

Padrões de paisagem espaço-temporais nas microrregiões de Ribeirão Preto e São Carlos: Investigando a história natural da hantavirose a partir da análise da estrutura da paisagem.

Michelle Andrade Furtado¹
Antônio Miguel Vieira Monteiro¹
Maria Isabel Sobral Escada¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
{mfurtado, miguel, isabel}@dpi.inpe.br

Abstract. The changes in the landscape of São Paulo State in the last years, associated with the planting of sugar cane fields, added to regional seasonal climatic aspects, bring new disturbances to a system in which wild rodents and humans coexisted. In this study, we analyzed landscape changes for the years 2003 and 2010, of Ribeirão Preto and São Carlos microrregions that produce sugar cane, which have the highest number of reported cases of Hantavirus in the São Paulo state. To study the influence of landscape in the transmission of Hantavirus was proposed a typology for habitats associated with the presence of wild rodents, considering the landscape spatial patterns and connectivity between use groups and land cover. To identify these groups were used Landsat satellite images, classified as follows: 1) Forest, 2) Reforestation, 3) Farming-mosaic-excluding-cane; 4) Cane-Sugar, 5) Grass, 6) Build-area. A space divide in pieces with dimensions of 2km x 2km was defined and landscape measure were extracted for classification of landscapes using mining data techniques based on decision trees. The pattern was found more Isolated Fragments Forest surrounded by sugarcane, landscape that enhance the Hantavirus reservoir populations. This region crossed by changes in recent decades, due to transitions of forest groups, pasture and other crops, as sugarcane, drawing new mosaics in the regional landscape, with possible implications for the dynamic of the transmission and persistence of Hantavirus. The results reinforce the thought that global strategies to combat climate change is crucial to think about the consequences on the local scale.

Palavras-chave: Hantavirus, sugar cane crop, wild rodents, fragments forest, Hantavírus, cana de açúcar; roedores silvestres, fragmentos florestais.

1. Introdução

A Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, também chamada de Hantavirose, teve seu primeiro caso notificado no Brasil em 1993, na região de Juitituba -SP (Iverson et al., 1994). O reservatório do hantavírus são roedores silvestres que no Brasil se destacam o *Akodon* sp (rato da mata), *Oligoryzomys* sp (ratinho do arroz) e *Necomys lasiurus* sp (rato do rabo peludo) (Pereira et al., 1999; Romano-Lieber et al., 2001). Os hantavírus parecem ter sua evolução estreitamente relacionada com o roedor reservatório e parece haver uma surpreendente co-evolução entre o vírus e o roedor hospedeiro através de milhares de anos (Zhao; Hay, 1997; OPS, 1999; Pereira et al., 1999). Encontram-se fragmentos genéticos do vírus incorporados no RNA mitocondrial dos roedores (Zhao; Hay, 1997). Alguns hantavírus já foram encontrados no país como o Anajatuba no Maranhão, Castelo dos Sonhos no Pará, Araraquara no Sudeste e Planalto Central, Juitituba na Serra do Mar e Sul, e Araucária no Paraná (Suzuki et al., 2004).

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. (Childs; Mills; Glass, 1995; Mills et al., 1997).

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 e São Carlos, 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, Guataporã, Descalvado, Dourado, Ibaté, Analândia, Ribeirão Bonito e São Carlos, dos quais 10 notificaram casos de Hantavirose.

Para a análise epidemiológica foi consultado o site do Centro de Vigilância epidemiológica do Estado de São Paulo – CVE-SP (1993 a 2012), e o site do Portal de Saúde do SUS disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id_area=1558, onde pode ser encontrado todos os casos notificados de Hantavirose no Brasil de 2001 a 2012 com o Local Provável de Infecção.

A análise da paisagem foi realizada em duas etapas, na primeira delas foi realizada a classificação digital de imagens TM/Landsat para os anos de 2003 e 2010, que para a classe Cana de açúcar foram utilizados os mapas temáticos das áreas de cana de açúcar feito pelo CANASAT-INPE, Programa de monitoramento das áreas de Cana de Açúcar via imagem de satélite (CANASAT-INPE, 2012). Na segunda etapa, foi utilizada técnica de mineração de dados para classificação de padrões de paisagem para discussão de padrões de comportamento dos roedores silvestres e as possibilidades de contato dos roedores e humanos. Essas duas etapas são descritas a seguir

2.1 Classificação das imagens e edição das seis classes de cobertura da terra.

A área de estudo encontra-se dentro de uma única cena Landsat orbita ponto 220-75. Duas datas foram escolhidas conforme épocas de epidemia, anos do censo populacional e início do CanaSat e, assim foram realizadas classificações em imagens de outubro de 2003 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 μm), 4 (0,63-0,69 μm) e 5 (0,69-0,76 μm) em respectiva composição Red, Green e Blue.

A classificação realizada foi não supervisionada por região, utilizando o algoritmo Isoseg com limiar 5 de similaridade e 8 de área. Isoseg 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, cinco classes de cobertura e uso da terra foram adotadas: Floresta; Reflorestamento e Floresta degradada; Mosaico de agricultura exceto cana de açúcar; Cana de açúcar; Pasto; Área Edificada.

Para a classe Cana de açúcar foi utilizado o mapa temático do ano de 2003 e 2010 gerado pelo Canasat-INPE, Programa de Monitoramento de Cana de açúcar via imagens de satélite (Canasat-INPE, 2012) no estado de São Paulo. Os 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 Análise da paisagem por Mineração de Dados.

Para essas análises foi utilizado o software Terraview 4.0 e o plugin do Terraview de mineração de dados, o *Geographic Data Mining Analyst - GeoDMA* (Korting et al., 2008; Korting, 2012). O GeoDMA permite a extração de diversas métricas da paisagem (perímetro, área, densidade de polígonos, porcentagem de cobertura, etc). Esse sistema extrai atributos por objeto ou por célula (Korting, 2012). Para este estudo foi utilizado a análise por célula, sendo extraídas métricas da paisagem de células de tamanho de 2.000 m x 2.000 m. A definição do tamanho das células foi feita de forma empírica, 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.

Foi definida uma tipologia de padrões para a classe Floresta com base no trabalho de Pereira (2006) que coletou roedores silvestres de 1998 a 2003, e descreve as espécies que ocorrem na região e também a abundância dessas espécies, foram pesquisadas variáveis ambientais relacionadas com a presença de roedores silvestres para a definição dos padrões de paisagem de interesse.

Para auxiliar na definição dos padrões de paisagem foi definido primeiramente os padrões da classe floresta e posteriormente associando à esses padrões de Floresta foi definido os padrões de paisagem que favorecem a presença do roedor silvestre. Os padrões de Floresta encontrados na área de estudo foram: *Floresta contínua*, célula com mais de 55% da classe Floresta e tamanho médio dos fragmentos florestais de 0,13; *Floresta Fragmentada com conectividade*, célula entre 13% e 55% da classe Floresta e tamanho médio dos fragmentos florestais menores que 0,12; *Fragmentos Florestais Isolados*, célula entre 3% e 12% da Classe Floresta; *Poucos Fragmentos Florestais*, célula entre 0,01% e 2% da Classe Floresta; *Sem Floresta*, célula com 0% da classe Floresta.

Após definido os padrões da classe Floresta foram definidos os padrões de paisagem que favorecem os roedores silvestres de acordo com o encontrado na literatura. Combinando esses cinco padrões de Floresta com as classes Reflorestamento e Floresta degradada; Mosaico de agricultura exceto cana de açúcar; Cana de açúcar; Pasto e; Área edificada; obtemos 27 prováveis padrões da paisagem, porém, nem todos

são encontrados nesta região. Após a definição dos padrões de paisagem e definido pelos dados encontrados na literatura quais roedores podem ser encontrados em cada um e quais mais favorecem a presença do roedor silvestre foi feita a mineração de dados pelo GeoDMA.

A mineração de dados é a partir de um algoritmo clássico baseado em árvore de decisão, o C4.5. 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.

3. Resultados e Discussão

O primeiro caso de hantavirose notificado no Brasil ocorreu em 1993 no Estado de São Paulo (Iverson et al., 1994), desde então foram notificados casos em todo o Brasil. No Estado de São Paulo de 2001 a 2012 foram notificados 189 casos, sendo 109 só nas microrregiões de Ribeirão Preto e São Carlos.

Os municípios dessa região que mais notificaram casos foram São Carlos, Sertãozinho e Ribeirão Preto, sendo mais frequente na população de raça branca, sexo masculino e de 20 a 39 anos e a taxa de letalidade ultrapassa 50%.

A escolha das classes para a realização da classificação das imagens Landsat 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 obtidas: 1. Floresta; 2. Reflorestamento e Floresta degradada; 3. Mosaico de agricultura exceto cana de açúcar; 4. Cana de açúcar; 5. Pasto; 6. Área Edificada. Na Figura 1 é mostrada a área classificada para os anos de 2003 e 2010.

Podemos observar que as áreas de Cana de açúcar aumentaram principalmente sobre as áreas de Mosaico de Agricultura exceto Cana de Açúcar, sendo essa conversão mais destacada na região sul da área de estudo que corresponde a microrregião de São Carlos.

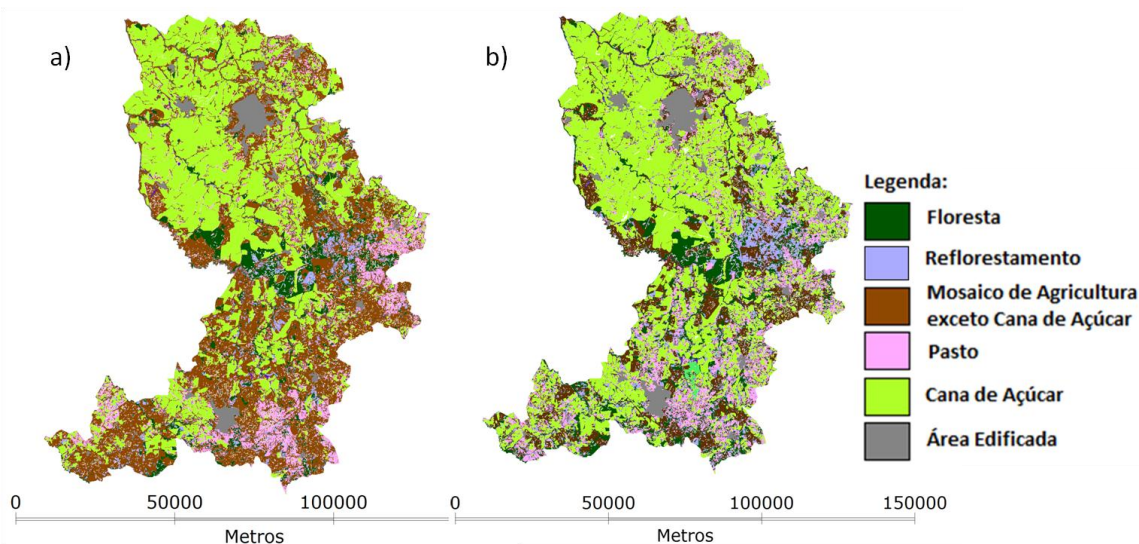


Figura 1. Região de estudo dos anos de a) 2003 e b) 2010, classificada com as classes de interesse para a hantavirose.


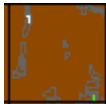


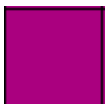

Após a classificação das imagens para os dois anos, foi feita a análise por mineração de dados. Para essa análise primeiramente foram extraídas métricas da paisagem por células: porcentagem de cobertura de cada classe, tamanho médio dos fragmentos florestais e densidade dos fragmentos florestais na célula.


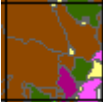
A mineração de dados foi feita a partir dos dados extraídos pelas métricas da paisagem por células. Dos 27 possíveis padrões de paisagem, foram encontrados 18 nesta região de estudo, porém esses 18 foram reagrupados em 8 padrões de paisagem

(Tabela 1), pois esses eram suficientes de acordo com o encontrado na literatura para representar a presença dos roedores silvestres, reservatório do hantavírus.

As espécies de roedores silvestres mostradas na Tabela 1 são as que foram encontradas por Pereira (2006) nesta região 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, sendo *Akodon sp*, *Necromys lasiurus*, *Colomys tener*, *Mus musculus*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oryzomys nitidus* as espécies de roedores silvestres encontradas nas microrregiões de Ribeirão Preto e São Carlos. A partir desses dados, foi feita uma busca na literatura sobre a ecologia desses roedores, destacando o habitat em que esses roedores são mais encontrados. A Tabela 1 mostra os 8 padrões da paisagem e quais roedores silvestres podem ser encontrados em cada um. A partir dessa tabela, podemos observar que os padrões da paisagem que são associados a maior presença de roedores são os padrões *Floresta Fragmentada com Cana de açúcar* e *Floresta Fragmentada com Mosaico de Agricultura exceto Cana de açúcar* e no estudo de Pereira (2006) às espécies *Akodon sp*, *Necromys lasiurus*, *Colomys tener*, encontradas neste tipo de paisagem, foram as encontradas em maior número nesta região.

Tabela 1. Padrões de cobertura da terra de interesse para a presença dos roedores silvestres.

Padrões de paisagens	Composição celular	Roedores que podem ser encontrados neste padrão da paisagem
Floresta 	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),
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> (Goodin et al., 2006);
Cana de açúcar 	Célula com mais de 80% da classe Cana de açúcar.	<i>Oryzomys sp</i> (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> (Goodin et al., 2006);
Pasto 	Célula com mais de 80% da classe Pasto.	
Área Edificada 	Célula com mais de 90% da classe Urbanizada.	Encontrados em áreas Peri-urbanizadas: <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> (Torres-Pérez et al., 2010);
Floresta Fragmentada com conectividade Rodeados por 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); <i>Oryzomys sp</i> (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>

<p>Fragmentos Florestais Isolados Rodeados por 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>montensis</i> (Goodin et al., 2006); <i>Rhipidomys mastacalis</i> (Vieira et al., 2009); <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Vieira et al., 2009); Suzán e col. (2006) <i>Oryzomys sp</i> (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> (Goodin et al., 2006);</p>
<p>Floresta Fragmentada Rodeados por Mosaico de Agricultura exceto cana de açúcar</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); <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> (Goodin et al., 2006);</p>

* Métricas de Classe utilizadas: C_CA = área total; C_MPS = média do tamanho dos fragmentos; C_PD = densidade dos fragmentos.

A Figura 2 mostra a disposição dos padrões de paisagem na região de estudo e na Figura 3 podemos observar a quantidade de cada padrão de paisagem nas duas datas. O padrão de paisagem que mais ocorre nessa região é *Fragmentos Florestais Isolados Rodeados por Cana de Açúcar*. O número de células classificadas com esse padrão praticamente se manteve no período de estudo, havendo uma pequena redução. Este é um dos padrões que representa maior presença dos roedores silvestres reservatórios do Hantavírus. Segundo, Vieira et al. (2009) esses roedores são encontrados em maior abundância em pequenos fragmentos florestais do que em áreas contínuas de floresta e que 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 et al. (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 *Fragmentos Florestais Isolados Rodeados por Cana de açúcar* e o *Floresta Fragmentada Rodeados por Mosaico de Agricultura exceto Cana de açúcar* são os que representam maior presença desses roedores silvestres e também onde os roedores silvestres são encontrados com maior soropositividade para hantavírus.

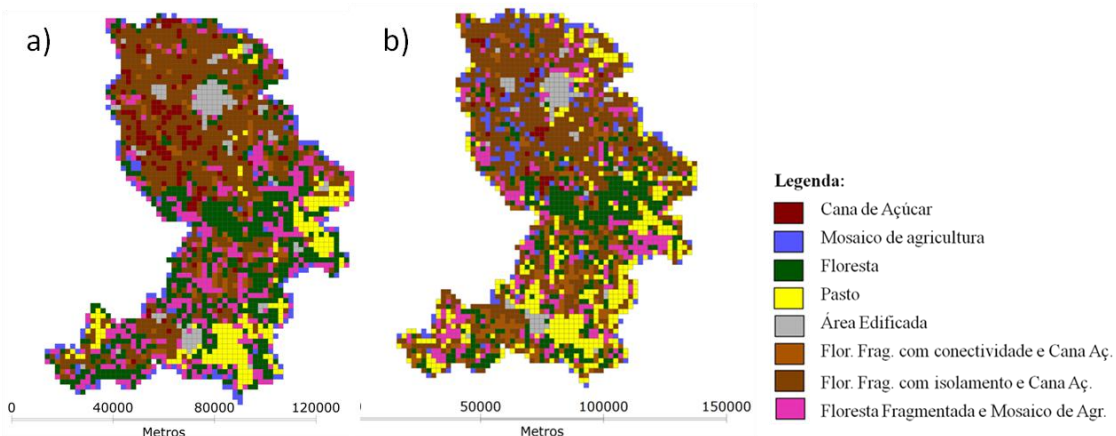


Figura 2. Padrões da paisagem nas microrregiões de Ribeirão Preto e São Carlos no ano de a) 2003 e b) 2010.

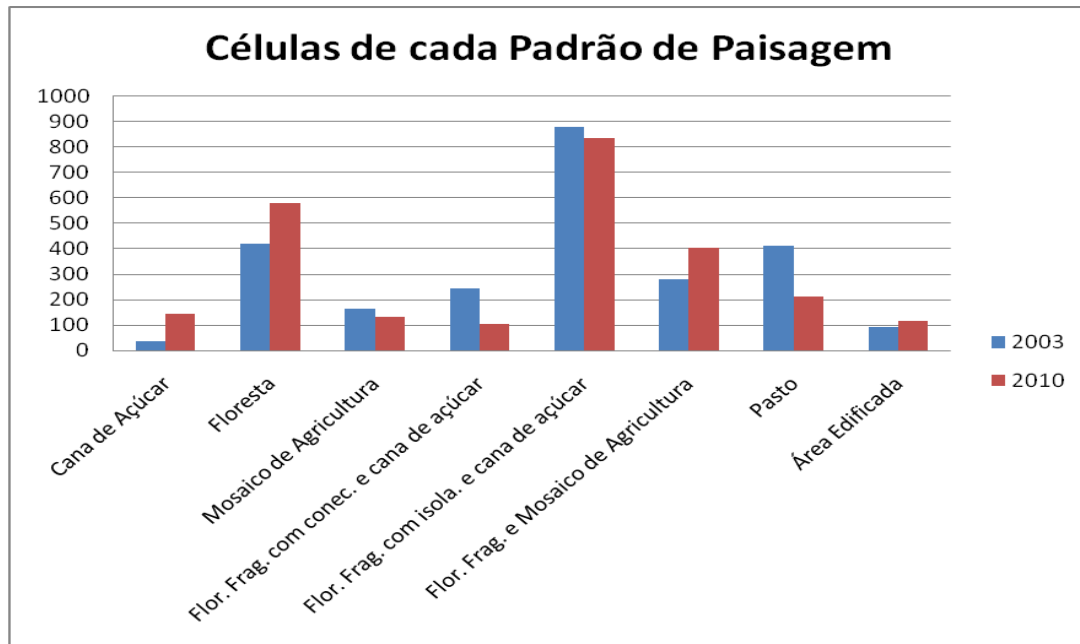


Figura 3. Frequência de células de cada padrão de paisagem das microrregiões de Ribeirão Preto e São Carlos para 2003 e 2010.

4 - Conclusão

O padrão de paisagem mais encontrado na região analisada foi *Fragmentos Florestais Isolados Rodeados por Cana de açúcar*, e esse padrão de paisagem é um dos que mais favorecem as populações dos roedores silvestres, reservatórios da Hantavirose.

A região de estudo atravessou por mudanças nas últimas décadas, devido às transições das classes floresta, pastagem e outras culturas, para cana, desenhando novos mosaicos na paisagem regional, com possíveis implicações na dinâmica de transmissão e persistência da Hantavirose. Os resultados reforçam que ao pensar estratégias globais de combate às mudanças climáticas é fundamental pensar em suas consequências na escala local.

Referências:

- Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas U.M.; Garrido, J. Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403. 1996.
- Canasat-INPE, Programa de Monitoramento da Cana de açúcar via imagens de satélite – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/index.html>>. Acesso em: 20/10/2012.
- Childs, J.E.; Mills, J.N.; Glass, F.E. Rodent borne hemorrhagic fever viruses: a special risk for mammalogists? **J Mammal**, v. 76, n. 3, p. 664-680, 1995.
- Global Land Cover Facility (GLCF). **Imagens do Estado de São Paulo**. 2003. Maryland, 2003. 4 imagens de satélite. Landsat-TM- Composição RGB, Bandas 3, 4 e 5, Base 218 / Ponto: 76; Base 220 / Ponto: 75; Base 219 / Ponto: 76; Base 219 / Ponto: 76. Disponível em: <<http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>>.
- Goodin, D.G.; Koch, D.E.; Owen, R.D.; Chu, Y.K.; Hutchinson, J.M.S.; Jonsson, C.B. Land cover associated with hantavirus presence in Paraguay Global Ecology and Biogeography. **Global Ecol. Biogeogr.**, v. 15, p. 519–527, 2006.
- Iverson, L.B.; Travassos, A.P.A.; Rosa, M.D.B.; Lomar, A.V.; Sasaki, M.G.M.; Leduc, J.M. Infecção

humana por Hantavírus no Sul e Sudeste do Brasil. **Rev Assoc Med Bras**, v. 40, p. 85-92, 1994.

Korting, T.S. **GeoDMA: a toolbox integrating data mining with object-based and multi-temporal analysis of satellite remotely sensed imagery**. 2012. 119 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2012/07.31.18.22-TDI). Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2012.

Korting, T.S.; Fonseca, L.M.G.; Escada, M.I.S.; Silva, F.C; Silva, M.P.S. GeoDMA - A novel system for spatial data mining. Data Mining Workshops, 2008. ICDMW '08. IEEE International Conference on. Pisa, Italy. 2008.

Mills, J.N.; Ksiaszek, T.G.; Ellis, B.A.; Rollin, P.E.; Nichol, S.T.; Yates, T.L.; Gannon, W.L.; Levy, C.E.; Engelthaler, D.; Davis, T.; Tanda, D.T.; Frampton, J.W.; Nichols, C.R.; Peters, C.; Childs, J.E. 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.

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

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

Organizacion PanAmericana de la Salud (OPAS). Cuaderno tecnico 47. Hantavirus en las Americas: guia para el diagnóstico, el tratamiento, la prevención y el control. **Rev Esp Salud Publica**, v. 73, p. 647-670, 1999.

Pereira, L.E.; Souza, L.T.M.; Souza, R.P.; Bisordi, I.; Susuki, A.; Katz, G. Histórico da vigilância eco-epidemiológica do hantavírus no Brasil. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado da Saúde. **Rev Coord Inst Pesq**, v. 1, p. 5-12, 1999.

Pereira, L.E. **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.

Romano-Lieber, N.S.; Yee, J.; Hjelle, B. Serologic survey for hantavirus infections among wild animals in rural areas of Sao Paulo State, Brazil. **Rev Inst Med Trop Sao Paulo**, v. 43, p. 325-327, 2001.

Suzán, G.; Giermakowski, J.T.; Marcé, E.; Suzán-Azpiri, H.; Armién, B.; Yates, T.L. 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, L.E.; Souza, R.P.; Sugahara, T.K.N.; Pini, N.; Enria, D.; Souza, L.T.M. Identifying rodent hantavirus reservoirs, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 10, p. 2127-2134, 2004.

Torres-Pérez, F.; Palma, R.E.; Hjelle, B.; Ferrés, M.; Cook, J.A. Andes virus infections in the rodent reservoir and in humans vary across contrasting landscapes in Chile. **Infection, Genetics and Evolution**. v. 10, p. 819-824, 2010.

Umetsu, F.; Pardini, R. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats—evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. **Landscape Ecol**, v. 22, p. 517–530, 2007.

Vieira, M.V.; Olifiers, N.; Delciellos, A.C.; Antunes, V.Z.; Bernardo, L.R.; Grelle, C.E.V.; 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.

Zhao, X.; Hay, J. The evolution of hantavirus. **Immunol Invest**, v. 26, p. 191-197, 1997.