



# Delimitação do Semiárido brasileiro: Avaliação dos critérios de inclusão municipal

Delimitation of the Brazilian semi-arid region: Assessment of municipal inclusion criteria

R. G. S. Lima<sup>1</sup>; I. R. Souza Neto<sup>1</sup>; V. E. Schneider<sup>1,2</sup>; L. A. Mendes<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PRORH), Instituto de Pesquisa de Desastres (IPD), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão-SE, 49107-230, Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PROEC), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão-SE, 49107-230, Brasil

\*lamendes@academico.ufs.br

(Recebido em 30 de julho de 2025; aceito em 11 de setembro de 2025)

As regiões semiáridas são muito sensíveis as mudanças climáticas, uma vez que são marcadas pela irregularidade das precipitações. A delimitação do Semiárido Brasileiro é feita pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), a qual definiu como sendo a Precipitação pluviométrica total anual igual ou inferior a 800 mm; o Índice de Aridez de Thornthwaite (IA) igual ou inferior a 0,5; e o percentual de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano, como critérios de inclusão de municípios a esse território. Todavia, os estudos acerca desse tema têm se demonstrado escassos. Sendo assim, objetivou-se verificar a delimitação da região semiárida do Brasil, seguindo os critérios de Precipitação anual e do Índice de Aridez, verificando-se quais municípios efetivamente estão enquadrados de acordos com esses critérios. Para tal, foram utilizados dados do Brazilian Daily Weather Gridded Data (BR-DWGD), para os períodos de 1981-2010, utilizado no estudo que fundamentou a delimitação vigente, e 1991-2020, utilizado para o estudo da delimitação preliminar, analisados com o auxílio do R e do QGIS. Os resultados indicam que a delimitação vigente exclui municípios que se enquadram nos critérios e inclui outros que não se enquadram, o que se apresenta como acentuado na delimitação preliminar publicada em 2021. Conclui-se que as escolhas metodológicas exercem influência decisiva na definição do semiárido brasileiro, ao mesmo tempo que fatores políticos ou a ausência de critérios padronizados tornam o processo suscetível a questionamentos.

Palavras-chave: índice de aridez, BR-DWGD, mudanças climáticas.

Semi-arid regions are highly sensitive to climate change, as they are characterized by irregular rainfall patterns. The delimitation of the Brazilian Semi-arid Region is conducted by the Superintendency for the Development of the Northeast (SUDENE), which established the following criteria for municipal inclusion in this territory: annual total rainfall equal to or less than 800 mm; Thornthwaite's Aridity Index (AI) equal to or less than 0.5; and a water deficit percentage equal to or greater than 60%, considering all days of the year. However, studies addressing this topic remain scarce. Therefore, the objective of this study was to assess the delimitation of the Brazilian semi-arid region according to the criteria of annual precipitation and aridity index, identifying which municipalities are effectively encompassed by these parameters. For this purpose, we used data from the Brazilian Daily Weather Gridded Data (BR-DWGD) for the periods 1981–2010, which supported the current delimitation, and 1991–2020, used for the preliminary delimitation analysis. The data were processed with the aid of R and QGIS. The results indicate that the current delimitation excludes municipalities that meet the criteria and includes others that do not, a discrepancy that is even more evident in the preliminary delimitation published in 2021. We conclude that methodological choices exert a decisive influence on the definition of the Brazilian semi-arid region, while political factors or the lack of standardized criteria make the process susceptible to debate.

Keywords: aridity index, BR-DWGD, climate change.

## 1. INTRODUÇÃO

As regiões semiáridas são marcadas pela irregularidade da precipitação durante o ano e pelas altas taxas de evapotranspiração, características essas que ocasionam a escassez hídrica, e consequente, contribuem para a expansão do semiárido [1, 2]. Essas regiões são altamente sensíveis aos efeitos das mudanças climáticas e as ações antrópicas, levando a processos de

desertificação [3], cujo avanço vem sendo evidenciado em todo o planeta, segundo Huang et al. (2016) [4]. Os autores constataram que entre 1948 e 2008 houve um aumento de aproximadamente 7% das áreas que apresentam essa classificação. Nesse mesmo contexto, Burrell et al. (2020) [3] relataram que entre 1982 e 2015, 6% das terras semiáridas e áridas do mundo sofreram desertificação impulsionada por práticas insustentáveis de uso da terra, em que a ação antrópica leva a degradação da vegetação original.

No Brasil, a primeira delimitação territorial do semiárido brasileiro foi feita pela Lei 175, de 7 de janeiro de 1936, conhecida como Polígono das Secas [5]. Esta lei instituiu um plano de defesa contra a seca, destinando obras de emergência e serviços de assistência à população da região, a fim de mitigar os efeitos causados pelo clima. Essa delimitação foi revisada posteriormente pelo Decreto-Lei n.º 9.857, de 13 de setembro de 1946 [6] e pela Lei 1.348, de 10 de fevereiro de 1951 [7]. Em 1965, a Lei n.º 4.763 incluiu o município de Vitória da Conquista no Polígono da Seca e determinou que todos os municípios criados por desdobramento de área de um município, incluído total ou parcialmente neste Polígono, seriam considerados como pertencente a ele para todos os efeitos legais e administrativos [8]. Em 1968, o Decreto-Lei n.º 63.778, de 11 de dezembro, delegou à Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) a responsabilidade de definir quais municípios fazem parte do Polígono da Seca [9]. Nos dias atuais, os critérios utilizados para inserção de municípios ao semiárido são: precipitação média anual inferior a 800 milímetros; índice de aridez de Thornthwaite de até 0,5, ou risco de seca maior que 60% [10].

Ressalta-se que, dentre os critérios adotados para a delimitação, o percentual de déficit hídrico é realizado a partir de um balanço hídrico diário, considerando as características do solo, observando a sua capacidade de armazenamento e sua condutividade hidráulica. A partir disso, são realizadas estimativas da variação diária de armazenamento de água no solo a partir da qual é calculado o número de dias com déficit hídrico [11]. Segundo Souza (2025) [12], essa metodologia apresenta dificuldades em sua execução sendo necessário estimar os parâmetros de armazenamento no solo, os quais podem ser calculados de diferentes formas e, na lei que define o semiárido não consta qual método deve ser utilizado para tal fim.

Desde a instituição da SUDENE como órgão responsável para delimitação do semiárido, foram instituídas diferentes delimitações. Atualmente está em vigência a delimitação de 2017, que tem sido alvo de críticas pois não abrange municípios que alegam apresentar características que os classificariam como pertencentes ao semiárido [13, 14]. Da Silva e Bezerra (2020) [15] correlacionam a força política e econômica dos estados com a regionalização e afirmam que alguns territórios não possuem características típicas do semiárido, mas que, e mesmo assim, foram incorporados a ele por conveniência e influência política, já que o governo federal destina grandes montantes de verba pública para reduzir o impacto causado pelo clima semiárido. Nesse sentido, percebe-se a necessidade de que a delimitação do semiárido brasileiro seja realizada de forma mais transparente, a fim de que de fato ela se enquadra nos pressupostos da Lei n.º 4.763 de 1965.

Nesse contexto, Silva et al. (2023) [16] analisaram o comportamento da região semiárida no país até o ano de 2080 e afirmam que até o final do século o semiárido brasileiro se tornará mais seco, intensificando o índice de aridez, e gerando uma ampliação das áreas áridas, o que implicaria em alterações espaciais do clima, resultando em zonas de grande suscetibilidade à desertificação.

Diante desse cenário, objetivou-se verificar a delimitação da região semiárida do Brasil, seguindo os critérios de Precipitação anual e o Índice de Aridez e identificar quais municípios efetivamente estão enquadrados no que se convencionou chamar de semiárido.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A análise da delimitação do semiárido brasileiro foi conduzida em todos os estados do NEB, em Minas Gerais e no Espírito Santo (Figura 1), abrangendo uma área de 2.190.588 km<sup>2</sup>, e que abriga uma população estimada de 79.018.283 habitantes [17].

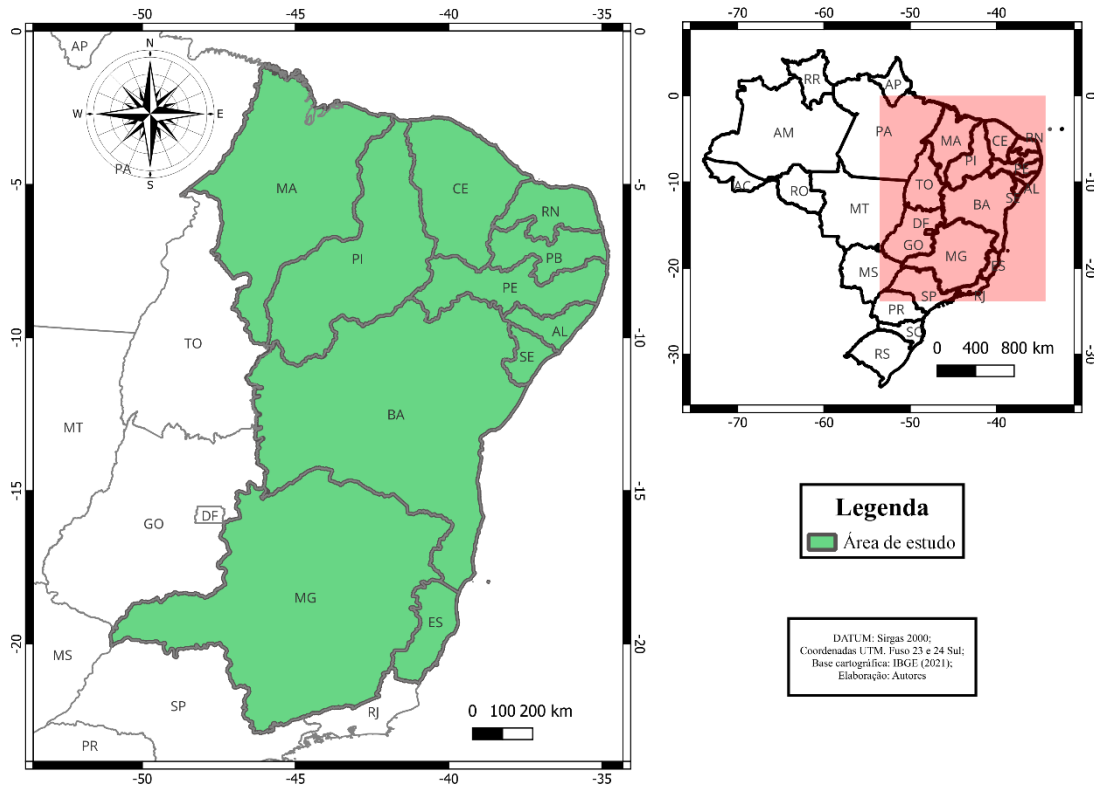


Figura 1: Área em que o estudo foi aplicado.

O Nordeste Brasileiro (NEB) apresenta três grandes subdivisões geográficas: a zona costeira, com clima úmido, precipitação média anual de 1.500mm e cobertura de Mata Atlântica; o semiárido, que ocupa cerca de 60% da região e uma parcela do norte de Minas Gerais, dominado pela Caatinga e com média pluviométrica de 800 mm/ano; e a porção oeste, com vegetação de Cerrado e precipitação superior a 1.000mm/ano [18]. Os tipos climáticos predominantes são: Litorâneo Úmido, ao longo do litoral entre a Bahia e o Rio Grande do Norte; Tropical, em partes da Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí; e Tropical Semiárido, característico do sertão [19]. As temperaturas médias anuais variam de 24 °C a 28 °C, com máximas de até 35 °C entre setembro e outubro [20].

A precipitação no NEB é altamente variável, manifestando-se em escalas sazonais, interanuais e interdecadais. A variabilidade sazonal é influenciada por fatores geográficos e meteorológicos como Linhas de Instabilidade, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Sistemas Frontais e Sistemas Convectivos de Mesoescala [19, 21] com chuvas concentradas entre fevereiro e maio no semiárido, maio a agosto no litoral leste, e novembro a dezembro no sul da região [22, 23].

## 2.2 Obtenção dos dados

Os dados de Precipitação (P) e Evapotranspiração Potencial (ET) foram extraídos da base Brazilian Daily Weather Gridded Data (BR-DWGD), que apresenta resolução espacial de 0,1° x 0,1° [24]. Para o acesso às variáveis, foi desenvolvida uma rotina em linguagem R [25], utilizando um *shapefile* dos estados analisados, elaborado com o apoio do software de Sistema de Informação Geográfica QGIS [26]. A partir desse procedimento, foram extraídas as informações das variáveis hidrológicas referentes ao período de 1961 a 2020. As médias anuais das variáveis foram posteriormente calculadas no ambiente R. Neste trabalho, as análises foram realizadas levando-se em conta o período utilizado no estudo que fundamentou a delimitação vigente: Período 1 (1981 a 2010), e a delimitação preliminar; Período 2 (1991 a 2020) [11].

### 2.3 Cálculo do índice de aridez (IA)

Para o cálculo do Índice de Aridez (IA) foi utilizado o método de Thornthwaite (1948) [27], o qual teve posteriormente, sua fórmula ajustada por Penman (1952) [28] a fim de reduzir a majoração que o método anterior causava. Isso resultou na versão atual do índice, o qual foi utilizado na elaboração do World Atlas of Desertification (1992) [29]. O IA é indicado para calcular o grau de aridez de uma região e está associado à quantidade de lâmina de chuva (P) e de Evapotranspiração (ET).

O valor de IA obtido é interpretado segundo os intervalos descritos por Matallo Júnior (2003) [30], conforme Tabelas 1 e 2, nas quais estão expostas, respectivamente, as faixas de suscetibilidade à desertificação e a classificação climática.

Tabela 1: Suscetibilidade à desertificação\*.

Suscetibilidade à desertificação	Índice de Aridez (IA)
Muito Alta	$0,05 \leq IA \leq 0,2$
Alta	$0,21 \leq IA \leq 0,5$
Moderada	$0,51 \leq IA \leq 0,65$

\*Fonte: Matallo Júnior (2003) [30].

Tabela 2: Índice de Aridez para as classes climáticas\*.

Classificação Climática	Índice de Aridez (IA)
Hiperárido	$IA < 0,05$
Árido	$0,05 \leq IA \leq 0,2$
Semiárido	$0,21 \leq IA \leq 0,5$
Subúmido Seco	$0,51 \leq IA \leq 0,65$
Subúmido e Úmido	$IA > 0,65$

\*Fonte: Matallo Júnior (2003) [30].

Salienta-se que esta formulação é um dos critérios técnicos e científicos utilizados no Brasil para delimitação da região semiárida segundo a resolução nº150, de 13 de dezembro de 2021 [11].

### 2.4 Análise da delimitação do semiárido

A atual delimitação oficial do semiárido brasileiro foi publicada em 2017, com base na análise de dados referentes ao período de 1981 a 2010, correspondente ao Período 1 (Figura 2), conforme registrado pela SUDENE (2021) [11]. Em 2021 foi apresentada uma nova proposta de delimitação, elaborada pelo Grupo de Trabalho instituído em 2017 (GT-2017), utilizando como referência a série histórica de 1991 a 2020, Período 2. No entanto, essa versão ainda não foi oficializada [10]. Segundo a SUDENE (2021) [11], os critérios utilizados para a inclusão de municípios nas delimitações do semiárido foram:

- I. Precipitação pluviométrica total anual igual ou inferior a 800 mm;
- II. Índice de Aridez de Thornthwaite (IA) igual ou inferior a 0,5;
- III. Percentual de déficit hídrico igual ou superior a 60% considerando todos os dias do ano.



Figura 2: Delimitação Oficial do semiárido (2017). Fonte: SUDENE (2021) [11].

Neste trabalho, fundamentado nos critérios I e II, aplicados aos intervalos temporais dos Períodos 1 e 2, foram identificados os municípios enquadrados como pertencentes à região semiárida cujos resultados foram comparados com a delimitação oficial vigente. Cabe destacar que a análise considerou o disposto na Lei nº 4.763, de 1965, a qual estabelece que, caso ao menos um pixel que atenda aos critérios de inclusão esteja localizado no território de um município, este deve ser classificado como integrante da região semiárida.

O critério III, entretanto, não foi aplicado neste estudo devido à dificuldade de sua replicação. Conforme apontado por Souza (2025) [12], a estimativa diária da variação de água no solo necessária para esse cálculo não está disponível em bases de dados públicas, além de possuir múltiplas metodologias de cálculo. Ademais, o documento divulgado pela SUDENE (2021) [11] não esclarece a metodologia adotada para obter esses valores. Igualmente analisaram-se os critérios I e II para o período de 1991 a 2020 na área estudada comparando-os com a delimitação vigente. O QGIS por sua vez foi utilizado para estabelecer a comparação entre a delimitação da região semiárida oficial com as desenvolvidas neste trabalho.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A delimitação vigente do semiárido alcança 1.262 municípios, distribuídos pelos 10 estados estudados, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Distribuição de municípios que fazem parte do semiárido oficial. Fonte: Adaptado da SUDENE (2021) [11].

Estado	N.º de Municípios
Alagoas	38
Bahia	278
Ceará	175
Maranhão	2
Minas Gerais	91
Paraíba	194
Pernambuco	123
Piauí	186
Rio Grande do Norte	147
Sergipe	29

Pela Figura 3 pode-se notar o resultado obtido pela comparação entre delimitação vigente (Período 1), com os municípios incluídos nesse intervalo de tempo e que atenderam aos critérios I e II sugeridos pela SUDENE (2021) [11] e a coincidência com a delimitação oficial.

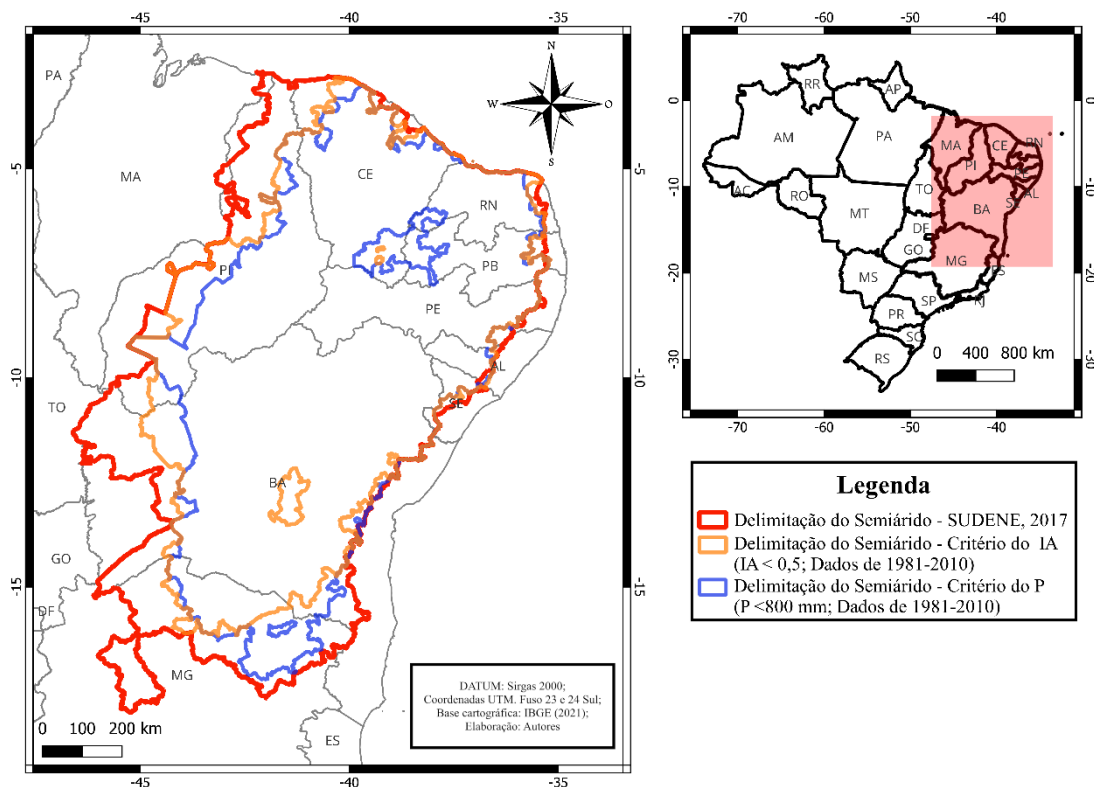


Figura 3: Comparação da delimitação oficial do semiárido (2017) com os municípios que atendem aos Critérios I e II no período 3.

Os resultados permitem destacar que cinco municípios de Alagoas (Campo Grande, Feira Grande, Olho d'Água Grande, Porto Real do Colégio e São Brás) e dois da Paraíba (Pilar e Sobrado) podem ser acrescidos a área, por atenderem aos critérios I e II, sendo a única exceção o município de Porto Real do Colégio, que foi enquadrado apenas no critério do Índice de Aridez (IA). Apesar de satisfazerem os critérios estabelecidos, esses municípios não estão incluídos na delimitação oficial do semiárido. Destaca-se que a metodologia adotada pelo Grupo de Trabalho instituído pela superintendência, utiliza uma resolução espacial inferior à empregada neste estudo ( $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ ), o que, à primeira vista, poderia conferir maior precisão ao

processo de delimitação realizado pela SUDENE. No entanto, observou-se que os pixels que atendem aos critérios e que incidem sobre esses municípios excluídos, adentram de forma significativa seus territórios. Essa inconsistência evidencia uma lacuna na delimitação oficial e hipotetiza-se que alguns municípios que fazem parte do semiárido e necessitam de recursos para crises em períodos de escassez hídrica estão ficando de fora da classificação oficial.

Para pertencer ao semiárido, é necessário atender pelo menos um dos critérios escolhidos pela SUDENE. Assim, sobrepondo o limite oficial com o dos municípios com chuva menor que 800 mm e IA menor que 0,5 (Figura 3), obtidos neste trabalho, observa-se que nos estados da Bahia, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, 19, 17, 34 e 1, do total dos municípios escolhidos, respectivamente, atenderam apenas o critério I. Enquanto no Ceará, Alagoas, Piauí e Sergipe, 35, 2, 21, 3 municípios, respectivamente, atenderam o critério II. Apenas o Rio Grande do Norte teve todos os municípios atendendo simultaneamente aos dois critérios.

Na Tabela 4 são quantificados os municípios presentes exclusivamente na delimitação vigente, ou seja, não se enquadraram nos Critérios I e II, mas, ainda assim, foram incorporados à delimitação oficial do semiárido. Destaca-se o estado do Maranhão, que inclui apenas municípios classificados como semiáridos, segundo o critério oficial, e essas inclusões podem estar relacionadas ao Critério III ou, conforme apontado por Da Silva e Bezerra (2020) [15], à influência e pressão política exercida pelos estados.

*Tabela 4: Municípios que pertencem ao semiárido pela Delimitação oficial (2017) e pelos critérios I e II nos anos de 1981 a 2010.*

<b>Estado</b>	<b>Delimitação Oficial</b>	<b>Critério I (P &lt; 800 mm)</b>	<b>Critério II (IA &lt; 0,5)</b>	<b>Somente na Delimitação Oficial</b>
<b>Alagoas</b>	38	39	41	2
<b>Bahia</b>	278	250	231	22
<b>Ceará</b>	175	104	139	35
<b>Maranhão</b>	2	0	0	2
<b>Minas Gerais</b>	91	44	27	44
<b>Paraíba</b>	194	173	139	24
<b>Pernambuco</b>	123	110	109	13
<b>Piauí</b>	186	100	121	64
<b>Rio Grande do Norte</b>	147	110	110	13
<b>Sergipe</b>	29	15	18	11

Com o objetivo de avaliar a expansão das áreas com precipitação anual inferior a 800 mm e índice de aridez (IA) menor que 0,5, utilizou-se o Período 2 (1991–2020) estabelecendo-se um comparativo com o limite oficial de 2017 (Figura 4). Essa análise permitiu evidenciar possíveis mudanças nos municípios que, com a evolução climática, passaram a fazer parte do semiárido. Ressalta-se que a delimitação de 2021 não foi utilizada nesta comparação, pois ainda está em processo de oficialização.



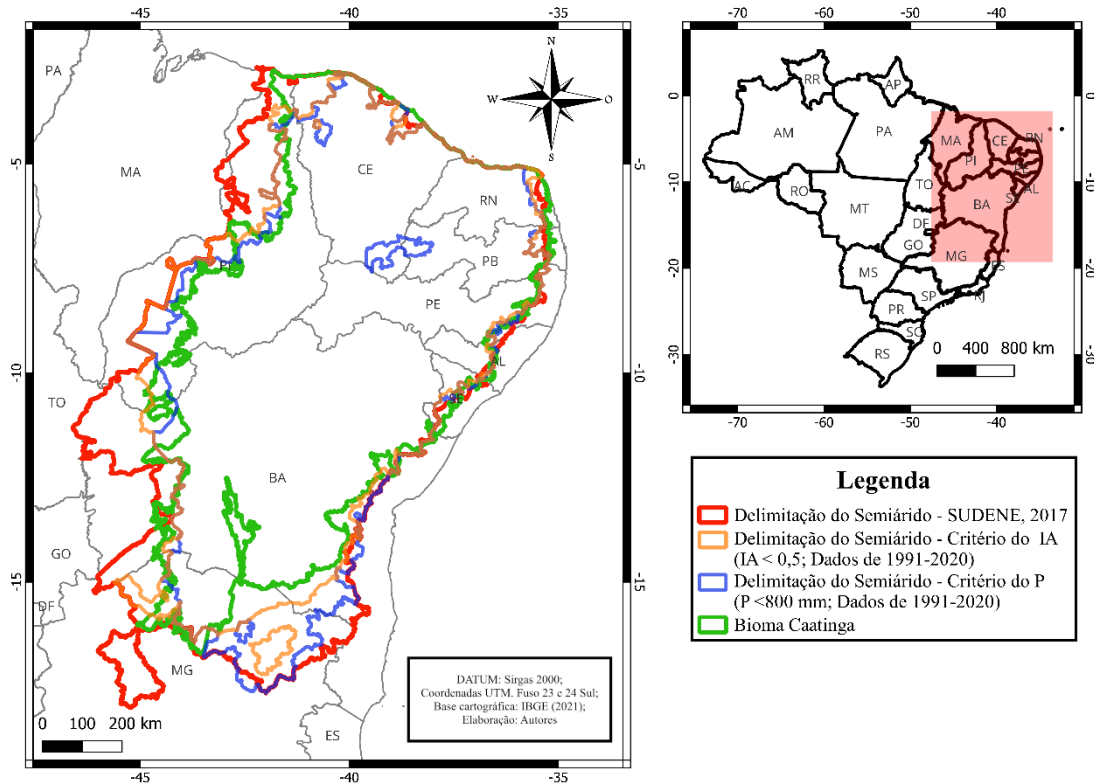


Figura 4: Comparação da delimitação oficial (2017) do semiárido com os municípios que atendem aos Critérios I e II no Período 2.

Comparando a delimitação do semiárido de 2017 com os municípios do período 4 que atenderam aos critérios I e II, os limites a leste e oeste do território ficaram, em sua maior parte, muito mais próximos. Quando comparado ao limite do território ocupado pelo bioma da Caatinga em 2019 [31], característico do semiárido, houve uma elevada ocorrência de coincidências no limite leste, oeste e norte do território, e uma redução dos municípios que apareciam apenas na delimitação oficial (Tabela 5), com exceção de Alagoas, onde o município de Santana do Ipanema não atendia mais os critérios analisados, e Maranhão, estado que não apresentou municípios que atendam aos critérios analisados.

Tabela 5: Municípios que pertencem ao semiárido pela delimitação oficial (2017) e pelos critérios I e II nos anos de 1991-2020.

Estado	Delimitação Oficial	Critério I (P < 800 mm)	Critério II (IA < 0,5)	Somente na Delimitação Oficial
Alagoas	38	40	39	3
Bahia	278	263	243	16
Ceará	175	148	148	27
Maranhão	2	0	0	2
Minas Gerais	91	60	37	28
Paraíba	194	165	175	22
Pernambuco	123	115	110	12
Piauí	186	115	129	56
Rio Grande do Norte	147	136	139	7
Sergipe	29	18	15	11



Pelos resultados obtidos, observaram-se algumas mudanças quanto ao número de municípios que respondiam aos critérios I e II, o que era esperado dada a expansão das áreas com  $P < 800\text{mm}$  e  $IA < 0,5$ . Nesta análise, os estados que tiveram mais municípios que atendem ao critério da chuva foram Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe, com, respectivamente, 1, 20, 23, 5 e 3 municípios que atendiam apenas ao critério I, e, ao critério de IA. Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte, com respectivamente, 10, 14 e 3 municípios, por sua vez, atendem somente ao critério II. Dessa vez, a exceção foi o Ceará, no qual os 148 municípios atendem aos dois critérios.

Fazendo uma comparação com os resultados apresentados na versão preliminar do Semiárido de 2021, observou-se que o critério III foi o que dominou a delimitação, como já dito, critério este pouco explicitado (Figura 5). Isso destaca a necessidade de trazer mais transparência acerca deste critério.

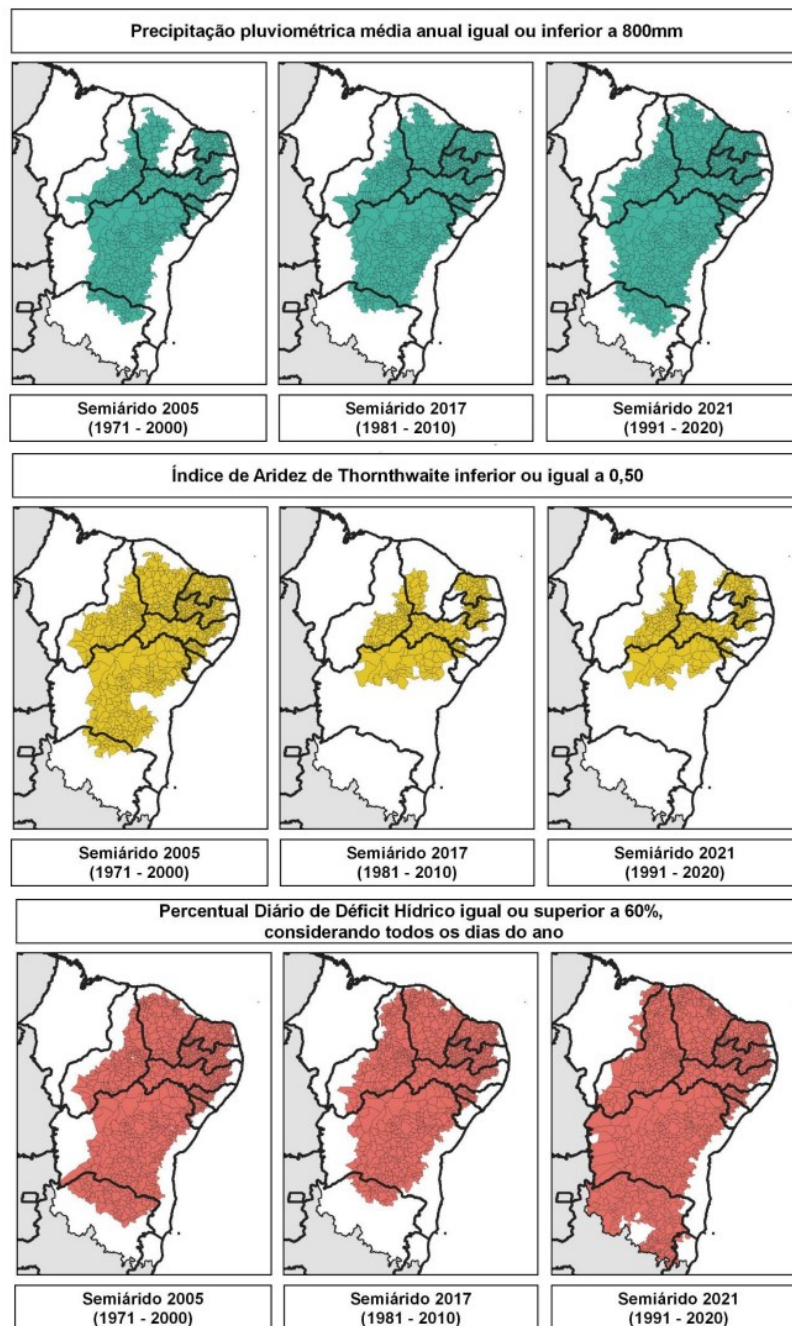


Figura 5: Evolução dos municípios que pertencem ao semiárido e os critérios de inclusão (versão preliminar). Fonte: Adaptado de SUDENE (2022) [10].

Ainda analisando a Figura 5, observou-se uma diferença dos resultados obtidos pelo GT-2017 com os obtidos neste trabalho. Isso pode ter ocorrido devido ao critério III que não foi avaliado neste estudo, pela diferente forma de tratamento dos dados das estações meteorológicas utilizado pelo grupo de trabalho, como também da resolução adotada para o gradeamento, sendo esta metade do adotado pelo Xavier et al. (2022) [24]. Isso deveria indicar maior precisão no trabalho desenvolvido pela SUDENE. Entretanto observa-se que, segundo o relatório preliminar [10], e com base no critério do Índice de Aridez (IA) (Figura 5), a extensão do semiárido brasileiro está reduzindo ao longo do tempo. Esse resultado contrasta com os achados do presente estudo, com a nota técnica publicada em 2023 [32] e com os trabalhos de Burrel et al. (2020) [3], Luo et al. (2023) [2], Silva et al. (2023) [16] e Souza et al. (2025) [12], os quais indicam uma ampliação da área semiárida, revelando a necessidade de uma reavaliação metodológica.

Um ponto que merece atenção refere-se à aplicação dos critérios de inclusão. Um questionamento pertinente, ao se analisar o documento preliminar para a nova delimitação do semiárido, diz respeito à transparência metodológica: por que o critério menos claro em relação à sua aplicação prática é justamente o que mais contribui para a inclusão de novos municípios? Esse padrão é especialmente evidente nos estados do Maranhão e do Espírito Santo, cujos municípios não foram contemplados por nenhum dos outros critérios analisados, em nenhum dos períodos estudados.

Outro aspecto a ser considerado é que a maioria dos municípios limítrofes aos estados de Tocantins e Goiás figura como potenciais candidatos à inclusão no semiárido brasileiro, conforme o critério III, de acordo com os resultados preliminares divulgados pela SUDENE. Tal cenário pode suscitar, no futuro, debates acerca da incorporação de municípios desses estados em uma nova delimitação oficial. Essa situação levanta questões fundamentais no que se refere à definição dos limites do semiárido, colocando em pauta as evidências científicas, bem como as influências político-institucionais envolvidas nesse processo. Cujas transparências deixa a desejar não permitindo maiores conclusões ou afirmações quanto a critérios técnicos ou políticos que influenciaram a tomada de decisões quanto a quais e quantos município deva estar inseridos na delimitação do semiárido especialmente considerando-se que a inclusão ou não implica na destinação de recursos a eles.

#### 4. CONCLUSÃO

Na delimitação do semiárido, os municípios de Campo Grande, Feira Grande, Olho d'Água Grande, Porto Real do Colégio e São Brás, em Alagoas, além de Pilar e Sobrado, na Paraíba, atenderam aos dois critérios, com exceção de Porto Real do Colégio, que se enquadraram apenas pelo critério do IA. Ressalta-se que nenhum município do estado do Maranhão nem do Espírito Santo aparece na avaliação dos critérios.

Comparando a delimitação de 2017 com os municípios do período 4 que atenderam a análise, os limites ficaram mais próximos e apresentaram maior coincidência com o território do bioma Caatinga, característico do semiárido, reduzindo a inclusão de municípios presentes apenas na delimitação oficial. Na versão preliminar do Semiárido de 2021, observou-se que o critério III, referente ao percentual de déficit hídrico, predominou na delimitação, destacando a necessidade de estudos mais aprofundados sobre esse critério.

É importante ressaltar que a escolha dos critérios metodológicos influencia diretamente a delimitação do semiárido e que, ao se somarem aspectos técnicos e políticos ou a falta de critérios claros, tais definições tendem a permanecer passíveis de contestação. Diante disso, destaca-se a necessidade da padronização metodológica do Critério III, evitando a discrepância nos resultados obtidos em diferentes aplicações da metodologia. E buscar maiores esclarecimentos junto à Sudene e outros órgãos quanto aos critérios/metodologias utilizados, a fim de verificar se todos os municípios que atendem as características de semiárido foram enquadrados à delimitação oficial, além de buscar a motivação por trás da adição de municípios que não apresentaram tais características.

Como sugestão para estudos futuros, propõe-se a análise do terceiro critério para estimar a água no solo e avaliar o melhor método para essa estimativa, considerando diferentes abordagens e suas implicações nos resultados.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/Brasil) pelo apoio financeiro. Os autores também agradecem ao Laboratório de Modelagem Matemática em Engenharia Civil (LAMEC) do Instituto de Pesquisa em Desastres da Universidade Federal de Sergipe (IPD/UFS) pela estrutura de apoio durante esta investigação.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto Nacional do Semiárido (INSA). Semiárido Brasileiro [Internet]. Brasília (DF): Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações; [citado 2025 Jun 26]. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiario-brasileiro>.
2. Luo H, Wang L, Ren Z, Han Y, Liu M, Yang X, et al. An overall consistent increase of global aridity in 1970–2018. *J Geogr Sci*. 2023;33(3):463-82. doi: 10.1007/s11442-023-2091-0
3. Burrell AL, Evans JP, de Kauwe MG. Anthropogenic climate change has driven over 5 million km<sup>2</sup> of drylands towards desertification. *Nat Commun*. 2020 Dec;11(1):3853. doi: 10.1038/s41467-020-17710-7
4. Huang J, Yu H, Guan X, Wang G, Guo R. Accelerated dryland expansion under climate change. *Clim Dyn*. 2016;46(7-8):2015-29. doi: 10.1007/s00382-015-2636-8
5. Brasil. Lei nº 175, de 7 de janeiro de 1936. Regula o disposto no art. 177 da Constituição. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 07 jan 1936. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1930-1949/1175.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1930-1949/1175.htm).
6. Brasil. Decreto-Lei nº 9.857, de 13 de setembro de 1946. Modifica o artigo 1º do Decreto-lei nº 8.486, de 28 de dezembro de 1945. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 13 set 1946. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1937-1946/del9857.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del9857.htm).
7. Brasil. Lei nº 1.348, de 10 de fevereiro de 1951. Dispõe sobre a revisão dos limites da área do polígono das secas. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 10 fev 1951. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/11348.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/11348.htm).
8. Brasil. Lei nº 4.763, de 30 de agosto de 1965. Inclusi, no Polígono das Secas, do município de Vitória da Conquista, no Estado da Bahia, e dá outras providências. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 30 ago 1965. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1950-1969/L4763.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L4763.htm).
9. Brasil. Decreto-Lei nº 63.778, de 11 de dezembro de 1968. Dispõe sobre a inclusão de municípios na área do Polígono das Secas. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 11 dez 1968. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/486410/publicacao/15669947>.
10. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Delimitação do Semiárido - 2021. Relatório Final [Internet]. Recife (PE): Sudene; 2022 [citado em 9 jul 2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/02semiariadorelatorionv.pdf>.
11. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Delimitação do semiárido [Internet]. Recife (PE): Sudene; 2021 [citado em 9 jul 2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/assuntos/delimitacao-do-semiario>.
12. Souza TP, Souza Neto IRD, Lima RGS, Mendes LA. Climate change in Sergipe, Northeast Brazil: hydrological trends in recent decades. *Int J Climatol*. 2025;e8777. doi: 10.1002/joc.8777
13. Confederação Nacional de Municípios (CNM). Semiárido: Comissão da Câmara aprova inclusão de municípios de MG e do ES à região [Internet]; 16 ago 2013 [citado em 9 jul 2025]. Disponível em: <https://cnm.org.br/comunicacao/noticias/semi%C3%A1rido-comiss%C3%A3o-da-c%C3%A2mara-aprova-inclus%C3%A3o-de-munic%C3%ADpios-de-mg-e-do-es-%C3%A0-regi%C3%A3o>.
14. Assembleia Legislativa do Estado do Espírito Santo (ALES). Municípios do ES poderão compor região semiárida do país [Internet]; 15 dez 2015 [citado em 9 jul 2025]. Disponível em: <https://www.al.es.gov.br/Noticia/2015/12/29747/municipios-do-es-poderao-comporegiao-semiariado-pais.html>.
15. Da Silva FEL, Bezerra JÁ. Região e território: um breve olhar sobre a nova delimitação do Semiárido brasileiro. *Rev Homem Esp Tempo*. 2020;14(2):66-82.

16. Silva LAPD, Silva CRD, Souza CMPD, Bolfe ÉL, Souza JPS, Leite ME. Mapping of aridity and its connections with climate classes and climate desertification in future scenarios-Brazilian semi-arid region. *Soc Nat.* 2023;35:e67666. doi: 10.14393/SN-v35-2023-67666x
17. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades e Estados: Alagoas [Internet]; 2022 [citado em 9 jul 2025]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/>.
18. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil. Anuário Estatístico. Rio de Janeiro (RJ): IBGE; 1993.
19. Cavalcanti IFA, Ferreira NJ, Silva MGAJ, Dias MAFS. Tempo e clima no Brasil. São Paulo (SP): Oficina de Textos; 2015.
20. Dos Passos MM. A relação clima-vegetação no semiárido brasileiro: abordagem bioclimática do contato Caatinga/Cerrado no vale do Médio São Francisco – Semiárido do Nordeste brasileiro. *Espaço Rev.* 2020;22(1):42-60. doi: 10.5216/er.v22i1.65877
21. Assis JMO, Souza WM, Sobral MCM. Climate analysis of the rainfall in the lower-middle stretch of the São Francisco river basin based on the rain anomaly index. *Rev Bras Cienc Ambient.* 2015;2:188-202. doi: 10.5327/Z2176-947820151012
22. Tucci CEM. Modelos hidrológicos. Porto Alegre (RS): ABRHidro; 2005.
23. Cunha APMDA, Alvalá RCDS, Oliveira GSD. The impact of land cover change on land surface processes in the semiarid of Brazil. *Rev Bras Meteor.* 2013;28(2):139-52. doi: 10.1590/S0102-77862013000200003
24. Xavier AC, Scanlon BR, King CW, Alves AI. New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). *Int J Climatol.* 2022;42(16):1-15. doi: 10.1002/joc.7731
25. RStudio. RStudio: integrated development environment for R [software]. Boston (MA): Posit, PBC; 2024 [citado em 9 jul 2025]. Disponível em: <https://posit.co/products/open-source/rstudio/>.
26. QGIS Development Team. QGIS geographic information system [software]. Beaverton (OR): Open Source Geospatial Foundation; 2024 [citado em 9 jul 2025]. Disponível em: <https://qgis.org/>.
27. Thornthwaite CW. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr Rev.* 1948;38(1):55-94. doi: 10.2307/210739
28. Penman HL. The physical bases of irrigation control. In: Report 13th Int Hort Congr. London: Royal Horticultural Society; 1952. p. 913-24.
29. United Nations Environment Programme (UNEP). World atlas of desertification. London: Edward Arnold; 1992.
30. Matallo Junior H. A desertificação no mundo e no Brasil. Brasília (DF): UNESCO; 2003.
31. MAPBIOMAS. Plataforma de dados de cobertura e uso do solo do Brasil – Coleção 8 [Internet]. s.l.: MapBiomias; [citado em 9 jul 2025]. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura>.
32. Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação. Nota Técnica: Elaboração dos Mapas de Índice de Aridez e Precipitação Total Acumulada para o Brasil. CEMADEN e INPE [Internet]; 2023 [citado em 9 jul 2025]. Disponível em: [https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/estudo-do-cemaden-e-do-inpe-identifica-pela-primeira-vez-a-ocorrencia-de-uma-regiao-arida-no-pais/nota-tecnica\\_aridas.pdf](https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/estudo-do-cemaden-e-do-inpe-identifica-pela-primeira-vez-a-ocorrencia-de-uma-regiao-arida-no-pais/nota-tecnica_aridas.pdf).