas duas estações: inverno e verão, onde Aziz afirma que o período prolongado de seca com forte acentuação de calor correspondente ao inverno climatológico é designado pelo sertanejo como “verão” e, em contrapartida, convencionou-se chamar o verão chuvoso de “inverno” (AB’SABER, 2003), onde, no município de Assú, os meses chuvosos correspondem de Janeiro a Maio, conforme Nascimento e Silva (2016).

Com relação aos recursos hídricos, contemplando a mesorregião Central Potiguar desde o estado da Paraíba o município conta com a Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu, a Lagoa do Piató e o Açude Medubim, onde este último possui um volume afluente médio de cerca de 39,3 milhões de ml por ano (DNOCS, 2019). Além disso, o município de Assú é ainda caracterizado por ter quase todo seu território subterrâneo formado por diversos sistemas aquíferos, onde, em consonância com a ANA (2016), abrange os seguintes sistemas: Açu, Jandaíra, Aluvionar, Barreiras e Fraturado Semiárido Cristalino.

Conforme averba Araújo (2019), Assú apresenta afloramentos rochosos de origem ígnea, metamórfica e sedimentar. Devido ao clima semiárido predominante na região, o processo de evolução dos solos no município é relativamente lento, com predominância de solos rasos, intemperizados e chãos pedregosos, com pouca capacidade de retenção de água através da pluviosidade por seus solos desnudos, mas sendo férteis e propícios à agricultura em alguns locais pontuais. Considerando a nova classificação dos solos realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) no ano de 2018, o município conta com solos do tipo Chernossolo, Latossolo, Planossolo, Neossolo e em menor proporção Luvissolo e Argissolo,

A formação vegetal predominante do município, conforme o IDEMA (2008) é a caatinga hiperxerófila e o carnaubal, além disso, a carnaúba (*Copernicia prunifera*) é uma das espécies que ajudou durante o povoamento de Assú, de forma que a espécie é endêmica e sua extração para cera, palha e tronco já teve imensa importância econômica e cultural para o município (CPRM, 2013).



Para o processo de uso e ocupação no município além da carnaúba há a produção de carvão e lenha principalmente para as indústrias ceramistas, trazendo consigo os impactos ambientais negativos que perpassa desde a extração da argila ao desmatamento, para alimentar a maioria de seus fornos ainda emissores de gases poluentes na produção de telhas, tijolos e lajotas; contribuindo veemente para o aumento do processo de desertificação no município.

Para as culturas frutíferas, o MZPAS (2018) aponta para manga, banana, coco da baía, melancia e melão. Por fim. Araújo (2019) destaca cinco classes de uso e ocupação: cobertura vegetal; áreas agrícolas; área urbana; corpos hídricos e solo exposto.

## Resultados e Discussões

### *Sistemas Ambientais de Assú: Características, potencialidades e limitações*

É bastante comum pensarmos sobre as características do sertão semiárido sob as mesmas peculiaridades: o solo raso e com chãos pedregosos; a escassez hídrica; plantações secas e abandonadas pela baixa pluviosidade; animais morrendo de fome e sede e o sertanejo sem perspectiva de vida num futuro não muito distante.

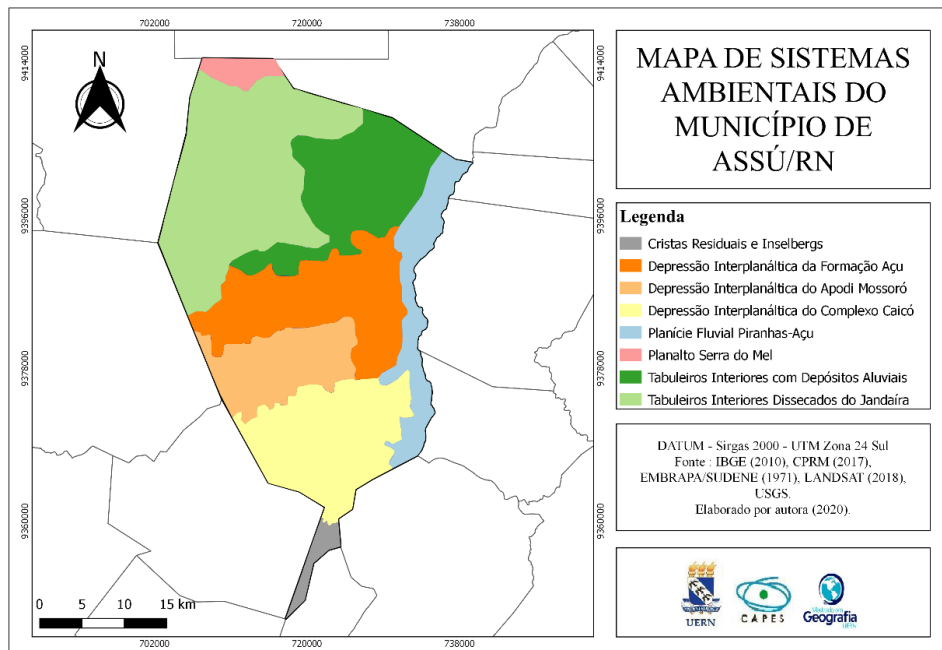
Todavia, ao analisarmos setorialmente seus atributos e particularidades veremos que, mesmo numa escala municipal, há significativa heterogeneidade de seus componentes; tendo cada parâmetro analisado um real valor para a transformação de sua paisagem, variando significativamente os geoambientes que o compõe. Não podendo, todavia, na análise de cunho sistêmica, considerar apenas os elementos pelos elementos (setoriais).

Daí então a importância da análise integrada, que como o próprio nome sugere, permite sob esse prisma a visualização integrativa, ou seja, incluindo todos os seus elementos para que se possa melhor compreender a paisagem do ambiente estudado.

Nesse ínterim o uso e ocupação de uma terra diz muito sobre si, a respeito de sua colonização e formas de sobrevivência, bem como suas características geoambientais propriamente ditas; a influência da pluviosidade na profundidade e fertilidade dos solos; a relação geológica-geomorfológica; interação da vegetação com o solo etc. Proporcionando então essa relação entre o meio social e o meio físico, buscando estabelecer seus pontos de potencialidades e fragilidades de maneira que tais estudos sirvam de base para o planejamento territorial eficaz.

De fato, a análise sistêmica tem se mostrado viável dentro da perspectiva da análise geográfica. Dessa forma, propôs-se a divisão do município de Assú/RN em Sistemas Ambientais, levando em consideração principalmente o parâmetro geomorfológico, com isso, estabeleceu-se os seguintes sistemas: Planalto Serra do Mel, Planície Fluvial Piranhas-Açu, Tabuleiros Interiores Dissecados do Jandaíra, Tabuleiros Interiores com Depósitos Aluviais, Depressão Interplanáltica da Formação Açu,

Depressão Interplanáltica do Complexo Caicó, Cristas Residuais e Inselbergs e Depressão Interplanáltica do Apodi-Mossoró, onde são apresentados a seguir, além de estarem espacializados na Figura 02 a seguir.



**Figura 02:** Mapa de Sistemas Ambientais de Assú.

Fonte: Elaborado pelos autores.

### *Planalto Serra do Mel*

O sistema Planalto Serra do Mel possui uma área equivalente a 24.891 km e situa-se na porção norte do município de Assú. Geologicamente está inserida no Grupo Barreiras com predominância de rochas sedimentares do tipo arenito. Está inserido no sistema aquífero Jandaíra e é constituída por calcários cinzas e cremes, margas, siltitos, folhelhos, argilitos e dolomitos (MZPAS, 2018).

Caracteriza-se em seu rebordo um relevo suavemente ondulado, porém com terrenos de difícil acesso. Possui solos profundos com ocorrência de vegetação tanto do tipo caatinga arbustiva densa quanto caatinga rala, sendo alterada pela produção de agricultura como também pela fruticultura. Como potencialidades, destaca-se a agricultura intensiva, produção de fruticultura, águas subterrâneas, além do alto potencial para pesquisas científicas. Para as limitações aponta-se a baixa potencialidade de exploração turística.

### *Planície Fluvial Piranhas-Açu*

O sistema Planície Fluvial Piranhas-Açu possui extensão de 110.115 km e está inserido na porção leste do município assuense.

Encontra-se sob os depósitos aluvionares, litologia do tipo arenosa e argilo-arenosa além de relevo plano a suavemente ondulado. Os solos predominantes são do tipo Neossolo Flúvico; e por isso há locais pontuais onde os solos são aptos para a agricultura de vazante, característica de épocas de secas; quando há o regresso da água o solo fértil aparece e permite o desenvolvimento desse tipo de agricultura, bem como para a fruticultura. Além de possuir grande parte de sua área caracterizada como “sem vegetação” e também como caatinga rala.

Dispõe de um dos reservatórios mais conhecidos no município, o rio Piranhas-Açu, como visto na Figura 03. Está inserido ainda nos sistemas aquíferos Açu e Barreiras, sendo o primeiro o mais importante da Bacia Potiguar, de característica essencialmente arenosa. E o último formado por rochas e terrenos sedimentares, de formação mais recente (MZPAS, 2018).



**Figura 1:** Planície do Piranhas-Açu

Fonte: Acervo dos autores (2020).

Potencialmente destaca-se o desenvolvimento da agricultura de vazante, fruticultura de exportação, agropecuária, reservatório superficial e subterrânea, atrativos

turísticos e paisagísticos, área de lazer e possibilidades para pesquisas científicas e educação ambiental.

### *Tabuleiros Interiores Dissecados do Jandaíra*

O sistema Tabuleiros Interiores Dissecados do Jandaíra traz consigo a formação geológica que dá origem a seu nome: a Formação Jandaíra. Possui área de 370.903 km e situa-se na porção Norte do município. Seus solos são ricos em matéria orgânica e possuem coloração escura, estando aí presente a vegetação do tipo caatinga arbustiva densa e caatinga rala. Nessa área há ainda ocorrência de agropecuária e pasto. Tendo seu relevo característico por ser plano, como visto na Figura 04, além de litologia sedimentar do tipo arenito, calcário e siltito.

Compreende a porção do município de Assú que porta águas subterrâneas do sistema aquífero Jandaíra, sendo recoberto pelo Grupo Barreiras, aluviões e dunas (MZPAS, 2018). Aponta-se a agropecuária e pasto, águas subterrâneas e possibilidade para pesquisas científicas como potencialidades. Já para as limitações destacou-se a escassez de recurso hídrico superficial degradação da vegetação e erosão.



**Figura 2** - Relevo plano na região do Tabuleiro Jandaíra.

Fonte: Acervo dos autores (2020).

### *Tabuleiros Interiores com Depósitos Aluviais*

O sistema Tabuleiros Interiores com Depósitos Aluviais situa-se na porção nordeste do município. Possui área referente a 207.956 km. Geologicamente encontra-se sob os depósitos aluvionares antigos, possui litologia do tipo sedimentar com destaque para arenitos e argilas. Seus solos são profundos e férteis, além de comportar grande

parte da área de vegetação de caatinga densa, outrossim, possuindo em sua área vegetação do tipo rala e esparsa.

Com seu relevo plano, encontra-se aí também áreas de agropecuária e de pasto. Além seus recursos hídricos subterrâneos, estando sob o sistema aquífero Jandaíra. Enfatiza-se para as potencialidades o campo de petróleo, a agropecuária e pasto, águas subterrâneas e pesquisas científicas. Para as limitações a escassez de recurso hídrico superficial e a degradação da vegetação são os destaques.

#### *Depressão Interplanáltica da Formação Açú*

O sistema Depressão Interplanáltica da Formação Açú também recebe esse nome em virtude de sua formação geológica, sendo ela a Formação Açú, caracterizada por suas rochas sedimentares do tipo arenito, bancos de calcário, argilas e argilitos e seus solos muito profundos. Possui área relativa a 225.587 km. Destaca-se por seu relevo suavemente ondulado e presença de vegetação do tipo caatinga densa e rala. Além disso, é berço da agricultura do tipo temporária, dando melhores resultados durante os períodos chuvosos.

Além disso, registra-se ainda a presença de recurso hídrico superficial, a Lagoa do Piató, muito utilizada para a subsistências das comunidades que vivem em seu entorno. Além de fazer parte da área que engloba o sistema aquífero Açú. Como potencialidade destaca-se a agricultura temporária, aproveitamento da lagoa Piató para subsistência, produção de cerâmica, tijolos, telhas e lajotas, águas subterrâneas e pesquisas científicas. Para as limitações enfatiza-se a erosão eólica, extração de argila para fornos cerâmicos, desmatamento, expansão urbana e a degradação próximo à região da lagoa Piató.

#### *Depressão Interplanáltica do Complexo Caicó*

O sistema Depressão Interplanáltica do Complexo Caicó possui área equivalente a 216.104 km e encontra-se geologicamente sob a Formação Açú, característica por suas com rochas metamórficas do tipo gnaisses, biotita e migmatitos. Dispõe de solos rasos com afloramentos rochosos, além de se encontrar erodido, em alguns locais predominam os pequenos sulcos, em outros, há maior profundidade. Predominantemente sua vegetação caracteriza-se como caatinga do tipo rala.

Possui pequenos reservatórios naturais ao longo de sua área, além do reservatório artificial, o Açude Mendubim, que é represado de águas vindas de seu município circunzinho, Paraú; onde, em épocas de cheias, escorre para o rio Piranhas-Açu. Além disso, se encontra sob o sistema aquífero Fraturado Semiárido Cristalino, caracterizado por seu potencial hidrogeológico limitado e com águas geralmente salinas (MZPAS, 2018).

O reservatório artificial, distribuição de pequenos reservatórios naturais e possíveis pesquisas científicas são destaques quanto às potencialidades. E baixa capacidade de infiltração hídrica, além da baixa cobertura vegetal quanto às limitações.

### *Cristas Residuais e Inselbergs*

O sistema Cristas Residuais e Inselbergs possui área equivalente a 18.712 km, sendo o menor dos sistemas do município. Encontra-se na porção Sul e situa-se geologicamente na Suíte Poço da Cruz, caracterizada por rochas ígneas do tipo graníticas, quartzos e de granulação grossa. Possui relevo ondulado com solos rasos e afloramentos rochosos.

Com relação a sua vegetação, predomina a vegetação do tipo caatinga rala, com significativa aparição de espécies de cactos, conforme pode-se observar na Figura 05. Encontra-se situado no sistema aquífero Fraturado Semiárido Cristalino. Como potencialidade enfatiza-se como possível atrativo ecoturístico e paisagístico, biodiversidade não explorada além da pesquisa científica. Para as limitações destaca-se os solos pouco desenvolvidos com afloramento rochosos, declives acentuados, erosão, ausência de educação ambiental, baixo índice pluviométrico e baixa produtividade.



**Figura 3:** Vegetação predominante, cactáceas.

Fonte: Acervo dos autores (2020).

### *Depressão Interplanáltica do Apodi-Mossoró*

O sistema Depressão Interplanáltica do Apodi-Mossoró possui área equivalente a 132.066 km e situa-se na porção centro-oeste do município. Geologicamente encontra-se no Grupo Barreiras, como mostrado na Figura 06 a seguir característico por ser uma área transicional com rochas sedimentares do tipo cascalho e apresentam ainda areias grossas e finas; solos profundos e férteis, entretanto, possui áreas pontuais estabelecidas como “sem vegetação”, caracterizada por ter agropecuária, pasto e agricultura irrigada. Além de possuir áreas com vegetação do tipo caatinga densa.





**Figura 4:** Grupo Barreiras.  
 Fonte: Acervo dos autores (2020).

Está ainda localizado como fazendo parte do sistema aquífero Açú. Para as potencialidades destaca-se o extrativismo, agropecuária e pasto, agricultura irrigada, pesquisa científica e extração de águas subterrâneas. Para as limitações enfatiza-se a erosão eólica, degradação dos solos e da vegetação e a salinização do solo.

### Indicadores Geobiofísicos e a Susceptibilidade à Desertificação em Assú

Nesta seção, é efetivada o estudo sobre os indicadores propostos por Abraham e Beekman (2006), Oliveira (2012) e Costa (2014). Com o uso desses indicadores geobiofísicos é possível estabelecer uma análise qualitativa bem como quantitativa dos elementos geoambientais da área estudada, buscando compreender a realidade geoambiental e socioeconômica do respectivo município (COSTA, 2014).

Após espacializar os sistemas, relacionou-se o uso e cobertura com a vulnerabilidade ambiental para, por fim, estabelecer os níveis de susceptibilidade à desertificação utilizando os indicadores geobiofísicos para o município de Assú, (Quadro 01), tomando como base os sistemas ambientais.

**Quadro 01:** Indicadores Geobiofísicos de Desertificação dos Sistemas Ambientais.

SISTEMAS AMBIENTAIS	INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO (IGBD) DO MUNICÍPIO DE ASSÚ						
	IGBD1	IGBD2	IGBD3	IGBD4	IGBD5	IGBD6	Índice
Planalto Serra do Mel	3	2	2	5	4	2	3
Planície Fluvial do Piranhas-Açú	5	4	2	3	4	2	3,33
Tabuleiros Interiores Dissecados do Jandaíra	4	5	2	5	3	2	3,50

SISTEMAS AMBIENTAIS	INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO (IGBD) DO MUNICÍPIO DE ASSÚ						
	IGBD1	IGBD2	IGBD3	IGBD4	IGBD5	IGBD6	Índice
Tabuleiros Interiores com Depósitos Aluviais	4	5	2	5	3	2	3,50
Depressão Interplanáltica da Formação-Açu	3	4	3	5	5	2	3,66
Depressão Interplanáltica do Complexo Caicó	1	4	2	1	3	2	2
Cristas Residuais e Inselbergs	22	22	11	11	55	2	22,16
Depressão Interplanáltica do Apodi Mossoró	3	4	5	5	5	2	4
<b>Média</b>	33,25	44	22,3	22,7	44	22	33,28
<b>Desvio Padrão</b>	00,74	00,75	11,25	22,86	00,75	00	00,32

Fonte: Organizado pelos autores (2020).

A partir da análise dos dados obtidos com os indicadores geobiofísicos de desertificação para Assú, dividiu-se em três grupos distintos quanto ao grau de desertificação, onde são melhores espacializados na Figura 07 e Quadro 02 a seguir, onde o primeiro grupo caracteriza-se por apresentar valores de 2 a 2,16; o segundo grupo apresentou valores de 3 a 3,66 e o último grupo apresentou valor 4.

**Quadro 02:** Associação dos Sistemas Ambientais, IGBDF e Vulnerabilidade/Susceptibilidade

SISTEMA AMBIENTAL	ÍNDICE	VULNERABILIDADE/SUSCEPTIBILIDADE
Planalto Serra do Mel	3	Transição/Moderado
Planície Fluvial do Piranhas-Açu	3,3	Transição/Moderado
Tabuleiros Interiores Dissecados do Jandaíra	3,5	Transição/Moderado
Tabuleiros Interiores com Depósitos Aluviais	3,5	Transição/Moderado
Depressão Interplanática da Formação-Açu	3,66	Transição/Moderado
Depressão Interplanática do Complexo Caicó	2,5	Instável/Alta
Cristas Residuais e Inselbergs	2,16	Instável/Alta
Depressão Interplanática do Apodi Mossoró	4	Estável/Baixa

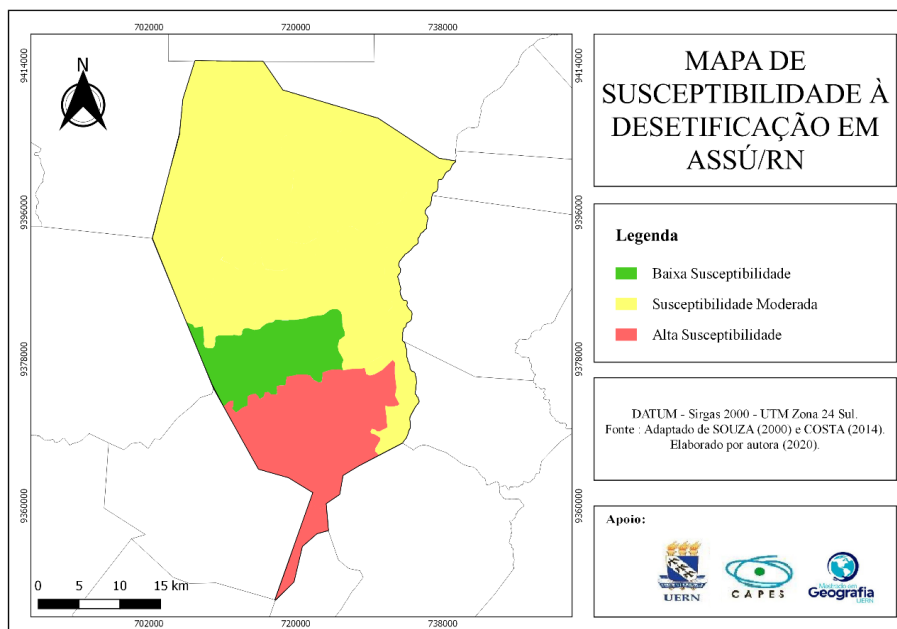
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).



Depreende-se que o grupo com os valores 2 e 2,16 (em vermelho) apresentou os piores índices, caracterizando-se como ambientes frágeis, com solos rasos, vegetação predominantemente rala e esparsa e a formação geológica peculiar do embasamento cristalino.

Enquanto os outros dois grupos, com valores de 3 a 3,66 (amarelo) e 4 (verde), possuem valores de razoáveis a satisfatórios, dispoendo de atributos típicos de ambientes transitórios como também menos degradados, tendo apresentado os solos mais profundos e férteis, vegetação densa e desenvolvida e hidrografia (superficial e subterrânea) favorável.

Essa susceptibilidade é espacializada a partir da atribuição dos valores dos indicadores geobiofísicos de desertificação, junto aos índices de susceptibilidade à desertificação no município de Assú/RN.



**Figura 07:** Mapa de Susceptibilidade à desertificação em Assú.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A susceptibilidade apresentada como baixa caracteriza-se, pois, como ambientes estáveis com relação à vulnerabilidade, está representado pelo Sistema Depressão Interplanáltica do Apodi Mossoró e ocupa uma área equivalente a 132.066 km. A susceptibilidade apresentada como Moderada compreende os ambientes de transição com tendência à instabilidade e contém cinco Sistemas: Planalto Serra do Mel, Planície Fluvial Piranhas-Açu, Tabuleiros Interiores Dissecados do Jandaíra, Tabuleiros Interiores com Depósitos Aluviais e Depressão Interplanáltica da Formação Açu,

compreendendo uma área de 929.452 km. Por fim, a susceptibilidade indicada como Alta é representada pelos ambientes instáveis e equivalem aos Sistemas Depressão Interplanáltica do Complexo Caicó e Cristas Residuais e Inselbergs, compreendendo uma área de 234.816 km.

É importante ressaltar também que os resultados do respectivo mapeamento corroboram com os dados do mapeamento realizado pela CGEE (2016), onde Assú se encontra em área de ASD além de ter a sua porção Sul dentro das manchas de áreas fortemente degradadas em processo de desertificação, correspondentes ao ambiente cristalino. Além disso, como aponta Pereira Neto e Fernandes (2015), as áreas de alta instabilidade correspondem também às áreas mais fortemente desertificadas.

É preciso atentar ainda para a recuperação desses ambientes, pois como mostrou Peixôto e Pereira Neto (2018), alguns projetos vêm sendo ou foram desenvolvidos e articulados no município de Assú e circunvizinhos para plantio e reflorestamento com espécies da mata nativa do bioma caatinga. Entretanto, encerrou-se parte dos projetos e não houve acompanhamento dos mesmos por parte das autoridades municipais e nem dos moradores que se beneficiaram do projeto/mudas.

## Conclusões

A contribuição dos estudos de análise sistêmica integrada fica evidente quando dá base para melhor desenvolvimento e planejamento territorial. No que diz respeito aos indicadores geobiofísicos utilizados, notou-se a possibilidade de se encontrar áreas de maior a menor disposição ao fenômeno da desertificação, bem como sua susceptibilidade e vulnerabilidade, utilizando para este último, parâmetros de instabilidade, estabilidade e área de transição.

Com isso, os indicadores geobiofísicos aplicados demonstram que as áreas de maior susceptibilidade à desertificação, bem como maior instabilidade e vulnerabilidade ambiental está presente nos sistemas ambientais denominados Depressão Interplanáltica do Complexo Caicó e Cristas Residuais e Inselbergs, apresentando valores entre 2 e 2,16.

Para as áreas de transição com tendência à instabilidade e vulnerabilidade moderada, tem-se os sistemas Planalto Serra do Mel, Planície Fluvial Piranhas-Açu, Tabuleiros Interiores Dissecados do Jandaíra, Tabuleiros Interiores com Depósitos Aluviais e Depressão Interplanáltica da Formação Assú, com valores entre 3 a 3,66.

E o sistema estável, com baixa vulnerabilidade e susceptibilidade fora a Depressão Interplanáltica do Apodi-Mossoró, apresentando o valor 4.

Com isso, a atual pesquisa trouxe dados de grande relevância para a área ambiental de Assú, proporcionando diferentes visões e possibilidades de gerir o município, abordando desde suas fragilidades às suas potencialidades; bem como

especializou os ambientes com características homogêneas trazendo suas respectivas vulnerabilidade e susceptibilidade à desertificação.

Algumas recomendações se fazem importantes para a excelência na gestão:

- Para as áreas de instabilidade, sugere-se evitar ações antrópicas, devido aos altos riscos de erosão;
- Recuperação e enriquecimento da biodiversidade através de plantas nativas principalmente em áreas de mata ciliar;
- A adoção de medidas socioeducativas de cunho integrador (educação ambiental teórico-prática) para que a própria população conheça o ambiente físico seu município;
- Exploração e uso sustentável de lugares que possuem potencial turístico exatamente por seus geoambientes;
- Apesar das áreas sedimentares apresentarem vulnerabilidade moderada, recomenda-se, pois, que não se exceda quanto ao seu uso e exploração, seja através da agricultura, seja através de criação de animais.

Isto posto, fica evidente que a contribuição de estudos sistêmicos permite melhor analisar a dinâmica da paisagem através de, primeiramente, estudos setoriais e depois do seu arranjo estrutural, disposto na inter-relação dos mesmos. Proporcionando dessa forma, condições responsáveis para gerenciar e planejar ações para obter equilíbrio em seu ordenamento territorial.

## Referências

AB'SABER, A. N. *Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ARAÚJO, J. P. R. *Vulnerabilidade Natural, Ambiental e Uso e Ocupação no município de Assú/RN*. 2019. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2019.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Norte*. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: 18 jul. 2019.

ANA. Agência Nacional das Águas. *Plano de Recursos Hídricos Piancó-Piranhas-Açu*. Brasília, 2016.

ANGELIM, L. A. A. *et al. Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte - Escala 1:500.000*. Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2007.

BERTALANFFY, L. V. *The theory of open systems in Physics and Biology*. British Journal of Philosophical Science, vol. 1, 1950, pp 23-39

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. *Caderno de Ciências da Terra*, n.13, 1971.

COSTA, L. R. F. *Estruturação Geoambiental e Susceptibilidade à Desertificação na Sub-Bacia Hidrográfica do Riacho Santa Rosa* - Ceará. 2014. 146 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. *Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil*. Brasília - DF: Gráfica Ltda., 2016. 256 p.

CLAUDINO SALES, V. Geografia, Sistemas e Análise Ambiental: Abordagem Crítica. *GEOUSP: Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 16, p.125-141, 2004.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAL. *Mapa geológico do Rio Grande do Norte* – Escala 1:500.000. Arquivos para download do Geobank. 2017. Disponível em: <http://geosgb.cprm.gov.br/>. Acesso em: 17 jul. 2019.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAL. *Geologia e Recursos Minerais da Folha Mossoró*. S. W.O. R. e V. C.M. B., Org. Recife: CPRM-RE, 2013.

DNOCS – DEPARTAMENTO DE OBRAS CONTRA A SECA. *Fichas técnicas dos reservatórios do Rio Grande do Norte*. Disponível em: [http://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos\\_hidricos/fic\\_tec\\_estado.php?sigla\\_estado=RN](http://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_estado.php?sigla_estado=RN) Acesso em: 18 nov 2019.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5ª. ed. Revista e ampliada. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 531 p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Convivência com a seca*. [201-]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-convivencia-com-a-seca/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 28 jul. 2019.

HAGGETT, P. El desafio del Medio Ambiente. In: HAGGETT, P. *Geografía: Una Síntesis Moderna*. 2. ed. Barcelona: Edicione Omega, S.a., 1994. Cap. 3. p. 49-70.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. *Demográfico e contagem*. 2010. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2010RgaAdAgsn.asp> Acesso em: 15 jul. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. *Cidades*. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/acu/panorama>. Acesso em: 03 jul. 2019.

IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL E MEIO AMBIENTE. *Perfil do seu Município*. Assú. 2008. Disponível em: <http://adcon.m.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC00000000016656.PDF>. Acesso em: 03 jul. 2019.

MZPAS – Macrozoneamento Bacia Piranhas-Açu Sustentável. *Projeto Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Piranhas-Açu/RN*. COBRAPE. Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças – SEPLAN, Rio Grande do Norte. Jardim Paulistano, SP. 2018.

NASCIMENTO, J. A.; SILVA, E. F. *Diagnóstico socioeconômico e ambiental dos assentamentos de reforma agrária atendidos pelo Projeto Vale Sustentável*. Associação Norte-rio-Grandense de Engenheiros Agrônomos (ANEA). Assú: Gráfica RN Econômico, 2016. 128 p.

OLIVEIRA, V. P. V. Sistemas ambientais de Santiago – Cabo Verde (África): Indicadores biofísicos de desertificação. In: OLIVEIRA, V.P.V.O.; GOMES, I.G; BAPTISTA, I; RABELO, L.S. (org.). *Cabo Verde: Análise socioambiental e perspectivas para o desenvolvimento sustentável em áreas semiáridas*. Fortaleza: Edições UFC, 2012.

PEIXÔTO, M. C. S.; PEREIRA NETO, M. C. Perspectivas e Desafios das Políticas Públicas e Ambientais aplicadas à Desertificação na cidade de Assú /RN. In: SEABRA, Giovanni (org.). *Terra: Políticas Públicas e Cidadania*. Ituiutaba, Mg: Barlavento, 2018. p. 133-143.

PEREIRA NETO, M. C.; FERNANDES, E Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Seridó (RN/PB – BRASIL). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 6, n. 3, p.399-411, jul-set. 2015.

SOUZA, M. J. N. Bases Geoambientais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, L. C. (Org.) *Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará*. Fortaleza: FUNECE, 2000.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. *Métodos em Questão*. Instituto de Geografia. USP, São Paulo: Ed. Lunar, 1977. 51 p.

SUDENE – SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. *Levantamento exploratório* - reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte. Recife, 1971.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1977. 97 p.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. *Using the USGS Landsat 8 Product*. 2018. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 19 jul. 2019.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. *Processos de desertificação ocorrentes no nordeste do Brasil: sua gênese e sua contenção*. Recife: SUDENE, 1982. 101 p.

*Agradecimentos*

*A CAPES, pela concessão de bolsa de estudos a primeira autora.*

---

### Maria Carolina de Santana Peixôto

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA-UFC. Mestra em Geografia pela UERN Campus Central. Graduada em Geografia pela UERN Campus Assú.

José Eufrásio, Centro, CEP: 59660-000, Paraú-RN.

E-mail: carolinageo@outlook.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2928-361X>

### Manoel Cirício Pereira Neto

Doutor em Geografia pela UFC. Professor Adjunto do Departamento de Geografia da UERN Campus Assú, colaborando como professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UERN Campus Central.

E-mail: ciricioneto@uern.br

UERN/CAA, Rua Sinhazinha Wanderley, 871, Centro, 59650-000 – Assú-RN.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8960-2686>

### Josiel de Alencar Guedes

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFRN. Professor Adjunto do Departamento de Geografia da UERN Campus Assú, colaborando como professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UERN Campus Central.

E-mail: josielguedes@uern.br

UERN/CAA, Rua Sinhazinha Wanderley, 871, Centro, 59650-000 – Assú-RN.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6436-563X>

---

Recebido para publicação em julho de 2021.  
Aprovado para publicação em outubro de 2021.