

Caracterização da produção de cana-de-açúcar através de indicadores espaciais e temporais em Mato Grosso do Sul

Priscila Barcello Maia¹

Iurhy da Silva Rezende²

Bruno Agostini Colman³

Gabriele Lima Masson⁴

Marcos Antonio Camacho da Silva⁵

Resumo

Com um cenário bastante favorável, a expansão das áreas cultivadas com cana-de-açúcar no Estado de Mato Grosso do Sul tem tomado dimensões significativas na produção, o que torna importante o estudo de indicadores de produção dessa cultura em diversos níveis territoriais do Estado. Objetivou-se, com este estudo, analisar a produção de cana-de-açúcar nos principais municípios produtores de Mato Grosso do Sul, por meio de indicadores de produção de dados oficiais referentes ao período de 2003 a 2011. Foram utilizados dados oficiais de estimativa do LSPA/IBGE de área colhida - AC (ha), área colhida relativa - ACR (%) produção - PR (t) e produtividade média - PRM ($t\ ha^{-1}$) em diferentes níveis territoriais (mesorregiões, microrregiões e municípios) com produção significativa de cana-de-açúcar. Na análise de agrupamento, os municípios foram tipificados quanto a AC, ACR, PR e PRM. Pela análise conjunta do agrupamento, os grupos classificados como alto e médio se assemelham ao zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar. De acordo com os resultados da análise de regressão, a mesorregião sudoeste (MES-SU) e a microrregião de Dourados (MIC-DO) são os níveis territoriais que apresentam crescimento da PRM no período da caracterização.

Palavras-chave: Agrupamento. Levantamento sistemático. Produtividade. Tendência tecnológica.

Introdução

As áreas cultivadas com cana-de-açúcar têm apresentado um expressivo crescimento nos últimos anos no Estado de Mato Grosso do Sul, devido à elevada demanda por etanol e açúcar. Na safra 2011/12, o aumento em área continuou considerável (84.700 ha), tornando-o o segundo Estado de maior crescimento no setor (CONAB, 2011). A produtividade média nacional na safra 2010/11 foi de $77,8\ t\ ha^{-1}$, enquanto para o Estado a média foi de $70,68\ t\ ha^{-1}$, menor que a da safra anterior ($84,50\ t\ ha^{-1}$).

O crescimento nos últimos anos se deve aos incentivos fiscais para o setor canavieiro em Mato Grosso do Sul. Segundo Pereira (2007), as estratégias adotadas para servir como atrativos foram baseadas na isenção e descontos nos impostos, além da disponibilidade de terras de baixo custo. Para Centenaro (2012), aliado aos baixos custos da terra estão as vantagens localizacionais para uma boa

1 Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Graduação – Cassilândia; priscilabarcello@hotmail.com

2 Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Mestrado – Aquidauana; iurhysr@agronomo.eng.br

3 Universidade Federal da Grande Dourados, Doutorado – Dourados; bruno@agro.adm.br

4 Universidade Federal da Grande Dourados, Graduação – Dourados; gabrielle@agronoma.eng.br

5 Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Professor Adjunto – Aquidauana; camacho@uems.br

produtividade, pois empresas multinacionais podem optar por aquisição ou arrendamento de terras, além da facilidade de escoamento da produção. Ao apontar as terras com aptidão pelo zoneamento agroecológico, cerca de 57% são áreas com alta aptidão para expansão sustentável (MANZATTO et al., 2009). Diante de tais pontos favoráveis, estão instaladas atualmente no Estado 24 usinas em pleno funcionamento (BIOSUL, 2012).

Com esse cenário, estatísticas confiáveis de monitoramento das safras ano a ano são imprescindíveis para entender o processo produtivo regional, facilitando medidas de tomada de decisão (RIZZI; RUDORFF, 2005). No Brasil, podem ser usados os dados de órgãos oficiais para acompanhamento das safras, tomados como auxílio favorável ao processo de produção. O volume dessas informações é demasiadamente grande, sendo mais bem representados com a tipificação para identificação de cada região.

A cada ano, são informados os valores da produção agrícola nos diversos níveis territoriais (estado, mesorregião, microrregião e município), por meio do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA), de competência do IBGE e por ele disponibilizado. Nesse levantamento, são informados os valores de área total colhida (ha), produção (t) e produtividade média ($t\ ha^{-1}$), utilizados como indicadores da produção e acompanhamento da economia em curto prazo. Por outro lado, essas informações podem ser ainda mais representativas quando não superficialmente tratadas, observando-se as características dos diferentes níveis territoriais, mediante a junção temporal e espacial dos valores da produção. Além disso, a facilidade do uso dessas informações pode indicar os potenciais e evolução de algumas regiões e relação espacial, assim como também a decadência produtiva.

Com a finalidade de identificar agrupamentos de municípios homogêneos quanto à produção de cana-de-açúcar, fazem-se necessários estudos em diferentes níveis territoriais do Estado para acompanhar o desenvolvimento temporal e regional, com vistas a garantir informações características da produção. Com base no que foi exposto, objetivou-se, com este trabalho, analisar o comportamento da produção de cana-de-açúcar em diferentes níveis territoriais de Mato Grosso do Sul por meio de indicadores espaciais e temporais.

Material e Métodos

O estudo retrospectivo foi desenvolvido com base nos dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA/IBGE, 2012) para o período de 2003 a 2011, em diferentes níveis territoriais do Estado de Mato Grosso do Sul. Foram utilizados 37 municípios de produção significativa de cana-de-açúcar (Figura 1). Para isso, utilizou-se como base o critério de observação e exclusão dos municípios que apresentaram dados oficiais inferiores a 31 ha de área cultivada nos últimos três anos do período. Foram excluídos, conforme esse critério, os municípios de Bataguassu, Cassilândia, Glória de Dourados, Mundo Novo e Ribas do Rio Pardo. Os demais municípios foram incluídos e observados no estudo. Os critérios de seleção foram utilizados para evitar séries falhas e contaminação dos dados.

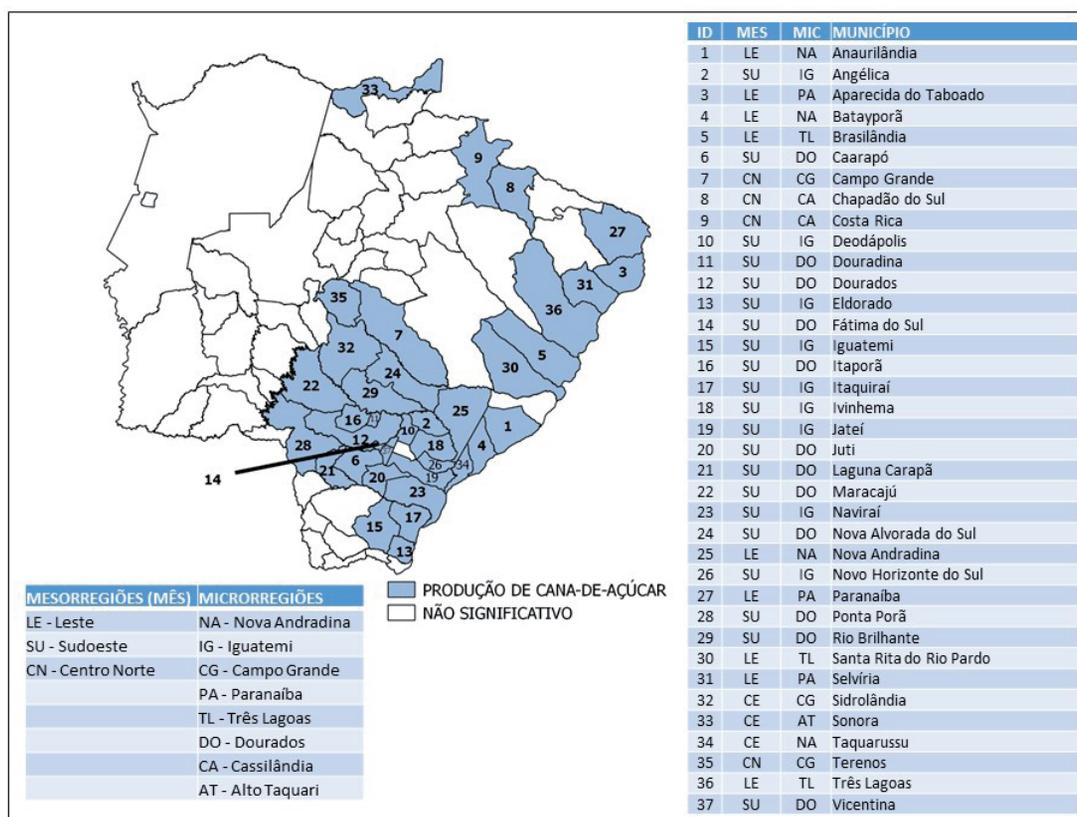


Figura 1 Localização dos municípios com produtores de cana-de-açúcar ao longo dos anos de 2003 a 2011 no Estado de Mato Grosso Sul. Fonte de dados: Elaboração dos autores mediante dados do LSPA/IBGE (2012).

Foram selecionados 37 municípios de produção significativa. Em cada município, utilizaram-se as seguintes variáveis: a área colhida – AC (ha), produção – PR (t), produtividade média – PRM (t ha⁻¹) e área colhida relativa – ACR (%), como sendo a razão entre a área colhida de cana e a área total do município.

Para observar o padrão espacial, foi utilizada a técnica de análise de agrupamento, a fim de dividir os elementos da população amostral em grupos distintos, formados pelos municípios com características similares. A análise de agrupamento foi realizada pelo método de Ward, utilizando como medida de dissimilaridade a distância Euclidiana (WILKS, 1995). Para realização da análise, as variáveis foram estruturadas aumentando o número de variáveis, em função do peso da área cultivada, da seguinte forma: os dados de 2011, 2010 e 2009 com peso igual a três (3); de 2008, 2007 e 2006 com peso igual a dois (2); e de 2005, 2004 e 2003 com peso igual a um (1). Dessa forma, considerou-se que as variáveis foram estandardizadas para melhor caracterização, antes de ser computada a análise de agrupamento. Os resultados dessa análise foram expostos em dendogramas, com o número de agrupamentos igual a três para classificação dos indicadores em alto (A), médio (B) e baixo (C), conforme realizado por Melo et al. (2004), e representados em forma espacial para visualização da homogeneidade espacial dos grupos.

Em cada grupo, foram calculados os valores máximos e mínimos das variáveis de agrupamento. Pela análise conjunta dos indicadores, criaram-se zonas de preferência dos melhores municípios no período. A análise conjunta foi baseada na mesclagem dos valores dos indicadores de AC, ACR, PR e PRM. Dessa forma, atribuiu-se, no domínio do resultado da análise de agrupamento, zonas de prefe-

rência I, II e III, como sendo de maior, média e menor preferência para a produção de cana-de-açúcar do período. Em se tratando da soma idêntica dos resultados do grupo, optou-se pelo índice da PRM por caracterizar melhor os indicadores da produção.

O resultado da análise conjunta foi comparado com o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar definido por Manzatto et al. (2009), com a premissa da expansão e produção sustentável de cana-de-açúcar, fundamentado nas classes de aptidão de terras (baixa, média ou alta aptidão) ocupadas por agricultura ou pastagem.

O padrão temporal da PRM dos municípios foi testado pelas correlações lineares de Pearson para evidenciar características similares intragrupo, após a análise de agrupamento. Conforme Braga (1995), foi feita a análise de tendência tecnológica da PRM da cana-de-açúcar, introduzindo um modelo de regressão de acordo com as produtividades anuais, decorrentes da incorporação de novas tecnologias. Para essa análise, foram utilizados níveis territoriais maiores (maior número de dados). Foram testados os modelos de regressão nos diferentes grupos formados pela análise de agrupamento nas mesorregiões e, quando significativo, aprofundou-se o estudo em nível microrregional, com base nas seguintes equações:

Equação linear: $Y = a + b.X$

Equação potencial: $Y = a.X^b$

Equação exponencial: $Y = a.exp^{X.b}$

Em ambas, como sendo Y a PRM de cana-de-açúcar anual ($t\ ha^{-1}$), a e b os coeficientes angulares e X o tempo representado pelos anos. Com isso, foi ajustada uma regressão linear simples, na qual a PRM é a variável dependente investigada pelos anos como a variável independente. A significância do coeficiente linear foi testada pelo teste- t , a 5% de significância. A espacialização dos resultados do agrupamento foi representada pelo software Terra View. A análise dos dados e divisão dos grupos foi feita pelo software SPSS, e as correlações e regressão obtidas pelo software estatístico SAS.

Resultados e Discussão

O resultado da análise de agrupamento designou a inserção de quatro municípios no grupo de área colhida alta (Grupo AC_A) ao longo de 2003 a 2011. Os municípios enquadrados no grupo foram Rio Brilhante, Maracajú, Sonora e Nova Alvorada do Sul. A característica mais importante para que esses municípios fossem enquadrados nesse grupo, além da disponibilidade de área a ser colhida no primeiro ano, demonstrando que os municípios possuem cultivo de cana-de-açúcar desde 2003, foi a sincronia de evolução da quantidade de área a ser colhida a cada ano. A análise demonstrou que, a evolução em Rio Brilhante é a maior do Estado. Nesse grupo, a AC máxima foi alcançada em 2011, quando foram colhidos 83.196,00 hectares no município de Rio Brilhante, e a AC mínima, em 2003, ocorreu em Maracajú, com 11.553,10 hectares de cana-de-açúcar (Tabela 1).

Tabela 1 Valor máximo e mínimo de área colhida - AC (ha), área relativa - ACR (%), produção - PR (t) e produtividade média - PRM (t ha⁻¹) nos municípios produtores de cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul ao longo dos anos de 2003 a 2011.

GRUPO ⁽¹⁾	MÁXIMO		MÍNIMO	
	Valor	Município	Valor	Município
-----Área colhida (ha)-----				
AC _A (4)	83.196,00	Rio Brilhante (2011) ⁽²⁾	11.553,10	Maracajú (2003)
AC _B (5)	53.295,00	Sidrolândia (2011)	6.727,05	Aparecida do Taboado (2003)
AC _C (28)	30.116,00	Angélica (2011)	14,00	Campo Grande (2007)
-----Área colhida relativa (%)-----				
ACR _A (3)	23,72	Angélica (2011)	1,18	Angélica (2007)
ACR _B (20)	10,36	Aparecida do Taboado (2010)	0,07	Ivinhema (2007)
ACR _C (14)	2,59	Costa Rica (2011)	0,56	Três Lagoas (2011)
-----Produção (t)-----				
PR _A (1)	6.783.111,00	Rio Brilhante (2010)	1.046.038,00	Rio Brilhante (2004)
PR _B (16)	2.961.929,00	Nova Alvorada do Sul (2011)	32,00	Laguna Carapã (2003)
PR _C (20)	2.256.256,00	Dourados (2009)	2.400,00	Campo Grande (2004)
-----Produtividade (t ha ⁻¹)-----				
PRM _A (8)	134,37	Eldorado (2010)	56,00	Paranaíba (2011)
PRM _B (16)	132,25	Juti (2010)	25,11	Santa Rita do Rio Pardo (2011)
PRM _C (13)	143,79	Caarapó (2009)	16,00	Laguna Carapã (2011)

⁽¹⁾ AC: Área Colhida; ACR: Área Colhida Relativa; PR: Produção; PRM: Produtividade média. - A, B e C são resultados da análise de agrupamento que classifica em alta, média e baixa os indicadores. ⁽²⁾ Ano de referência. Fonte de dados: Elaboração dos autores mediante dados do LSPA/IBGE (2012).

Para o grupo de média área colhida (Grupo AC_B), houve inserção de cinco municípios similares: Santa Rita do Rio Pardo, Sidrolândia, Aparecida do Taboado, Nova Andradina e Brasilândia. Assim como no grupo AC_A, os municípios do grupo AC_B apresentaram dados oficiais de área colhida em todos os anos de avaliação, no entanto, a presença de sincronia de evolução não é observada. As máximas e mínimas AC foram encontradas em Sidrolândia (2011) e Aparecida do Taboado (2003), com 53.295,00 e 6.727,05 hectares, respectivamente.

No grupo AC_C, 28 municípios caracterizaram a área colhida baixa de cana-de-açúcar, variando de 30.116,00 hectares (AC máxima) no município de Angélica (2011) e 14,00 (AC mínima) hectares em Campo Grande (2007). Uma das peculiaridades do grupo é a presença de área colhida apenas nos últimos anos, o que informa que a produção de cana-de-açúcar do grupo não foi iniciada nos primeiros anos do estudo. Dessa forma, 56,76% dos municípios tiveram as primeiras AC de cana-de-açúcar em 2007 e 45,99% em 2006.

Os municípios que apresentam o maior percentual de área colhida (Grupo ACR_A) durante os nove anos, segundo dados oficiais, são Rio Brilhante, Angélica e Nova Alvorada do Sul. Esses municípios apresentam como características próximas à evolução da atividade sucroalcooleira, em suas dominâncias, o maior percentual de ocupação da atividade em relação à área total de seus municípios. O percentual de área colhida (ACR) no município de Angélica, em 2011, chegou a 23,72%, a máxima obtida durante os anos de produção em todo o Estado de Mato Grosso do Sul. Neste mesmo município, em 2007, a ACR era de 1,18%, mesmo no primeiro ano de disponibilidade de área a ser colhida. Rio Brilhante, apesar de apresentar uma porcentagem menor, é um município de maior expressão na atividade pela maior extensão territorial. Já Nova Alvorada do Sul é o terceiro município

nesse quesito, com 13,25% em 2011.

Na área colhida relativa média (ACR_b), estão agrupados 21 municípios que ultrapassaram, em 2010, o percentual de 3,50% de ACR. A essa característica estão incluídos os percentuais máximos de 10,36% de Aparecida do Taboado, em 2010, e mínimos de 0,07%, de Ivinhema, em 2007. Já no grupo de municípios que apresentam baixo percentual (ACR_c), foram incluídos 14 municípios do Estado. Reúne-se a esses municípios com área inferior a 2,59%, o máximo valor obtido no grupo em 2011, o município de Costa Rica, pela estabilização. Conclui-se que os municípios que apresentam baixa razão de ACR possivelmente exibem pequena área cultivada com cana-de-açúcar, e podem, também, apresentar muitas limitações de cultivo, devido a questões topográficas e ambientes mais fracos de produção.

Analisando os resultados do agrupamento para a produção, no grupo de produção alta (PRA), houve uma única inserção de município, representado por Rio Brilhante. Em 2004, o município produziu 1.046.038,00 toneladas de cana-de-açúcar, valor menor do que o produzido em 2003. Em 2010, o município alcançou a maior produção da história, com 6.783.111,00 toneladas de cana-de-açúcar. Em analogia aos outros municípios, a PR máxima de Rio Brilhante foi duas vezes superior à PR máxima do grupo PRB. A PR máxima do grupo PRB foi alcançada por Nova Alvorada do Sul em 2011, com 2.961.929,00 toneladas. O grupo PRC abrigou os 20 municípios com as produções baixas do Estado, sendo representado pelos municípios de Dourados (valor máximo) e Campo Grande (valor mínimo).

O agrupamento de acordo com a PRM não selecionou muito bem os municípios do Estado. Isso ocorreu principalmente devido à expansão das áreas cultivadas com cana e grande oscilação dos percentuais de idade de corte dos canaviais. São incluídas nas áreas disponíveis à colheita, canaviais recém-implantados (em expansão) e canaviais implantados (cana planta e soca), além dos canaviais reformados. Essas classes de áreas impõem uma grande disparidade nos dados de produtividade, uma vez que os canaviais mais velhos tendem a diminuir a PRM com o tempo (longevidade), enquanto os mais novos (em expansão e reformados) são mais produtivos.

Uma das características que comprovam esses dados são os valores máximos da PRM dentro dos grupos classificados em alto, médio e baixo. Os valores máximos observados, provavelmente, sofrem grande influência de picos de canaviais de primeiro corte (em expansão ou recém-implantados), que posteriormente entram em declínio, como de fato ocorre. Porém, ao observar a PRM ao longo dos anos (Figura 2), verificam-se dois grupos paralelos (PRM_A e PRM_B), com tendência similar após 2007 e ambos com declínio, de 2010 para 2011. Em relação ao grupo PRM_C , houve aumento da PRM até 2009, com posterior declínio. O exame do comportamento geral da PRM mostra uma aproximação dos valores dos diferentes grupos, o que pode ser referente à tendência de estabilização do cultivo de cana-de-açúcar. Isso se deve a menores áreas de expansão do cultivo, menores instalações de usinas produtoras e menor número de fornecedores no Estado.

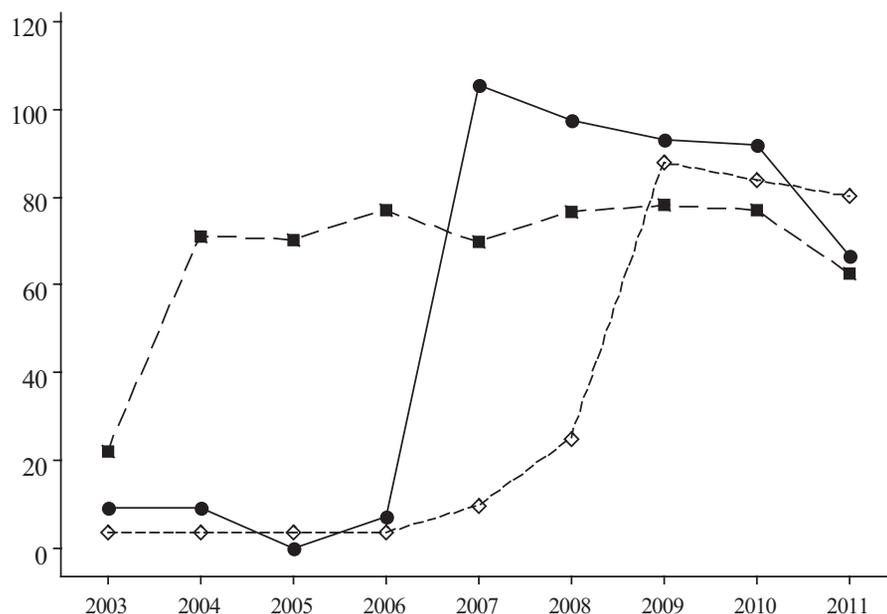


Figura 2 Produtividade média de cana-de-açúcar para os grupos PRM_A ●, PRM_B ■ e PRM_C ◇ ao longo dos anos de 2003 a 2011, nos municípios com produção significativa no Estado de Mato Grosso do Sul. Fonte de dados: Elaboração dos autores mediante dados do LSPA/IBGE (2012).

Ao observar os resultados da análise de agrupamento numa análise conjunta, é caracterizada uma relação entre os indicadores (Tabela 2). Essa relação obedece ao critério de formação de um único grupo formado pelos diferentes indicadores (AC, ACR, PR e PRM = análise conjunta). Assim, quando um município é colocado em um determinado grupo, sua posição em outro grupo é definida automaticamente no mesmo grupo, quando se descarta um dos indicadores. Dessa forma, nota-se que em 56,75% dos casos há formação do agrupamento com pelo menos três mesmos indicadores. A maioria das coincidências ocorreu no grupo C (66,66%) e no grupo B (33,33%), enquanto no grupo A ocorreu uma única vez. Tal fato pode ter ocorrido devido a algumas características do grupo A estarem presentes no grupo B ou C.

Tabela 2 Municípios com produção significativa de cana-de-açúcar agrupados pelos critérios de área colhida (AC), área colhida relativa (ACR), produção (PR) e produtividade média (PRM), durante 2003 a 2011.

MUNICÍPIOS	AGRUPAMENTO ⁽¹⁾				MUNICÍPIOS	AGRUPAMENTO			
	AC	ACR	PR	PRM		AC	ACR	PR	PRM
Anaurilândia	C ⁽²⁾	C	C	C	Juti	C	B	C	B
Angélica	C	A	B	B	Laguna Carapã	C	B	B	C
Aparecida do Taboado	B	B	B	B	Maracajú	A	B	B	B
Bataiporã	C	C	C	C	Naviraí	C	B	B	A
Brasilândia	B	C	C	B	Nova Alvorada do Sul	A	A	B	B
Caarapó	C	B	B	C	Nova Andradina	B	B	B	B
Campo Grande	C	C	C	B	Novo Horizonte do Sul	C	B	C	C
Chapadão do Sul	C	B	B	C	Paranaíba	C	C	C	A
Costa Rica	C	C	B	C	Ponta Porã	C	B	B	C
Deodápolis	C	C	C	A	Rio Brilhante	A	A	A	B
Douradina	C	C	B	C	Santa Rita do Rio Pardo	B	C	C	B
Dourados	C	B	C	A	Selvíria	C	C	C	B

MUNICÍPIOS	AGRUPAMENTO ⁽¹⁾				MUNICÍPIOS	AGRUPAMENTO			
	AC	ACR	PR	PRM		AC	ACR	PR	PRM
Eldorado	C	B	C	A	Sidrolândia	B	B	B	B
Fátima do Sul	C	C	C	C	Sonora	B	B	B	B
Iguatemi	C	B	C	B	Taquarussu	C	B	C	A
Itaporã	C	B	C	C	Terenos	C	C	C	B
Itaquiraí	C	B	B	B	Três Lagoas	C	C	C	C
Ivinhema	C	B	B	A	Vicentina	C	B	C	A
Jateí	C	C	C	C	-	-	-	-	-

⁽¹⁾ AC: Área Colhida; ACR: Área Colhida Relativa; PR: Produção; PRM: Produtividade média. ⁽²⁾ A (alto), B (médio), C (baixo): resultado da análise de agrupamento pelo método de Ward.

Fonte: Elaboração dos autores.

Ao observar a espacialização dos dados dos indicadores utilizados no estudo, nota-se que a produção de cana-de-açúcar está estabelecida na porção inferior e nas periferias do lado leste do Estado (Figura 3). A observação desse comportamento leva a entender que a produção de cana-de-açúcar possui relação espacial para os indicadores utilizados. Nos sítios de ACR_A, a representatividade da produção sucroalcooleira é maior, o que também indica que há diminuição, no município, das atividades agrícolas com outras culturas. Nessas condições, incluem os municípios de Rio Brillhante, Angélica e Nova Alvorada do Sul.

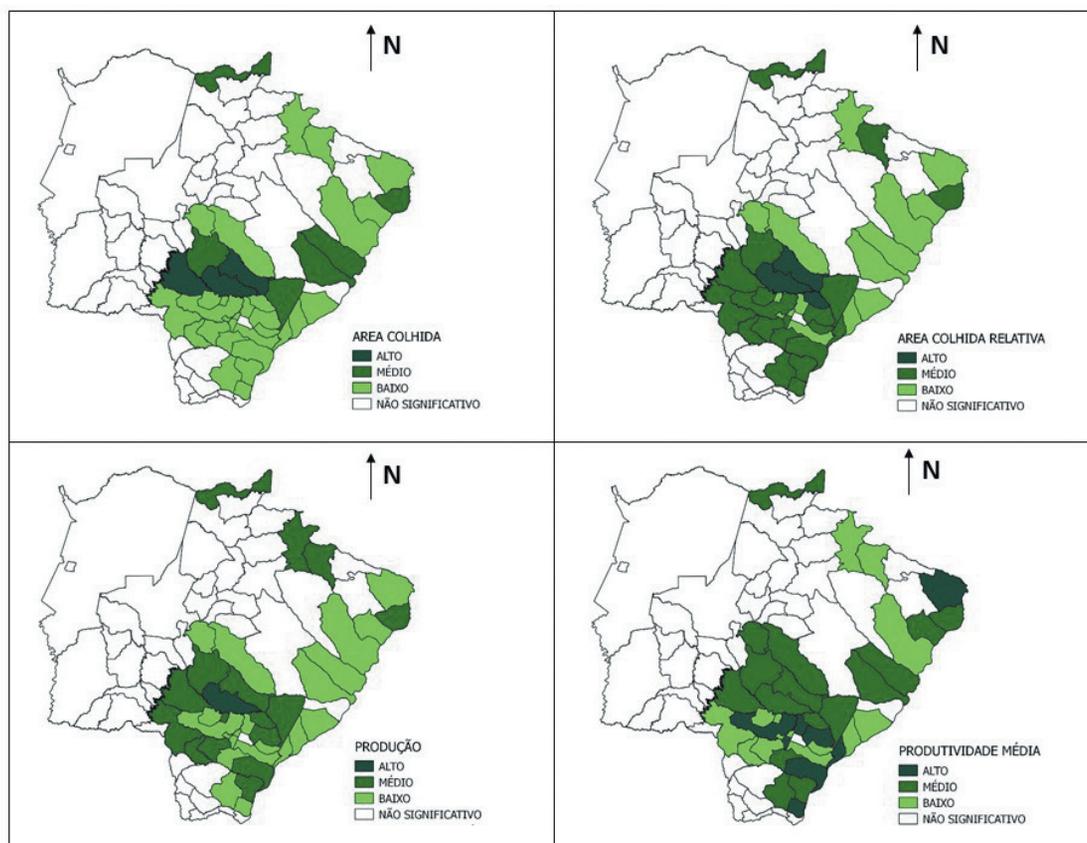


Figura 3 Espacialização da área colhida (AC), área colhida relativa (ACR), produção (PR) e produtividade média (PRM) nos municípios de Mato Grosso do Sul agrupados pelo método de Ward ao longo dos anos de 2003 a 2011.

Fonte de dados: Elaboração dos autores a partir de dados do LSPA/IBGE (2012).

A espacialização da produtividade média (PRM) mostrou que os municípios detentores de AC_A , ACR_A e PR_A não são necessariamente os que possuem a maior contribuição com a PRM. O mesmo não ocorreu para o inverso. De fato, mesmo não ocorrendo uma relação com esses indicadores, a PRM se mostrou relacionada à divisão das porções geográficas, compreendidas nos limites territoriais de municípios. Isso mostra que a PRM de cana-de-açúcar é sensível às variações climáticas e edáficas, além das limitações políticas de cada região. Segundo Vitti e Prado (2012), a produtividade de cana-de-açúcar depende das condições químicas e físico-hídricas das camadas superficiais e sub-superficiais dos solos, assim como das condições climáticas, formando os chamados ambientes de produção. Assim, podemos inferir que, nos locais onde há PRM_A , predominem melhores ambientes de produção para a cultura.

A identificação da boa relação espacial entre os indicadores contribuiu para a dinâmica da produção de cana-de-açúcar no intervalo selecionado pelo estudo. Com isso, criaram-se zonas de preferência para produção de cana-de-açúcar pela análise conjunta dos indicadores (Figura 4). Na combinação dos indicadores, formaram-se três zonas preferências (I, II e III) bem definidas para a produção de cana-de-açúcar, com base na análise de agrupamento. Na zona de preferência I enquadraram-se o município de Rio Brilhante, pelas melhores condições apresentadas pelos indicadores ao longo de 2003 a 2011. Os dados mostram que esse município se apresenta com a maioria dos indicadores com valores elevados na produção da cultura. Na zona de preferência II, incluíram-se os sítios ocupados pelos municípios com limites territoriais na zona de preferência I, os municípios de Naviraí e Itaquiraí, no Sul do Estado, Brasilândia, Santa Rita do Rio Pardo e Aparecida do Taboado, na periferia Leste, e Sonora, no Norte. Para a zona de preferência III, estão relacionados os municípios com os baixos índices, situados em níveis geográficos de todo o Estado.

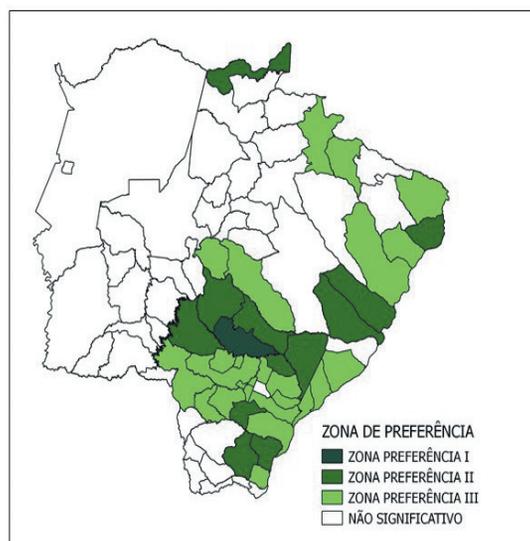


Figura 4 Zona de preferência da produção de cana-de-açúcar pela análise conjunta nos municípios de Mato Grosso do Sul ao longo dos anos de 2003 a 2011.

Fonte de dados: Elaboração dos autores mediante dados do LSPA/IBGE (2012).

Pela avaliação das terras com potencial para expansão sustentável da cultura de cana-de-açúcar de acordo com o zoneamento agroecológico, proposto por Manzatto et al. (2009), indica-se que as zonas de preferências obtidas no estudo se assemelha às das áreas classificadas com aptidão. As zonas de preferência I e II correspondem, em maior parte, às áreas classificadas como de alta aptidão

ocupadas por agricultura ou pecuária. Alguns municípios que ocupam o centro-sul do estado na zona de preferência II são caracterizados como de aptidão média. Os municípios da zona de preferência III, em sua maioria, possuem seus domínios territoriais com zonas de aptidão alta, média e baixa.

Quando a análise envolve um grande número de municípios, conhecer a correlação dois a dois ajudam na abordagem de informações. A análise utilizou a comparação dois a dois dentro dos grupos formados pela análise de agrupamento. Assim, de acordo com os agrupamentos (Grupos A, B e C), foram formados pares, pelas correlações de Pearson, entre os municípios. Na Tabela 4 estão apresentadas as correlações entre os municípios do grupo A. Foram pareados significativamente, por meio dos dados de produtividade média, os seguintes municípios: 1) Paranaíba x Deodápolis ($r = 0,84^*$) e 2) Paranaíba x Naviraí ($r = 0,84^*$). Para esses pares, as correlações foram diretas, indicando alta similaridade entre esses municípios durante os anos de estudo. Além disso, deve-se salientar que os municípios testados em cada grupo já possuem semelhanças por serem agrupados inicialmente por medida de similaridade intragrupo. Segundo Lira (2004), o coeficiente de correlação pode ser avaliado qualitativamente da seguinte forma: se $0,00 < r < 0,30$, existe fraca correlação linear; se $0,30 \leq r < 0,60$, existe moderada correlação linear; se $0,60 \leq r < 0,90$, existe forte correlação linear; e, se $0,90 \leq r < 1,00$, existe correlação linear muito forte. Os pares significativos da PRM dos municípios mencionados, segundo a classificação citada, possuem forte correlação linear.

Tabela 4 Matriz de correlação da produtividade de cana-de-açúcar dos municípios enquadrados no Grupo A.

	Deodápolis	Dourados	Eldorado	Ivinhema	Naviraí	Paranaíba	Taquarussu	Vicentina
Deodápolis	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Dourados	0,44	1,00	-	-	-	-	-	-
Eldorado	0,00	-0,80	1,00	-	-	-	-	-
Ivinhema	0,77	-0,37	0,42	1,00	-	-	-	-
Naviraí	0,67	0,66	-0,37	0,50	1,00	-	-	-
Paranaíba	0,84*	0,40	0,10	0,82	0,86*	1,00	-	-
Taquarussu	0,15	0,57	0,13	-0,23	0,00	0,09	1,00	-
Vicentina	0,32	0,49	0,15	0,36	0,70	0,73	0,35	1,00

Valores em negrito representam significância de * 5 e ** 1%.

Fonte: Elaboração dos autores.

Com base na Tabela 5, pela correlação entre os municípios formadores do grupo B, houve a maioria de municípios enquadrados, totalizando 16 municípios. Assim, foram pareados significativamente, pelos dados de produtividade média, os seguintes municípios: 1) Iguatemi x Angélica ($r = 0,97^{**}$), 2) Brasilândia x Aparecida do Taboado ($0,89^{**}$), 3) Rio Brilhante x Aparecida do Taboado ($r = 0,73^*$), 4) Santa Rita do Rio Pardo x Aparecida do Taboado ($r = 0,94^{**}$), 5) Nova Alvorada do Sul x Brasilândia ($r = 0,80^*$), 6) Rio Brilhante x Brasilândia ($r = 0,76^*$), 7) Santa Rita do Rio Pardo x Brasilândia ($r = 0,96^{**}$), 8) Juti x Campo Grande ($r = 0,91^{**}$), 9) Nova Alvorada do Sul x Iguatemi ($r = 0,72^*$), 10) Sidrolândia x Itaquiraí ($r = 0,72^*$), 11) Rio Brilhante x Maracajú ($r = 0,78^{**}$), 12) Rio Brilhante x Nova Alvorada ($r = 0,71^*$) e 13) Santa Rita do Rio Pardo x Rio Brilhante ($r = 0,72^*$). Os pares apresentados mostram correlação de forte a muito forte, direta em todos os pares da PRM, constatando maior similaridade entre esses municípios.

Tabela 5 Matriz de correlação entre os municípios do Grupo B.

	Angélica	Ap. Tab. (1)	Brasilândia	C. Grande	Iguatemi	Itaquiraí	Juti	Maracaju	N. Alv.	N. And.	R. Brilh.	S. Rita	Selvíria	Sidrolândia	Sonora	Terenos
Angélica	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ap. Tab.	0,60	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brasilândia	0,67	0,89**	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. Grande	-0,40	-0,42	-0,27	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Iguatemi	0,97**	0,27	0,28	-0,06	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Itaquiraí	-0,21	0,11	0,27	0,24	0,20	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juti	-0,56	-0,52	-0,47	0,91**	-0,30	-0,07	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maracaju	0,34	0,61	0,62	0,29	0,29	-0,29	0,19	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
N. Alv.	0,76	0,59	0,80*	-0,06	0,72*	0,43	-0,39	0,38	1,00	-	-	-	-	-	-	-
N. And.	-0,71	-0,57	-0,44	0,61	-0,50	0,50	0,58	-0,33	-0,46	1,00	-	-	-	-	-	-
R. Brilh.	0,78	0,73*	0,76*	0,06	0,55	-0,05	-0,15	0,78**	0,71*	-0,53	1,00	-	-	-	-	-
S. Rita	0,74	0,94**	0,96**	-0,47	0,24	0,12	-0,62	0,53	0,69	-0,57	0,72*	1,00	-	-	-	-
Selvíria	0,38	0,36	0,01	-0,44	-0,20	-0,40	-0,26	0,10	-0,33	-0,27	0,08	0,23	1,00	-	-	-
Sidrolândia	-0,22	0,39	0,50	0,24	-0,20	0,72*	0,09	0,24	0,22	0,44	0,15	0,37	-0,25	1,00	-	-
Sonora	0,31	0,67	0,68	-0,54	0,40	0,47	-0,74	0,24	0,63	-0,35	0,32	0,70	0,12	0,31	1,00	-
Terenos	0,50	0,70*	0,63	0,20	0,07	0,19	0,06	0,70	0,38	-0,08	0,57	0,61	0,34	0,46	0,22	1,00

Valores em negrito representam significância de * 5 e ** 1%. (1) Ap. Tab = Aparecida do Taboado; C. Grande = Campo Grande; N. Alv. = Nova Alvorada do Sul; N. And. = Nova Andradina; R. Brilh. = Rio Brilhante; S. Rita = Santa Rita do Rio Pardo.

Fonte: Elaboração dos autores.

As correlações da PRM de cana-de-açúcar, para os municípios que compõem o grupo C, estão apresentadas na Tabela 6. Houve significância e correlação linear muito forte para os pares de Costa Rica x Anaurilândia ($r = 0,99^{**}$), Laguna Carapã x Jateí ($r = 0,97^*$) e Ponta Porã x Laguna Carapã ($r = 0,99^{**}$). Para essas correlações em específico, existe uma série de valores com dados vazios nos anos iniciais.

Tabela 6 Matriz de correlação entre os municípios do Grupo C.

	Anaurilândia	Bataiporã	Caarapó	Ch. Sul ⁽¹⁾	C. Rica	Itaporã	Jateí	L. Carapã	P. Porã	T. Lagoas
Anaurilândia	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bataiporã	0,91	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Caarapó	0,77	0,45	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Ch. Sul	0,99	0,95	0,69	1,00	-	-	-	-	-	-
C. Rica	0,99**	0,91	0,77	0,99	1,00	-	-	-	-	-
Itaporã	0,18	0,44	-0,48	0,30	0,17	1,00	-	-	-	-
Jateí	0,78	-0,14	0,20	0,85	0,77	0,40	1,00	-	-	-
L. Carapã	0,80	-0,37	0,24	0,86	0,79	0,22	0,97*	1,00	-	-
P. Porã	0,95	-0,22	0,55	0,98	0,95	0,19	0,97	0,99**	1,00	-
T. Lagoas	0,65	0,29	0,98	0,56	0,66	-0,61	0,04	0,07	0,40	1,00

Valores em negrito representam significância de * 5 e ** 1%. - (1) Ch. Sul = Chapadão do Sul; C. Rica = Costa Rica; L. Carapã = Laguna Carapã; P. Porã = Ponta Porã. Douradina, Fátima do Sul, Novo Horizonte do Sul foram excluídos da matriz por não apresentarem número de pares suficientes.

Fonte: Elaboração dos autores.

Na verificação de tendência tecnológica pela análise de regressão, foram observados pares significativos para a mesorregião Sudoeste (MES-SU) e para as microrregiões de Campo Grande (MIC-CG) e Dourados (MIC-DO), na PRM de cana-de-açúcar no período de 2003 a 2011. A verificação para os grupos da análise de agrupamento resultou em par significativo apenas para o grupo B. Para a explicação da tendência tecnológica, foi ajustado o modelo exponencial para a MES-SU e para a MIC-CG, linear para a MIC-DO e potencial para o Grupo B (Tabela 7).

Observou-se que apenas a MES-SU e a MIC-DO possuem características de aumento da tendência tecnológica incorporada ao longo dos anos com correlações diretas da (MES-SU PRM x ANO) e (MIC-DO PRM x ANO) com coeficientes ($r = 0,203^*$) e ($r = 0,246^*$), respectivamente. O incremento na PRM, observado na MES-SU, foi determinado em função dos anos. Para a MIC-DO, pode-se verificar o aumento da PRM em $3,33 \text{ t ha}^{-1}$ de cana-de-açúcar a cada safra. Para ambas as equações, o coeficiente de determinação (R^2) foi baixo, possivelmente devido à grande variação dos dados municipais e ao grande número de fatores que estão envolvidos com o incremento de tecnologia em um sistema de produção. Nesse aspecto, deve ser citado com exemplo as variedades utilizadas para plantio, os valores médios de açúcares totais recuperáveis, o uso e não uso de maturadores em pré-colheita, as condições climáticas anuais, épocas de colheita, manejo da cultura e tratamentos culturais, pragas e doenças, entre outros fatores.

Na MIC-CG, verificou-se redução da tendência tecnológica na PRM, com a relação inversa de causa e efeito pelo coeficiente de correlação ($r = -0,255^*$). No entanto, uma possível explicação para esse comportamento pode ser creditada à dispersão dos dados ao longo dos anos. Isso deve ser caracterizado pelo aumento do número de municípios produtores, com PRM baixas e elevadas, conforme o município. Na MIC-DO, observou-se uma relação direta da tendência tecnológica refletindo efeito na elevação da PRM, conforme visto anteriormente. No grupo B, a PRM reduziu em função dos

anos, e a tendência é que os municípios apresentem uma queda na PRM a cada ano.

Tabela 7 Análise de regressão para verificação de tendência tecnológica em diferentes níveis geográficos do Estado de Mato Grosso do Sul durante os anos de 2003 a 2011.

Nível geográfico ⁽¹⁾	Modelo	n	Equação	R	F
Mesorregião Sudoeste	Exponencial	130	$y = 5E-39e^{0.0461x}$	0,203*	8,90**
Microrregião de Campo Grande	Exponencial	58	$y = 2E+59e^{-0.066x}$	-0,255*	4,74**
Microrregião de Dourados	Linear	87	$y = 3,3361x - 6621$	0,246*	7,95**
Grupo B	Potencial	98	$y = 9E+181x^{-54.52}$	-0,223*	11,78**

n = Número de pares; (*) Coeficiente de correlação linear de Pearson significativo a 5% de probabilidade; (**) Teste F da análise de regressão significativo a 1%.

Fonte de dados: LSPA/IBGE (2012).

Conclusão

A análise de agrupamento pode ser uma boa alternativa para identificar o comportamento da produção agrícola. Pela análise conjunta do agrupamento, os grupos classificados como alto e médio se assemelham ao zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar. Na microrregião de Dourados e mesorregião Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, estão os municípios que apresentam os melhores indicadores da produção de cana-de-açúcar.

Characterization of production of cane sugar through spatial and temporal indicators and Mato Grosso do Sul

Abstract

With a very favorable scenario, the expansion of cultivated areas with cane sugar in the State of Mato Grosso do Sul has taken high dimensions, which makes it important to study indicators of production of this crop in different territorial levels of government to better knowledge production. Given this scenario, the objective of this study was to analyze the production of cane sugar producers in the major municipalities of Mato Grosso do Sul through production indicators from official data for the period 2003-2011. Official data were used to estimate the LASP/IBGE area harvested - AC (ha), the area harvested on - ACR (%) production - PR (t) and average productivity - PRM (t ha⁻¹) at different territorial levels (meso, micro-regions and municipalities) with significant production of cane sugar. Using cluster analysis, the municipalities were typed as AC, ACR, PR and PRM. The joint analysis of the grouping, the groups classified as high and medium resemble agroecological zoning of cane sugar as the fitness of land for sustainable expansion. Through regression analysis the meso Southwest (MES -SU) and micro- Gold (MIC -DO) are territorial levels that present growth of PRM during the characterization.

Keywords: Grouping. Systematic survey. Yield. Grouping. Technological trend.

Referências

BIOSUL – ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIONERGIA DE MATO GROSSO DO SUL. **Encerramento da Safra 11/12 - coletiva de imprensa.** Disponível em: <http://www.biosulms.com.br/>. Acesso em: 15 abr. 2012.

BRAGA, H. J. **Previsão agrícola: uma nova abordagem-uso de scanner aerotransportável e redes neurais**. 1995. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

CALLEGARI-JACQUES, Sidia M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artemed, 2003. 255p.

CENTENARO, M. **Um estudo sobre investimento direto externo no setor sucroenergético do Estado de Mato Grosso do Sul**. 2012. 113 f. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2012.

CONAB. **1º Levantamento cana-de-açúcar - Maio/2011**. 2011. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_05_27_11_53_13_boletim_cana_portugues_-_maio_2011_1o_lev..pdf>. Acesso em: 20 maio 2012.

IBGE. Informações institucionais, produtos, notícias, pesquisas, eventos e serviços. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>> Acesso em: 30 nov. 2012.

LIRA, S. A. **Análise de correlação: abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

MANZATTO, C. V. Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2009. 55p.

MELO, R. W; FONTANA, D. C.; BERLATO, A. M. Indicadores de produção de soja no Rio Grande do Sul comparados ao zoneamento agrícola. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.12, p.1167-1175, 2004.

PEREIRA, M. C. **A expansão da cadeia sucroalcooleira em Mato Grosso do Sul, dinâmica e determinantes**. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2007.

RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T. Estimativa da área de soja no Rio Grande do Sul por meio de imagens Landsat. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v.3, n.57, p.226-234, 2005.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.306p.

VITTI, A. C; PRADO, H. Produtividade de cana-de-açúcar em função do ambiente e disponibilidade hídrica. **Pesquisa e Tecnologia**, São Paulo, v.9, n.2, p.1-6, 2012.

WILKS, D.S. **Statistical methods in the atmospheric sciences: an introduction**. New York: Academic Press, 1995. 467p.

Histórico

Submetido em: 23/01/2014

Aceito em: 21/07/2014