



15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021

01 a 02 de setembro de 2021

ISBN 978-65-994972-0-9

## ELABORAÇÃO DO MAPA DE GRAUS DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA PARA APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS BASEADO EM MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO DO BRASIL

Cauê Chaves **Pereira**<sup>1</sup>; Rafael **Mingoti**<sup>2</sup>; Ângelo Mansur **Mendes**<sup>3</sup>; Lauro Rodrigues **Nogueira Júnior**<sup>4</sup>

Nº 21509

**RESUMO** – Um território continental como o do Brasil traz consigo uma série de desafios para decidir qual é o melhor uso para suas terras. No entanto, há algumas metodologias que, ao serem aplicadas, contribuem para a organização territorial, dentre elas técnicas de avaliação do potencial agrícola de terras para uso agrícola. Para apoiar a geração de informações visando a organização territorial do Brasil e outros estudos territoriais, este trabalho teve o objetivo de elaborar uma primeira aproximação do mapa de grau de deficiência hídrica, por meio da conversão do mapa de vegetação, para todo o território brasileiro. O mapa de grau de deficiência hídrica foi baseado no sistema de aptidão agrícola das terras e elaborado a partir do mapeamento de vegetação produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no ano de 2018, o qual foi reclassificado utilizando os critérios específicos apresentados. A região do Brasil com maior proporção de território com graus de deficiência hídrica forte ou muito forte foi a Nordeste (32,56%), enquanto a região com maior proporção do território com graus de deficiência hídrica nula ou leve foi a Norte (97,09%). A metodologia elaborada mostrou-se adequada para a conversão do mapa de graus de deficiência hídrica do Brasil a partir de mapeamento de vegetação. Novos estudos são necessários para a validação do mapeamento obtido utilizando dados meteorológicos e estimativas de déficit hídrico.

**Palavras-chave:** déficit hídrico, geoprocessamento, ordenamento territorial.

1 Autor, Estagiário Embrapa: Graduação em Geologia, UNICAMP, Campinas-SP; cauechave96@gmail.com.

2 Orientador: Analista da Embrapa Territorial, Campinas-SP; rafael.mingoti@embrapa.br.

3 Colaborador: Pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas-SP.

4 Colaborador: Pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas-SP.



**ABSTRACT** – *A continental territory such as Brazil encompasses a series of challenges when it comes to deciding the best uses for its lands. However, some methods, when applied, contribute to territorial organization, among them techniques for evaluating the potential of lands for agricultural use. In order to support the generation of information aimed at territorial organization of Brazilian lands and other territorial studies, in this work we used geoprocessing techniques to prepare a first version of the water deficit degrees map, by converting the vegetation map of the entire Brazilian territory. The water deficit degrees map was based on the agricultural land suitability system and obtained from the vegetation mapping produced by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) in 2018, which was reclassified using specific criteria. The Brazilian region with the largest territory under strong or very strong water deficit degrees was the Northeast region (32.56%), while the one with the largest territory under the null or light water deficit degrees was the North region (97.09%). The method developed proved adequate for the conversion of the water deficit degrees map of Brazil from a vegetation mapping. New studies are needed to validate the mapping obtained using meteorological data and water deficit estimates.*

**Keywords:** *water deficit, geoprocessing, land use planning.*

## 1. INTRODUÇÃO

Um território continental como o do Brasil traz consigo uma série de desafios para decisões sobre o melhor uso para as suas terras. No entanto, há algumas metodologias que, ao serem aplicadas, contribuem para a organização territorial, dentre elas técnicas de avaliação do potencial agrícola de terras para uso agrícola, entre as quais as mais adotadas no território brasileiro são os sistemas de avaliação da aptidão das terras e de capacidade de uso (Barros et al., 2019). Esse sistema de aptidão agrícola das terras apresenta vantagens como: maior utilização no nível nacional; consideração, na sua estrutura, de diferentes níveis de manejo; possibilidade de modificações, ajustes ou incorporações de outros parâmetros e fatores de limitação, acompanhando, assim, os avanços do conhecimento ou exigências do nível de estudo; aceitação de adaptações e aplicações em diferentes escalas de mapeamento; consideração da viabilidade de



redução de limitações, pelo uso de capital e tecnologia, distinguindo o pequeno e o grande agricultor (Pereira; Lombardi Neto, 2004).

Mapeamentos de aptidão agrícola das terras são comumente produzidos em escalas regionais. Entretanto, existe mapeamento para todo o território brasileiro, como o elaborado por Ramalho Filho e Pereira (1999). Para a escala nacional, a utilização de técnicas de geoprocessamento, por meio de sistemas de informações geográficas (SIGs), aliada a métodos multicritério, permite padronizar e agilizar o processo de avaliação da aptidão agrícola (Barros, 2017). Entretanto, como apontam Pereira e Lombardi Neto (2004), esse tipo de processamento informatizado pode ser restrito e não aceitar a inclusão de novos fatores importantes para essa classificação, como disponibilidade de água e soma do teor de silte e argila.

A deficiência hídrica é um dos aspectos a ser considerado na avaliação de aptidão agrícola de uma determinada área (Ramalho Filho; Beek, 1995). Para escalas regionais ou locais, a deficiência hídrica pode ser determinada com maior precisão, especialmente quando se pretende cultivar espécies comerciais (Leivas et al., 2006; Fietz; Rangel, 2008; Martins et al., 2008). Isso decorre do fato de que determinadas culturas não suportam longos períodos de deficiência hídrica, especialmente nas fases iniciais de desenvolvimento e em fases reprodutivas. Já para a escala nacional, os mapas de deficiência hídrica podem ser elaborados a partir de dados climáticos, além de mapas de solos, relevo e vegetação.

Conforme o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), na evolução das classificações fitogeográficas, os aspectos climáticos, como precipitação e temperatura, e geomorfológicos, como solo e relevo, dentre outros, apresentam relações intrínsecas com a vegetação. No sistema fitogeográfico brasileiro desenvolvido pelo IBGE (2012), o clima é um fator determinante que condiciona o tipo de vegetação presente. Exemplos: Floresta Ombrófila Densa (Amazônica e Atlântica), associada a climas tropicais e equatoriais úmidos, é encontrada em locais que apresentam até três meses de umidade escassa durante o ano ou em locais sem período biologicamente seco; Savana-Estépica (Caatinga do Sertão Árido Nordeste), associada a climas semiáridos e outros, em que a maioria das espécies apresenta adaptações fisiológicas à insuficiência hídrica bastante especializadas.

Assim, no mapeamento da vegetação brasileira (IBGE, 2018b), cada região fitoecológica, ou fitofisionomia, repete suas formas de vidas fenotípicas nos ambientes semelhantes. Esses espaços ecológicos, por sua vez, não são contínuos, e sofrem interrupções em função da disponibilidade de água para as plantas, que refletem as características dos solos e dos tipos de



climas que modelaram o relevo. Com base nesses critérios, a região fitoecológica pode ser conceituada como um espaço definido por uma florística de gêneros típicos e de formas biológicas características que se repetem dentro de um mesmo clima, e pode ocorrer em terrenos de litologia variada, mas com relevo bem marcado.

Nesse contexto, de forma a apoiar a geração de informações visando organização territorial do Brasil e outros estudos territoriais, neste trabalho utilizamos técnicas de geoprocessamento para elaborar uma primeira aproximação do mapa de grau de deficiência hídrica, por meio da conversão do mapa de vegetação para todo o território brasileiro.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para produzir o mapa de deficiência hídrica segundo os graus de limitação estabelecidos por Ramalho Filho e Beek (1995), foram considerados os termos: nulo, leve, moderado, forte e muito forte (Tabela 1).

**Tabela 1.** Descrição dos graus de limitação de deficiência hídrica do Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola.

Grau de limitação	Descrição
Nula	Não há falta de água para o desenvolvimento das plantas em nenhuma época do ano. Vegetação: Floresta Perenifólia, Campos Hidrófilos e Higrófilos, e Campos Subtropicais Sempre Úmidos.
Leve*	Ocorre deficiência hídrica durante o período de 3 a 5 meses. Vegetação: Cerrado e Floresta Subcaducifólia, Floresta Caducifólia nos solos com alta capacidade de retenção de água.
Moderada	Ocorre deficiência hídrica durante um longo período, 4 a 6 meses, deficiências mais acentuadas. Precipitação entre 700 e 1.000 mm por ano. Vegetação: Floresta Caducifólia, Transição de Floresta de Cerrado para Caatinga e Caatinga Hipoxerófila.
Forte	Forte deficiência hídrica durante um período seco entre 7 e 9 meses. Precipitação entre 500 e 700 mm por ano. Vegetação: Caatinga Hipoxerófila.
Muito forte	Severa deficiência hídrica que pode durar mais de 9 meses e precipitação abaixo de 500 mm. Vegetação: Caatinga Hiperxerófila.

\*Neste trabalho adotou-se a denominação de grau “leve” em vez de “ligeiro”. Fonte: Ramalho Filho e Beek (1995).



O mapa de grau de deficiência hídrica foi elaborado a partir do mapeamento de vegetação do IBGE (2018b), em escala 1:250.000, o qual foi reclassificado conforme as classes de vegetação apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Relação entre a classe de vegetação (fitofisionomias) adotada pelo IBGE e o grau de limitação para deficiência hídrica.

Classe de vegetação	Grau de limitação
Florestas Ombrófilas (Densas, Abertas e Mistas) Floresta Estacional Semidecidual (Aluvial) Campinaranas Formações Pioneiras Refúgios Vegetacionais Estepes	Nulo
Floresta Estacional (Sempre Verde) Florestas Estacionais Semidecíduais Savanas	Leve
Florestas Estacionais Deciduais Savana Estépica Florestada	Moderado
Savana Estépica Arborizada e Arbustiva	Forte
Savana Estépica Parque e Gramíneo-Lenhosa	Muito forte

Fonte: IBGE (2018b).

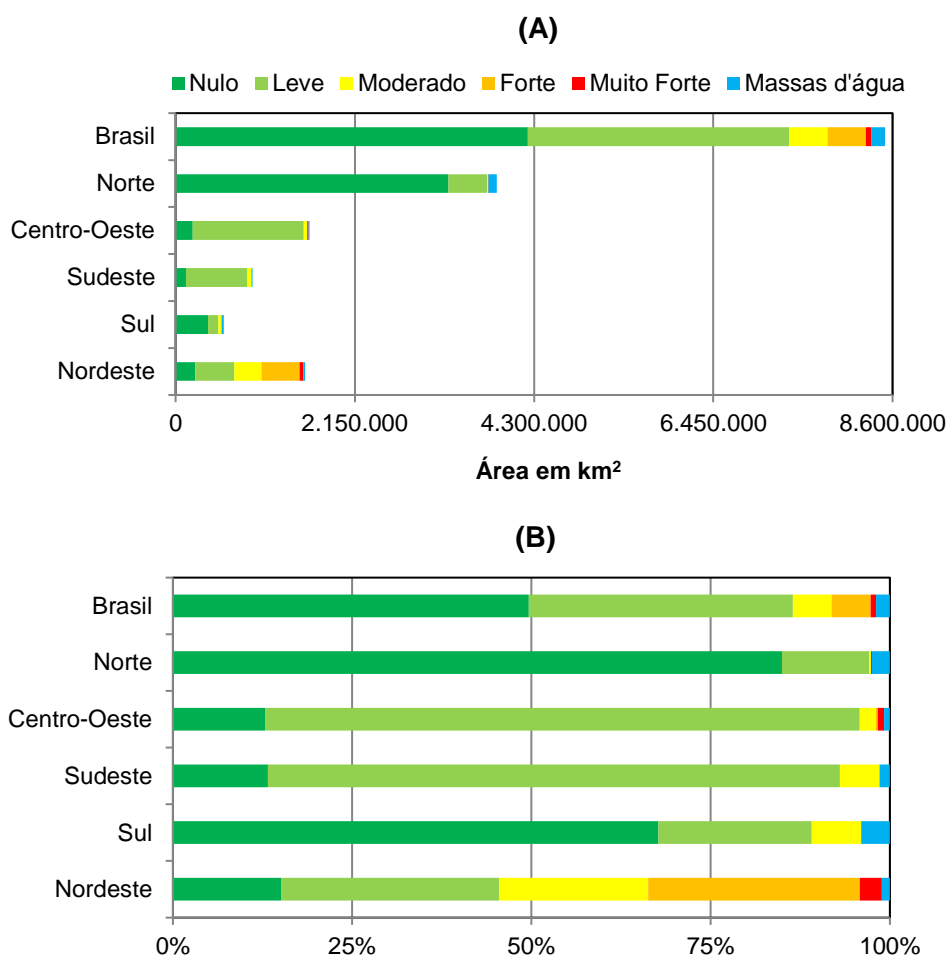
Os critérios foram elaborados a partir da classificação e dos mapeamentos da vegetação brasileira (IBGE, 2012, 2018b) e de aptidão agrícola e de solos (Amaral et al., 2004; Santos et al., 2018). Além disso, nos casos em que ocorriam equivalências, ou seja, classes de vegetação que poderiam apresentar mais de um grau de limitação de deficiência hídrica, o grau de deficiência hídrica foi escolhido pela análise do clima predominante nos locais nos quais se distribui a classe de vegetação. Nos casos em que havia mais de uma classe de vegetação no mesmo polígono (contato), o grau da limitação adotado foi o mais restrito das classes de vegetação presentes.

A área de cada grau de limitação de deficiência hídrica foi calculada para cada unidade da federação do Brasil utilizando o *shapefile* da malha estadual do país de 2018 (IBGE, 2018a) no SIG ESRI ArcGIS v.10.7 adotando sistema de referência SIRGAS 2000 e o sistema de projeção de Albers (IBGE, 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os graus de limitação de deficiência hídrica predominantes no Brasil são nulo e leve (Figura 1 e Tabela 3), ou seja, o Brasil apresenta 7.358.435 km<sup>2</sup> com grau de limitação de deficiência hídrica entre nulo e leve, os quais cobrem 50% e 37% do território nacional,

respectivamente. O Nordeste é a região que apresenta o maior grau de limitação de deficiência hídrica entre forte e muito forte (32,56%); é onde se encontra a maior parte do Semiárido (região climática) e da Caatinga (bioma vegetacional).



**Figura 1.** Área em km<sup>2</sup> (A) e porcentagem (B) dos graus de limitação de deficiência hídrica no Brasil e regiões Norte, Centro-Oeste, Sudeste, Sul e Nordeste ordenadas de modo decrescente considerando a soma dos graus de limitação nulo e leve.

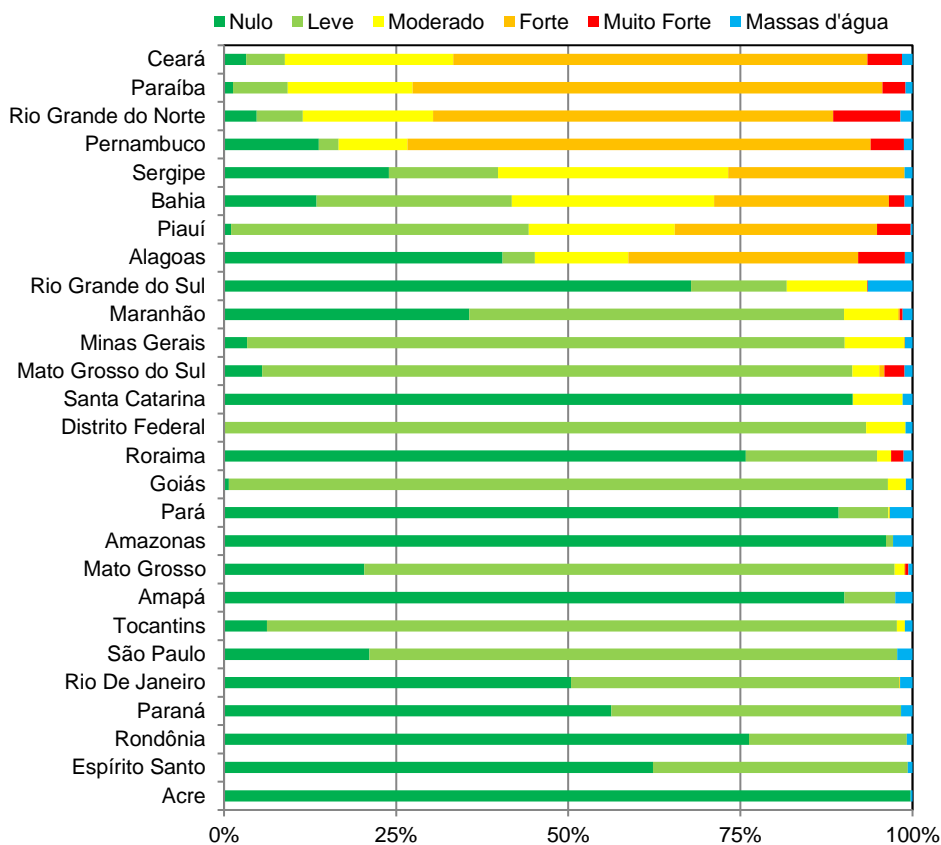
Apesar de o Nordeste aparecer como a região com maiores graus de limitação de deficiência hídrica, os estados Maranhão, Bahia e Piauí, que integram a região do Matopiba, apresentam graus de limitação nulo e leve em mais de 40% do território (Figura 2 e Tabela 4).



**15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021**  
**01 a 02 de setembro de 2021**  
**ISBN 978-65-994972-0-9**

**Tabela 3.** Área (km<sup>2</sup>) de cada grau de limitação de deficiência hídrica em cada região do Brasil.

Unidade da federação	Grau de limitação (área em km <sup>2</sup> )					Áreas urbanas e massas de água
	Nulo	Leve	Moderado	Forte	Muito forte	
Nordeste	234.060,60	472.155,16	322.888,59	457.778,22	47.600,67	17.508,18
Centro-Oeste	206.303,43	1.332.661,03	35.620,45	4.413,14	14.359,48	12.881,51
Norte	3.271.623,76	467.728,34	10.882,44	24,75	4.305,80	96.716,30
Sul	390.776,94	123.475,09	39.784,76	0,00	189,44	22.517,08
Sudeste	122.670,33	738.134,60	50.503,24	670,32	0,00	12.586,98
Brasil	4.225.435,06	3.134.154,22	459.679,48	462.886,43	66.455,39	162.210,05



**Figura 2.** Área em porcentagem (B) dos graus de limitação de deficiência hídrica para as unidades federativas do Brasil, ordenadas de modo decrescente considerando a soma dos graus de limitação nulo e leve.

Em algumas unidades da federação, principalmente na região Nordeste, as áreas com limitações forte e muito forte passaram de 65%, como em Paraíba, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte. Por sua vez, todas as unidades federativas das regiões Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Sul apresentaram grau de limitação de deficiência hídrica de nulo a leve em mais de 82% do território. A região Norte apresentou a maior proporção do território com graus de deficiência hídrica nula ou leve (97,09%).



**15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021**  
**01 a 02 de setembro de 2021**  
**ISBN 978-65-994972-0-9**

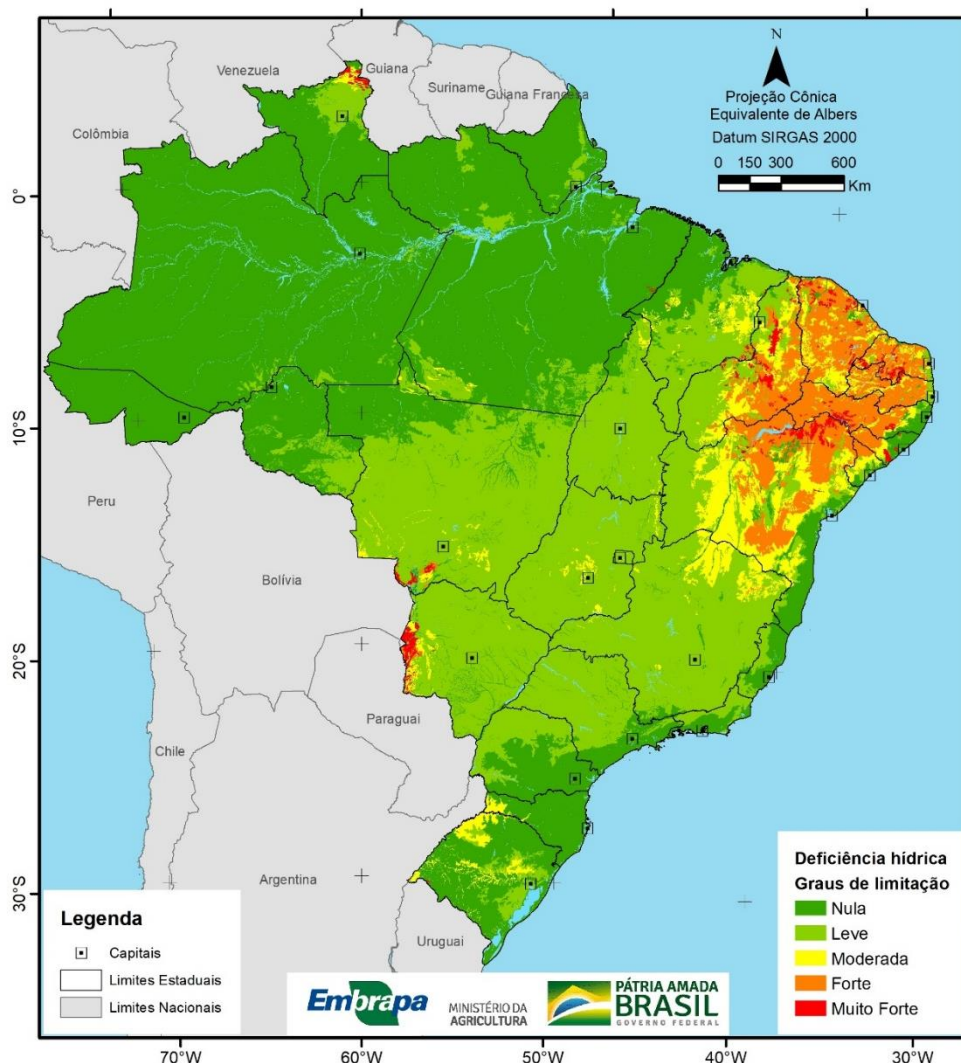
**Tabela 4.** Área (km<sup>2</sup>) dos graus de limitação de deficiência hídrica em cada unidade da federação do Brasil.

Unidade da federação	Grau de limitação (área em km <sup>2</sup> )					Áreas urbanas e massas de água
	Nulo	Leve	Moderado	Forte	Muito forte	
Bahia	76.017,9	159.933,8	166.097,5	143.402,6	12.708,8	6.562,0
Piauí	2.535,6	108.868,2	53.320,4	73.875,3	12.290,1	727,3
Mato Grosso do Sul	19.854,9	306.097,5	13.959,0	2.710,9	10.372,3	4.151,0
Ceará	4.788,9	8.340,5	36.446,7	89.594,0	7.459,4	2.265,2
Rio Grande do Norte	2.496,4	3.556,3	9.985,6	30.682,6	5.163,6	925,1
Pernambuco	13.512,3	2.817,5	9.794,5	65.982,6	4.752,6	1.208,5
Mato Grosso	183.996,0	695.704,2	12.404,3	1.702,2	3.987,2	5.413,1
Roraima	169.950,2	42.783,3	4.614,5	3,1	3.983,2	2.939,5
Alagoas	11.257,2	1.307,8	3.779,3	9.303,3	1.887,2	308,5
Paraíba	742,8	4.487,9	10.224,2	38.562,6	1.880,5	569,2
Maranhão	117.456,0	179.366,2	25.910,8	759,1	1.458,5	4.691,5
Pará	1.111.950,9	89.671,0	3.001,6	0,0	322,6	40.813,3
Rio Grande do Sul	191.258,2	39.528,9	32.883,8	0,0	189,4	17.846,9
Acre	163.705,1	0,0	0,0	0,0	0,0	418,6
Amapá	128.402,5	10.512,9	0,0	0,0	0,0	3.555,4
Amazonas	1.499.080,2	16.141,8	0,0	0,0	0,0	43.946,2
Distrito Federal	0,0	5.373,6	328,2	0,0	0,0	59,1
Espírito Santo	28.705,5	17.058,7	0,0	0,0	0,0	310,3
Goiás	2.452,5	325.485,9	8.929,0	0,0	0,0	3.258,4
Minas Gerais	19.560,6	509.777,9	50.500,8	619,9	0,0	6.061,9
Paraná	112.105,3	83.894,6	0,0	0,0	0,0	3.305,3
Rio de Janeiro	22.052,4	20.860,2	2,4	50,5	0,0	784,9
Rondônia	181.276,8	54.471,7	0,0	0,0	0,0	2.016,7
Santa Catarina	87.413,5	51,6	6.901,0	0,0	0,0	1.364,8
São Paulo	52.351,8	190.437,9	0,0	0,0	0,0	5.429,8
Sergipe	5.253,4	3.477,0	7.329,6	5.616,1	0,0	250,7
Tocantins	17.258,0	254.147,7	3.266,3	21,7	0,0	3.026,7
<b>Brasil</b>	<b>4.225.435,1</b>	<b>3.134.154,2</b>	<b>459.679,5</b>	<b>462.886,4</b>	<b>66.455,4</b>	<b>162.210,1</b>

Esses resultados de área (km<sup>2</sup>) e porcentagem (%) do grau de limitação de deficiência hídrica para o Brasil e suas regiões podem ser visualizados no mapa de graus de deficiência hídrica para estudos de aptidão agrícola das terras no Brasil (Figura 3).

Ressaltamos que essa classificação foi baseada na vegetação nativa, que em algumas áreas estão sobrepostas por áreas urbanas e áreas de massas d'água. Também cabe salientar que o mapeamento produzido pelo IBGE (2018b) expressa as características de estrutura e forma da vegetação na escala 1:250.000.





**Figura 3.** Mapa dos graus de limitação de deficiência hídrica para subsídio aos estudos de aptidão agrícola das terras no Brasil.

Na Figura 3, o mapa dos graus de limitação de deficiência hídrica indica que as áreas com graus mais severos (forte e muito forte) estão localizadas nos estados dos biomas Caatinga e Pantanal. Para a Caatinga essa condição é coerente, pois o clima deste bioma é tropical quente e seco, do tipo semiárido, marcado por precipitações escassas (450 a 650 mm/ano) e mal distribuídas durante o ano, segundo Freire et al. (2018). Entretanto, o bioma Pantanal apresenta condições climáticas distintas das da Caatinga e que não caracterizam a região como de severa deficiência hídrica. Moreira et al. (2019) estudaram, neste bioma, a sazonalidade das variáveis hidrológicas através de sensoriamento remoto, identificaram três regiões (Chaco, Pantanal e



Planalto), e, na região do Chaco, observaram precipitação anual de 646 mm/ano, similar à precipitação do bioma Caatinga e em concordância com a Figura 3 deste trabalho.

O mapa de vegetação do Brasil (IBGE, 2018b) representa uma provável reconstituição dos tipos de vegetação que revestiam o território brasileiro antes do ano de 1500. A provável extensão dos tipos de vegetação, classificados em regiões fitoecológicas e em áreas de vegetação, foi estimada, em primeiro lugar, com base na bibliografia fitogeográfica reconhecida como a mais autêntica e confiável, no levantamento dos remanescentes da vegetação natural e em trabalhos de campo. O mapa de vegetação do Brasil apresenta as regiões fitoecológicas e as demais áreas de vegetação com os respectivos grupos e subgrupos de formação remanescentes. O mapeamento da vegetação foi baseado em critérios fisionômico-ecológicos, obedecendo a uma hierarquia de formações delimitadas pelos parâmetros dos ambientes ecológicos e esquematizadas segundo uma chave de classificação iniciada a partir de duas grandes classes de formações: florestal e campestre. Além disso, o mapeamento produzido pelo IBGE (2018b) também apresenta maior detalhamento das classes de vegetação, em subclasses, grupos e subgrupos que consideram aspectos de solo, relevo, clima e florísticos (IBGE, 2012). Esse maior detalhamento pode servir para um refinamento na elaboração do mapa de deficiência hídrica.

Com base nesse mapeamento meticuloso produzido pelo IBGE (2018b), esperamos que esta primeira aproximação do mapa dos graus de limitação de deficiência hídrica para subsídio aos estudos de aptidão agrícola das terras no Brasil possa vir a apresentar um bom ajuste na elaboração de um mapa de aptidão agrícola para o território nacional. Entretanto, entendemos que novos estudos precisam ser realizados, tendo em vista melhorias e a validação do mapa de deficiência hídrica obtido. Nesse sentido, podem ser considerados em novos trabalhos dados meteorológicos, estimativas de déficit hídrico e redefinição das classes de vegetação quanto aos graus de limitação hídrica.

#### **4. CONCLUSÃO**

A região do Brasil com maior proporção de território nos graus de deficiência hídrica forte ou muito forte foi a Nordeste (32,56%), enquanto a região com maior proporção do território com graus de deficiência hídrica nulo ou leve foi a Norte (97,09%).

As classes de vegetação do mapeamento de vegetação brasileira mostraram-se adequadas para a elaboração do mapa de graus de deficiência hídrica do Brasil. Entretanto, novos estudos



utilizando dados meteorológicos, estimativas de déficit hídrico e reclassificação das classes de vegetação quanto aos graus de limitação hídrica são necessários para melhorar e validar o mapa de graus de deficiência hídrica obtido.

## 5. AGRADECIMENTOS

À Embrapa Territorial, pela bolsa concedida, orientação e suporte durante a execução do trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS

AMARAL, F. C. S.; SANTOS, H. G.; AGLIO, M. L. D.; DUARTE, M. N.; PEREIRA, N. R.; OLIVEIRA, R. P.; CARVALHO JUNIOR, W. **Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 97 p. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 63).

BARROS, A. C. **Análise multicritério aplicada ao zoneamento agrícola do município de Itaberá-SP**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu - SP, 2017. 89 p.

BARROS, A. C.; TAGLIARINI, F. de S. N.; GARCIA, Y. M.; MINHONI, R. T. de A.; BARROS, Z. X. de; ZIMBACK, C. R. L. Mapeamento da aptidão agrícola das terras por meio de análise multicritério. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 1-10, 2019.

FIETZ, C. R.; RANGEL, M. A. S. Época de semeadura da soja para região de Dourados - MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 666-672, 2008.

FREIRE, N. C. F.; MOURA, D. C.; SILVA, J. B. da; MOURA, A. S. S. de; MELO, J. I. M. de; PACHECO, A. da P. **Atlas das caatingas** – o único bioma exclusivamente brasileiro. Recife: Editora Massangana; Fundação Joaquim Nabuco. 2018. 200 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas Territoriais**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=sobre>. Acesso em: 23 out. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas Estaduais – Ano-base 2018**. 2018a. Disponível em:



**15º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2021**  
**01 a 02 de setembro de 2021**  
**ISBN 978-65-994972-0-9**

[ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2018/Brasi/BR/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2018/Brasi/BR/). Acesso em: 02 out. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 272 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vegetação 1:250.000 versão 2018**. 2018b. Disponível em: [https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/vegetacao/vetores/escala\\_250\\_mil/versao\\_2018/](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/vetores/escala_250_mil/versao_2018/). Acesso em: 31 mar. 2020.

LEIVAS, J. F.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 397–407, 2006.

MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; SILVA, J. C.; MORAIS, W. W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. A. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1297-1306, 2008.

MOREIRA, A. A.; FASSONI-ANDRADE, A. C.; RUHOFF, A.; PAIVA, R. C. D. de. Water balance based on remote sensing data in Pantanal. **Revista Ra'eGa**, v. 46, n. 3, p. 20 – 32, 2019.

PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F. **Avaliação da aptidão agrícola das terras**: proposta metodológica. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 43).

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1995. 65 p.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras do Brasil**: potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 36 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/336394>. Acesso em: 28 jun. 2021.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.