



## ANÁLISE DO PADRÃO ESPACIAL DA FASCIULOSE BOVINA NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Ana Elisa Pereira Silva<sup>1</sup>  
Luciano Vieira Dutra<sup>2</sup>  
Marcelo Beltrão Molento<sup>3</sup>  
Dissertação – análise preliminar

### RESUMO

A fasciolose é uma doença que acomete vários mamíferos através do parasita *Fasciola hepatica*, desencadeando um processo inflamatório crônico no fígado e seus órgãos anexos. Ocorre em maior número na região sul do Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul que apresenta os maiores índices da doença no país. Na população bovina pode levar à diminuição da produção e da fertilidade e, em casos graves, à morte dos animais. Por isto, o objetivo deste trabalho é conhecer a distribuição da doença no Rio Grande do Sul, analisando seus padrões espaciais através de métodos para análise de dados espaciais com base em metodologias estatísticas. A proporção de animal doente por animal abatido para cada município, aqui denominado Índice de Positividade (Ip) da doença foi o dado utilizado para o período de 2002 a 2010. Foram utilizados os métodos de análise espacial Global e Local de Moran, através do software TerraView. Os resultados mostraram que ao longo dos anos, a distribuição da fasciolose se tornou mais homogênea; que existe autocorrelação espacial entre os municípios; e que os maiores índices da doença estão concentrados a sudeste do estado, no centro e na região metropolitana de Porto Alegre. Com isto espera-se que medidas de prevenção e controle da doença sejam objetivamente aplicadas onde se encontra o problema.

Palavras-chave: Doença parasitária; Análise espacial; Geoprocessamento

### INTRODUÇÃO

A doença parasitária conhecida como Fasciolose desencadeia um processo inflamatório crônico no fígado e seus órgãos anexos. O agente etiológico causador desta doença é a *Fasciola hepatica*, verme da classe dos Nematódeos, considerado como padrão da espécie. É encontrado geralmente no interior da vesícula e canais biliares de maiores calibres em seus hospedeiros usuais: bovinos, ovinos, caprinos, suínos e vários mamíferos silvestres. Estes animais adquirem a doença através da ingestão de água e verduras contaminadas (NEVES et al., 2005).

A transmissão da doença se inicia com a eliminação dos ovos da *F. hepatica* juntamente com as fezes do hospedeiro para o meio exterior. Ao encontrar condições favoráveis no ambiente (contato com a água e luz solar), estes ovos darão origem aos miracídios. Em coleções de água como lagoas, açudes ou riachos de águas calmas, estas larvas encontram seu hospedeiro intermediário, moluscos (caramujos) do gênero *Lymnaea*, e penetram ativamente nele. O ciclo dentro do caramujo pode levar de 6 a 7 semanas. Depois, as larvas são eliminadas na água e se aderem à vegetação ribeirinha ou ficam no fundo da água. Normalmente estes locais servem de bebedouros para o gado que é mantido nessas áreas. Após dois

<sup>1</sup> Mestranda em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, anaelisa@dsr.inpe.br

<sup>2</sup> Pesquisador, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, dutra@dpi.inpe.br

<sup>3</sup> Professor, Universidade Federal do Paraná, molento@ufpr.br



meses dentro do hospedeiro, o verme torna-se adulto, causando danos que vão desde dificuldade de digestão, cólicas e emagrecimento até hemorragias que podem levar à morte (URQUHART et al., 1996), principalmente quando a infestação é causada por grande número de parasitas, ou se tratando de um animal ainda jovem, ou fêmeas em gestação.

No meio veterinário, a importância do estudo desta doença se deve principalmente às grandes perdas econômicas decorrentes da condenação de fígados e de carcaças de animais em frigoríficos, além da queda de produção com perda de peso dos animais, queda na fertilidade, atraso no crescimento e até mortalidade de animais em alguns casos (SILVA et al., 2008).

Do mesmo modo que os bovinos, os seres humanos também são infectados através da ingestão de água e alimento contaminado. No caso do ser humano, a infecção pode acontecer por meio do consumo de verduras cruas que contenham a forma infectante do parasita devido ao contato com a água contaminada. No Brasil, a fasciolose humana não é uma doença de notificação compulsória, por isto não há registro individual dos casos existentes. Já entre os bovinos, os casos são registrados em instituições com inspeção federal do Ministério da Agricultura no momento do abate dos animais.

Os limites de distribuição da doença não são estritamente fixos e podem flutuar de acordo com clima e outros componentes do meio ambiente (MALONE et al., 1998). Esta variação pode ser observada ao longo do tempo e do espaço geográfico. Para isto, ferramentas como o sensoriamento remoto e o sistema de informação geográfica (SIG) tem sido importantes para arquivar, manipular e analisar dados sobre a epidemiologia de doenças como a fasciolose (DUTRA et al., 2010; MALONE et al., 1998).

No Brasil há poucos trabalhos de estudo da fasciolose, seja em humanos, bovinos ou outro mamífero susceptível ao desenvolvimento desta doença. Por isto, o objetivo deste estudo preliminar é conhecer a distribuição da doença no Rio Grande do Sul, estado com maior registro de casos em bovinos no país, analisando seus padrões espaciais ao longo da série temporal obtida, através de métodos para análise de dados espaciais com base em metodologias estatísticas.

## METODOLOGIA

O local de estudo foi o estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), mais especificamente os municípios que enviam animais para abatedouros com inspeção

federal de carne. Localizado na região sul do Brasil, o estado do Rio Grande do Sul (RS) tem em sua área de 281.748,538 Km<sup>2</sup> e 496 municípios. O RS originalmente teve sua economia baseada na pecuária bovina que se instalou no Sul do Brasil durante o século XVII, e posteriormente se expandiu aos setores comercial e industrial, especialmente na metade norte do estado. Por isso, a maior produção bovina se encontra nos municípios mais ao sul do estado. Dos estabelecimentos agropecuários do RS, 38% deles tem sua atividade econômica voltada à pecuária e à criação de outros animais.

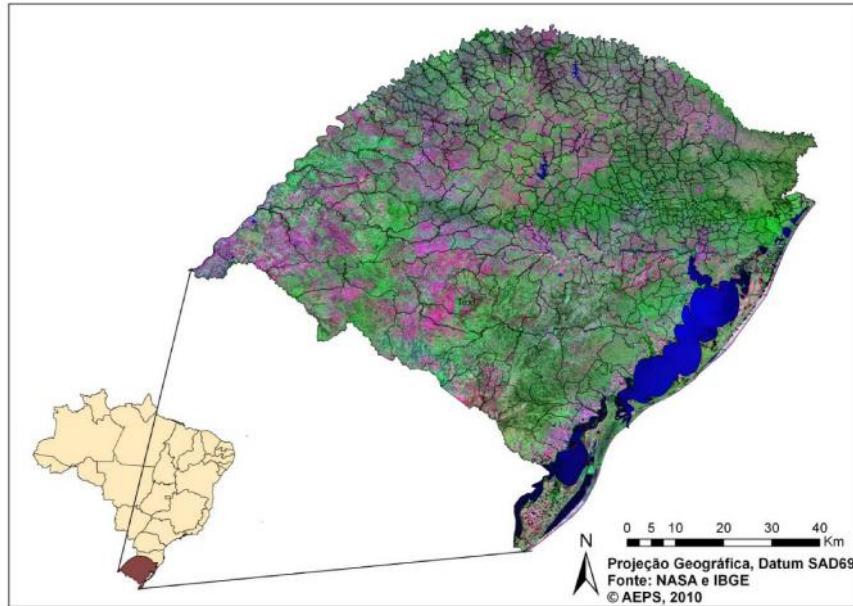


Figura 1: Localização da área de estudo

As informações sobre o número de animais abatidos e o número de animais infectados com a fasciolose foram obtidos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA – SIF 2354), para o período de 2002 a 2010, tendo variação anual o número de municípios que enviaram animais para abatedouros com inspeção federal de carne no estado do Rio Grande do Sul.

A proporção de animal doente por animal abatido para cada município, denominada neste trabalho de Índice de Positividade ( $I_p$ ) da doença, foi computada através da equação 1:

$$I_p = \frac{N_d}{N_a} \quad (1)$$

onde  $N_d$  e  $N_a$  são, respectivamente, o número de animais doentes e abatidos em cada município.



Quando se trabalha com taxas e proporções, como é o caso do Ip, é preciso antes corrigir uma possível instabilidade dos dados que normalmente ocorre em áreas com populações pequenas, causada pela maior variância destes dados. Para isto foi aplicado o método bayesiano empírico, que se baseia no uso de informação das outras áreas que compõem a região de estudo, para diminuir o efeito desta instabilidade aleatória não associada ao risco de ocorrência do evento (ASSUNÇÃO et al., 1998).

Um método de análise de padrões de área foi utilizado para conhecer a distribuição da doença e sua ocorrência no espaço, pois os dados da fasciolose estão agregados aos polígonos que representam cada município. Para verificar se existe dependência espacial e caracterizar toda a área de estudo, foi utilizado o Índice Global de Moran, que mostra como os valores estão correlacionados no espaço (DRUCK et al., 2004).

O índice de Moran testa a hipótese nula de independência espacial ( $I=0$ ) contra a hipótese alternativa de dependência espacial ( $I\neq 0$ ). Em outras palavras, testa se as áreas vizinhas apresentam maior semelhança quanto a variável de interesse do que o esperado num padrão aleatório. O índice de Moran apresenta valores variando de -1 a 1, sendo que um índice de -1 a 0 significa correlação inversa, ou seja, o objeto analisado tem valor baixo e seus vizinhos apresentam valores altos ou vice-versa. Valores do índice entre 0 e 1 significa correlação direta, ou seja, o objeto analisado tem valor baixo e seus vizinhos apresentam valores baixos ou o objeto analisado tem valor alto e seus vizinhos apresentam valores altos. Para estabelecer a validade estatística do índice, foi realizado o teste de pseudo-significância com 999 permutações.

Após constatar a autocorrelação espacial do Ip e para verificar esta associação espacial com maior detalhe, utilizou-se um indicador local que tem um valor específico de correlação para cada área, permitindo a identificação de clusters (objetos com valores de atributos semelhantes) e outliers (objetos anômalos). É o Índice Local de Moran desenvolvido por Anselin (1995), que é definido para cada observação em função da média dos vizinhos. Sua significância foi testada com 9999 permutações.

Todos os métodos de análise aplicados neste trabalho foram executados no software TerraView 4.0.0.



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o cálculo das taxas bayesianas, estas foram comparadas com os valores das taxas brutas ( $I_p$ ) através do gráfico de dispersão. Foi possível ver que existe forte associação entre os valores, não indicando variação no dado de proporção da doença. A partir disto, o  $I_p$  de cada município para os anos de 2002 a 2010 foi espacializado, mostrando a distribuição da fasciolose em todo o estado (Figura 2).

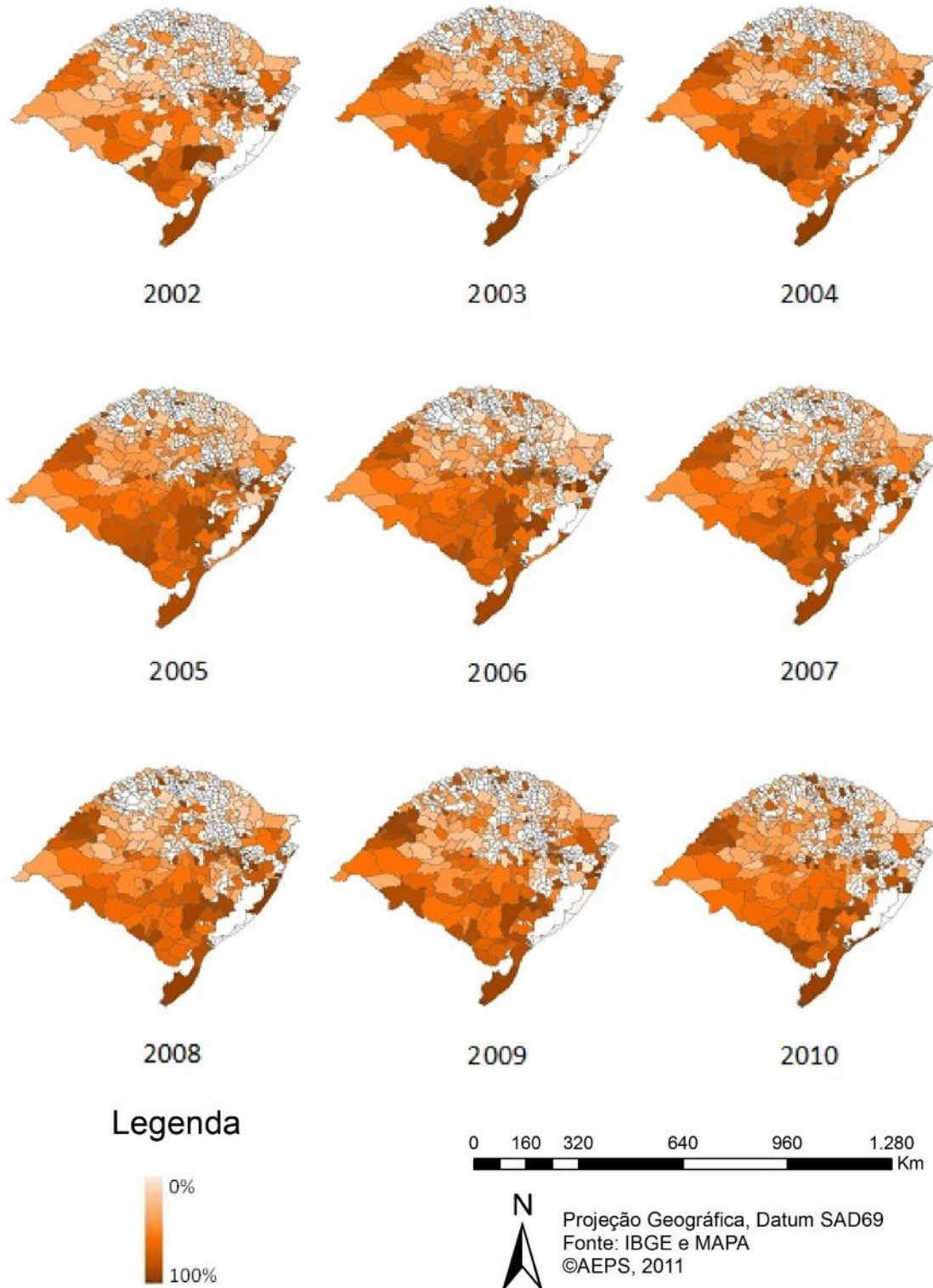


Figura 2: Distribuição espacial da fasciolose por ano no Rio Grande do Sul, Brasil



Segundo o Censo Agropecuário realizado em 2006 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), todos os municípios movimentaram pelo menos parte de sua economia com a criação de bovinos, com os maiores produtores concentrados na porção sul no estado. Do mesmo modo, os maiores índices de positividade da doença foram encontrados na região mais ao sul do estado, sendo também a região com mais informação sobre a doença. Os polígonos em branco representam os municípios que não enviaram bovinos para abatedouros com inspeção federal de carne, por isto não há dados sobre estes municípios. Em 2002, menos de 60% dos municípios enviavam os bovinos para estes abatedouros; em 2010 mais de 70% deles tinham suas carnes inspecionadas. Com isto, houve também mais registro de casos de fasciolose, apresentando índices maiores, espalhados na porção norte do estado. Assim, ao longo dos anos, a distribuição da fasciolose se tornou mais homogênea, com a maioria dos municípios apresentando valores semelhantes de Ip.

Através do Índice Global de Moran toda região de estudo é caracterizada com um único valor como medida da associação espacial. Esta medida indicou a existência de dependência espacial entre os municípios, em cada ano, separadamente (Tabela 1). No mapeamento temático áreas similares, de forma geral, estavam mais próximas e o Índice de Moran testado quanto à hipótese nula de independência espacial, apresentou valores diferentes de zero. O p-valor, também apresentado na Tabela 1, indica a significância do Índice de Moran. Se este for menor que 0,05 evidencia que se deve rejeitar a hipótese de que não há autocorrelação espacial entre os municípios. Assim, o valor 0,001 encontrado em todos os anos indica que o valor do índice tem significância estatística.

Tabela 1: Valor do Índice Global de Moran e do p-valor

Ano	Valor do índice	p-valor
2002	0,35	0,001
2003	0,31	0,001
2004	0,41	0,001
2005	0,34	0,001
2006	0,37	0,001
2007	0,37	0,001
2008	0,34	0,001
2009	0,32	0,001
2010	0,33	0,001



Depois de constatar a autocorrelação espacial nos anos de 2002 a 2010, foi calculado o Índice Local de Moran para identificar a existência de padrões de associação espacial significativos entre os municípios com fasciolose. Os resultados da estatística Local de Moran para os índices de positividade nos anos de 2002 a 2010 podem ser observados na Figura 3.

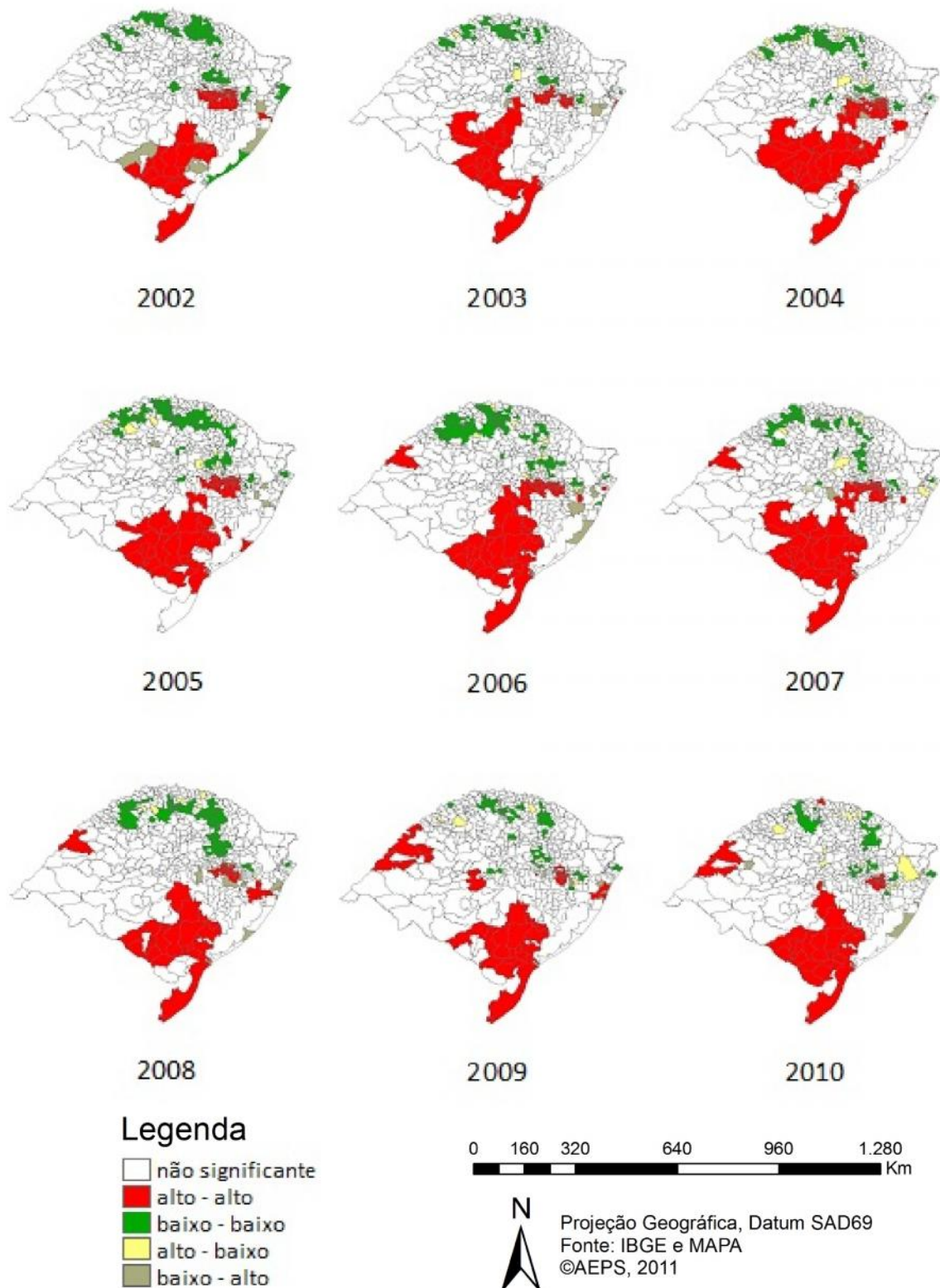


Figura 3: Índice Local de Moran para Ip da fasciolose por ano no Rio Grande do Sul



Os mapas acima mostram o resultado da consulta ao atributo Moran map, gerado com o cálculo do Índice Local de Moran. Ele destaca somente os polígonos considerados significantes ( $p > 0,05$ ) e classifica-os em quatro grupos, conforme sua localização no quadrante do diagrama de espalhamento de Moran. Este diagrama é dividido em alto-alto - quando o Ip do município é alto e seus vizinhos possuem valores semelhantes; baixo-baixo - quando o Ip do município é baixo cercado por vizinhos de mesma situação; alto-baixo e baixo-alto – no caso de município com Ip alto ou baixo e com vizinhos opostos.

Duas classes foram destacadas: alto-alto e baixo-baixo. A região de alto-alto mostrou onde o estado estaria sendo mais atingido pela doença por quase uma década, sugerindo característica de endemia nesta região. Mostra também que começou a surgir um novo aglomerado no outro extremo do estado. A região concentrada a sudeste do RS é onde estão municípios com grandes áreas e produção bovina de forma extensiva. Outro aglomerado persiste ao longo dos anos mais ao centro do estado e na região metropolitana de Porto Alegre. Este apresenta municípios menores com menor produção de gado. A região de baixo-baixo está localizada pontualmente em toda a porção norte do estado, de maneira menos concentrada quando comparado com a região alto-alto.

Ao estudar toda a região sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) Dutra et al. (2010) utilizaram o método de Krigagem para conhecer espacialmente a distribuição da fasciolose bovina. A prevalência desta doença foi marcadamente maior na região da Campanha no Rio Grande do Sul, mesma região classificada como de alto-alto.

Este trabalho buscou não só conhecer, mas também validar estatisticamente o local de maior prevalência da fasciolose em bovinos na área de estudo e suas relações de dependência espacial, embasando a continuidade deste estudo. Com isto será possível direcionar a pesquisa na região onde os casos estão acontecendo de forma endêmica e aproveitar melhor os recursos financeiros disponíveis na aplicação de medidas de prevenção e controle mais objetivas para um controle efetivo da fasciolose.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Índice de Positividade para fasciolose bovina apresentou autocorrelação positiva de 2002 a 2010, indicando existir associação espacial entre os municípios e semelhança entre os valores de Ip geograficamente mais próximos. Foram





identificados aglomerados principalmente onde o município e seus vizinhos apresentam Ip alto, com validação estatística. A área mais atingida pela fasciolose está a sudeste, com presença também no centro do estado e na região metropolitana de Porto Alegre. Com estas informações é possível tornar mais eficiente medidas para minimizar as perdas econômicas causadas na pecuária e impedir a disseminação da doença entre outros mamíferos e humanos.

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANSELIN, L. Local indicator of spatial association – LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, abr. 1995. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x/pdf>>. Acesso em: 05 set. 2011.
- ASSUNÇÃO, R.M. et al. Mapas de taxas epidemiológicas: uma abordagem Bayesiana. **Cad. Saúde Pública**. Rio de Janeiro. v.14, n.4, p.713-723, out-dez 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v14n4/0064.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2011.
- DRUCK, S. et al. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: Embrapa, 2004. 209p., 22 cm. ISBN: 8573832606.
- DUTRA, L.H. et al. Mapping risk of bovine fasciolosis in the south of Brazil using Geographic Information Systems. **Veterinary Parasitology**, v. 169, n. 1-2, p. 76-81, abr. 2010.
- MALONE, J.B. et al. A geographic information system on the potential distribution and abundance of *Fasciola hepatica* and *F. gigantica* in east Africa based on Food and Agriculture Organization databases. **Veterinary Parasitology**. v.78, n. 2, p. 87-101, jul. 1998.
- NEVES, D.P. et al. **Parasitologia Humana**. 11 ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 494p., 27 cm. ISBN 8573797371.
- SILVA, E.R.V. et al. Fasciolose hepática. **Em Pauta**-Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Garça-SP, Garça-SP, ano 6, n.11, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/veterinaria11/revisao/edic-vi-n11-RL47.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2010.
- URQUHART, G.M. et al. **Veterinary Parasitology**. 2. ed. Scotland: Blackwell Science, 1996. 307p., 24 cm. ISBN 0632040513.