

Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados
Centro de Documentação e Informação
Coordenação de Biblioteca
<http://bd.camara.gov.br>

"Dissemina os documentos digitais de interesse da atividade legislativa e da sociedade."



NOVA DELIMITAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

José de Sena Pereira Jr.
Consultor Legislativo da Área XI
Meio Ambiente e Direito Ambiental,
Organização Territorial,
Desenvolvimento Urbano e Regional

ESTUDO

NOVEMBRO/2007



Câmara dos Deputados
Praça 3 Poderes
Consultoria Legislativa
Anexo III - Térreo
Brasília - DF



SUMÁRIO

1 – Definição e delimitação do semi-árido brasileiro	3
2 – Estudos utilizados na delimitação do semi-árido brasileiro	5
2.1 - Índice de Aridez de Thorntwaite de 1941.....	5
2.2 Risco de Ocorrência de Seca.....	6
2.3 Unidades Geossistêmicas	6
2.4 - Isoieta de 800mm	6
2.5 Percentual de Dias com Déficit Hídrico.....	7
3 – Avaliação, pelo GTI, dos modelos e critérios propostos para delimitação do semi-árido	8
ANEXO I.....	12
ANEXO II	15

© 2007 Câmara dos Deputados.

Todos os direitos reservados. Este trabalho poderá ser reproduzido ou transmitido na íntegra, desde que citados o autor e a Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. São vedadas a venda, a reprodução parcial e a tradução, sem autorização prévia por escrito da Câmara dos Deputados.

Este trabalho é de inteira responsabilidade de seu autor, não representando necessariamente a opinião da Câmara dos Deputados.

NOVA DELIMITAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

José de Sena Pereira Jr.

1 – DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

A delimitação da área considerada como semi-árido foi definida como competência da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, pela Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989, cujo inciso IV do art. 5º estabelece:

Art. 5º Para efeito de aplicação dos recursos, entende-se por:

.....
IV - IV - semi-árido, a região natural inserida na área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - Sudene, definida em portaria daquela Antarquia.

A redação desse dispositivo corresponde à alteração introduzida pela Lei Complementar nº 125, de 3 de janeiro de 2007. Na redação anterior, a delimitação, também definida por portaria de SUDENE, deveria atender também ao limite de precipitação pluvial média anual igual ou inferior a 800mm. O critério atual, trazido pela Lei Complementar nº 125/2007 é, portanto, mais flexível.

A última atualização da área do semi-árido foi realizada em 10 de março de 2005, por meio da Portaria do Ministro da Integração Nacional. Essa atualização teve como base as conclusões do Grupo de Trabalho Interministerial para delimitação do novo semi-árido brasileiro, intituído pela Portaria Interministerial Nº 6, de 29 de março de 2004, assinada pelos ministros da Integração Nacional, Ciro Gomes, e do Meio Ambiente, Marina Silva. Do Grupo de Trabalho Interministerial, coordenado pelo Ministério da Integração Nacional, participaram técnicos das seguintes instituições: Ministérios do Meio Ambiente, da Ciência e Tecnologia e da Integração Nacional; Agência de Desenvolvimento do Nordeste (Adene); Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf); Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs); Agência Nacional de Águas (ANA); Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama); Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe); Instituto Nacional do Semi-Árido (Iesa); Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet); Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa); e Banco do Nordeste (BNB).

Para a nova delimitação do semi-árido brasileiro, o Grupo de Trabalho Interministerial utilizou três critérios técnicos sobrepostos:

I - precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros (isoieta de 800mm);

II - Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e

III - risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

Esses três critérios foram aplicados consistentemente a todos os municípios que pertencem à área da antiga SUDENE, inclusive os municípios do norte de Minas Gerais e do Espírito Santo. Como resultado, foram incluídos mais 102 municípios aos 1.031 que já faziam parte do semi-árido.

Com essa atualização, a área classificada oficialmente como semi-árido brasileiro teve um acréscimo de 8,66%, aumentando de 892.309 km² para 982.563 km². Minas Gerais foi o estado com o maior número de inclusões na nova lista, com mais 45 municípios, somando-se aos 40 municípios anteriores (total de 45). O Estado do Espírito Santo não teve nenhum município com área considerada semi-árida, por nenhum dos critérios utilizados.

QUADRO 1

Número de municípios abrangidos pelo semiárido brasileiro

Portaria de 2005 do Ministério da Integração Nacional

Estado	Total de Municípios	Nº municípios no semi-árido				Área Total (km ²)	Área no semi-árido	
		Anterior a 2005	Incluídos em 2005	Atual	%		(km ²)	%
Alagoas	102	35	3	38	37,25	27.819	12.687	45,61
Bahia	417	257	8	265	63,55	564.693	393.056	69,61
Ceará	184	134	16	150	81,52	148.825	126.515	85,01
Minas Gerais	853	40	45	85	9,96	586.528	103.590	17,66
Paraíba	223	170	0	170	76,23	56.440	48.785	86,44
Pernambuco	185	118	4	122	65,95	98.312	86.710	88,20
Piauí	223	109	18	127	56,95	251.530	150.454	59,82
R. G. do Norte	167	140	7	147	88,02	52.797	49.590	93,93
Sergipe	75	28	1	29	38,67	21.910	11.176	51,01
Total	2.429	1.031	102	1.133	46,64	1.808.854	982.563	54,32

Fontes: 1) Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para delimitação do semi-árido nordestino e do Polígono das Secas – Ministério da Integração Nacional - 2005

2) www.ibge.gov.br/estadosat

2 – ESTUDOS UTILIZADOS NA DELIMITAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

A delimitação do semi-árido brasileiro foi estabelecida pelo GTI após análise, discussão, avaliação de resultados e possibilidade de aplicação prática de cinco modelos, sugeridos por representantes técnicos de instituições que participaram do grupo. Cada um dos modelos é resumidamente descrito a seguir, com os respectivos resultados e restrições.

2.1 - Índice de Aridez de Thorntwaite de 1941

Esse modelo foi sugerido por representantes da CODEVASF e da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, por meio de estudo conjunto intitulado “Delimitação do Semi-árido e Subúmido Seco, de Acordo com a Convenção de Combate à Desertificação – CCD”, adotado pelo Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação.

No estudo os municípios são classificados com base no Índice de Aridez de Thornthwaite, de 1941. Para o cálculo desse índice utilizam-se como indicadores as precipitações e as temperaturas, para calcular-se a evapotranspiração potencial. Um dos problemas para aplicação desse modelo é a falta de dados de temperatura para a maior parte dos municípios, a qual foi suprida parcialmente com base de dados produzida por Dr. José Ivaldo Barbosa Brito, em tese sobre o assunto.

Com base nos critérios de precipitação e evapotranspiração potencial foram definidas as áreas “semi-áridas” e “subúmidas secas”.

O **resultado** obtido com essa metodologia – considerando-se semi-áridos os municípios com Índice de Aridez de 0,21 a 0,50 –, **diminui consideravelmente a atual área de abrangência da região semi-árida do Nordeste**, delimitada pela isoieta de 800mm: **dos atuais 1.031 municípios restariam apenas 396**. Ressalte-se, porém, que, segundo os resultados do estudo, apesar da exclusão de 635 municípios, seriam, provavelmente, incluídos nove outros da faixa limítrofe: quatro no Piauí (Itaueira, Nazaré do Piauí, São Francisco do Piauí e Santa Cruz dos Milagres), três no Ceará (Icapuí, Aracati e Beberibe), um no Rio Grande do Norte (Macaíba) e um no Norte de Minas Gerais (Varzelândia).

Outras instituições, incluindo a EMBRAPA e a ANA (Agência Nacional de Águas) também apresentaram estudos para utilização do índice de aridez para delimitação do semi-árido, com resultados semelhantes.

2.2 Risco de Ocorrência de Seca

Baseado em estudo técnico da ANA, que comparou os resultados do índice de aridez com valores médios de precipitações anuais de 1.953 postos, dos quais 123 foram utilizados (pela confiabilidade) para o cálculo da evapotranspiração potencial.

Por apresentar alta variabilidade, em decorrência da precariedade de informações, esse modelo não chegou a ser aplicado para a delimitação do semi-árido. Concluiu-se que ele deveria apenas servir para confirmação da delimitação, somado ao modelo baseado na isoieteta de 800mm.

2.3 Unidades Geossistêmicas

Esse modelo foi elaborado pela FUNCEME, com o apoio do Banco do Nordeste (BNB). No estudo “Redimensionamento do Semi-árido” (Anexo II), é proposta a utilização de unidades geossistêmicas, definidas no estudo, como critério de redelimitação do semi-árido brasileiro. O estudo foi iniciado em 1993, com base nas informações disponíveis e não houve trabalho de campo. O Banco tem um entendimento com a FUNCEME, no sentido de continuar esse estudo, já em caráter operacional.

As unidades geossistêmicas são ecossistemas que podem caracterizar uma região do ponto de vista geológico, de solos e de clima. No caso, o semi-árido seria definido pelo ecossistema caatinga, que o caracteriza.

A dificuldade de aplicação desse modelo está em sua precisão. É muito difícil definir com rigor os limites de um ecossistema, pois existem vastas áreas de transição e áreas onde o ecossistema original foi totalmente destruído pela ação humana. A imprecisão do modelo iria gerar uma demarcação sujeita a fortes contestações técnicas e políticas, o que geraria instabilidade a todo o processo de concessão de benefícios ao semi-árido. Além do mais, o modelo, geraria uma área (de demarcação contestável) praticamente igual a obtida por meio da isoieteta de 800mm, com 388 municípios totalmente inseridos e 921 parcialmente inseridos no semi-árido, totalizando 1309 municípios.

2.4 - Isoieteta de 800mm

A delimitação do semi-árido como a região na qual as precipitações médias anuais sejam inferiores a 800mm é o critério utilizado nas demarcações anteriores. Os técnicos da ADENE defenderam a manutenção desse modelo como o mais exequível e menos sujeito a contestações, pelo fato de existirem dados disponíveis em séries históricas confiáveis para aplicá-lo. Vale reproduzir o trecho do Relatório Final do GTI que justifica seu emprego:

“Considerando os objetivos de política econômica e a conseqüente necessidade de nortear as diretrizes de ação e as operações de financiamento na sub-região, principalmente as relativas ao Fundo Constitucional do Nordeste – FNE (criado pela Constituição de 1988), e após considerar várias alternativas técnicas de delimitação da região Semi-árida do Nordeste, a SUDENE optou pelo critério das precipitações médias anuais. A escolha do indicador climático se deu pela simplicidade técnica requerida para sua utilização, bem como pela sua objetividade, por se tratar de dados resultantes de medições diretas e sistemáticas efetuadas ao longo de séries históricas de duração, consideradas suficientes para caracterizar tipo climático, e, sobretudo, pela eficácia do resultado obtido em função da existência de um grande número de postos da rede meteorológica do Nordeste. Em decorrência da decisão da Superintendência regional, e pelo fato de vários estudos climáticos anteriores já terem identificado a coincidência do limite da região de clima semi-árido do Nordeste brasileiro com a isoieta de 800mm os técnicos, Carlos José Caldas Lins e Invonete Sultanum Burgos (1990), pertencentes ao quadro de pessoal da Antarquia Regional, desenvolveram um estudo, adotando a técnica de traçado de isoietas para delimitação do espaço geográfico contínuo, caracterizado pelo domínio do clima semi-árido. Os procedimentos adotados para o traçado da isoieta de 800mm, por ligação e interpolação de pontos, foram os requeridos pelo método gráfico executado, compreendendo as seguintes etapas:

- 1) coleta de dados no Banco de dados Hidroclimatológicos do Nordeste (DPG/PRN/HM, 1990);
- 2) plotagem dos dados na base cartográfica na escala de 1:2.500.000;
- 3) identificação dos pontos com médias anuais de precipitação registrada ou estimada em 800mm anuais. Os pontos com precipitação estimada foram plotados por divisão proporcional de retas de construção, traçadas entre os pontos nos quais se localizam os postos pluviométricos vizinhos de totais pluviométricos anuais superiores e inferiores a 800 mm;
- 4) traçado da isoieta ligando-se os pontos com médias anuais iguais a 800 mm.
- 5) Depois de traçada a isoieta mais externa de 800 mm, foram relacionados os municípios incluídos na área delimitada por esta isoieta. **Nos casos em que os municípios tiveram seus territórios parcialmente incluídos na área delimitada pela referida isoieta, convencionou-se incluí-los integralmente na Região Semi-árida.** Isto foi feito para se evitar prováveis dificuldades operacionais, quando da execução de projetos e programas”.

A aplicação do critério da delimitação pela isoieta de 800mm, isoladamente, consideraria como inseridos no semi-árido 604 municípios, número inferior ao vigente antes de 2005.

2.5 Percentual de Dias com Déficit Hídrico

O critério do Deficit hídrico foi sugerido pelo INPE/CPTEC, utilizando os seguintes dados:

- a) totais anuais de precipitação, no período de 1960-1990;
- b) frequência de ocorrência de déficit hídricos no período de 1970 -1990, usando um modelo de balanço hídrico diário.

Para o estudo dos totais anuais de precipitação, foi feita uma análise de consistência das séries de dados de chuva das redes da ANA, SUDENE e INMET, para eliminar as inconsistências. Em seguida, foram elaborados mapas diários de precipitação.

Para a pesquisa da frequência de ocorrência de déficit hídrico, usaram-se dados do levantamento de solos da EMBRAPA e da SUDENE, estimou-se a distribuição geográfica de alguns parâmetros de solos, tais como capacidade de campo etc. e, finalmente, estimou-se a evaporação potencial diária, usando-se a técnica de Penman-Monteith.

As principais conclusões e recomendações do documento são:

- a) No caso da análise dos totais anuais de precipitação, o resultado reduz a área atual da região semi-árida definida pela isoietas média anual de 800mm;
- b) A análise baseada no balanço hídrico indica que as áreas definidas hoje como semi-áridas são consistentes com a região que apresentou, no período de 1970-1990, déficit hídrico em pelo menos 60% do tempo, de acordo com o modelo de balanço hídrico adotado.

Pelo critério do Déficit Hídrico, seriam considerados como semi-áridos os territórios de 1.108 municípios.

3 – AVALIAÇÃO, PELO GTI, DOS MODELOS E CRITÉRIOS PROPOSTOS PARA DELIMITAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO

O GTI avaliou, ao final, cada metodologia proposta para delimitar o semi-árido, com base nos seguintes critérios:

- a) Compatibilidade com os objetivos;
- b) Consistência técnica;
- c) Objetividade;
- d) Operacionalidade; e
- e) Viabilidade política.

A compatibilidade com o objetivo é a capacidade de o método ou técnica proposta bem resolver o problema da inclusão ou não de municípios na região Semi-árida do Nordeste, de forma precisa e incontestável. Trata-se, portanto, da coerência externa do procedimento proposto, isto é, da sua eficácia na resolução do problema.

A consistência técnica é compreendida como a propriedade do método ou técnica, no que diz respeito à sua credibilidade científica, resultante da exatidão de sua formulação lógica e, conseqüentemente, da possibilidade de comprovação dos resultados, isto é, da sua coerência interna, resultante das relações entre os princípios teóricos, as teses, a base de dados, as técnicas de análise e as conclusões.

A objetividade é o atributo do método ou técnica proposta no que diz respeito à mensuração quantitativa direta de elemento do clima, caracterizador de semi-aridez, cobrindo a máxima distribuição espacial (maior número possível de unidades de observação), e ao indicador que disponha de séries temporais de pelo menos 30 anos, excluindo-se, portanto, qualquer indicador subjetivo (qualitativo) ou de ocorrência fortuita ou circunstancial.

No que se refere à operacionalidade, o método ou técnica proposta deverá ser de fácil aplicação e compreensão pelo público em geral, dispensando tecnologias e procedimentos sofisticados, raros, morosos ou indisponíveis às equipes técnicas do Ministério da Integração Nacional, encarregadas da implementação de políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento econômico da região semi-árida do Nordeste.

Entende-se por viabilidade política a aceitabilidade geral da fórmula de resolução do problema, de modo a atender aos interesses de desenvolvimento econômico das populações da região naturalmente caracterizada como de clima semi-árido e, ao mesmo tempo, minimizar a incidência de problemas de natureza política, relacionados à delimitação da referida região.

Ao final da avaliação, o GTI chegou às conclusões seguintes.

a) A proposta de utilizar-se o **Índice de Aridez de Thorntwaite, de 1941**, satisfaz plenamente ao critério de compatibilidade com os objetivos das políticas de desenvolvimento econômico da região semi-árida; Todavia, a consistência técnica, objetividade e operacionalidade ficam reduzidas em função dos seguintes fatores: a) “baixa representatividade dos dados de evapotranspiração potencial”, inclusive declarada pelos autores no texto de sua apresentação, b) medidas indiretas das temperaturas (estimativa), c) reduzido número de unidades de observação (estações meteorológicas) com dados diretos de temperatura; d) dificuldade de comprovação dos resultados, como decorrência da possibilidade de emprego de diferentes técnicas de estimativas do indicador temperatura média. De outra parte, é baixa a viabilidade política, porque reduz drasticamente o número de municípios incluídos na atual região semi-árida (menos 635 municípios, isto é, em 61,6% a menos do número atual), delimitada pela isoietta de 800mm.

b) A delimitação pelo **Fator de Risco** atende perfeitamente ao primeiro critério. Apresenta, porém, certa vulnerabilidade nos critérios de consistência técnica, objetividade e operacionalidade, pelas mesmas razões apontadas para o Índice de Aridez. Por outro lado, considerou-se baixa a viabilidade política, porquanto inexistente um parâmetro determinado para o limite aceitável de risco, havendo sempre a possibilidade de mudar, em função de demandas políticas, qualquer que seja o valor tecnicamente assumido.

c) A delimitação com base nas **Unidades Geossistêmicas** (proposta da FUNCEME/BNB) pareceu de baixa compatibilidade com os objetivos, uma vez que unidades consideradas definidoras da região semi-árida podem ser encontradas em regiões caracterizadas por outros tipos climáticos, como são os casos das unidades Planaltos Sedimentares, Planaltos com Coberturas Calcárias, Tabuleiros pré-Litorâneos e Planície Costeira. A consistência técnica foi considerada média porque os limites das diferentes unidades são imprecisos, tanto que os autores apontam para a necessidade de novos estudos em escala maior. A objetividade foi classificada como baixa porque o principal indicador da condição climática de semi-aridez, a vegetação de caatinga, é de aferição indireta, pois que em grande parte foi eliminada pela ação antrópica. A operacionalidade foi julgada baixa por conta da complexidade dos procedimentos e do tempo requerido para a execução dos trabalhos, tanto que, conforme declarou o seu autor, o estudo vem se realizando desde 1993 e ainda não foi concluído. A viabilidade política foi considerada baixa porque os limites regionais poderão variar em função das demandas dos interessados, prevalecendo-se até mesmo do fato de que uma das unidades geossistêmicas, tomadas como definidoras (Planície Costeira), está incluída apenas parcialmente. Não haveria como resistir politicamente aos argumentos dos interessados excluídos, cujos municípios estão compreendidos em outros segmentos da referida unidade definidora.

d) A delimitação pela **Isoieta de 800mm** satisfaz plenamente a quatro dos cinco critérios, mas atende apenas medianamente ao de consistência técnica, uma vez que considera apenas um indicador, o de pluviometria média anual, observado no período de aproximadamente 30 anos.

e) A delimitação pelo **Percentual Diário de Déficit Hídrico** satisfaz plenamente ao critério de compatibilidade com os objetivos das políticas de desenvolvimento econômico da região semi-árida. Mas a consistência técnica, objetividade e operacionalidade ficam reduzidas em função dos seguintes fatores: a) “baixa representatividade dos dados de evapotranspiração potencial”, b) medidas indiretas estimadas de “distribuição geográfica de alguns parâmetros de solos, tais como capacidade de campo etc. e, finalmente, estimou-se a evaporação potencial diária...” c) dificuldade de comprovação dos resultados, como decorrência da possibilidade de emprego de diferentes técnicas de estimativas de alguns indicadores utilizados. Por outro lado, considerou-se baixa a viabilidade política, porquanto inexistente um parâmetro determinado para o limite aceitável de percentual de déficit, havendo sempre a possibilidade de mudanças em função de demandas políticas, qualquer que seja o valor tecnicamente assumido.

Com base nas avaliações de cada critério proposto, o GTI sugeriu que fossem acrescentados ao critério já utilizado da isoieta de 800mm o critério de Índice de Aridez de Thorntwaite, de 1941, considerando-se semi-árido o município com índice de até 0,50, e o critério de Risco de Seca, desde que superior a 60%. Assim, passará a integrar a região semi-árida do Nordeste, todo município pertencente à área de atuação da ADENE que atender a pelo menos um desses três critérios.

A Portaria de 2005, do Ministro da Integração Nacional, que atualiza a área considerada como semi-árido brasileiro, foi elaborada com base nessa sugestão, daí o fato de ter sido essa área significativamente ampliada. O Quadro 2 resume os resultados do enquadramento segundo os critérios recomendados pelo GTI em seu relatório final.

Quadro 2
Número de municípios abrangidos pelo semiárido brasileiro
segundo a aplicação dos critérios recomendados pelo GTI

Critério de delimitação	Quantidade de municípios
Déficit hídrico	1.108
Índice de Aridez	875
Precipitação – isoieta de 800mm	604
Total	1.133

Fonte: Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para delimitação do semi-árido nordestino e do Polígono das Secas – Ministério da Integração Nacional - 2005

Nota: O total não corresponde a soma da coluna 2, pois o mesmo município pode estar incluído em dois ou mais critérios de delimitação.

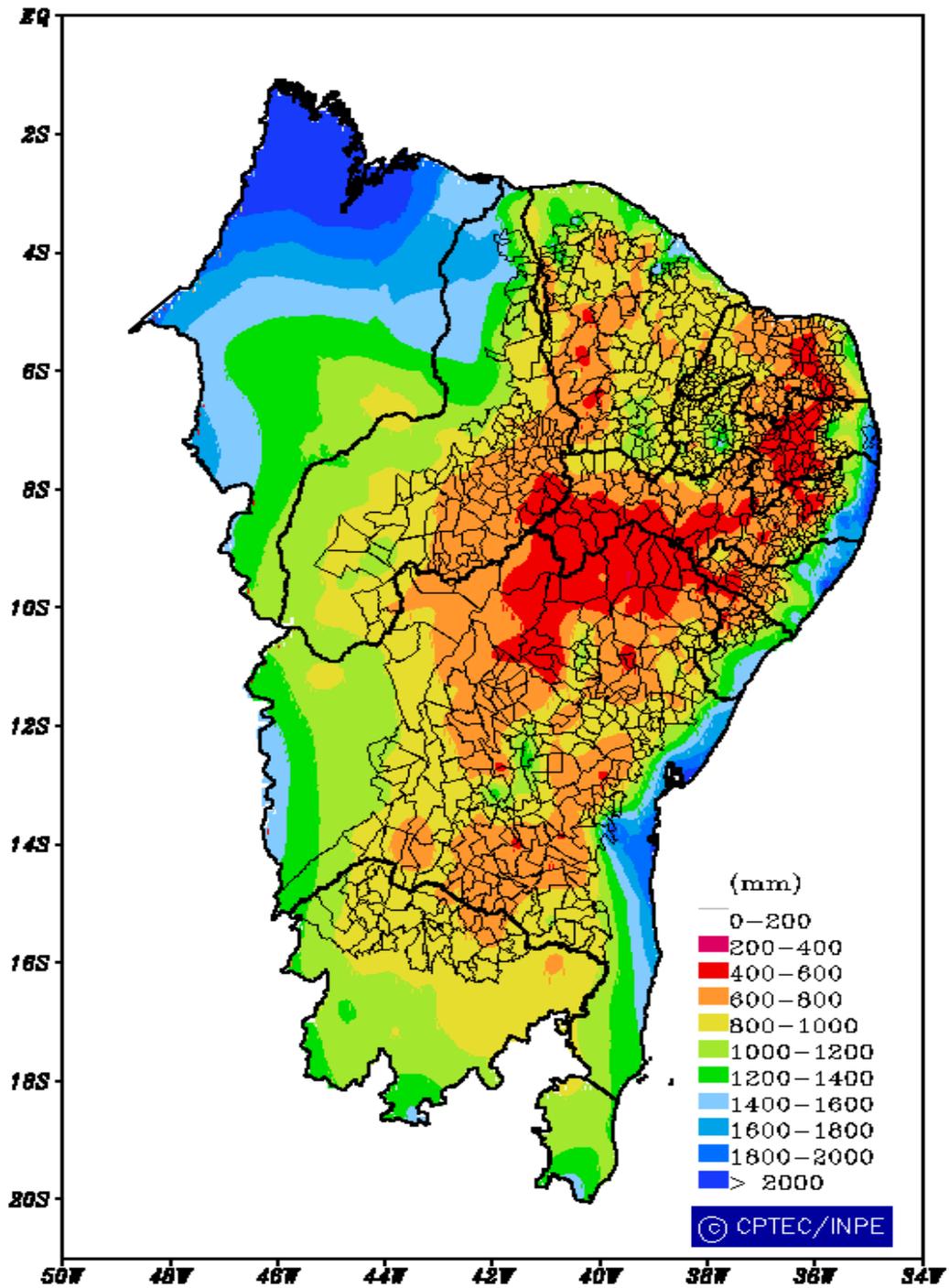


ANEXO I

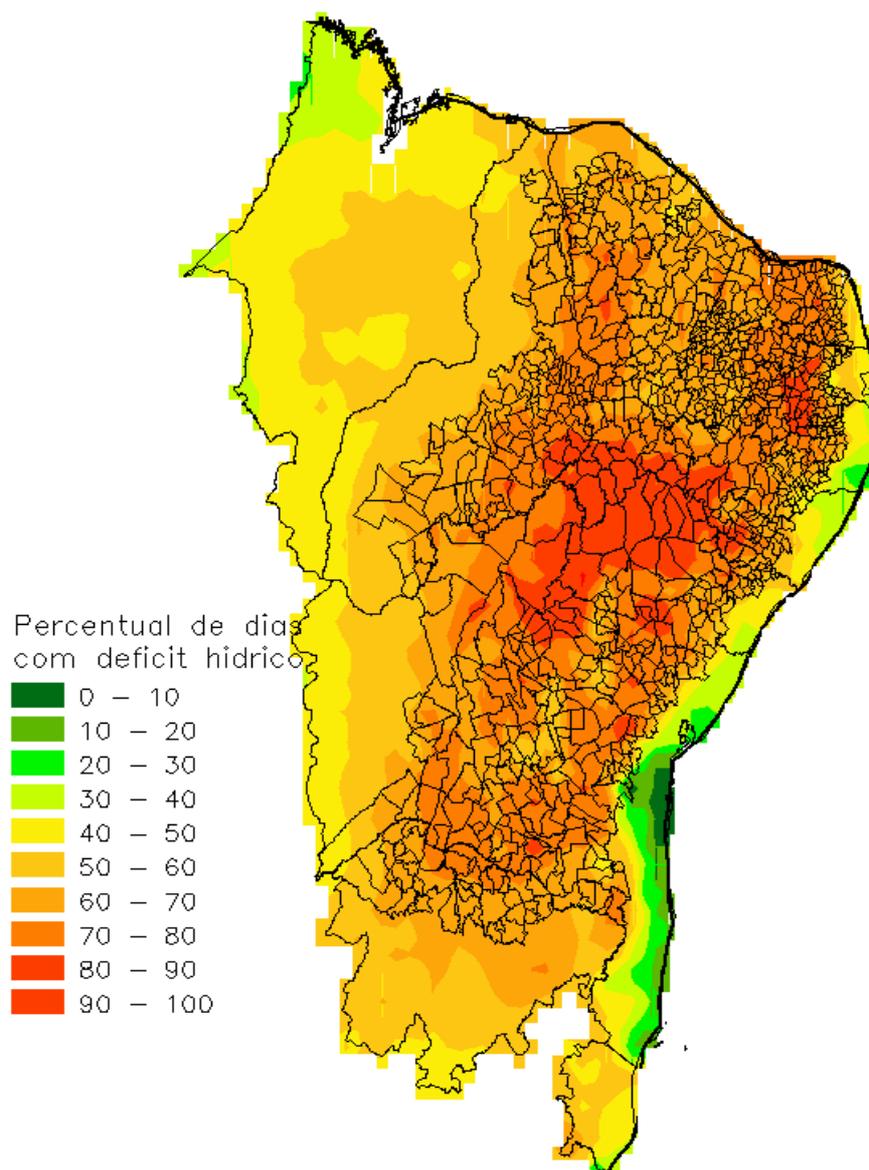
NORDESTE

**MAPAS DOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS MÉDIOS
ANUAIS E DOS PERCENTUAIS DE DIAS COM
DÉFICIT HÍDRICO**

Climatologia 1961-1990 *Anual*



Percentual de Dias com Deficit
Hidrico no Periodo 01101970 – 31121990





ANEXO II

**ESTUDO APRESENTADO PELO BANCO DO
NORDESTE EM CONVÊNIO COM A FUNCEME**

ESTUDO SOBRE REDIMENSIONAMENTO DO SEMI-ÁRIDO BNB/FUNCEME

INTRODUÇÃO

De acordo com a Lei nº 7.827, de 27-09-89, Art. 5 inciso IV a Região Semi-Árida do Nordeste do Brasil, dados de 2000, contempla uma área de 895.254,40km², envolvendo 1.042 municípios com uma população de 19.326.007 habitantes, com 56,52% residindo nas áreas urbanas e 43,48% em áreas rurais.

Em termos de condições edafoclimáticas, o Semi-Árido apresenta como características um clima com temperaturas médias anuais entre 26 e 28°C, insolação superior a 3.000 horas/ano, umidade relativa em torno de 65% e precipitação pluviométrica anual abaixo de 800mm e solos litólicos (com baixa profundidade e substrato predominantemente cristalino).

Atualmente, o critério adotado para delimitação do Semi-Árido Nordestino é exclusivamente a precipitação pluviométrica média anual de 800mm.

POSICIONAMENTO DO BNB

Entendendo a insuficiência desse critério para definir a condição de semi-aridez de determinada região, o BNB-ETENE encomendou, no início do ano de 2004, à FUNCEME¹, um estudo que ampliasse o número de variáveis além da isoeta de 800mm anuais, capaz de melhor caracterizar a região semi-árida da área de atuação do BNB².

¹ A FUNCEME (FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS) é uma referência regional neste tipo de pesquisa.

² Área de atuação do BNB – Todos os Estados Nordestinos, mais Norte de Minas Gerais, Vale do Jequitinhonha e Norte do Espírito Santo.

MATERIAL E EQUIPAMENTO UTILIZADO NA PESQUISA

Para a realização da pesquisa, a FUNCEME utilizou os seguintes materiais e equipamentos:

- Base Cartográfica Integrada Digital do Brasil ao Milionésimo (IBGE, 1997/2001);
- Mapa das Isoietas Modais anuais de 800 mm da Região Nordeste, escala 1:2.500.000 (FUNCEME,1993);
- Mapas Temáticos do Atlas Nacional do Brasil: Região Nordeste, escala 1:4.000.000 (IBGE, 1985);
- Mapas Temáticos dos Levantamentos de Recursos Naturais, escala 1:1.000.000 para as Folhas correspondentes a área de atuação do BNB (Projeto RADAMBRASIL, 1981, 1983 e 1987);
- Mapa de Vegetação do Brasil, escala 1:5.000.000 (IBGE -IBDF,1988 e 1993);
- Mapa do Zoneamento Agroecológico da Região Nordeste, escala 1:2.000.000 (EMBRAPA, 1991);
- Sinopse Preliminar do Censo Demográfico IBGE, 2000);
- Dados Pluviométricos dos Estados Nordestinos –SUDENE;
- Imagens IVDN-NOAA, passagens de 11/92 a 11/93

METODOLOGIA

A Equipe de trabalho adotou a seguinte metodologia:

- **Análise do acervo cartográfico temático:**

Aquisição e análise de dados referentes ao clima e áreas de domínio conexo, especialmente, vegetação, geomorfologia e domínios naturais e/ou ecológicos.

- **Análise climatológica com base no valor modal de 800 mm:**

A teoria estatística demonstra que a MODA, como medida de tendência central, expressa o valor mais freqüente de uma série de dados, enquanto a média aritmética, dependendo da distribuição dos valores, pode mascarar a medida de tendência central, superestimando o valor mais esperado. Optou-se por usar o valor modal anual de precipitação devido a sua melhor expressividade como medida de tendência central. Procedeu-se a delimitação usando a isoietas modal anual de 800 mm. O valor modal foi obtido a partir da função de distribuição de probabilidade gama a dois parâmetros (ao nível de 50% de probabilidade), um caso particular da função de distribuição de probabilidade de Pearson III.

Procedeu-se o mapeamento (Mapa das Isoietas Modais Anuais de 800 mm) com a plotagem dos valores modais em todas as localidades que dispunham de dados históricos com série superior a 30 anos e traçou-se o campo de isolinhas. A seguir listou-se as localidades com valor modal anual inferior a 800 mm considerando-se conjuntamente com a média climatológica e as coordenadas geodésicas. Uma outra relação foi elaborada com os municípios da Região que não dispunham de dados pluviométricos, mas que se encontram, total ou parcialmente, na região delimitada por valores abaixo de 800 mm.

- **Análise das condições geo-ecológicas:**

Ao lado do critério anteriormente aludido, a análise das condições geo-ecológicas serviu de base para o redimensionamento do semi-árido. Trata-se de um critério dotado de rigor científico por considerar o jogo de relações mútuas entre os componentes naturais, configurando um quadro mais fidedigno do ambiente semi-árido nordestino. Deriva de uma abordagem multinterdisciplinar e de aplicação à natureza da Teoria Sistêmica, conforme preceitos contidos em MAJOR (1951), BERTRAND (1969), WENDT et al (1975) e TRICART e KILLIAN (1979). Com base nas condições fito-ecológicas, admite-se ser a vegetação a melhor expressão do clima bem como de outros fatores geoambientais representados pelo relevo, solos,

litologias e hidrologia de superfície e de sub-superfície. Tratando-se do semi-árido a principal resposta fito-ecológica da semi-aridez é configurada pelo ecossistema das caatingas e das transições com outros ecossistemas verificados no ambiente nordestino. NIMER (1979), tratando a respeito das categorias de clima do Brasil, estabeleceu relações entre essas categorias com a vegetação natural. Assinala que as áreas com seis ou mais meses secos estão relacionadas à caatinga. Geralmente as áreas de seis meses secos correspondem a uma caatinga predominantemente arbórea ou de transição; as de sete a oito meses secos à caatinga predominantemente arbustiva e na de mais de nove meses prevalece a caatinga herbácea, sendo mais rala nas áreas de onze meses secos.

Assim, além do material cartográfico disponível sobre a vegetação do Nordeste, partiu-se para uma análise detalhada do Zoneamento Agroecológico do Nordeste (EMBRAPA, 1991). Este estudo abrange toda a Região, incluindo-se a porção Norte de Minas Gerais. Teve como meta caracterizar e espacializar os diversos ambientes. Redividiu-se o Nordeste em geo ambientes, mais em função da diversidade dos recursos naturais e sócio-econômicos do que da concepção anterior, baseada principalmente na estrutura fisiográfica regional. O resultado dessa pesquisa implicou na divisão do Nordeste em 20 (vinte) unidades de paisagem que agrupam 172 (cento e setenta e duas) unidades geoambientais.

De acordo com o documento - ainda em versão preliminar - a classificação das unidades discriminadas foi realizada a partir das grandes unidades de paisagem. Elas foram ordenadas por nível decrescente de altitude e expressão geográfica e, a partir das unidades geoambientais, sequenciadas, em primeiro nível, de acordo com o tipo de cobertura vegetal natural.

Para o presente trabalho, além do Zoneamento Agroecológico, verificou-se, de "per si", a caracterização natural das unidades de paisagem e geoambientais, com base no material geocartográfico temático disponível sobre a área em estudo. Esse material, já referenciado, apresenta diferentes níveis de detalhamento e

predominância de escalas menores do que ao milionésimo. Tomou-se como referências principais as abordagens temáticas ligadas ao clima e vegetação e, complementarmente, à geomorfologia e aos solos.

Além, do material cartográfico disponível sobre a vegetação do Brasil, partiu-se para uma análise do Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jequitinhonha (IBGE, 1997), que caracteriza e espacializa os Domínios Fitoecológicos e Áreas de Contato, subdivididas em geossistemas e geofácies.

Confrontou-se, ainda, as informações obtidas com os dados do Índice de Vegetação gerados a partir da classificação das imagens do satélite NOAA, numa série temporal de novembro de 1992 a novembro de 1993.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), calculado conforme a equação $IVDN = (M2 - M1)/(M2 + M1)$, onde M1 e M2 são, respectivamente, as médias dos níveis de cinza das bandas 1 e 2, permite um tratamento mais específico, possibilitando detectar através de análise visual, as alterações ocorridas na vegetação em relação às precipitações.

- **Geoprocessamento:**

As informações espaciais disponíveis em formato digital SGI/INPE que integravam o mapeamento temático, executado pela FUNCEME (1993), e contemplavam, somente, a Região Nordeste, foram convertidas para o Sistema de Informações Geográficas SPRING, onde os dados vetoriais foram editados e posteriormente, convertidos para o formato *shapefile* do GIS *Arcview*.

Em seguida foi realizada a complementação das informações temáticas da nova área de estudo, (Vale do Jequitinhonha e norte do Espírito Santo), no SPRING, tendo como base as informações temáticas disponibilizadas pelo RADAMBRASIL (1981, 1987).

Complementadas as informações temáticas estas foram sobrepostas à base político-administrativa, de toda a área, a nível municipal, disponibilizada pelo IBGE (2001).

Os produtos cartográficos relativos às Grandes Unidades Geossistêmicas, Polígono das Secas, Isoietas Modais Anuais de 800mm e à Divisão Político-Administrativa foram finalizados no GIS *Arcview*, em escala 1:2.500.000.

- **Quantificação dos dados;**

Essa quantificação resultou na elaboração de 3 tabelas com as informações abaixo:

A TABELA 01, contém a distribuição quantitativa (absoluta e relativa) do semi-árido da área de atuação do BNB, com suas respectivas unidades geossistêmicas;

A TABELA 02, igualmente a nível regional e estadual, apresenta, em dados absolutos, a área total e as áreas semi-áridas e úmidas/sub-úmidas por Estados;

A TABELA 03, mostra o número de municípios por Estados, total e/ou parcialmente inseridos no semi-árido.

CONCLUSÕES

As conclusões do estudo, com base nos critérios apontados, o semi-árido brasileiro envolve uma área de 853.383,59 km², equivalentes a 48,10 % da área de atuação do BNB a 10,02 % do espaço brasileiro;

Os dados apontados acima, demonstram que: a) A área apresenta uma configuração espacial diferente ao Polígono das Secas, oficialmente reconhecida (cerca de 950.000 km²); b) os critérios adotados neste redimensionamento do semi-árido brasileiro, conduziram a uma delimitação espacial que extrapolou a superfície configurada pela isoietas modal de 800 mm;

Sob o aspecto geoambiental, o semi-árido nordestino é bastante diversificado o que possibilitou a sua sub-compartimentação em 07 (sete) Grandes Unidades Geossistêmicas, a saber: (1) Depressão Sertaneja; (2) Planaltos Sedimentares; (3)

Planalto da Borborema; (4) Planaltos com Coberturas Calcárias; (5) Maciços Serranos Residuais; (6) Chapada Diamantina e Encostas do Planalto Baiano e (7) Tabuleiros pré-Litorâneos e parte da Planície Costeira;

Na análise do semi-árido em relação à configuração regional do Nordeste, constatou-se com base em argumentos de AB'SÁBER - a sua posição marginal em relação aos ambientes de climas áridos e semi-áridos tropicais e sub-tropicais da terra;

O principal critério natural adotado para o redimensionamento do semi-árido foi de natureza fito-ecológica, ou seja: a delimitação da área nuclear das caatingas e das faixas de transição desse domínio com outros domínios geobotânicos: Domínios dos Cerrados, da Mata Atlântica, Amazônico e enclaves diversos;

As Grandes Unidades Geossistêmicas estabelecidas associam os diversos ecossistemas aos tipos de suportes naturais;

O domínio semi-árido fica inteiramente superposto por uma província fitogeográfica - as caatingas, que ostentam padrões fisionômicos e florísticos variados;

Dos municípios da área de atuação do BNB, 1.309 acham-se incluídos no semi-árido, sendo que destes, 388 encontram-se totalmente inseridos, conforme a TABELA 03 apresentada.

Dentre os Estados do Nordeste, os que detêm maior percentual de área no semi-árido são: Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, com 91,98 %, 91,69% e 89,65%, respectivamente.

O Norte do Espírito Santo não reúne condições fisiográficas e ecológicas que o enquadrem no domínio do semi-árido”.

Como resultante desse estudo, novos limites foram impostos ao semi-árido nordestino relativamente as grandes unidades geossistêmicas, redimensionamento do tamanho do semi-árido bem como o número de municípios revelados nas Tabelas 01, 02 e 03 a seguir.

TABELA 01 - DISTRIBUIÇÃO DAS GRANDES UNIDADES GEOSISTÊMICAS DO SEMI-ÁRIDO DA ÁREA DE ATUAÇÃO DO BNB

UNIDADES GEOSISTÊMICAS DO SEMI-ÁRIDO	Area total (Km ²)	Proporção em relação a área total do semi-árido.
De pressão Sertaneja - (Sertões)	415.921,36	48,74
Planaltos Sedimentares - (Chapadas e Chapadões)	134.060,46	15,71
Planalto da Borborema	39.673,31	4,65
Planalto com coberturas calcárias	62.868,50	7,37
Maciços serranos residuais - (Serras)	40.375,73	4,73
Chapada Diamantina e Encostas do planalto baiano	129.305,28	15,15
Tabuleiros pré-litorâneos parte da planície costeira	25.985,15	3,04
Represas e grandes açudes	5.193,80	0,61
TOTAL ÁREA	853.383,59	100,00

Fonte: FUNCEME, 2004

TABELA 02 - DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS SEMI-ÁRIDAS E ÚMIDAS/SUB-ÚMIDAS POR ESTADOS

Estados sob jurisdição do BNB	Área total (Km ²)	Área semi-árida (Km ²)	Área úmida e sub-úmida não inserida no semi-árido em Km ² .
Maranhão	329.555,80	----	329.555,80
Piauí	251.273,30	112.402,03	138.871,27
Ceará	148.016,00	136.142,17	11.873,83
Rio Grande do Norte	53.166,60	48.749,12	4.417,48
Paraíba	56.372,00	50.536,85	5.835,15
Pernambuco	101.023,40	83.046,18	17.977,22
Alagoas	27.689,10	12.427,00	15.262,10
Sergipe	21.862,60	11.736,14	10.126,46
Bahia	566.978,50	325.882,37	241.096,13
Norte de Minas Gerais	194.723,80	72.461,73	122.262,07
Norte do Espírito Santo	24.375,20	----	24.375,71
TOTAL ÁREA	1.775.036,30	853.383,59	921.652,71

Fonte: FUNCEME, 2004

**TABELA 03 - MUNICÍPIOS POR ESTADOS, TOTAL E / OU PARCIALMENTE
INSERIDOS NO SEMI-ÁRIDO**

ESTADOS	Municípios totalmente inseridos no semi-árido.	Municípios parcialmente inseridos no semi-árido	Total de municípios semi-árido
Maranhão	00	00	00
Piauí	36	107	143
Ceará	60	121	181
Rio Grande do Norte	65	96	161
Paraíba	86	117	203
Pernambuco	34	98	132
Alagoas	13	38	51
Sergipe	09	38	47
Bahia	67	216	283
Norte de Minas Gerais	18	90	108
Norte do Espírito Santo	00	00	00
TOTAL ÁREA	388	921	1309

Fonte: FUNCEME, 2002

O BNB espera, com a realização deste trabalho, ter contribuído para uma definição mais criteriosa do espaço semi-árido de sua área de atuação, que leve em conta os principais aspectos edafoclimáticos que caracterizam a semi-aridez desse sub-espaço. Espera-se, com isso, contribuir para nortear a elaboração e implementação de políticas públicas mais coerentes com a região semi-árida do Nordeste do Brasil.

Finalmente, é importante destacar que o referido estudo remete a uma outra dimensão de espaço semi-árido, haja vista que o mesmo possibilita a definição à nível do município, o percentual do espaço semi-árido.

Entretanto, para que essa característica (espaço semi-árido por município) se tornasse operacional, seria necessário realizar um estudo adicional que viesse a contemplar a redução de escala de 1:2.500.000 do estudo atual para 1: 1000.000.