

Disciplina: Análise espacial SER-301  
Professores responsáveis: Drº Antônio Miguel Vieira Monteiro e  
Drº Eduardo G Camargo  
São José dos Campos, 09 de Dezembro de 2011.  
Aluna: Michelle Andrade Furtado

## **Estudo Exploratório sobre os Padrões Espaciais de Ocorrência da Hantavirose: Investigando a História Natural da Doença a partir da análise da estrutura da paisagem.**

### **1 - Introdução:**

A Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, também chamada de Hantavirose, teve seu primeiro caso notificado no Brasil em 1993, na região de Juquitiba (SP), em área recém-desmatada da Serra do Mar (IVERSON et al., 1994).

A transmissão do Hantavírus para o homem ocorre pela inalação de partículas virais aerossolizadas, presentes nos excrementos e saliva dos roedores. Na população de roedores silvestres esse vírus se mantém por transmissão horizontal, pelo fato do Hantavírus estar presente na saliva de roedores infectados e a importante sensibilidade destes roedores à inoculação viral por via intramuscular fazem supor essa transmissão, de roedor para roedor, deva ocorrer, possivelmente associada à competição por alimento entre os indivíduos da mesma espécie, geralmente em períodos de escassez que se seguem a períodos de grande fertilidade. (CHILDS; MILLS; GLASS, 1995; MILLS et al., 1997).

Uma análise integrada da paisagem permite uma melhor compreensão das interações entre as mudanças nos ecossistemas e clima, uso da terra e os elementos do ciclo de transmissão, como características do comportamento humano e da ecologia dos vetores e reservatórios de agentes infecciosos nessa paisagem. Esta análise da paisagem inclui a caracterização do lugar da ocorrência e seu papel no ciclo de transmissão e na compreensão dos mecanismos de produção da doença (LAMBIN, 2010; ASSIS, 2011).

### **1.1 - Justificativa:**

No contexto atual, onde as possibilidades de novos mercados ligados à produção de combustível mais limpo em relação às emissões (etanol) torna-se uma das estratégias possíveis no conjunto de ações mitigadoras no grande debate sobre as mudanças climáticas. Por outro lado, as grandes alterações na paisagem paulista nos últimos anos, em sua cobertura e em particular em seu uso agrícola, associada à intensificação das lavouras de cana, somadas a aspectos climáticos sazonais regionais, trazem novas perturbações a um sistema em que conviviam roedores e humanos. A nova paisagem fragmentada trouxe novos padrões de comportamento para os roedores silvestres e as possibilidades de exposição e contato. Para pensar medidas de adaptação que possam evitar a criação de uma situação de descontrole relativa aos processos de adoecimento por Hantavirose é preciso compreender qual o novo papel que o atual mosaico da paisagem paulista, na maior região de produção de cana do Estado, desempenha nas dinâmicas de transmissão e persistência da doença nestes territórios.

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo explorar o mosaico da paisagem na microrregião de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, a partir da análise da estrutura da paisagem.

### **2 – Metodologia**

Este estudo foi desenvolvido nas microrregiões de Ribeirão Preto e São Carlos, Estado de São Paulo, que corresponde a 22 municípios: Ribeirão Preto, Sertãozinho, Pontal, Serrana, Jardinópolis, Cravinhos, Barrinha, Santa Rita do Passa Quatro, Santa Rosa do Viterbo, Brodowski, Pradópolis, São Simão, Luís Antônio, Serra Azul, Dumont, Guataparará, Descalvado, Dourado, Ibaté, Analândia, Ribeirão Bonito e São Carlos.

Para este estudo foi criado um banco de dados geográfico que integra informações ambientais e epidemiológicas (Tabela 1).

**Tabela 1:** Indicadores de interesse para Hantavirose e respectivas fonte de obtenção dos dados.

<b>Indicador</b>	<b>Fonte</b>
Casos de Hantavirose – 1993 a 2010	Centro de Vigilância epidemiológica do Estado de São Paulo – CVE-SP
Cobertura da terra – 2003, 2007, 2010.	Classificação de Imagens Landsat
Área de cana de açúcar – 2003, 2007, 2010	CanaSat - INPE
Malha municipal - 2000	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
Culturas permanentes e temporárias – 2006	Censo agropecuário - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
Roedores encontrados na região	Dissertação de Pereira, 2006.

### **2.1 - Análise epidemiológica:**

Para a análise epidemiológica foi consultado o site do Centro de Vigilância epidemiológica do Estado de São Paulo – CVE-SP, onde se encontra todos os casos notificados de Hantavirose no Estado de 1993 a 2011 com o Local Provável de Infecção (LPI).

### **2.2 – Criação dos dados para preenchimento das células e análise das células:**

#### **2.2.1 – Classificação das imagens e edição das seis classes de cobertura da terra.**

A área de estudo encontra-se dentro de uma única sena Landsat orbita ponto 220-75. Três datas foram escolhidas conforme épocas de epidemia, anos de senso populacional e início do CanaSat e, assim foram realizadas classificações em imagens de outubro de 2003, setembro de 2007 e setembro de 2010.

As imagens Landsat/TM foram georreferenciadas (CÂMARA et al., 1996) por meio de registro de imagens tomando como referência imagens Geocover (GLCF, 2003) adotando o polinômio de primeiro grau e pelo menos seis pontos de controle bem distribuídos, de modo que os erros do teste não ultrapassassem “0,5 pixel”.

As bandas espectrais utilizadas para a visualização da imagem e realização da classificação foram a 3 (0,60-0,63  $\mu\text{m}$ ), 4 (0,63-0,69  $\mu\text{m}$ ) e 5 (0,69-0,76  $\mu\text{m}$ ) em respectiva composição Red, Green e Blue.

A classificação foi não supervisionada do tipo por região utilizando o algoritmo Iseog com 5 de similaridade e 8 de área. Iseog é uma técnica para classificação que procura agrupar regiões, a partir de uma medida de similaridade entre elas. A medida de similaridade utilizada consiste na distância de Mahalanobis entre a classe e as regiões candidatas à relação de pertinência com essa classe (Moreira, 2005).

A escolha das classes para a realização da classificação foi composta pelas principais feições das paisagens envolvidas na cobertura e que eram de interesse para a Hantavirose. Assim, seis classes de cobertura e uso da terra foram adotadas: Floresta; Floresta degradada e reflorestamento; Mosaico de agricultura exceto cana de açúcar; Cana de açúcar; Pasto; Urbanizada.

Para a classe Cana de açúcar foi utilizada os dados classificados pelo Canasat– INPE para mapeamento da cana no estado de São Paulo. Estes polígonos da área de cana de açúcar

foram colocados como máscara sobre a imagem antes da classificação do restante da área de estudo.

### 2.2.2 - Análise da paisagem por Mineração de Dados.

Para essas análises foi utilizado o software Terraview 4.0 e o plugin de mineração de dados - o Geodma.

O Geodma permite a extração de diversas métricas de ecologia da paisagem (perímetro, área, densidade de polígonos, porcentagem de cobertura, etc). Ele é capaz de extrair atributos por objeto ou por célula (KORTING, et al., 2009).

Para este estudo foi utilizado a análise por célula, sendo extraídas métricas de ecologia da paisagem por células de 2.000 m x 2.000 m, as quais foram definidas a partir de alguns testes com 1.000 m x 1.000, 3.000 m x 3.000 m e 5.000 m x 5.000 m. A partir destes testes foi verificado que as células de 2.000 m x 2.000 m eram as que apresentam maior homogeneidade dos polígonos dentro das células.

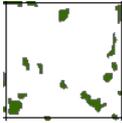
Após a extração dos atributos espaciais no Geodma foram definidos os padrões para a classe Floresta e coletados amostras que possibilitaram a classificação das células (Tabela 2).

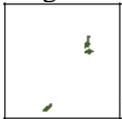
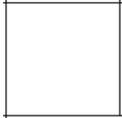
Pereira (2006) coletou roedores silvestres de 1998 a 2003 nos municípios que notificaram casos de Hantavirose em humanos na mesma região deste estudo. Ele descreve quais espécies ocorrem na região e a abundância dessas espécies de roedores silvestres, reservatório do Hantavírus. Na Tabela 2 pode ser observada a quantidade de roedores coletados por espécie.

Com base nestes dados foi realizada uma busca na literatura de variáveis ambientais que expressassem a abundância desses roedores silvestres na paisagem para a definição dos Padrões de interesse para a abundância de roedores silvestres.

Os roedores silvestres podem ser encontrados em Fragmentos florestais ou próximo a esses Fragmentos Florestais em outras paisagens como agricultura, pastagem e outros. A forma como esses Fragmentos Florestais estão dispostos na paisagem interferem na abundância e na riqueza das espécies dos roedores silvestres (Tabela 2).

**Tabela 2:** Padrões da classe Floresta de interesse á abundância de roedores silvestres.

Padrões de Floresta	Composição celular	Roedores encontrados e determinantes	Roedores (Pereira, 2006)
Floresta contínua 	Célula com mais de 56% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* maior que 0,13.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007),	6+14= 20
Floresta Fragmentada com conectividade 	Célula entre 13% e 55% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* menor que 0,12.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); <i>Akodon cursor</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento.	6 + 14 + 130 + 137 = 287
Floresta Fragmentada com isolamento 	Célula entre 3% e 12% da Classe Floresta.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); <i>Akodon cursor</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento.	6 + 14 + 130 + 137 = 287
Floresta em	Célula entre 0,01% e	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et	6 + 14 +

poucos Fragmentos 	2% da Classe Floresta.	al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); <i>Akodon cursor</i> (Vieira et al., 2009);	130 + 137 = 287
Sem Floresta 	Célula com 0% da Classe Floresta.	Encontrados somente em áreas de agricultura: <i>Mus musculus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Calomys tener</i> (Umetsu e Pardini, 2007);	29 + 394 = 423

\* Métricas de Classe utilizadas: C\_CA = área total; C\_MPS = média do tamanho dos fragmentos; C\_PD = densidade dos fragmentos.

A Tabela 2 mostra apenas os padrões de ocorrência da classe Floresta, porém no ambiente elas não ocorrem sozinhas, elas estão rodeadas por outros tipos de coberturas da terra. Na Tabela 3 são mostradas todas as possíveis associações entre esses padrões da classe Floresta e as outras coberturas da terra classificadas anteriormente, porém não foram todas as possíveis associações de classes que foram encontradas nesta área de estudo.

Para a classificação dos padrões das células foi utilizado o método de classificação GeoDMA, que utiliza entre outras, um algoritmo clássico baseado em Árvore de Decisão, o C4.5 (KORTING et al., 2008).

Árvores de decisão são representações simples do conhecimento e um meio eficiente de construir classificadores que predizem ou revelem classes ou informações úteis baseadas nos valores de atributos de um conjunto de dados (DE'ATH; FABRICIUS, 2000).

Os padrões gerados pela árvore de decisão foram reagrupados em 8 padrões, pois esses foram suficientes de acordo com o encontrado na literatura para representar a abundância do roedor silvestre no ambiente.

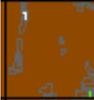
### 2.2.3 – Indicador de autocorrelação espacial

A análise por mineração de dados para definição dos padrões de cobertura e uso da terra não levou em consideração nenhuma variável espacial, que pode ou não influenciar nos resultados finais. Assim, foi feito um teste com o ano de 2010 com duas variáveis que foram selecionadas pela mineração de dados para o padrão Floresta Fragmentada com isolamento e cana de açúcar.

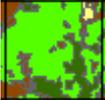
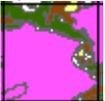
Um aspecto fundamental da análise exploratória espacial é a caracterização da dependência espacial, mostrando como os valores estão correlacionados no espaço. Neste contexto, uma das funções utilizadas para estimar quanto o valor observado de um atributo numa região é dependente dos valores deste mesmo atributo nas localizações vizinhas é a autocorrelação espacial. O índice global de Moran I é a expressão da autocorrelação considerando apenas o primeiro vizinho:

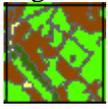
$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}$$

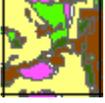
**Tabela 3:** Padrões de cobertura da terra de interesse para a abundância dos roedores silvestres.

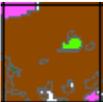
<b>Padrões</b>	<b>Composição celular</b>	<b>Roedores encontrados</b>	<b>Quantidade de Roedores capturados por Pereira, 2006.</b>
P1 	Célula com mais de 56% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* maior que 0,13.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007),	<b>6+14= 20</b>
Reflorestamento e Floresta degradada	Célula com mais de 90% da classe Reflorestamento e Floresta degradada.	<i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Pseudoryzomys simplex</i> (Pereira e Geise, 2009).	<b>14+130+434+137+3= 718</b>
Mosaico de Agricultura exceto cana 	Célula com mais de 90% da classe Mosaico de Agricultura exceto cana.	<i>Mus musculus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Calomys tener</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006);	<b>29+394+434+137=994</b>  <b>Alta soropositividade na área agrícola;</b>
Cana de açúcar 	Célula com mais de 90% da classe Cana de açúcar.	<i>Oryzomys sp</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006); <i>Mus musculus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Calomys tener</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006);	<b>14+29+394+434+137=1008</b>  <b>Alta soropositividade na área agrícola;</b>
Pasto 	Célula com mais de 90% da classe Pasto.	<i>Microtus agrestis</i> vole (Sibly et al., 2009); A pastagem é um fator determinante na distribuição geográfica dos roedores, mas não na prevalência de hantavírus (Pereira, 2006).	
Urbanizada 	Célula com mais de 90% da classe Urbanizada.	Encontrados em áreas Peri-urbanizadas: <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> (Torres-Pérez et al., 2009); Zona provável de infecção dos pacientes foi predominantemente a área rural e peri-urbana	<b>130</b> <b>Alta disponibilidade de alimento e grande parte dos casos humanos são associados à área Peri-urbana.</b>

		(Furtado, 2011).	
P1 + Reflorestamento e Floresta degradada 	Célula com mais de 56% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* maior que 0,13. Célula com mais de 20% da classe Reflorestamento e Floresta degradada e menos de 15% das outras classes.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007), <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Pseudoryzomys simplex</i> (Pereira e Geise, 2009).	<b>6+14+130+434+137+3= 724</b>
P1 + Mosaico de Agricultura exceto cana 	Célula com mais de 56% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* maior que 0,13. Célula com mais de 20% da classe Mosaico de Agricultura exceto cana e menos de 15% das outras classes.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007), <i>Mus musculus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Calomys tener</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006);	<b>6+14+29+394+434+137=1014</b> <b>Adicionais:</b> <b>Alta soropositividade na área agrícola;</b> <b>Necromys alta soropositividade</b>
P1 + Cana de açúcar 	Célula com mais de 56% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* maior que 0,13. Célula com mais de 20% da classe Cana de açúcar e menos de 15% das outras classes.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007), <i>Mus musculus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Calomys tener</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006);	<b>6+14+29+394+434+137=1014</b> <b>Adicionais:</b> <b>Alta soropositividade na área agrícola;</b> <b>Necromys alta soropositividade</b>
P1 + Pasto	Célula com mais de 56% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* maior que 0,13. Célula com mais de 20% da classe +Pasto e menos de 15% das outras classes.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007), <i>Microtus agrestis</i> vole (Sibly et al., 2009); A pastagem é um fator determinante na distribuição geográfica dos roedores, mas não na prevalência de hantavírus (Pereira, 2006).	<b>6+14= 20</b> <b>Pasto</b> <b>Adicionais</b> <b>Fator determinante na distribuição geográfica dos roedores.</b>
P1 + Urbanizada	Célula com mais de 56% da classe Floresta e Tamanho	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007),	<b>6+14+130= 150</b>

	médio do fragmento* maior que 0,13. Célula com mais de 20% da classe Urbanizada e menos de 15% das outras classes.	Encontrados em áreas Peri-urbanizadas: <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> (Torres-Pérez et al., 2009); Zona provável de infecção dos pacientes foi predominantemente a área rural e peri-urbana (Furtado, 2011).	<b>Adicionais</b> <b>Alta disponibilidade de alimento e grande parte dos casos humanos são associados à área Peri-urbana.</b>
P2 + Reflorestamento e Floresta degradada 	Célula entre 13% e 55% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* menor que 0,12. Célula com mais de 25% da classe Reflorestamento e Floresta degradada e menos de 20% das outras classes.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento. <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Pseudoryzomys simplex</i> (Pereira e Geise, 2009).	<b>14+130+434+137+3= 718</b> <b>Adicional</b> <b>Necromys alta soropositividade</b> <b>Floresta com conectividade</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b> <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b>
P2 + Mosaico de Agricultura exceto cana 	Célula entre 13% e 55% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* menor que 0,12. Célula com mais de 25% da classe + Mosaico de Agricultura exceto cana e menos de 20% das outras classes.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento. <i>Mus musculus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Calomys tener</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006);	<b>6+14+130+29+394+434+137=1114</b> <b>Adicional</b> <b>Alta soropositividade na área agrícola;</b> <b>Necromys alta soropositividade</b> <b>Floresta com conectividade</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b> <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b>
P2 + Cana de açúcar 	Célula entre 13% e 55% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* menor que 0,12. Célula com mais de 25% da classe Cana de açúcar e menos de 20% das outras classes.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento. <i>Oryzomys sp</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006); <i>Mus musculus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Calomys tener</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon</i>	<b>6+130+14+29+394+434+137=1144</b> <b>Adicional</b> <b>Área de agricultura maior soropositividade</b> <b>Necromys alta soropositividade</b> <b>Floresta com conectividade</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b>

		<i>montensis</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006);	<b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b>
P2 + Pasto 	Célula entre 13% e 55% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* menor que 0,12. Célula com mais de 25% da classe Pasto e menos de 20% das outras classes.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); <i>Akodon cursor</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento. <i>Microtus agrestis</i> vole (Sibly et al., 2009); A pastagem é um fator determinante na distribuição geográfica dos roedores, mas não na prevalência de hantavírus (Pereira, 2006).	<b>6 + 14 + 130 + 137 = 287</b> <b>Pasto?</b> <b>Adicionais</b> <b>Fator determinante na distribuição geográfica dos roedores.</b> <b>Floresta com conectividade</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b> <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b>
P2 + Urbanizada	Célula entre 13% e 55% da classe Floresta e Tamanho médio do fragmento* menor que 0,12. Célula com mais de 25% da classe Urbanizada e menos de 20% das outras classes.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); <i>Akodon cursor</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento. Encontrados em áreas Peri-urbanizadas: Zona provável de infecção dos pacientes foi predominantemente a área rural e peri-urbana (Furtado, 2011).	<b>6 + 14 + 130 + 137 = 287</b> <b>Adicionais</b> <b>Alta disponibilidade de alimento e grande parte dos casos humanos são associados à área Peri-urbana.</b> <b>Floresta com conectividade</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b> <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b>
P3 + Reflorestamento e Floresta degradada 	Célula entre 3% e 12% da Classe Floresta. Célula com mais de 30% da classe Reflorestamento e Floresta degradada e menos de 25% das outras classes.	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento. <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necomys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Pseudoryzomys simplex</i> (Pereira e Geise, 2009).	<b>6+14+130+434+137+3= 724</b> <b>Adicionais</b> <b>Necomys alta soropositividade</b> <b>Floresta sem conectividade</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b> <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento,</b>

<p>P3 + Mosaico de Agricultura exceto cana</p> 	<p>Célula entre 3% e 12% da Classe Floresta. Célula com mais de 30% da classe Mosaico de Agricultura exceto cana e menos de 25% das outras classes.</p>	<p><i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento. <i>Mus musculus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Calomys tener</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006);</p>	<p>seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009); <b>6+14+130+29+394+434+137=1144</b> <b>Adicionais</b> <b>Alta soropositividade na área agrícola;</b> <b>Necromys alta soropositividade</b> <b>Floresta sem conectividade</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b> <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b></p>
<p>P3 + Cana de açúcar</p> 	<p>Célula entre 3% e 12% da Classe Floresta. Célula com mais de 30% da classe Cana de açúcar e menos de 25% das outras classes.</p>	<p><i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento. <i>Oryzomys sp</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006); <i>Mus musculus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Calomys tener</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006);</p>	<p><b>6+130+14+29+394+434+137=1144</b> <b>Adicionais</b> <b>Alta soropositividade na área agrícola;</b> <b>Necromys alta soropositividade</b> <b>Floresta sem conectividade</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b> <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b></p>
<p>P3 + Pasto</p> 	<p>Célula entre 3% e 12% da Classe Floresta. Célula com mais de 30% da classe Pasto e menos de 25% das outras classes.</p>	<p><i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); <i>Akodon cursor</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento. <i>Microtus agrestis</i> vole (Sibly et al., 2009); A pastagem é um fator determinante na distribuição geográfica dos roedores, mas não na prevalência de hantavírus (Pereira, 2006).</p>	<p><b>6 + 14 + 130 + 137 = 287</b> <b>Pasto?</b> <b>Adicionais</b> <b>Fator determinante na distribuição geográfica dos roedores.</b> <b>Floresta sem conectividade</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b> <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b></p>
<p>P3 + Urbanizada</p>	<p>Célula entre 3% e 12% da</p>	<p><i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009);</p>	<p><b>6 + 14 + 130 + 137 = 287</b></p>

	<p>Classe Floresta. Célula com mais de 30% da classe Urbanizada e menos de 25% das outras classes.</p>	<p><i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); <i>Akodon cursor</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) 200 m isolamento. Encontrados em áreas Peri-urbanizadas: Zona provável de infecção dos pacientes foi predominantemente a área rural e peri-urbana (Furtado, 2011).</p>	<p><b>Adicionais</b> <b>Alta disponibilidade de alimento e grande parte dos casos humanos são associados à área Peri-urbana</b> <b>Floresta sem conectividade</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b> <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b></p>
<p>P4 + Reflorestamento e Floresta degradada</p>	<p>Célula entre 0,01% e 2% da Classe Floresta. Célula com mais de 30% da classe Reflorestamento e Floresta degradada e menos de 25% das outras classes.</p>	<p><i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009);  <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Pseudoryzomys simplex</i> (Pereira e Geise, 2009).</p>	<p><b>6+130+14+130+434+137+3= 854</b> <b>Adicionais</b> <b>Necromys alta soropositividade</b> <b>Floresta com poucos Fragmentos</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b> <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b></p>
<p>P4 + Mosaico de Agricultura exceto cana</p> 	<p>Célula entre 0,01% e 2% da Classe Floresta. Célula com mais de 30% da classe Reflorestamento e Floresta degradada e menos de 25% das outras classes.</p>	<p><i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009);  <i>Mus musculus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Calomys tener</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006);</p>	<p><b>6+14+130+29+394+434+137=1144</b> <b>Adicionais</b> <b>Alta soropositividade na área agrícola;</b> <b>Necromys alta soropositividade</b> <b>Floresta sem conectividade</b> <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b> <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b></p>
<p>P4 + Cana de açúcar</p>	<p>Célula entre 0,01% e 2% da Classe Floresta. Célula com mais de 30% da classe Reflorestamento e</p>	<p><i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009);</p>	<p><b>6+130+14+29+394+434+137=1144</b> <b>Adicionais</b> <b>Alta soropositividade na área agrícola;</b> <b>Necromys alta soropositividade</b></p>

	<p>Floresta degradada e menos de 25% das outras classes.</p>	<p><i>Oryzomys sp</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006); <i>Mus musculus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Calomys tener</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Necromys lasiurus</i> (Umetsu e Pardini, 2007); <i>Akodon montensis</i> “com alta soropositividade” (Goodin et al., 2006);</p>	<p><b>Floresta sem conectividade</b>  <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b>  <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b></p>
<p>P4 + Pasto</p> 	<p>Célula entre 0,01% e 2% da Classe Floresta.  Célula com mais de 30% da classe Reflorestamento e Floresta degradada e menos de 25% das outras classes.</p>	<p><i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009);  <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007);  <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); <i>Akodon cursor</i> (Vieira et al., 2009);</p> <p><i>Microtus agrestis</i> vole (Sibly et al., 2009);  A pastagem é um fator determinante na distribuição geográfica dos roedores, mas não na prevalência de hantavírus (Pereira, 2006).</p>	<p><b>6 + 14 + 130 + 137 = 287</b>  <b>Pasto?</b>  <b>Adicionais</b>  <b>Fator determinante na distribuição geográfica dos roedores.</b>  <b>Floresta sem conectividade</b>  <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b>  <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b></p>
<p>P4 + Urbanizada</p> 	<p>Célula entre 0,01% e 2% da Classe Floresta.  Célula com mais de 30% da classe Reflorestamento e Floresta degradada e menos de 25% das outras classes.</p>	<p><i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009);  <i>Oryzomys sp</i> (Umetsu e Pardini, 2007);  <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); <i>Akodon cursor</i> (Vieira et al., 2009);</p> <p>Encontrados em áreas Peri-urbanizadas:  Zona provável de infecção dos pacientes foi predominantemente a área rural e peri-urbana (Furtado, 2011).</p>	<p><b>6 + 14 + 130 + 137 = 287</b>  <b>Adicionais</b>  <b>Alta disponibilidade de alimento e grande parte dos casos humanos são associados à área Peri-urbana</b>  <b>Floresta sem conectividade</b>  <b>Quanto mais isolado menor a riqueza de espécies (Vieira et al., 2009);</b>  <b>Composição de espécies foi associada mais fortemente com tamanho do fragmento, seguida pelo isolamento (Vieira et al., 2009);</b></p>

Na equação acima,  $n$  é o número de áreas,  $z_i$  o valor do atributo considerado na área  $i$ ,  $\bar{z}$  é o valor médio do atributo na região de estudo e  $w_{ij}$  os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial. Neste caso a correlação será computada apenas para os vizinhos de primeira ordem no espaço, conforme estabelecido pelos pesos  $w_{ij}$  (Druck, 2004).

Índice Global de Moran trata a autocorrelação espacial como uma medida de quanto o valor observado de um atributo em uma região é independente dos valores nas localizações vizinhas (Bailey e Gatrell, 1995). Como o índice global é uma medida genérica, torna-se importante examinar a autocorrelação espacial em escala local, para que isso fosse possível utilizou-se o indicador de autocorrelação espacial “Local Indicators of Spatial Association” (LISA) também denominado de Índice Local de Moran, apresentado por Anselin (1995). Ao se utilizar este indicador local em conjunto com o indicador global, tem-se a possibilidade de melhorar o conhecimento sobre os processos que dão origem a dependência espacial, refinando a análise.

Para os resultados dos indicadores global e locais utilizou-se o teste de pseudo-significância, uma simulação de distribuição por permutação aleatória (i.e. 999 permutações) nos valores dos atributos, com significância de 5% (Anselin, 1995).

Contudo, para a definição dos padrões de cobertura e uso da terra o teste Moran I univariado não foi suficiente, pois se fez necessário analisar a autocorrelação entre duas variáveis. Assim, foi utilizado também a autocorrelação espacial global num contexto multivariado (Anselin et al., 2003). A idéia intuitiva é descobrir se os valores de uma variável observada numa dada unidade espacial guardam uma relação sistemática com os valores de outra variável observada em unidades espaciais vizinhas, ou seja, verificar se uma variável em uma célula  $i$  possui impactos sobre outra variável na célula  $k$  (Almeida et al., 2004). Para obter a autocorrelação espacial existem diversos índices disponíveis. No índice I de Moran multivariado, procura-se verificar se os valores observados em dada região geográfica possuem algum tipo de relação com valores observados em regiões geográficas contíguas.

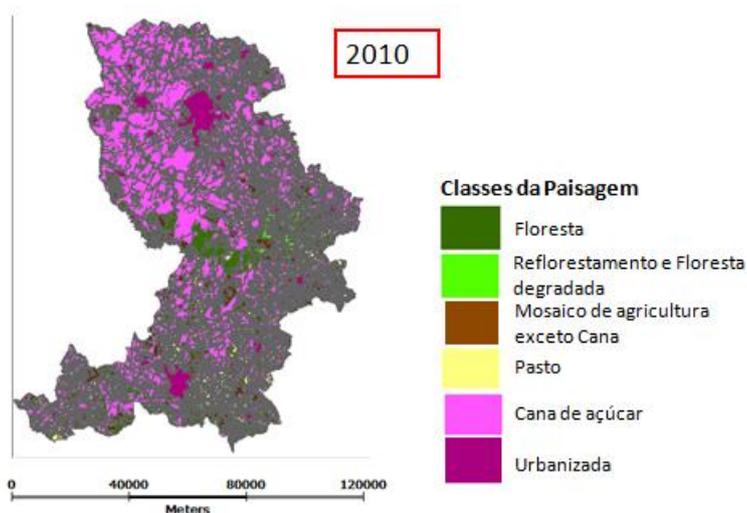
### 3 – Resultados e Discussão

No Brasil podem ser encontrados os hantavírus Anajatuba no Maranhão, Castelo dos Sonhos no Pará, Araraquara no Sudeste e Planalto Central, Jucituba na Serra do Mar e Sul, e Araucária no Paraná (Suzuki et al., 2004). No estado de São Paulo são encontrados apenas os hantavírus Araraquara e Jucituba, o que pode estar relacionado com alta letalidade da doença no estado que chega a 50%, enquanto a taxa de letalidade no Brasil é de 38% (Furtado, 2011).

Dos 22 municípios que foram incluídos neste estudo 10 notificaram casos de Hantavirose, sendo eles Barrinha, Cravinhos, Dumont, Ibaté, Jardinópolis, Pontal, Ribeirão Bonito, Ribeirão Preto, São Carlos e Sertãozinho.

Um dos objetivos deste estudo foi descrever a paisagem desses 22 municípios que notificaram casos de hantavirose e municípios que não notificaram, assim, foram selecionados 3 imagens LandSat dos seguintes anos 2003, 2007 e 2010, registradas e classificadas conforme descrito anteriormente.

A escolha das classes para a realização da classificação foi composta pelas principais feições da paisagem envolvidas na cobertura e uso da terra e que eram de interesse para a hantavirose. Assim, seis classes de cobertura e uso da terra foram adotadas: Floresta; Floresta degradada e reflorestamento; Mosaico de agricultura exceto cana de açúcar; Cana de açúcar; Pasto; Urbanizada. Na Figura 2 é mostrada a área classificada para ano de 2010.



**Figura 2:** Região de estudo do ano de 2010, classificada com as classes de interesse para a hantavirose.

Após a classificação das imagens dos 3 anos foi feita a análise por células de 2.000 m x 2.000 m. Para essa análise foi utilizado o plugin de mineração de dados GeoDMA que permite a extração de métricas da paisagem por célula. As métricas utilizadas foram Porcentagem de cobertura da classe, Tamanho médio da mancha e Densidade da mancha na célula.

Após a extração dos atributos espaciais no Geodma foram definidos os padrões para a classe Floresta e coletados amostras que possibilitaram a classificação das células utilizando um a um algoritmo clássico baseado em Árvore de Decisão, o C4.5 (KORTING et al., 2008).

Na Tabela 2 podem ser observados os padrões para a classe Floresta que foi dividida em 5 padrões primários definidos de acordo com a relevância de cada um para a abundância dos roedores silvestres.

Essa primeira classificação dos padrões para a classe Floresta serviu como base para definir os outros padrões associando esses as outras classes, sendo o que é realmente possível de ser encontrado na paisagem. Na tabela 3 podem ser observados esses possíveis padrões que são possíveis de serem encontrados na paisagem, porém nem todos foram encontrados nesta região de estudo nos anos estudados.

A árvore de decisão gerada pelo GeoDMA para todas as classes resultou em 18 padrões (Figura 3). Esses padrões gerados pela árvore de decisão foram reagrupados em 8 padrões, pois esses foram suficientes de acordo com o encontrado na literatura para representar a abundância do roedor silvestre no ambiente (Figura 4).

Os roedores silvestres podem ser encontrados em Fragmentos florestais ou próximo a esses Fragmentos Florestais em outras paisagens como agricultura, pastagem e outros. A forma como esses Fragmentos Florestais estão dispostos na paisagem interferem na abundância e na riqueza das espécies dos roedores silvestres. Para determinar a abundância das espécies de roedores em cada tipo de padrão da paisagem foi descrito na Tabela 1 e 2 para cada padrão da paisagem as espécies que são encontradas neste tipo de paisagem segundo a literatura e logo após está a quantidade de cada espécie que Pereira (2006) coletou em seu estudo. Podemos observar que o padrão onde mais roedores foram capturados foi o P3 (Floresta Fragmentada com isolamento) + cana de açúcar e P3 (Floresta Fragmentada com isolamento) + Mosaico de agricultura exceto cana de açúcar (Figura 4).

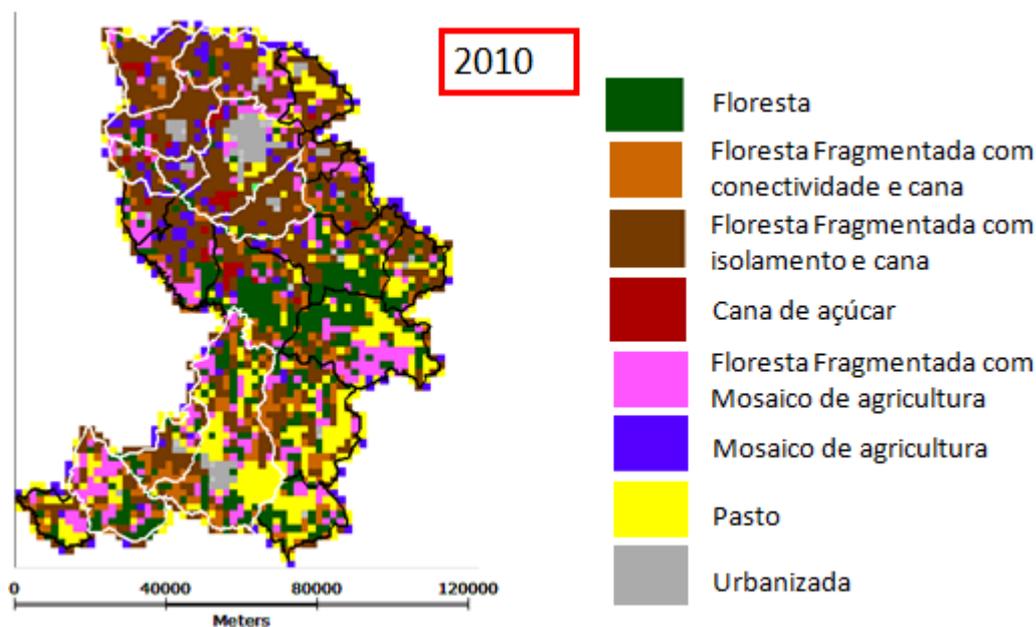
Pereira (2006) em um estudo ecoepidemiológico de Hantavírus em roedores nas áreas de ocorrência de casos de Hantavirose das regiões da Mata Atlântica e Cerrado do Brasil de 1993 a 2003 mostrou que os roedores silvestres *Akodon SP*, *Bolomys lasiurus*, *Colomys tener*, *Mus musculus*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oryzomys nitidus* são os responsáveis pela transmissão na microrregião de Ribeirão Preto e São Carlos.



Esses roedores são encontrados em maior abundância em pequenos fragmentos florestais do que em áreas contínuas de floresta (Vieira et al., 2009). Feliciano e col. em um estudo sobre a dinâmica desses roedores consideram como pequenos fragmentos florestais, fragmentos de 1,5 hectares a 10 hectares.

Estes dados condizem com o encontrado neste estudo onde o padrão de P3 Floresta Fragmentada com isolamento associado com áreas de agricultura foram os que mostram maior abundância de roedores silvestres e segundo Vieira e col. 2009 a riqueza de espécies é determinada principalmente pelo isolamento e tamanho dos fragmentos florestais. Os fragmentos florestais isolados estão mais sujeitos as ações antrópicas causadas pelo uso da terra no seu entorno (Vieira et al., 2009), e os roedores silvestres são espécies generalistas que se adaptam muito bem á essas situações (MILLS, 2006). Além disso, segundo Goodin e col. (2006) em um estudo sobre o uso e cobertura da terra associado à presença de Hantavírus no Paraguai, os roedores silvestres coletados em áreas de agricultura foram os com maior soroprevalência para hantavírus, sendo assim, o padrão P3 + agricultura é o que representa maior abundância desses roedores silvestres e onde eles são encontrados com maior soropositividade para hantavírus.

O tamanho da propriedade proporciona impactos diferentes aos fragmentos florestais e possibilidades de contato diferentes entre populações humanas e animais silvestres, pois em propriedades menores o uso da floresta para subsistência, como corte, caça, predação por animal de estimação é maior do que em grandes propriedades. Na produção de gado, as cercas são mais frouxas do que nas grandes propriedades, o que permite a entrada de gados no fragmento florestal e as gramíneas também crescem de forma mais irregular, podendo ficar altas (Cabral; Fizon, 2004). Ainda temos as propriedades que estão na região Peri-urbana dos municípios, essas mostram um uso de terra de forma diferente ás propriedades rurais, onde os proprietários não dependem tanto da terra para sua sobrevivência e também não precisam manter 20 % da sua propriedade como reserva legal (Vieira et al., 2009). Isso leva a uma atenção maior sobre os padrões que são associados às áreas urbanizadas, pois ali apresenta um risco mais alto de encontro desses roedores silvestres com a população humana.



**Figura 4:** Padrões de uso e cobertura da terra do ano de 2010 de interesse para abundância do roedor silvestre.

A análise por mineração de dados para definição desses padrões de cobertura e uso da terra não levou em consideração nenhuma variável espacial, assim, foi feito um teste com o ano de 2010 com duas variáveis que foram selecionadas pela mineração de dados para o padrão P3

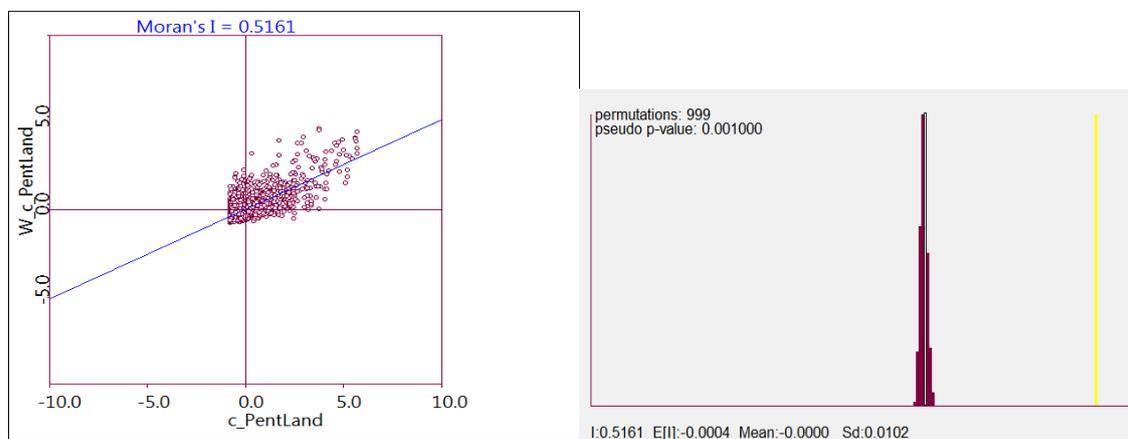
Floresta Fragmentada com isolamento e cana de açúcar que é um dos padrões onde grande número de roedores são encontrados e com alta soropositividade.

O objetivo deste teste foi usar as mesmas variáveis que a mineração de dados usou para definição deste padrão, porém agora vamos utilizar apenas as correlações espaciais. Para isso usamos um indicador de autocorrelação espacial, o índice de Moran pelo programa GeoDa.

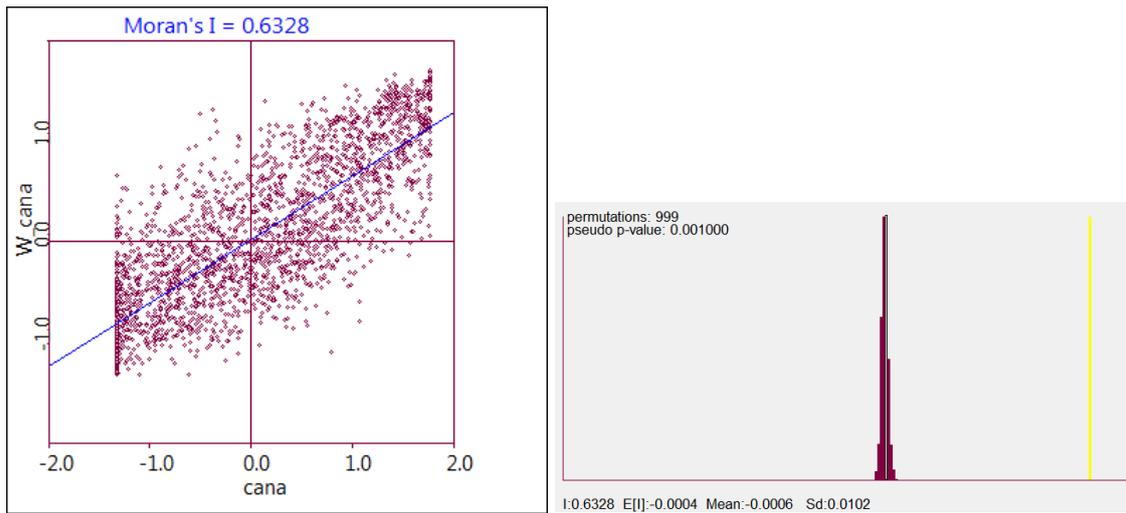
De uma forma geral, o índice global de Moran I presta-se a um teste cuja hipótese nula é de independência espacial; neste caso, seu valor seria zero. Valores positivos (entre 0 e +1) indicam para correlação direta e negativos, (entre 0 e -1) correlação inversa. Nas Figuras 5 e 6 pode ser observado que o índice Moran I mostrou autocorrelação direta do Percentual de Floresta e também do Percentual de Cana de açúcar. Uma vez calculado o índice, é importante estabelecer sua validade estatística. Para estimar a significância do índice, é preciso associar a este uma distribuição estatística, que pode ser feito pelo teste de pseudo-significância. Neste caso, são geradas diferentes permutações dos valores de atributos associados às regiões; cada permutação produz um novo arranjo espacial, onde os valores estão redistribuídos entre as áreas. Como apenas um dos arranjos corresponde à situação observada, pode-se construir uma distribuição empírica de I. Se o valor do índice I medido originalmente corresponder a um “extremo” da distribuição simulada, então se trata de valor com significância estatística. Se observarmos o teste de pseudo-significância nos dois casos testados (Figura 5 e 6) podemos dizer que existe significância estatística.

Nas Figuras 5 e 6 também é mostrado o Diagrama de Espalhamento de Moran I, esse diagrama é uma maneira adicional de visualizar a dependência espacial, onde Q1 (valores positivos, médias positivas), Q2 (valores negativos, médias negativas): indicam pontos de associação espacial positiva, no sentido que uma localização possui vizinhos com valores semelhantes, Q3 (valores positivos, médias negativas) e Q4 (valores negativos, médias positivas): indicam pontos de associação espacial negativa, no sentido que uma localização possui vizinhos com valores distintos.

Para a definição do padrão P3 (Floresta Fragmentada com isolamento) + cana de açúcar é utilizado o quadrante Q2 baixo/baixo da Porcentagem de Floresta (Figura 5) e o quadrante Q1 alto/alto da Porcentagem de Cana de açúcar (Figura 6).



**Figura 5:** Diagrama de espalhamento e teste de pseudo-significância do Índice Global de Moran I univariado para Percentual de Floresta.



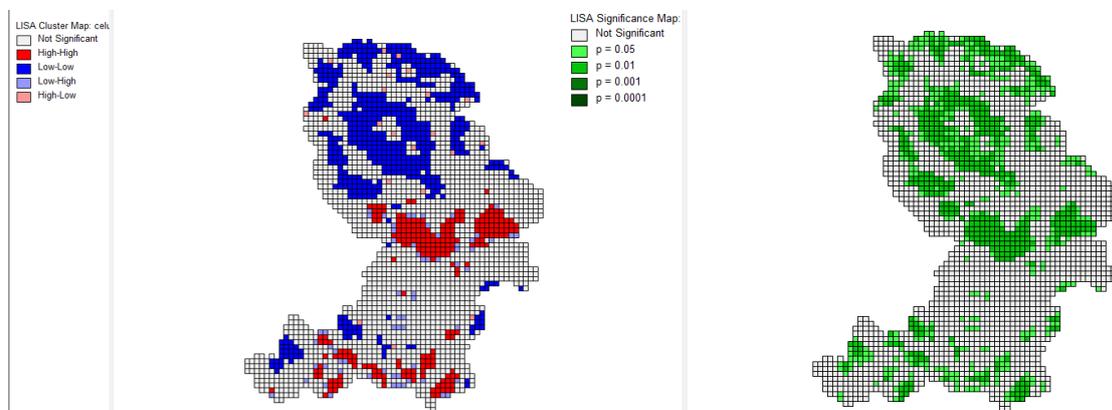
**Figura 6:** Diagrama de espalhamento e teste de pseudo-significância do Índice Global de Moran I univariado para Percentual de Cana de açúcar.

Os indicadores globais de autocorrelação espacial, como o índice de Moran, fornecem um único valor que é a medida da associação espacial para todo o conjunto de dados, que é útil na caracterização da região de estudo como um todo. Quando lidamos com grande número de áreas, é muito provável que ocorram diferentes regimes de associação espacial e que apareçam máximos locais de autocorrelação espacial, onde a dependência espacial é ainda mais pronunciada. Assim, muitas vezes é desejável examinar padrões em maior detalhe.

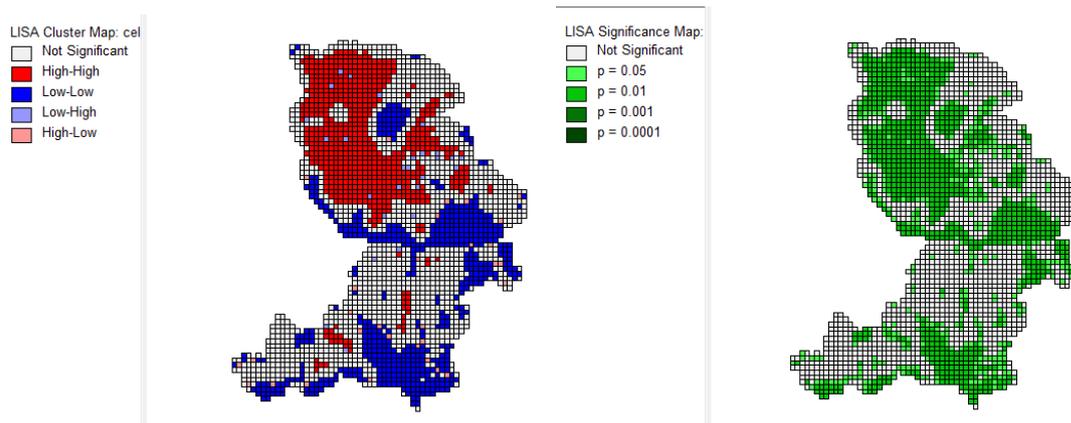
Portanto, é preciso utilizar indicadores de associação espacial que possam ser associados às diferentes localizações de uma distribuição espacial. Os indicadores locais produzem um valor específico para cada área, permitindo assim a identificação de agrupamentos.

A significância estatística do uso do índice de Moran local é computada de forma similar ao caso do índice global. Para cada área, calcula-se o índice local, e depois se permuta aleatoriamente o valor demais áreas, obter uma pseudo-distribuição para a qual podemos computar os parâmetros de significância.

Nas Figuras 7 e 8 podemos observar as áreas com maior autocorrelação espacial para cada variável analisada pelo indicador local Lisa, onde pode ser observado valores com significância de 5%, 1%, 0,1% e 0,01%. O Lisa Map possibilita a identificação de “bolsões” de não-estacionariedade, pois são áreas com dinâmica espacial própria e que merecem análise detalhada. Estes resultados evidenciam que existem algumas subáreas com autocorrelação espacial com uma significância estatística considerável. Estas subáreas tem dinâmica espacial própria e merecem uma análise detalhada.



**Figura 7:** Índice Local de Moran LISA Map Cluster e LISA Map de significância para porcentagem de Floresta.



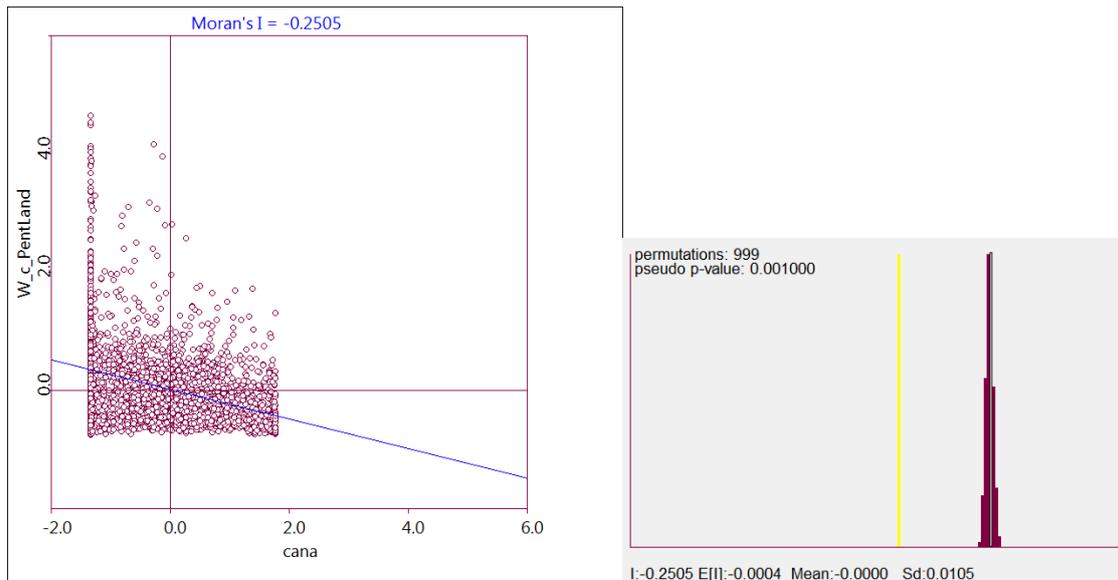
**Figura 8:** Índice Local de Moran LISA Map Cluster e LISA Map de significância para porcentagem de cana de açúcar.

Porém, para a definição dos padrões de cobertura e uso da terra o teste Moran I univariado não foi suficiente, pois se fez necessário analisar a autocorrelação entre as duas variáveis juntas. Assim, foi utilizado também a autocorrelação espacial global num contexto multivariado.

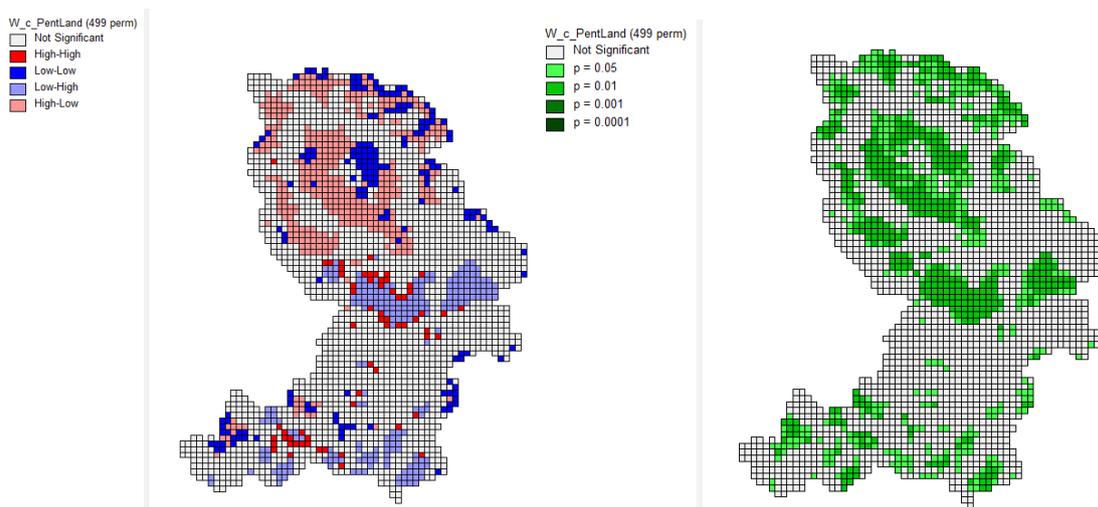
O índice global de Moran multivariada (Figura 9) indica correlação inversa entre as variáveis, ou seja, quando a porcentagem de cana de açúcar é muito alta em uma célula as suas células vizinhas tendem a ter baixa porcentagem de Floresta e, o teste de pseudo-significância foi significativo.

No índice local de Moran Lisa Map (Figura 10) podemos observar de rosa claro as áreas onde existem células com pouca Floresta e células vizinhas com muita Cana de açúcar com  $p = 95\%$  ou mais, essas são as células do padrão P3 Floresta Fragmentada sem conectividade mais cana de açúcar definidas apenas pelo índice de autocorrelação. Podemos observar uma homogeneidade no padrão celular, diferente do padrão gerado pela mineração de dados que não levou em consideração a autocorrelação espacial que mostrou uma heterogeneidade maior entre a distribuição dos padrões.

Nas células azuis claras podemos observar melhor, essas são onde ocorrem muita floresta e pouca cana de açúcar, o padrão gerado pela autocorrelação está mais próximo do que ocorre no real do que o gerado pela mineração de dados sem variáveis de autocorrelação. Este resultado sugere que uma ou mais variáveis de autocorrelação devam ser incluídas na mineração de dados.



**Figura 9:** Diagrama de espalhamento e teste de pseudo-significância do Índice Global de Moran I multivariado para Percentual de Cana de açúcar e Percentual de Floresta.



**Figura 10:** Índice Local de Moran multivariado LISA Map Cluster e LISA Map de significância para porcentagem de cana de açúcar e de Floresta.

#### 4 - Considerações Finais

Para explorar a estrutura da paisagem nas microrregiões de Ribeirão Preto e São Carlos este estudo está utilizando a técnica de mineração de dados, porém até o momento não foi levado em consideração a autocorrelação espacial das variáveis celulares para a definição dos padrões celulares, assim este estudo teve objetivo avaliar a relevância da autocorrelação espacial para a definição dos padrões.

Os resultados sugerem que as variáveis de autocorrelação espacial devem ser incluídas na mineração de dados.

#### 5 - Referências:

Assis MC. Abordagens espaciais para caracterização dos condicionantes socioambientais associados ao risco de malária em novas fronteiras na Amazônia: o caso de Lábrea, Amazonas. Dissertação de mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011. Disponível em: <<http://mtc-m19.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/04.05.13.31?languagebutton=pt-BR&searchsite=bibdigital.sid.inpe.br:80>> Acesso em julho de 2011.

Cabral DC, Fiszon JT. Padrões sócio-culturais de desflorestamento e suas implicações para a fragmentação florestal: estudo de caso na bacia do Rio Macacu, RJ. **Scientia Forestalis**, v. 66, p. 13–24, 2004.

Childs, JE.; Mills, JN.; Glass, FE. Rodent borne hemorrhagic fever viruses: a special risk for mammalogists? **J Mammal**, v. 76, n. 3, p. 664-680, 1995.

Furtado, MA. Uma visão sobre a eco-epidemiologia da Hantavirose: revisão sistemática e fatores socioambientais associados. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Promoção de Saúde da Universidade de Franca, 2011.

Gomes MN, Monteiro AMV, Escada MIS. Raiva bovina segundo os mosaicos de uso e cobertura da terra no estado de São Paulo entre 1992 e 2003. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 63, n. 2, p. 287-295, 2011.

Goodin DG, Koch DE, Owen RD, Chu YK, Hutchinson JMS, Jonsson CB. Land cover associated with hantavirus presence in Paraguay Global Ecology and Biogeography. **Global Ecol. Biogeogr.**, 15, 519–527, 2006.

Iverson LB Travassos APA, Rosa MDB, Lomar AV, Sasaki MGM, Leduc JM. Infecção humana por Hantavírus no Sul e Sudeste do Brasil. **Rev Assoc Med Bras**, v. 40, p. 85-92, 1994.

Lambin EF, Tran A , Vanwambeke SO , Linard C , Soti V. Pathogenic landscapes: Interactions between land, people, disease vectors, and their animal hosts. **International Journal of Health Geographics**, v. 9, n. 54, p. 1-13, 2010.

Mills JN. Biodiversity loss and emerging infectious disease: an example from the rodent-borne hemorrhagic fevers. **Biodiversity**, v. 7, p. 9-17, 2006.

Mills JN, Ksiaszek TG, Ellis BA, Rollin PE, Nichol ST, Yates TL, Gannon WL, Levy CE, Engelthaler D, Davis T, Tanda DT, Frampton JW, Nichols CR, Peters CJ, Childs JE. Patterns of association with wild hosts and habitat: antibody reactive with sin nombre virus in small mammals in the major biotic communities of the southwestern United States. **Am J Trop Med Hyg**, v. 56, p. 273-284, 1997.

Moreira MA. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 2. ed. Viçosa:UFV, p. 307, 2005.

Pereira LE. Estudo ecoepidemiológico de hantavírus em roedores das regiões da Mata Atlântica e Cerrado do Brasil. Tese apresentada ao Programa de PósGraduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, São Paulo, 2006.

Suzán G, Giermakowski JT, Marcé E, Suzán-Azpiri h, Armién B, Yates TL. Modeling hantavirus reservoir species dominance in high seroprevalence areas on the Azuero peninsula of Panama, **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v. 74, n. 6, p. 1103–1110, 2006.

Suzuki A, Bisordi I, Levis S, Garcia J, Pereira LE, Souza RP, Sugahara TKN, Pini N, Enria D, Souza LTM. Identifying rodent hantavirus reservoirs, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 10, p. 2127-2134, 2004.

Vieira MV, Olifiers N, Delciellos AC , Antunes VZ, Bernardo LR, Grelle CEV, Cerqueira R. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. **Biological Conservation**, n. 142, p. 1191–1200, 2009.