

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS QUEIMADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR E PREVALÊNCIA DOS SINTOMAS DE ASMA EM ALUNOS DO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ, NO PERÍODO DE 2012 E 2013**

**ANALYSIS OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE BURNING SUGAR CANE AND PREVALENCE OF ASTHMA SYMPTOMS IN STUDENTS FROM CAMPOS OF THE GOYTACAZES - RJ, PERIOD 2012 – 2013**

**Keila Valente de Souza**

Mestre em saúde pública e Meio Ambiente, ENSP - Fiocruz

[Keilavalente21@gmail.com](mailto:Keilavalente21@gmail.com)

**Martha Macedo de Lima Barata**

Doutora em Planejamento Energético e Ambiental - COPPE/ UFRJ

Pesquisadora do IOC - Fiocruz

Professora do Programa de Saúde Pública e Meio Ambiente, ENSP - Fiocruz

[baratamm@gmail.com](mailto:baratamm@gmail.com)

**Jefferson Pereira Caldas dos Santos**

Mestre em Saúde Pública, ENSP – Fiocruz

Doutorando em Epidemiologia em saúde pública, ENSP – Fiocruz

[jeffe\\_ufrj@yahoo.com.br](mailto:jeffe_ufrj@yahoo.com.br)

**Júlia Célia Mercedes Strauch**

Doutora em Engenharia de Sistemas e Computação – COPPE/UFRJ

Pesquisadora da Escola Nacional de Ciências Estatísticas - ENCE/IBGE

Professora do Departamento de Cartografia da Faculdade de Engenharia - UERJ

[julia.strauch@ibge.gov.br](mailto:julia.strauch@ibge.gov.br)

**Hermano Albuquerque de Castro**

Doutor em Saúde Pública, ENSP – Fiocruz

Diretor da Escola Nacional de Saúde Pública – Fiocruz

[castro@ensp.fiocruz.br](mailto:castro@ensp.fiocruz.br)

**RESUMO**

A queima da cana-de-açúcar tem gerado aumento da quantidade de fuligens em Campos dos Goytacazes (RJ) e pode ser perigosa para o meio ambiente e para a saúde da sua população. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar geograficamente os graus de vulnerabilidade socioeconômica, a prevalência dos sintomas de asma em escolares de 6-7 e 13-14 anos de idade e os setores censitários mais expostos aos focos de queimadas de cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes (RJ), estabelecendo uma relação entre esses fatores. Para análise de sintomas de asma em estudantes foram usados dados do questionário *International Study of Asthma and Allergies in Childhood* (ISAAC). Na avaliação da influência de queima de cana-de-açúcar na região foi aplicado o estimador de densidade de Kernel. Na investigação da vulnerabilidade socioeconômica foi formado um índice que reflete condições de infraestrutura, renda e educação. Os setores censitários mais vulneráveis socioeconomicamente estão sob maior influência dos focos de queimadas e contêm maior número de estudantes com sintomas de asma severa.

**Palavras Chave:** Asma, Queima de cana-de-açúcar, vulnerabilidade socioeconômica.

---

Recebido em: 30/08/2016

Aceito para publicação em: 02/03/2017

## ABSTRACT

The burning of sugarcane has generated over several years large amount of soot in Campos dos Goytacazes (RJ). This activity can be harmful to the environment and people's health. Therefore, the aim of this study was analyse geographically the degrees of socio economic vulnerability, the prevalence of asthma symptoms in scholars of 6-7 and 13-14 years old and the census sector most exposed to outbreaks of fire of sugarcane in Campos dos Goytacazes (RJ), establishing a relationship between these factors. To analyse the symptoms of asthma in students were used data from the questionnaire International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). To assess the influence of burning sugarcane was applied the Kernel density estimation. To assess the socioeconomic vulnerability was developed an index that reflects local conditions of infrastructure, income and education. The most socio economically vulnerable census sectors are under greater influence of fire outbreaks and have a higher number of students with symptoms of severe asthma.

**Key Words:** Asthma, Burning of sugarcane, socio economic vulnerability.

## INTRODUÇÃO

A asma é uma doença inflamatória crônica associada à hiper-responsividade das vias aéreas, que leva a episódios recorrentes de sibilos, dispneia, opressão torácica e tosse (SBPT, 2011). É resultado da interação da carga genética com a exposição ambiental como, por exemplo, à poluição atmosférica. É um problema respiratório que tem gerado altos custos para o sistema de saúde, interferência na qualidade de vida dos indivíduos e absenteísmo no trabalho e escola (ROSA *et al.*, 2009; PASTORINO, 2005).

O Brasil apresenta um dos mais altos níveis de prevalência de sintomas de asma em crianças e adolescente da América Latina e do mundo. Os valores médios alcançam 20% da população, porém essa prevalência varia entre as regiões brasileiras (ASHER *et al.*, 2006; SOLÉ *et al.*, 2006). O aumento da prevalência da asma não é totalmente compreendido, sendo formuladas várias hipóteses para o referido incremento, entre elas, a maior exposição ao material particulado decorrente da poluição urbana e industrial, emissão de veículos automotores e queima de biomassa (FRANÇA *et al.*, 2009; RIGUERA *et al.*, 2011).

A distribuição da riqueza na sociedade, o acesso à tecnologia e informação, a qualidade das respostas adaptativas e as estruturas de governança são alguns dos fatores fundamentais para compreensão da vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos interligados. Com alto índice de confiança a redução da pobreza é apontado como uma das medidas de redução da vulnerabilidade e das doenças (IPCC, 2015).

Condições sociais precárias de moradia e acesso a serviços básicos, como educação e saúde contribuem para a vulnerabilidade de famílias. Adicionalmente, tais condições influenciam na gravidade de doenças respiratórias (FELIZOLA *et al.*, 2005; CASTRO *et al.*, 2007). A vulnerabilidade da população está associada a exposição, a sensibilidade de seus indivíduos bem como a respectiva capacidade de reposta individual e coletiva a fatores de perigo (CONFALONIERI *et al.*, 2009; NAJAR *et al.*, 2008). Por outro lado, compreende-se que desafios de redução de riscos e construção da resiliência às queimadas exigem mudanças no padrão de desenvolvimento social, econômicos e ambiental (GONÇAVES *et al.*, 2014).

Em Campos dos Goytacazes (RJ), a queima de cana-de-açúcar é frequente no período de safra. Pouco ou nenhum estudo tem sido realizado sobre quais implicações isso poderia trazer para a saúde respiratória da população que mora em áreas de influência da pluma de gases advindos da queimada. Levando em consideração que a poluição atmosférica advinda dessa queima pode estar relacionada a problemas respiratórios como a asma, torna-se importante conhecer a distribuição espacial dos focos das queimadas de cana-de-açúcar e dos casos de sintomas de asma da população localizada no município.

Assim sendo, o objetivo desse estudo foi analisar geograficamente no município de Campos dos Goytacazes (RJ) os graus de vulnerabilidade socioeconômica, a prevalência dos sintomas de asma

em escolares de 6-7 e 13-14 anos de idade e os setores censitários mais expostos aos focos de queimada de cana-de-açúcar, estabelecendo uma relação entre esses fatores.

## METODOLOGIA

O presente estudo é do tipo ecológico e a metodologia de trabalho foi efetuada em três etapas. A primeira se deteve na construção do índice de vulnerabilidade e sua análise. A segunda, na análise da prevalência dos sintomas de asma por escola. A terceira etapa consistiu na análise da influência dos focos e no estabelecimento da relação entre vulnerabilidade socioeconômica, a densidade de focos de queimadas e a frequência de sintoma de asma.

## CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA

A análise da vulnerabilidade socioeconômica da população de Campos dos Goytacazes (RJ) foi realizada através de um índice composto por indicadores de domicílios particulares permanentes. A escala utilizada foi setor censitário e os dados foram do Censo Demográfico de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Tendo em vista que as escolas sorteadas para aplicação do questionário do *International Study of Asthma and Allergies in Childhood* (ISAAC) estão localizadas em áreas urbanas o estudo se deteve em analisar os setores urbanos.

Para criação da base de dados georreferenciada e análise espacial dos indicadores foi utilizado o *software ArcGis 10.1*. Também foram utilizados *softwares Excel 2007* e *SPSS 20.0* para efetuar a análise exploratória dos indicadores, verificação de dados faltantes e detecção de *outliers*.

A seleção de indicadores para este trabalho procurou revelar desvantagens sociais para o grupo de indivíduos residentes na região de estudo que lidam cotidianamente com as queimadas de cana-de-açúcar e com os casos de sintomas de asma. Ressalta-se também que foram selecionados com base na revisão bibliográfica (GONÇAVES *et al.*, 2014; JANNUZZI, 2006; CHIESA, WESTPHAL & AKERMAN, 2002; ALCÂNTARA, STRAUCH & AJARA, 2013; BARATA, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2007). Dessa forma, o Quadro 01 descreve os indicadores selecionados.

Quadro 01 - Dimensões e indicadores utilizados

Dimensão	Indicadores
Ocupação	Proporção de domicílios particulares permanentes próprios e quitados
Renda	Proporção de domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1/8 a 1 salário mínimo
Alfabetização	Proporção de responsáveis alfabetizados (as) com 10 anos de idade ou mais em domicílios particulares
Infraestrutura	Proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral
	Proporção de domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial
	Proporção de domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza
Condição de moradia	Proporção de domicílios particulares permanentes com 6 ou mais moradores

Fonte: IBGE 2010.

Para a construção do Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica (IVSE) utilizou-se os indicadores do Quadro 1. Os setores censitários com maior proporção de domicílios próprios e quitados, de responsáveis alfabetizados e de domicílios com abastecimento de água da rede geral, esgoto e coleta de lixo, apresentam melhores condições para a vida da população. Dessa forma, para as dimensões ocupação, alfabetização e infraestrutura foram utilizados indicadores diretamente proporcionais, quanto mais perto de um, melhor seria a condição de vida da população que vive nesses setores.

No entanto, quando a proporção de domicílios com rendimento até um salário mínimo e com seis ou mais moradores se mostram elevada, a condição de vida dessa população é pior. Então para as dimensões renda e condição de moradia foram utilizados indicadores inversamente proporcionais, isto é, quanto mais perto do valor um, pior seria a condição de vida da população que mora nesse setor.

Assim, para colocar todos os indicadores na mesma escala, eles foram normalizados. Para os indicadores diretamente proporcionais é utilizada a Equação 01 e para indicadores inversamente proporcionais é utilizada a Equação 02.

$$\text{índice}_i = \frac{(\text{Valor do setor})_i - (\text{Menor valor entre os setores})}{(\text{Maior valor entre os setores}) - (\text{Menor valor entre os setores})} \quad \text{Equação 01}$$

$$\text{índice}_i = \frac{(\text{Valor do setor})_i - (\text{Maior valor entre os setores})}{(\text{Menor valor entre os setores}) - (\text{Maior valor entre os setores})} \quad \text{Equação 02}$$

Para a construção do IVSE foi realizada a média aritmética de todas essas dimensões. Sob a perspectiva da vulnerabilidade foi então necessário utilizar a Equação 2 de forma que quanto maior for o valor do índice maior é a vulnerabilidade do setor. Dessa forma, o índice varia no intervalo de [0,1], sendo 0 para os setores que são menos vulneráveis, e 1 para os setores que são mais vulneráveis.

Neste estudo ecológico a utilização de dados secundários para construir o IVSE teve como objetivo retratar uma realidade na escala de setor censitário, ou seja, são áreas de divulgação e apuração dos dados do censo realizado pelo IBGE. O critério para se estabelecer um setor censitário em área urbana é a apresentação de no mínimo 250 domicílios e no máximo 400 domicílios. Este pretendeu identificar a vulnerabilidade socioeconômica da população estudada considerando fatores que retratam a sua sensibilidade, exposição e capacidade de resposta ao risco de adquirir a doença.

Com o objetivo de compreender a distribuição espacial do IVSE e detectar um possível padrão espacial de associação, são aplicadas técnicas de análise exploratória espacial empregando o mapeamento coroplético usando o método de quebras naturais para definir as classes.

## ANÁLISE DA PREVALÊNCIA DOS SINTOMAS DE ASMA POR ESCOLA

Tendo em vista que são utilizados os dados do questionário ISAAC, o estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da ENSP/Fiocruz para o uso de dados secundários de público restrito. O projeto foi aprovado em 2014 (CAAE: 36113614.0.0000.5240). O projeto que aplicou o questionário também foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública/Fundação Oswaldo Cruz e aprovado em 2011, sob o CAAE: 01539812.20000.5240.

O ISAAC é caracterizado como um estudo descritivo transversal em que são vistos os casos prevalentes e amostragem aleatória de uma única população fonte em um ponto fixo no tempo. É um dos instrumentos mais utilizados em epidemiologia respiratória devido ao seu baixo custo, fácil aplicação e boa cooperação por parte dos indivíduos investigados. Tem sido aplicado em vários países permitindo a comparação de dados. A faixa etária de 6 a 7 anos e de 13 a 14 anos já foi validada no Brasil.

Segundo o manual do ISAAC possuem sintomas de asma aqueles estudantes que responderam de forma afirmativa a questão 5 (Q5 - Alguma vez na vida seu filho(a) teve chiado no peito?). A questão 6 (Q6 - Nos últimos 12 meses seu filho(a) teve chiado no peito?), também é utilizada por ser essa a questão de maior sensibilidade e especificidade. Para o critério de gravidade da asma foi considerada a resposta afirmativa a questão 9 (Q9 - Nos últimos 12 meses, o chiado do seu filho(a) foi tão forte a ponto de impedir que ele(a) conseguisse dizer mais de 2 palavras entre cada respiração?) (SOLÉ & NASPITZ, 1998).

As variáveis avaliadas nos questionários foram: sexo, localização da escola onde estudam os alunos, ocorrência de sintomas de asma e gravidade dos sintomas de asma. Para efetuar a análise da prevalência dos sintomas de asma por escola, foram utilizadas estatísticas descritivas apresentando as variáveis do questionário estudadas na frequência relativa total e por escola.

Foram utilizados dados de 917 escolares de 21 escolas ao longo de um ano e meio, sendo aplicado em 5 escolas no ano de 2012 e 16 escolas no ano 2013. Também foi realizada a frequência relativa do questionário por escola. A faixa etária dos estudantes foi de 6 a 7 anos (424 alunos) e 13 a 14 anos (493 alunos) da rede pública de ensino do município. A realização do estudo por localização da escola se deu a dificuldade de localizar o endereço de todos os 917 alunos que responderam ao questionário e devido ao pressuposto que normalmente os alunos moram próximos à escola. Entretanto, após a realização do estudo foi possível georreferenciar 898 endereços de estudantes através do *google maps*, sendo verificado que 85% deles moravam num raio de 5 km de distância da escola, comprovando que alunos encontram-se a maior parte do tempo próximo ao foco tanto na escola quanto na moradia.

Observa-se que o uso dos dados respondidos por questionário pode levar a respostas inconclusivas. Porém, o instrumento utilizado, ISAAC, já tem sua validade comprovada no Brasil como um instrumento de *screening* que não tem como objetivo diagnosticar a asma e sim apresentar a prevalência de sintomas ligados à doença e à sua gravidade (SOLÉ et al., 1998). Esse instrumento é globalmente utilizado em estudos populacionais de modo a retratar o potencial asmático da comunidade estudada sem oferecer o diagnóstico comprovado. Ele informa à população estudada quando há necessidade de procurar um médico para que sejam realizados o diagnóstico e o tratamento adequado.

## ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS FOCOS E CORRELAÇÃO

O presente estudo optou por utilizar os pontos de focos de calor disponibilizados pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (DIVISÃO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS, 2014). Esse método fornece uma *proxy* da poluição atmosférica causada pela atividade de queima de cana-de-açúcar, além de permitir uma análise da distribuição espacial dessa poluição. Assim foi utilizado, para os anos de 2012 e 2013, os dados do satélite de referência Aqua. Foram considerados dados tanto do período diurno quanto noturno, diante da possibilidade de eventualmente ocorrer queimada de palha de cana fora do período noturno.

Um único foco pode estar representando episódio de uma ou várias pequenas queimadas ou uma grande queimada em um *pixel* da imagem (FRANÇA, AGUIAR & RUDORFF, 2009). Esses focos podem ser encontrados em áreas com outros usos e ocupação da terra, que não necessariamente sejam plantação de cana-de-açúcar. Todavia, como não foi possível a sobreposição de área de plantação e colheita de cana com os focos de calor é pressuposto que esses focos sejam queimadas de cana, tendo em vista sua variação espacial em áreas rurais onde ocorre essa atividade agrícola.

Para estimar a área de influência dos focos de queimadas dos anos de 2012 e 2013 foi aplicado o estimador de densidade de Kernel. As áreas com maior densidade de focos estão em vermelho e são chamadas de *hot spots* (pontos quentes).

Para análise da relação entre a distribuição geográfica da prevalência dos sintomas relacionados à asma em escolares de 6-7 e 13-14 anos de idade, os níveis de exposição aos focos de queimada de cana-de-açúcar e condições social e econômica da população, por setor censitário em Campos dos Goytacazes (RJ), é realizado a sobreposição do mapa de Kernel, ao mapa de quebras naturais do IVSE e à frequência de asma por escola estipulado através do método ISAAC.

Para análise da correlação entre a prevalência dos sintomas de asma em escolares de 6-7 e 13-14 anos de idade e os setores censitários mais expostos aos focos de queimada de cana-de-açúcar, no município de Campos dos Goytacazes (RJ) foi calculado a média do estimador de densidade de Kernel por setor censitário onde se localizava a escola. Para o cálculo dessa média foi realizado um processo de estatística zonal no *ArcGis*. A correlação linear foi feita entre essa média de densidade de focos de queimadas por setor censitário e a frequência de sintomas definidos em Q5 e Q9.

A correlação entre densidade de focos de queimadas e a frequência de sintoma de asma foi avaliada através da função de correlação linear de Pearson.

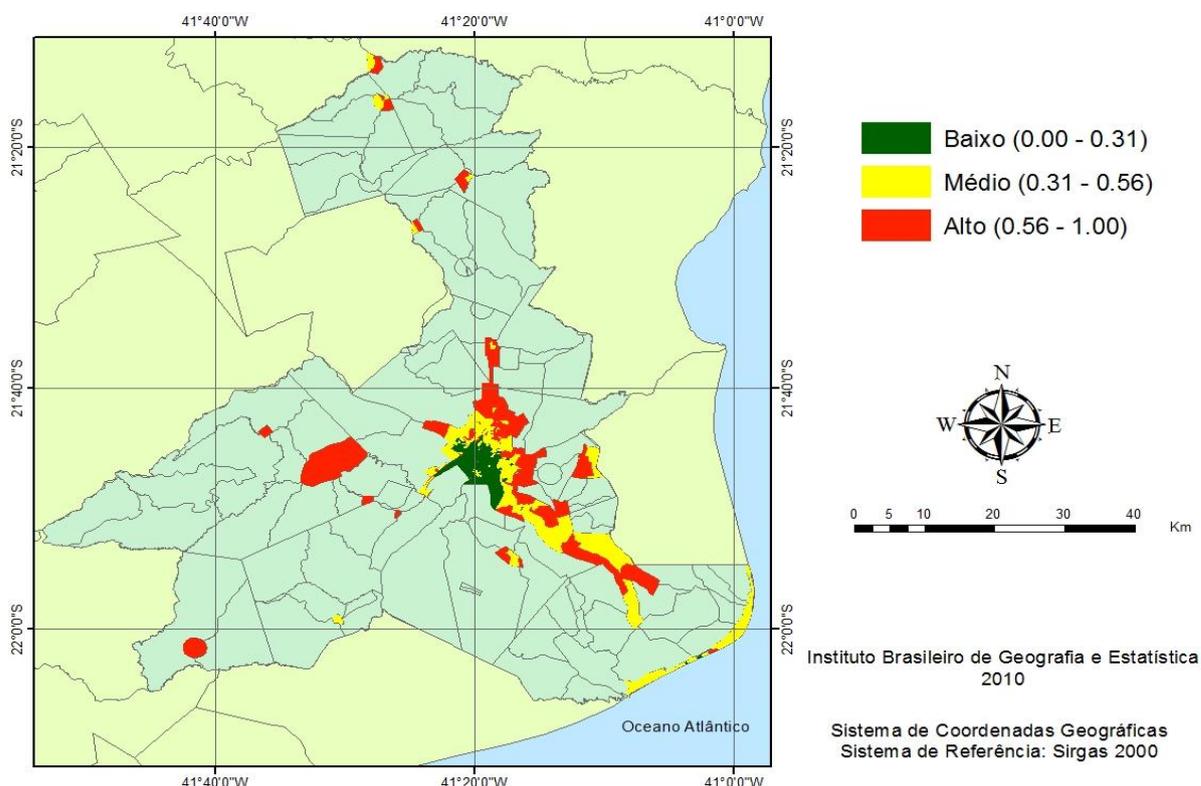
## RESULTADOS

A análise dos resultados é efetuada em três etapas conforme definido na metodologia.

### ANÁLISE ESPACIAL DO IVSE

O mapa da Figura 01 apresenta a distribuição espacial do IVSE em três classes: alta, média e baixa vulnerabilidade. Houve uma concentração espacial da população conforme sua condição socioeconômica.

Figura 01 - Distribuição espacial do índice de vulnerabilidade socioeconômico (IVSE), 2010.



Os maiores índices de vulnerabilidade estavam presentes em setores urbanos isolados e nos setores urbanos localizados em áreas periféricas ao norte e à leste da região central do município. Ou seja, as populações mais vulneráveis do município se concentravam em áreas urbanas isoladas e em áreas periféricas da região central, já as populações menos vulneráveis se concentravam a oeste do

município, enquanto os setores de média vulnerabilidade se concentravam entre os dois primeiros estratos.

## DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS SINTOMAS RELACIONADOS À ASMA

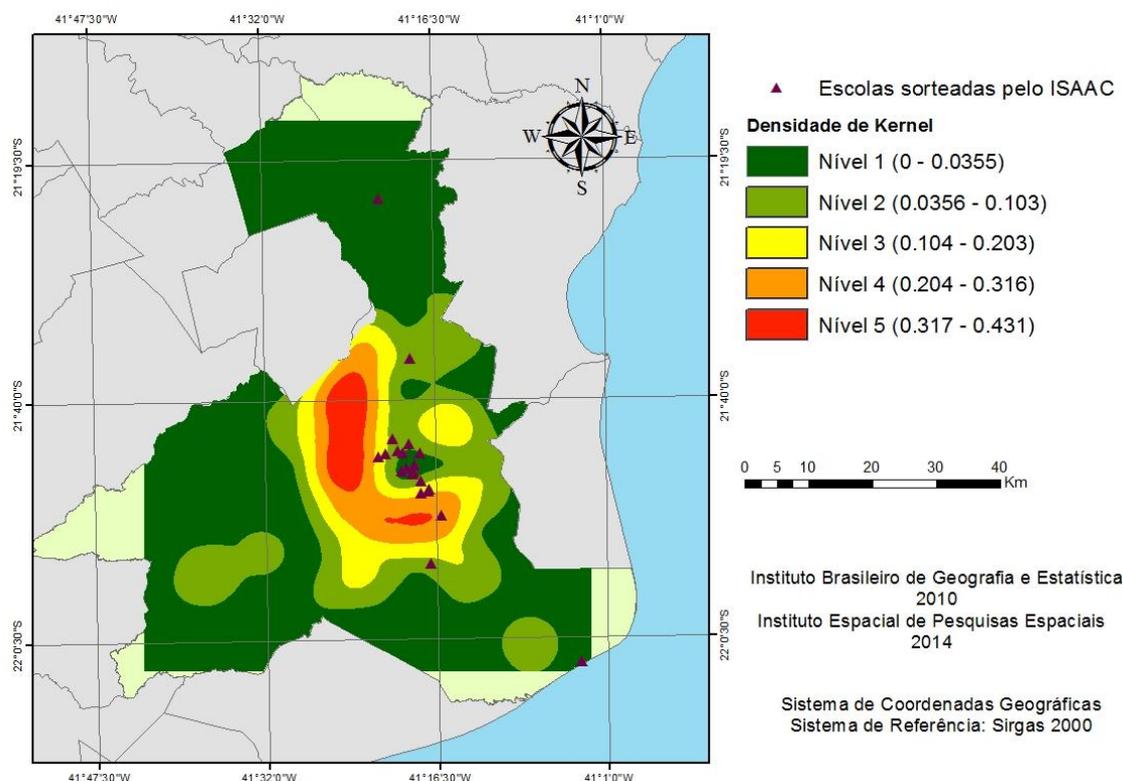
A maior parte dos entrevistados foram do sexo feminino. Responderam positivamente ao questionário, 521 escolares do sexo feminino e 396 do sexo masculino. A prevalência dos sintomas de asma analisados foi maior no sexo masculino com 46% e para o sexo feminino com 41,1%.

Alunos com presença de chiado no peito alguma vez na vida (Q5) corresponderam a 43,2%. A prevalência dos sintomas de asma apresentados em escolares demonstrou ser bem mais alto do que a média brasileira que é de 20%.

Cerca de metade destes alunos apresentaram sintoma de asma nos 12 meses anteriores (Q6), 52,7%. Já quanto à questão Q9 que aborda se nos 12 meses anteriores, o chiado foi tão forte a ponto de impedir que conseguisse dizer mais de 2 palavras entre cada respiração, a prevalência foi de 25,8%.

Na Figura 02 é possível observar a localização das escolas e a área de influencia do estimador de densidade de Kernel gerado a partir dos pontos de focos de queimadas no município de Campos dos Goytacazes do ano de 2012 e 2013. Considerou-se que toda a área de estudo estava exposta aos poluentes oriundos desses focos, pois haviam outros fatores ambientais, como temperatura, umidade, direção e velocidade dos ventos que também poderiam levar a exposição a poluição das queimadas de cana-de-açúcar.

Figura 02 - Localização das escolas e a área de influencia do estimador de densidade de Kernel, 2014



Apesar de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) demonstrassem que não havia uma direção predominante do vento durante os meses estudados, sendo caracterizado como calmária, é

necessário um estudo mais apurado. Isto possibilitaria analisar com maior acurácia a existência de dias do ano em que haja uma atuação mais ativa de ventos com velocidade e direcionada à zona urbana de Campos dos Goytacazes (RJ), onde se concentra a maior parte da população do município.

A partir da aplicação do estimador de Kernel foi possível classificar cinco níveis de exposição aos focos de queimadas. Porém, as escolas sorteadas para aplicação do questionário ISAAC se encontravam entre os níveis 1 e 3. Dentre eles, o nível 1 foi o com menor nível de exposição, pois essa área ficou com o menor valor de concentração de focos de queimadas calculado pela densidade de Kernel. O nível 2 indicou uma exposição moderada a esses focos. O nível 3 representa o nível máximo de exposição aos focos de queimadas enfrentada pelos escolares estudados devido à proximidade de que suas escolas estão da concentração dos pontos, os *hot spots*.

Observa-se que os *hot spots* se concentravam a oeste do município, nos setores censitários rurais. Devido a esse fato, os maiores níveis de exposição aos focos de queimadas, níveis 4 e 5, também se concentravam na área rural a oeste de Campos dos Goytacazes (RJ). Porém, não são encontradas escolas nessas áreas.

Mais de 500 (54,6%) alunos entrevistados estudavam em escolas localizadas em áreas com nível 2 de exposição aos focos de queimadas. Esse nível de exposição é considerado médio. Verificou-se que, apesar de menor, há uma parte considerável de alunos em escolas com nível 3 de influência dos focos de queimadas, 110 alunos (19,1%). Mesmo os 241 alunos (26,3%) que estudavam em escolas localizadas em áreas com nível 1 de influência dos focos de queimadas, poderiam também estar sob exposição dos seus poluentes, pois a queima era frequente durante maior parte do ano e ocorria em áreas ainda relativamente próximas.

As crianças entrevistadas em escolas localizadas no nível 2 de influência dos focos apresentaram maior frequência dos sintomas de asma e de asma grave. Dos alunos entrevistados nesse nível, 47% apresentaram sintomas de asma, sendo que mais de 40% desses alunos tiveram esse sintoma nos 12 meses anteriores. A gravidade desse sintoma de asma que pode deixar a criança sem a possibilidade de falar duas ou mais palavras seguidas foi encontrada em mais de 30% dessas crianças que tiveram sintomas de asma nos 12 meses anteriores. Já no nível 1 e 3 de influência dos focos, a prevalência de sintoma de asma foi de 37%. Entretanto, dos alunos que estavam no nível 1 e que apresentaram esse sintoma, cerca de 60% o tiveram nos 12 meses anteriores, enquanto no nível 3 essa prevalência no ano anterior foi de cerca de 40%. No nível 1 a prevalência de sintoma de asma grave foi a menor, com 22,2%, enquanto no nível 3 a prevalência foi de 30%.

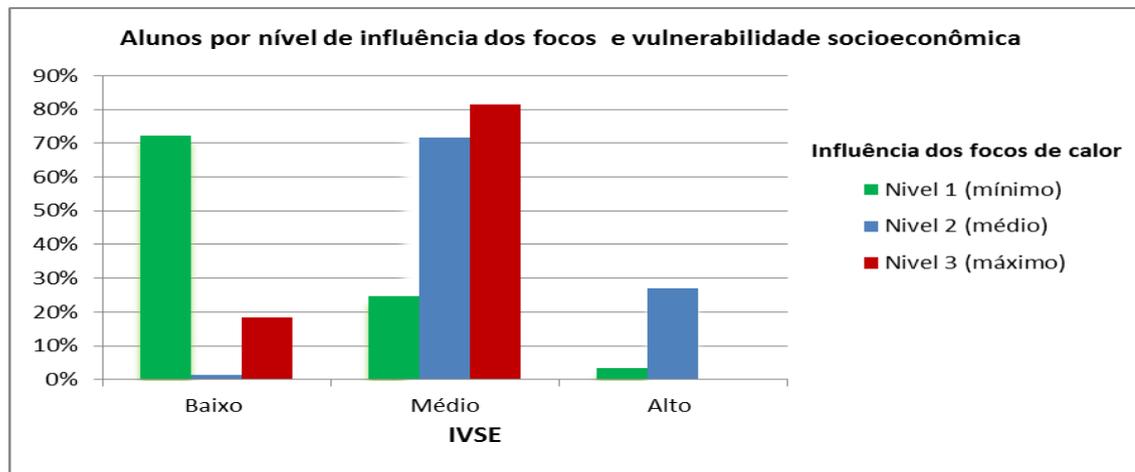
## **DISTRIBUIÇÃO DOS SINTOMAS DE ASMA, EXPOSIÇÃO AOS FOCOS DE QUEIMADA E CONDIÇÃO SOCIOECONÔMICA DA POPULAÇÃO**

Foi observada uma relação entre prevalência dos sintomas de asma em alunos que estudavam em escolas localizadas em áreas mais vulneráveis e com maior exposição aos focos de queimadas. Cerca de 60% dos alunos entrevistados, estudavam em áreas consideradas de média vulnerabilidade, enquanto 17,1% estudavam em áreas de alta vulnerabilidade e 22,2% em áreas de baixa vulnerabilidade socioeconômica.

Ao todo foram 204 alunos em sete escolas localizadas em setores com baixo IVSE. A maior parte dos alunos que eram de escolas localizadas em setores com baixo IVSE estavam em áreas com nível 1 de influência dos focos de queimadas, 85,3%. As escolas municipais localizadas em setores censitários com IVSE média possuíam 556 alunos entrevistados. Essas escolas estavam em áreas sob a maior influência dos focos de queimadas, cerca 70% sob a influência de nível 2. Somente duas escolas com 157 alunos estavam localizadas em setores com alta vulnerabilidade, estando 95% em áreas com nível 2 de influência dos focos.

No Gráfico 01 é observado que os alunos das escolas localizadas em setores censitários com nível 1 de influência dos focos, 72,2% deles estavam em setores com baixo IVSE. Dentre os alunos das escolas localizadas em áreas com nível 2 de influência dos focos, 71,7% estavam em setores com médio IVSE e 27% em setores com alto IVSE. Os alunos que estavam em escolas que estão sob a maior influência de focos, nível 3, estavam em sua maioria, 81,5%, localizadas em setores que apresentaram médio IVSE.

Gráfico 01 - Porcentagem de alunos por níveis de influência de focos de queimadas conforme o IVSE, 2010



Fonte: IBGE, 2010. Org. Keila Souza.

A frequência de chiado no peito alguma vez na vida foi maior em alunos que estudavam em escolas localizadas em setores de nível médio de vulnerabilidade socioeconômica. Já o sintoma de chiado no peito tão forte que impedia falar duas palavras entre cada respiração (asma grave) foi maior em escolas com nível alto de vulnerabilidade socioeconômica.

Na Tabela 01 está a frequência de alunos e os sintomas de asma descritos em Q5 e Q9. Os alunos que estudavam em escolas que estão em setores censitários com baixo IVSE apresentavam uma frequência de asma de 41,7% e uma gravidade de asma de 16%. As escolas presentes em setores com IVSE médio apresentavam uma frequência de sintoma de asma de 44,8%, com uma gravidade de 29,4%. Já as escolas que estavam em setores com alto IVSE possuíam uma frequência de resposta positiva a Q5 de 39,5%, mas com uma gravidade de 48%.

Tabela 01 - Prevalência dos sintomas de asma descritos em Q5 e Q9 por nível do IVSE

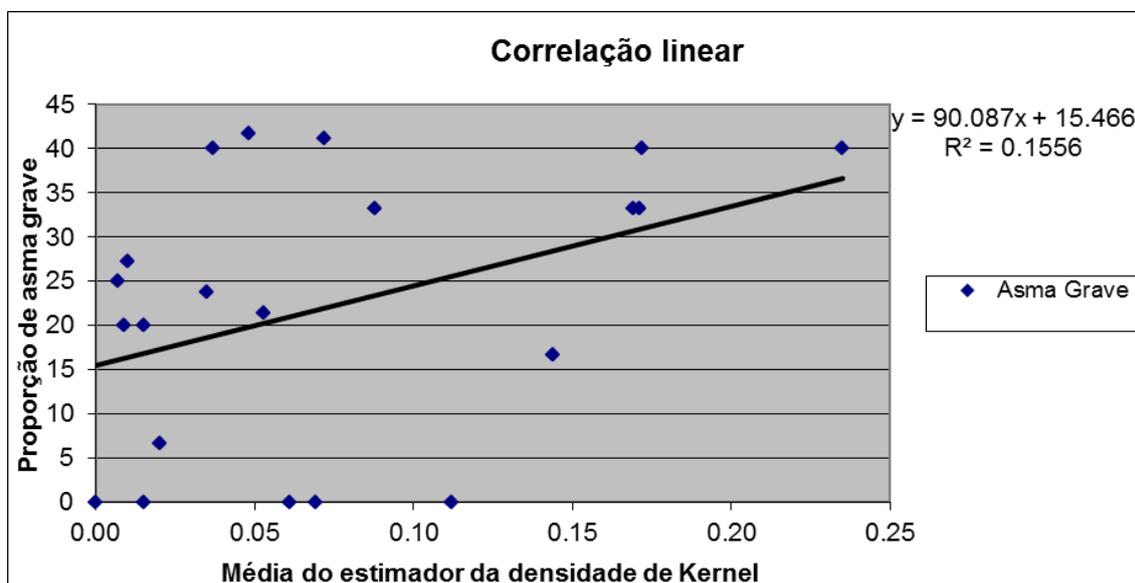
IVSE	Alunos	Q5	Q9
Baixo	22,2%	41,7%	16,0%
Médio	60,6%	44,8%	29,4%
Alto	17,1%	39,5%	48,0%

Fonte: IBGE, 2010.

## CORRELAÇÃO ENTRE A DISTRIBUIÇÃO DOS SINTOMAS DE ASMA EM ESCOLARES E FOCOS DE QUEIMADAS

Não foi observada correlação entre a existência de chiado no peito alguma vez na vida (Q5) com a média de densidade de focos calculada pelo *Kernel*. Já em relação à gravidade da asma (Q9) foi observada uma correlação de 0,16 (Figura 03). Tal correlação entre a gravidade de asma e a exposição aos focos de queimadas se mostra fraca, não havendo significância. Essa fraca correlação pode ser devido à pouca quantidade de endereços georreferenciados, pois o estudo tomou como parâmetro o endereços das escolas que ao todo são 21 escolas. Não obstante, o estudo permite observar tendência de aumento da gravidade dos sintomas de asma relacionados com o aumento da densidade de focos de queimadas.

Figura 03 - Correlação linear entre proporção de asma grave e a média da estimador da densidade de kernel dos pontos de focos de queimadas, 2014



Fonte: ISAAC 2013-2014 / INPE 2013 -2014.

## DISCUSSÃO

Desde maio de 1990, quando foi publicada a Lei Orgânica no município de Campos dos Goytacazes (RJ), é proibida a queimada de cana-de-açúcar na periferia da cidade (BRASIL, 1990). Entretanto as queimadas continuam sendo realizadas no município na época de colheita de cana-de-açúcar e desta forma, essa atividade, que poderia ser substituída pela colheita mecanizada, continua a impactar negativamente o ambiente e a saúde da população local.

Em relação aos sintomas de asma no município é verificado um acréscimo na frequência de chiado no peito de 10% nos escolares que estão em áreas de nível 2 em relação ao nível 1 de influência dos focos de queimadas. Também em relação ao sintoma de asma grave é visto um acréscimo da frequência 9% conforme há um aumento do nível 1 para o nível 2 de influência dos focos de queimadas.

Tal aumento da frequência de sintomas de asma, principalmente no que tange a sua gravidade demonstram uma possível correlação entre a doença e o aumento da exposição aos focos de queimadas. Na Europa e nos Estados Unidos são encontradas associação entre internações hospitalares de pessoas com doenças crônicas, como a asma, e o aumento de PM (*Particulate Matter*)<sub>10</sub>, poluente encontrado comumente na queima de biomassa. Já no Brasil foi observado que há uma associação entre o aumento de internações por asma em idosos e crianças com variações diárias de dióxido de enxofre e ozônio (CANÇADO, 2006).

Setores censitários com população mais vulnerável socioeconomicamente, também são os setores mais expostos aos focos de queimadas. No nosso estudo, alunos de escolas localizadas em setores com média vulnerabilidade socioeconômica são os mais atingidos pelos focos de queimadas. As escolas localizadas em setores de baixa vulnerabilidade socioeconômica são as que estão sob menor influência dos focos de queimada. Também em Porto Velho (RO) as escolas localizadas em região com piores condições sociais de infraestrutura, habitação e saúde foram as que mais sofreram com a exposição ambiental aos focos de queimadas (BARATA *et al.*, 2011).

O aumento do sintoma caracterizado como chiado no peito forte, asma grave, conforme há aumento da vulnerabilidade socioeconômica da população do município também aponta para uma necessidade de maior análise dessa relação para que seja possível uma correlação causa-efeito. Em estudo realizado por Felizola *et. al* (2005), os grupos escolares de 6 à 7 anos e 13 à 14 anos de idade

com as piores condições socioeconômicas apresentaram as maiores taxas de sintomas relacionados à asma e à sua gravidade.

Já em estudo realizado por Stewart *et al.* (2001), que utilizaram o questionário ISAAC, encontraram uma associação positiva entre PIB *per capita* e sintomas de asma caracterizado como chiado no peito, em que quanto menor fosse esse PIB menor era a prevalência da doença. Entretanto, os autores afirmam que a associação tem força moderada e que outros fatores ambientais não foram considerados.

Destarte, empregar métodos multivariáveis nessa análise que considerem outras fontes de poluição, o clima e outros fatores podem introduzir novas hipóteses tornando-a mais abrangente de forma a fornecer uma maior associação entre os focos de queimadas e prevalência dos sintomas de asma. Para o sintoma relacionado à gravidade da asma foi possível observar uma correlação de 0,16 com o nível de influência dos focos de queimadas. A correlação entre a distribuição dos sintomas de asma em escolares e os focos de queimadas se mostrou fraca devido talvez a amostra de dados georreferenciados ser pequena, não havendo portanto uma significância. Não obstante, o estudo demonstra uma tendência entre os focos de queimadas e a prevalência dos sintomas de asma em escolares da área urbana de Campos dos Goytacazes (RJ). Estudo realizado por Anderson *et al.* (2012) não encontraram evidência positiva de associação entre poluição do ar e asma a nível de comunidade. Estes autores também utilizaram o questionário ISAAC e dados de satélites relacionados à PM 2,5 e NO2 e avaliaram a associação ao longo dos anos de 2001 a 2003<sup>0</sup>.

## CONCLUSÃO

A estimação de densidade de Kernel mostrou-se eficiente para definir a área de abrangência dos focos de queimadas. Foi verificado, através do processo de georreferenciamento, quais escolas sorteadas estão em locais mais expostas aos focos de queimadas de cana-de-açúcar. Isto possibilitou analisar uma fraca correlação com os sintomas de asma em escolares e a exposição. No entanto, é necessário avaliar alunos que estudam em escolas localizadas fora da área de influência dos focos de queimadas além de considerar outras variáveis, como o clima e a direção do vento.

Observou-se que a queima da cana-de-açúcar no município tem influência sobre o padrão espacial na distribuição dos sintomas de asma grave em escolares de 6-7 anos e 13-14 anos de idade. Conforme já apontado, foi verificado que populações mais vulneráveis socioeconomicamente estão localizadas em setores censitários que estão sob maior influência dos focos de queimadas e apresentam maior número de escolares com sintomas de asma grave. Dessa forma, é necessário a aplicação de um estudo mais detalhado no futuro nessas comunidades com base nos resultados dessa pesquisa, pois foi verificado que setores com maiores índices de vulnerabilidade socioeconômica também são os que estão sob maior influência dos focos de queimadas e apresentam maior número de escolares com sintomas de asma grave.

A frequência de sintomas de asma estudados mostra que Campos dos Goytacazes (RJ) possui um sério problema de Saúde Pública relacionado a doenças respiratórias. O estudo demonstrou que a prática de queimadas de plantações de cana-de-açúcar no Município contribui para os problemas de saúde da população. A aplicação da lei orgânica do Município de Campos dos Goytacazes de 1990 demonstra ser urgente para mudanças no manejo da cana-de-açúcar, pois atualmente existem métodos de colheita menos ofensivos a saúde respiratória, como por exemplo, a colheita mecanizada. O investimento na atividade agrícola de cana-de-açúcar permitirá não somente o aperfeiçoamento da sua produção, como também menores gastos em saúde pública no que tange a saúde respiratória dos escolares de Campos dos Goytacazes – RJ, melhorando a qualidade de vida de toda sua população.

## AGRADECIMENTOS

Técnico José Ernesto Eduardo, Dra. Patricia Meirelles, Dra. Helena Riscado, pela contribuição na condução da aplicação dos questionários nos escolares nas escolas de Campos dos Goytacazes. Fundação Capes pelo apoio financeiro.

**Apoio:** projeto universal CNPQ processo número 482908/2011-4.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, V. S.; STRAUCH, J. C. M.; AJARA, C. Metodologia para análise da vulnerabilidade socioambiental: estudo de caso na macrorregião da Costa Verde. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 65, n.3, p. 555-570, 2013.
- ANDERSON, H. R.; BUTLAND, B. K.; DONKELAAR, A. V.; BRAUER, M.; STRACHAN, D. P.; CLAYTON, T.; DINGENEN, R. V.; AMANN, M.; BRUNEKREEF, B.; COHEN, A.; DENTENER, F.; LAI, C.; LAMSAL, L. N.; MARTIN, R. V. Satellite-based estimates of ambient air pollution and global variations in childhood asthma prevalence. **Environmental Health Perspectives**, Washington, v. 120, n. 9, 1333-1339, 2012.
- ASHER, M. I.; MONTEFORT, S.; BJÖRKSTÉN, B.; LAI, C. K.; STRACHAN D. P.; WEILAND, S. K.; WILLIAMS, H. Worldwide time trends in the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and eczema in childhood: ISAAC Phases One and Three repeat multicountry cross-sectional surveys. **Lancet**. 2006;368:733-43.
- BARATA, M. M. L.; CONFALONIERI, U. E. C.; LIMA, A. C. L.; MARINHO, D. P.; LUIGI, G.; SIMONE, G., C.; FERREIRA, I. B.; PINTO, I. V.; TOSTA, F. O.; SILVA, H. V. O.; VALADARES, A. S. Mapa de vulnerabilidade da população do Estado do Rio de Janeiro aos impactos das mudanças climáticas nas áreas social, saúde e ambiente. 2011. **Relatório de Pesquisa**, Rio de Janeiro, 2011.
- BRASIL. Lei Orgânica do Município de Campos dos Goytacazes. 1990. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1990. Disponível em: <http://www.campos.rj.gov.br/up/index.php>. Acesso em 26 out. 2015.
- CANÇADO, J. E. D.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; LARA, L. B. L. S.; ARTAXO, P.; MARTINELLI, L. A.; ARBEX, M. A.; ZANOBETTI, A.; BRAGA, A. L. F. The Impact of Sugar Cane–Burning Emissions on the Respiratory System of Children and the Elderly. **Environmental Health Perspectives**. v. 114, n. 5, 2006.
- CASTRO, H. A.; HACON, S. S.; ARGENTO, R.; JUNGER, W. L.; CASTIGLIONI JUNIOR, N.; COSTA, J. G. Air pollution and respiratory diseases in the municipality of Vitoria, Espírito Santo state, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, p. 630-642, 2007.
- CHIESA, A. M.; WESTPHAL, M. F.; AKERMAN, N. M. Geoprocessamento e a promoção da saúde: desigualdades sociais e ambientais em São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 559-67, 2002.
- CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P.; RODRIGUEZ, R. E. Public health vulnerability to climate change in Brazil. **Climate Research**, Oldendorf/Luhe, v. 40, p. 175-86, 2009.
- DIVISÃO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS (DPI). **Queimadas – vegetation fires**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/ajuda1.html>. Acesso em: 06 Jun. 2014.
- FELIZOLA, M. L. B. M., VIEGAS, C. A. A., ALMEIDA, M., FERREIRA, F., SANTOS, M. C. A. Prevalência de asma brônquica e de sintomas a ela relacionados em escolares do Distrito Federal e sua relação com o nível socioeconômico. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**; Brasília, v. 31, n. 6, p. 486-91, 2005.
- FRANÇA, D. A.; AGUIAR, D. A.; RUDORFF, B. F. T. Relação entre queima da cana-de-açúcar e saúde: estudo preliminar em municípios da Região Administrativa de Araçatuba – SP. 2009. Trabalho apresentado ao 14º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. Anais... Natal: Inpe, 2009.
- GONÇAVES, K. S.; SIQUEIRA, A. S. P.; CASTRO, H. A.; HACON, S. S. Indicador de vulnerabilidade socioambiental na Amazônia Ocidental. O caso do município de Porto velho, Rondônia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3809-3817, 2014.
- IPCC. **Climate Change 2014: Impact, Adaptation and Vulnerability**. 2014. Disponível em: <http://www.ipcc.ch>. Acesso em 08 out. 2015.
- JANNUZZI, P. M. **Indicadores Sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações**. 3. ed. Campinas: Editora Alínea/PUC-Campinas, 2006.

NAJAR, A. L.; BAPTISTA, T. W. F.; ANDRADE, C. L. T. Índice de desenvolvimento da família: uma análise comparativa em 21 municípios do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, Sup 1, p. 134-47, 2008.

OLIVEIRA, M. E. C. de; HOLANDA, F. S. R.; RIBEIRO, G. T. & CARVALHO, E. C. A criação de indicadores para avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas apícolas de Sergipe. **Revista da Fapese**, v.3, n.1, p. 79-86, 2007.

PASTORINO, A. C. **Estudo da prevalência das doenças alérgicas, da sensibilização aeroalérgicas e da exposição a fatores ambientais em escolares com ou sem asma**. 2005. 172f. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

RIGUERA, D.; ANDRE, P. A.; ZANETTA, D. M. Sugar cane burning pollution and respiratory symptoms in schoolchildren in Monte Aprazível, Southeastern Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, n. 5, p. 878-86, 2011.

ROSA, A. M.; IGNOTTI, E.; HACON, S. S.; CASTRO, H. A. Prevalência de asma em escolares e adolescentes em um município na região da Amazônia Brasileira. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, n. 35, p. 7-13, 2009.

SBPT (Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia para o Manejo da Asma. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, v.38, Suplemento 1, p.S1-S46, 2012.

SOLÉ, D.; NASPITZ, C. K. Epidemiologia da asma: Estudo ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood). **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**, São Paulo, v. 21, n.2, p. 38-45, 1998.

SOLÉ, D.; VANNA, A. T.; YAMADA, E.; RIZZO, M. C.; NASPITZ, C. K. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) written questionnaire: validation of the asthma component among Brazilian children. **Journal of Investigational Allergology Clinical Immunology**, Nov-Dec;8(6):376-82.. 1998.

SOLÉ, D.; WANDALSEN, G. F.; CAMELO-NUNES, I. C.; NASPITZ, C. K. ISAAC - Brazilian Group. Prevalence of symptoms of asthma, rhinitis, and atopic eczema among Brazilian children and adolescents identified by the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) - Phase 3. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro; v.82, n.5, pag. 341-6, 2006.

STEWART, A. W.; MITCHELL, E. A.; PEARCE, N.; STRACHAN, D. P.; WEILAND, S. K. The relationship of per capita gross national product to the prevalence 84 of symptoms of asthma and other atopic diseases in children (ISAAC). **International Journal of Epidemiology**, Great Britain, v. 30, p. 173-179. 2001