



Foto: Magda Ciuciol

COMUNICADO
TÉCNICO

135

Campinas, SP
Junho, 2022



Classes de água disponível do solo para uso no Zoneamento Agrícola de Risco Climático

José Eduardo Boffino de Almeida Monteiro
Daniel de Castro Victoria
José Renato Bouças Farias
Alexandre Hugo Cezar Barros
Evaldo de Paiva Lima
José Coelho de Araújo Filho
Fernando Antônio Macena da Silva
Balbino Antonio Evangelista
Wenceslau Geraldtes Teixeira

Classes de água disponível do solo para uso no Zoneamento Agrícola de Risco Climático¹

¹ José Eduardo Boffino de Almeida Monteiro, engenheiro-agrônomo, doutor em Agrometeorologia, pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. Daniel de Castro Victoria, engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. José Renato Bouças Farias, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR. Alexandre Hugo Cezar Barros, engenheiro-agrônomo, doutor em Física do Ambiente Agrícola, pesquisador da Embrapa Solos, Recife, PE. Evaldo de Paiva Lima, meteorologista, doutor em Meteorologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Solos, Recife, PE. José Coelho de Araújo Filho, engenheiro-agrônomo, doutor em Geoquímica e Geotectônica, pesquisador da Embrapa Solos, Recife, PE. Fernando Antônio Macena da Silva, agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. Balbino Antonio Evangelista, geógrafo, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO. Wenceslau Gerales Teixeira, engenheiro-agrônomo, doutor em Geoecologia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

Introdução

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) é um estudo agrometeorológico que delimita regiões e épocas de plantio em classes de risco de ocorrência de eventos meteorológicos adversos, causadores de perdas de produção. Os resultados do Zarc servem de base informacional para a gestão de riscos climáticos da agricultura brasileira, sendo utilizados em mais de 500 mil contratos anuais de Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) e PSR (Banco Central do Brasil, 2021; Brasil, 2022).

No Brasil, o principal fator de risco causador de perdas de produção agrícola é a seca ou déficit hídrico (Monteiro, 2009; Ray et al., 2015). O déficit hídrico de uma cultura é a resultante da interação entre condições meteorológicas,

características dessa cultura e pela água disponível do solo (AD). O conceito de água disponível indica a quantidade de água que pode ser armazenada no solo e utilizada pelas plantas. Este atributo do solo é importantíssimo para a agricultura, pois, quanto maior a AD, maior será o período em que uma cultura conseguirá sobreviver sem chuvas, absorvendo apenas a água armazenada no solo (Monteiro, 2009; Teixeira et al., 2021).

Representar adequadamente as informações de AD no Zarc sempre foi um desafio. O Zarc, até 2021, seguiu uma estratégia de simplificação baseada na definição de três “tipos” de solos quanto à sua água disponível. No entanto, apenas três valores de AD não têm sido suficientes para representar a variabilidade dos solos que ocorrem no Brasil, com certo nível de subestimação

ou superestimação das faixas de riscos em determinadas situações. Recentes avanços metodológicos e operacionais no Zarc, tanto na etapa de modelagem e processamento quanto na etapa de comunicação e disponibilização dos resultados, têm permitido incorporar um conjunto mais amplo de informações que levam a um melhor entendimento dos processos de crescimento, produtividade e riscos dos cultivos agrícolas. Além disso, recentes avanços na predição da água disponível do solo em função da granulometria permitem a formulação de uma abordagem mais completa para o equacionamento do componente da AD nas avaliações de risco (Teixeira et al., 2021).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi definir os intervalos de classes de água disponível para solos de interesse agrícola no Brasil para fins do Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

Definição das classes de Água Disponível (AD) de interesse agrícola

No Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n° 272 da Embrapa Solos, intitulado “Predição da Água Disponível no Solo em Função da

Granulometria para Uso nas Análises de Risco no Zoneamento Agrícola de Risco Climático” (Teixeira et al., 2021), os autores apresentaram uma função de pedotransferência (PTF) para estimativa do volume de AD em solos brasileiros em função dos teores de areia total, silte e argila, em porcentagem. A comparação com a estimativa feita por outras PTFs mostrou a maior precisão e acurácia da equação proposta.

A análise de um banco de dados de granulometria e AD, composto com amostras de solos de todo o país identificou valores mínimos de 0% e máximos de 99% de areia total, 79% de silte e 93% de argila. A maior parte dos estudos e dados selecionados são de áreas agrícolas em Latossolos e Argissolos que são as classes de solos predominantes no Brasil e onde se concentram a maior extensão de áreas agrícolas no Brasil. Os valores de AD apresentaram um valor máximo de $2,87 \text{ mm cm}^{-1}$, com maior frequência de valores próximos a $1,00 \text{ mm cm}^{-1}$ e muito baixa frequência de ocorrência de valores abaixo de $0,34 \text{ mm cm}^{-1}$ (Teixeira et al., 2021).

Com base na amplitude total considerada, de $0,34 \text{ mm cm}^{-1}$ a $2,87 \text{ mm cm}^{-1}$, foram propostas seis classes de intervalos de AD. Cada uma foi dimensionada com um incremento de 40% no intervalo entre uma classe e a imediatamente superior, ou seja, $AD^{(n+1)} = 1,40 \times AD^{(n)}$. O aumento do intervalo de uma classe para outra a um determinado fator de razão permite manter constante a diferença de risco entre uma AD e a

seguinte, assim como entre o limite inferior e superior de uma mesma classe.

Posteriormente, a partir dos resultados do Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n° 282 da Embrapa Solos, intitulado “Avaliação, Predição e Mapeamento de Água Disponível em Solos do Brasil” (Araújo Filho et al., 2022) organizados em um mapa de ocorrência das seis classes de AD no Brasil (Pronasolos..., 2022) verificou-se que a classe de AD com valores maiores que $1,84 \text{ mm cm}^{-1}$, tem ocorrência muito restrita no território brasileiro, estão predominantemente localizadas em regiões ribeirinhas e de floresta amazônica. Adicionalmente, Teixeira et al. (2021) demonstraram que existe pequena variação no risco hídrico para ADs superiores à $1,84 \text{ mm cm}^{-1}$. Nesse caso, amostras de solo com composição granulométrica que eventualmente resulte em estimativa de AD acima de $1,84 \text{ mm cm}^{-1}$ podem ser representadas pela classe AD6, que compreende o intervalo de valores mais elevados de água disponível. No extremo inferior, casos de AD abaixo de $0,34 \text{ mm cm}^{-1}$ só ocorrem em áreas excessivamente arenosas, sendo, por conseguinte, classificadas como de alto risco e inaptas à agricultura, e corresponderia à classe AD0 (AD zero).

Áreas com ocorrência de solos arenosos cuja composição contenha elevados teores de areia muito fina, solos com elevados teores de matéria orgânica (ex. Organossolos) e solos com a presença de grande quantidade de argila expansiva (ex. Vertissolos) apresentam menor

aderência à PTF (Teixeira et al, 2021), de forma que podem ser analisados, na excepcionalidade, por análise laboratorial específica para determinação da água disponível.

Do ponto de vista do custo operacional do processamento computacional do Zarc e armazenamento de dados, é desejável reduzir o número de classes de AD representadas ao mínimo necessário, com cada classe abrangendo intervalos mais amplos. Por outro lado, quanto mais amplo esse intervalo, maior a variação do risco agroclimático dentro de uma mesma classe, com diferenças potencialmente significativas quando estimadas para o limite inferior e superior de cada classe. Por isso, torna-se desejável reduzir a amplitude do intervalo de cada classe, aumentando a especificidade da condição simulada, reduzindo-se a diferença entre os extremos do intervalo. Dessa forma, devido à baixa ocorrência de solos agrícolas em determinados níveis de AD, é possível reduzir a amplitude total de AD considerada para a faixa de maior relevância agrícola, entre $0,34 \text{ mm cm}^{-1}$ e $1,84 \text{ mm cm}^{-1}$, criando a oportunidade de se reduzir os intervalos de cada classe sem aumentar o número atual de seis classes.

Nesse contexto, para a simulação dos cenários de avaliação de risco de déficit hídrico no Brasil para fins do Zoneamento Agrícola de Risco Climático, é recomendável utilizar a amplitude de AD entre $0,34 \text{ mm cm}^{-1}$ a $1,84 \text{ mm cm}^{-1}$, subdividida em seis classes de AD, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Limite inferior e superior para seis classes de AD a serem utilizadas nas avaliações de risco de déficit hídrico do Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

Limite inferior (mm cm ⁻¹)		Classes de AD		Limite superior (mm cm ⁻¹)
0,00	≤	AD0	<	0,34
0,34	≤	AD1	<	0,46
0,46	≤	AD2	<	0,61
0,61	≤	AD3	<	0,80
0,80	≤	AD4	<	1,06
1,06	≤	AD5	<	1,40
1,40	≤	AD6	≤	1,84*

*Amostras de solo com composição granulométrica que eventualmente resulte em estimativa de AD acima de 1,84 mm cm⁻¹ serão representadas pela classe AD6.

Referências

ARAÚJO FILHO, J. C. de; BARROS, A. H. C.; GALVÃO, P. V. M.; TEIXEIRA, W. G.; LIMA, E. de P.; VICTORIA, D. de C.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; XAVIER, J. P. de S.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; BACA, J. F. M.; MONTEIRO, J. E. B. de A.; OLIVEIRA, F. C. S. F.; SILVA FILHO, A. D. da; BARROS, J. P. F. G.. **Avaliação, predição e mapeamento de água disponível em solos do Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 282). E-book no formato ePub. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/235187/1/CNPS-BPD-282-2022.epub>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Programa de Garantia da Atividade Agropecuária: PROAGRO: relatório circunstanciado: 2017 a 2020**. [Brasília, DF, 2021] 91 p. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/content/estabilidadefinanceira/proagro_docs/relatorios_proagro/Relat%C3%B3rio%20Circunstanciado%202017_2020_VFinal.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Programa de seguro rural: relatório 2021**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/seguro-rural/dados/relatorios/>

<[relatorio-geral-psr-2021-final.pdf](#)>. Acesso em: 6 jun. 2022.

MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p. il.

PRONASOLOS: Programa Nacional de Solos do Brasil. Disponível em: <<https://geoportal.cprm.gov.br/pronasolos/>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

RAY, D. K.; GERBER, J. S.; MACDONALD, G. K.; WEST, P. C. Climate variation explains a third of global crop yield variability. **Nature Communications**, v. 6, n. 5989, p. 1-9, 2015. DOI: 10.1038/ncomms6989.

TEIXEIRA, W. G.; VICTORIA, D. de C.; BARROS, A. H. C.; LUMBRERAS, J. F.; ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, F. A. M. da; LIMA, E. de P.; BUENO FILHO, J. S. de S.; MONTEIRO, J. E. B. de A. **Predição da água disponível no solo em função da granulometria para uso nas análises de risco no Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2021. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 272). E-book no formato ePub. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224270/1/CNPS-BPD-272-2021.epub>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

Embrapa Agricultura Digital

Av. André Tosello, nº 209 Campus da
Unicamp, Barão Geraldo - Campinas - SP
CEP: 13083-886 Fone: (19) 3211-5700

Serviço de atendimento ao consumidor
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Para outras informações sobre o centro
de pesquisa acesse: [www.embrapa.br/
agricultura-digital](http://www.embrapa.br/agricultura-digital)

1ª edição

Publicação digital - PDF (2022)



Corpo editorial e equipe técnica
Comitê Local de Publicações

Presidente

Carla Geovana do Nascimento Macário

Secretária-Executiva

Maria Fernanda Moura

Membros

*Adriana Farah Gonzalez, membro nato,
Alexandre de Castro, membro indicado,
Carla Cristiane Osawa, membro nato,
Debora Pignatari Drucker, membro
eleito, Ivan Mazoni, membro eleito, João
Camargo Neto, membro indicado, João
Francisco Goncalves Antunes, membro
eleito, Magda Cruciol, membro nato.*

Revisão de texto

Adriana Farah Gonzalez

Normalização bibliográfica

Carla Cristiane Osawa

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Magda Cruciol

Periodicidade

Irregular

Idioma

Português

CGPE 017521