

## **Cenários e Desafios à Sustentabilidade dos Biomas do Nordeste do Brasil frente aos Extremos Climáticos**

Scenarios and Challenges for the Sustainability of Brazil's Northeastern Biomes in the Face of Climate Extremes

Escenarios y desafíos para la sostenibilidad de los Biomas del Nordeste de Brasil frente a los extremos climáticos

Flávio Rodrigues do Nascimento  
Universidade Federal do Ceará  
[flaviogeo@ufc.br](mailto:flaviogeo@ufc.br)

Renata Mendes Luna  
Universidade Federal do Ceará  
[renata.luna@ufc.br](mailto:renata.luna@ufc.br)

### **Resumo**

Os desafios à sustentabilidade ambiental em cenário de mudanças climáticas e eventos extremos, exige uma agenda ecológica, socioeconômica e cultural que considere, dentre outros elementos, a dotação dos recursos naturais, sua exploração e a capacidade de suporte dos Biomas. Nesta situação, os Biomas da Região Nordeste do Brasil são múltiplos e diversos, resguardando praticamente todos os tipos Macro Domínios de Paisagens intertropicais encontradas neste país. Além de apresentarem o maior quadro de diversidade cultural brasileira. Muito embora seja observada a primazia espacial de paisagens semiáridas no Nordeste, se faz importante aferir as potencialidades paisagísticas, em termos potencialidades e limitações de uso dos recursos naturais frente às Mudanças Climáticas e Desertificação. Para que assim seja possível tratar dos Cenários evolutivos e desejáveis na otimização de Bioinsumos. É sobre isto que trata este texto, cujo propõe uma agenda para sustentabilidade dos Biomas em questão.

**Palavras-chaves:** Mudanças Climáticas, Recursos Naturais, Bioinsumos, Sustentabilidade

### **Abstract**

The challenges to environmental sustainability in a scenario of Climate change and Extreme Events require an ecological, socio-economic and cultural agenda that takes into account, among other elements, the endowment of natural resources, their exploitation and the carrying capacity of the Biomes. In this situation, the Biomes of the Northeast Region of Brazil are multiple and diverse, covering practically all the types of intertropical Landscape Macro Domains found in this country. In addition to presenting the largest picture of Brazilian cultural diversity. Although the spatial primacy of semi-arid landscapes is observed in the Northeast, it is important to assess the landscape's potential, in terms of the potential and limitations of the use of natural resources in the face of Climate Change and Desertification. This will make it possible to deal with evolutionary and desirable scenarios for optimizing bio-inputs. This is what this text is about, proposing an agenda for the sustainability of the biomes in question.

**Keywords:** Climate Change, Natural Resources, Bio-inputs, Sustainability

## Resumen

Los desafíos a la sostenibilidad ambiental en un escenario de cambios climáticos y eventos extremos exigen una agenda ecológica, socioeconómica y cultural que considere, entre otros elementos, la dotación de recursos naturales, su explotación y la capacidad de carga de los Biomas. En esta situación, los Biomas de la Región Nordeste de Brasil son múltiples y diversos, salvaguardando prácticamente todos los tipos de Macro Dominios Paisajísticos intertropicales encontrados en este país. Además de presentar el mayor cuadro de la diversidad cultural brasileña. Aunque se observe la primacía espacial de los paisajes semiáridos en el Nordeste, es importante evaluar el potencial del paisaje, en términos del potencial y las limitaciones del uso de los recursos naturales frente al Cambio Climático y la Desertificación. Esto permitirá abordar escenarios evolutivos y deseables para optimizar los bioinsumos. De esto trata este texto, que propone una agenda para la sostenibilidad de los biomas en cuestión.

**Palabras clave:** Cambio Climático, Recursos Naturales, Bioinsumos, Sostenibilidad

## Introdução

As rápidas e bruscas mudanças ambientais com aumento da concentração de CO<sup>2</sup> na atmosfera provocam aquecimento anômalo da mesma, e isto produz o efeito estufa, desencadeando extremos e emergências do clima e desordem global da Biosfera. Sobre isto, há evidências de forte influência antropogénica, com profunda degradação dos Biomas (NASCIMENTO, 2023).

Países em desenvolvimento ou pobres como o Brasil serão os mais afetados pelas contingências das mudanças globais, com sérios agravamentos da sua sustentabilidade ecológicas e socioeconômica. E estes problemas envolvem uma complexidade de questões naturais que afetam tanto as áreas urbanas, quanto rurais. Portanto, os problemas de degradação ambiental de terras, ar e águas concorrem com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o Objetivo 13 (medidas urgentes no combate a mudança climática e seus impactos) e ameaça a segura das pessoas. Questões estruturais como a desigualdade social, a concentração de renda e os modelos exploratórios de recursos naturais dos Biomas causam impactos ao meio ambiente. Neste domínio, a proteção e uso sustentável de ativos e recursos naturais, com destaques aos bioinsumos são temas chaves à agenda da sustentabilidade nos Biomas Regionais. E nesta questão, destaca-se o Nordeste do Brasil, na perspectiva da gestão ambiental frente aos Extremos Climáticos.

Em termos ambientais, o histórico e formação territorial do Nordeste do Brasil (1.554.257,004 km<sup>2</sup> ou 18,25 do território nacional) provocou impactos e degradações ambientais de toda sorte em seus mais variados domínios ambientais e Biomas. Ao tempo que as bases materiais foram transformadas, vis-à-vis, em recursos naturais ocorreram degradações em suas condições ecológicas e de sociobiodiversidade, em detrimento ao modelo de abastecendo dos diversos ciclos econômicos, em escalas e quantidades sempre crescentes.

Neste sentido, se faz importante mencionar que as paisagens e ecossistemas associados aos Biomas do Nordeste são heranças de processos pretéritos e de atuação recente quando se fala de

Período Geológico – Quaternário (2,5 milhões a 11 mil anos Antes do Presente). Por isso mesmo, os povos herdaram fatias de conjuntos paisagísticos de complexa fisiografia e ecologia (Ab, Saber, 2003). Portanto, é de responsabilidade nossa a proteção dos ativos ambientais, dos bioinsumos e de todas as potencialidades de uso sustentável de recursos naturais existentes na região. Igualmente, é responsabilidade conhecer suas limitações de uso para evitar os estiolamentos ambientais, sobretudo em época de Emergência Climática e alterações bruscas e frequentes nos Biomas da Região.

Porquanto, para avaliação de uma situação atual, limites e potenciais de usos dos Biomas Nordesteiros frente às mudanças e emergências climáticas, a prognose a ser aventada está baseada em dois cenários: o tendencial e desejável.

O cenário tendencial trata de uma análise profunda e circunstanciada da dinâmica evolutiva, delineando o que se considera na trajetória mais provável da dinâmica ambiental e do desenvolvimento socioeconômico. Por sua vez, o Cenário Desejável é função do balanço entre o futuro almejado pela sociedade o Cenário Tendencial, tendo em mente um cenário prospectivo (2006).

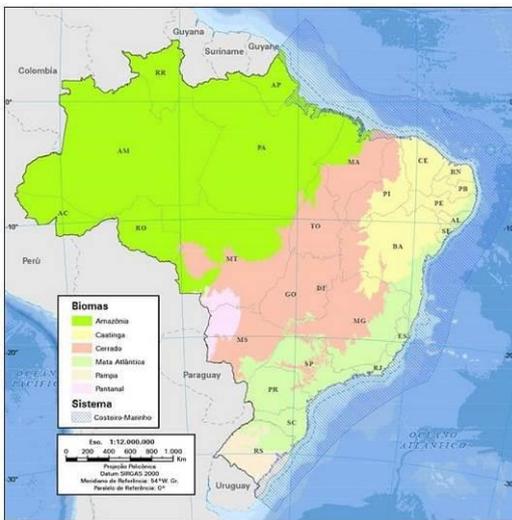
A rigor, um Bioma caracteriza-se por ser uma entidade biológica de ampla distribuição, podendo ser representado como o maior ecossistema passível de ser mapeado. É a primeira subdivisão da biosfera, cuja envolve grandes superfícies terrestres e que agrupam áreas com semelhante funcionamento ecológico e estrutura da vegetação enquanto reflexo direto dos fatores climáticos e ação das condições morfoclimáticas (NASCIMENTO, 2013; MUCINA, 2018).

No caso do Brasil, é possível correlacionar os diversos Domínios Fitogeográficos aos Biomas, onde o quadro geobotânico associado às condições climáticas formam espaços naturais com diversas ecológicas e biodiversidades. Isto envolve endemismos, condições climato-hidrológicas, solos, bases geológicas (minerais, rochas e sedimentos) e relevos compondo paisagens em escala regional, e ecossistemas associados. Portanto, em um dado Bioma estão inclusas as vidas animal e vegetal, determinados por agrupamentos similares de vegetação, com condições de clima e geologia semelhantes submetidos aos mesmos processos de formação da paisagem (ODUM, 2007).

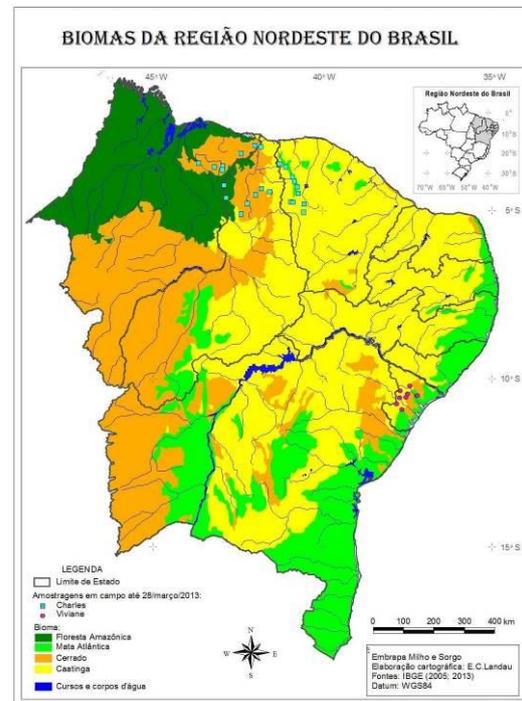
Os 6 (seis) Biomas do Brasil são a base espacial ou referência geográfica para políticas públicas ambientais, assim como para o monitoramento ambiental e de desmatamento (Brazil, & Ministry of the Environment, 2015). A partir disto, o Nordeste representa uma região geoeconômica e ambiental complexa e diversificada no domínio dos trópicos. Dentro de uma Geografia intertropical, resguarda praticamente todos os tipos de macropaisagens verificadas no Brasil, com a ocorrência de 4 (quatro) do total de Biomas do país, onde se destaca o domínio das caatingas que capeiam os sertões semiáridos (Fig. 1) (NASCIMENTO, 2006; 2013). Além disso, o que singulariza a Região em relação às demais do Brasil é a existência da mancha semiárida. Os Biomas do Nordeste são: Caatinga (em maior parte do Nordeste); Cerrado (Oeste da Bahia, Piauí e Leste do

Maranhão), Savana mais rica do mundo em biodiversidade; Mata Atlântica (Litoral Leste, até o Sul da Bahia, o mais ameaçado do Brasil); e, Floresta Amazônia (Oeste do Maranhão).

Na Figura 2, observa-se que de leste para o Oeste temos a zona costeira com Mata Atlântica a qual se dispersou com concentrações e relicários ambientais pelas encostas do Planalto Baiano e pelos Maciços Cristalinos com altitudes superiores a 600 mts de altitude pelo Nordeste (com exceção do Maranhão). Em amarelo, estão as Caatingas dos Sertões Secos, entremeados por resquícios de Cerrados oriundos do Brasil Central. Estes, por sua vez, se dispersaram pelo atual Estado do Piauí com muitas extensões de sua fitogeografia savânica sob condições de Clima Tropical Típico, ou seja, uma estação chuvosa mais prolongada e a estação seca mais curta, quando comparada ao Tropical Semiárido das Caatingas - com sua vegetação igualmente de savana. Em áreas de transição e contato no Maranhão, os Cerrados do Nordeste encontram com Região Pré-Amazônia, quando da ocorrência do Clima Equatorial Úmido.



**Figura 1 – Biomas do Brasil.** Fonte: IBGE, 2023



**Figura 2 – Biomas do Nordeste,** Fonte: Embrapa, 2003

Deste modo, afirma-se que o Nordeste Brasileiro resguarda praticamente todos os tipos de paisagens do Brasil. E que há complexas relações entre sociedade x natureza, desde seu processo histórico de ocupação e formação territorial. De certo modo, o ambiente regional é histórica e socialmente produzido e neste processo, houve subvalorização dos componentes ambientais determinada por condicionantes socioeconômicos e políticos, produzindo degradações e perdas de ativos ambientais. O que precisa ser revisto, imediatamente.

De per si, os Biomas regionais apresentam os seguintes aspectos:

**Cerrado:** Capiam maciços, planaltos de estrutura complexa e planaltos sedimentares ligeiramente compartimentados (300 a mais de 1000m), com ocorrências de cerradões (Vegetação Arbórea), Cerrado Senso Stricto, Campo Limpo e Campo Sujo. Estes dois últimos formando campestres nos interflúvios. As Florestas Galerias ou Ciliares protegem os rios regionais, assim como os “cílios protegem os olhos”. A fisiologia vegetal traz como principal marca árvores retorcidas com cascas grossas. Seus solos, no geral têm baixa fertilidade natural e são ácidos exigindo fertilização ratificação para uso agrícola, muito embora seja procurado pelo agronegócio. Os rios do Cerrado são em maioria perenes.

Este Bioma ocorre em grande parte sobre feições geomórficas em relevo de Chapadas e Chapadões. Dada a planura de suas terras, são muito demandadas pelos Complexos Agroindustriais. E com isso, a vegetação retirada para produção de *comodities* e a biodiversidade dessas áreas vêm drasticamente reduzindo.

Sua diversidade genética, de espécies e a capacidade de realização de processos ecossistêmicos, isto é, sua biodiversidade está entre as mais ameaçadas de todo o país em razão do uso da terra. Trata-se do Bioma que mais sofre com as queimadas e desmatamentos atualmente em todo o Nordeste do Brasil. O que implica na redução de serviços ecossistemas e de recursos naturais. Isto colabora para a emissão de CO<sub>2</sub> e o aquecimento global, com suas atuais e nefastas consequências

**Mata Atlântica:** Em grande parte se distribui em relevos suaves ondulados e convexados da costa leste do Nordeste em níveis topográficos (10-60m no litoral e proximidades ou em relevos de serras e chapadas com mais de 1.100m altitude, como na Chapada Diamantina e Encostas do Planalto Baiano). Bioma mais complexo para ocupação humana, com maior vulnerabilidade a movimentos coletivos de solo na região, especialmente por seu relevo ser representado por Morros arredondados e colinosos.

Apresenta vegetação omblófila e perenifólia distribuídas em solos de média a alta fertilidade natural em meio a grande biodiversidade. Portanto, este Bioma compõe Florestas Tropicais tipicamente biodiversas. Assim, como as Florestas Amazônicas que ocorrem no Nordeste, representam as áreas com maior potencial naturais de bioinsumos e riquezas naturais.

A drenagem costeira e nas serras cristalinas apresentam drenagens abundantes e volumosas a par de precipitações elevadas entre 1.100 a 1500mm/ano quando das chuvas regulares. Bioma úmido, que assim como o Amazônico concorre para diversificação de ecossistemas e de formas de vidas, conferindo alto potencial genético e de bioativos para o Nordeste do país.

**Amazônia:** Ocorre sob condições de Clima Equatorial, o qual é mais quente e mais úmido. Em sua vegetação predomina a Floresta Equatorial Amazônica. Sua atmosfera é marcada por nuvens baixas

e carregadas de umidade que, usualmente, produzem elevados volumes de chuvas, superiores a 2.500 mm/ano que justificam a presença da vegetação Ombrófila Densa. Detém vasto e extenso sistema hidrográfico, sendo que na “Amazônia Nordestina” os rios Tocantins (Bacia do Amazonas), Itapecuru, Gurupi, Mearim, Pindaré e muitos outros sobressaem no Maranhão. Nos leitos destes rios e principais tributários, há ocupações ribeirinhas e circulação fluvial, além de uma diversidade de atividades extrativista. Apresenta riquíssima biodiversidade a partir de um dos maiores remanescentes de paisagens naturais equatoriais do mundo.

No baixo curso destes rios, ademais, estão alguns dos maiores manguezais do Brasil e sistemas estuarinos complexos.

Desde a Baía de São Marcos, até a divisa com o Estado do Pará, o litoral é de ria ou vales afogados, submetidos as condições de macromarés. O que faz dessa Região a mais impressionante do Nordeste em termos de movimento diurno de marés. Daí, oportunizam uma grande biodiversidade costeira, favorecendo extrativos vegetal e animal.

A partir da Praia de Ponta de Pedras, a Oeste da Baía de São Marcos, encontram-se clima variando para menos úmido. Marcadamente com a ocorrência do Lençóis Maranhenses em contato imediato o Delta do Parnaíba, o clima já transicional para o Tropical Típico – menos chuvoso que úmido Amazônico e mais úmido que o semiárido adjacente à Sudeste-Leste. Desta complexidade climática, têm-se ecotónos entre os mais biodiversos do Brasil, com muitas potencialidades de usos dos recursos naturais. Os Lençóis, são o mais representativo e portentoso litoral de cordões arenosos das Américas, com seu sistema de Dunas e lagoas. O segundo, o maior Delta das Américas, com vasto mangue e planície flúviomarinha, Sistema Dunas, cordões litorâneos, ilhas, barras e desembocadura de vários rios, sendo o principal o Parnaíba.

**Caatingas:** Caracteriza-se pelo clima semiárido subequatorial sendo Tropical azonal, registrando as mais baixas precipitações do Brasil (300 a 850mm/ano), chuvas irregulares e concentradas no tempo e no espaço, além das recorrentes e frequentes secas (sobretudo durante o El Nino) e médias térmicas mais elevadas do Nordeste que normalmente ultrapassam os 32°C. As caatingas se distribuem, preferencialmente, nos terrenos das Depressões interplanálticas reduzidas a planícies de erosão sob forte ação morfoclimática de intemperismo físico, produzindo solos raso (esqueléticos, carbonáticos) e afloramentos rochosos em meio as Caatingas rústicas. No relevo regional também há Chapadas e Serras (Baixas, até 500 m; Altas acima de 500 m). Nos relevos acima de 600m há resquícios de Mata Atlântica, enquanto relicário biogeográfico resistentes as securas da semiaridez, instaladas em condições de maior umidade e sob efeitos de chuvas orográficas.

Além dos enclaves úmidos, há formações rústicas e bizarras (*inselbergs*). E os rios que cortam os sertões secos são intermitentes sazonais, com exceção dos rios São Francisco e

Parnaíba, cujos são alóctones. São comuns nos sertões o aproveitamento das aluviões com plantios lindeiros aos rios, em áreas dotadas de melhores condições edáficas. No geral, os Solos são ricos em minerais e pobres em matérias orgânicas.

A Vegetação é predominante arbustiva com espinhentos e caducifólia; há presença de cactos e resquícios de caatingas Arbóreas/Matas Secas nas Vertentes de Serras e de Baixas Chapadas, como a do Apodi/CE-RN.

### **A primazia Espacial dos Sertões Secos no Nordeste**

Os sertões são a zona fisiográfica mais característica da região. A vulnerabilidade regional em decorrência da instabilidade mesoclimática, com excesso ou escassez, antecipação ou retardo, ocasionando cheias espasmódicas ou secas calamitosas, origina drásticos problemas socioeconômicos e ambientais, destruindo lavouras, produzindo desemprego e fome, o que eleva os quadros de incertezas pluviométricas no tempo e no espaço. E que serão deveras aumentados em razão das mudanças climáticas. Coaduna-se com esta ideia o fato de a densidade demográfica total e rural do Polígono das Secas ser maior do que a da média brasileira, assumindo valores bastante baixos no interior e crescendo em direção ao litoral. No interior, a ocupação mais densa do território ocorre em torno de alguns centros urbanos e em áreas com agricultura irrigada.

Em grande escala, o clima é quente e relativamente seco, com inverno seco, quase sem chuva durante cerca de 5 a 8 meses em cada ano. No verão, ocorrem as chuvas de 4 a 7 meses, denotando grandes e fortes instabilidades no tempo e no espaço. As altas variações interanuais de precipitação comprovam o caráter climaticamente transicional da região, onde os valores de coeficiente podem ser designados como efeito de borda, presente nas áreas marginais dos desertos e nos domínios semiáridos em geral (CONTI, 2002).

A noção pragmática da mancha do semiárido brasileiro retrata a região onde ocorrem secas prolongadas. A concepção de seca varia de falta de chuvas, deficiência de umidade no solo agrícola, quebra de produção agropecuária, até impactos sociais e econômicos negativos, em comum. Isto quer dizer que identificação de áreas secas em diversos níveis de abrangência, em função de causas e efeitos, pode variar muito (VIEIRA, 2002). Sobre o Nordeste semiárido brasileiro, Ab'Saber (1999) diz constituir-se como um dos três núcleos de regiões semiáridas na América do Sul, postos num contexto de uma área continental predominantemente úmida.

No que tange a um esboço geral dos problemas geoambientais encontrados no Nordeste Seco, no entanto, favorecedores de uma ecodinâmica instável, baixa sustentabilidade ambiental e, proporcionalmente, alta vulnerabilidade de seus domínios ecológicos, foram destacados alguns aspectos ecofisiográficos na Figura 3

**Figura 3 – Esboço geral dos problemas do Nordeste Seco**

Condições geoambientais	Fatores de vulnerabilidade geoambiental
Aspectos termopluriométricos	Considerável extensão da área semiárida, com isoietas não expressivas – 800 mm média/ano - onde as chuvas são concentradas em poucos meses e, há uma irregularidade no tempo e no espaço. Elevadas temperaturas médias por ano (22°C a 28°C), com pouca variação entre as áreas e insolação muito alta: cerca de 2.800 horas por ano, considerando precipitação média/ano igual ou menor a 800 mm. Taxas de evapotranspiração elevadas por conta dos coeficientes térmicos elevados durante o ano e pequena quantidade de água disponível para as plantas. Semiaridez é elemento marcante de caráterazonal, com alta vulnerabilidade pluviométrica espacial e temporal. Limitações naturais ocorrem mais pela instabilidade climática, com baixa disponibilidades hídricas comprometedores do sistema produtivo.
Aspectos hidrológicos	Pequeno potencial de natureza hidro-energética, dada a larga predominância de rios intermitentes. Este regime é caracterizado pelo ciclo hidrológico variável anual em razão de eventos como <i>El Niño</i> e <i>La Niña</i> , com drásticas consequências à agropecuária. Potencial hidrogeológico modesto e, restrito a fraturas cristalinas e manchas aluviais. A degradação de mananciais é progressiva e intensa; há pouca atenção à conservação e condições ambientais adversas. Principais problemas de qualidade hídrica: salinização; formações cristalinas salinas; elevados níveis de turbidez e assoreamentos; poluição crescente por esgotos domésticos, matadouros, lixões, fertilizantes químicos e agrotóxicos.
Aspectos do potencial agrário	Proporção diminuta de terras simultaneamente favorecidas de potencialidades edafoclimáticas e com limitações de ordem topográfica com relevos montanhosos de serras cristalinas. Uso e ocupação com atividades hortifrutícolas quase não correm, com exceção das hortas cultivadas nos maciços residuais. Historicamente há uma estrutura agrária rígida.
Ecodinâmicas e vulnerabilidade ambiental	Ambiente de transição com tendência à instabilidade nas áreas mais degradadas; vulnerabilidade moderada a alta; evidências de desertificação em efeitos areolares.

Fonte: Nascimento 2006 e 2013

A rigor, o IBGE (2019) classifica a Caatinga como um “Bioma”, porém ela é classificada por diferentes autorias como parte do Bioma das Florestas Tropicais (Fig. 4).



**Figura 4:** Distribuição do Bioma Caatinga. Fonte: Embrapa Semiárido, 2023.

### Potencialidades Paisagísticas dos Biomas no Nordeste: uso dos recursos naturais

A capacidade de suporte dos recursos naturais inclui condições de potencialidades e limitações (Souza et al, 2005).

As potencialidades são tratadas como atividades ou condições que têm exequibilidades de serem praticadas em cada unidade geoambiental, sendo propícias à implantação de atividades ou de infraestruturas. As limitações ao uso produtivo, além das restrições ligadas à legislação ambiental, são identificadas com base na vulnerabilidade e nas deficiências do potencial produtivo dos recursos naturais e no estado de conservação da natureza, em função dos impactos produzidos pela ocupação da terra. Os riscos se referem aos impactos negativos oriundos de uma ocupação desordenada do ambiente.

Além de ser a Região do País com maior ocorrência de Biomas, o Nordeste também é o placo da maior variedade e complexidade de Manifestações culturais do Brasil. A considerar que os seres humanos podem otimizar a biodiversidade, os ativos ecossistêmicos, os recursos naturais e o usufruto dos bioinsumos derivados, as diversas ocorrências das Áreas Legalmente Protegidas no Nordeste, sejam Unidades de Conservação/UC, Áreas Protegidas/AP ou a demarcação de Áreas de Preservação Permanentes/APPs e de Terras Indígenas, seja com a criação de novos Geoparques - para além dos 2 (dois) que há (Araripe e Seridó) -, a preservação material e imaterial do Nordeste se faz indispensável pelo IPHAN, quiçá pela UNESCO em certos sítios. Sobre isto, o Quadro 1 sumariza as principais manifestações culturais do sincretismo religioso e étnico da Região.

E considerando fatores físicos e humanos sobre os Biomas, fala-se em Capacidade de Suporte e Diretrizes ambientais frente aos extremos das Mudanças Climáticas. A capacidade de suporte geoambiental está relacionada às potencialidades e limitações dos recursos naturais que foram avaliadas em seu conjunto. Isso significa que a integração dos componentes do potencial ecológico, exploração biológica e atividades socioeconômicas e culturais, constituem conjuntos espaciais que são os próprios Biomas. Deste modo, é possível mostrar as possibilidades de ofertas e limitações geoambientais de cada Bioma Regional.

Neste sentido, as Tabelas 1 a 4 apresentam as principais características de todos os Biomas, no que se refere às suas potencialidade e limitações de usos dos recursos naturais, ou seja, à capacidade de suporte geoambiental para sustentabilidade e uso de Biosumos no contexto da Emergência Climática.

### Quadro 1 - Manifestações culturais do Nordeste

<b>Alagoas</b> – cerâmica figurativa; rendas e bordados; trabalhos artísticos e utilitários em fibra vegetal ou em madeira. Mitos: zumbi de cabalo, Reisado, caboclinho, presépio, cavahada e pastoril. Canjica
<b>Bahia</b> – Cerâmica cozida em formas de animais; mitos: lobisomem, caboclo d'água, caipora, Maculelê. Comidas: Maniçoba, xixim de galinha; maxixada; vatapá; maxixe; acarajé; abará; acaçã.
<b>Ceará</b> – ornamentos e cerâmica figurativa; xilogravura; rendas e bordados; artefatos e indumentária de couro; redes de dormir. Contos e lenda. Reisado; fandango. Comidas: bolo de milho; macaxeira; mungunzá; canjica; baião-de-dois;

derivados de caju; carne seca.
<b>Maranhão</b> – Cerâmica ornamental; renda; esculturas em madeira; vassoura; rede de dormir. Mitos e lendas: dança do Lelé, cordão de reis; grupos de bois. Comidas: Farinhas de pau e peixe
<b>Paraíba</b> – semelhante aos citados. Fibra de vegetal. Lendas, contos e literatura de cordel. Comidas; angu de milho com carne; arroz doce com canela; embusada com costela de bode; carne seca; macaxeira com manteiga.
<b>Pernambuco</b> - arte e artesanato de barro; madeira entalhada; xilogravura. Contos: a onça e o gato; literatura de cordel. Caboclinho e maracatu. Comidas: buchada, carne de sol, moqueca, dobradinha.
<b>Piauí</b> – Maderia; cerâmica ornamental; cestas. Peneira. Lenda da Cabeça de Guia e da Miridam. Reisado. Marujada, pastoril, bumba-meu-boi. Comida: buchada, carne do sol, baião, tiquira
<b>Rio Grande do Norte</b> – Cerâmica; rendas; bordados; garrafas com areia colorida; redes de dormir; cestas; peneira; esteira; balaio. Mitos: lobisomem, Boi-Tatá. Lenda do carro de boi; Boi-Calemba; pastoril. Comidas: Feijoada completa; buchada de bode; paçoca salgada.
<b>Sergipe</b> – Labirinto; cerâmica utilitária; fibra vegetal; parafuso; bacamarteiros; carne do sol com manteiga da Terra

Fonte: Adaptado de Nascimento (2013)

### Tabela 1: Capacidade de suporte, impactos, riscos e diretrizes ambientais para exploração de biossistemas no Bioma Amazônia

Características Naturais e de Uso Dominantes: Terras Baixas Equatoriais Florestas com grande Biodiversidade. Ocorrências no Estado do MA, com expressividade de rede hidrográfica com rios perenes. Diversidade de Biossistemas. Alto Potencial Extrativista. Agropecuária, mineração, agroextrativismo

Características Naturais e de Uso Dominantes				
Capacidade de suporte analisada:		Impactos e riscos de ocupação	Diretrizes ambientais	Cenário Tendencial
Potencialidades	Limitações			
Patrimônio paisagístico Recursos de Pesca fluvial e marítima abundantes Agroextrativismo Muito altos volumes de Recursos hídricos superficiais e lacustres, alto potencial de águas subterrâneas Turismo / ecoturismo Organismos e substâncias, produtos vegetais, animais e microbianas para beneficiamento agrícola e da silvicultura entre os mais ricos em biossistemas do Mundo Proteção ambiental Manutenção do equilíbrio climático do planeta	Solos com baixa fertilidade natural Implantação viária Baixo suporte para edificações em ambientes hidromórficos Dificuldade de mecanização dos argilosos Restrições legais (áreas protegidas por legislação ambiental) e edáficas Inundações periódicas Susceptibilidade à erosão	Riscos de extinção de espécies Riscos de taxa de não retorno ecológico Desmatamentos Queimadas e Carvoejamento Uso intensivo da terra pelo agronegócio Mineração descontrolada Assoreamento de rios Ocupação indevida e barramentos de rios Pobreza regional Poluição hídrica Especulação imobiliária e expulsão da	Recuperação funcional do ecossistema Manutenção do equilíbrio, da integridade e da biodiversidade Atividades de Educação Ambiental, Demarcação de Terras indígenas e Criação de Mais UCs; Conservação / recuperação do patrimônio paisagístico Saneamento básico Manejo ambiental da flora e fauna Uso controlado	Aumento da demanda por recursos naturais; biodiversidade; desconfiguração paisagística; aumento do desmatamento e de emissões de CO <sub>2</sub> ; redução de Biossistemas; Erosão dos solos Aumento de atividades descontroladas  <b>Continua...</b>

		população nativa Perda de atrativo turístico	dos corpos d'água Controle da agropecuária, mineração e desmatamento especulação Aplicação do GERCO	
--	--	---	--	--

**Tabela 2: capacidade de suporte, impactos, riscos e diretrizes ambientais para exploração de biossumos no Bioma Cerrado**

Características Naturais e de Uso Dominantes: Chapadas e Chapadões Interiores com cerrados e matas ciliares. Alto Potencial Extrativismo e uso de Biossumos. Grande Biodiversidade. Alto Potencial Hidrogeológico. Uso e ocupação agroindustrial

Características Naturais e de Uso Dominantes				
Capacidade de suporte analisada:		Impactos e riscos de ocupação	Diretrizes ambientais	Cenário Tendencial
Potencialidades	Limitações			
Favorecimento à mecanização Agrícola Patrimônio paisagístico Agroextrativismo Maior riqueza em Biossumos entre savanas no Mundo Muitos altos volumes hidrogeológicos Potencial Turismo / ecoturismo e para proteção da biodiversidade Diversidade em serviços ecossistêmicos Manutenção do equilíbrio climático do planeja Manutenção e recarga de rios das bacias hidrográficas mais importantes do NE: Parnaíba, Tocantins-Araguaia, Atl. Nordeste Ocidental e S. Francisco	Solos com baixa fertilidade natural e ácidos Restrições legais (áreas protegidas por legislação ambiental) e edáficas Inundações periódicas Suscetibilidade à erosão	Riscos de extinção de espécies Riscos de taxa de não retorno ecológico Desmatamentos Queimadas excessivas Uso intensivo da terra pelo agronegócio Mineração descontrolada Assoreamento de rios Ocupação indevida e barramentos de rios Poluição hidrogeológica e rebaixamento de nível piezométrico Desterritorialização de população nativa Perda de conhecimentos tradicionais para uso de biossumos Perda de atrativo turístico	Recuperação funcional do ecossistema Manutenção do equilíbrio, da integridade e da biodiversidade Educação Ambiental, Demarcação de Terras indígenas e Criação de Mais UCs; Conservação / recuperação do patrimônio paisagístico Saneamento básico Manejo ambiental da flora e fauna Uso controlado de aquíferos Controle da agropecuária, mineração e desmatamento Especulação	Aumento da demanda por recursos naturais; biodiversidade e por áreas agricultáveis; Desconfiguração paisagística; aumento do desmatamento e de emissões de CO2; redução de Biossumos; Erosão dos solos de atividades descontroladas

**Tabela 3: capacidade de suporte, impactos, riscos e diretrizes ambientais para exploração de biossistemas no Bioma das Caatingas**

Características Naturais e de Uso Dominantes: Superfície rebaixadas e erodidas dos sertões com vales rasos, extensivamente recobertos por caatingas; agro-extrativismo e pecuária extensiva

Características Naturais e de Uso Dominantes				
Capacidade de suporte analisada:		Impactos e riscos de ocupação	Diretrizes ambientais	Cenário Tendencial
Potencialidades	Limitações			
As áreas servem à silvicultura, reflorestamento, mineração controlada. Nos sertões aplainados pecuária, agricultura irrigada e de sequeiro, agroextrativismo e forragicultura podem ser beneficiadas. Há restrições hídricas, solos rasos de baixa fertilidade.	Pluviometria escassa e irregular Potencial muito limitado de águas superficiais e subterrâneas Degradação indiscriminada da vegetação e dos solos Chão pedregosos e frequentes afloramentos de rocha Salinização dos solos Biodiversidade fortemente afetada Susceptibilidade à erosão Solos vulneráveis à erosão, apresentam solos rasos e potencial de águas é fraco. Processos de Desertificação ativos Perda progressiva de ativos ambientais e biossistemas	Riscos de Secas frequentes Riscos de extinção de espécies Desmatamentos Queimadas excessivas Uso intensivo da terra pela agricultura Mineração descontrolada Assoreamento de rios Desterritorialização de população nativa Perda de conhecimentos tradicionais para uso de biossistemas Migração compulsória Pobreza regional; Salinização e sodicidade dos solos e das águas pela agricultura irrigada; uso indiscriminado de agroquímicos; agricultura rudimentar; falta ou carência de saneamento básico, desmatamento; instalação indiscriminada de lixões; queimadas e incorporação de terras; mineração descontrolada.	Recuperação dos solos e da biodiversidade Aplicação dos Planos Estaduais de Desertificação Prevenção ou redução da degradação das terras, p/ reabilitação de terras parcialmente degradadas Seguir os ODS no enfrentamento da desertificação e degradação com a conservação do solo e de atividades de florestamento e reflorestamento Incentivo e promoção popular da educação ambiental c/ ênfase no controle da desertificação e no gerenciamento dos efeitos das secas e mudanças climáticas	Intensificação de processos erosivos acelerados; redução da biodiversidade; pastagens degradadas; crescimento urbano desordenado e aumento dos problemas de saneamento; descaracterização das paisagens sertanejas por processos de desertificação.

**Tabela 4: capacidade de suporte, impactos, riscos e diretrizes ambientais para exploração de biossumos no Bioma da Mata Atlântica**

Características Naturais e de Uso Dominantes: Floresta Biodiversidade; Alta Biodiversidade; agro-extrativismo, cana de açúcar e pecuária

Características Naturais e de Uso Dominantes				
Capacidade de suporte analisada:		Impactos e riscos de ocupação	Diretrizes ambientais	Cenário Tendencial
Potencialidades	Limitações			
Alta biodiversidade Árvores de Médio e grande porte Drenagens perenes e rios caudalosos Grande riqueza em biossumos Regula o fluxo dos mananciais hídricos; Assegura a fertilidade do solo da região; Paisagens com belezas cênicas; Controla o equilíbrio climático; Protege escarpas e encostas das serras; Fonte de alimentos e plantas medicinais; Lazer, ecoturismo, geração de renda e qualidade de vida; E além claro, de preservar um patrimônio histórico e cultural imenso.	Ocupação de vertentes e morros Assoreamentos de rios Inundações fluviais periódicas Reduzidas áreas para mecanização de terras Suscetibilidade à erosão Solos vulneráveis à erosão, Desmatamentos Queimadas Perda progressiva de ativos ambientais e biossumos	Ocupação de encostas provoca deslizamentos e movimentos de massa Inundações periódicas e Riscos de Secas frequentes aumentas pela emergência climática Riscos de extinção de espécies Desmatamentos Queimadas excessivas e incorporação de terras;  Uso intensivo da terra pela agricultura Mineração descontrolada Assoreamento de rios Desterritorialização de população nativa Perda de conhecimentos tradicionais para uso de biossumos Aumento da pobreza regional; Uso indiscriminado de agroquímicos; agricultura rudimentar; Precarização de saneamento básico, desmatamento; instalação indiscriminada de lixões;	Restauração ambiental Renaturalização de rios Recuperação funcional do ecossistema Manutenção do equilíbrio, da integridade e da biodiversidade Demarcação de Terras indígenas e Territórios Quilombolas Criação de UCs; Conservação / recuperação do patrimônio paisagístico Incremento do Saneamento básico Manutenção hidrossedimentológica de rios Manejo ambiental da flora e fauna Controle da agropecuária, mineração e desmatamento	Intensificação de processos erosivos acelerados; redução da biodiversidade; pastagens degradadas; crescimento urbano desordenado e aumento dos problemas de saneamento; descaracterização das paisagens de Florestas Aumento de Desmatamento

Fonte: Adaptado de IBF, 2023; Souza et al., (2005); Nascimento (2015)

## **Mudanças Climáticas e Desertificação**

A par das Características Naturais e dos Usos Dominantes dos Biomas e de aspectos do seu patrimônio cultural, material e imaterial, a bioeconomia articulada à otimização de bioinsumos mostram norte interessante à exploração sustentável dos Biomas regionais.

Os diversos mosaicos naturais do Nordeste, exprimem relações sociedade e natureza diferenciada também em função das potencialidades e limitações naturais. Neste arranjo, o modo de vida de boa parte das sociedades modernas, que tem como meta o aumento da produção e do ritmo da produtividade a partir do uso intensivo de recursos naturais, representa uma das causas fundamentais da degradação ambiental, onde existem interconexões complexas, com estruturas sociais políticas, econômicas e ideológicas, se interpenetradas.

Em uma relação custo-benefício do economicismo, a apropriação dos benefícios e a exploração dos sistemas naturais acontece em dependência do nível de desenvolvimento das forças produtivas e, sobretudo, da tecnologia. O acesso a esta implica acesso ao capital que, por si, é uma manifestação da diversidade na ocupação e apropriação. Realmente, a divisão das benesses depende da maneira de apropriação dos recursos para um modo de produção e estilo de desenvolvimento, que em regiões pobres do capitalismo, como o Nordeste, é extremamente desigual. Nisto, os recursos naturais são super explorados e os Biomas degradados.

Com exceção de pequenas porções de seu território com potencial hidroclimático e edafomorfológico satisfatório (a exemplo de setores de testada superiores conservados de enclaves úmidos e subúmidos, vales aluviais sertanejos das grandes bacias hidrográficas), o semiárido tem, em sua economia rural, problemas ligados à vulnerabilidade dos setores produtivos (AB'SABER, 1999; NASCIMENTO, 2006, 2013). Na economia do trópico semiárido, há um complexo de agricultura de baixa produtividade e pecuária extensiva. Mesmo que a investida no setor industrial tenha sido a tônica nas últimas décadas, sua economia tem fortes bases assentadas na exploração de um sistema produtivo caracterizado pelo algodão-pecuária e culturas de subsistência incipientes, que em âmbito regional correspondem a uma importante atividade econômica. Além dos riscos climáticos, a pressão socioeconômica é fator desencadeador de núcleos de regressão edáfica e biótica.

As secas periódicas agravam (Fig. 4) os problemas do meio rural, cujas bases são sustentadas em uma estrutura fundiária concentrada, impedindo o acesso à renda, comprometendo os baixos níveis de sobrevivência e, muitas vezes, conduzindo a única opção: a migração compulsória. Colabora para esta pressão humana sobre a biomassa a intensidade de retirada da cobertura vegetal, a superpastagem e as atividades mineradoras descontroladas, ocasionando estresse ambiental (CONTI, 2002) e potencializando a desertificação (NASCIMENTO, 2023), por

exemplo. E, entre as principais consequências de uma conflituosa relação sociedade/natureza, Conti (2003) destaca a desertificação como modalidade de degradação ambiental.

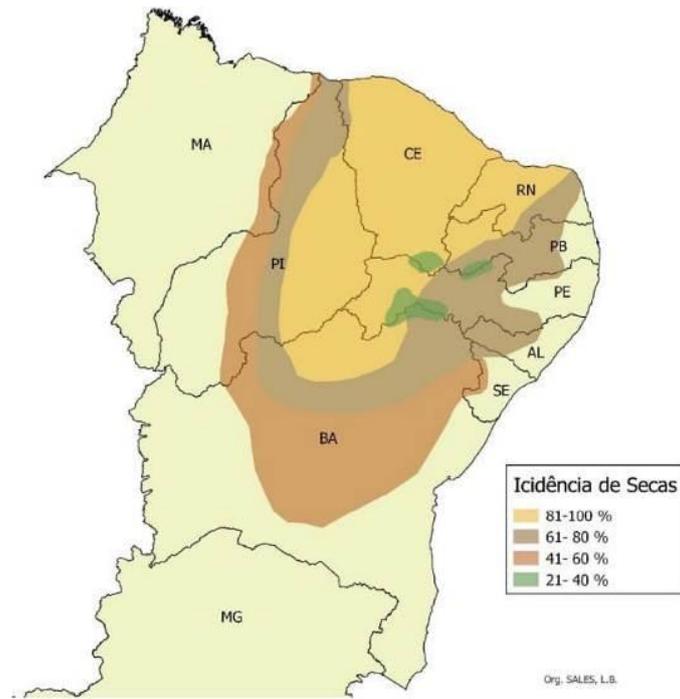
“Embora esteja localizado em área de clima semiárido, apresenta grande variedade de paisagens, relativa riqueza biológica e espécies que só ocorrem nesse bioma. Os tipos de vegetação do Bioma Caatinga encontram-se bastante alterados, com a substituição de espécies vegetais nativas por pastagens e agricultura. O desmatamento e as queimadas são práticas comuns no preparo da terra para a agropecuária. Essa prática, além de destruir a cobertura vegetal, também prejudica a manutenção de animais silvestres, a qualidade da água e o equilíbrio do clima e do solo. Da área original ocupada por esse Bioma, aproximadamente 36% já foram alterados pelo homem” (IBGE, 2023).

Com os efeitos de secas pronunciadas e mais frequentes no cenário de emergência climática, associado a degradação dos solos, desmatamentos e queimadas o desenho ambiental nos Biomas do Nordeste expressam avanços das Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) e das Áreas de Entorno da Desertificação. O que é muito problemático e concorre para sustentabilidade ambiental.

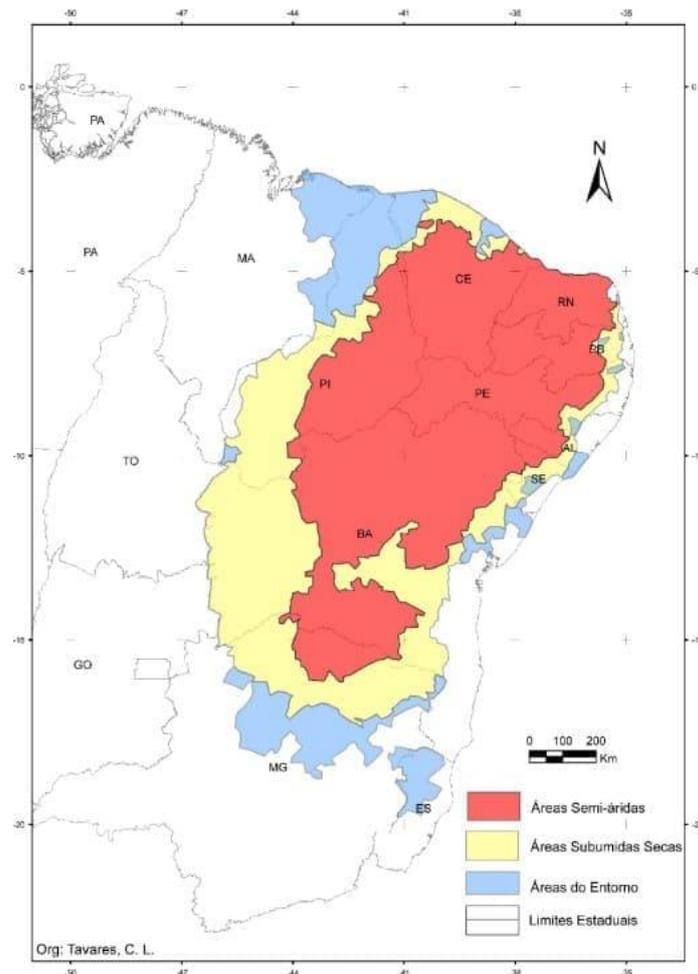
Considerando os aspectos ambientais a partir da vulnerabilidade as secas, o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-BRASIL), mostra as ASDs do seguinte modo (Fig. 5). Dentre os principais problemas provenientes da Desertificação, sobretudo sob condições de extremos climáticos e mudanças ambientais (NASCIMENTO, 2023), estão: Terras salinizadas nos perímetros irrigados.

- ✓ Erosão dos solos.
- ✓ Abandono de terras.
- ✓ Queimadas e simplificação biológica.
- ✓ Inseguranças hídrica e alimentar.
- ✓ Estiolamento dos recursos naturais.
- ✓ Desestabilização das vocações econômicas (apicultura, turismo, carcinicultura, psicultura e pesca artesanal, caprinocultura, bovinocultura de leite, artesanato e redes de dormir, fruticultura,) e dos arranjos produtivos locais.
- ✓ Empobrecimento das populações e migração compulsória

Nada obstante, Bezerra e Nascimento et al., (2020) alertam para realidade de risco potencial de fragmentação das paisagens naturais, especialmente em Biomas que atualmente sejam considerados altamente antropogênicos, como a Mata Atlântica e a Caatinga. Isto particularmente é forte no Nordeste por conta do semiárido e dos ecossistemas de entorno, com áreas subúmidas secas.



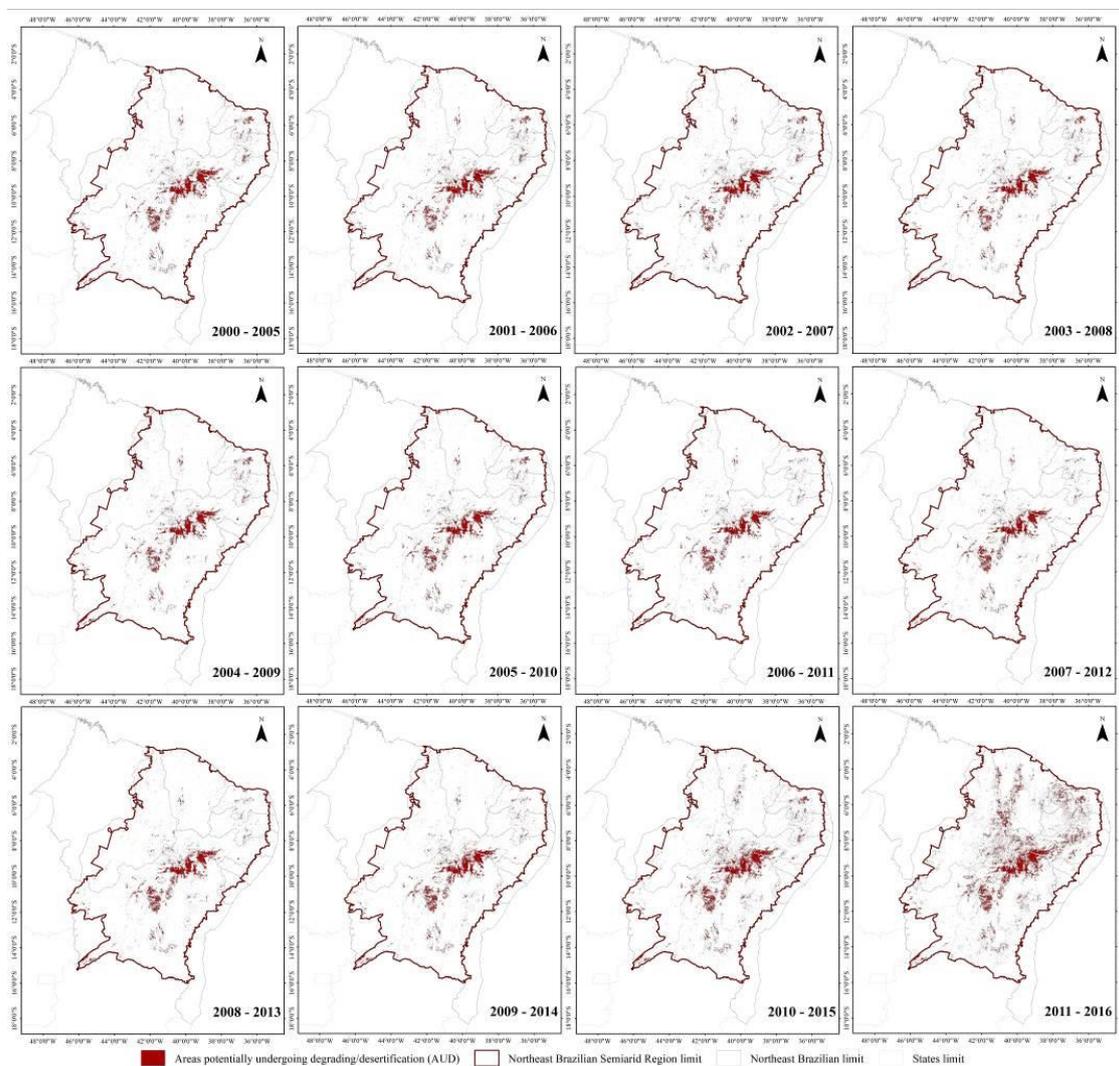
**Figura 4** – Probabilidade secas intraanuais no Nordeste. Fonte: Adaptado de Nascimento, 2015.



**Fig. 5.** Áreas Susceptíveis à Desertificação/ASDs. Fonte: Adaptado de CNRBC, 2003.

A metodologia proposta por estes autores - Análise espaço-temporal da dinâmica e cenários futuros da pressão antrópica sobre os Biomas no Brasil- mostra-se “oportuna e eficiente para desenvolver um potencial indicador capaz de identificar e monitorar a pressão antrópica antropogênica sobre os biomas brasileiros e, assim, contribuir para ações de recuperação e recuperação e manutenção da biodiversidade, em consonância com os acordos internacionais”.

A Fig.6 ilustra a distribuição espacial das áreas potencialmente em processo de degradação/desertificação no Nordeste para os anos de 2000 a 2016, identificadas a partir da análise multitemporal dos valores de EVI2. Observa-se que a maioria das áreas está localizada na região central da área de estudo, caracterizada por climas tropical-árido ou semiárido-tropical, onde predomina principalmente o Bioma Caatinga.



**Fig.6 - Áreas do Nordeste do Brasil potencialmente em processo de degradação/desertificação, entre 2000 e 2016**

## **Bioeconomia e Bioinsumos: Uso sustentável dos Biomas no Nordeste**

A Bioeconomia a partir dos Bioinsumos é um dos caminhos para os usos sustentáveis e inclusos dos recursos e ativos ambientais no Biomas.

Visto que a Bioeconomia estabelece relações entre atividades econômicas x condições físico-químicas, uso dos recursos e ativos naturais, assim como dos recursos naturais com seus impactos derivados. Também expõe a fronteira da produção de bens materiais que reduzem a disponibilidade de energia para o futuro. Essa relação da Economia com a natureza, relaciona atividades econômicas e comerciais que envolvam cadeias da sociobiodiversidade sustentáveis e tradicionais, favorecendo o usufruto de Bioinsumos, o desenvolvimento de base local e comunitária nativas. E mais:

*“A bioeconomia engloba toda a cadeia de valor que é orientada pelo conhecimento científico avançado e a busca por inovações tecnológicas na aplicação de recursos biológicos e renováveis em processos industriais para gerar atividade econômica circular e benefício social e ambiental coletivo” (Instituto Escolhas e outros, 2020 apud Pagina22, 2023).*

Um bioinsumo representa um dado produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, com fins ao uso na produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos (BRASIL, 2023).

Assim, de modo inclusivo e sustentável a produção florestal (madeira e não madeira), fármacos e química fina, fruticultura, pescado e maricultura, permitem a fixação e manutenção de mão de obra local e comunitária, com interiorização do desenvolvimento ao tempo do empoderamento das comunidades tradicionais, sem deixar ninguém para trás (Pagina22, 2023).

## **Cenários desejáveis e otimização de Bioinsumos: agenda para sustentabilidade dos Biomas**

Os cenários desejáveis para uso sustentável de recursos naturais e bioinsumos no Nordeste, devem privilegiar uma agenda para sustentabilidade dos Biomas sob ditizes das ODS. Para tanto, devem considerar temas relacionados a sustentabilidade ecológica, econômica e social. Tais como: promoção do uso e conservação da biodiversidade; gestão integrada dos recursos hídricos e demais recursos naturais; controle da qualidade ambiental; revitalização de bacias e subbacias hidrográficas; recuperação de áreas degradadas, incluído as ribeirinhas, e combate ao

avanço da desertificação, ordenamento territorial com princípios sustentáveis, convivência com as secas e, sobretudo, programas e projetos com adaptações ao enfrentamento das emergências climáticas, com seus paroxismos destrutivos.

Frente este panorama, se faz necessário assegurar condições ao desenvolvimento econômico e social, com melhoria da qualidade de vida em equilíbrio ambiental. Por fim, propõe-se para tanto:

- ✓ Melhorar gestão dos recursos naturais, compatibilizando a ação humana com a dinâmica e capacidade-suporte geoambiental nas Bacias Hidrográficas.
- ✓ Articular a convivência com o semiárido na articulação com os movimentos de base.
- ✓ Promover os Usos múltiplos e compartilhados das águas, incluindo saneamento básico.
- ✓ Uso sustentável dos ativos ambientais.
- ✓ Infra-estrutura da ocupação e integração regional.
- ✓ Valorização e dinâmica sociocultural.
- ✓ Promoção do desenvolvimento rural sustentável e dinâmica econômica regional.
- ✓ Dinâmica da organização político-institucional.
- ✓ Regular e fiscalizar o uso de defensivos químicos.
- ✓ Manejo da biodiversidade da caatinga.
- ✓ Agricultura, agroindústria e pecuária familiar, de sequeiro e de exportação.
- ✓ Priorizar os fóruns de Municípios e o Consórcio do Nordeste (Nascimento, 2021)
- ✓ Mitigar mineração
- ✓ Elaborar um Zoneamento Ecológico-Econômico regional, assim como uma nova edição do Zoneamento Agroecológico do Nordeste, com base em seus bioativos e aptidão agrícola e agroecológica em textos de emergência Climática.
- ✓ Aplicar o Planos Estaduais de Combate à desertificação
- ✓ Atualiar o Plano Nacional de Combate à Desertificação/PAN-BRASIL

## Referências

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p

AGÊNCIA SENADO. **Biosumos**. [tps://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/09/20/marco-juridico-dos-bioinsumos-vai-a-camara](https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/09/20/marco-juridico-dos-bioinsumos-vai-a-camara). Cited on <18.nov.2023>

BERNARDES, Nilo. **As Caatingas**. In: Revista Estudos Avançados. Dossiê Nordeste seco. 13 (36), São Paulo: Centro de Estudos Avançados, 1999. p. 69 – 78.

BEZERRA, F.G.S.; NASCIMENTO, Flávio R.; ARAI, E. Analysis of areas undergoing desertification, using EVI2 multi-temporal data based on MODIS imagery as indicator. *ECOLOGICAL INDICATORS*, v. 117, p. 106579, 2020.

BRASIL/MMA. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAN-BRASIL**. Edição Comemorativa dos 10 anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – CCD. Brasília: MMA, 2004. 225p.

BRASIL. Inovação/bioinsumos <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/conceitos>. Cited on <19.nov.2023>

CONTI, José B; FURLAN, Sueli A. **Geoeecologia**: o clima, os solos e a biota. In: Ross, J. L. S. (org.). Geografia do Brasil. São Paulo: Edusp, 1995.p. 67 – 208.

CNRBC. **Cenários para o Bioma Caatinga**. Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, Recife: SECTMA, 2004. 283p.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. BIOMA CAATINGA. <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/introducao>. Cited on <17.nov.2023

IBGE. **Biomias do Brasil**. <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomias-brasileiros.html>. Cited on <17.nov.2023

LINARES-PALOMINO, R.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; PENNINGTON, R. T. **Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism and biogeography of woody plants**. In: DIRZO, R.; YOUNG, H. S.; MOONEY, H. A.; CEBALLOS, G. (Ed.). Seasonally dry tropical forests: ecology and conservation. Washington: Island, 2011. p. 3-21.

MUCINA, L. **Biome: evolution of a crucial ecological and biogeographical concept**. New Phytologist, [S.L.], v. 222, n. 1, p. 97-114, 2018.

NASCIMENTO, Flávio. R.. **OS SEMIÁRIDOS E A DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL**. Rede: Revista Eletrônica do Prodepa, v. 9, p. 7-26, 2015.

NASCIMENTO, Flávio R. do. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú – Ceará** (Tese de Doutorado). Niterói: UFF, 2006. 325p

\_\_\_\_. **O Fenômeno da Desertificação**. Cegraf, UFGO: Goiânia. 2013. 240 p. NIMER, Edmond. Climatologia do Nordeste. IN: Geografia do Brasil. v. 2. Região Nordeste. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1977. p. 47-84.

NASCIMENTO, FLÁVIO R. do. **Uma análise na escala do Nordeste e estratégias Regionais na organização/integração para o combate ao SARS-COV-2**. In: Wagner Costa Ribeiro. (Org.). COVID 19. Passado, Presente, Futuro. 1ed.São Paulo: FFLCH/USP, 2020, v. 1, p. 141-167

NASCIMENTO, FLÁVIO R. do. **Global Environmental Changes, Desertification and Sustainability**. 1. ed. Basel, Switzerlan: Spirnger Nature, 2023. v. 1. 141p

ODUM, E. P., et al. **Fundamentos de ecologia**. Cengage Learning, São Paulo, 2007. Brazil, & Ministry of the Environment, 2015

Pagina22. **O valor da diversidade para a bioeconomia**. <https://pagina22.com.br/2021/02/01/o-valor-da-diversidade-para-a-bioeconomia>. Cited on <18.11.2023>

SOUZA, Marcos J. N. de. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará.** In: LIMA, Luiz. C. (Org.) Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Fortaleza: FUNCEME, 2000. p 6-105

SOUZA, Marcos J. N. de NASCIMENTO, Flávio. R. et al., **Diagnóstico geoambiental do Baixo Jaguaribe.** In: Rosa, Morsyleide de Freitas; Figueredo, Maria Clea Brito de e Gondim, Rubens Sonsol. (Org.). Gestão sustentável no Baixo Jaguaribe. 1ed.Fortaleza: Ed. da Embrapa, 2006, v. 1, p. 25-46.

SOUZA, Marcos J. N. **A problemática ambiental: cenários para o bioma da caatinga no Nordeste do Brasil.** Panorama da Geografia Brasileira II. 1ed.São Paulo: Annaablume, 2006, v. ii, p. 119-133.

VIEIRA, V. P.P.B. (2002.) **Água Doce no Semiárido.** In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (org.). Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 2ª edição. São Paulo: Escrituras Editora, p. 507-530