

O Uso de Cadastros temáticos na Modelagem da Distribuição geográfica dos Riscos de Saúde

Dr. Carlos Eduardo Salles de Araujo

EPAGRI / CIRAM
88034-901 Florianópolis SC

Resumo: A maioria das doenças emergentes está associada as atividades humanas que modificam os ecossistemas, tornando a saúde humana mais vulnerável as infecções. Este trabalho desenvolve um modelo para a distribuição geográfica do risco de contágio da Hantavirose, utilizando cadastros temáticos ambientais, sócio-econômicos e de saúde. Os dados foram avaliados sob uma perspectiva de risco, a partir das ocorrências de saúde observadas. Elaborou-se uma metodologia para espacializar os dados de saúde em escala sub-municipal e foi proposta uma abordagem ecológica para determinar a contribuição da paisagem nos riscos de saúde. O modelo desenvolvido apresentou um bom ajuste em relação as ocorrências de Hantavirose.

Palavras chaves: cadastros temáticos, paisagem, epidemiologia.

Abstract: Most emerging human diseases are associated with human activities that modify ecosystems, influencing human health and making it more vulnerable to infections. A holistic approach to assess the contribution of landscape mosaic to human health risks is proposed. The method is flexible and accepts a wide range of implementation techniques. It was tested for Hantavirus Pulmonary Syndrome (HPS) in southern Brazil, but could be applied to other diseases influenced by the landscape. The results showed that landscape patterns change continually on a local scale and these arrangements have a remarkable influence on the HPS risk. Other environmental and social aspects were considered to assess the HPS risk at a spacial perspective. The model results showed a good fit to the observed HPS cases.

Keywords: landscape, risk assessment, epidemiology, cadastre ,Hantavirus

1 Introdução

As mudanças na paisagem devidas às atividades humanas como o desmatamento, agricultura e reflorestamento com espécies comerciais exóticas alteram o balanço natural do ambiente e produzem efeitos em diferentes escalas de tempo e espaço. Em termos de riscos potenciais, a degradação dos ecossistemas pode aumentar a probabilidade de ocorrência de secas, enchentes relâmpago, erosão do solo, deslizamento de encostas, perda da biodiversidade, poluição e doenças (Koren & Crawford-Brown, 2004).

Muitas das doenças emergentes nas últimas décadas são ocasionadas por atividades humanas que modificam os ecossistemas ou espalham patógenos em novos nichos ecológicos. A fragmentação dos habitats florestais, com a implementação de assentamentos e atividades agrícolas, desenvolve efeitos de borda que promovem a interação entre os patógenos, vetores e hospedeiros. Estes efeitos de borda foram documentados para a doença de Lyme (Glass *et al.*, 1995) e a Leishmaniose (Weigle *et al.*, 1993). Murcia (1995) argumenta que na medida em que a paisagem se fragmenta devido as atividades humanas, os efeitos de borda se tornam relativamente mais importantes. A fragmentação pode tanto cortar os subsídios necessários à manutenção destes fragmentos florestais quanto aumentar a magnitude dos subsídios de fragmentos adjacentes.

A Hantavirose é um exemplo de uma doença emergente condicionada pelas atividades humanas que promovem a fragmentação da paisagem e a progressiva redução da diversidade biológica. De acordo com Goodin *et al.* (2006), Keesing *et al.* (2006) e Mills (2006) esta associação tem origem no crescimento das populações humanas e na forma como interagem com o ambiente natural.

A hantavirose manifesta-se como uma infecção de origem zoonótica, provocada por vírus da família Bunyavirus e transmitida ao homem por meio da inalação de partículas virais eliminadas nas fezes e na urina de roedores silvestres. Embora poucos casos sejam registrados por ano, constituem um importante problema de saúde pública, pois normalmente ocorrem de forma agrupada ou em epidemias, com taxas de mortalidade entre 30-50%.

O número de casos de SCPH varia geograficamente e também ao longo do tempo. Presume-se que estas flutuações sejam causadas tanto por alterações espaço temporais nas populações de roedores silvestres quanto pela fragmentação da paisagem natural, através de atividades agrícolas e prática de desmatamento, produzindo um mosaico de terras que aumenta a proximidade e consequentemente as probabilidades de encontro entre o homem e os roedores hospedeiros (Childs *et al.*, 1995; Langlois *et al.*, 2001; Feliciano *et al.*, 2002; Goodin *et al.*, 2006).

A análise de riscos atua como uma ferramenta de suporte para a tomada de decisão, através da determinação dos riscos dos efeitos adversos de poluentes químicos, fatores físicos e outros agentes ambientais que atuam na saúde humana e no meio ambiente.

1.1 Objetivo

O objetivo geral deste trabalho foi propor um modelo para análise da susceptibilidade de contágio por Hantavirose baseado em fatores ambientais, sociais e econômicos, sendo que o foco do trabalho foi direcionado para o papel da paisagem no risco.

2 Considerações

No Brasil a maioria dos casos de Hantavirose ocorre em indivíduos ligados às atividades agropecuárias (Brasil, 2005). As alterações dos fatores ambientais e sócio-econômicos criam condições heterogêneas, podendo ampliar a taxa de infecção e transmissão dos vírus no meio rural. O entendimento desta dinâmica é essencial para a previsão das variações do risco de infecção.

A construção deste conhecimento depende necessariamente da organização e estruturação das diversas variáveis de forma sistemática, possibilitando a análise dos dados e informações em uma perspectiva espaço-temporal. Neste contexto, os sistemas de informação geográfica vem sendo utilizados por diversos autores para analisar os fatores de risco de contágio por Hantavirose. (Linthicum *et al.*, 1999; Glass *et al.*, 2000; Langlois *et al.*, 2001; Busch *et al.*, 2004; Glass *et al.*, 2006; Goodin *et al.* 2006). Na maioria destes trabalhos a paisagem é representada por mapas com classes de uso e da cobertura do solo.

Determinar riscos (ambientais ou de saúde) a partir de mapas classificados é muitas vezes uma tarefa complexa, pois o risco depende da fragmentação da paisagem e também das interações que podem ocorrer entre as diferentes classes. Os estudos de ecologia da paisagem empregam análises de padrões baseadas em medidas de conectividade, diversidade, complexidade da forma e tamanho dos elementos ou fragmentos da paisagem representados nos mapas. (O'Neill *et al.*, 1988; Turner & Gardner, 1991; Riitters *et al.*, 1995). Estas métricas vem sendo utilizadas de forma consagrada para descrever e determinar a condição da paisagem (Krummel *et al.*, 1987; Graham *et al.*, 1991; Wickham e Norton, 1994), mas não consideram as interações que ocorrem entre as diferentes classes.

Baseado nesta constatação, desenvolveu-se uma metodologia para computar a contribuição do mosaico da paisagem no risco de contágio por Hantavirose, através do uso de uma abordagem holística. Esta abordagem considera os riscos de contágio para cada classe individual (intra-classes) e para o contato entre pares de classes (entre-classes), determinando ainda de que forma estas classes interagem entre si. Estas interações podem ser representadas como probabilidades das classes co-ocorrerem numa área definida, considerando-se as possíveis relações espaciais de vizinhança (distância e ângulo).

Outra questão importante na avaliação dos riscos de contágio é a escala adotada para a análise espacial das informações ambientais e de saúde. Alguns autores (Busch *et al.*, 2004; Henkes e Barcellos, 2004)

adotam o nível de distrito ou município em suas análises. Estas unidades geopolíticas por vezes possuem áreas extensas, apresentando padrões de ocupação e fisiografia diversificados, não sendo adequadas para as análises de risco. Uma discussão sobre a importância das escalas de análise é apresentada ao longo do trabalho, sendo sugerida uma associação entre as avaliações de risco e o Cadastro Territorial Multifinalitário.

3 Metodologia

3.1 Caracterização da área de estudo

A região de estudo engloba as Regionais de Saúde (RS) de Joaçaba, Concórdia e Videira, possuindo área total de 18.566 quilômetros com predomínio de relevo ondulado dominado por morros e vales. Estas regionais localizam-se na região meio oeste de Santa Catarina, totalizando 52 municípios que concentram a maioria dos casos de hantavirose do Estado. A estrutura fundiária dos municípios é dominada por pequenas propriedades rurais para as RS de Concórdia e Joaçaba, enquanto que na RS de Videira existe um predomínio de médias e grandes propriedades. A economia atual é baseada principalmente em atividades agropecuárias como a pecuária bovina; a produção de grãos, destacando-se principalmente o milho; a criação de suínos e aves, associada a grandes indústrias exportadoras de carne; e atividades florestais, principalmente monoculturas de *Pinnus* spp. Estabelecimentos que combinam a produção de grãos com a criação intensiva de animais são bastante comuns.

3.2 Abordagem metodológica

Neste trabalho, a análise do risco de contágio por Hantavirose limitou-se aos fatores de susceptibilidade que promovem, de forma direta ou indireta, o aumento do contato entre os humanos e os roedores silvestres. Não foram considerados aspectos como a soro-prevalência nas populações de roedores nem aspectos como os diferentes graus de conhecimento e prevenção das doenças nas comunidades rurais.

A partir de uma reunião com doze especialistas das áreas de epidemiologia, engenharia ambiental, ecologia, agronomia, pedologia, sensoriamento remoto, meteorologia e saúde pública realizou-se a seleção dos cadastros e das variáveis de interesse para a modelagem de risco. As variáveis selecionadas foram estruturadas em uma base geográfica com a elaboração de um sistema de informações geográficas que, no caso deste trabalho, foi apenas instrumental. Após a estruturação da base geográfica as variáveis foram analisadas e novas variáveis derivadas foram geradas para a construção do modelo de risco.

3.3 Seleção dos dados e estruturação das variáveis

As variáveis ambientais, sócio econômicas e de saúde selecionadas para esta investigação apresentam relação direta ou indireta com o risco de contágio de Hantavirose. Estas variáveis, podem agrupadas em dois tipos distintos: cadastros temáticos e geocampos. As variáveis cadastrais se apresentam sobre a forma de tabelas, contendo ou não referência geográfica. Os geocampos são geograficamente referenciados e apresentam-se sobre a forma de vetores ou matrizes.

3.3.1 Cadastro temático de saúde

As informações referentes aos casos de Hantavirose registrados na área de estudo e no período de 2004 a junho de 2007 foram fornecidas pela Diretoria de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina (DIVE/SES-SC) através do Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN) para Hantavirose. Os seguintes dados foram estruturados numa tabela de atributos em formato DBF: sexo e idade do paciente; data de início dos sintomas e estação do ano correspondente; o local da provável infecção (localidade e município); as atividades praticadas pelo paciente nas seis semanas anteriores aos sintomas; e a evolução do caso (cura ou óbito).

3.3.2 Cadastro temático sócio-econômico

As informações sócio econômicas de interesse para a pesquisa foram obtidas a partir da base de dados do Levantamento Agropecuário Catarinense – LAC (Epagri, 2005). Os seguintes dados de uso e ocupação dos estabelecimentos agropecuários foram considerados: número de elementos da família residentes no estabelecimento; número de empregados permanentes do estabelecimento; efetivo de bovinos; efetivo de

suiños; produção anual de aves; produção vegetal anual das lavouras.

3.3.3 Geocampos

Para representar as informações de caráter ambiental os seguintes geocampos foram selecionados: classes de uso e ocupação do solo e hidrografia. A rede hidrográfica foi extraída a partir das elevações e declividades do terreno obtidas pelo SRTM (Rodriguez *et al.*, 2005), utilizando-se a metodologia proposta por Tarboton *et al.* (1991). As informações do uso e cobertura do solo foram obtidas do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (Icepa, 2004). Os seguintes temas foram mapeados: água (Ag); áreas urbanas (Urb); campos e pastos (Cam); florestas (F); reflorestamentos (Fr); capoeiras (Cpo); e áreas agrícolas (Cult).

3.4 Criação da base geográfica

Um Sistema de Informações Geográficas - SIG foi estruturado com o intuito de documentar e relacionar áreas de ocorrência de Hantavirose com os fatores ambientais e sócio-econômicos selecionados. Para permitir que estes relacionamentos fossem efetuados de forma espacial, toda a informação foi referenciada à mesma base cartográfica. O trabalho adotou como referência a base digital do Estado de Santa Catarina, que utiliza como parâmetros cartográficos a Projeção UTM, o elipsóide Internacional de Hayford e datum Sul Americano de 1969 (South American Datum – SAD 69), com escala de 1:100.000 para a área de estudo. Todas as informações pertinentes foram reunidas e espacializadas com o uso do software ArcGIS.

3.4.1 Espacialização do cadastro de saúde

Na determinação das coordenadas geográficas dos locais mais prováveis de contágio por hantavirose adotou-se a metodologia desenvolvida por Araújo (2008). Esta metodologia compara as informações tabulares de município e localidade, fornecidas pela DIVE/SES com as informações georreferenciadas de localidades, constantes da cartografia digitalizada do IBGE e também da tabela “outros elementos”, constante da base do LAC. Em alguns casos as informações de localidade contêm apenas a descrição da linha (estradas rurais) ou o trecho de rodovias. Nestes casos a comparação foi feita com a malha viária da cartografia digitalizada do IBGE.

3.5 Modelagem do risco espacial

O risco de contágio ($R_{espacial}$) foi definido conceitualmente como a combinação de três diferentes fatores de risco, considerados no espaço geográfico de forma instantânea, portanto invariáveis no tempo. São eles: o fator relativo à contribuição do mosaico das classes de uso e ocupação do solo na configuração da paisagem (**mosaico**); o fator relativo a distância a hidrografia (**hidro**); e o fator relativo a aspectos sócio-econômicos dos estabelecimentos agropecuários (**soc-eco**). Estes fatores precisam ocorrer de forma concomitante para a efetivação do risco, sendo. Portanto, o modelo de risco espacial será definido pela Equação 1:

$$R_{espacial} = \text{mosaico} \times \text{hidro} \times \text{soc-eco} \quad (1)$$

3.5.1 Fator sócio-econômico

A partir das análises preliminares dos dados sócio-econômicos do LAC (Araújo, 2008) verificou-se que somente o parâmetro densidade populacional apresentou influência significativa no risco de contágio. Portanto, o fator sócio-econômico do modelo do risco foi construído com base apenas neste parâmetro.

A partir do campo total de pessoas, da tabela sócio-econômica do LAC, foi gerado um mapa de densidade populacional rural, através da interpolação em grade regular dos valores pontuais dos LAC (sedes dos estabelecimentos), considerando-se um raio de procura de 3 km. Para representar a densidade populacional rural numa escala de risco adotou-se uma função de conversão baseada no histograma de freqüências relativas acumuladas da densidade populacional. Desta forma, os valores expressos em habitantes por km^2 foram convertidos para uma escala de risco entre 0 e 1.

3.5.2 Fator hidrográfico

O fator hidrográfico considerou como parâmetro a distância a hidrografia, calculada para uma faixa marginal de 1500 metros a partir dos talvegues, extraídos do SRTM, e dos corpos hídricos (IBGE). O limiar de 1500 metros foi definido em função dos padrões de deslocamento dos roedores silvestres, considerando a necessidade de proximidade aos corpos d'água para a sua sobrevivência, e também para incluir possíveis riachos não representados.

De forma similar à densidade populacional, adotou-se uma função de conversão da distância (entre 0 e 1500) para uma escala de risco (entre 0 e 1), baseada no histograma de freqüências relativas acumuladas das distâncias dos casos de Hantavirose aos rios.

3.5.2 Fator relativo ao mosaico da paisagem

Desenvolveu-se uma metodologia para a determinar a contribuição da configuração da paisagem no risco de contágio por Hantavirose, considerando-se a dependência da fragmentação da paisagem e das interações de risco que podem ocorrer entre as classes. O método detalhado é descrito por Araújo (2008). A idéia central do método é computar o produto escalar de duas matrizes: **R cont**, a matriz do risco de contaminação, onde os valores expressam os riscos de contaminação (contato entre roedores silvestres e humanos) para cada classe de uso (intra-classe) e entre pares de classes (entre classes); e **R ocor**, a matriz de co-ocorrência relativa das classes em uma área geográfica definida, considerando a proporção de relações espaciais de vizinhança (distância e ângulo) observadas em comparações de classes pareadas.

Os valores da matriz **R cont** foram determinados através da ponderação pareada do grau de importância relativa das classes de uso e ocupação do solo para o risco de contágio. O método AHP foi utilizado para a obtenção dos pesos, em um encontro de doze especialistas nas áreas de ecologia, biologia, agronomia, sensoriamento remoto, meteorologia, epidemiologia e saúde pública.

A matriz resultante do produto **R cont x R ocor** fornece os riscos intra e entre classes, considerados através de suas proporções de ocorrência na paisagem. Na determinação dos riscos de saúde, o conceito de riscos intra e entre classes pode ser entendido como a probabilidade de contaminação dentro de uma classe de uso / cobertura do solo e na interface entre duas classes distintas, respectivamente. Estas interfaces podem ser consideradas como ecótonos na paisagem, produzindo efeitos de borda que amplificam ou amortecem a propagação de uma doença.

4 Resultados

4.1 Casos de hantavirose (cadastro de saúde)

A distribuição percentual das principais atividades de risco praticadas pelos pacientes infectados revelou que a arrumação e o deslocamento de fardos é a principal atividade, contribuindo 21 % das ocorrências. Os roedores normalmente se escondem sob estes fardos no interior de paióis ou galpões. As atividades ligadas diretamente à agricultura, em especial a de grãos, corresponderam, somadas, a 53% dos casos de Hantavirose (aragem + plantio + colheita + moagem ou armazenamento de grãos).

Embora hajam padrões distintos na estrutura fundiária das diferentes Regionais de Saúde, observou-se, de forma geral, o predomínio de pequenas propriedades (31,6 ha em média) onde prevalecem o uso agrícola (45,3 %) nas áreas de entorno dos casos de hantavirose (1km).

4.2 Densidade populacional

A análise conjunta das informações de saúde com o geocampo de densidade populacional revelou que, de uma forma geral, os casos de Hantavirose foram registrados em áreas densamente povoadas. Exceção notável ocorre na área central do município de Caçador. Esta região tem sofrido grandes alterações da cobertura do solo nos últimos anos, com substituição da Floresta Ombrófila Mista (FOM) por novas áreas agrícolas e grandes extensões de reflorestamentos de Pinnus. O fato destas áreas agrícolas estarem cercadas por reflorestamentos e florestas nativas cria condições favoráveis ao contato com os roedores silvestres, aumentando o risco de contágio.

4.3 Distância a hidrografia

A análise conjunta das informações de saúde com o geocampo distância a hidrografia revelou que os casos de contágio ocorreram a distâncias de até 300 metros da hidrografia, corroborando a tese de que os roedores silvestres necessitam da proximidade da água para sua sobrevivência.

4.3 Mosaico da paisagem

Com relação a contribuição do mosaico da paisagem para o risco de contágio verificou-se as escalas espaciais usadas para o cômputo da matriz de co-ocorrência possuem uma forte influência na variabilidade do índice resultante. As análises mostraram que não existe uma escala única, ideal para o cálculo do risco de contágio, pois os padrões da paisagem variam em múltiplas escalas e de forma diferenciada. Na escala sub-municipal foram observadas diferenças notáveis nos padrões da paisagem.

Para investigar a variabilidade local do risco computou-se o fator mosaico para uma janela de convolução de 3x3 elementos. Nesta escala as relações entre as classes de uso têm pouca influência no valor final do índice, prevalecendo os valores de risco para as classes individuais (intra-classe). A análise conjunta do fator mosaico com os casos de hantavirose revelou que todas as ocorrências estão na borda ou próximas a áreas de alto risco, correspondendo a fronteiras entre áreas agrícolas e florestas ou reflorestamentos.

Considerando os fragmentos de floresta quanto ao tamanho e freqüência de inserção no mosaico da paisagem, identificou-se três arranjos básicos: grandes e densos; pequenos e densos; pequenos e esparsos. Transições entre estes arranjos básicos criam novas combinações que modificam a paisagem em um nível regional. Nenhum caso de hantavirose ocorreu em áreas agrícolas onde os fragmentos de floresta são pequenos e esparsos. A reduzida área de floresta e a grande distância entre os fragmentos podem estar impedindo o desenvolvimento de populações dos roedores silvestres nestas áreas.

4.4 Risco espacial

O risco espacial foi determinado através de uma álgebra de mapas, multiplicando-se os três fatores considerados (**mosaico X hidro X soc-eco**). Os valores obtidos foram convertidos para uma escala de risco final entre 0 e 1 através do ajuste de uma função ao histograma de freqüências acumuladas. Na interpretação dos resultados, classificou-se os valores finais em intervalos de 0,14285, obtendo-se as seguintes classes de risco: muito baixo, baixo, médio-baixo, médio, médio-alto, alto, muito alto.

A análise do mapa do risco espacial final revelou que as ocorrências dos casos de Hantavirose concordaram com as classes de maior risco. Para uma avaliação mais detalhada, extraiu-se os valores máximos do risco espacial para as áreas de entorno dos casos de hantavirose com raios de 500 e 1000 metros. Estas distâncias foram selecionados considerando-se a falta de exatidão na localização dos casos e possíveis deslocamentos das pessoas dentro das áreas de risco. O resultado final é apresentado na tabela 1.

Tabela 1

Classes de Risco Espacial	Entorno de 500 metros		Entorno de 1000 metros	
	Absoluto	Relativo (%)	Absoluto	Relativo (%)
Médio Baixo	1	2,27	1	2,27
Médio	1	2,27	0	0
Médio Alto	2	4,55	1	2,27
Alto	5	11,36	4	9,09
Muito Alto	35	79,55	38	86,37

5 Discussão

Apesar do bom ajuste do modelo, conforme observado na tabela 1, as análises mostraram que não existe uma escala única, ideal para o cálculo do risco de contágio, pois os padrões da paisagem variam em múltiplas escalas e de forma diferenciada. Deve-se, portanto, questionar o objetivo final dos mapas de risco gerados. Eles constituem uma ferramenta de planejamento e suporte a decisão e precisam ser integrados aos processos de gestão.

Os processos de gestão, por sua vez, também atuam em escalas administrativas distintas (federal, estadual, municipal). Para funcionarem de forma efetiva precisam ser consolidados em nível local, pois é nesta escala que os riscos se efetivam. Esta consolidação passa pelo fortalecimento da autonomia, do poder local e das organizações de base que representam à população afetada pelo risco (conselhos comunitários, associações de moradores, de produtores e cooperativas).

Os mapas de risco precisam, portanto, trabalhar com uma representação espacial que considere simultaneamente a variabilidade em escala local e os espaços geográficos que são familiares e que fazem parte do cotidiano dos agricultores e moradores rurais (conceito de lugar). Utilizando este conceito, a escala de propriedade parece ser a ideal para o meio rural, principalmente para a regiões onde a estrutura fundiária é dominada pelas pequenas propriedades.

Entretanto, o cálculo do risco de contágio nesta escala depende da estruturação e implementação de um cadastro técnico das propriedades rurais que conte com efetivamente um caráter multifinalitário. Enquanto este cadastro não se concretiza, pode-se pensar em estratégias alternativas, como a adoção dos conceitos de localidade do IBGE ou áreas de interesse específicas para as comunidades. De qualquer forma, mesmo nestes casos, existe a necessidade de definição dos limites geográficos.

6 Referências

Araujo, C.E.S. O Uso de Cadastros Temáticos na Modelagem da Distribuição Geográfica dos Riscos de Saúde. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Civil. 142p. 2008.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de Vigilância Epidemiológica / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – 6. ed. – Brasília : Ministério da Saúde. 816 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) ISBN 85-334-1047-6. 2005.

Busch, M. et al. Spatial and temporal analysis of the distribution of hantavirus pulmonary syndrome in Buenos Aires Province, and its relation to rodent distribution, agricultural and demographic variables. *Tropical Medicine and International Health* 9 , 508-519; 2004.

Childs J. E. et al. A house hold-based, case-control study of environmental factors associated with hantavirus pulmonary syndrome in the south-western United States. *Am J Trop Med*, ;52:393-7. 1995.

EPAGRI, Dados do LAC. Disponível em http://cepa.epagri.sc.gov.br/Dados_do_LAC/lac_indice.htm Acessado em 19 Dezembro de 2005.

Feliciano, B. et al. Population dynamics of small rodents in a grassland between fragments of Atlantic Forest in Southeastern Brazil. *Mammalian Biology* 67 , 314. 2002.

Glass G.E. et al. Experimental evaluation of rodent exclusion methods to reduce hantavirus transmission to humans in rural housing. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 56:359-364, 1997.

Glass G. E. et al. Using Remotely Sensed Data To Identify Areas at Risk For Hantavirus Pulmonary Syndrome. *Emerg Infect Dis*, 6(3): 238-247; 2000.

Glass, G.E. et al. Predicted hantavirus risk in 2006 for the Southwestern U.S. *Occasional papers*, 1-16; 2006.

Goodin, D.G. et al. Land cover associated with Hantavirus presence in Paraguay. *Global Ecology and Biogeography*, v. 15, p. 519-527, 2006.

Henkes, W. E.; Barcellos, C. Ecologia da Paisagem da hantavirose no estado do Rio Grande do Sul. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 37(6): 505-507, nov-dez 2004

ICEPA - Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina – Relatório Fase 1. Secretaria de Estado da Agricultura e Política Rural de Santa Catarina. 71p. Novembro de 2004

- Keesing F.** et al. Effects of species diversity on disease risk. *Ecology Letters* 9, 485-498; 2006.
- Langlois, J. P.** et al. Landscape structure influences continental distribution of hantavirus in deer mice. *Landscape Ecology* 16, 255-266; 2001
- Linthicum, K. J.** et al. Climate and satellite indicators to forecast Rift Valley Fever Epidemics in Kenya. *Science* 285, 397-400, 1999.
- Mills, J. N.** Biodiversity loss and emerging infectious disease: An example from the rodent-borne Hemorrhagic Fevers. *Biodiversity* 7, p. 9-17; 2006.
- Murcia, C.** 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10:58-62.
- Koren, H.S.** & Crawford-Brown, D. A framework for the integration of ecosystem and human health in public policy: two case studies with infectious agents. *Environmental Research* 95, 92–105. 2004.
- Rodriguez, E.; C.S. Morris; J.E. Belz; E.C. Chapin; J.M. Martin; W. Daffer; S. Hensley.** An assessment of the SRTM topographic products, Technical Report JPL D-31639, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California, 2005. 143 pp
- TARBOTON, D.G.; BRAS, R.L.; RODRIGUEZ-ITURBE,I.** On the extraction of channel networks from digital elevation data. *Hydrological Processes*, 5, 1991. p. 81-100.