

Análise da distribuição espacial dos casos de Aids no estado do Rio Grande do Sul, no período de 2004 a 2013

Wilson S. Mateus^{1†}, Ana Lúcia S. S. Mateus², Sidcleide B. Sousa³, Marcio Ballestre⁴

¹Universidade Federal de Lavras.

²Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: analucia.stat@gmail.com.

³Universidade Federal de Lavras. E-mail: sbarbosas1987@gmail.com.

⁴Universidade Federal de Lavras. E-mail: marciobalestre@des.ufla.br.

Resumo: A Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (Aids) emergiu no final do século XX. Onde os primeiros focos de disseminação foram detectados em 1982 nos EUA, Haiti e África Central. O Brasil registra em média cerca de 38 mil novos casos de Aids por ano. Sendo um país tem uma das maiores coberturas de tratamento antirretroviral (TARV) entre os países de média e baixa renda, com aproximadamente 50% das pessoas que vive com HIV recebem TARV, enquanto que a média global é de 41%. A análise da dispersão espacial do risco de uma doença é feita principalmente através de mapas de taxas de incidência. Estes mapas são instrumentos valiosos para apontar associações entre fontes potenciais de contaminação e áreas de risco elevado. Espera-se que essa identificação contribua para uma melhor distribuição dos recursos financeiros e humanos necessários para a redução da epidemia por parte dos gestores do setor público de saúde do estado.

Palavras-chave: DST; incidência; dispersão espacial; análise de clusters.

Abstract: The Acquired Immune Deficiency Syndrome (AIDS) emerged at the end of the 20th century. The first foci of dissemination were detected in 1982 in the USA, Haiti and Central Africa. Brazil records an average of 38 hundred new cases of AIDS per year. It is a country with one of the largest series of antiretroviral treatments (ART), with about 50% of people living with HIV, while the global average is 41%. An analysis of the dispersion of disease risk done analytically through incidence rates. These kind maps are valuable tools for choosing sources of contamination and high-risk areas. It is hoped that this identification is one of the financial resource management and the human resources needed for epidemiological health and health state.

Keywords: STD; incidence; spatial dispersion; cluster analysis.

Introdução

A Síndrome da Imunodeficiência Humana (Aids) emergiu no final do século XX. Os primeiros focos de disseminação foram classificados em 1982 nos EUA, Haiti e África Central. No Brasil o primeiro caso diagnosticado foi na cidade de São Paulo, no mesmo ano. Ter o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) não é a mesma coisa que ter a Aids. Há muitos soropositivos que vivem anos sem apresentar sintomas e sem desenvolver a doença. Mas, podem transmitir o vírus a outros pelas relações sexuais desprotegidas, pelo compartilhamento seringas contaminadas ou de mãe para filho durante a gravidez e a amamentação (Brasil, 2015).

Hoje o país tem uma das maiores coberturas de tratamento antirretroviral (TARV) entre os países de média e baixa renda, com aproximadamente metade das pessoas vivendo com HIV recebendo TARV, enquanto que a média global é de 41% (UNAIDS, 2015). Em consequência destas políticas entre outras, a Organização Nacional das Nações Unidas (ONU) afirma que o Brasil é o líder no combate a Aids (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

†Autor correspondente: sancheswm78@gmail.com.

Contudo, entre as regiões brasileiras, o Rio Grande do Sul, há mais de 10 anos, é estado com maior incidência de casos novos de Aids. Enquanto a média nacional de detecção da doença é de 20,5 a cada 100 mil habitantes, o estado tem o dobro da média: 41,3 para cada 100 mil habitantes. Ele também lidera o número de mortes por Aids: são 11,2 mortes a cada 100 mil habitantes, o dobro do coeficiente nacional. (Ministério da Saúde, 2014). No ranking proposto pela pesquisa, a quantidade de casos locais também é alarmante, Santa Maria aparece em 10º lugar, entre os municípios brasileiros com mais de 100 mil habitantes, com uma taxa de mortalidade de 16,3 a cada 100 mil habitantes. A média de detecção do vírus no município é de 43,5 a cada 100 mil habitantes.

Apesar dos avanços no tratamento da Aids, ainda não existem possibilidades de cura ou vacinas para a síndrome; desta forma, as ações de prevenção são essenciais ao controle da epidemia. Estas ações devem ser eficazes e dependem da alocação correta dos quase sempre escassos recursos de saúde. Pesquisas que prestem informações mais detalhadas acerca da epidemia – tais como: *onde*, *quando*, e *quanto* a síndrome irá se difundir – são valiosos (Dias e Nobre, 2001).

A análise da dispersão espacial do risco de uma doença é feita principalmente através de mapas de taxas de incidência. Estes mapas são instrumentos valiosos para apontar associações entre fontes potenciais de contaminação e áreas de risco elevado, para sugerir determinantes locais de doenças e fatores etiológicos desconhecidos e para visualização da distribuição espacial da doença (Assunção, 2001).

Neste cenário, o estudo de dados de área é um dos ramos de pesquisa da Estatística Espacial, em que a sua aplicação está associada a determinadas áreas A_i , com $i = 1, 2, \dots, n$, contidas numa região R , de forma que $\bigcup_{i=1}^n A_i = R$ e $A_i \cap A_j = \emptyset$ e se $i \neq j$, qualquer que seja a forma de A_i e de R . Essa teoria é adequada em situações em que a localização do evento a ser analisado está associado a áreas delimitadas por polígonos. Este caso ocorre com muita frequência quando lidamos com eventos agregados por municípios, bairros ou setores censitários, onde não se dispõe da localização exata dos eventos, mas de um valor por área (Druck et al., 2004).

No campo da Epidemiologia Geográfica, métodos estatísticos espaciais têm sido cada vez mais utilizados em estudos da distribuição espacial de doenças, tais como tuberculose (Acosta, 2008; Barbosa et. al, 2013), malária (Zhang et al., 2008, Saraiva et al., 2009), hepatite (Medronho et. al, 2003). Nos estudos investigando a incidência de Aids os números são substanciais (Bastos e Barcellos, 1995; Dias e Nobre, 2001; Oliveira, 2011; Zhang et al., 2015).

Não foram encontrados na literatura até a presente data estudos que analisam a distribuição espacial da Aids no estado do Rio Grande do Sul. Os trabalhos encontrados são relacionados com a distribuição da doença caracterizando diversos subconjuntos da população (Paula et al., 2012; Lazzarotto et al., 2008).

À vista disso, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de obter maiores informações a respeito da distribuição espacial da doença no estado do Rio Grande do Sul entre 2004 e 2013. O intuito é verificar quais os municípios com maiores índices de risco, e qual a intensidade da correlação espacial, a nível global e local, existente entre essas regiões. Espera-se que essa identificação contribua para uma melhor distribuição dos recursos financeiros e humanos necessários para a redução da epidemia por parte dos gestores do setor público de saúde do estado.

Materiais e Métodos

Descrição dos dados

Localizado na região Sul do Brasil, o estado do Rio Grande do Sul é dividido em sete mesorregiões, 35 microrregiões e 497 municípios, conforme seus aspectos sociais e econômicos (Figura 1).



Figura 1: Mapa do estado do Rio Grande do Sul

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos no sítio eletrônico do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus) (www.datasus.com.br). São dados secundários de casos novos de Aids em residentes nos municípios do estado do Rio Grande do Sul, diagnosticados no período de 2004 a 2013. As estimativas populacionais empregadas para o cálculo do coeficiente de incidência e a base cartográfica digital foram obtidas da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015).

A variável analisada no estudo foi a taxa média anual de incidência. Para tal, primeiramente obteve-se o cálculo da incidência de Aids em cada município corresponde à razão entre o número de casos novos detectados durante o período analisado e população residente multiplicado por 100 mil habitantes. Em seguida calculou-se a média das incidências anuais de Aids por município nos dez anos considerados.

Análise exploratória

Para a realização da análise exploratória, será feita uma análise visual por meio do mapa de intervalos iguais com o objetivo de observar o comportamento da taxa de incidência média de Aids na região de estudo. Um aspecto fundamental dessa análise é a caracterização da dependência espacial. Como forma de avaliá-la será utilizado indicadores de autocorrelação espacial como o Índice de Moran global e o Índice de Moran local – LISA.

Índice global de autocorrelação espacial

A autocorrelação espacial pode ser entendida como a tendência a que o valor de uma variável associada a uma determinada localização assemelha-se mais aos valores de suas observações vizinhas do que ao restante das localizações do conjunto amostral (Cliff e Ord, 1981). Desta forma, uma estatística padrão que costuma ser utilizada para medir a associação espacial entre unidades de área a nível global é o Índice de Moran (I) é definido por:

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 370-378, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônoma (SEAGRO).

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2},$$

em que: n representa o número de áreas; z_i o valor do atributo considerado na área i ; \bar{z} o valor médio do atributo na região de estudo e w_{ij} os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial (Druck et al., 2004). A matriz de proximidade foi definida pelo método da fronteira comum, maiores critérios para a escolha da matriz é descrita em referências tais como Bailey e Gatrell (1995), Kampel et al., 2000 e Assunção (2001).

O Índice de Moran global visa apresentar a significância da autocorrelação dos indicadores estudados para todos os municípios (global), sendo a variação do índice $-1 \leq I \leq +1$. Os valores iguais a zero indicam a inexistência de autocorrelação espacial. Valores positivos (entre 0 e +1) indicam para correlação direta e negativos, (entre 0 e -1) correlação inversa.

Para a avaliação da estatística I de Moran, as seguintes hipóteses são estabelecidas:

H_0 : $I = 0$ (não existe autocorrelação espacial entre os municípios)

H_1 : $I > 0$ (existe autocorrelação espacial entre os municípios)

Para uma melhor visualização da autocorrelação existente entre os municípios do estado do Rio Grande do Sul será utilizado o gráfico de espalhamento de Moran e o *Box Map*. Este gráfico é construído com base nos valores normalizados (valores de atributos subtraídos de sua média e divididos pelo desvio padrão), que permite analisar o comportamento da variabilidade espacial. A origem do gráfico está centrada na coordenada (0,0), sendo assim, o gráfico é dividido em quatro quadrantes, de maneira que cada quadrante representa um tipo diferente de associação entre o valor de uma dada região e a média de seus vizinhos. Este tipo de gráfico é apresentado.

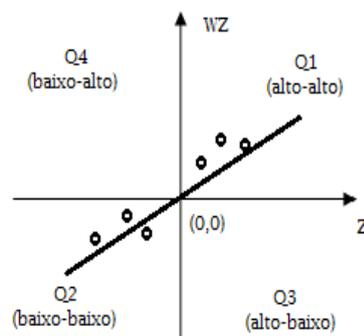


Figura 2: Esquema ilustrativo do Gráfico de Espalhamento de Moran

A interpretação do gráfico é a dada da seguinte forma:

- Q1 (valores positivos, médias positivas ou “alto-alto”),
- Q2 (valores negativos, médias negativas ou “baixo-baixo”)
- Q3 (valores positivos, médias negativas ou “alto-baixo”),
- Q4 (valores negativos, médias positivas ou “baixo-alto”)

Os Q1 e Q2 indicam pontos de associação espacial positiva, isto é, os municípios com o valor do atributo considerado, estão cercados por município com comportamento similar. Os Q3 e Q4 indicam pontos de associação espacial negativa, no sentido que um município possui vizinhos com

valores distintos, indicando pontos de transições entre diferentes regimes de padrões espaciais. Esses pontos, por definição, são observações que exercem influências exageradas na determinação do grau de associação espacial, embora acompanhem a mesma associação espacial do restante dos dados (Anselin, 1996).

O *Box Map* é uma extensão do Diagrama de Espalhamento de Moran, onde os elementos de cada quadrante do gráfico são representados por uma cor específica com seus respectivos polígonos.

Índice local de autocorrelação espacial

Os indicadores globais de autocorrelação espacial, como o Índice de Moran, fornecem um único valor como medida da associação espacial para todo conjunto de dados, o que é útil na caracterização da região de estudo como um todo. Mas, em algumas situações é desejável examinar os dados mais detalhadamente, assim, os indicadores locais são aplicados a fim de encontrarem um valor específico para cada área (Druck et al., 2004).

$$I_i = \frac{z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j}{\sum_{j=1}^n z_j^2},$$

O índice local de Moran pode ser expresso para cada área i a partir dos valores normalizados z_i do atributo como:

Valores positivos de I_i indicam a existência de valores similares entre o objeto e sua vizinhança (alto-alto ou baixo-baixo). Valores negativos indicam haver divergência entre o valor encontrado para o objeto e o valor encontrado em sua vizinhança (alto-baixo ou baixo-alto).

Para a avaliação da significância do índice de Moran local obtido para cada município, será utilizado o *Moran Map*. Neste mapa somente são apresentadas as áreas para as quais os valores dos índices de Moran locais foram considerados significativos ($valor-p < 0,05$), porém, com classificação em quatro grupos, conforme os quadrantes aos quais pertençam no gráfico de espalhamento. As demais áreas ficam classificadas como não significativas. Na avaliação da significância será utilizada abordagem de permutação descrita em Anselin (1995).

Softwares utilizados

Todas as análises estatísticas feitas neste trabalho, foram realizadas com a utilização dos softwares GeoDA (Anselin, 2004) e Terra View (INPE, 2013).

Resultados e Discussão

Análise exploratória

No período analisado, foram notificados 31.374 casos novos de Aids no Rio Grande do Sul. Pela Figura 3, o município que registrou maior taxa de incidência média foi a capital, Porto Alegre com 86,6522 (por 100 mil habitantes) e em segundo lugar os municípios Alvorada (53,3196) e São Leopoldo (54,7055). Observa-se também que as maiores taxas de incidências se concentraram próximo a capital.

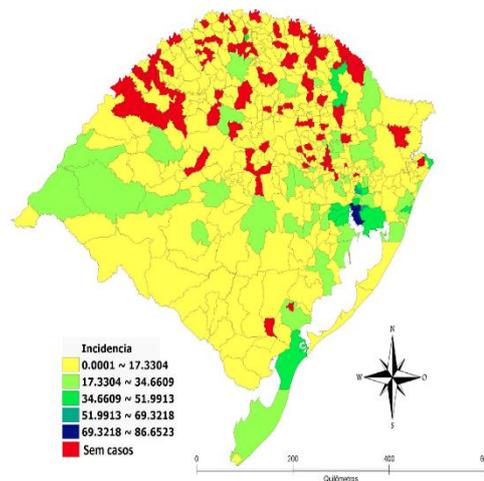


Figura 3: Mapa de intervalos iguais da taxa de incidência média de Aids (por 100 mil habitantes) nos municípios do Rio Grande do Sul, 2004 a 2013.

Análise da autocorrelação espacial global

O valor do índice global de Moran (I) foi de 0,0219, que corresponde a uma correlação positiva baixa, ou seja, o valor da incidência média de Aids em um município, tende a ser fracamente semelhantes aos valores dos seus municípios vizinhos ($valor-p < 0,05$).

Um melhor entendimento do índice global de Moran pode ser aferido pelos gráficos de espalhamento de Moran (Figura 5) e o *Box Map* (Figura 6). Pela Figura 5 as observações apresentam-se em sua maioria, concentrados no centro do diagrama, ou seja, na coordenada (0,0), indicando baixa correlação espacial. Pela Figura 6 percebe-se que pouco mais da metade dos municípios do estado estão localizados nos quadrantes alto-alto (27,76%) e baixo-baixo (22,5%).

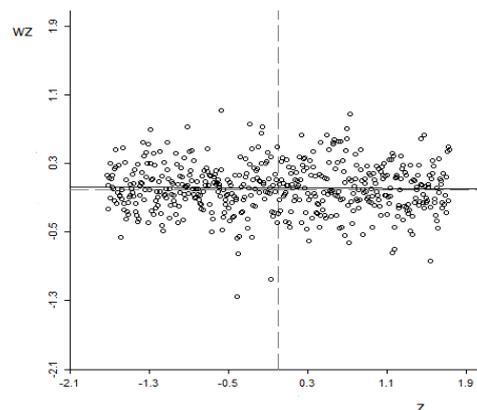


Figura 5: Diagrama de Espalhamento de Moran da taxa de incidência média da Aids (por 100 mil habitantes) nos municípios do Rio Grande do Sul, 2004 a 2013.

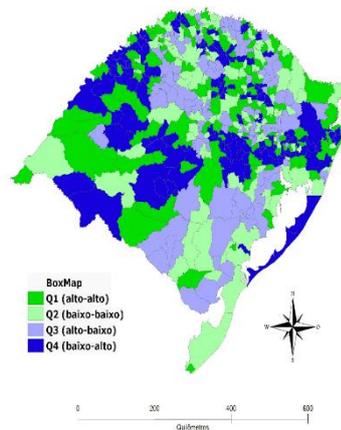


Figura 6: *Box Map* da taxa de incidência média de Aids (por 100 mil habitantes) nos municípios do Rio Grande do Sul, 2004 a 2013.

Uma desvantagem do diagrama de dispersão de Moran e do *Box Map* é que eles exibem tanto agrupamentos estatisticamente significativos quanto não significativos. E como não há muito sentido em analisar agrupamentos não significativos, essa ferramenta não proporciona uma análise eficiente, o que não ocorre com o índice de Moran local (Campos et al., 2013).

Análise da autocorrelação espacial local

Na Figura 7 está representado a simulação realizada para os índices de Moran locais pelo teste de permutação aleatória (9999 permutações). Constatou-se similaridade entre nove municípios com valores altos de taxa de incidência média da Aids (Santa Maria, Quevedos, Santa Rosa, Palmitinho, Momaço, Passo do Sobrado, Santa Cruz do Sul, Rolante e Tabuí). Houve similaridade entre doze municípios de baixos valores de taxa de incidência média (Mariana Pimentel, Hulha Negra, Bagé, Garibaldi, Amaral Ferrador, Dom Feliciano, Camaquá, Carlos Barbosa, Ipê, Ijuí, Coronel Barros e Barra do Rio Azul. Sendo que, a maior parte dos municípios não apresentaram valores significativos.

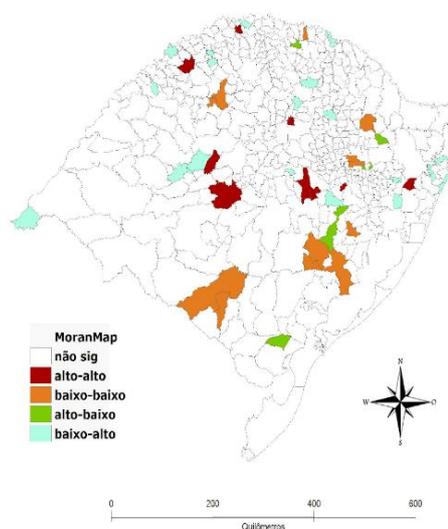


Figura 7: *Moran Map* da taxa de incidência média de Aids (por 100 mil habitantes) nos municípios do Rio Grande do Sul, 2004 a 2013.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 370-378, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).

18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).

Considerações Finais

Está análise se torna pertinente, pois é relativamente simples para implementar, gerando resultados confiáveis quando comparada a um mera análise descritiva ou exploratória. A incidência da doença no período observado em valores absolutos para os municípios foi significativa em relação a sua dependência espacial, viabilizando estudos futuros para os anos mais recentes. Foram obtidos clusters pequenos mesmo com a baixa similaridade entre os municípios, o que indica uma necessidade de uma melhor conscientização sobre a prevenção e controle de uma doença tão invasiva e capital quanto Aids.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais as agências de fomento CNPq, Fapemig e Capes.

Referências Bibliográficas

ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographic Analysis*, v.27, p. 91-114, 1995.

ANSELIN, L. The Moran Scatterplot as an ESDA Tool to Assess Local Instability in Spatial Association. In M. Fischer, H. Scholten, and D. Unwin (Eds.). *Spatial Analytical Perspectives on GIS*. London: Taylor and Francis, 1996: p.111–125.

ANSELIN, L. *GeoDaTM software for geodata analysis: version GeoDa 0.95i-(Beta)*. Champaign, University of Illinois, 2004. Disponível em: <<http://www.csiss.org/clearinghouse/GeoDa/>>. Acesso em: 5 fev. 2009.

BAUMONT, C. *Spatial effects in housing price models: do house prices capitalize urban development policies in the agglomeration Dijon (1999)?*. In: Regional Group Seminar of the Federal Reserve Bank of Chicago, 2004.

BAILEY, T.; GATRELL, A. *Interactive Spatial Data Analysis*. Essex - England: Longman Scientific and Technical, 1995.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de DST, AIDS e Hepatites Programa Nacional de DST e AIDS. 2003.

_____, Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde, Coordenação Nacional de DST e AIDS. Dados epidemiológicos de AIDS. Bol. Epidemiol. AIDST. 2004.

_____, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de DST e AIDS. O que é HIV? 2007.

_____, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de DST e AIDS. 2014.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 370-378, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).
18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica (SEAGRO).

CLIFF, A. D.; ORD, J. K. *Spatial processes: models and applications*. London: Pion, 1981. 266p.

DIAS, P. R.T.P.; NOBRE, F. F. Análise dos padrões de difusão espacial dos casos de AIDS por estados brasileiros. *Cad. Saúde Pública* [online]. 2001, vol.17, n.5, pp. 1173-1187. ISSN 1678-4464. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2001000500018>.

DRUCK, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. EMBRAPA, Brasília, 2004.209p.

KAMPEL, S. A.; G. CAMARA e J. A. QUINTANILHA. Análise Exploratória das Relações Espaciais do Desflorestamento na Amazônia Legal Brasileira. In: Anais Gisbrasil, 2000. Anais. São Paulo: Imagem Multimídia, 2000. Seção de Comunicações Técnico Científicas.

LAZZAROTTO A.R; REICHERT M.T; VENKER C; KRAMERAS SPRINZ E. HIV/aids e meia idade: avaliação do conhecimento de indivíduos da região do Vale do Sinos/RS, Brasil. *Ciência Saúde Coletiva* 2010;15(1):1185-90.

PAULA, C. C. de; BRUM, C. N.; SILVA, C. B.; BUBADUÉ, R. M.; ALBUQUERQUE, P. V. C. de; HOFFMANN, I. C. Morbimortalidade de Adolescentes com HIV/Aids em Serviço de Referência no Sul do Brasil DST – *Jornal Brasileiro de Doenças Sexualmente Transmissíveis*, v. 24, n. 1, p. 44-48, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *TerraView*. Rio de Janeiro: Divisão de Processamento. 2007. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>>. Acesso em: 20 jun. 2009.

UNAIDS. Report on the Global HIV/AIDS Epidemics, 2004. Geneva: Unaid; 2004.

Sigmae, Alfenas, v.8, n.2, p. 370-378, 2019.

64ª Reunião da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBRAS).
18º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO).