



## Delimitação de regiões agroclimaticamente homogêneas no Brasil

José Eduardo B. A. Monteiro <sup>1(\*)</sup>, Daniel de Castro Victoria <sup>1</sup>, Samira Luns Hatum de Almeida <sup>2</sup>, Aryeverton Fortes de Oliveira <sup>1</sup>, Júlio César Dalla Mora Esquerdo <sup>1</sup>, Renato José Santos Maciel <sup>1</sup>, Alan Massaru Nakai <sup>1</sup>; Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli <sup>3</sup>, Balbino Antonio Evangelista <sup>4</sup>, Santiago Vianna Cuadra <sup>1</sup>; Silvio Evangelista <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP, {daniel.victoria; eduardo.monteiro; ary.fortes; julio.esquerdo; renato.maciel; alan.nakai; santiago.cuadra; silvio.evangelista}@embrapa.br

<sup>2</sup>Estágio, Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP, samiraluns@hotmail.com

<sup>3</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR, rubson.sibaldelli@embrapa.br; <sup>4</sup> Embrapa Aquicultura e Pesca, Palmas, TO, balbino.evangelista@embrapa.br

(\*)Autor para correspondência

### INFORMAÇÕES

#### História do artigo:

Recebido em 16 de Junho de 2017

Aceito em 10 de agosto de 2017

#### Termos para indexação:

zoneamento

regiões homogêneas

especialização

risco climático

ISNA

EVI

### RESUMO

Uma dificuldade para a elaboração de estudos de zoneamento no Brasil é a inconsistência espacial e temporal das séries de dados meteorológicos no país. O objetivo deste trabalho é delimitar um conjunto de regiões agroclimaticamente homogêneas (RH), baseadas em um processo de agrupamento posteriormente assistido por indicadores espaciais complementares, de forma a permitir zoneamentos espacialmente precisos com menor número de pontos de observação. Uma primeira aproximação das RH foi gerada a partir dos resultados do zoneamento agrícola de risco climático para uma cultura agrícola hipotética, representativa das características médias da maioria dos cultivos anuais do Brasil, gerado a partir de 3500 estações pluviométricas e 1100 estações de temperatura. O agrupamento de elementos para delimitação de regiões foi definido com base na duração e no início dos períodos de plantio. A segunda aproximação consistiu na reavaliação das ZH, aplicando fusão, subdivisão ou reposicionamento de fronteiras das feições iniciais em SIG, utilizando indicadores complementares de altitude, declividade, climatologia de chuvas pelo TRMM, e índice de vegetação otimizado (EVI) e derivados. Foi observado elevado grau de concordância entre as feições da primeira aproximação e os indicadores auxiliares nas regiões com alta densidade de estações. Dessa forma, a metodologia proposta de delimitação assistida se mostra muito promissora para indicar maior detalhamento espacial mesmo em regiões com baixa densidade de estações.

© 2017 SBAgro. Todos os direitos reservados.

### Introdução

Um zoneamento é a especialização de uma ou mais informações combinadas. Os zoneamentos agrícolas podem ser empregados para diversos fins como a delimitação de áreas aptas, marginais e inaptas às culturas, das melhores épocas de semeadura, definição de níveis de risco de

perdas, zonas de maturação de frutos, áreas de escape de doenças, qualidade dos produtos, entre outros. (ORTOLANI et al., 1986; SENTELHAS et al., 1995; TONIETTO, CARBONEAU, 2004; SENTELHAS, MONTEIRO, 2009). Uma etapa crucial e comum a qualquer tipo de Zoneamento Agroclimático é a formação de um conjunto de séries temporais de dados meteorológicos, homogêneas e longas o suficien-

te para descrever adequadamente a média e a variabilidade no espaço. Além disso, é necessário que essas séries sejam numerosas e bem distribuídas a fim de conferir maior precisão ou detalhamento espacial.

O grande problema é que a distribuição de estações meteorológicas no território nacional é insuficiente e irregular. Em alguns casos a distância entre estações com séries úteis, pode variar de poucos quilômetros a centenas de quilômetros. Assim, o nível de incerteza do resultado interpolado pode ser muito grande.

Uma abordagem que pode simplificar análises de atributos espacializados e auxiliar na redução da incerteza espacial é a delimitação de regiões homogêneas (RH). Uma RH é normalmente delimitada por métodos de análise de agrupamento, que permitem reduzir conjuntos de dados grandes e complexos e um número menor de grupos de dados onde os membros de cada grupo apresentam características similares (KELLER et al., 2005; LIN, CHEN, 2006). Em outras palavras, uma porção ou amostra dentro de uma RH seria igual a qualquer outra dentro da mesma RH, dentro do intervalo de tolerância definido. Assim, teoricamente, uma RH climática ou agroclimática poderia ser suficientemente bem descrita por uma única estação ou série temporal, o que simplificaria enormemente os estudos de zoneamento de qualquer tipo.

Ainda assim, a delimitação de uma RH agroclimática depende de um conjunto de observações bem distribuído no espaço. Possivelmente, o maior obstáculo reside na incerteza no posicionamento dos limites de transição entre RHs, que também depende do distanciamento e distribuição de estações.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é a proposição de regiões agroclimáticas homogêneas no Brasil, baseadas em um processo de agrupamento assistido por indicadores espaciais complementares.

## Material e métodos

A definição das regiões homogêneas foi realizada para todo o território nacional, seguindo um procedimento misto, com duas etapas. Na primeira etapa foi utilizado um processo baseado nos resultados de um zoneamento agrícola de risco climático com agrupamento de classes pela duração e início dos períodos de plantio, dentro de um sistema de informação geográfica. Essa etapa objetivou iniciar a definição das regiões homogêneas a partir de uma base replicável, gerada a partir de parâmetros unicamente objetivos. No entanto, existem feições locais que podem não ser captadas pela análise dos dados. Dessa forma, uma segunda etapa consistiu em um processo interpretativo baseado em indicadores auxiliares como refinamento da primeira aproximação das regiões homogêneas. Nessa etapa, os resultados do procedimento automático

eram submetidos à análise de especialistas que buscavam a compatibilização e aproximação das linhas fronteiriças de diferentes regiões. Os procedimentos adotados nas duas etapas são detalhados em seguida.

### Procedimento de cálculo para a primeira aproximação (PA)

A divisão inicial das regiões homogêneas foi realizada com base em mapas de risco climático, gerados a partir da metodologia utilizada nos estudos de zoneamento agrícola de risco climático. Para tal foi considerada uma cultura anual hipotética, com ciclo de 120 dias e solo com textura média, com uma curva de Kc variando de 0,4 no plantio a 1,1 no crescimento máximo, e uma capacidade de água disponível chegando a 50 mm. Esses parâmetros foram utilizados no cálculo do balanço hídrico da cultura, pelo programa Sarrazon, para determinação do índice de satisfação das necessidades de água (ISNA) ao longo de todo o ciclo. O balanço hídrico da cultura foi calculado para datas de semeadura nos 36 decêndios de cada ano, em cerca de 3500 séries pluviométricas distribuídas pelo país, com duração de 15 a 30 anos. Para cada data de plantio, foi calculado o ISNA médio de dois períodos de interesse, dos 0 aos 20 dias e dos 65 aos 90 dias, que corresponderia ao período de estabelecimento da cultura e do florescimento e desenvolvimento inicial de grãos, respectivamente. Para cada ponto com série de dados foram definidos os valores de INSA correspondentes aos percentis 50%, 60%, 70% e 80% da distribuição de frequência. Esses valores foram interpolados por Krigagem ordinária. Foram delimitadas as regiões e decêndios de plantio em que os respectivos percentis fossem maiores que o limite de INSA de 0,6, definido como uma condição mínima necessário para o crescimento e produtividade da cultura. Adicionalmente, foram delimitadas as regiões e decêndios com risco de geada ( $\text{temp.} \leq 2,0^\circ\text{C}$  no abrigo) inferior a 20%, para intersecção com os resultados do ISNA. Dessa forma, foi definido para cada local em cada faixa de probabilidade (50, 60, 70 e 80%) a duração dos períodos de plantio (dpp).

A dpp foi utilizada para o agrupamento de classes em intervalos mensais (ex.: 1 a 3 decêndios = 1 mês; 4 a 6 decêndios = 2 meses...). Em seguida, o mapa foi vetorizado e os polígonos resultantes foram agrupados com base na duração da janela de plantio com a maior probabilidade de sucesso. Ou seja, polígonos com janela de um mês plantio com 60% de probabilidade de sucesso foram agrupados, independentemente da duração da janela com 50% de probabilidade de sucesso (Tabela 1). Esse procedimento de agrupamento reduziu o número de classes de 577 para 27.

Tabela 1. Lógica de agrupamento de classes por duração dos períodos de plantio.

Comprimento da janela de plantio				Classificação final
80% de sucesso	70% de sucesso	60% de sucesso	50% de sucesso	
Sem agricultura	Sem agricultura	Sem agricultura	Sem agricultura	Sem agricultura
Sem agricultura	Sem agricultura	Sem agricultura	1 mês	1_p50
Sem agricultura	Sem agricultura	Sem agricultura	2 meses	2_p50
Sem agricultura	Sem agricultura	Sem agricultura	3 meses	3_p50
Sem agricultura	Sem agricultura	Sem agricultura	4 meses	4_p50
Sem agricultura	Sem agricultura	1 mês	1 mês	
Sem agricultura	Sem agricultura	1 mês	2 meses	
Sem agricultura	Sem agricultura	1 mês	3 meses	1_p60
Sem agricultura	Sem agricultura	1 mês	4 meses	
Sem agricultura	Sem agricultura	1 mês	5 meses	
Sem agricultura	Sem agricultura	2 meses	2 meses	
Sem agricultura	Sem agricultura	2 meses	3 meses	
Sem agricultura	Sem agricultura	2 meses	4 meses	2_p60
Sem agricultura	Sem agricultura	2 meses	5 meses	
Sem agricultura	1 mês	2 meses	6 meses	
Sem agricultura	1 mês	2 meses	7 meses	1_p70
Sem agricultura	1 mês	2 meses	8 meses	

Classes que cobriam, na sua totalidade, menos de 0,1% do território nacional foram suprimidas, sendo unidas ao vizinho de maior borda em comum. Em seguida, polígonos individuais com menos de 73 mil ha foram unidos ao vizinho, utilizando as correções de topologia do SIG GRASS (GRASS DEVELOPMENT TEAM, 2016). Esse procedimento teve como função remover “pequenas áreas”, uma vez que a escala considerada na metodologia e nas camadas de dados não é adequada para esse nível de detalhamento espacial.

#### Preparação dos indicadores auxiliares

Diversas camadas ou bases de informações espacializadas foram preparadas e inseridas em um projeto do software QGIS v 2.16 (<http://qgis.org/en/site/>), conforme identificadas a seguir:

- Base de dados de precipitação, versão 1.4, com resolução espacial de 1 km. Esta base é fruto de interpolação de dados de médias mensais de estações meteorológicas, considerando o período de 1960 a 1990 (HIJMANS et al., 2005);
- Base de dados de precipitação anual gerada a partir de sensores orbitais, com resolução espacial de 25 km, *Tropi-*

*cal Rainfall Measuring Mission* – TRMM (<https://pmm.nasa.gov/TRMM/>);

- Base de dados de altimetria do Brasil com resolução de 1 km, obtido a partir da reamostragem da fonte original com 30 m de resolução da *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM ([www.jpl.nasa.gov/srtm/](http://www.jpl.nasa.gov/srtm/));

- Base de dados de declividade, em porcentagem, obtido a partir da reamostragem da declividade com 30 m de resolução (SRTM Original), utilizando filtro de moda;

- Base de dados do índice de vegetação otimizado (EVI), de dois períodos selecionados, 18 de fevereiro e 13 de agosto, médias dos 16 anos da série;

- Base de EVI gerada a partir da transformação de componentes principais aplicada às 23 imagens/ano de EVI convertido para 8 bits (valores 0 a 255) e contém apenas os 3 primeiros componentes da transformação;

- Base de EVI gerada a partir da classificação não supervisionada (IsoCluster) das 23 imagens/ano de EVI. Inicialmente foram geradas 50 classes, sendo que algumas das classes foram agrupadas de acordo com a similaridade. Um filtro de moda foi aplicado à imagem, para remoção de pixels isolados;

As imagens de EVI foram derivadas do sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), a bordo do satélite Terra, administrado pela NASA. Para o cálculo das imagens médias de EVI foram utilizadas composições máximas de 16 dias do produto MOD13Q1, disponibilizado pelo repositório LP-DAAC (Land Processes Distributed Active Archive Center), com resolução espacial de 250m. A série histórica compreendeu o período entre fevereiro de 2000 e dezembro de 2015. Cada ano é composto por 23 imagens de composições máximas de EVI e, para cada uma dessas datas, foi calculada a imagem média de EVI ao longo dos 16 anos da série histórica. Todo o processamento foi executado por meio de rotinas desenvolvidas em linguagem IDL (Interactive Data Language).

### **Procedimento supervisionado por especialista – segunda aproximação (SA)**

A segunda aproximação (SA) consistiu num processo de revisão das feições geradas na primeira aproximação (PA) e comparação com indicadores auxiliares (IA), executada por especialistas. Nesse caso, quanto maior o conhecimento local de cada região do país, mais refinado pode ser as indicações para a segunda aproximação.

Numa primeira etapa o revisor verifica concordâncias e discordâncias entre os limites de cada polígono de PA em relação aos indicadores de altimetria e declividade. Com isso, o revisor busca identificar a aproximação de limites de transição de PA com alterações significativas de relevo

como presença de serras, encostas, montanhas, vales e outros. Essas feições de relevo podem resultar em influências topoclimáticas e confirmar zonas de transição entre uma região homogênea e outra. Quando necessário, o revisor executa ajustes da camada PA para se aproximar melhor aos indicadores do relevo.

Quando existirem dúvidas quanto a comparação da primeira etapa, então pode-se buscar nas demais bases de informação outros indicadores auxiliares para corroborar ou refutar configurações de semelhança ou diferença entre PA e altimetria.

Na segunda etapa, o revisor compara os resultados da etapa anterior com as feições de EVI para verificar concordâncias e discordâncias e, quando necessário, implementa ajustes para reposicionar limites entre regiões para se aproximar melhor aos indicadores do relevo e do EVI.

Numa terceira etapa, o revisor repete o processo com os indicadores auxiliares de chuva estimada pelo TRMM.

Na quarta etapa, o revisor avalia a ocorrência de regiões muito grandes, que incluem várias classes altimétricas ou várias classes de EVI. Quando é o caso, novos polígonos podem ser gerados para subdividir essas regiões, seguindo transições de relevo, de EVI ou TRMM.

### **Resultados e discussão**

A Figura 1 ilustra as regiões agroclimaticamente homogêneas geradas no processo da primeira aproximação (PA), derivado exclusivamente dos resultados da metodologia



**Figura 1.** Regiões agroclimaticamente homogêneas na primeira aproximação.

de zoneamento agrícola de risco climático.

A delimitação no espaço pode ser definida de acordo com uma ampla variedade de metodologias de acordo com cada uso pretendido. Um indicador espacializado pode ser condicionado por outras convenções territoriais como limites territoriais de biomas, estados ou municípios, por exemplo. Por outro lado, a delimitação no tempo é normalmente condicionada às épocas de plantio e ou ciclo dos cultivos considerados, sendo que as formas mais usadas são escalas por decêndio, quinzena ou outros agrupamentos derivados. A abordagem utilizada neste trabalho se utiliza de aspectos dessas duas dimensões, a espacial e a temporal, para a definição de regiões homogêneas. Neste contexto,

apesar do indicador principal produzido ao final da primeira aproximação deriva de um tipo de resposta agrônômica às condições meteorológicas de cada série temporal analisada, não deixa de ser, indiretamente, um indicador essencialmente meteorológico para distinguir uma região de outra.

As Figuras 2 a 5 ilustram os indicadores auxiliares utilizados no processo de revisão dos resultados da primeira aproximação.

Dois exemplos claro da complementaridade de informações entre a PA e a SA são ilustrados nas Figuras 6 e 7. Os pontos identificam a localização das estações utilizadas. As linhas representam as cotas altimétricas a intervalos de

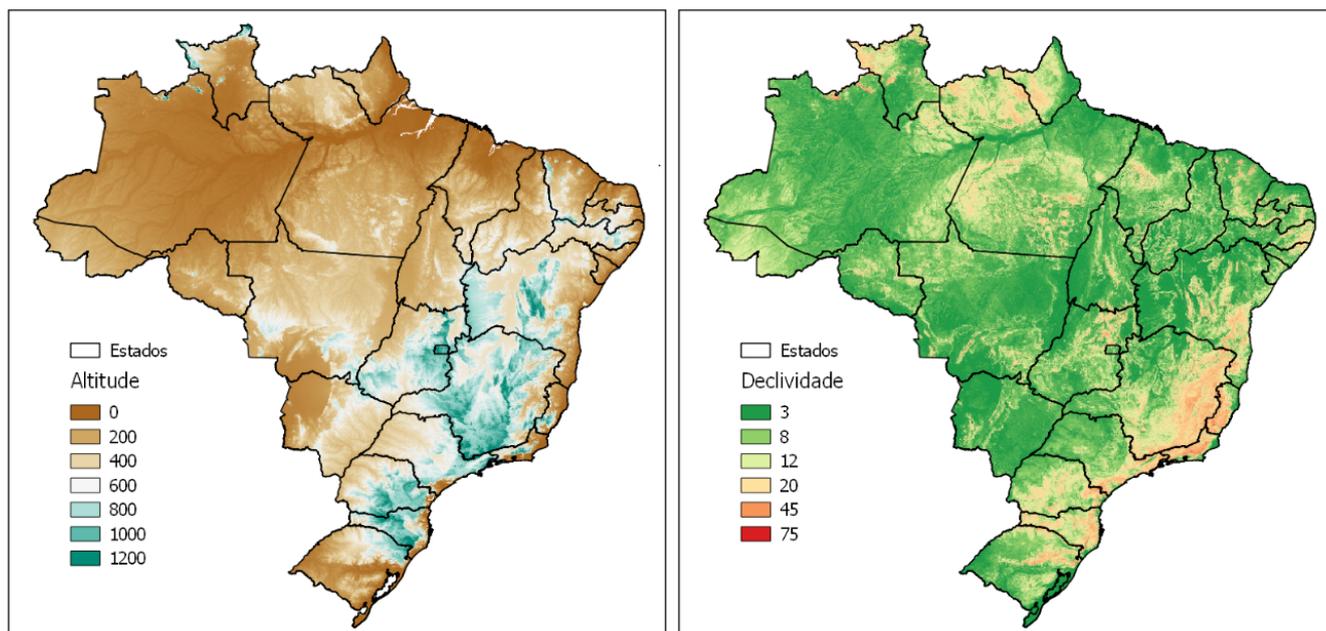


Figura 2. Mapa de altitudes e declividade, SRTM, 1 km resolução.

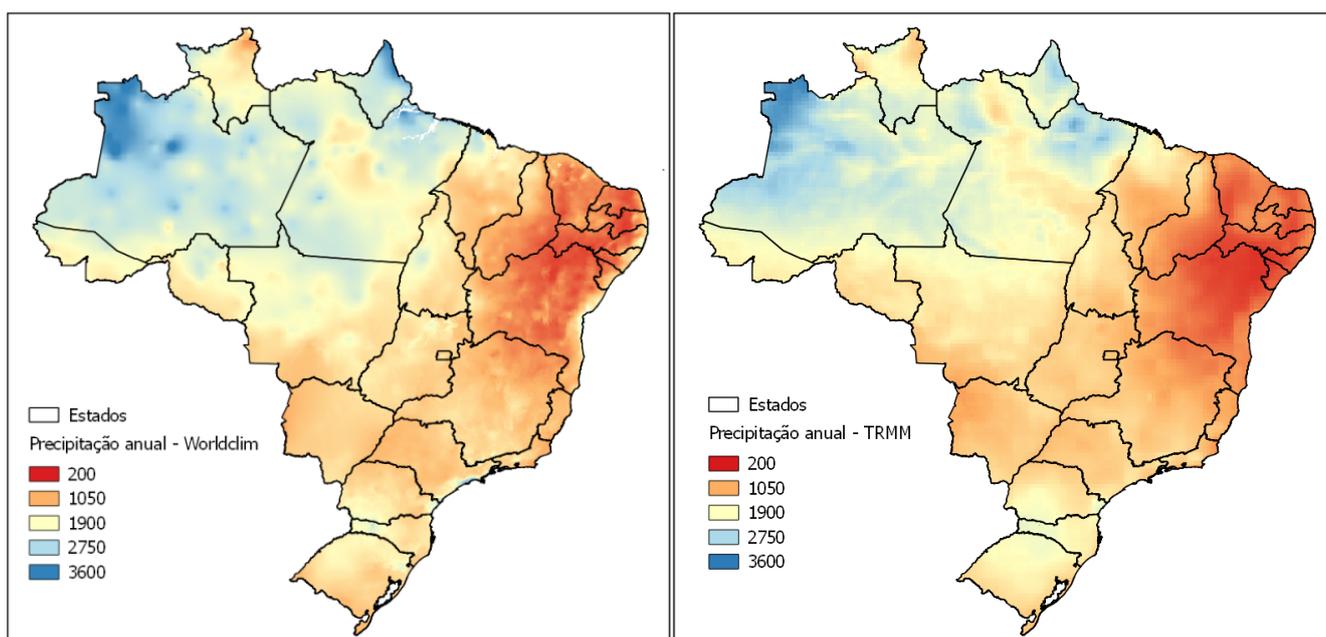
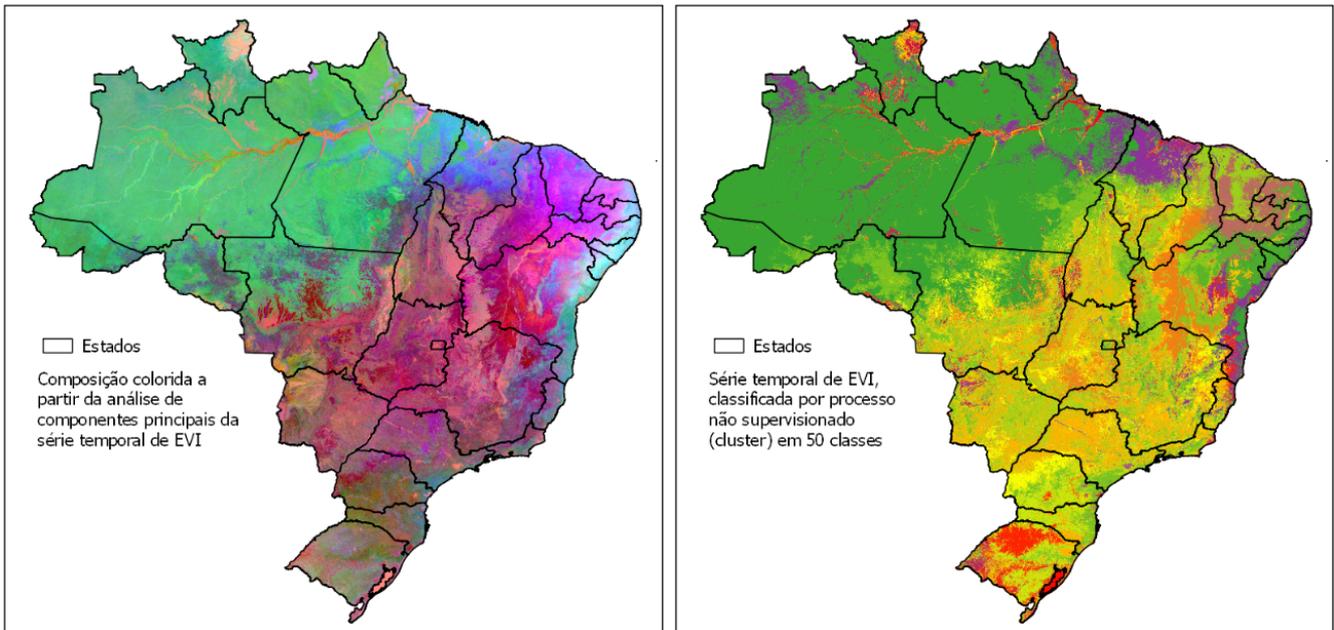
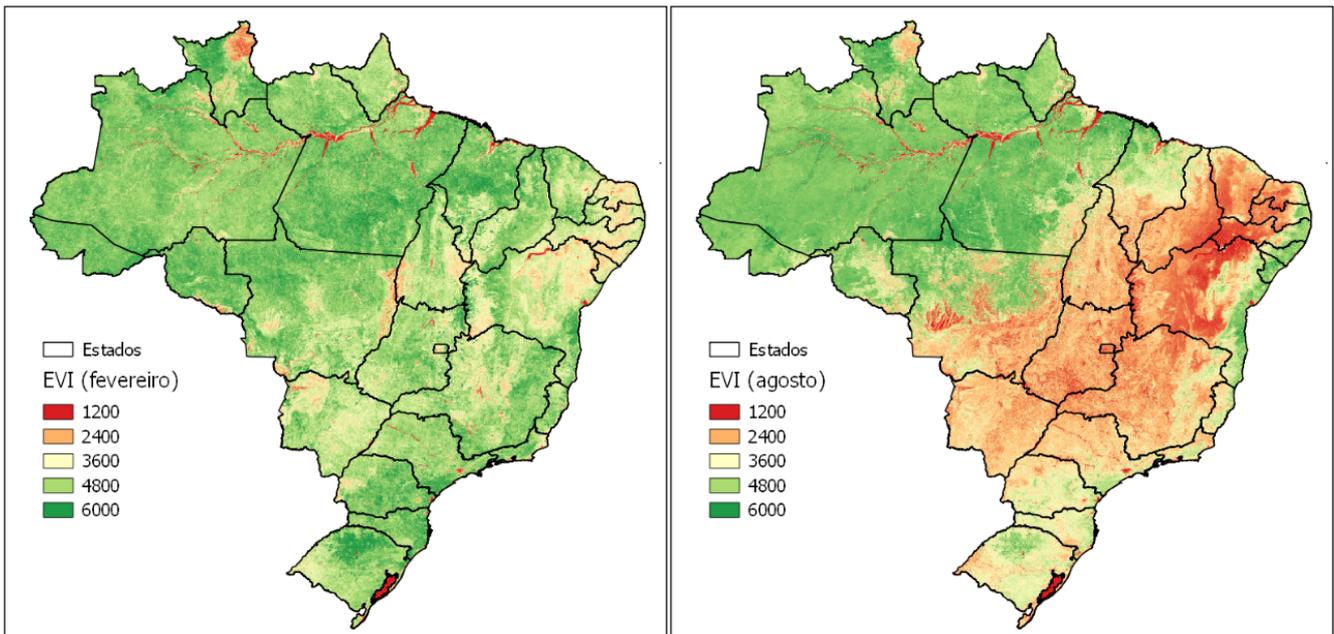


Figura 3. Mapa de climatologia de precipitação anual WorldClim e estimada pelo TRMM no período 1998 e 2016.



**Figura 4.** Índice de vegetação otimizado (EVI), análise de componentes principais da série temporal e classificação por processo não supervisionado.



**Figura 5.** Índice de vegetação otimizado (EVI) para fevereiro e agosto.

200m. As cores representam diferentes classes com base nas durações de período favorável ao plantio em um dos níveis de probabilidade, que são as classes ou unidades territoriais utilizadas na composição da primeira aproximação.

Na Figura 6 observa-se o sul de SP e leste do PR. O tom de verde mais escuro junto ao litoral indica uma duração de período de plantio maior que o verde claro. Neste caso, é possível constatar que as fronteiras dessas duas classes agroclimáticas coincidem com a transição mais acentuada do relevo, ao longo da serra do mar, indicado pelas cotas altimétricas. Neste caso, a região litorânea de baixa altitu-

de apresenta, de fato, maior índice pluviométrico ao longo do ano devido à influência oceânica e à orografia local. Além disso, as temperaturas também permanecem mais elevadas nessa faixa estreita junto ao oceano ao longo de todo ano, enquanto nas altitudes mais elevadas, a temperatura chega a valores bem mais baixos e restritivos, especialmente no inverno e no leste do PR onde a frequência de geadas é maior. Os efeitos dessa combinação de relevo e oceano se revelam, igualmente, nos dados de chuva do TRMM e, conseqüentemente, no EVI.

Este, porém, é um caso em que a PA está em perfeita concordância com os indicadores auxiliares, possivelmen-

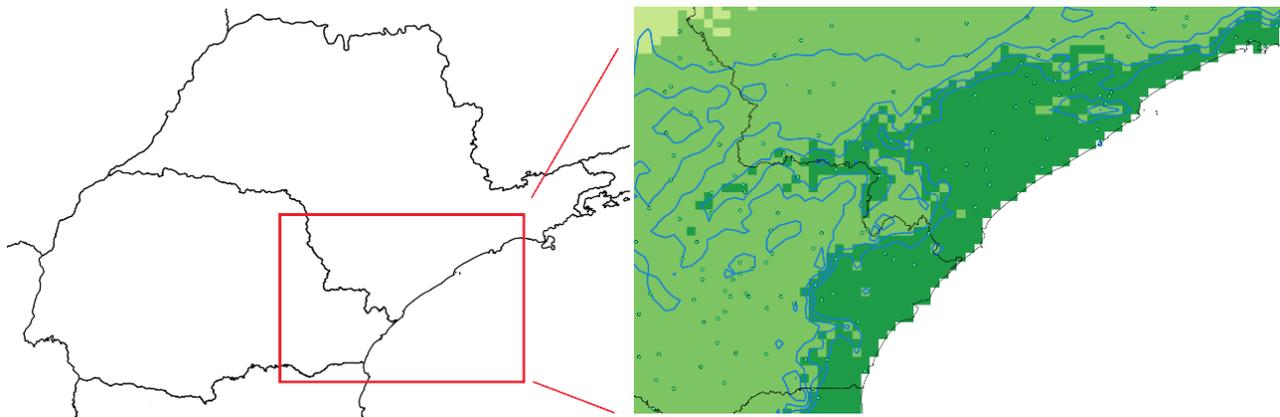


Figura 6. Pontos de estações, classes agroclimáticas e cotas altimétricas no sul de São Paulo e leste do Paraná.

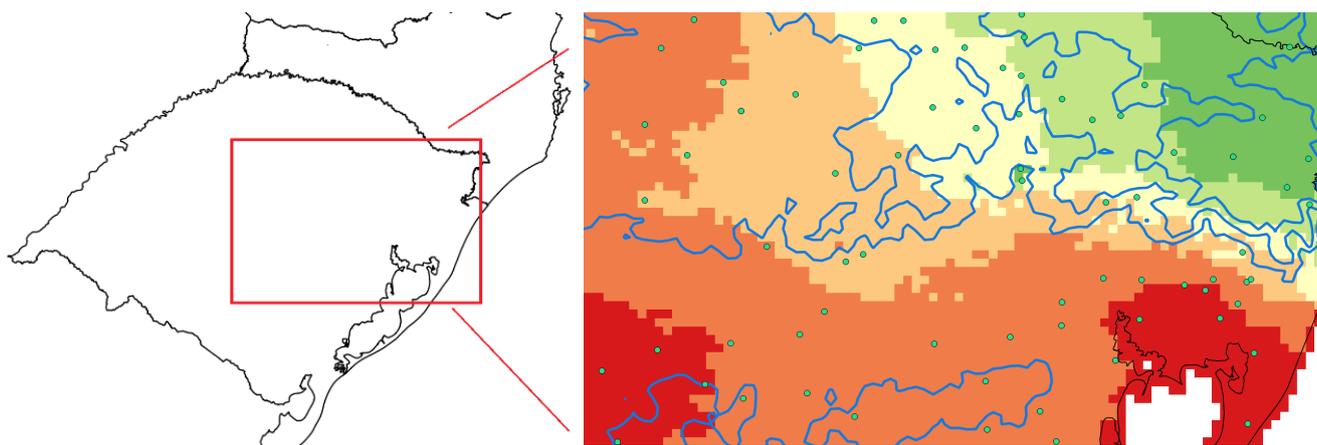


Figura 7. Pontos de estações, classes agroclimáticas e cotas altimétricas no centro leste do Rio Grande do Sul.

te devido a elevada densidade de estações nessa região. Em outras palavras, o número e a distribuição de estações nessa região foi suficiente para gerar um resultado interpolado com detalhamento espacial suficiente para exprimir as condições topoclimáticas locais.

Na Figura 7, a região em foco é o centro leste do RS. Aqui, observa-se alguma concordância entre as classes agroclimáticas da PA e a altimetria, especialmente na Serra Gaúcha. Porém, há dissonâncias. Na região de destaque, há um alinhamento de estações na região da depressão central do RS. Mais ao norte, outra linha de estações situa-se na parte baixa da Serra Gaúcha. E uma transição de classes agroclimáticas, resultado da interpolação a partir dos pontos, situa-se bem na mediana entre essas duas linhas de estações. A classe ao norte inclui parte da depressão central e parte da Serra Gaúcha. Enquanto o esperado seria isolar essas duas regiões do relevo, já que a depressão central é bastante uniforme, homogênea do ponto de vista climático. Mas uma transição abrupta ocorre a partir do início da Serra, onde a elevação altimétrica em direção ao norte do Estado reduz progressivamente as temperaturas. Além disso, induz a um aumento progressivo da precipitação, típica intensificação de chuvas orográficas, em contraste com a depressão central, mais quente e menos chuvosa. Logo, este é apenas um dos muitos casos em que a PA, devido

a limitações da interpolação e de insuficiente número de estações, pode ser ajustada através do uso de indicadores auxiliares.

A partir do processo de delimitação automática da PA resultou em 323 polígonos (Figura 1). O menor apresenta aproximadamente 700 km<sup>2</sup> e o maior, 484 mil km<sup>2</sup>. Após revisão dos limites de polígonos pelo uso complementar com indicadores auxiliares, o resultado final apresentou 405 polígonos (Figura 7). O menor polígono com 1.074 km<sup>2</sup>, localizado no estado do Paraná. Já o maior apresentou 218 mil km<sup>2</sup>, incluindo parte do norte do estado do MT, parte de RO e PA.

Pode-se observar maior ocorrência de RHOs com áreas pequenas nas regiões de relevo mais acidentado na porção sul e, também, nas regiões com maior densidade de informações sobre as condições meteorológicas, devido ao maior número de estações. Nessas condições é mais fácil identificar transições abruptas ou bem definidas. Similarmente, também é possível constatar as grandes transições ou faixas de transição entre o semiárido e o cerrado, e entre este e a faixa litorânea do Nordeste, onde uma faixa estreita apresenta clima fortemente influenciado pelo oceano.



**Figura 7.** Regiões agroclimaticamente homogêneas após segunda aproximação, ajustada a partir de indicadores auxiliares.

## Conclusões

Foi obtido elevado grau de concordância entre as feições das regiões homogêneas da primeira aproximação e os indicadores auxiliares nas regiões com alta densidade de estações.

Dessa forma, a metodologia proposta de delimitação assistida se mostra muito promissora para prover maior detalhamento espacial mesmo em regiões com baixa densidade de estações.

## Referências

- DE MACEDO, M. A. et al. Avaliação de métodos para espacialização de índices de necessidade hídrica das culturas e sua aplicação em zoneamento agrícola. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 9, n. 3, p. 581-587, 2001.
- HIJMANS, R.J.; CAMERON, S.E.; PARRA, J.L.; JONES, P.G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, v. 25, p. 1965-1978, 2005.
- KELLER FILHO, T.; ASSAD, E.D.; LIMA, P.R.S. de R. Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.311-322, 2005.
- LIN, G.; CHEN, L. Identification of homogeneous regions for regional frequency analysis using the self-organizing map. *Journal of Hydrology*, v. 324, n. 4, p. 1-9, 2006.
- SENTELHAS, P. C.; MONTEIRO, J. E.B A. Agrometeorologia dos Cultivos: Informações para uma Agricultura Sustentável. In: José Eduardo B. A. Monteiro. (Org.). *Agrometeorologia dos Cultivos: O Fator Meteorológico na Produção Agrícola*. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, v. 1, p. 3-12, 2009.
- SENTELHAS, P.C.; PIZA JR., C.T.; ALFONSI, R.R.; KAVATI, R.; SOARES, N.B. Zoneamento climático da época de maturação do abacate no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 3, 133-140, 1995.
- TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 124, n. 1-2, p. 81-97, 2004.

## REFERENCIAÇÃO

MONTEIRO, J. E. B. A.; VICTORIA, D. de C.; ALMEIDA, S. L. H. de; OLIVIRA, A. F. de; ESQUERDO, J. C. D. M.; MACIEL, R. J. S.; NAKAI, A. M.; SIBALDELLI, R. N. R.; EVANGELISTA, B.A.; CUADRA, S. V.; EVANGELISTA, S. Delimitação de regiões agroclimaticamente homogêneas no Brasil. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.25, n.1, p.27-35, 2017.

**Declaração:** os trabalhos estão sendo publicados nesse número de AGROMETEOROS (v.25, n.1, ago 2017) conforme foram aceitos pelo XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, realizado de 14 a 18 de agosto de 2017, em Juazeiro, BA e Petrolina, PE, sem revisão editorial adicional da revista.

# Delimitation of agroclimatically homogeneous zones in Brazil

José Eduardo B. A. Monteiro <sup>1(\*)</sup>, Daniel de Castro Victoria <sup>1</sup>, Samira Luns Hatum de Almeida <sup>2</sup>, Aryeverton Fortes de Oliveira <sup>1</sup>, Júlio César Dalla Mora Esquerdo <sup>1</sup>, Renato José Santos Maciel <sup>1</sup>, Alan Massaru Nakai <sup>1</sup>; Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli <sup>3</sup>, Balbino Antonio Evangelista <sup>4</sup>, Santiago Vianna Cuadra <sup>1</sup>; Silvio Evangelista<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP, {daniel.victoria; eduardo.monteiro; ary.fortes; julio.esquerdo; renato.maciell; alan.nakai; santiago.cuadra; silvio.evangelista}@embrapa.br

<sup>2</sup>Estágio, Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP, samiraluns@hotmail.com

<sup>3</sup>Embrapa Soja, Londrina, PR, rubson.sibaldelli@embrapa.br; <sup>4</sup> Embrapa Aquicultura e Pesca, Palmas, TO, balbino.evangelista@embrapa.br

(\*)Corresponding author

---

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 16 June 2017

Accepted 10 August 2017

### Index terms:

zoning

homogeneous regions

spatialisation

climatic risk

ISNA

EVI

---

## ABSTRACT

One limitation for producing agroclimatic zoning studies in Brazil is the spatial and temporal inconsistency of the meteorological data series in the country. The objective of this work is to delimit a set of agroclimatically homogeneous regions (RH), based on a grouping process later assisted by complementary spatial indicators, in order to allow spatially precise zoning even with lower number of observation points. A first approximation of RH was generated from the results of the agricultural climatic risky zoning for a hypothetical agricultural crop, representative of the average characteristics of most annual crops in Brazil, generated from 3500 rainfall and 1100 temperature stations. The grouping of elements for region delimitation was defined based on the duration and the beginning of the sowing periods. The second approximation consisted in re-evaluation the RH, applying fusion, subdivision or repositioning of the initial features in GIS, using complementary indicators of altitude, slope, rainfall climatology by TRMM, and optimized vegetation index (EVI) and derivatives. It was observed a high degree of agreement between the features of the first approximation and the auxiliary indicators in the regions with high density of stations. Thus, the proposed methodology of assisted delimitation shows very promising to indicate greater spatial detail even in regions with low density of stations.

© 2017 SBAGro. All rights reserved.

---

## CITATION

MONTEIRO, J. E. B. A.; VICTORIA, D. de C.; ALMEIDA, S. L. H. de; OLIVIRA, A. F. de; ESQUERDO, J. C. D. M.; MACIEL, R. J. S.; NAKAI, A. M.; SIBALDELLI, R. N. R.; EVANGELISTA, B.A.; CUADRA, S. V.; EVANGELISTA, S. Delimitação de regiões agroclimaticamente homogêneas no Brasil. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.25, n.1, p.27-35, 2017.

**Disclaimer:** papers are published in this issue of AGROMETEOROS (v. 25, n.1, aug 2017) as accepted by the XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, held August 14-18, 2017 in Juazeiro, Bahia and Petrolina, Pernambuco, Brazil, without further revision by editorial board.