CLIMATOLOGIA TROPICAL

Desertificação: do Conceito aos Núcleos do Semiárido Brasileiro

Ranyére Silva Nóbrega
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Grupo de Pesquisa TROPOCLIMA

IDEIA CENTRAL

Desertificação é degradação da terra nas zonas secas, e não a formação de um deserto. O Nordeste é semiárido por razões naturais; o que se coloca em debate aqui é quanto da degradação vem do clima, do solo e do jeito como a terra é usada. A resposta muda de núcleo para núcleo.

1. O conceito e de onde ele veio

A palavra é antiga, mas o debate é recente. Louis Lavauden a cita em 1927; André Aubreville a populariza nos anos 1940, depois de uma década de experiências com a degradação da terra na Grande Planície Americana, onde o desmatamento, o uso intensivo do solo e nove anos de seca (1929 a 1936) deixaram marcas. Em 1949, Aubreville usa o termo para áreas de aspecto desértico que estavam se expandindo.

A pauta ganha peso político depois da Conferência de Estocolmo (1972). A ONU decide em 1974 convocar uma conferência mundial, realizada em Nairóbi, entre agosto e setembro de 1977. O gatilho foi a seca no Sahel, de 1968 a 1973: seis milhões de pessoas afetadas e um rebanho de cerca de 25 milhões de cabeças, do qual 40% morreu de fome. No Brasil, a discussão ganha fôlego nesse mesmo 1977, com a obra de Vasconcelos Sobrinho.

1.1 Como a UNCCD define

Pelo artigo 1 da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, desertificação é a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas. Três pontos aparecem nessa frase: o que acontece (degradação da terra), onde (zonas secas) e por quê (clima e gente, juntos).

Desertificação não é desertização. Segundo Matallo Júnior (2009), deserto é resultado da evolução climática; desertificação é resultado do manejo inadequado dos recursos naturais nas terras secas. Durante muito tempo os dois processos foram confundidos.

1.2 Cada autor, um nome

Autor	Como nomeou ou entendeu o processo
Vasconcelos Sobrinho	O semiárido brasileiro como um deserto em potencial, em formação, por ruptura do equilíbrio provocada pelo homem

Autor	Como nomeou ou entendeu o processo
Duque (1953)	Não haveria um deserto físico como o Saara, nem menos chuva, mas um deserto econômico
Reis (1988)	Prefere "esterilização ambiental": extinção da fauna, devastação da flora e perda progressiva da capacidade produtiva do solo
Retallack (1990)	Rompimento da estabilidade da paisagem, com erosão de vertentes, denudação de solos e campos de dunas
Rodrigues (1987)	Fenômeno que integra processos econômicos, sociais e naturais e destrói o equilíbrio do solo, da vegetação, do ar e da água

Quadro 1 — Como diferentes autores nomearam ou entenderam o processo de desertificação

2. Terras secas no mundo

As terras secas ocupam cerca de 41% da superfície do planeta e abrigavam, em 2000, mais de dois bilhões de pessoas, um terço da população mundial. Cerca de 70% delas (sem contar os desertos hiperáridos) já estão degradadas. A desertificação aparece em todos os continentes, menos na Antártida.

- **África:** dois terços do continente são desertos ou terras secas, e quase três quartos das terras secas usadas na agricultura apresentam algum tipo de degradação.
- **Ásia:** cerca de 1,7 bilhão de hectares são áridos, semiáridos ou subúmidos secos. É o continente com mais gente atingida.
- **América Latina e Caribe:** um quarto da região é deserto ou terra seca, apesar da fama de florestas pluviais.

As causas mudam de lugar para lugar. Na Mongólia, o pisoteio contínuo do gado abriu manchas de solo exposto que, em cinco anos, viraram grandes áreas nuas. Em Camarões, a represa de Mega Dam impediu o alagamento das terras na estação seca e encolheu a pastagem natural. No deserto de Thar (Índia), a partilha igual da herança fatia as propriedades a cada 20 ou 30 anos, e a terra menor é cultivada em excesso. No nordeste do México, rebanhos de caprinos passam da capacidade da vegetação de espinhos.

3. O semiárido brasileiro: limites físicos ou políticos?

O Brasil não tem clima árido; só semiárido e subúmido seco, com índice de aridez entre 0,20 e 0,65. O índice é a razão entre precipitação e evapotranspiração potencial (P/ETP, Thornthwaite, 1941): árido de 0,03 a 0,20; semiárido de 0,21 a 0,50; subúmido seco de 0,51 a 0,65; subúmido úmido de 0,66 a 1,00; úmido acima de 1,00.

A delimitação oficial do semiárido existe desde 1989 e usa três critérios técnicos desde 2005. O município entra se alcançar pelo menos um deles: chuva média anual de até 800 mm, índice de aridez de Thornthwaite de até 0,50, ou frequência de dias secos (déficit hídrico) de 60% ou mais. Em 2017, eram 1.262 municípios.

A revisão de 2021 (Resolução Condel/Sudene nº 150/2021), com séries climatológicas de 1991 a 2020, teve este resultado: 1.212 municípios foram mantidos por continuarem cumprindo as exigências climáticas; 215 foram incluídos; e 50 deixaram de cumprir os critérios por causa do aumento de chuvas locais. Esses 50 foram mantidos em caráter excepcional pela Resolução nº 176/2024, por um ano, em razão do El Niño. O total é de 1.477 municípios em 11 estados, 15,3% do território nacional. Bahia (287), Minas Gerais (217), Piauí (216), Paraíba (198), Ceará (175), Rio Grande do Norte (148) e Pernambuco (142) têm mais municípios.

O prazo de um ano terminou em 3 de janeiro de 2025. O IBGE manteve os 50 no recorte do semiárido; a situação atual deve ser conferida no site da Sudene. A nova revisão geral está prevista para 2031, e depois a cada década.

Há ainda uma terceira categoria no PAN-Brasil: as Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD) incluem o subúmido seco e as áreas de entorno do semiárido, que não se enquadram no padrão climático, mas têm secas frequentes e enclaves de caatinga. É por isso que Gilbués, fora dos limites do semiárido, é um núcleo de desertificação.

A Paraíba ajuda a ver por que a pergunta do título não é retórica. São 198 municípios no recorte oficial, mas o semiárido paraibano está longe de ser uma coisa só. O Planalto da Borborema barra a umidade que vem do oceano, e é a sotavento dele, no Cariri e no Curimataú, que aparecem os menores totais do estado, abaixo de 400 mm anuais em alguns municípios. Mais a oeste, o Sertão volta a receber mais chuva, porque depende menos da umidade oriental e mais da Zona de Convergência Intertropical. O núcleo mais seco do estado fica, portanto, no centro, e não no extremo oeste, um detalhe que nenhum limite municipal consegue mostrar.

4. A gênese da semiaridez

A semiaridez do Nordeste vem de uma soma de fatores. A circulação geral da atmosfera, perto de 30° de latitude, faz o ar frio e pesado descer (subsidência) sobre uma camada de inversão térmica, o que inibe a formação de nuvens. O relevo concentra a chuva nas encostas

que recebem ventos úmidos e deixa o outro lado seco. As correntes oceânicas frias completam o quadro nas regiões tropicais.

4.1 As marcas locais do clima semiárido

Localmente, o clima semiárido se reconhece por seis marcas: chuva concentrada em três a cinco meses, grande variabilidade no tempo e no espaço, anos secos ligados ao oceano (El Niño e dipolo do Atlântico), solo cristalino, alta evapotranspiração e alto déficit hídrico.

O que importa não é só o total anual. O balanço hídrico mensal mostra isso: em Cabrobó (PE) há déficit nos doze meses do ano e nenhum excedente; em Recife há excedente de março a setembro e déficit só em outubro, novembro, dezembro e janeiro.

4.2 Os sistemas que trazem a chuva, e os que a impedem

A irregularidade da chuva no semiárido tem endereço na atmosfera. Como discutido no Capítulo 1, cada setor do Nordeste é governado por um conjunto próprio de sistemas, e o sertão fica distante das principais rotas de quase todos eles. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) define a quadra chuvosa do norte da região quando alcança sua posição mais meridional, perto de 2–4°S, entre fevereiro e abril; se permanece anomalamente ao norte, a estação chuvosa sai mais curta e menos intensa. Os distúrbios ondulatórios de leste abastecem sobretudo o litoral oriental, entre abril e julho. E as frentes frias só alcançam o sertão pernambucano em ocasiões pontuais.

O Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) explica boa parte da loteria que é a chuva no sertão. O sistema atua entre outubro e março, com mais frequência em janeiro e fevereiro, e tem uma estrutura peculiar: na periferia há convergência e ascensão do ar, o que favorece a chuva; no núcleo, a subsidência inibe a formação de nuvens. O resultado é chuva intensa em um município e céu limpo em outro, a poucas dezenas de quilômetros.

Há ainda uma leitura regional para a persistência da secura. Andrade e Lins (1971) propuseram tratar a massa tropical atlântica que atinge o Nordeste como uma entidade própria, a Massa Tépida Kalaariana, que chegaria ao litoral já relativamente seca e com uma camada de inversão dos alísios pouco espessa, o que dificulta a ascensão do ar e a formação de nuvens de maior desenvolvimento vertical no interior. Somada à sombra de chuva do Planalto da Borborema, essa condição ajuda a entender por que o sertão permanece entre as áreas de maior irregularidade pluviométrica do país.

5. Seca não é estação seca

A estação seca faz parte do ciclo normal e responde aos fatores geográficos e à dinâmica da atmosfera. A seca é o ano que foge do padrão e está ligada à relação entre o oceano (Pacífico Leste e Atlântico) e a atmosfera. Floresta (PE) mostra a diferença: em julho de 2010, já na estação seca, a vegetação seguia verde; em outubro de 2013, em plena seca, o cenário era outro.

O controle dos oceanos sobre a seca também não é fixo. O El Niño-Oscilação Sul, no Pacífico, e o gradiente meridional de temperatura da superfície do mar no Atlântico tropical interferem na posição da ZCIT e, com isso, na qualidade da estação chuvosa. Nóbrega e Santiago (2016) mostraram que esse controle oceânico sobre a precipitação do Nordeste não se mantém estável ao longo do tempo, o que torna mais difícil separar a oscilação natural de uma eventual tendência.

Vale uma observação: onde a chuva cai no semiárido, em muitos casos, é quase um sorteio.

6. Núcleos de desertificação

A ideia é de Vasconcelos Sobrinho (1971). Como não dava para estudar o polígono das secas inteiro, ele escolheu áreas-piloto representativas, depois chamadas de núcleos: o efeito máximo da degradação e, por isso, a unidade mínima a partir da qual os estudos devem ser conduzidos. Foram seis áreas, mas o mapeamento do MMA (1998) incluiu apenas as quatro primeiras da tabela, por motivos não esclarecidos; Cariris Velhos e Sertão do São Francisco ficaram de fora.

Núcleo	Área afetada	População	O que pesa
Gilbués (PI)	6.131 km²	20 mil	Erosão de origem geológica: solos de chapada e encosta que, ao perderem os horizontes A e B, deixam o saprolito (pH ≥ 8) exposto e abrem voçorocas. Pecuária agrava
Irauçuba (CE)	4.099 km²	35 mil (rural)	Planossolos, com horizonte A arenoso e raso sobre B argiloso e denso; pasto com lotação excessiva deixa o solo nu e a erosão laminar passa despercebida
Seridó (RN/PB)	2.987 km²	260 mil	Chuva baixa e irregular, solos rasos e pedregosos, lenha para mais de 80 cerâmicas e argila retirada dos baixios, que deixa crateras
Cabrobó (PE)	4.960 km²	24 mil	Clima, Planossolos, sobrepastoreio, desmatamento e salinização em áreas irrigadas

Núcleo	Área afetada	População	O que pesa
Cariris Velhos (PB)	2.805 km²	44.877	Solos rasos, compactos e pedregosos; uso acima da capacidade de suporte da caatinga; terra e água concentradas
Sertão do São Francisco (BA)	34.254 km²	366.561	Substituição da caatinga por agricultura e pecuária; no Surubabel, o lago de Itaparica, caprinos e lenha produziram cerca de 400 ha de dunas com mais de 5 m

Tabela 1 — Núcleos de desertificação do semiárido brasileiro: área afetada, população e fatores predominantes

6.1 Brasil em números

- As ASD somam 1.340.863 km², em 1.488 municípios de nove estados do Nordeste e do norte de Minas Gerais e do Espírito Santo.
- Cerca de 22 milhões de pessoas vivem no semiárido, com alta dependência da caatinga.
- São 200 mil km² em grau grave ou muito grave e cerca de 600 mil km² atingidos no total, algo como um terço do Nordeste. A Paraíba é o estado com maior proporção: 71% do território.

6.2 Em Cabrobó, três recortes

- A chuva gira em torno de 650 mm por ano, com déficit hídrico por cerca de oito meses.
- Pela escala de severidade de Sá et al. (2006), 14,72% da área delimitada está em grau severo e 76,41% em grau acentuado: 91,13% no conjunto.
- Com sensoriamento remoto, Soares et al. (2010) mostraram que as áreas altas e preservadas têm mais vegetação, albedo e temperatura de superfície menores; as áreas desmatadas, o contrário.

No Seridó, Costa et al. mapearam a fitomassa da caatinga: 28% da área sem cobertura vegetal, 33% de caatinga aberta e semidensa e só 3% de caatinga densa.

6.3 A Paraíba entre dois núcleos

A Paraíba aparece duas vezes na lista de núcleos, e em porções diferentes do estado. O Seridó, dividido com o Rio Grande do Norte, e os Cariris Velhos reúnem condições que se repetem: solos rasos e pedregosos e uma pressão de uso acima do que a caatinga suporta. Os Cariris Velhos coincidem com a área mais seca do estado, a sotavento da Borborema, onde alguns municípios registram menos de 400 mm por ano. Não espanta, então, que a Paraíba seja

o estado com a maior proporção de território atingido. O curioso é que os Cariris Velhos ficaram fora do mapeamento do MMA (1998), o que mostra quanto a escolha dos recortes pesa no diagnóstico.

7. Natureza ou gente?

Os dois artigos que sustentam este texto leem os mesmos núcleos de maneira diferente. Soares et al. (2011) reconhecem uma suscetibilidade natural do Nordeste, por causa do clima e dos solos, mas atribuem as principais causas à ação humana. Perez-Marin et al. (2012) ficam mais perto da natureza: em Gilbués, a origem é geológica; no Seridó, a desertificação pode surgir espontaneamente, mesmo sem intervenção humana, embora a ação humana consolide o processo; em Cabrobó, a ação do homem é apenas complementar.

Os dois citam Sampaio et al. (2003) e chegam a conclusões diferentes. É uma boa ilustração de por que "desertificação ou degradação ambiental?" continua em aberto. A degradação de terras tem dimensões biológica, de solos, hidrológica e socioeconômica, e o conceito é discutido justamente porque é difícil estabelecer critérios.

8. Desertificação e mudança climática

A mudança climática entra nessa discussão pelo lado do balanço hídrico. Onde a água já é escassa, uma redução modesta da chuva, somada ao aumento da evapotranspiração, pode deslocar o balanço para o déficit. Para Cabrobó, que já tem déficit nos doze meses, isso significa aprofundar uma condição existente; para as áreas subúmidas secas do entorno, pode significar mudar de classe no índice de aridez.

Os primeiros sinais aparecem nas séries observadas. Lacerda et al. (2016) identificaram em Araripina, no Sertão pernambucano, tendências de aquecimento e de redução da precipitação média anual compatíveis com um processo de aridização. Tibúrcio et al. (2023) aplicaram o SUPer ao balanço hídrico do semiárido pernambucano e encontraram sinais de agravamento do déficit sob cenários de mudança climática. Municípios do Sertão paraibano, como Sousa, Patos, Pombal e Cajazeiras, estão sob o mesmo regime de chuvas controlado pela ZCIT, o que justifica aplicar análises semelhantes às suas séries.

As projeções de suscetibilidade vão na mesma direção, com uma ressalva. Com o modelo HadGEM2-ES, Santos (2017) projetou que cerca de 90% do território pernambucano pode apresentar alta suscetibilidade à desertificação no século XXI, sob cenários de altas

emissões. Na Paraíba, onde a maior parte do território está no semiárido e onde o Cariri e o Seridó já figuram entre as áreas mais degradadas do Nordeste, um resultado parecido seria esperado. Mas o estudo se apoia em um único modelo, e a prática recomendada é trabalhar com conjuntos de modelos, que permitem estimar a incerteza das projeções.

É preciso cuidado para não confundir os termos. Aridização é mudança no clima; desertificação é degradação da terra e, pela definição da UNCCD, envolve clima e gente. Um clima mais seco aumenta a suscetibilidade, mas não degrada o solo sozinho. Além disso, uma sequência de anos secos pode ser apenas expressão da variabilidade natural: o IPCC (2021) trata como mudança climática a alteração que persiste por décadas ou mais, e só séries longas, com testes estatísticos apropriados, autorizam falar em mudança de patamar.

9. Medir, recuperar, agir

Medir é o gargalo. O único indicador aceito de forma geral é a baixa cobertura vegetal, sinal de início do processo. Os indicadores de solo foram pensados para áreas pequenas e não se estendem bem a escalas regionais, e por isso não há avaliações regionais sistemáticas. Enquanto faltarem, as afirmativas sobre desertificação no semiárido carregam uma forte dose de subjetividade.

A caatinga se regenera. Se o uso é suspenso, estima-se 1 a 3 anos para o estádio herbáceo, 10 a 15 para o arbustivo, 15 a 25 para o arbustivo-arbóreo e mais de 25 para o arbóreo-arbustivo (Souza et al., 2009). Mas parar o uso não é simples: a pequena propriedade, o manejo e os baixos níveis socioeconômicos fazem parte da cadeia de causas da degradação.

Combater a desertificação, segundo Rodrigues (2000), é suprimir as causas, e não apenas lutar contra a erosão ou a salinização. As propostas em discussão:

- atacar as causas, que no curto prazo estão ligadas às atividades humanas;
- manejo florestal com renda para o agricultor familiar, apontado como a alternativa mais promissora, embora o maior entrave seja a economicidade em propriedades com menos de 20 hectares;
- integração das políticas ambientais, territoriais e urbanísticas, hoje dispersas e às vezes contraditórias;
- monitoramento com indicadores socioambientais pactuados.

10. Provocações para pensar

1. Diferentes critérios de classificação climática geram semiáridos diferentes?
2. Sem grande distribuição espacial e temporal dos dados meteorológicos históricos, como foram feitas as classificações?
3. Os critérios político-físicos são coerentes com o semiárido?
4. Água ou gestão da água?
5. Desertificação ou degradação ambiental? Ou ambos?
6. Se o clima do semiárido ficar mais seco, a suscetibilidade aumenta. E a desertificação?

11. Perguntas de revisão (com resposta curta)

1. O que é desertificação, segundo a UNCCD?

Degradação da terra em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles variações climáticas e atividades humanas.

2. Desertificação e desertização: qual a diferença?

Desertização é a formação de desertos pela evolução do clima; desertificação resulta do manejo inadequado dos recursos naturais nas terras secas.

3. Que critérios definem o semiárido brasileiro?

Isoieta de 800 mm, índice de aridez até 0,50 e risco de seca (60% ou mais dos dias com déficit hídrico). Hoje são 1.477 municípios em 11 estados (Sudene, 2024).

4. Por que o Nordeste tem semiaridez natural?

Soma de circulação geral da atmosfera (subsidência perto de 30°), relevo e correntes oceânicas frias, com chuva concentrada, alta evapotranspiração e solo cristalino.

5. Estação seca e seca: qual a diferença?

A estação seca é parte do ciclo anual; a seca é o ano que foge do padrão, ligada à relação entre oceanos (Pacífico Leste e Atlântico) e atmosfera.

6. O que é um núcleo de desertificação?

Área-piloto de Vasconcelos Sobrinho (1971) que representa o efeito máximo da degradação e serve de unidade mínima de estudo.

7. Em Gilbués, pesam mais solo ou ação humana?

Perez-Marin et al. (2012) apontam a origem geológica (saprolito exposto, voçorocas); a pecuária e a mineração agravam. Vale discutir por que outras leituras dão mais peso à ação humana.

8. O que as projeções climáticas indicam para a desertificação?

Santos (2017) projetou alta suscetibilidade em cerca de 90% de Pernambuco sob altas emissões, com um único modelo. Suscetibilidade maior não é desertificação consumada: o processo depende também do uso da terra.

Referências

ANDRADE, G. O. de; LINS, R. C. Os climas do Nordeste. In: As Regiões Naturais do Nordeste, o Meio e a Civilização. Recife: CONDEPE, 1971. p. 95-138.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2021: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

LACERDA, F. F. et al. Tendência do clima do semiárido frente às perspectivas das mudanças climáticas globais: o caso de Araripina, Pernambuco. Revista do Departamento de Geografia, v. 31, p. 132-141, 2016. DOI: 10.11606/RDG.V31I0.114843.

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F. Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. Revista de Geografía Norte Grande, n. 63, p. 9-26, 2016. DOI: 10.4067/S0718-34022016000100002.

PEREZ-MARIN, A. M.; CAVALCANTE, A. M. B.; MEDEIROS, S. S.; TINÔCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? Parcerias Estratégicas, Brasília, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012.

SANTOS, T. S. dos. Projeção da suscetibilidade à desertificação em Pernambuco utilizando o modelo HadGEM-ES. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 10, n. 4, p. 1170-1179, 2017. DOI: 10.26848/RBGF.V.10.4.P1170-1179.

SOARES, D. B.; MOTA FILHO, F. O.; NÓBREGA, R. S. Sobre o processo de desertificação. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 1, p. 174-188, 2011.

TIBÚRCIO, I. M. et al. Balanço hídrico e mudanças climáticas no semiárido pernambucano: aplicabilidade do Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco (SUPer). Revista Brasileira de Geografia Física, v. 16, n. 3, p. 1657-1670, 2023. DOI: 10.26848/rbgf.v16.3.p1657-1670.