

UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE DE AGRUPAMENTO NA CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL AGRÍCOLA E CLIMÁTICO DA REGIÃO SUDESTE DO ESTADO DE MATO GROSSO¹

JOSÉ ROBERTO TEMPONI DE OLIVEIRA² & CARLOS ROBERTO PADOVANI³

RESUMO: Com o objetivo de caracterizar o perfil produtivo e climático do Sudeste do Estado de Mato Grosso segundo microrregiões semelhantes a partir de suas características observadas nas medidas de produtividade e climáticas, quando nenhuma suposição foi feita concernente ao número de grupos ou a estrutura do grupo, utilizou-se a técnica multivariada da análise de agrupamento. A análise de agrupamento permitiu desenhar um mosaico de heterogeneidade espacial e estabelecer diferentes perfis na composição dos grupos de microrregião, reunindo as mais tradicionais, ou mais produtivas, ou aquelas mais propícias ao desenvolvimento de determinada cultura. Os resultados obtidos pelos procedimentos de caracterização da produtividade agrícola e característica climatológica da região, possibilitaram o fornecimento de informações sistematizadas que permitirão aos produtores rurais uma melhor tomada de decisão quanto à competitividade e a manutenção do fluxo de investimentos no setor agrário do sudeste mato grossense.

Palavras-chave: Produtividade agrícola; variação climática; análise de agrupamento.

¹ Parte da tese de doutorado do 1o autor intitulada: Utilização de procedimentos multivariados na produtividade agrícola e climática na região sudeste do estado de Mato Grosso.

² Aluno do programa de Pós-Graduação em Agronomia – Energia na Agricultura, FCA/UNESP – Botucatu/SP – Brasil. temponi@cpd.ufmt.br

³ Orientador e docente do Departamento de Bioestatística, IBB/UNESP – Botucatu/SP – Brasil. bioestatística@ibb.unesp.br

USE OF CLUSTER ANALYSIS IN THE CHARACTERIZATION OF THE PROFILE OF AGRICULTURAL AND CLIMATIC SOUTHEAST STATE OF MATO GROSSO

SUMMARY: *The multivariate analysis grouping was used to characterize the productive and climate profile of southeastern of Mato Grosso state. This technique allowed the junction of similar micro regions from characteristics of productivity and climatic, without the need for the assumption of the number or structure of the groups. Cluster analysis allowed the design of a mosaic of spatial heterogeneity regions. It established different profiles in the composition of groups, joining the more traditional in the culture of a species, or more productive, or those for the development of a particular culture. The results obtained by estimation of the climatic parameters and the multivariate procedures enabled the provision of systematic information that will allow farmers to better decision-making on the competitiveness and maintaining the flow of investment in agricultural sector southeastern Mato Grosso.*

Keywords: *Agricultural production; climate change; multivariate analysis.*

1 INTRODUÇÃO

Por ser o Brasil um dos responsáveis pelos maiores volumes de produção agrícola do mundo, muitas mudanças de manejo e relações comerciais e sociais foram sentidas pelos produtores ao longo dos anos. De acordo com Scolari (2006), o país tem apresentado um grande desempenho nas exportações de produtos do agronegócio e conquistado novos mercados em diferentes partes do mundo. Diversos fatores contribuíram para este desempenho, em particular, o desenvolvimento tecnológico que tem alavancado a expansão da agricultura no país, com novas práticas agrícolas no manejo do solo, de culturas, de proteção de doenças e no uso racional de insumos e corretivos. Mas ainda existe uma grande necessidade de informações mais específicas sobre o perfil regional que norteia os agricultores a tomarem decisões operacionais. Embora o homem não seja capaz de mudar o tempo e o clima, exceto em escala muito reduzida, ele é capaz de ajustar as práticas agrícolas ao clima (MOTA, 1983). Portanto, são necessários estudos que mostrem as condições de produtividade e climáticas de forma sistematizada, que sirvam de ferramenta para diagnosticar, e até prognosticar, a capacidade dos produtores em atender as novas exigências da agricultura no país.

O conhecimento multidimensional das interrelações entre produtividade-clima serve como referencial para a compreensão da forma e da intensidade em que se verifica a produção de culturas entre as localidades nos diversos espaços, sua associação com as variáveis climáticas e quais relações podem ser úteis para as tomadas de decisão. A época de semeadura de culturas anuais é dependente da ocorrência de chuvas e das condições de temperatura, sendo que estas podem ser distintas entre as diferentes regiões. A temperatura constitui-se em um elemento climático muito importante para prever os eventos fenológicos das culturas, portanto, quanto melhor o entendimento de seu comportamento, mais produtiva torna-se a informação para a área agrícola. Moreno et al. (2003) observam que ao longo de um gradiente altitudinal, muitos fatores do complexo ambiental, tais como temperatura, precipitação pluviométrica, umidade, velocidade dos ventos e outros, mudam concomitantemente.

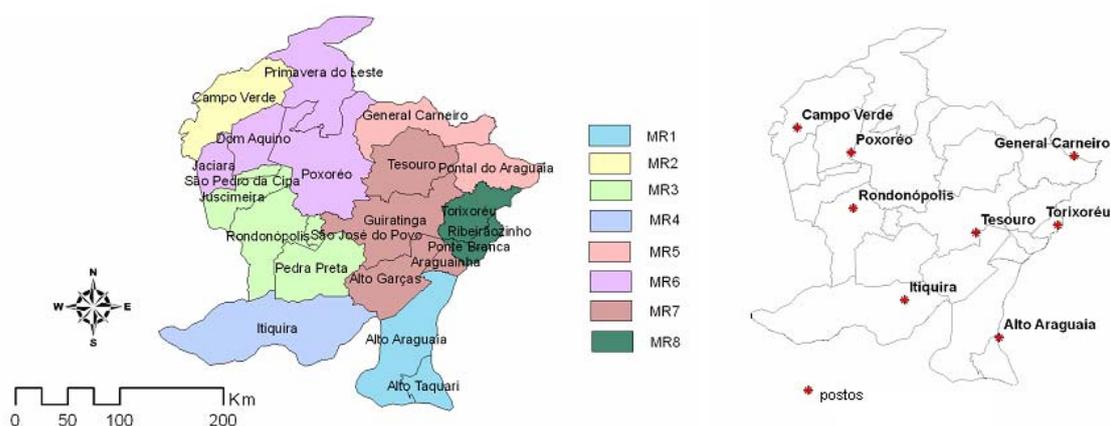
As técnicas de análise multivariada não são recentes conforme relatado em Anderson (2003). Messetti (2007) aponta que o uso destas, na área da ciências aplicadas é muito raro. Segundo Kendall (1950), entre as técnicas de interdependência destaca-se a análise de agrupamento.

Considerando a agricultura associada às condições climáticas da região Sudeste do Estado de Mato Grosso, a necessidade de um estudo mais refinado e adequado do conjunto de operações da cadeia produtiva exige o emprego de técnicas mais apropriadas para caracterizar a região. Neste sentido a finalidade desta pesquisa consiste em caracterizar o perfil produtivo e climático das microrregiões do Sudeste do Estado de Mato Grosso por meio de análise de agrupamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área territorial do estudo corresponde à mesorregião Sudeste matogrossense. Ela está enquadrada entre a latitude de 14° 34' 48'' a 18° 03' 00'' S e longitude de 52° 16' 12'' a 55° 37' 48'' W (Figura 1), compreendendo os municípios de: Alto Araguaia, Alto Taquari, Campo Verde, Rondonópolis, Pedra Preta, São José do Povo, Juscimeira, São Pedro da Cipa, Itiquira, General Carneiro, Pontal do Araguaia, Poço de São José, Dom Aquino, Jaciara, Primavera do Leste, Tesouro, Alto Garças, Araguainha, Guiratinga, Torixoréu, Ponte Branca e Ribeirãozinho. Totaliza uma área de 70.394,355 km², 7,79% do território estadual e foi subdividida em oito microrregiões em torno dos postos pluviométricos: Microrregião 1 (MR1): Alto Araguaia – composta pelos municípios de Alto Araguaia e Alto Taquari; Microrregião 2 (MR2): Campo Verde – município de Campo Verde; Microrregião 3 (MR3): Rondonópolis – composta pelos municípios de Pedra Preta, São José do Povo, Juscimeira e São Pedro da Cipa; Microrregião 4 (MR4): Itiquira – município de Itiquira; Microrregião 5 (MR5): General Carneiro – composta pelos municípios de General

Carneiro e Pontal do Araguaia; Microrregião 6 (MR6): Poxoréo – composta pelos municípios de Poxoréo, Dom Aquino, Jaciara e Primavera do Leste; Microrregião 7 (MR7): Tesouro – composta pelos municípios de Tesouro, Alto Garças, Araguainha e Guiratinga; Microrregião 8 (MR8): Torixoréu – composta pelos municípios de Torixoréu, Ponte Branca e Ribeirãozinho.



Fonte IBGE 2005

Figura 1 - Área territorial e localização dos postos pluviométricos (SE do Mato Grosso)

As séries históricas de produção agrícola (em toneladas) utilizadas foram obtidas de consultas por cidades do Banco Multidimensional de Estatísticas – BME, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, no período de 1975 a 2005. As variáveis de estudo são apresentadas em produtividade média, isto é, quantidade produzida/área colhida em tonelada/hectare, sendo os períodos considerados de 1989 a 2005 e a seguinte indicação X1= Algodão, X2= Arroz, X3= Banana, X4= Cana-de-açúcar, X5= Feijão, X6= Mandioca, X7= Milho, X8 = Soja e X9= Sorgo.

Os dados climáticos foram extraídos das duas estações meteorológicas existentes na região Sudeste do Estado. A primeira e mais antiga, na região de Poxoréo localizada na latitude 15° 42' 00''S e longitude 54° 18' 15''W a 360 metros de altitude em relação ao nível do mar, dispõe de observações diárias desde outubro de 1978; a outra mais recente, em Rondonópolis, está localizada na latitude 16° 15' 00''S e longitude 54° 51' 51'' W a 227 metros de altitude e dispõe de observações diárias desde março de 1992. As variáveis climáticas disponíveis para o estudo consistiram das temperaturas do ar mínima, máxima e média compensada⁴ mensal, umidade relativa média mensal, evaporação total acumulada mensal e precipitação acumulada mensal, cujas séries de dados apresentaram algumas falhas de observação. As séries de

⁴ Temperatura média compensada é calculada pela média das leituras diárias das temperaturas às 9h, 15h e 21 horas mais a máxima e a mínima.

de observação foi composto de duas partes $\mathbf{X}_{ik} = [\mathbf{X}_{(1)ik} : \mathbf{X}_{(2)ik}]$, com $\mathbf{X}_{(1)ik} = [X_{i1k}, \dots, X_{i9k}]$ representando as variáveis agrícolas e $\mathbf{X}_{(2)ik} = [X_{i10k}, \dots, X_{i13k}]$, as condições climáticas.

Para o agrupamento das microrregiões segundo o vetor de características agrícolas ou climáticas, consideraram-se os perfis médios de respostas das microrregiões $\{\bar{\mathbf{X}}'_{i..} = (\bar{\mathbf{X}}_{i1.}, \dots, \bar{\mathbf{X}}_{i13.})\}$, obtidos a partir da série histórica dos dados representados matricialmente como:

$$\bar{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} \bar{\mathbf{X}}_{11.} & \cdots & \bar{\mathbf{X}}_{19.} & \vdots & \bar{\mathbf{X}}_{110.} & \cdots & \bar{\mathbf{X}}_{113.} \\ \bar{\mathbf{X}}_{21.} & \cdots & \bar{\mathbf{X}}_{29.} & \vdots & \bar{\mathbf{X}}_{210.} & \cdots & \bar{\mathbf{X}}_{213.} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{\mathbf{X}}_{81.} & \cdots & \bar{\mathbf{X}}_{89.} & \vdots & \bar{\mathbf{X}}_{810.} & \cdots & \bar{\mathbf{X}}_{813.} \end{bmatrix} = [\text{Agrícolas} : \text{Climáticas}] \quad (2)$$

Assim, para caracterizar o perfil produtivo e climático das microrregiões do Sudeste do Estado de Mato Grosso se utilizou o procedimento de análise de agrupamento. O emprego da análise de agrupamento deveu-se ao interesse da formação de grupos tendo como característica principal a homogeneidade dentro desses grupos e a heterogeneidade entre eles, ou pequenas variações dentro do grupo em relação às variações entre os grupos.

A análise de agrupamento tem como objetivo classificar objetos semelhantes (variáveis) segundo suas características (variações) quando nenhuma suposição é feita concernente ao número de grupos ou à estrutura do grupo. Também é possível nesta técnica tratar cada variável como um ponto no espaço multidimensional descrito pelas amostras, ou seja, pode-se ter agrupamento de amostras ou de variáveis de acordo com o interesse em cada situação (HAIR JUNIOR et al., 2005). Para a operacionalização do método adotou-se a distância euclidiana média como coeficiente de parença para indicar a proximidade entre duas microrregiões. Essa medida pode ser tanto de similaridade ou de dissimilaridade.

Segundo Barroso & Artes (2003), os agrupamentos hierárquicos são realizados por sucessivas fusões (método aglomerativo) ou por divisões (método divisivo). Os métodos hierárquicos aglomerativos principiam com tantos grupos quanto for o número de unidades operacionais, ou seja, cada unidade operacional corresponde a um grupo. Inicialmente, as unidades operacionais mais similares são agrupadas formando um único grupo. Sequencialmente, o processo é repetido, e com o decréscimo da similaridade, todas as unidades operacionais constituirão, no processo final um único grupo. Os resultados finais destes agrupamentos podem ser apresentados por gráficos denominados dendrogramas (BUSSAB et al., 1990).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que em quase toda a região Sudeste do Mato Grosso, mais de 88% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita de outubro a abril, sendo mais chuvoso o bimestre dezembro-janeiro. Em contrapartida, o inverno é seco e neste período as chuvas são muito escassas, sendo o mais escasso de chuvas o mês de julho, com média mensal de 6 mm de precipitação. Esses períodos de chuva e seca também foram verificados por Campelo Jr. (1993) em Mato Grosso e Silva et al. (2003) em Minas Gerais. A região apresenta temperatura média anual de 24°C, com máximas no mês de setembro em cerca de 34°C e mínimas no mês de julho por volta de 12°C. O total de precipitação média mensal é de 136 mm, com evapotranspiração média mensal de 106 mm e umidade relativa do ar média em 80%.

Quanto às características climáticas a análise de agrupamento evidencia a região Sudeste do Estado de Mato Grosso agrupada em quatro grupos compostos pelas microrregiões {MR6, MR8, MR7}, {MR3, MR5}, {MR1, MR2} e {MR4}, mostrados na Figura 2.

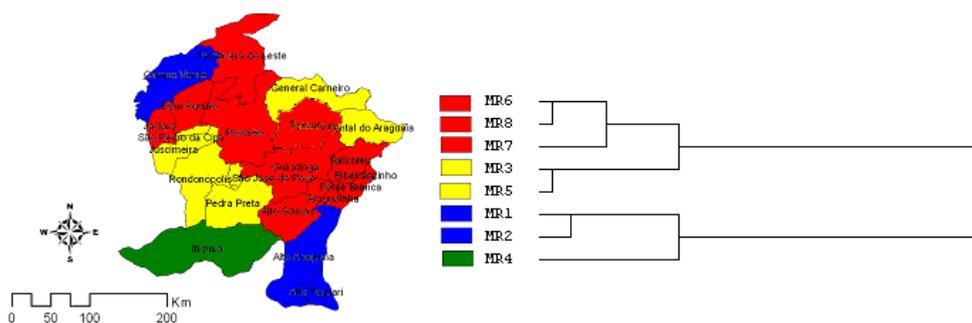


Figura 2 - Dendrograma das microrregiões pelas variáveis climáticas

Os resultados a seguir mostram os agrupamentos das microrregiões para as diferentes culturas em estudo e buscam assemelhar as produções entre as microrregiões.

A análise de agrupamento para o conjunto de todos os produtos agrícolas pesquisados da região Sudeste do Estado de Mato Grosso mostrou quatro estratos composto pelas microrregiões {MR5, MR8, MR6}, {MR3}, {MR1, MR2} e {MR4, MR7} (Figura 3).

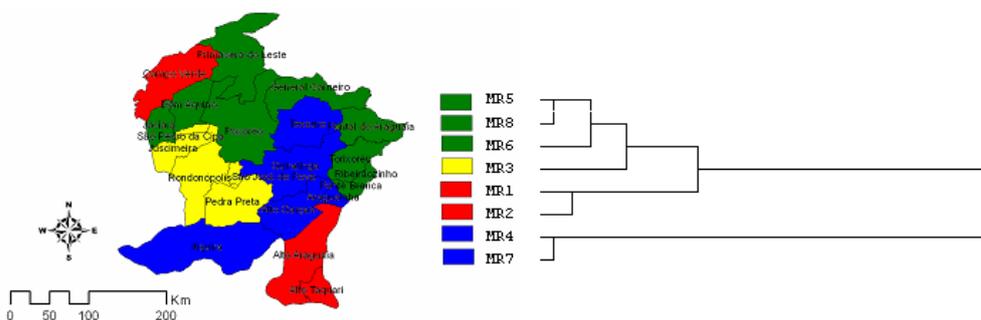


Figura 3 - Dendrograma das microrregiões pelo conjunto das variáveis agrícolas

Na sequência são apresentadas as Figuras 4 e 5, que mostram a síntese dos agrupamentos, onde as cores estão associadas as maiores médias numa escala decrescente, sendo classificadas do 1^o ao 5^o lugar, e a Figura 6 mostra as associações entre produtividade e variáveis climáticas obtidas pelos cruzamentos dos agrupamentos estabelecidos nas Figuras 4 e 5, respeitando a mesma escala de cores.

Variável	Unidade Operacional	Microrregião							
		MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	MR6	MR7	MR8
Climáticas	Vetor Médio da MR	Blue	Blue	Yellow	Green	Yellow	Red	Red	Red
Temperatura	Vetor Médio Anual do Período	Green	Green	Red	Blue	Red	Yellow	Blue	Yellow
Evapotranspiração	Vetor Médio Anual do Período	Green	Green	Red	Blue	Red	Yellow	Blue	Yellow
Precipitação	Vetor Médio Anual do Período	Blue	Green	Blue	Pink	Red	Yellow	Red	Red
Umidade relativa	Vetor Médio Anual do Período	Red	Red	Green	Yellow	Green	Blue	Yellow	Blue
Ordem de agrupamento		1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	5 ^o			

Figura 4 - Síntese dos agrupamentos segundo as variáveis climáticas e unidade operacional

Variável	Unidade Operacional	Microrregião							
		MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	MR6	MR7	MR8
Agrícolas	Vetor Médio da MR	1 ^o	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	4 ^o	3 ^o	4 ^o
Algodão	Vetor Médio Anual do Período	1 ^o	2 ^o	2 ^o	2 ^o	3 ^o	2 ^o	1 ^o	4 ^o
Arroz	Vetor Médio Anual do Período	1 ^o	2 ^o	4 ^o	3 ^o	4 ^o	4 ^o	4 ^o	4 ^o
Banana	Vetor Médio Anual do Período	4 ^o	2 ^o	1 ^o	3 ^o	4 ^o	4 ^o	4 ^o	4 ^o
Cana-de-açúcar	Vetor Médio Anual do Período	2 ^o	2 ^o	1 ^o	3 ^o	3 ^o	1 ^o	3 ^o	3 ^o
Feijão	Vetor Médio Anual do Período	2 ^o	1 ^o	2 ^o	2 ^o	4 ^o	1 ^o	1 ^o	3 ^o
Mandioca	Vetor Médio Anual do Período	3 ^o	1 ^o	2 ^o	1 ^o	4 ^o	1 ^o	2 ^o	4 ^o
Milho	Vetor Médio Anual do Período	1 ^o	1 ^o	2 ^o	4 ^o	3 ^o	2 ^o	2 ^o	3 ^o
Soja	Vetor Médio Anual do Período	2 ^o	1 ^o	1 ^o	1 ^o	3 ^o	1 ^o	1 ^o	4 ^o
Sorgo	Vetor Médio Anual do Período	1 ^o	1 ^o	2 ^o	2 ^o	3 ^o	1 ^o	1 ^o	3 ^o
Ordem de agrupamento		1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o				

Figura 5 - Síntese dos agrupamentos segundo as variáveis agrícolas e unidade operacional

A Figura 4 mostra que os agrupamentos formados pelas variáveis temperatura média e evapotranspiração são exatamente os mesmos e que a ordem estabelecida pelo método hierárquico se manteve. Os agrupamentos formados pelas variáveis: temperatura, evapotranspiração média e umidade relativa são bastante semelhantes ao perfil do resultado do conjunto climático, salvo a microrregião MR7 (Tesouro) e a hierarquia das ligações entre os conjuntos. A variável precipitação mostrou-se aquela mais dissimilar entre as estudadas.

A Figura 5 mostra as culturas de arroz e banana como sendo as que mais assemelham na configuração dos agrupamentos das produções das microrregiões. O perfil de agrupamento do vetor agrícola médio não mostra similaridade com uma particular cultura. As culturas de cana-de-açúcar e sorgo mostraram-se mais homogêneas que as demais, pois em três grupos reuniram todas as microrregiões.

Climáticas	Algodão	Arroz	Banana	Cana-de-açúcar	Feijão	Mandioca	Milho	Soja	Sorgo
MR6	Amarelo	Verde	Verde	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Vermelho	Vermelho
MR7	Vermelho	Verde	Verde	Azul	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Vermelho
MR8	Verde	Verde	Verde	Azul	Azul	Verde	Azul	Verde	Azul
MR3	Amarelo	Verde	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Amarelo
MR5	Azul	Verde	Verde	Azul	Verde	Verde	Azul	Azul	Azul
MR1	Vermelho	Vermelho	Verde	Amarelo	Amarelo	Azul	Vermelho	Amarelo	Vermelho
MR2	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
MR4	Amarelo	Azul	Azul	Azul	Amarelo	Vermelho	Verde	Vermelho	Amarelo

Figura 6 - Síntese da associação entre componentes climático e agrícola

Observa-se pelos resultados da Figura 6 que a microrregião MR4 (Itiquira) ficou isolada das demais quanto às variáveis climáticas e essa situação associa-se às culturas de arroz, banana e milho. Nesta última cultura, o isolamento ocorreu com a mesma hierarquia climática na análise de agrupamento.

Em MR1 (Alto Araguaia) e MR2 (Campo Verde), para o conjunto climático, a associação verificou-se com cana-de-açúcar, milho e sorgo. Já no grupo MR3 (Rondonópolis) e MR5 (General Carneiro), esta associação ocorreu somente com arroz. No conjunto com maior número de microrregiões e aquele em que as médias das variáveis climáticas são maiores {MR6 (Poxoréo), MR7 (Tesouro), MR8 (Torixoréu)}, a associação verificou-se com as produtividades de arroz e banana.

Por meio da análise de agrupamento observou-se para as variáveis climáticas que a temperatura média compensada do ar se mostrou mais elevada nas microrregiões de Rondonópolis e General Carneiro e mais baixa nas regiões de Alto Araguaia e Campo Verde. A evapotranspiração e a umidade relativa do ar se mostraram correlacionadas com a temperatura média compensada do ar, onde temperaturas mais elevadas provocam maior evapotranspiração, e menor umidade. A precipitação se mostrou mais intensa nas microrregiões de General Carneiro, Torixoréu e Tesouro e menos na microrregião de Itiquira.

Com as variáveis agrícolas as microrregiões mais produtivas para a cultura de algodão foram as de Alto Araguaia e Tesouro e para a cultura de arroz, a microrregião de Alto Araguaia se mostrou mais produtiva. A banana teve maior produtividade na microrregião de Rondonópolis e esta também se mostrou de alta produtividade na cultura da cana-de-açúcar juntamente com a microrregião de Poxoréo. As microrregiões de Campo Verde, Poxoréo e Tesouro apresentaram bom desempenho na cultura do feijão, enquanto que a maior produtividade da cultura de mandioca reuniu as microrregiões de Campo Verde, Poxoréo e

Itiquira. A cultura do milho apresentou maior produtividade nas microrregiões de Alto Araguaia e Campo Verde. A soja se mostrou de alta produtividade em quase todas as microrregiões e se destacou em Campo Verde, Poxoréo, Rondonópolis, Itiquira e Tesouro, assim também o sorgo nas microrregiões de Campo Verde, Tesouro, Alto Araguaia e Poxoréo.

Finalizando a discussão para a interrelação dos agrupamentos entre as variáveis climáticas e de produtividade agrícola verificou-se que as regiões com evapotranspiração e temperatura mais baixas corresponderam as maiores produtividades de milho e sorgo, enquanto que, nas de temperaturas mais altas corresponderam a menor produtividade de arroz. Em relação à umidade relativa os resultados ocorreram de forma inversa aos obtidos nas duas variáveis descritas anteriormente. Quanto à precipitação, nas regiões com maior índice pluviométrico verificaram-se as menores produtividades das culturas de arroz e banana.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos por meio de procedimentos multivariados na busca da interrelação produtividade agrícola e característica climatológica sobre a região, utilizando análise de agrupamento, possibilitaram concluir que:

1. As microrregiões de Rondonópolis e General Carneiro apresentaram temperatura média compensada do ar mais elevada e as microrregiões de Alto Araguaia e Campo Verde mais baixa. A evapotranspiração e a umidade relativa do ar se mostraram correlacionadas com a temperatura média compensada do ar, onde temperaturas mais elevadas provocaram maior evapotranspiração, e menor umidade. As microrregiões de General Carneiro, Torixoréu e Tesouro apresentaram a precipitação mais abundante e a microrregião de Itiquira apresentou precipitação mais baixa.

2. As variáveis agrícolas indicaram que microrregiões com alta produtividade agrícola foram vizinhas ou apresentaram características climáticas semelhantes. Algumas culturas apresentaram uniformidade de produção devido principalmente a investimentos em pesquisas e desenvolvimento tecnológico.

5 REFERÊNCIAS

- ANDERSON, T. W. **Introduction to multivariate statistical analysis**. 3rd ed. New York: Willey, 2003. 258 p.
- BARROSO, L. P.; ARTES, R. **Análise multivariada**. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA A EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 10.; REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 48., 2003, Lavras. **Minicursos...** Lavras: UFLA, 2003. 156 p.
- BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D.F. **Introdução à análise de agrupamentos**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 9., 1990, São Paulo. **Minicursos...** São Paulo: ABE, 1990. 93 p.
- CAMPELO JUNIOR, J. H. Duração, homogeneidade e distribuição espacial das séries de precipitação em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 1, n.1, p. 137-140, 1993.
- HAIR JUNIOR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 600 p.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 767 p.
- KENDALL, M. G. Factor analysis. **Journal of the Royal Statistical Society: Série B**, London, v. 12, p. 60-94, 1950.
- MESSETTI, A. V. **Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética de populações de girassol**. 2007. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura) –Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- MORENO, M. R.; NASCIMENTO, M. T.; KURTZ, B. C. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo em duas zonas altitudinais na Mata Atlântica da encosta da região de Imbé, RJ. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 371-386, jul./set. 2003.
- MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. 6. ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1983. 376 p.
- OLIVEIRA, J. R. T. **Utilização de procedimentos multivariados na produtividade agrícola e climática na região sudeste do estado de Mato Grosso**. 2009. 86 f. Tese (Doutorado em Agrono-

mia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. 2009.

SCOLARI, D. G. Produção agrícola mundial: o potencial do Brasil. Brasília, DF: EMBRAPA, RORAIMA, 2006. Disponível em: <http://www.cpafrf.embrapa.br/index.php/cpafrf/publica_es/documentos/>. Acesso em: 5 abr. 2007.

SEDIYAMA, G. C.; MELO JUNIOR, J. C. F. Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no estado de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 6, n. 1, p. 57-61, 1998.

SILVA, J. W; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba-MG. **Revista Ciência agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 27, n. 3, p. 665-674, maio/jun., 2003.