

# O uso do monitoramento espaço-temporal da expansão urbana no diagnóstico de áreas passíveis de risco epidemiológico peçonhento em Guarulhos-Estado de São Paulo, Brasil.

Erick Sobreiro Gonçalves<sup>1,3</sup>  
Maria da Graça Salomão<sup>2,3</sup>  
Selma Maria de Almeida-Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fatea – Avenida Peixoto de Castro, 539  
12560-680 – Lorena, SP – Brasil  
erick\_sobreiro@dglnet.com.br

<sup>2</sup>Instituto Pau Brasil de História Natural - Rua Zeferino Barbosa de Souza, 502  
Arujá - 07400 000, SP – Brasil

<sup>3</sup> Instituto Butantan – Avenida Vital Brasil, 1500  
Butantã – 05503-900, SP – Brasil  
{mgsalomao, almeidasantos@butantan.gov.br}

**Abstract.** This paper reports for the first time the strategy of using remote sensing associated to GIS technologies in the analysis of areas where epidemiological risks caused by venomous animals occur, in Guarulhos, state of São Paulo, Brazil. Satellites images of the Landsat series in two distinct periods of time (1975 and 2000) were used, to provide the comparative mapping of the surface elements. Georeferenced database containing the distribution of the cases of venomous animal bites in every district of the city of Guarulhos were then combined. Critical regions of their incidence corresponded to those where deforestation has given place to urban areas, as it is the case of the districts Cabuçu and Bonsucesso. Most of the bites were caused by spiders (41%) followed by scorpions (37%). Such observations allowed us to identify the recent (25 years) retraction of natural forested areas (49%), one of the possible reasons of the geographic distribution expansion of those venomous animals, closely related with human activity patterns in open areas near natural water sources. Thus, environmental educational work should be started in these regions in order to avoid the meeting with such animals, to diminish the risk of human bites, and consequently, the use of antivenom and its side effects, as well as to diminish governmental expenses on National Security to support patients, most of them in work age.

**Keywords:** Remote Sensing, GIS, Landsat, venomous animal bites, epidemiology

## 1. Introdução

Em uma sociedade norteadada pelo desenvolvimento econômico e tecnológico, a pressão exercida sobre o ambiente, pela exploração humana direta dos recursos, tem ocasionado inúmeras alterações de paisagem, expondo cada vez mais a população ao risco da ação de inúmeros agentes etiológicos, que se constituem então num problema epidemiológico. Faz-se necessária a criação de soluções precisas e eficazes de diagnóstico, monitoramento e gerenciamento ao longo do tempo, do efeito da ação antrópica sobre a natureza de modo a prevenir ou diminuir o risco epidemiológico desses novos agentes. É o caso da urbanização desordenada de áreas de proteção de mananciais (Salomão et al., 2006).

O uso de tecnologias de manipulação de informações geográficas (SIG) tem sido empregado com êxito, no estudo de doenças parasitárias e infecciosas (Hay, 2000). A interpretação de dados epidemiológicos por meio da visualização espacial das informações demográficas humanas e ambientais torna-se ainda mais importante para as autoridades em Saúde Pública, quando se combina o emprego de imagens de satélites, permitindo uma avaliação do risco de contato com diferentes moléstias.

Essa possibilidade aqui relatada mostrou-se viável no que diz respeito ao risco de acidentes humanos causados por animais peçonhentos intensificados pela ausência de

planejamento urbano, num estudo de caso do município de Guarulhos, grande São Paulo, Brasil.

## 1.2. A região de estudo

O município de Guarulhos (23°26' S; 46°28'W) (**Figura 1**), encontra-se no principal eixo de desenvolvimento do Brasil, entre os municípios de São Paulo e Rio de Janeiro, apenas a 17 Km da capital do estado de São Paulo. É banhado por quatro rios e oito córregos, além de abrigar os reservatórios aquáticos de Tanque Grande e Cabuçu em áreas consideradas de conservação de mananciais. O clima é subtropical úmido, com temperatura média anual de 19° C, a umidade relativa do ar média anual de 81,1% e a precipitação pluviométrica anual média de 1470 mm. A vegetação nativa é formada por biomas de Mata Atlântica, com muitas espécies de animais peçonhentos (Prefeitura de Guarulhos, 2005). Guarulhos tem cerca de 1.230.511 habitantes (SEADE, 2005) e uma área de 318 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2005). Acidentes causados por animais peçonhentos são freqüentes (Salomão et al., 2002 e 2006), inclusive em áreas urbanizadas, pois a ação antrópica ainda permite a sobrevivência de algumas espécies nativas nos espaços remanescentes de mata, fato este também já observado na cidade de São Paulo (Puerto et al. 1991).



**Figura 1 – Mapa físico do município de Guarulhos com sua malha de bairros (IBGE, 2000). Destaque para o bairro Cabuçu, área de conservação de mananciais, em vermelho.**

O contato direto entre áreas urbanas e áreas florestadas, devido a inexistência de uma zona de amortecimento, ou seja um cinturão verde ao redor da cidade, tornam Guarulhos um exemplo peculiar na discussão da epidemiologia dos acidentes por animais peçonhentos assim como objeto de pesquisa e modelo para a aplicação de novas abordagens em busca de uma profilaxia mais eficiente. Acidentes por animais peçonhentos podem ocorrer devido aos ritmos biológicos animais, seu comportamento no ambiente, bem como a natureza das atividades humanas e a sobreposição de uso do espaço pelo homem e esses animais, que propiciam o ambiente ideal para os encontros homem-animal e conseqüente aumento de

incidência de acidentes humanos (Salomão et al., 2003 e 2006). A frequência de ocorrência de morbidade e mortalidade no estado de São Paulo (Salomão et al., 2003), particularmente em Guarulhos (Salomão et al., 2006) fazem necessária a adoção de políticas públicas tecnologicamente embasadas no sentido da profilaxia desses acidentes.

## 2. Procedimentos

Foram utilizadas duas imagens dos satélites da série Landsat distribuídas pelo Global Land Cover Facility abrangendo o município de Guarulhos, geradas respectivamente pelo Landsat 2 (MSS) no dia 17/02/1975, com valores de órbita de 235 e ponto de 076; e pelo Landsat 7 (ETM+), em 30/04/2000 com valores de órbita e ponto 219 e 076 respectivamente, para a elaboração de dois mapas da superfície municipal (**Figura 2 e 3**). Todas as imagens Landsat tiveram seus níveis de reflectância calibrados, levando-se em consideração a hora da aquisição, ângulo de elevação solar, bem como as características específicas dos sensores de cada satélite utilizado.

Simultaneamente, foram lançados e analisados num banco de dados geográfico, os registros do Pronto Socorro do Hospital Municipal de Urgências (HMU), para onde normalmente são encaminhados os pacientes picados por animais peçonhentos. A partir dessa análise realizada para o período de 25 de outubro de 1993 a 07 de julho de 2002, elaboraram-se quatro mapas de Guarulhos, de modo a visualizar a distribuição das ocorrências de acidentes em função da dinâmica de ocupação demográfica de superfície e das alterações da paisagem, principalmente no que diz respeito à vegetação (**Figuras 4a, 4b, 4c e 4d**)

## 3. Resultados

Dos 46 bairros existentes e investigados no município de Guarulhos, 32 apresentaram algum tipo de vítima de animais peçonhentos. Isso corresponde a 85% da população (907.719 habitantes de um total de 1.072.717 – IBGE, 2000), o que significa dizer que a grande maioria habita e coexiste em regiões de risco de encontro com animais peçonhentos. Setenta por cento dos casos foram registrados em apenas oito bairros, destacando-se Cabuçu (**Figura 1**), com 21% do total de casos (0,0077 acidentes por dez mil habitantes), quase o dobro do segundo colocado, o bairro Bonsucesso, com cerca de 10% das ocorrências totais (0,0033 por dez mil habitantes). Os bairros Vila Galvão e Cumbica apresentaram cerca de 8% dos acidentes (0,0025 por dez mil habitantes), enquanto a Vila São João (0,0019 por dez mil habitantes), Vila Rio (0,0018 por dez mil habitantes), Taboão e Fortaleza apresentaram cerca de 5% (0,0018 por dez mil habitantes) de pacientes picados respectivamente.

Aranhas foram os causadores de 41% dos casos, seguidas pelos escorpiões (37%), serpentes (12%), insetos (7%), quilópodes (2%), outros artrópodes (1%) e os 10% restantes dos prontuários não registraram o agente causador (**Figuras 4a.,4b, 4c e 4d.**).

A comparação espaço-temporal das imagens dos satélites Landsat, demonstrou que o município de Guarulhos sofreu uma drástica mudança em sua paisagem vegetativa ao longo de 25 anos (até 2000). Em 1975 o município possuía aproximadamente 69 km<sup>2</sup> em áreas urbanizadas (**Fig. 2 e 3**), enquanto esse valor subiu em cerca de 90% em 2000 (cerca de 131 km<sup>2</sup>). Essa distinção tem na imagem gerada em 1975 a precisão proporcionada por uma resolução de 80 metros enquanto em 2000 de 30 metros. Estas imagens permitiram ainda diferenciar dois tipos distintos de áreas vegetadas, a vegetação de floresta original, que conservava aparente densidade na imagem de Landsat (não necessariamente floresta primária, mas em adiantado grau de desenvolvimento) em verde claro, a vegetação antropizada (cobertura vegetal com traços de clareiras, desmatamento, agricultura ou urbanização) em verde oliva, solo exposto (clareiras e campos abertos) em laranja e áreas urbanas em vermelho.

No período de 25 anos (1975 a 2000) houve uma diminuição de 49% das áreas de cobertura florestal nativa, ou seja de cerca de 170 km<sup>2</sup> para 89 km<sup>2</sup>, enquanto a vegetação antropizada, o conhecido cinturão verde, cresceu cerca de 21% em 2000 comparativamente a 1975 (de 70 para 80 Km<sup>2</sup>)

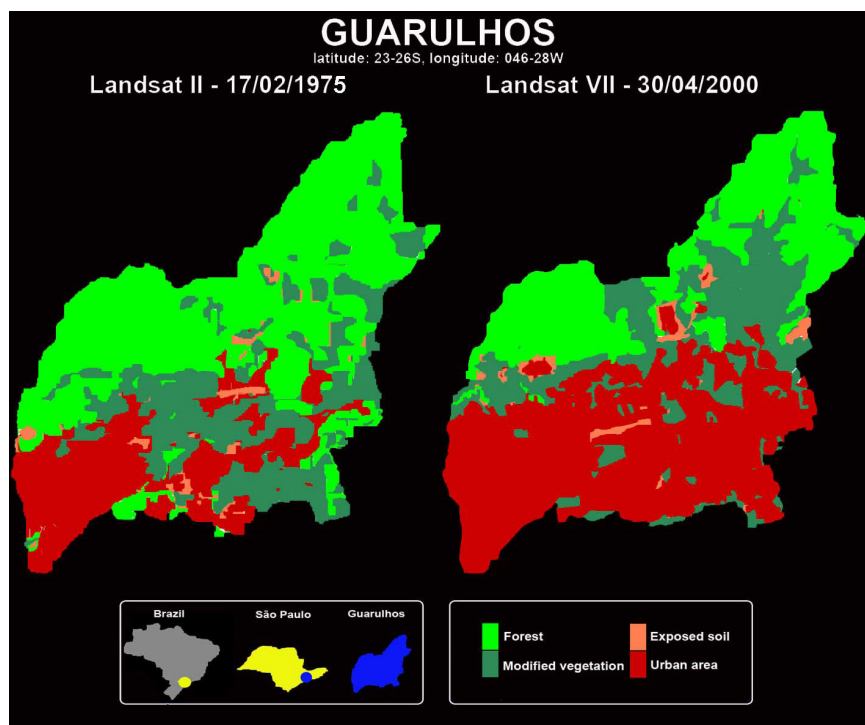


Figura 2 – Mapeamento de superfície do município de Guarulhos apontando, em vermelho, o aumento da área urbanizada entre os anos de 1975 e 2000.

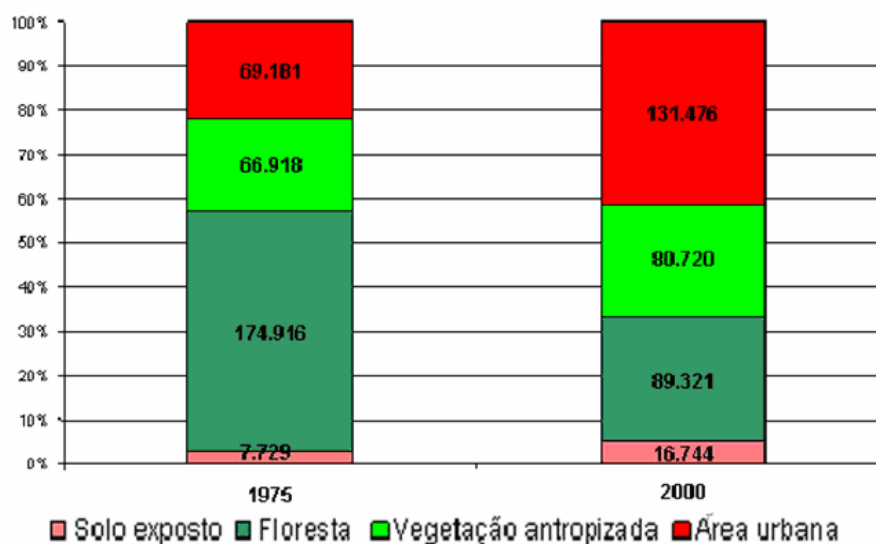
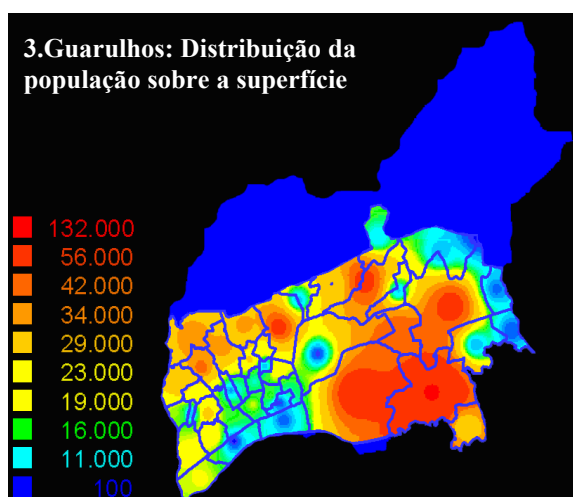
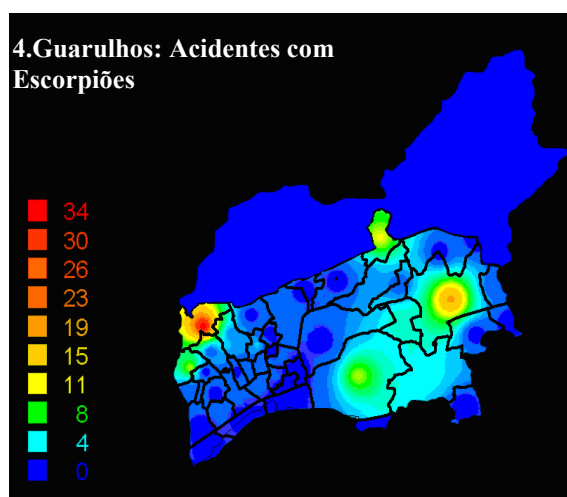


Figura 3. Gráfico comparativo das áreas de vegetação presentes no município de Guarulhos em 1975 e 2000.

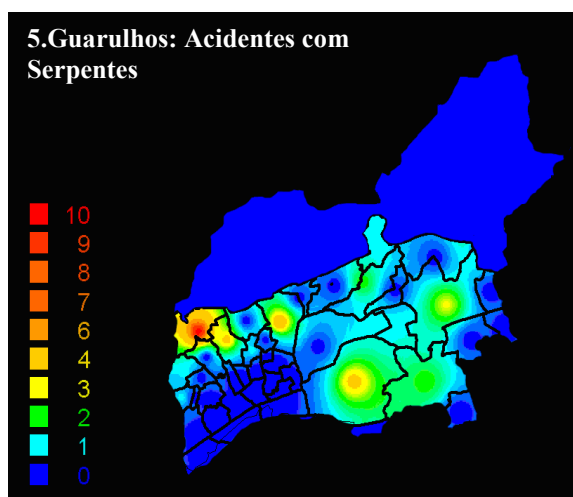
A sobreposição entre os mapeamentos temáticos florestal e a distribuição espacial dos acidentes nos bairros de Guarulhos, indica que as regiões mais afetadas foram as regiões mais antropizadas entre 1975 e 2000. Foram encontradas no bairro Cabuçú (o de maior incidência) o maior número de mananciais, associados à vegetação densa, porções de solo exposto e manchas verdes de baixa densidade florestal mescladas a uma urbanização desordenada. Bonsucesso, o segundo bairro mais afetado pelas ocorrências, apesar da rápida antropização, não possui florestas densas nem corpos de água em número tão significativo quanto o Cabuçú. Isso se reflete nos índices dos agentes causadores de acidentes. A maior frequência de pacientes picados por escorpiões em Bonsucesso ( $n=19$ ) em 2000, foi detectada em áreas de manchas de solo exposto e urbanizadas, tipo de habitat preferencial deste animal. Essas áreas apresentavam-se vegetadas em 1975. O número de acidentes por serpentes ( $n_{total}=39$ ) é bastante inferior aos registrados por aranhas ( $n_{total}=135$ ) e escorpiões ( $n_{total}=120$ ). As serpentes foram encontradas e causaram acidentes em regiões mais ricas em presença de corpos de água e, portanto, vegetadas. Semelhante situação foi observada nos acidentes por aranhas, ou seja, proximidade de áreas úmidas, via de regra florestadas. Nos caso dos bairros de Vila Galvão e Vila Rio, observou-se que apesar de não apresentarem em seus limites muitas áreas florestadas, seu território é pequeno, e suas fronteiras encontram o bairro Cabuçú, indicando possivelmente este último como um centro de dispersão das aranhas causadoras dos acidentes.



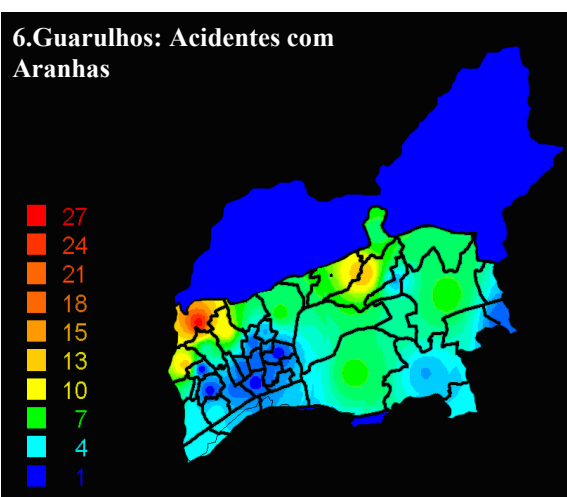
4a.



4b.



4c.



4d.

**Figuras 4a. Distribuição demográfica da população do município de Guarulhos; 4b. Distribuição demográfica da população do município de Guarulhos sobreposta à incidência de picadas por escorpiões; 4c. Distribuição demográfica da população do município de Guarulhos sobreposta à incidência de picadas por serpentes e, 4d. Distribuição demográfica da população do município de Guarulhos sobreposta à incidência de picadas por aranhas.**

#### **4. Discussão**

A avaliação de sensoriamento remoto combinada com dados do sistema de informação geográfica dos elementos de superfície de Guarulhos, no tocante à vegetação e expansão demográfica, associada à distribuição e incidência de acidentes por animais peçonhentos, mostrou que 85% da população habita regiões de coexistência com esses animais. Setenta por cento do total de pacientes picados encontram-se em oito bairros da periferia, predominantemente o bairro Cabuçu, considerado área de preservação de mananciais e parte do maior complexo florestal urbano do mundo, a Serra da Cantareira. Aranhas, escorpiões e serpentes, nessa ordem, foram os agentes causadores mais frequentes dos acidentes, sendo que em 10% dos casos o agente não foi identificado. As imagens de satélite apontaram uma retração florestal, simultaneamente a uma urbanização desordenada da superfície do município nos momentos analisados de 1975 e 2000. Áreas de desmatamento foram as mais críticas no que diz respeito aos acidentes por escorpiões, enquanto em áreas abertas, porém próximas a corpos d'água, predominaram acidentes por aranhas. Acidentes ofídicos foram registrados principalmente em locais com mais presença de vegetação. É marcante a ausência de uma zona de amortecimento ao redor do perímetro urbano, o conhecido cinturão verde, o que torna mais agressivo e destrutivo o processo de antropização do território florestal. Essa ausência de cinturão verde tem propiciado o deslocamento de animais típicos de áreas abertas, caso de escorpiões, para bairros pequenos e pouco vegetados, expandindo os níveis de risco de acidentes para a população.

A sobreposição de ocupação do espaço urbano juntamente com animais peçonhentos em remanescentes de mata foi descrita para a cidade de São Paulo (Puerto et al., 1991) e também por Albolea et al. (1999) e Salomão et al. (2003) para o estado de São Paulo, apontando tendências muito semelhantes de ocorrência de acidentes ofídicos em áreas recém modificadas pela ação humana. Entretanto, estes trabalhos fizeram uma análise ampla dos acidentes ofídicos no estado como um todo, não permitindo verificar o efeito de retrações florestais em áreas mais circunscritas, ou mesmo a observação de centros de dispersão de animais peçonhentos para regiões vizinhas devido à ausência da zona de amortecimento ao redor da mata nativa ou em avançado grau de desenvolvimento como indicado neste estudo.

As imagens de satélite permitiram calcular uma retração florestal de cerca de 49% acompanhada de um crescimento de vegetação antropizada (cultivadas pelo homem) de cerca de 20%, num prazo de 25 anos, mostrando que o impacto ambiental da ocupação desordenada do território (Prefeitura de Guarulhos, 2005) pode também ser avaliada pelo aumento de incidências de picadas por animais peçonhentos. As grandes incidências em Cabuçu e Bonsucesso, áreas de ocupação acelerada e recentemente integradas à malha urbana de Guarulhos, corroboram para essa assertiva.

O aumento em 90% da área urbanizada de Guarulhos entre 1975 a 2000, torna-se ainda mais grave se considerarmos as questões de efeito de borda diretamente sobre a mata, pois grandes manchas de superfície de solo exposto apontadas pelas imagens de satélite, onde se observam os maiores índices de acidentes humanos por escorpiões (ver Lourenço et al. 2003 para discussão das espécies envolvidas), permanecem em contato direto com a vegetação nativa sem qualquer formação verde que atenua a destruição das matas primárias ou em

desenvolvimento avançado, ou ainda que evite o deslocamento de animais peçonhentos para regiões adjacentes à mata, ampliando muito o espectro de ocorrência dos encontros com o homem e, conseqüentemente do risco de acidentes.

Infelizmente os dados epidemiológicos disponíveis sobre os acidentes por animais peçonhentos no Brasil, ainda não foram analisados completamente do ponto de vista micro-regional (Ministério da Saúde, 2001), mas os primeiros ensaios, ainda para o estado de São Paulo (Rojas et al., em preparação; Sobreiro-Gonçalves et al. em preparação) já demonstram variações significativas não só da presença, mas dos tipos de agentes e circunstâncias de acidentes peçonhentos em pequenas áreas geográficas, em virtude do grande número de variáveis ambientais e humanas que atuam sobre esse fenômeno.

Tais variações e aumento da incidência de acidentes por aranhas, serpentes e escorpiões em áreas mais restritas, também de crescimento acelerado e desordenado, foram registradas por Salomão et al. (2002) na região do Alto Tietê, estado de São Paulo. Entretanto, essa investigação não contou com o apoio de imagens de satélite associadas a um banco de dados geográfico, o que não permitiu a esses autores estabelecer correlações quantitativas entre os processos de urbanização e o índice de acidentes por aqueles animais.

Outro fator importante na avaliação do risco de ocorrência dos acidentes peçonhentos é a demografia regional. Num primeiro momento parece lógico pensar que áreas mais densamente povoadas seriam as mais atingidas. Porém, não é o que este trabalho desenvolvido em Guarulhos mostrou. Os bairros mais atingidos pelos acidentes, não são os mais populosos, mas sim aqueles que sofreram alterações drásticas, significativas em curto prazo de sua fisionomia, principalmente vegetal, como é o caso de Cabuçu com 21% do total de pacientes picados. Ou seja, a análise de risco de encontros com animais peçonhentos e, portanto, potenciais vítimas, é resultado da ação da atividade humana sobre o ambiente e, não simplesmente da presença humana nos referidos locais, como é de costume se pensar.

A utilização do sensoriamento remoto na detecção de padrões de atividade antrópica de superfície e sua influência sobre os ecossistemas não é uma técnica nova (Alves, 2002). A aplicabilidade dessa ciência na prevenção de eventos epidemiológicos peçonhentos, ao contrário do que está sendo feito para outras moléstias, é feita aqui pela primeira vez e, já se mostra bastante promissora na compreensão e quantificação dos fenômenos humanos de processos de urbanização, concomitantemente ao comprometimento de áreas vegetadas importantes, como é o caso das áreas de mananciais, observadas neste estudo e suas conseqüências na Saúde Pública.

A partir destas constatações preliminares, muito deve-se pensar em termos de profilaxia dos acidentes peçonhentos, com vistas ao bem estar direto das populações humanas, bem como o indireto. Neste último caso, no sentido de desonerar, ao máximo possível, o estado no tratamento das vítimas, e na carga de seguridade social advinda da impossibilidade de trabalho de muitas vítimas desses animais, quer temporaria ou permanentemente devido às sequelas. Para isso faz-se necessário uma atenção maior ao assunto no treinamento de pessoal especializado. O índice de 10% dos acidentes registrados em Guarulhos, que não foram passíveis de identificação do agente causador, é um indicativo de uma lacuna cultural que deve ser preenchida, não só nas grades curriculares dos cursos das áreas de biomedicina, mas também pela educação não formal. Assim, o risco de acidentes humanos por animais peçonhentos pode ser significativamente diminuído, pela associação de trabalhos de tecnologia de imagens e bancos de dados geográficos na análise de dados epidemiológicos (no sentido amplo), juntamente com trabalhos em na área Educacional.

O estudo de caso realizado no município de Guarulhos, região metropolitana de São Paulo, indica que mais que um problema epidemiológico, acidentes por animais peçonhentos, são um problema ambiental, cuja profilaxia pode ser mais eficiente se agregada a projetos de

Educação Ambiental, como aqueles realizados pelo Instituto Butantan (Hauzman et al., 2006) junto às comunidades do interior do Estado de São Paulo. Evidentemente essa questão cultural deve ser acompanhada de uma política pública ampla de desenvolvimento sustentável, pois o crescimento desordenado pode ter como primeiro efeito um aumento na morbidade e mortalidade por animais peçonhentos, mas é também fonte de inúmeras consequências do contato mais recente do homem com outros agentes etiológicos de doenças em geral.

## 7.Referências

- Hay S.I. An overview of remote sensing and geodesy for epidemiology and public health applications. **Advances in Parasitology**, n. 47, p. 2-27, 2000.
- Prefeitura de Guarulhos. Informações sobre o Município. Disponível em <http://www.guarulhos.sp.gov.br/>. Acesso em 18 de Nov. de 2005.
- Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE. Disponível em <http://www.seade.gov.br/>. Acesso em 22 de Nov. de 2005.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em 22 de Nov. de 2005.
- Salomão, M. G., Morais, V. C., Auricchio, P.. Ofidismo e araneísmo da região do Alto Tietê, Estado de São Paulo, Brasil. **Publicações Avulsas do Instituto Pau Brasil de História Natural**, n.5: p. 1-9, 2000.
- Puerto, G., Laporta-Ferreira, I. L., Sazima, I.. Serpentes na Selva de Pedra. **Ciência Hoje**. v.13, n. 76, p. 66-67, 1991.
- Salomão, M. G., Albolea, A. B. P., Pereira, G. A. & Almeida-Santos, S. M.. Perfil Biológico dos acidentes por animais peçonhentos no Município de Guarulhos, São Paulo, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, sup. 3, 2003.
- Araújo F.A.A., Santalúcia M., Cabral R.F. Epidemiologia dos acidentes por animais peçonhentos. In: Cardoso, J. L. C., França, F. O. S., Fan, H. W., Málaque, C. M. S., Haddad, Jr. V.. **Animais peçonhentos no Brasil. Biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. São Paulo: Editora Sarvier, 2003. p. 6-12.
- Alves, D.S. Space-time dynamics of deforestation in Brazilian Amazonia. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n. 14, p. 2903-2908, 2002.
- Albolea, A. B. P.; Salomão, M. G.; Jordão, R. S.; Almeida-Santos, S. M.. Epidemiologia de Acidentes Causados por Serpentes não Peçonhentas no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Universidade Guarulhos**, v.5, n. 5, p. 99 -108, 1999
- Lourenço, W. R., Eickstedt, V. R. D. Von. Escorpiões de Importância Médica. In: Cardoso, J. L. C., França, F. O. S., Fan, H. W., Málaque, C. M. S., Haddad, Jr. V.. **Animais peçonhentos no Brasil. Biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. São Paulo: Editora Sarvier, 2003. p. 468.
- MS (Ministério da Saúde); FUNASA (Fundação Nacional da Saúde). **Manual de Diagnóstico e Tratamento de Acidentes por Animais Peçonhentos**. 2 ed. Brasília, 2001. 120p, 2003
- Hauzman, E., Costa, A. C. O. R., Salomão, M. G. & Almeida-Santos, S. M.. A Prática da Educação Ambiental Pelo Instituto Butantan: A Eficiência da Permuta de soro Anti-Ofídico Nas Comunidades de Ibiuna, Juquitiba e Santana do Parnaíba, Estado de São Paulo, Brasil **Publicações Avulsas do Instituto Pau Brasil de História Natural**, n.9, p. 69-76, 2006.