

Uma análise sobre fontes primárias para aquisição de dados de queimadas no estado de São Paulo.

Fábio Silva Lopes^{1,2}

¹ Universidade de São Paulo – USP/FSP – Depto. Saúde Ambiental
Av. Dr. Arnaldo, 999 - 99999-000 – São Paulo - SP, Brasil
flop@usp.br

² Universidade Presbiteriana Mackenzie – FCI/UPM
Rua da Consolação, 930 – Prédio 13 – Térreo - 01302-907 - São Paulo - SP, Brasil
flop@mackenzie.br

Abstract. The burning in Brazil has been a public and notorious problem and has mobilized various sectors of society in order to minimize social, environmental and human health impacts. In this context, the remote sensing devices have contributed to monitoring the occurrences of fires, providing georeferenced information daily, available on BDQueimadas, available by the Internet. Just the boundary of the state of São Paulo, nine satellites collect data in this area, however, there are known limitations in the process of data acquiring. Factors such as time of passage of the sensor, weather conditions, among others, may hinder the data acquisition. Moreover, the state Department of the Environment of Sao Paulo (SMA/SP) holds the record of burning communications that, in addition to providing interesting source of data, allows public queries by the Internet. The research aimed to produce an analysis of data provided by the INPE and SMA/SP, comparing information over the perspective of find similarities between them. It was assumed that the majority of burnings in the state of São Paulo occurs in sugar cane areas and therefore are subject to compulsory reporting from the SMA/SP. Thus, communications database should be consistent with the data INPE. The results indicate the existence of differences between the databases, as the number of notices is higher than the number of burnings for the same period. The results are preliminary and need further studies to better understand these differences.

Palavras-chave: remote sensing, burning, sugar-cane, sensoriamento remoto, queimadas, cana-de-açúcar

1. Introdução

O tema “queimadas” tem atraído atenção dos diversos segmentos da sociedade no Brasil e no mundo, em função dos conhecidos efeitos deletérios causados ao meio ambiente e à saúde das populações que vivem no entorno das áreas impactadas (Assunção e Ribeiro, 2002).

Neste contexto, observa-se o aumento de estudos que abordam o tema, fomentando a discussão na busca de subsídios capazes de promover a redução de eventos de queimada, especialmente quando estes são produto de ações antrópicas.

O uso do fogo nas atividades agropecuárias ainda é muito utilizado na expansão das fronteiras nas áreas naturais como cerrados e Florestas (Batistella e Moran, 2008), assim como em práticas agrícolas onde se faz a limpeza prévia da área antes da colheita, como é o caso da cultura canavieira.

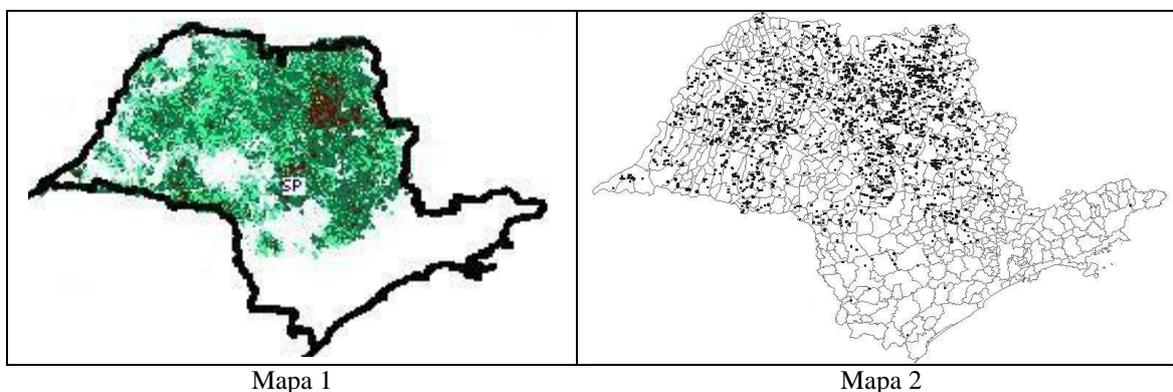
Com o intuito de monitorar focos de incêndio e áreas de queimadas, as imagens de satélite proporcionam mecanismos para detecção, localização em tempo real de focos de fogo ativos. Imagens de SR (Sensoriamento Remoto) das regiões do visível e infravermelho são utilizadas neste processo (Florenzano, 2007).

O INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) vem cumprindo um importante papel, na qualidade de provedor de dados primários sobre focos de calor, com abrangência internacional, através do BDQueimadas (INPE, 2008), onde são disponibilizadas informações sobre focos de calor, obtidas a partir de imagens de vários satélites.

No entanto, devido a questões operacionais, o conjunto de equipamentos em atividade não é capaz de cobrir toda a extensão do território nacional, 24 horas por dia, 7 dias por semana.

Soma-se a isso, o fato de que o tempo de ocorrência de um evento de queimada é variável em função da extensão afetada e do que é queimado. Estas questões dificultam o registro mais completo para inventariar estes eventos e, conseqüentemente, gera imprecisão em estudos que utilizam estas fontes primárias.

No âmbito do estado de São Paulo, a maioria dos focos de calor registrados por SR é proveniente da queima de biomassa, atrelados aos processos agrícolas de colheita de cana de açúcar. Os mapas 1 e 2 apresentam respectivamente as áreas de plantio de cana-de-açúcar e a distribuição dos focos de calor coletados por SR em setembro de 2007. Nota-se que quase a totalidade dos focos detectados encontra-se sobrepostos em áreas destinadas ao plantio de cana de açúcar, onde a prática de queimada, apesar do caráter medieval, ainda é muito utilizada.



Mapa 1 – Áreas de plantio de cana de açúcar, safra 2007/2008. Fonte: CANASAT, 2008.

Mapa 2 – Distribuição de focos de calor coletados por SR para o estado de São Paulo, em setembro de 2008. Fonte: INPE, 2008 – Composição elaborada pelo autor.

Organizações vinculadas ao setor canavieiro como a Única (ÚNICA,2008), divulgam que a safra 2008/2009 contabilizou o uso de colheitadeira mecanizada em mais de 40 por cento das áreas agricultáveis do estado de São Paulo. Protocolos de conduta foram assinados entre o governo de São Paulo e os usineiros, no sentido de reduzir o horizonte de findar a queima em São Paulo até 2015, ao invés de 2031 como está previsto no Decreto estadual 47.700 de 11 de março de 2003 (São Paulo, 2003).

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo (SMA/SP) tem concentrado esforços no sentido de controlar as queimadas no território paulista através do sistema SIGAM (Sistema Integrado de Gestão Ambiental) (SIGAM, 2008). Neste sistema, existe um módulo específico para registro de comunicações de queimadas, em caráter compulsório, onde o responsável pela área a ser queimada deve submeter uma solicitação com 96 horas de antecedência, sujeito a avaliação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente para posterior autorização ou cancelamento do referido requerimento.

As áreas queimadas são demarcadas por talhões. O evento constitui um processo controlado, relativamente rápido. Estes fatores também dificultam a aquisição de dados via SR.

Por outro lado, o registro das notificações compulsórias constituem uma interessante fonte de informação, complementar aos dados de SR. As notificações encaminhada à

SMA/SP estão sujeitas a fiscalização e pode ser verificada *in loco*. Assim como os dados de SR, as notificações são dados públicos, disponíveis na internet.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi elaborar uma análise dos dados disponibilizados pelo INPE e SMA/SP, comparando informações na perspectiva de encontrar similaridades entre os mesmos.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo seguiu a abordagem exploratória, partindo da aquisição dos dados diretamente nas fontes disponíveis na internet. Devido ao grande volume de dados, optou-se inicialmente por coletar os dados referentes ao mês de setembro de 2008.

Desta forma, no site do INPE foram coletados em arquivo no formato *shapefile* (SHP – arquivo vetorial próprio para uso em ferramentas de geoprocessamento) 3758 focos de calor, adquiridos a partir de imagens de 9 satélites, conforme apresentado no histograma da figura 1:

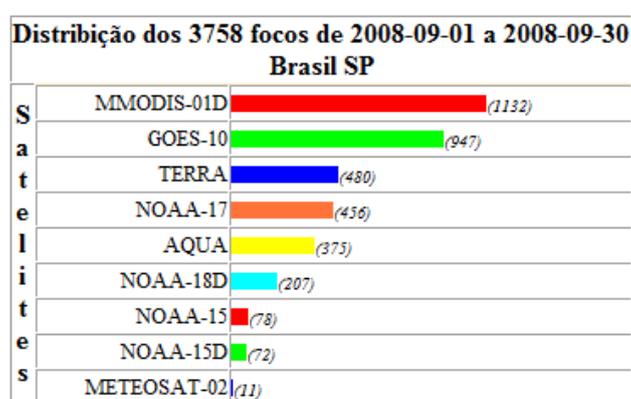


Figura 1 – Histograma de distribuição de focos de calor por satélite para o estado de São Paulo, em setembro de 2008. Fonte: INPE,2008.

Os dados de comunicações foram coletados a partir do mecanismo de consultas do SIGAM – SMA/SP, para o mesmo período. O arquivo resultante, obtido no formato MS-Excel, apresenta comunicações provenientes de 405 municípios, totalizando 46745 comunicações, classificadas conforme mostra a Tabela 1.

Tabela1: Distribuição de Comunicações de Queimadas no Estado de São Paulo para o mês de setembro de 2008, segundo *Status*:

Status	Nº de Comunicações
Autorizadas	32332
Pendentes	42
Cancelada	12598
Suspensa	1773
Total	46745

As duas bases de dados foram tratadas e convertidas para o formato do sistema gerenciador de banco de dados Microsoft SQL-Server 2005. Este passo possibilitou elaborar consultas de diversas categorias, em linguagem SQL.

Os resultados foram transportados para o software MS-Excel para geração de gráficos e para o software TerraView para a composição dos mapas.

3. Resultados e Discussão

A área referente ao estado de São Paulo hoje conta com nove satélites que coletam dados sobre queimadas. O Quadro 1 apresenta os horários que estes equipamentos coletaram focos de calor durante o mês de setembro de 2008. Nota-se que existe uma lacuna nos horários entre 9 horas e 12 horas UTC (para compatibilizar com o horário de Brasília deve-se subtrair 2 horas), onde não há registro de queimadas. Em outros horários, é possível observar registros de até 4 satélites, considerando a hora cheia.

Horário (UTC)	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
AQUA				21	164	12											121	57						
GOES-10	220	156	48		5	11	54	36	17					3			2	2		15	21	43	154	160
METEOSAT-02															1	2	2	3	2	1				
MMODIS-01D		378	275	15	275	31								62	26		26	44						
NOAA-15																			9	26	43			
NOAA-15D							18	53	1															
NOAA-17	246	194		16																				
NOAA-18D				101	106																			
TERRA	23	311	78											60	8									
Nro. Satélites	3	4	3	4	4	3	2	2	2	0	0	0	0	3	3	1	4	4	2	3	2	1	1	1

Quadro 1 – Distribuição de registros de focos de calor por satélite para o estado de São Paulo em setembro de 2008. Fonte: INPE, 2008 – Adaptado pelo autor.

A lacuna entre 9 e 12 horas (equivalente ao período entre 7 e 10 horas – horário de Brasília) pode ser explicada, em parte, pela legislação ambiental do estado de São Paulo, que proíbe queimadas no período entre 6 e 20 horas nos meses de julho a novembro, conforme Resolução SMA-38, de 16 de maio de 2008 (São Paulo, 2008). No entanto, é possível observar registros de queimadas, em menor quantidade, nos horários nos quais a prática de queimadas não é permitida.

Em 2007, o satélite NOAA-12 foi descredenciado do sistema de coleta de dados, reduzindo ainda mais o potencial de cobertura espaço-temporal das áreas de impacto.

Não obstante, os dados de SR coletados diretamente da internet carecem de tratamento pois, um evento de queimada pode ser detectado por 1 ou mais satélites. Este fato pode reduzir ainda mais o número de eventos detectados. No conjunto de dados do INPE, quando os focos são contados distintamente, considerando data, hora, latitude e longitude, o total de registros diminui de 3758 para 3734, ou seja, a variação é mínima neste caso.

Os dados das comunicações que chegam à SMA são georreferenciados, porém, para consultas na internet, a unidade geográfica mínima disponível é o polígono municipal. Mesmo assim, agrupando os focos de calor por município, ainda é possível observar disparidades entre elas.

Municípios como Piracicaba e Batatais apresentaram o maior número de comunicações autorizadas do período, este fato não se repete para focos de queimada. Na lista dos 10 municípios com maior número de focos de queimada, Apenas Morro Agudo, Barretos e Paraguaçu Paulista aparecem novamente no ranking. O Quadro 2 apresenta os 10 municípios com maior número de comunicações autorizadas e os respectivos números de focos de

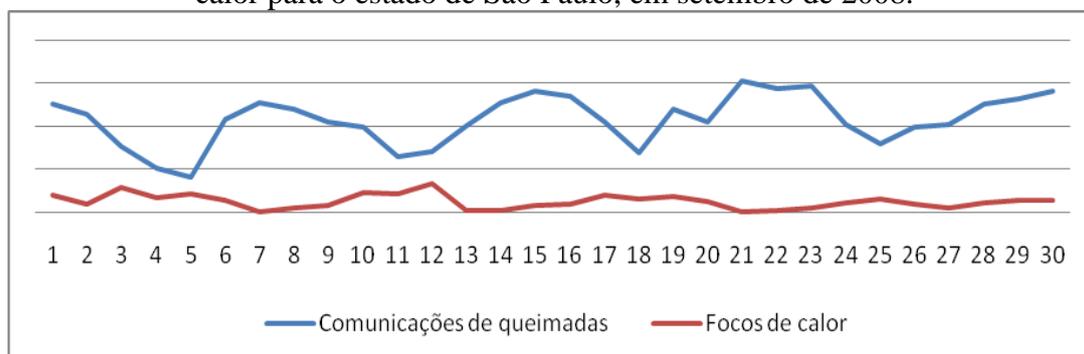
queimadas detectados. Para esta amostra, o coeficiente de correlação indicou correlação negativa fraca com $r = -0,4$.

Município	Comunicações Autorizadas	Focos de queimada
PIRACICABA	686	25
BATATAIS	627	30
NOVO HORIZONTE	573	38
OLÍMPIA	442	38
PARAGUAÇU PAULISTA	420	44
LENÇÓIS PAULISTA	399	21
MORRO AGUDO	371	118
JAÚ	371	34
BARRETOS	346	51
JABOTICABAL	332	46

Quadro 2 – Numero de comunicações e número de focos de queimada por município, amostra dos 10 municípios com maior número de comunicações para o mês de setembro de 2008. Fonte: elaborado pelo autor.

A comparação realizada entre as duas bases de dados para o mês de setembro de 2008 mostrou que o número de notificações é superior ao número de focos de calor e a correlação é negativa. O Gráfico 1 apresenta as curvas com totalização de focos de calor e comunicações de queimadas para o estado de São Paulo.

Gráfico 1 – Comparação entre número de comunicações de queimadas e focos de calor para o estado de São Paulo, em setembro de 2008.



As comunicações de queimadas autorizadas atingiram o pico de 1531 registros em 21 de setembro e 406 registros em 5 de setembro, no mesmo tempo em que os focos de calor alcançaram 333 registros no dia 12 contra 5 registros no dia 21. O coeficiente de correlação calculado para este conjunto de dados apontou uma correlação negativa moderada ($r = -0,62$).

O Quadro 3 apresenta a caracterização da amostra. Observa-se que a mediana aponta 1065 comunicações dia para 116 focos de queimadas, ou seja, os focos de queimada representam 10,9 por cento do número de comunicações.

	Comunicações	Focos
Desvio Padrão	291,59	82,90
Mediana	1065,5	116,5
Máximo	1531	333
Mínimo	406	5
Total	32332	3758

Quadro 3 – Caracterização da amostra das bases de dados de comunicações e focos de queimadas. (Considerou-se a somatória de eventos agrupados por dia).

Existe a necessidade de analisar as comunicações negadas pela SMA/SP. Do ponto de vista da fiscalização, seria importante verificar se a área foi ou não queimada, assim como, os casos não comunicados, ou seja, queimadas que ocorreram e não foram registradas no sistema SIGAM. A SMA/SP utiliza um mecanismo de bloqueio para comunicação de queimadas baseado na umidade relativa do ar. Esta é uma variável a ser considerada em estudos comparativos futuros.

Considerando a base de dados sobre queimadas, seria possível relacionar os dados meteorológicos para verificar a períodos de instabilidade com redução da detecção dos focos de calor.

Por fim, os mecanismos de consulta disponíveis para uso público, ainda carecem de melhorias. O cruzamento de bases de dados de fontes distintas requer conhecimentos adicionais de informática, muitas vezes não dominados pelo eventual pesquisador. Os procedimentos de tratamento de dados e conversão de formatos são tarefas com certo grau de dificuldade, que exigem conhecimento e ferramentas apropriadas. O fato de haver dados públicos, não minimiza a dificuldade do manuseio dos mesmos.

4. Conclusões

A comparação de dados de fontes primárias distintas constitui uma ferramenta de grande potencial para validação de ambos os sistemas de aquisição de dados. Pesquisadores utilizam estas e outras bases de dados, considerando a confiabilidade dos dados providos como fonte primária de diversas organizações. A possibilidade de comparar dados de sobre um tema, adquiridos de formas distintas, permite analisar e comparar resultados na busca de indicadores de qualidade das mesmas.

No estudo realizado, observaram-se disparidades entre as bases de dados analisadas. Alguns fatores como sub-detecção de focos de queimadas na base de dados do INPE ou redundância de dados na base de dados da SMA/SP foram apontados como hipóteses para as divergências. Estas hipóteses ainda carecem de estudos mais aprofundados para validação.

Também foram observadas dificuldades na aquisição e manuseio dos dados públicos disponíveis na internet, pois os formatos disponíveis carecem de tratamento e conversão para formatos de arquivos comuns para utilização conjunta.

Referências Bibliográficas

CANASAT. **Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da Terra.** Disponível em <URL: <http://www.dsr.inpe.br/canasat/>>. Acesso em: 21.out.2008.

Florenzano, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto.** 2ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 101 p.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento de Queimadas**. [Banco de dados sobre queimadas]. Disponível em <URL: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>>. Acesso em: 24.set.2008.

Batistella, M. e Moran E. F. (Organizadores). **Geoinformação e Monitoramento Ambiental na América Latina**. São Paulo: Ed. Senac, 2008. 283p.

Ribeiro H, Assunção JV. Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estudos Avançados** 2002; 16 (44): 125 – 148.

SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 47.700, de 11 de março de 2003. Regulamenta a Lei 11.241, de 19 de setembro de 2002, que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 18 de março de 2003.

SIGAM. Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo. **Sistema SIGAM**. [Sistema Integrado de Gestão Ambiental]. Disponível em <URL:[http:// sigam.ambiente.sp.gov.br/](http://sigam.ambiente.sp.gov.br/)>. Acesso em: 10.nov.2008.

ÚNICA. União da Indústria de Cana de Açúcar. [Portal corporativo]. Disponível em <URL:<http://www.unica.com.br>> . Acesso em: 3.nov.2008.