



# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## Desenvolvimento do Sistema de Gestão Geoespacializada da Transmissão - GGT: Apoio ao setor elétrico para redução de desligamentos causados pela ocorrência de fogo na vegetação

Fabiano Morelli<sup>1\*</sup>, Willian Daniel Máximo Rosa<sup>1</sup>, Lucas Oliveira<sup>1</sup>, Cícero Alves dos Santos Júnior<sup>1</sup>,

Erika Regina Prado do Nascimento<sup>2</sup>, Eduardo Martins da Silva<sup>2</sup>, Tiago Lima Tarocco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); <sup>2</sup> Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

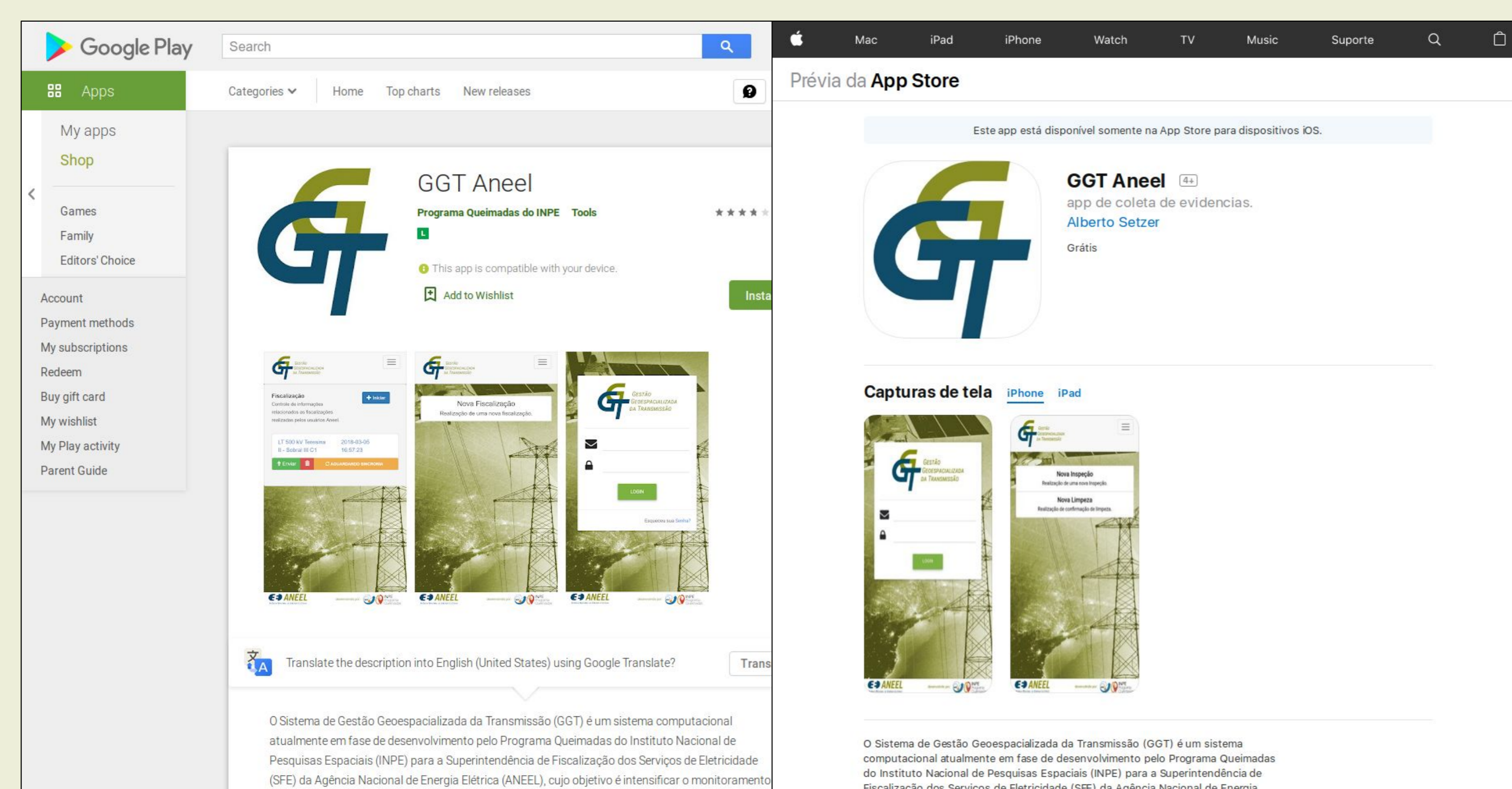
### INTRODUÇÃO

A Agência Nacional de Energia Elétrica por meio da Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Eletricidade - ANEEL/SFE realiza fiscalizações nas concessionárias de transmissão de energia elétrica, com o objetivo de assegurar a adequada prestação de serviço e evitar os desligamentos forçados. Dentre as causas frequentes, está a ocorrência de fogo na vegetação, nas áreas das faixas de segurança, e/ou decorrente de fumaça que é carregada de áreas próximas aos ativos de transmissão, que podem ser verificados por meio de imagens de satélites.

Diante da necessidade da ANEEL/SFE, em ter ferramentas que viabilizem o monitoramento remoto das faixas de segurança das linhas de transmissão, com intuito de reduzir os desligamentos, provocados por queimadas, e fiscalizar as manutenções previstas e realizadas por estas empresas, foi desenvolvido o Sistema de Gestão Geoespacializada da Transmissão - GGT, concebido por meio de um termo de execução descentralizada firmado entre a ANEEL e o INPE, com objetivo de fornecer produtos, processos e serviços inovadores e na transferência e a difusão de geotecnologias aplicadas, de forma automática, gerando informações gerenciais sobre a situação da limpeza das faixas de segurança das linhas de interligação Norte-Nordeste-Sudeste do Brasil.

### MATERIAIS E MÉTODOS

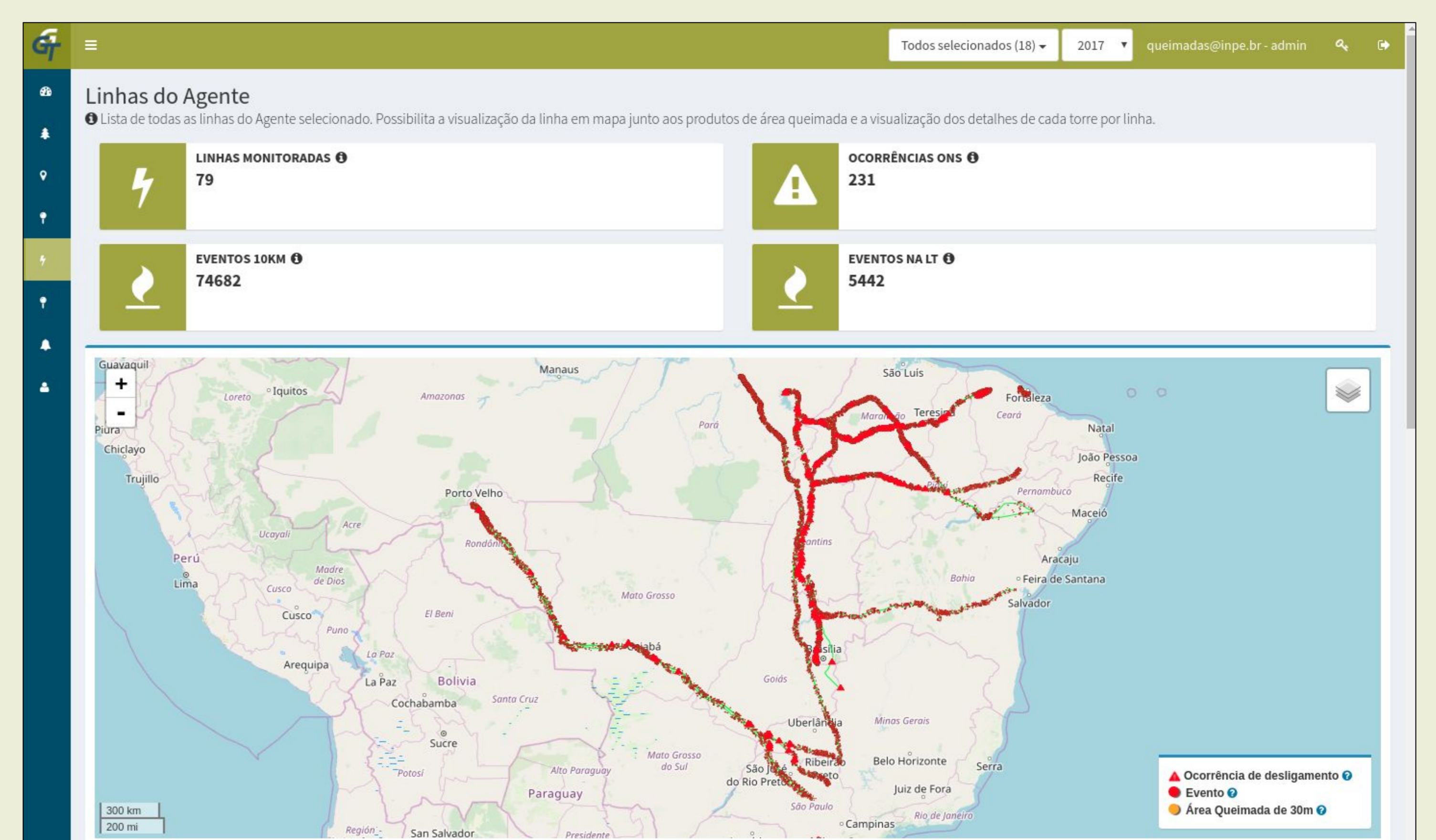
Para atender as necessidades do GGT, foi desenvolvido um aplicativo móvel e uma plataforma web de integração.



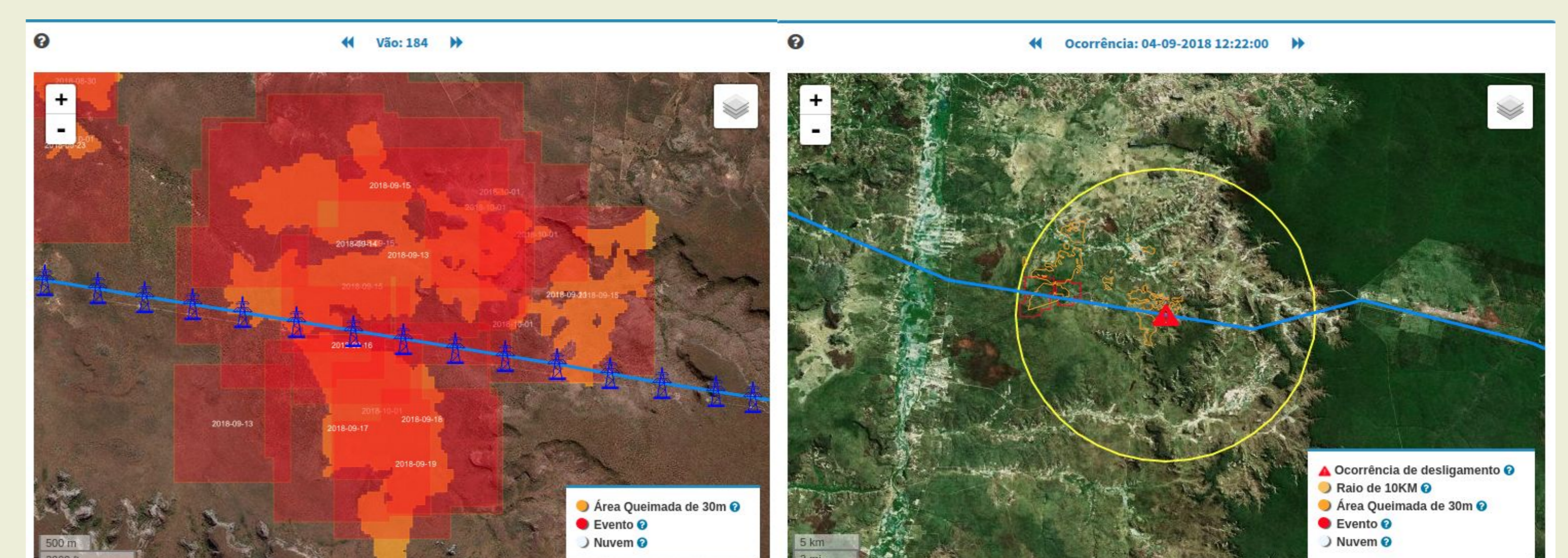
**Figura 1.** Captura da tela das lojas de aplicativos para dispositivos móveis (smartphones e tablets) dos sistemas operacionais Android (Google) e iOS (Apple), de onde o aplicativo móvel do Sistema GGT pode ser baixado pelos usuários das empresas transmissoras de eletricidade. Por meio deste app, informações acerca das atividades de inspeção, execução e fiscalização da limpeza de vegetação ao longo da faixa de servidão das linhas de transmissão Monitoradas pelo Sistema GGT são coletadas, seja em formato de formulário ou fotografias georreferenciadas, para posterior processamento e visualização na aplicação Web.

### CONSIDERAÇÕES

O Sistema GGT permite automatizar processos de coleta, integração e análise de dados por meio de software para aplicativos móveis e web, visando aperfeiçoar as atividades da ANEEL/SFE, durante a verificação e validação das ações de fiscalização das manutenções preventivas, e análise dos registros de desligamentos causados pela ocorrência de fogo na vegetação, dentro e no entorno da faixa de servidão das linhas de transmissão, que são integrados por meio de web services com o Operador Nacional do Sistema - ONS. As informações enviadas mensalmente pelos agentes do setor elétrico brasileiro, são geoespaciais e permitem um monitoramento dos vãos das linhas cadastradas no Sistema. Estas linhas estão principalmente nos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga. Atualmente, o Sistema GGT monitora 17 empresas, o que equivale a aproximadamente 33.000 km de linhas.



**Figura 2.** Captura da tela "Linhas por Agente" do Sistema GGT, que está hospedado em <http://www.inpe.br/queimadas/ggt/>; esta página agrega dados georreferenciados obtidos a partir de produtos do Programa Queimadas/INPE (focos de calor, área queimada com 30m de resolução), SFE/ANEEL (localização dos ativos de transmissão) e SIPER/ONS (listagem das ocorrências de perturbações, inclusive desligamentos ocasionados por fogo sob ou próximo à linha de transmissão).



**Figura 3.** Captura das telas "Detalhes do Vão" e "Ocorrências ONS" do Sistema GGT, representando a ocorrência de fogo sob os ativos de transmissão e a ocorrência de desligamento na linha registrado pelo ONS, agregado aos produtos do programa Queimadas/INPE no dia do desligamento, respectivamente.

AGRADECIMENTOS



Programa Queimadas  
Monitoramento por Satélites



ONS  
Operador Nacional do Sistema Elétrico





# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## Desenvolvimento de Produtos e Dados Ambientais para o CIMAN Virtual e apoio ao Manejo Integrado do Fogo

Fabiano Morelli\*, Willian Rosa, Lucas Oliveira, Guilherme Martins, Marcelo Romão, Alberto Setzer  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas

### INTRODUÇÃO

É apresentada uma visão geral dos produtos criados a partir de imagens de satélites e dados ambientais no contexto do CIMAN Virtual, que é um sistema computacional de monitoramento e de apoio à tomada de decisões do Centro Integrado Multiagências de Coordenação Operacional Nacional (CIMAN). Esse sistema integra dados georreferenciados de satélites e de campo em tempo real, como fotos e detalhes das operações de combate ao fogo.

### MATERIAIS E MÉTODOS

As especificações técnicas desse sistema foram discutidas entre as instituições envolvidas, com destaque para o Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), enquanto o desenvolvimento, manutenção e hospedagem são feitos pelo Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).

No CIMAN Virtual, além dos “Focos Ativos”, que são obtidos a partir de imagens de satélites, apresentam-se outros produtos inovadores: os “Eventos Ativos” são agrupamentos espaço-temporais dos focos que representam a área de abrangência destes e sua intersecção com outros eventos de até 7 dias anteriores, formando assim uma “Requeima”. Uma “Requeima” armazena informações da quantidade de focos, tempo de duração e área total em km<sup>2</sup>. Os “Pontos de Atenção” são as coordenadas do centro das Requeimas agrupadas em 4 classes de intervalos de dias, permitindo a rápida identificação no mapa das áreas mais críticas devido à maior recorrência dos Focos Ativos. A “Estimativa de Área Queimada (EAQ)” é um indicador dos totais acumulado e diário em km<sup>2</sup> dos Eventos, sendo apresentado na forma de mapas e tabelas, com derivações para taxas de incremento ou proporções em relação à área de interesse. A EAQ fornece aos gestores uma visão espaço-temporal do avanço dos Eventos por meio de animações que mostram a persistência e propagação do fogo.

Também são produzidos dados de condições ambientais obtidos de modelos numéricos de previsão de tempo e de clima, como o “Risco de Fogo” e as “Previsões Meteorológicas” que dão suporte às operações, destacando os “Briefings Meteorológicos” que representam uma visão geral das condições meteorológicas existentes e previstas para 3 dias, apresentada durante a reunião. As “Consultas Meteorológicas Especiais” consistem em um relatório específico para uma área de combate com o objetivo de auxiliar em decisões específicas, por exemplo, desmobilização de uma brigada.

### CONSIDERAÇÕES

Os avanços tecnológicos no desenvolvimento de produtos e dados ambientais para o CIMAN Virtual auxiliam na prevenção e no combate aos incêndios florestais, bem como nas atividades de Manejo Integrado do Fogo (MIF), dentro de áreas de interesse federais.

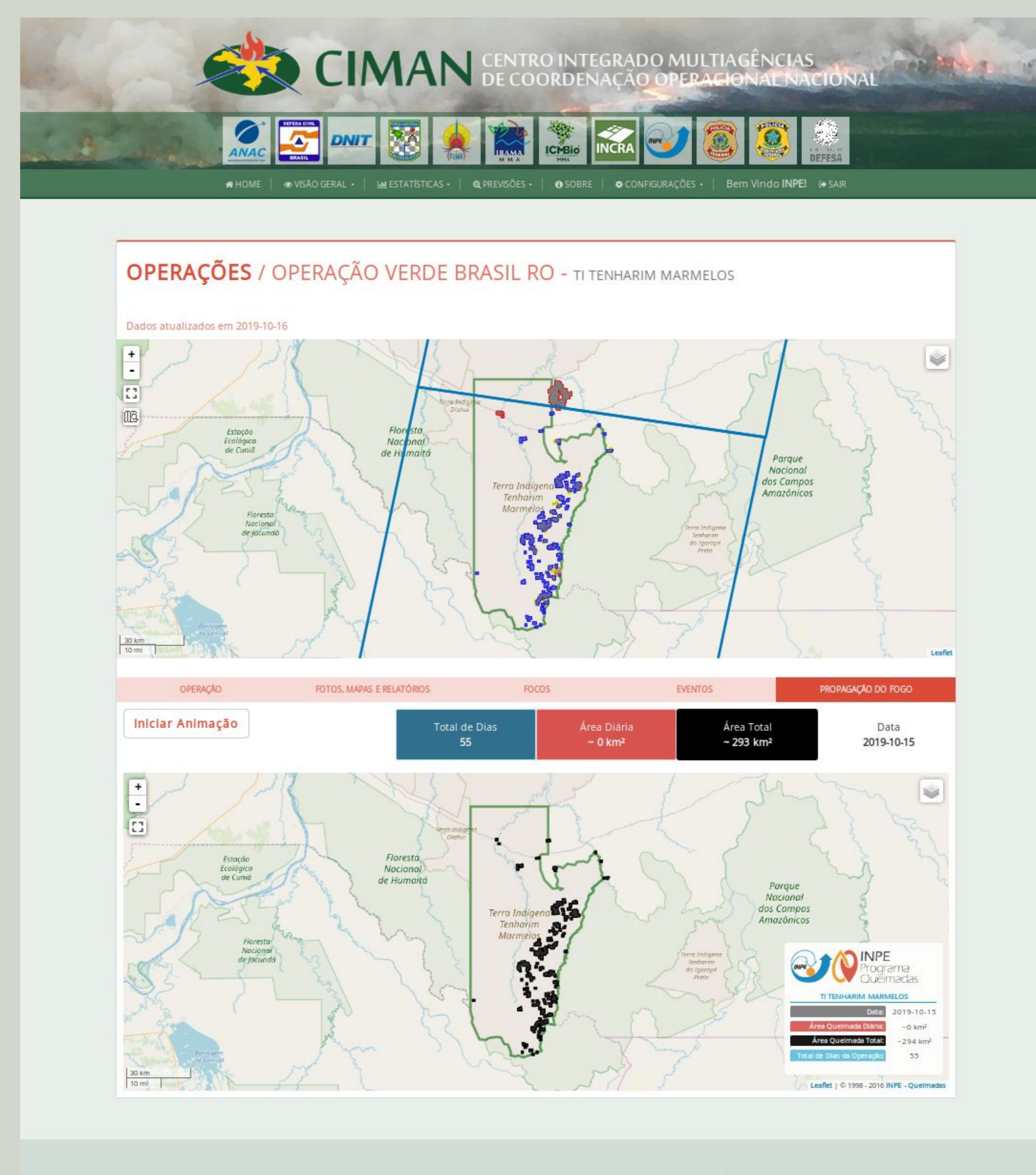


Figura 1. Captura da tela do módulo de “operação” do CIMAN Virtual, que está hospedado em <http://www.inpe.br/queimadas/ciman/>; essa página agrega dados georreferenciados obtidos a partir de imagens de satélites e apresentados na forma dos produtos: Focos Ativos, Eventos Ativos, Requeima, Pontos de Atenção e Estimativa de Área Queimada (EAQ).

### AGRADECIMENTOS







# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## Plataforma de apoio a gestão de operações de combate a incêndios florestais: CIMAN Virtual

Fabiano Morelli\*, Willian Rosa, Lucas Oliveira, Italo Garrot

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas

### INTRODUÇÃO

O Centro Integrado Multiagências de Coordenação Operacional Nacional (CIMAN) é um órgão colegiado de caráter consultivo e deliberativo, coordenado pelo Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), com objetivo de monitorar e controlar a situação de queimadas e incêndios florestais no Brasil. Foi instituído por meio do Decreto Presidencial nº 8.914, de 24 de novembro de 2016, com a representação de instituições de diversas áreas, para que as decisões sejam tomadas em grupo, visando o aproveitamento das experiências diferenciadas. O CIMAN Virtual é um sistema computacional para automatizar processos de coleta, integração e análise de dados, desenvolvido e mantido pelo Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), para apoiar as ações do CIMAN em tempo real nas áreas de interesse federal que possuem brigadas no País, bem como para auxiliar na tomada de decisão de ações a serem executadas, e ainda disponibilizar informações à sociedade por meio do sítio eletrônico destinado a dar publicidade e transparência a suas ações em andamento.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Esse sistema foi projetado e desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python, juntamente com o framework Web Django e o sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL, desde a estação de queimadas de 2012 e testado de forma piloto na operação Roraima Verde em 2013 e 2014.

Em 2015, foi realizado o lançamento da primeira versão para operação nacional visando promover uma sala de situação única por meio do compartilhamento de informações, atualizadas pelas instituições, sobre as operações em andamento, equipamentos e infraestrutura, bem como buscar soluções conjuntas.

Na versão 3.0, novos dados e serviços automatizados foram desenvolvidos para facilitar a coordenação das atividades, como a geração de documentos, como o Plano de Ação Integrada (PAI), que para cada período operacional estabelece itens de ação para as instituições envolvidas. Além disso, foram automatizados a produção de boletins resumindo as condições ambientais nas áreas de monitoramento. Também foram implementados recursos para promover a interoperabilidade entre sistemas computacionais por meio de protocolos de webservices seguindo padrões internacionais conforme definições do Open Geospatial Consortium (OGC), além de novos dados ambientais.

### CONSIDERAÇÕES

O CIMAN Virtual é uma ferramenta para apoiar o gerenciamento de grandes incêndios, possibilitando acesso aos detalhes das operações e recursos empregados no combate ao incêndio por meio de mapas, estatísticas, fotos e relatórios produzidos em campo.



Figura 1. Captura da tela do módulo de "visão geral" do CIMAN Virtual, que está hospedado em <http://www.inpe.br/queimadas/ciman/>; no cabeçalho da página, destaque para os logotipos das instituições envolvidas; abaixo, um mapa do Brasil agrupando as ocorrências de focos de calor e apontando os locais onde existe operações de combate registradas no âmbito do CIMAN.



Figura 2. Diagrama da arquitetura de sistema do CIMAN Virtual, ilustrando o modelo de aplicação em 3 camadas conhecido como MVC (Model-View-Controller): as informações são persistidas no banco de dados geoespacial PostgreSQL com a extensão PostGIS (model); as regras de negócio e os algoritmos de processamento estão no back-end da aplicação Web escrita em Python com o framework Django (controller); as informações são manipuladas pelos usuários no front-end da aplicação Web desenvolvido com as bibliotecas Bootstrap, jQuery, Angular e Leaflet (view).

### AGRADECIMENTOS







# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## Fire patterns in the Brazilian Cerrado: an approach comparing different input datasets in the fire risk modelling

Guilherme Martins\*, Joana Nogueira, Alberto Setzer, Fabiano Morelli

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas

### INTRODUCTION

Emissions from vegetation fires are relevant in the atmosphere-biosphere interaction. Nevertheless, fire is still intensely used as a tool in land management, modifying natural fire patterns in fire-prone ecosystems. The Brazilian Cerrado has shown increased anthropogenic fire ignitions, especially due to deforestation that removed ~50% of its original cover and unusual droughts. Fire risk (FR) models using meteorological and vegetation parameters have been used to estimate fire patterns at biome level. The aim of this study was to evaluate the performance of INPE's FR model using different climate and land cover (LC) datasets (versions 0 and 1) to estimate FR patterns in the Cerrado.

### MATERIAL AND METHODS

Meteorological datasets from CoSch and MCD12Q1-IGBP V006 land cover data represent v0 while v1 is composed by IMERG and Mapbiomas v3.0 datasets. The analyses were performed in the wet (W: November-March) and dry (D: May-September) seasons from 2015 to 2018 at 1km of spatial resolution. The versions were compared using the seasonal predominance of FR (PFR) and evaluated in five categories: "minimum",  $FR < 0.15$ ; "low",  $0.15 < FR < 0.40$ ; "medium",  $0.40 < FR < 0.70$ ; "high",  $0.70 < FR < 0.95$  and "critical",  $0.95 < FR < 1.0$ .

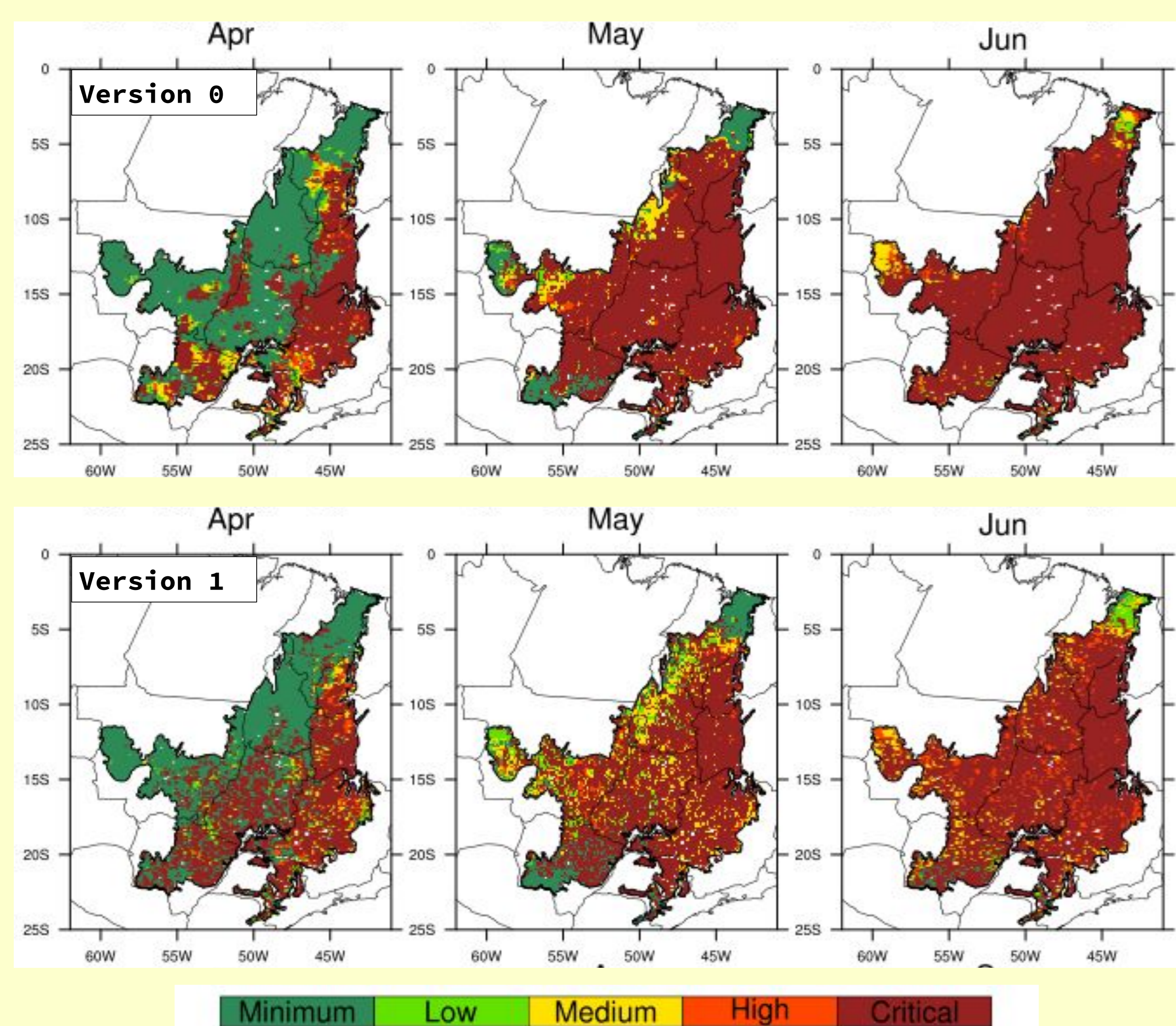


Figure 1. Predominant fire risk spatial distribution for two versions (v0 [top] and v1 [bottom]) in the months of April to June for the Cerrado biome, from 2015 to 2018.

### RESULTS AND DISCUSSION

The main fire pattern differences between v0 and v1 (Figure 1 and 2) were observed in D season, when the PFR remains "high" during all season according to v0, while v1 classifies "critical" PFR from July to September. In W, differences were not observed, except for November, classified as "low" PFR by v0 and "minimum" PFR in v1. These differences can be related to the higher LC spatial resolution and definition of vegetation types in v1 such as woody savannas; v1 is based on Landsat medium resolution spectral images (~30m) while v0 uses MODIS low resolution (~500m).

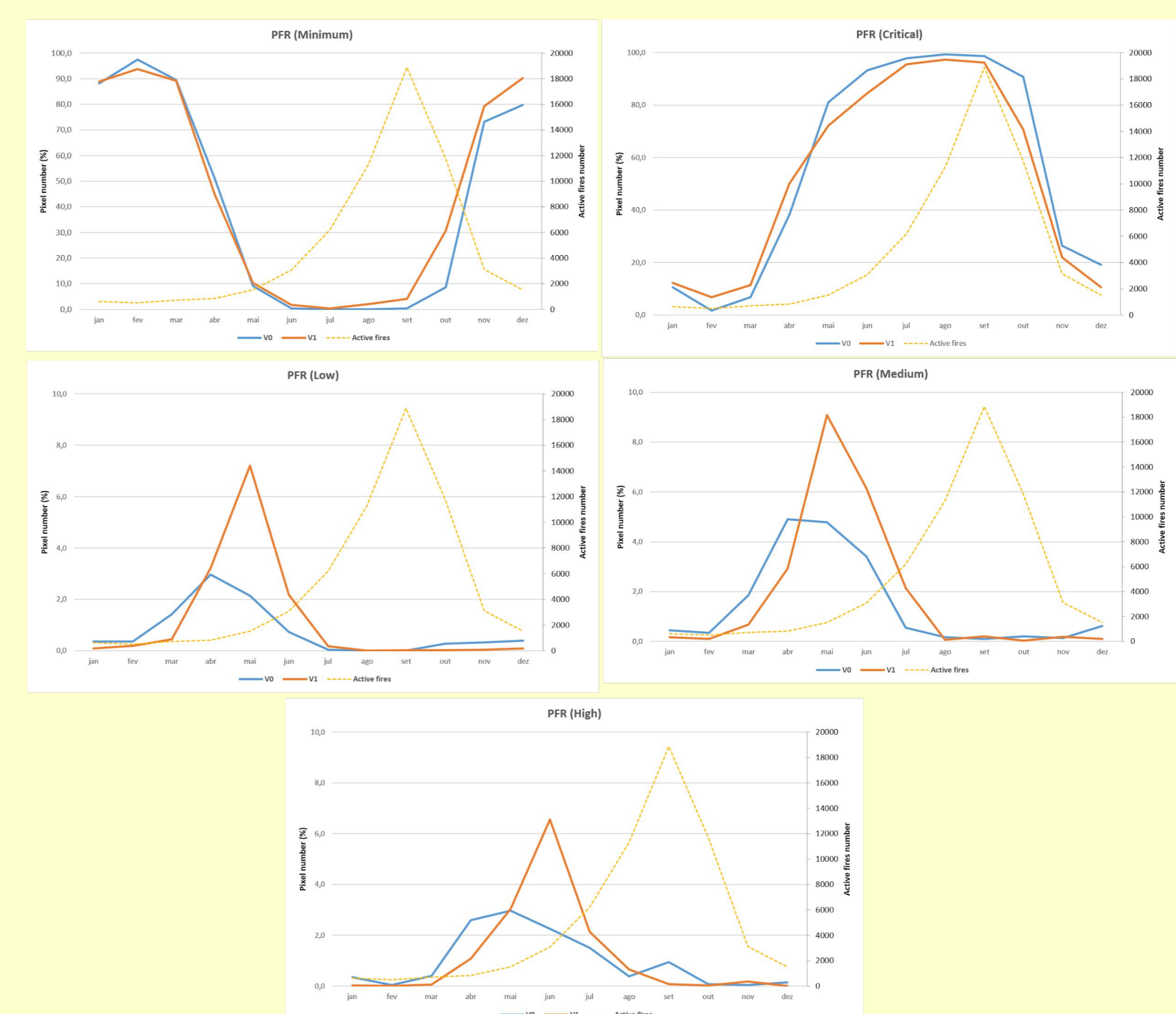
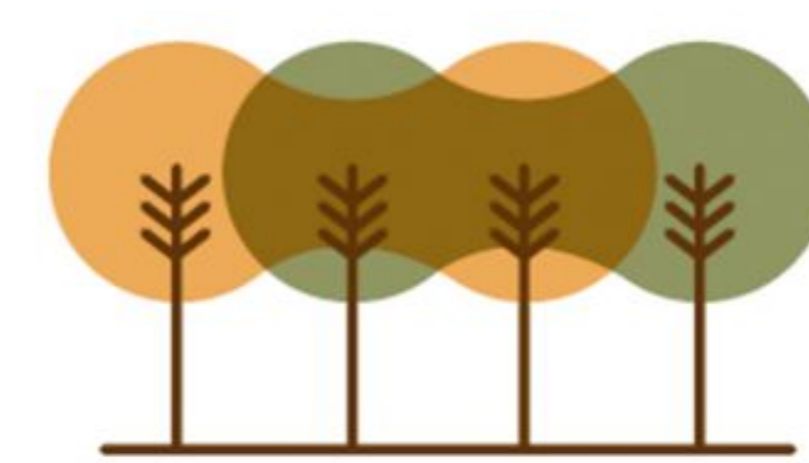


Figure 2. Comparison among monthly distribution of the average total number of pixels (%) in each predominant fire risk (PFR) category (Minimum, Low, Medium, High and Critical) for two fire risk model versions (v0-blue and v1-orange) and the average total number of active fires (yellow) in the biome Cerrado, from 2015 to 2018.

### CONCLUSION

Concerning precipitation, the information has a higher spatial consistency using 10 km of spatial resolution in v1 while v0 uses 25 km of spatial resolution. With new Mapbiomas editions and revisions released every year, INPE's FR will be updated accordingly, allowing a realistic temporal modeling of the vegetation; including terrain data in this condition will allow a new FR product at 30m resolution for protected areas.

### ACKNOWLEDGEMENTS



PLANO DE INVESTIMENTO DO BRASIL PARA O FIP



PROJETO MONITORAMENTO DO CERRADO



INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Programa Queimadas  
Monitoramento por Satélites



THE WORLD BANK  
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP



FIP FOREST INVESTMENT PROGRAM



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



PÁTRIA AMADA BRASIL  
GOVERNO FEDERAL





# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## Use of Meteorological Information From INPE's Brazilian Wildfire in Firefighting Planning

Guilherme Martins\*, Marcelo Romão, Ítalo Garrot, Fabiano Morelli, Alberto Setzer

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas

### INTRODUCTION

The INPE wildfire monitoring program, [www.inpe.br/queimadas](http://www.inpe.br/queimadas), produces daily, monthly and annual reports of meteorological conditions and of fire vegetation risk estimates and forecasts for the country. The information is used by regional and national environmental agencies, such as ICMBio, IBAMA/Prevfogo and the CIMAN (the integrated multi-agency fire operational system) to plan the geographic allocation of financial and technical resources and to support decision strategies in forest fire prevention and fighting. This paper describes the seven regular publications generated from different sources of datasets by a multidisciplinary team of INPE's wildfire Program.

### MATERIAL AND METHODS

The following documents are generated: 1) "Meteorological Briefings" are produced daily and describe the current and predicted meteorological conditions in the fire combat areas, to support decision strategies by fire managers; 2) "Fire Risk Bulletins" provide predictions of daily winds, air temperature, smoke, precipitation rates and fire risk index, for fire brigades in the field. 3) "Meteorological Reports" are meteorological warnings, generated daily to report the weather conditions recorded in the field of interesting, which have not been predicted and/or disclosed in the briefings from special situation; 4) "Special Meteorological Consultation" is a specific study case prepared on demand to support any specific decision, such as demobilizing brigades or fire operations; 5) "Infoqueima Bulletin" is generated monthly to analyze the pattern of fires that occurred and the past/predicted meteorological conditions; 6) "Fire Risk Yearbook" is an atlas of daily Fire vegetation Risk maps produced for Latin America. In addition, the 7) "InfoClima Bulletin" provides the monthly climate information with an assessment of the burn scenario in the country.



### CONCLUSION

The following information was generated: 30 "Briefings", 45 "Bulletins", 24 "Reports", 15 "Special Consultations" and 4 "InfoClimas" were released during the 2018 fire season, from August to October. This shows the variety of freely available information from the daily to the annual scales in the INPE's Wildfire Program portal, which have been used in the decision making by coordinators of fire operations and fire managers.

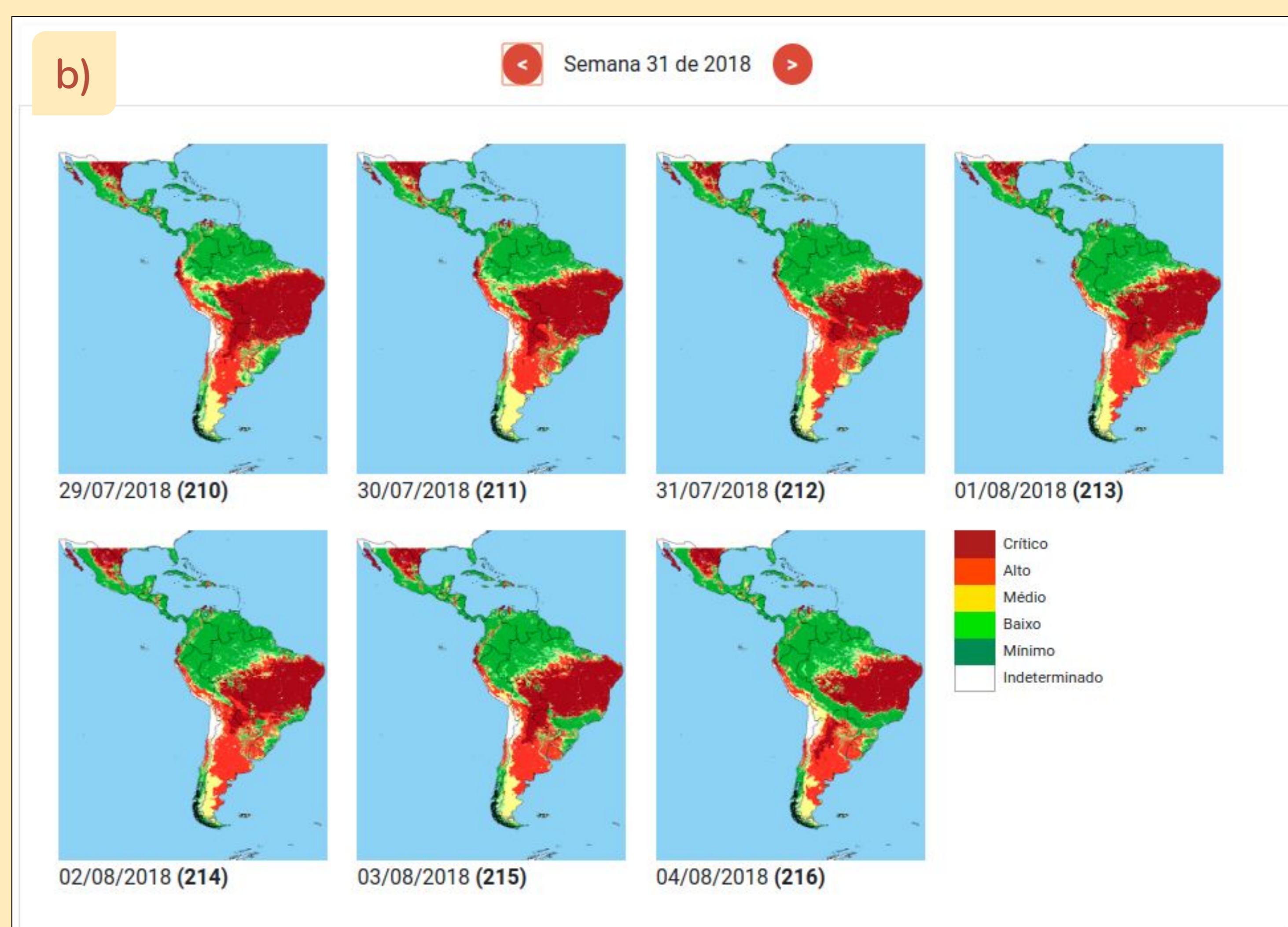


Figure 1. Some examples of documentation generated by the INPE wildfire monitoring program: a) Meteorological Briefings, b) Fire Risk Yearbook, c) Infoqueima Bulletin and d) Meteorological Reports.

### ACKNOWLEDGEMENTS







# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## O Impacto das Emissões de Fumaça nos Aeroportos Brasileiros

Alessandro Ferraz Palmeira, Marcelo Romão, Alberto Setzer, Fabiano Morelli

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas

### INTRODUÇÃO

Todos os anos, os meses de agosto a novembro literalmente pegam fogo, principalmente no centro-oeste do País e no sul da Amazônia. A detecção feita pelo INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, registrou apenas com um satélite cerca de 42.000 focos no mês de setembro de 2018; aproximadamente 1.400 focos diários. Como é do conhecimento dos pilotos que voam pelo Brasil nesta época, a fumaça dessas queimadas representa uma preocupação adicional quanto à segurança de voo e a pontualidade nos aeroportos. As queimadas causam impactos significativos, não só pela degradação da flora e fauna e pelas emissões de gases e particulados nocivos à saúde humana e que alteram o balanço energético da atmosfera, mas também trazendo prejuízo à aviação brasileira, pois interrompem as operações dos aeroportos e colocam em risco a vida de passageiros e a economia local. De acordo com o monitoramento por satélites do Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o sul da Amazônia e o Brasil central são as regiões mais afetadas, com centenas de registros de focos de queimada todos os dias no período de estiagem, nos meses de julho a novembro e, cujo total pode ultrapassar 200.000 detecções. O principal efeito da emissão de fumaça próximo aos aeródromos é a perda da visibilidade, que ocasiona desde a interrupção do tráfego aéreo no local até acidentes graves.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Para quantificar as ocorrências de casos de fumaça em aeroportos, foram utilizados os dados provenientes das mensagens meteorológicas aeronáuticas do tipo METAR (Meteorological Aerodrome Report), que reportam eventos de fumaça quando a visibilidade cai a 5000 m ou menos. Essas mensagens são emitidas a cada hora pelas estações meteorológicas gerenciadas pela FAB e pela Infraero.

Exemplo de como a mensagem de fumaça vem incorporada ao METAR:  
SBPV 180900Z 00000KT 2000 FU SKC 25/25 Q1010

Onde: SBPV : Porto Velho/RO

18 0900Z: dia 18 às 09 UTC

000000 kt : vento calmo

2000 FU SKC: céu claro, visibilidade de 2000m por fumaça

25/25 Q1010 : temperatura do ar e ponto de orvalho (25C), pressão de 1010 hPa (Q1010)

Neste METAR de Porto Velho/RO a fumaça é informada pelo indicativo FU, que neste caso reporta uma visibilidade de somente 2000 metros.



Foto:

Metrópolis

Figura 1: Exemplo da coluna de fumaça restringindo a visibilidade para as aeronaves.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

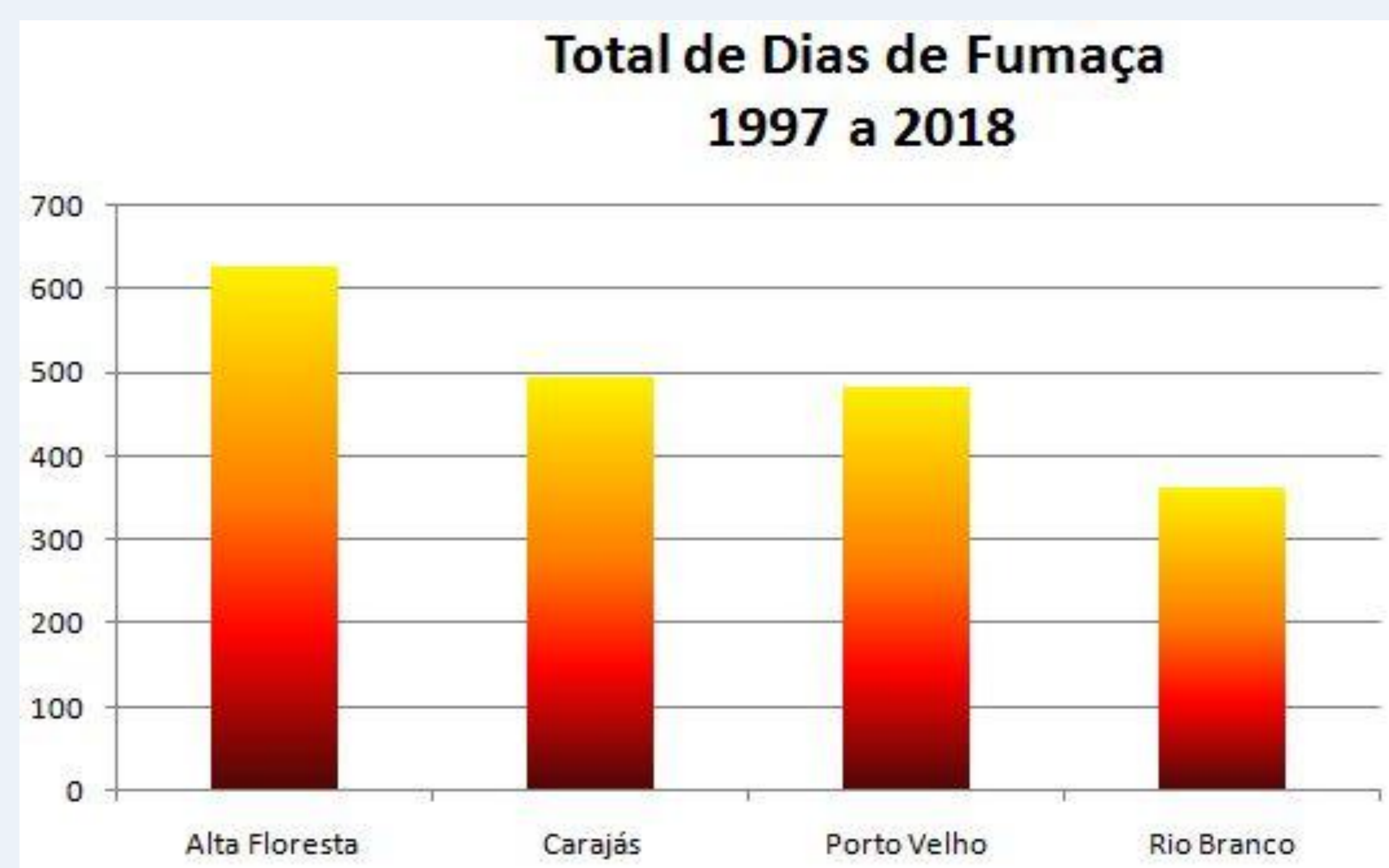


Gráfico 1: Total de dias de fumaça entre os anos de 1997 a 2018 em Alta Floresta/MT, Carajás/PA, Porto Velho/RO e Rio Branco/AC. Fonte: Mensagens METAR FAB/Infraero

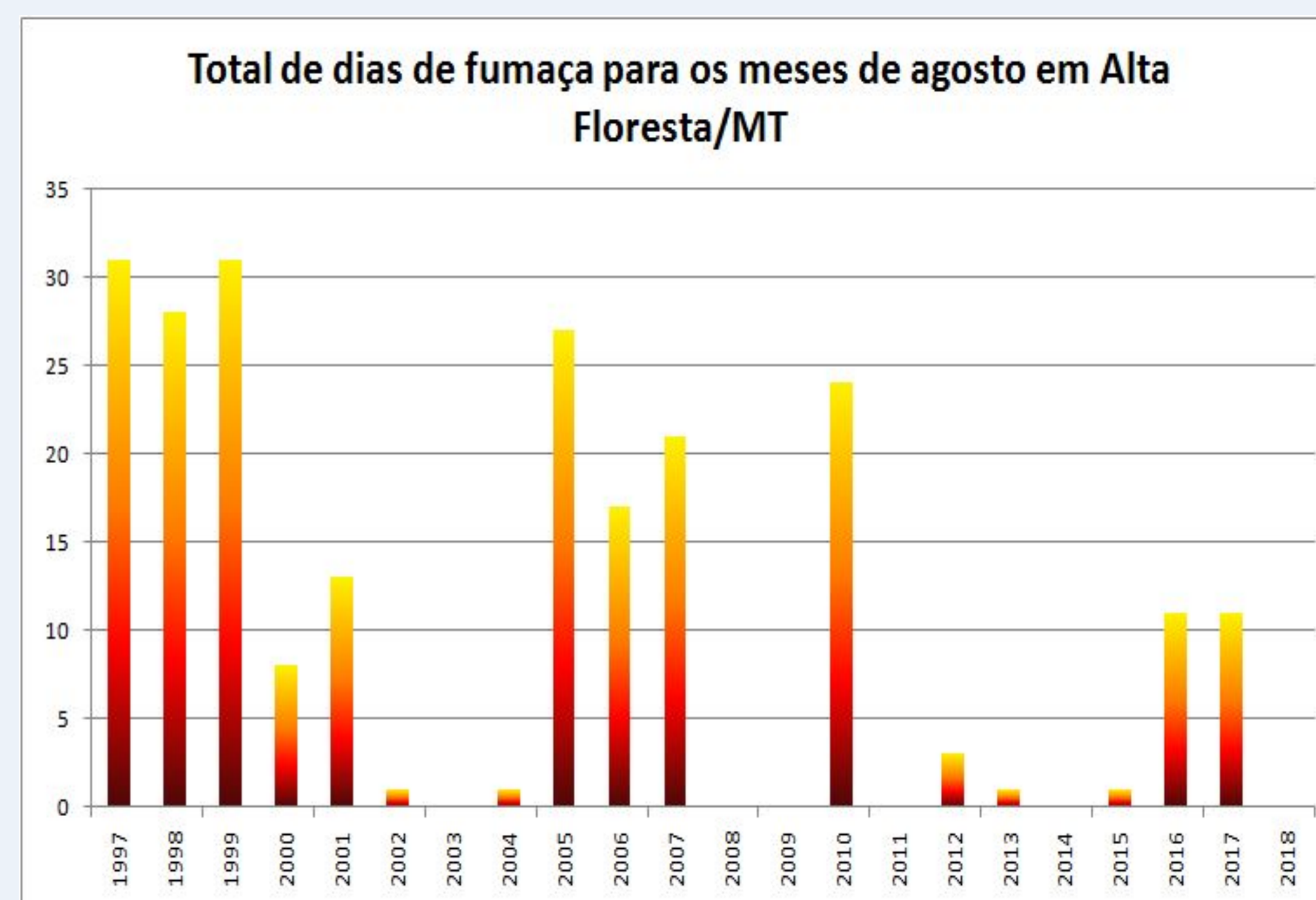


Gráfico 2: Total de dias de fumaça para os meses de agosto em Alta Floresta/MT. Fonte: Mensagens METAR FAB/Infraero

### CONSIDERAÇÕES

Entre os satélites ambientais, os de órbita polar entre 700 e 850 km de altitude, possuem melhor resolução e permitem identificar e monitorar os focos de incêndio e as plumas de fumaça. Pelas coordenadas geográficas obtidas nas imagens orientam-se helicópteros e brigadistas de incêndio, exatamente ao local dos focos. Temos no Brasil um eficiente sistema de monitoramento e combate a queimadas e incêndios do INPE e do IBAMA a partir dessas informações. Pesquisas com estes dados indicam que quanto maior o número de queimadas na região de um aeroporto, menor a visibilidade no mesmo, portanto, maior é o risco à Segurança de Voo.

### AGRADECIMENTOS







# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## Identificação de focos de calor anômalos nas séries temporais dos satélites TERRA e AQUA na América Latina

Pedro Souza, Fabiano Morelli, Paulo Victorino, Alberto Setzer, Lucas Oliveira

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas

### INTRODUÇÃO

O INPE desenvolve desde meados de 1980 o sistema de detecção de focos de queimadas por meio de imagens de satélites, [www.inpe.br/queimadas](http://www.inpe.br/queimadas). Devido à sua ampla utilização por milhares de usuários em diferentes segmentos da sociedade, é necessário garantir confiabilidade dos dados com o aprimoramento contínuo dos métodos utilizados, incorporando avanços tecnológicos.

A partir de 2017, com aprimoramentos no controle de qualidade e validação dos dados, esta pesquisa identificou outras fontes de calor que nas metodologias atuais utilizadas para detecção de focos ativos nas imagens, assumem características de queimadas, gerando falsos positivos.

O objetivo deste trabalho é apresentar o processo de detecção e filtragem de pontos quentes não derivados de fogo na vegetação, visando melhorar a confiabilidade dos dados e estatísticas gerados.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas análises espaciais de persistências das detecções dos satélites AQUA e TERRA entre os anos de 2000 a 2017 (18 anos ou 216 meses). Cada foco foi computado em uma grade de 1km<sup>2</sup> para gerar mapas mensais. Posteriormente, células com mais que 18 ocorrências foram classificadas como área de interesse. Estes locais foram sobrepostos em imagens de alta resolução do Google Earth, para identificação e delimitação do entorno do local e representação na forma de polígonos classificados em categorias.

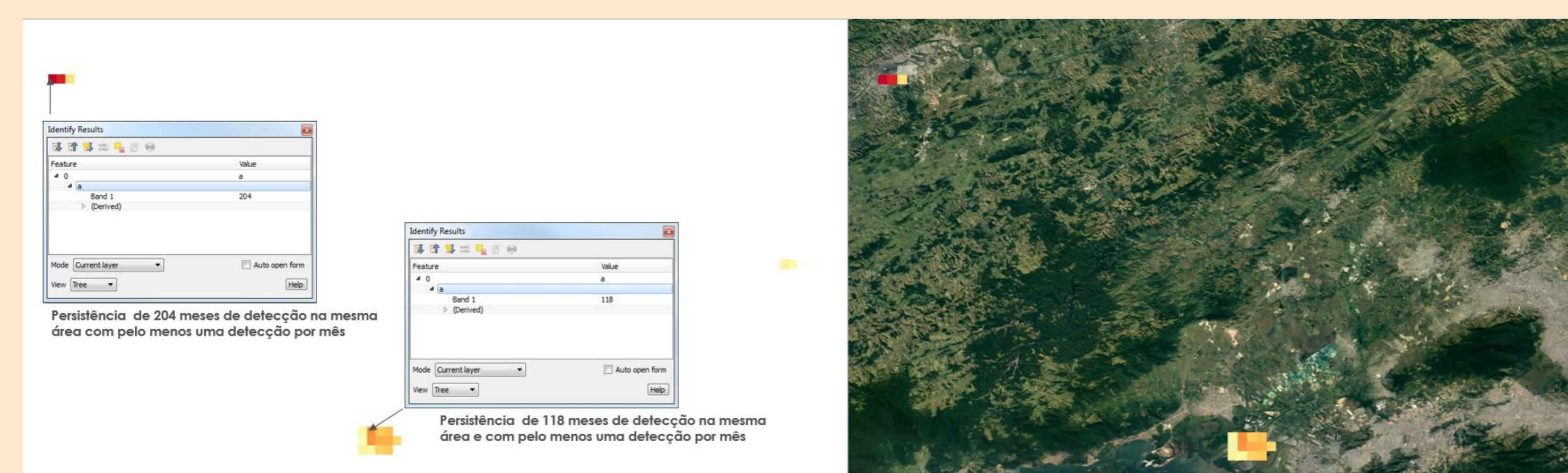


Figura 1. Análise da quantidade de meses com detecções para a mesma área.



Figura 2. Exemplos de detecções em áreas industriais



Figura 3. Exemplos de detecções em áreas vulcânicas



Figura 4. Exemplos de detecções em áreas com banco de areia



Figura 5. Exemplos de detecções em áreas urbanas

### CONCLUSÕES

Foram mapeadas na América Latina o total de 538 áreas em 4 categorias: 204 industriais, 313 urbanas, 15 bancos de areia e 6 vulcânicas. Este mapeamento foi introduzido no processo de controle de qualidade, e estas detecções denominadas “focos espúrios”, ou seja: todos os focos nestas áreas são falsos positivos e deixaram de ser computados nas estatísticas, podendo, entretanto, serem visualizados no BDQueimadas, em uma camada específica.

Na base de dados de focos do INPE, considerando todos os satélites desde 1998, foram identificados 793.842 focos em áreas industriais, 57.367 em áreas de reflexo urbano, 11.776 em áreas vulcânicas e 3.681 em bancos de areia. Considerando apenas o satélite de referência, AQUA, foram observadas 29.431 detecções em áreas industriais, 19.227 em áreas de reflexo urbano, 560 em áreas vulcânicas e 1.173 em bancos de areia.

Com este trabalho, foram eliminados dados espúrios, garantindo confiabilidade nos focos e informações geradas pelo Programa de Queimadas do INPE.

### AGRADECIMENTOS







# Avanços tecnológicos na disseminação de dados Ambientais e de Sensoriamento Remoto para a prevenção e combate aos incêndios florestais: Sistemas de Dados Abertos do Programa Queimadas

Jonatas Leon\*, Fabiano Morelli, Willian Rosa, Lucas Oliveira, Helder Prado, Guilherme Martins, Alberto Setzer, Pedro Souza  
 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas

## INTRODUÇÃO

Uma série de normas sancionadas pelo Poder Executivo Federal, como a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, conhecida como Lei de Acesso à Informação (LAI), determina ações que devem ser realizadas no âmbito da administração pública para a disponibilização de dados abertos do governo à sociedade. Essas ações são consolidadas, por exemplo, por meio da Infraestrutura Nacional de Dados Abertos (INDA), instituída pela Instrução Normativa nº 4, de 12 de abril de 2012, e da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), instituída por meio do Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008, que juntas designam padrões, tecnologias e procedimentos para publicação de dados geoespaciais. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em seu Plano de Dados Abertos (PDA-INPE), aprovado por meio da Portaria nº 307, de 25 de outubro de 2018, definiu etapas que conduzem à abertura dos dados sob sua responsabilidade, além de propor padrões sobre a maneira com que estes devem ser disponibilizados.

O Programa Queimadas do INPE, que monitora a ocorrência de focos de queima, estima a área queimada nos biomas brasileiros e prevê o risco de fogo na vegetação, entre outras atividades, desenvolveu seu próprio Sistema de Dados Abertos em consonância com os padrões estipulados pelas INDA e INDE, bem como com as diretrizes elaboradas no PDA-INPE.



Figura 1. Captura de tela da página principal do Portal de Dados Abertos do Programa Queimadas do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema disponibiliza um sítio na Internet desenvolvido em linguagem Python, com framework Flask e sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL, que provê uma interface de acesso programática (API) aos dados em intervalos de tempo definidos de 24 e 48 horas, nos formatos CSV e GeoJSON, bem como hospeda a documentação da API e diversos exemplos de utilização do sistema. Além disso, um servidor de mapas baseado na aplicação GeoServer fornece os dados por meio de webservices nos padrões do Open Geospatial Consortium (OGC): Web Map Service (WMS) e Web Feature Service (WFS).

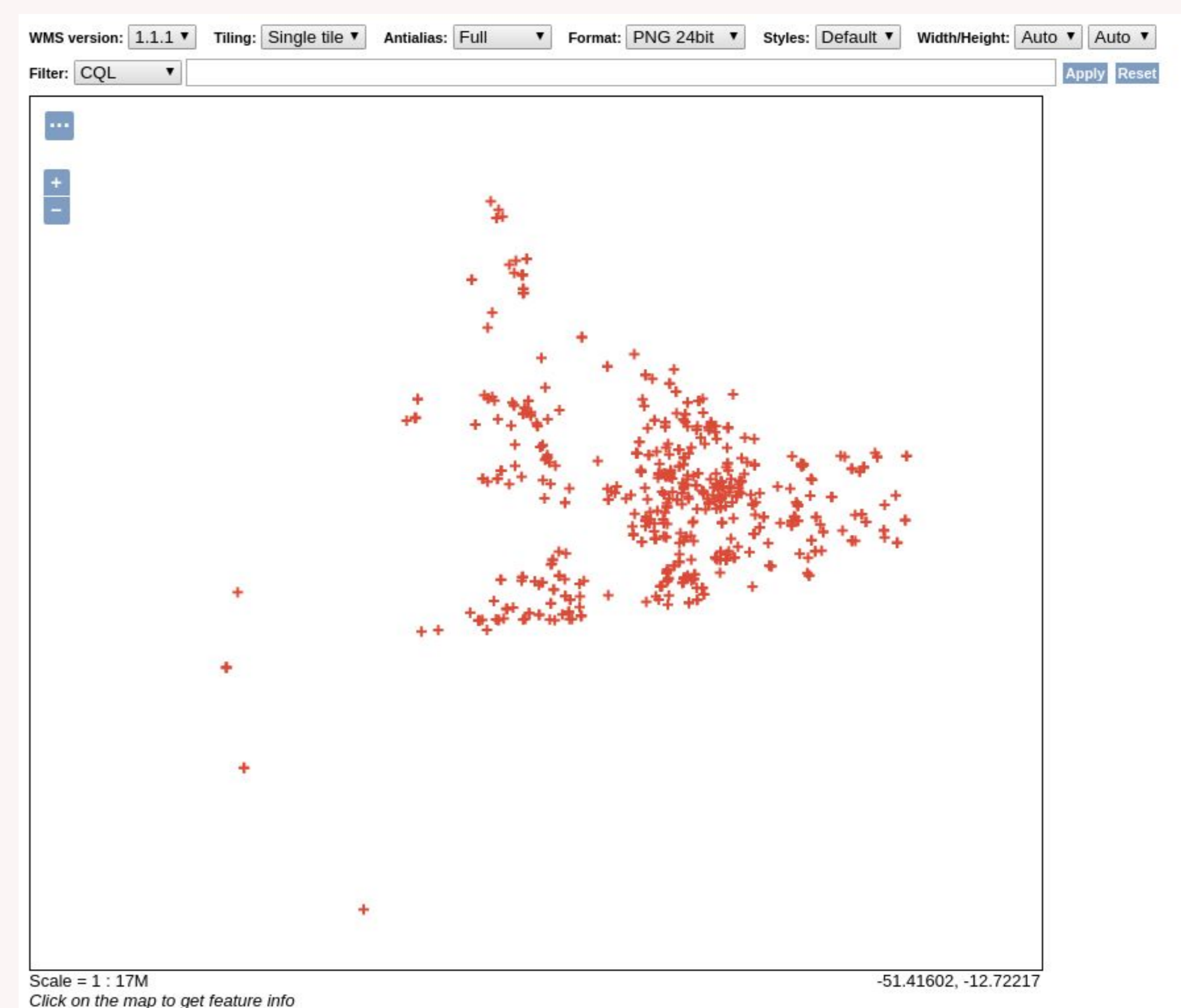


Figura 2. Pré-visualização dos dados de focos de calor ativo disponíveis por meio do servidor de mapas GeoServer usando serviço WMS.

## CONSIDERAÇÕES

Com isso, visa-se garantir à sociedade que as informações ambientais e de sensoriamento remoto do Programa Queimadas do INPE estejam disponíveis de forma aberta, automática e atualizada, em conformidade com as normativas de governo eletrônico e dados abertos.

## AGRADECIMENTOS







# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## A comparison of land cover maps to define vegetation classes of fire risk in Brazil

Joana Nogueira, Guilherme Martins\*, Alberto Setzer, Fabiano Morelli

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas

### INTRODUCTION

Natural fires are essential in the structure and functioning of many ecosystems in the world. Some vegetation types are more vulnerable to fire, e.g. tropical forests, whereas others are fire dependent, like savannas. However, the constant and uncontrolled use of fire as an agricultural tool, particularly in developing regions, has contributed to accelerate land cover (LC) changes and to disrupt spatial distribution patterns of the original vegetation even in fire-prone ecosystems. Satellite-derived LC global products have been developed to quantify frequencies, processes and drivers of annual LC changes, where accurate characterization and mapping of LC is key to define the most fire affected vegetation types. In this context, the aim of this study was to evaluate LC maps to define the fire risk (FR) vegetation classes used in the INPE's FR model.

### MATERIAL AND METHODS

We compared the global ESA CCI Land cover v2.0.7 derived from the Meris-300m sensor and the NASA/MCD12Q1-IGBPv005 from Modis-500m data products with the regional LC Mapbiomas v3.1 derived from 30-m Landsat images, used here as a reference for the Brazilian territory. All maps were evaluated for the year 2012 at 1 km spatial resolution and reclassified in the seven LC classes used in the FR model: 1-Grasslands, 2-Croplands and Cropland/Natural vegetation mosaic, 3-Open Shrublands/ Savannas, 4-Closed Shrublands/Woody Savannas, 5-Evergreen Needleleaf Forests, 6-Deciduous Needleleaf/Mixed Forests, and 7-Evergreen Broadleaf Forests/Permanent wetlands (Figure 1).

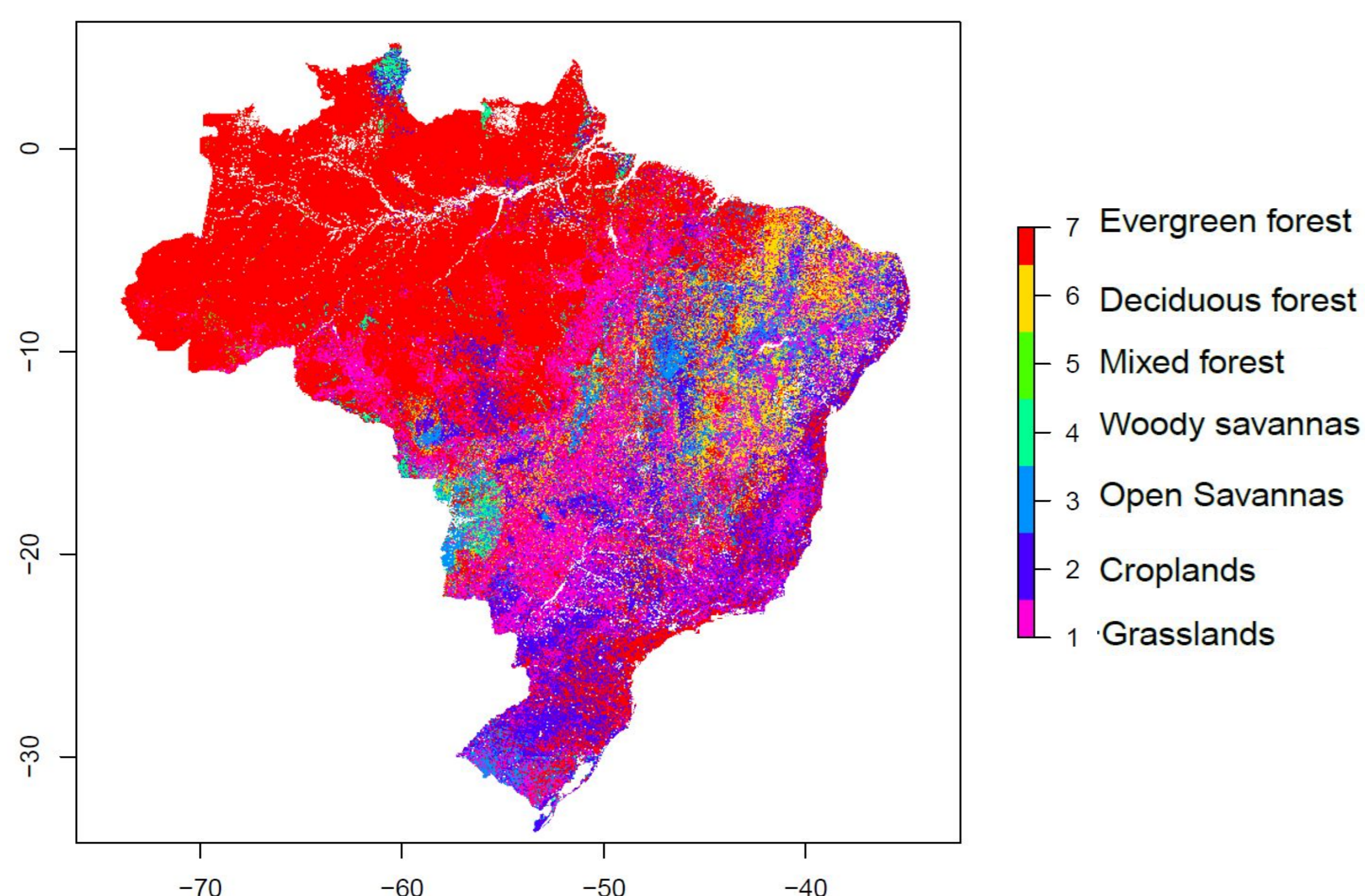


Figure 1. Land cover classes used in the INPE's Fire Risk model at 1km of spatial resolution for the year 2012, derived of Mapbiomas 3.1 dataset

### RESULTS AND DISCUSSION

All LC datasets showed >40% of coincident pixels to class 7. The main differences were observed in the fire-prone ecosystems comparing global products and Mapbiomas, with ~34% of reduction to 3 and 4 and an increase of ~14% in 1, showing that global products tend to classify typical Brazilian savannas (class 2 and 3) as grasslands (class 1) (Figure 2).

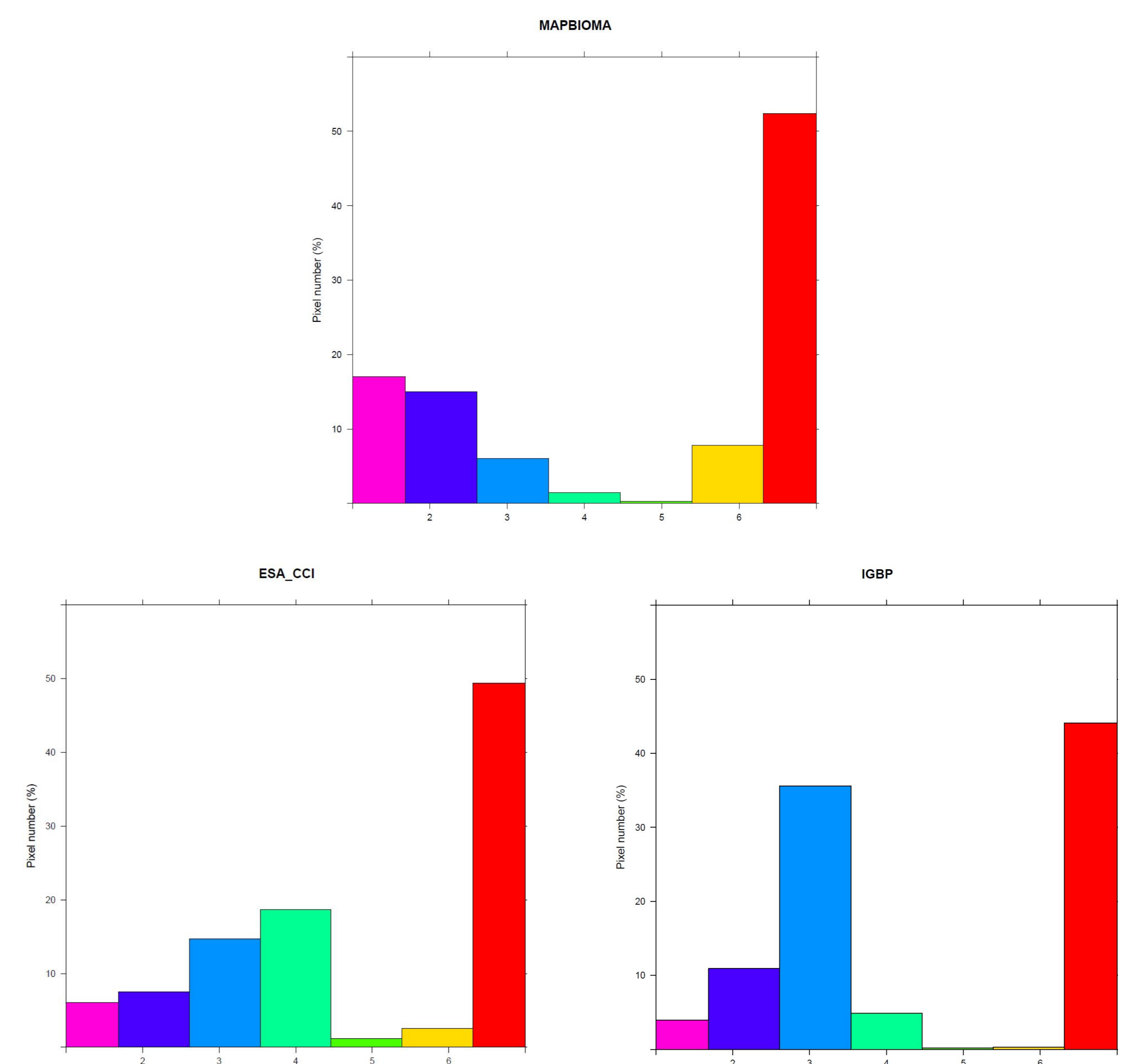


Figure 2. Comparison of pixel number(%) from vegetation classes of fire risk (1-7) among ESA CCI Land cover, NASA/MCD12Q1-IGBP and Brazilian MapBiomas datasets at year 2012.

### CONCLUSION

Our results demonstrate the importance of a reliable regional LC map to improve the quality of spatial vegetation distribution to estimate fire risk. An accurate fire risk LC type characterization can support decision strategies in fire management and fire modelling. From these results, MapBiomas and its yearly updates were adopted as the vegetation map input for INPE's FR, replacing MCD12Q1-IGBP.

### ACKNOWLEDGEMENTS







# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## Satellite active fire data validation using drones: Protocols and initial results from prescribed fires in Brazil

Wilfrid Schroeder<sup>1</sup>, Fabiano Morelli<sup>2</sup>, Heber Passos<sup>2\*</sup>, Joana Nogueira<sup>2</sup>, Renata Libonati<sup>3</sup>, Paulo Victorino<sup>2</sup>, André Lima<sup>4</sup>,  
Guilherme Martins<sup>2</sup>, Marcelo Romão<sup>2</sup>, João Neves Silva<sup>5</sup>, Duarte Oom<sup>5</sup>, Leonardo Peres<sup>3</sup>, Filippe Lemos<sup>3</sup>, Alberto Setzer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NOAA/NESDIS, USA; <sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas;

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ; <sup>4</sup>University of Maryland, USA; <sup>5</sup>Universidade de Lisboa, Portugal

### INTRODUCTION

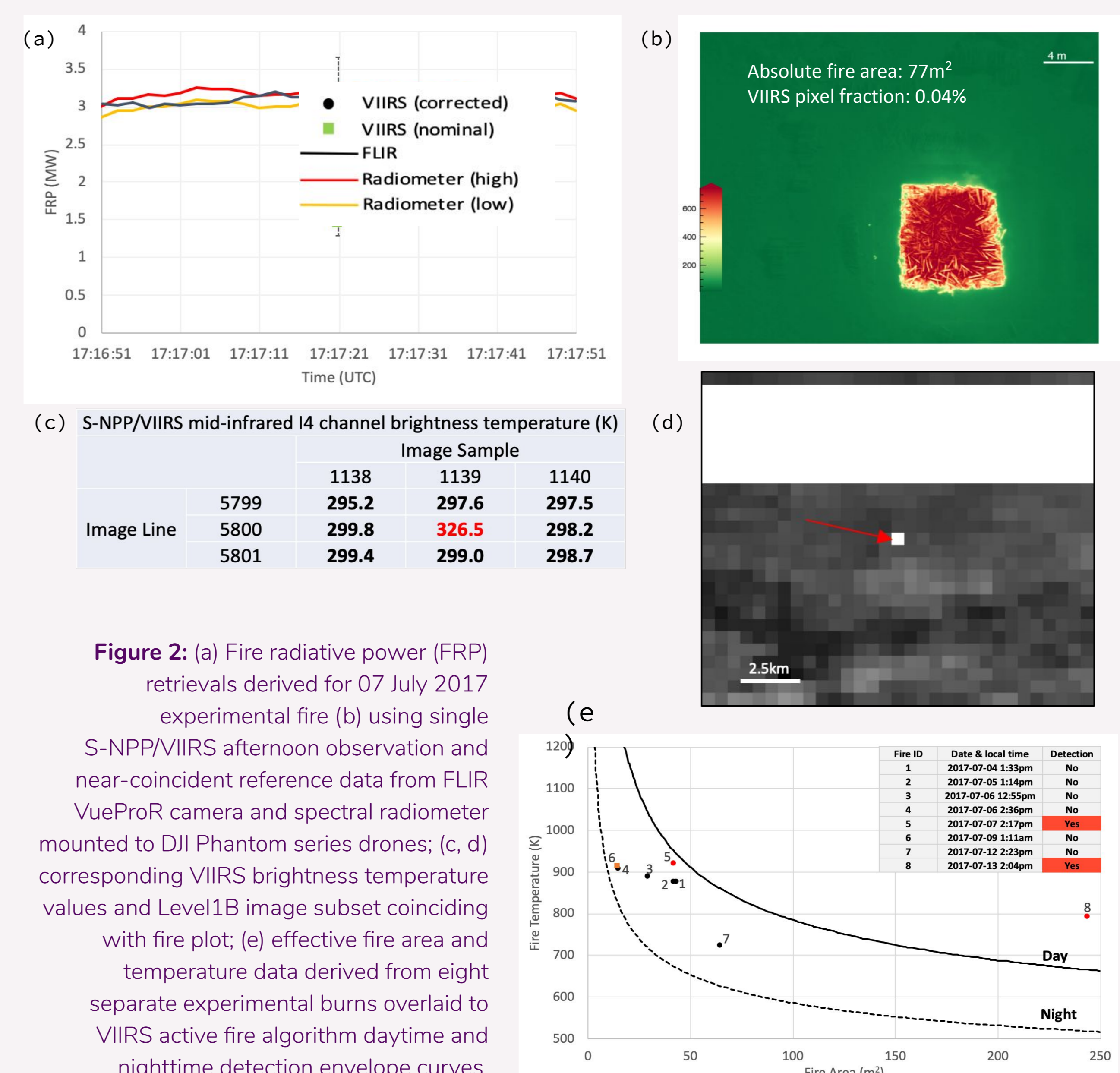
Global biomass burning impacts millions of hectares annually resulting in high social, environmental and economic costs. Satellite-based active fire detection products provide key information in support of land management and science applications and are available routinely from a variety of sources. Data validation is an important aspect guiding product development and characterization and is addressed in this study with the use of miniaturized sensors paired to unmanned airborne vehicles, or drones.

### MATERIAL AND METHODS

We deployed a custom-made broadband spectral radiometer along with a commercial off-the-shelf infrared cameras (e.g., FLIR VueProR, Zenmuse XT) mounted to small consumer drones (e.g., DJI's Phantom series) flown over small prescribed burns implemented so as to coincide with the overpass times of different Earth observing satellites (e.g., NASA Terra & Aqua, NOAA/NASA S-NPP, USGS Landsat-8, and ESA Sentinel-2). Near-simultaneous fire radiative power (FRP) retrievals were obtained using the airborne and spaceborne data acquired during prescribed fires conducted in grasslands and savannas plots in the Brazilian states of Rio de Janeiro, Tocantins and Mato Grosso do Sul between July 2017 and September 2018. A set of standard operating procedures were defined with attention to satellite active fire data validation requirements (e.g., reference data calibration) and subsequently adopted for each of the fires sampled. Airborne and spaceborne observations were co-located and temporally paired to within 2sec, and path transmittances calculated in order to account for atmospheric attenuation of fire retrievals.

### RESULTS AND DISCUSSION

Our results (Figure 2) showed good agreement (differences as low as 5%) between drone and satellite-based fire retrievals while also serving to demonstrate the potential for fully reproducible satellite data validation protocols using small sensor and drone technologies.



**Figure 2:** (a) Fire radiative power (FRP) retrievals derived for 07 July 2017 experimental fire (b) using single S-NPP/VIIRS afternoon observation and near-coincident reference data from FLIR VueProR camera and spectral radiometer mounted to DJI Phantom series drones; (c, d) corresponding VIIRS brightness temperature values and Level1B image subset coinciding with fire plot; (e) effective fire area and temperature data derived from eight separate experimental burns overlaid to VIIRS active fire algorithm daytime and nighttime detection envelope curves.

### CONCLUSIONS

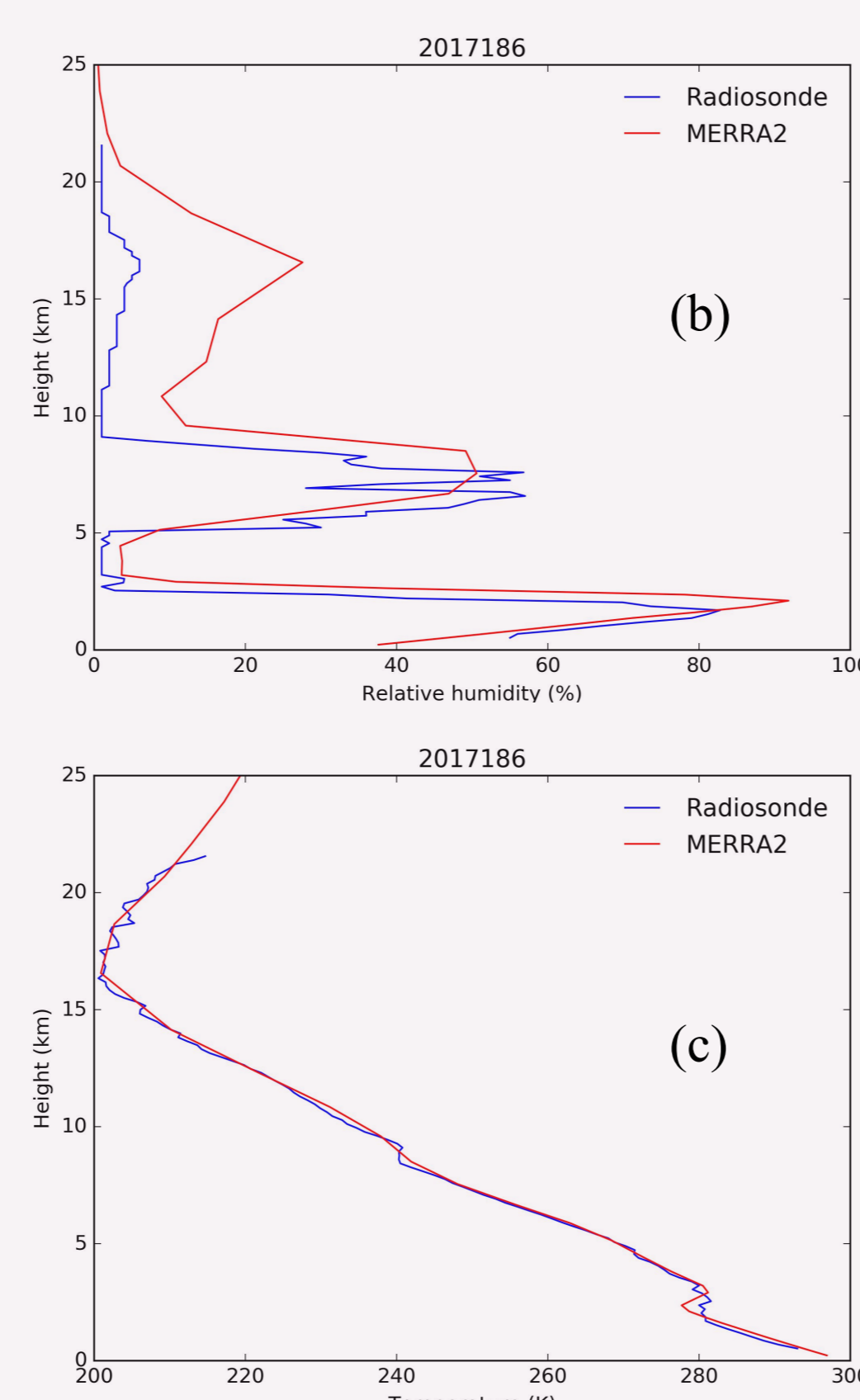
Satellite active fire data validation have been traditionally approached with the use of near-coincident Landsat-class and/or airborne reference data. Sensor miniaturization and the emergence of lower cost consumer drones have since expanded the opportunities for active fire data sampling in support of algorithm validation. Here we demonstrated such potential over small experimental fires and prescribed burns in Brazil. Using those field data, VIIRS fire detection envelopes have been successfully verified as a function of effective fire temperature and area.

### ACKNOWLEDGEMENTS

FAPESP; University of Maryland/USA; Programa Queimadas/INPE; UFRJ; ULisboa/Portugal; 15°CBMERJ.



**Figure 1:** (a) View of experimental plot located at the INPE facility in Cachoeira Paulista-SP/Brazil (44.999°W 22.686°S); (b-c) atmospheric profiles derived from radiosonde and MERRA-2 reanalysis data on 05 July 2017 to correct near-coincident S-NPP/VIIRS fire pixel radiances.







# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## Procedimentos no uso de drones para validar a detecção de queimadas por satélites

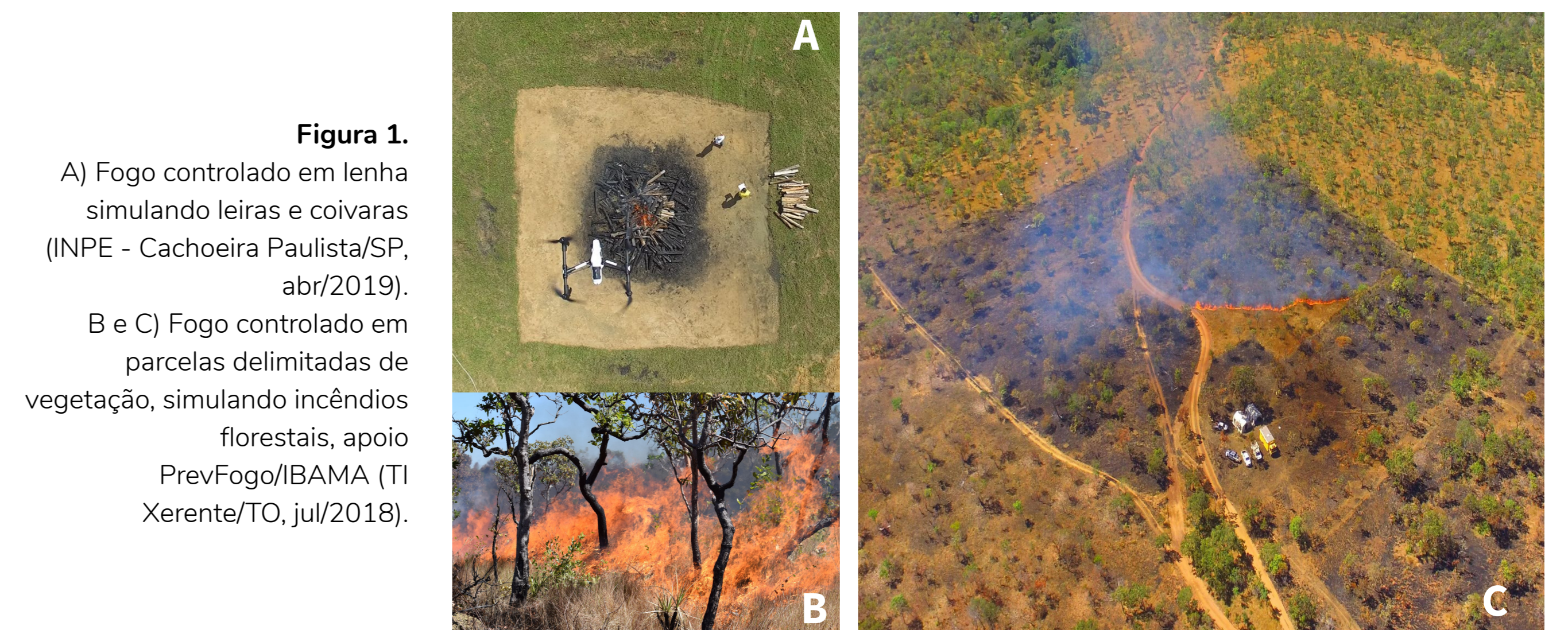
Fabiano Morelli, Heber Passos\*, Joana Nogueira, Marcelo Romão, Guilherme Martins, Alberto Setzer, Wilfrid Schroeder  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas; NOAA/NESDIS, USA

### INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais destroem anualmente extensas áreas de vegetação, causando grandes prejuízos ambientais e econômicos. Muitos produtos derivados das observações de satélites têm sido utilizados para monitorar eventos de fogo. No Brasil, o Programa Queimadas/INPE desenvolve aplicações para o monitoramento operacional diário dos focos de queimadas detectados por satélites. Estas detecções são obtidas com medidas de diferentes sensores, os quais requerem algoritmos específicos e parâmetros de calibração. O uso de sensor termal acoplado em drone permite obter parâmetros com resolução espacial adequada. Porém, ainda não existem rotinas definidas para a obtenção dessas medidas. O objetivo deste trabalho é propor um protocolo de procedimentos para o uso de drone, com sensor termal, em experimentos de validação da detecção de focos de calor, obtidos por satélites.

### PROCEDIMENTOS PARA TRABALHOS COM DRONES EM QUEIMADAS PRESCRITAS

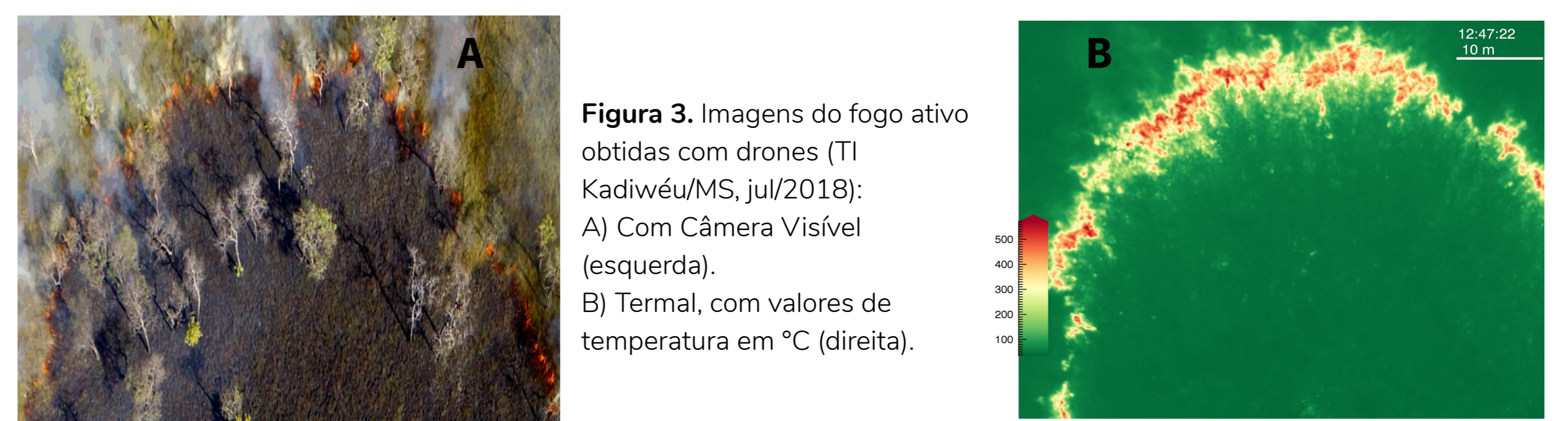
Com base nas experiências de campo, para a realização de experimentos com fogo controlado (Figura 1A, 1B) é necessário: i) preparação de aceiros, faixas de segurança, e de acesso; ii) apoio de Brigadistas; iii) solicitação de autorização para os voos, no sistema SARPAS/DECEA; iv) instruções de procedimentos de segurança; v) verificar as condições meteorológicas (cobertura de nuvens, velocidade e direção do vento, etc) e a implicação com a segurança das equipes e equipamentos; vi) determinar o tamanho da área de queima, que é inversamente proporcional à resolução espacial do sensor do satélite de interesse; vii) definir a altura do posicionamento do drone, em função da dimensão da área escolhida e do campo de visão do sensor, e; viii) determinar a sequência dos horários do acionamento do drone e do início da queima, em função do horário do imageamento do satélite sobre o local. Para obter as medidas termais (Figura 3B e 4) com qualidade, é necessário: i) iniciar o fogo com antecedência, para tentar alcançar temperaturas elevadas durante o imageamento, pelo satélite, sobre o local de interesse; ii) considerar o tempo para estabilização do drone e início da aquisição dos dados termais (Figura 3), antes e depois do ápice da passagem do satélite (Figura 4), e; iii) após a passagem do satélite, utilizar o drone para realizar medidas no entorno (com raio de ~200m), para obter referências das temperaturas nas áreas circunvizinhas ao experimento.



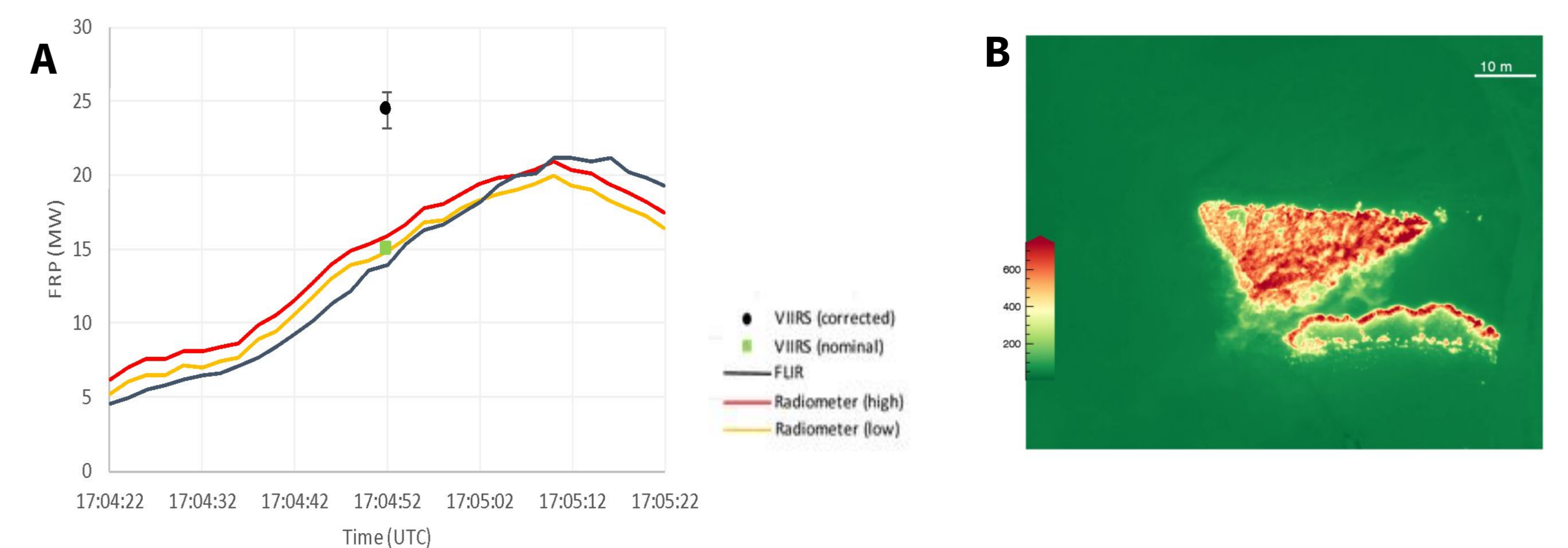
**Figura 1.**  
A) Fogo controlado em lenha simulando leiras e coivaras (INPE - Cachoeira Paulista/SP, abr/2019).  
B e C) Fogo controlado em parcelas delimitadas de vegetação, simulando incêndios florestais, apoio PrevFogo/IBAMA (TI Xerente/TO, jul/2018).



**Figura 2.** Equipamentos utilizados nos experimentos de campo: Drones DJI Phantom 3 Standard c/ Radiômetro (5 bandas: 1,5 a 20 um) e Inspire 1 V2.0 c/ Câmera Visível (X3) ou Termal (XT); Estação meteorológica portátil Kestrel 5400FW; Medidor de Temperatura, a Laser, Fluke 572-2.



**Figura 3.** Imagens do fogo ativo obtidas com drones (TI Kadiwéu/MS, jul/2018): A) Com Câmera Visível (esquerda). B) Termal, com valores de temperatura em °C (direita).



**Figura 4.** A) Comparação dos valores de Fire Radiative Power (FRP, em MW) obtidos pela câmera termal FLIR (em preto) e dados do radiômetro (em vermelho e laranja) acoplados em drones, com os valores de FRP obtidos pelo sensor VIIRS/SUOMI-NPP no instante do imageamento sobre o local (pontos verde e preto). B) Valores de temperatura do fogo (°C) de imagem termal, obtida com drone em trabalhos de fogo controlado em vegetação. Parque Salutaris, Paraíba do Sul/RJ, jul/2017.

### CONSIDERAÇÕES

Este protocolo visa a padronização dos experimentos, para aprimorar os algoritmos de detecção e proporcionar melhorias nos produtos apresentados no banco de dados do Programa Queimadas/INPE.

### AGRADECIMENTOS

Fundo Amazônia/BNDES; FIP/Banco Mundial; MCTIC; PrevFogo/IBAMA; ICMBio; 15° CBMERJ; NOAA/NESDIS, USA; Programa Queimadas/INPE.





# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## The Environmental Health Information System - SISAM INPE-MS/OPAS

Alessandro Ferraz Palmeira, Jurandir Ventura Rodrigues, Vinicius Matoso Silva, Willian D. M. Rosa, Jonatas Leon, Alberto Setzer, Fabiano Morelli  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas

### INTRODUCTION

Technological advances in computational tools and remote sensing techniques in recent decades have improved observations and analyses of atmospheric and terrestrial phenomena. An example of this evolution is INPE's Wildfire Program ("Programa Queimadas, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais"), which includes the monitoring of active fires with satellites and the estimate and prediction of the vegetation fire risk, among other products. Its data indicate significant increases in the annual number of fires in the Brazilian territory along the years, varying from one hundred thousand to three hundred thousand fires, depending on the intensity of the drought, and considering only the data of the reference satellite. Vegetation fires emit gases and particles in the atmosphere that are harmful to human health and interfere with the thermodynamics of the atmosphere. In the southern and southeastern regions of Brazil a few networks monitor the impact of the emissions on air quality, such as in the metropolitan areas of Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte and Porto Alegre. However, most of the Brazilian territory is not monitored, as in Amazonia. In order to supply information on concentrations of air pollutants for all regions of the country, INPE's Wildfire Program developed a tool that provides meteorological data and satellite measurements (MODIS, VIIRS and OLCI sensors) of concentrations of air pollutants from fires and industrial/urban areas. It is an online platform with an integrated environmental information system for environmental health, called SISAM ("Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde Ambiental").

[www.inpe.br/queimadas/sisam](http://www.inpe.br/queimadas/sisam)

### MATERIAL AND METHODS

The web system uses open source technologies, such as the PostgreSQL database with PostGIS geospatial extension, Python programming language, Pandas and xarray data libraries, the Elasticsearch and Kibana solutions for analysis and visualization, as well as satellite data and computational models.

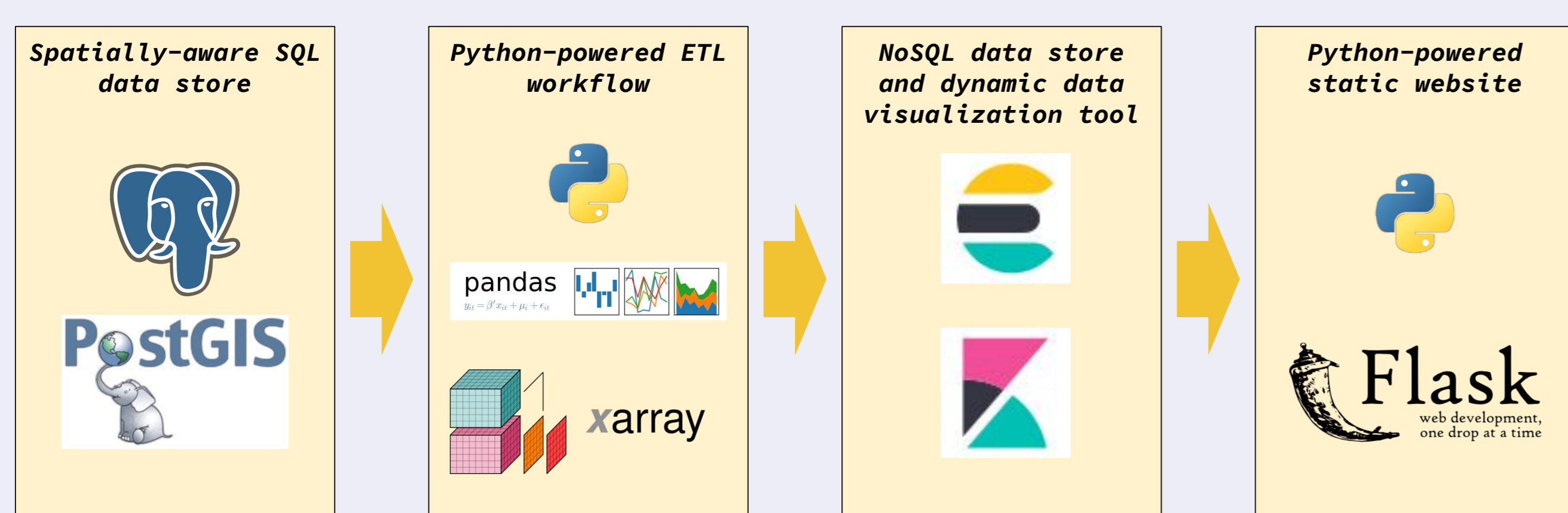


Figure 1. SISAM system architecture diagram depicting four layers of data organization: storage (spatially-aware SQL data store), processing (Python-powered ETL workflow), analytics (NoSQL data store and dynamic data visualization tool) and distribution (Python-powered static website).

### RESULTS

The SISAM System output provides concentrations of:

1. Particulate Matter (PM2.5);
2. Ozone (O3);
3. Carbon Monoxide (CO);
4. Nitrogen Dioxide (NO2),
5. Sulfur Dioxide (SO2);
6. Active Fires;
7. Wind speed and direction,
8. Air Relative Humidity;
9. Air temperature, and;
10. Cumulative Rainfall.

Its data can be consulted and viewed from the Kibana Dashboards.

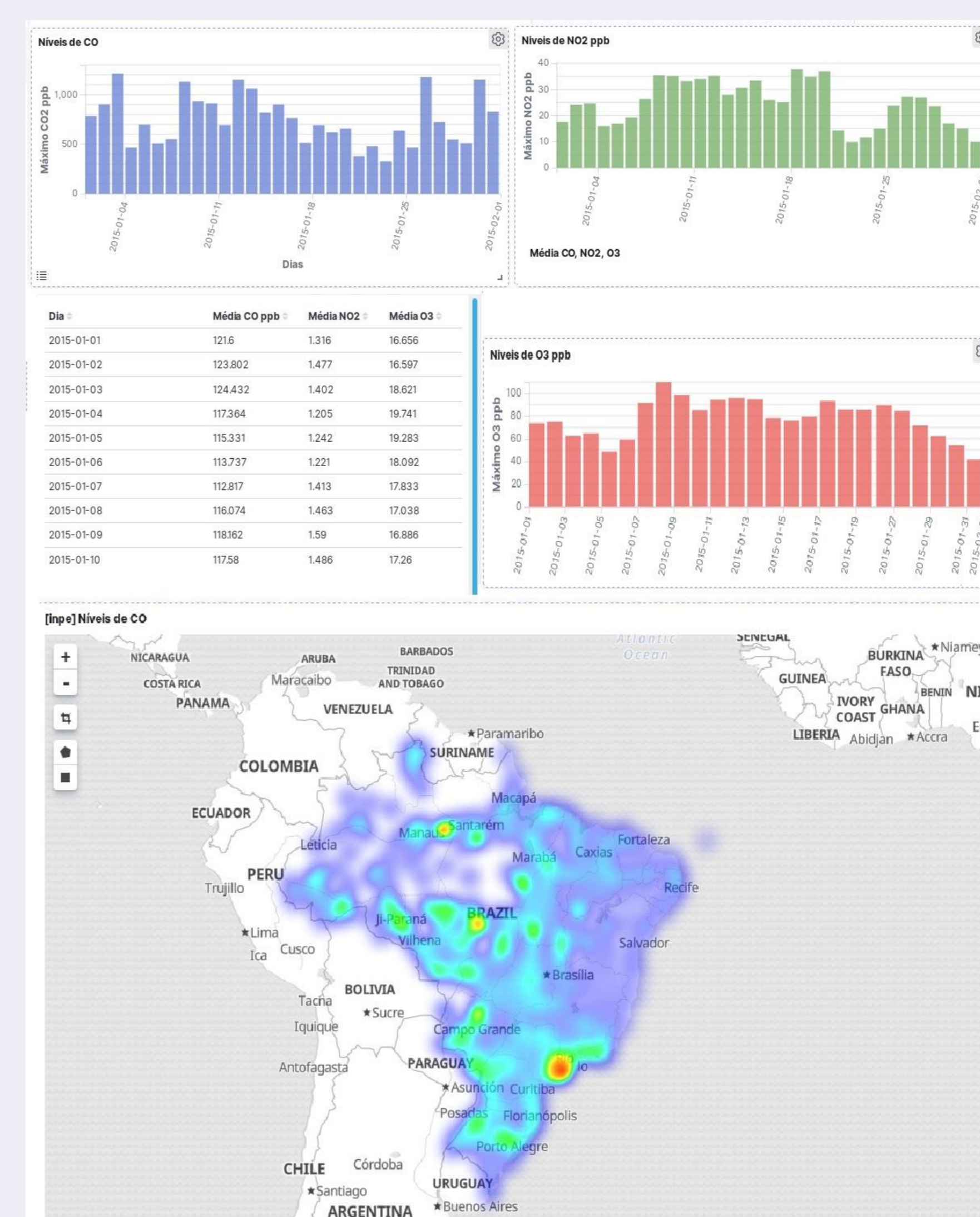


Figure 2. Kibana visualization example developed for the SISAM system.

### CONCLUSION

The SISAM System provides informations of concentrations of particulate matter (PM2.5), O3, CO, NO2, SO2 and active fires, as well as the meteorological variables of wind speed and direction, air relative humidity and temperature, and cumulative rainfall for all counties in Brazil, distributed in scales of daily, monthly or annual sets, following any user's choice.

### ACKNOWLEDGEMENTS







# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



## Dados de Emissões de Poluentes de Queimadas e Índices e Alertas de Risco à Saúde Humana, Divulgados pelo Projeto SISAM INPE-MS/OPAS

Alessandro Ferraz Palmeira, Jurandir Ventura Rodrigues, Vinicius Matoso Silva, Alberto Setzer, Fabiano Morelli  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas

### INTRODUÇÃO

A queima da biomassa emite gases e partículas na atmosfera, muitos dos quais prejudiciais à saúde humana ou relevantes como forçantes climáticas. O número de queimadas no Brasil apresenta média anual superior a duzentos mil ocorrências, de acordo com o monitoramento por satélites do Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Análise do IBGE para os 5.570 municípios brasileiros indicou que em 2005 as queimadas eram a principal fonte de poluição atmosférica, com 93% deles na região norte indicando esta condição. Com o aumento dos focos e a ocorrência mais frequente de estiagens intensas, resultando no dobro das detecções, as concentrações ambientais de poluentes atingem e ultrapassam os níveis críticos definidos na legislação ambiental. Estudos epidemiológicos e dados hospitalares, sobretudo em grupos mais vulneráveis de crianças e idosos, levaram o Ministério da Saúde (MS) a incluir as queimadas a partir de 2006 entre os indicadores na vigilância em saúde pública. Consequentemente, a localização dos focos de queima e as estimativas de poluentes de suas emissões passaram a ser relevantes na análise de seus efeitos na saúde humana. Nesse contexto, o INPE, o MS, a Fiocruz, a FIOTEC, e a UNEMAT desenvolveram em 2008 o Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde Ambiental (SISAM), concebido para integrar o Painel de Informações em Saúde Ambiental da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental e o Sistema de Informações Geográficas Aplicadas ao Meio Ambiente do INPE.

### MATERIAIS E MÉTODOS

O SISAM apresenta em seu sistema as seguintes variáveis à superfície:

1. Umidade relativa do ar (%);
2. Temperatura do ar (°C);
3. Focos de queima;
4. Concentração de monóxido de carbono (CO), ppb;
5. Concentração do material particulado inalável fino (PM2.5) µg/m<sup>3</sup>;
6. Concentração de ozônio (O3) ppb;
7. Concentração de dióxido de nitrogênio (NO2) ppb;
8. Concentração de dióxido de enxofre (SO2) µg/m<sup>3</sup>;
9. velocidade (m/s) e direção do vento graus;
10. Precipitação acumulada mm.

Essas variáveis foram adquiridas a partir de:

- Centro Europeu de Previsão do Tempo - ECMWF (European Centre for Medium-range Weather Forecasting);
- Centro de Previsão de Clima - CPC (Climate Prediction Center-CPC) da National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA);
- Portal do Programa de Queimadas do INPE (variável focos de queima), e;
- Projeto Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2) da National Aeronautics and Space Administration (NASA).



Figura 1: Exemplos de imagens de satélite Aqua/MODIS mostrando a propagação da fumaça proveniente das queimadas e exemplos de casos dos efeitos das queimadas na saúde da população.

### RESULTADOS

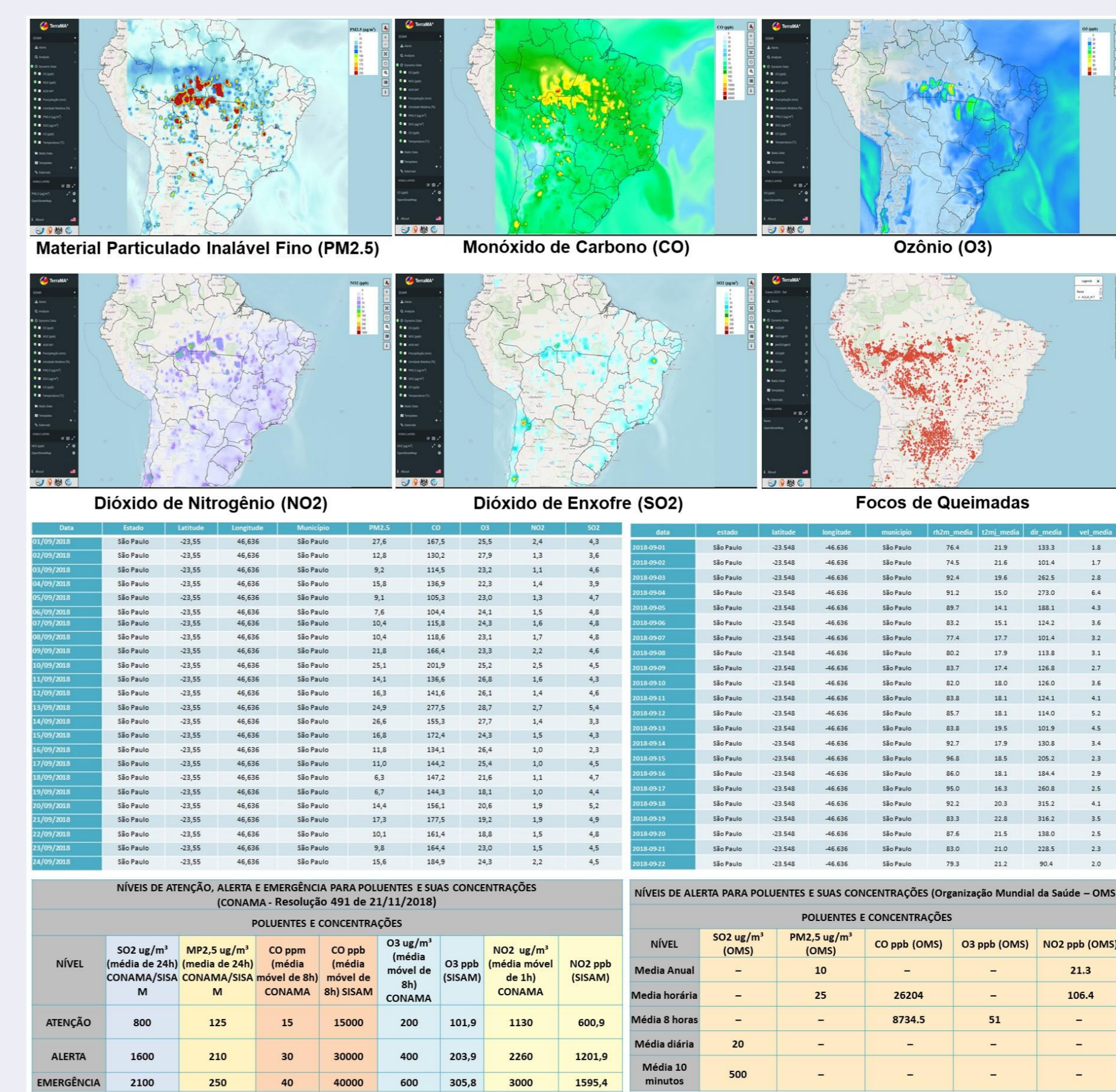


Figura 2. Exemplos de resultados de consultas dos dados do SISAM por meio de visualizações espaciais e no formato de tabelas, e os índices e alertas de riscos à saúde humana estabelecidos na legislação nacional e pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

### CONSIDERAÇÕES

O SISAM é uma ferramenta de análise que fornece concentrações de poluentes oriundos de estimativas de emissões de queimadas e emissões urbanas, dados de monitoramento de focos de queimadas, dados meteorológicos e limites de índices de risco à saúde e índices de qualidade do ar, definidos na legislação nacional. O SISAM fornece em escala municipal subsídios para análise e prognósticos da concentração de poluentes e de seus efeitos na saúde humana e, apoia a identificação de cenários de exposição e os seus fatores de risco de cada região do Brasil.

### AGRADECIMENTOS



INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Programa Queimadas  
Monitoramento por Satélites



Organização Pan-Americana da Saúde

MINISTÉRIO DA SAÚDE

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES







# Wildfire 2019 BRASIL

7ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS  
CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL



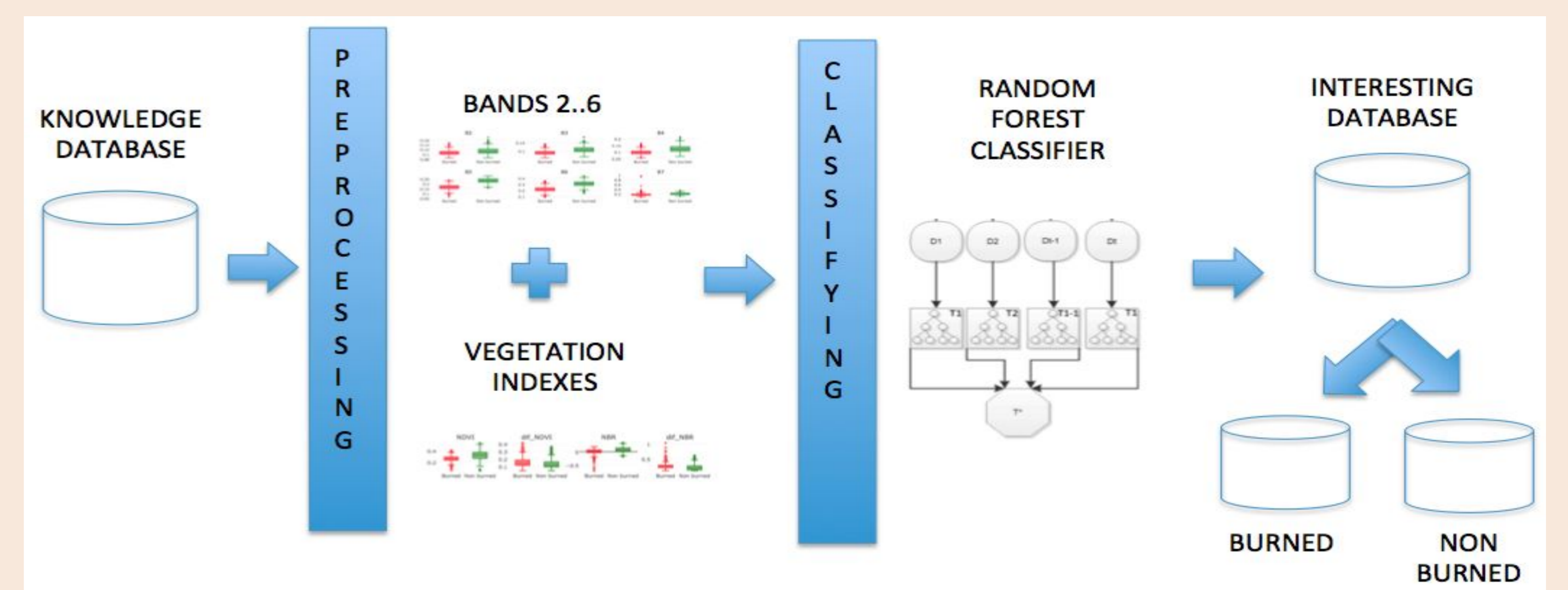
## Caatinga Burned Areas' Validation through a Machine Learning approach to the INPE's Burns and Forest Fires Monitoring

Olga Oliveira Bittencourt, Cícero Alves dos Santos Júnior,  
Pedro Lagden, Lucas Oliveira, Rafael Santos, Fabiano Morelli  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa Queimadas

### INTRODUCTION

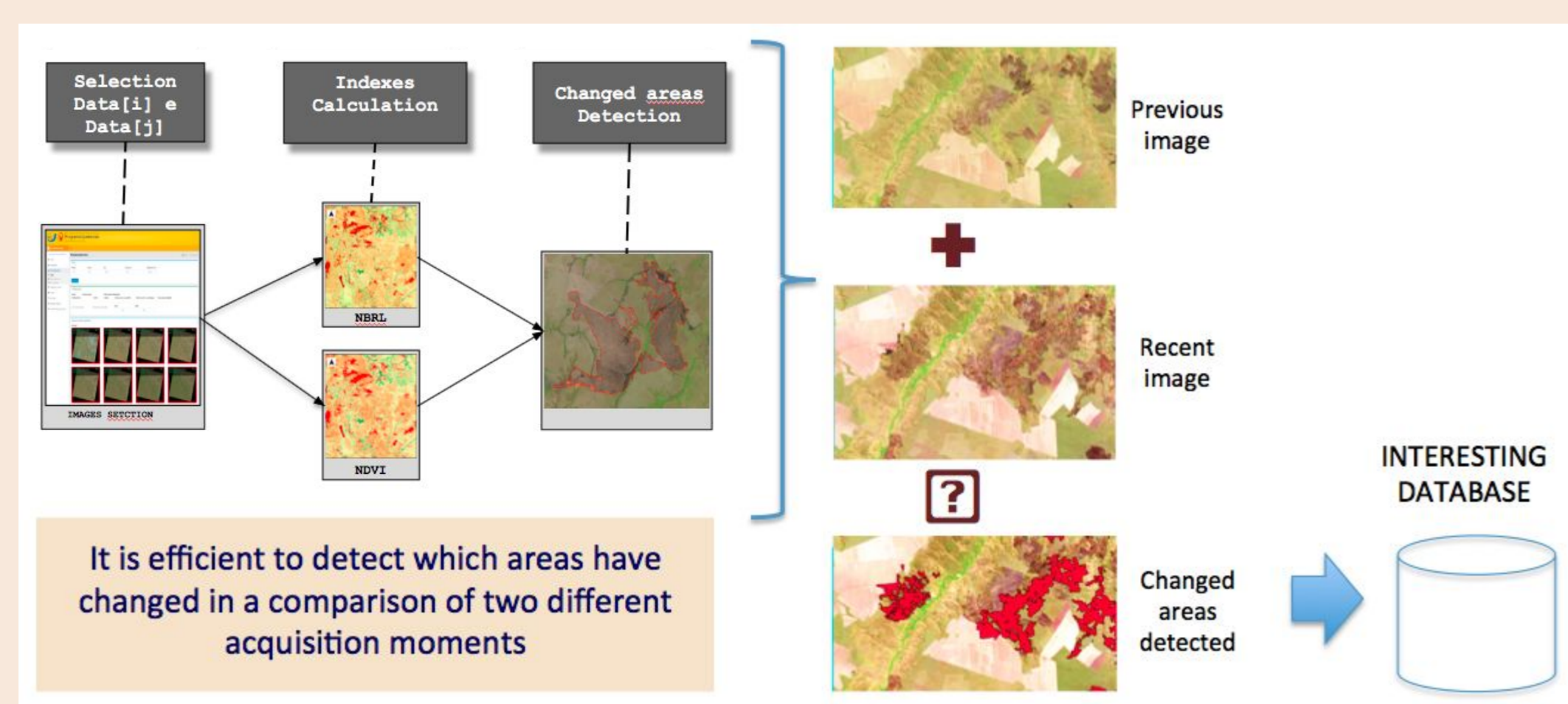
INPE provides a burned surface's estimation data product (AQ30m) based on Landsat medium-resolution images (with pixel sizes around 30m) inside the program of Burns and Forest Fires Monitoring based on Earth Observation satellites.

The objective of this study is to advance the automatic classification to be robust enough to deal with areas without historical database, such as Caatinga biome.



### BURNED AREAS MAPPING PROCESSING AT INPE

INPE's burned areas mapping process finds which areas have changed in a comparison of two different acquisition times.



The changes detected are caused by many factors and some of them are fire.

Before the official data publication:

- ❑ a further evaluation process to classify burned and non burned areas.
- ❑ to ensure that overall accuracy is larger than 90% and omission and commission errors are no more than 10%.

Machine Learning proposed approach

The approach is based on the Random Forest classifier and combines distinct vegetation indexes and related features from each polygon inside a knowledge database.

This study propose to use a knowledge database of near path/rows to reach the aim is to classify polygons of a distinct database in burned and non burned polygons.

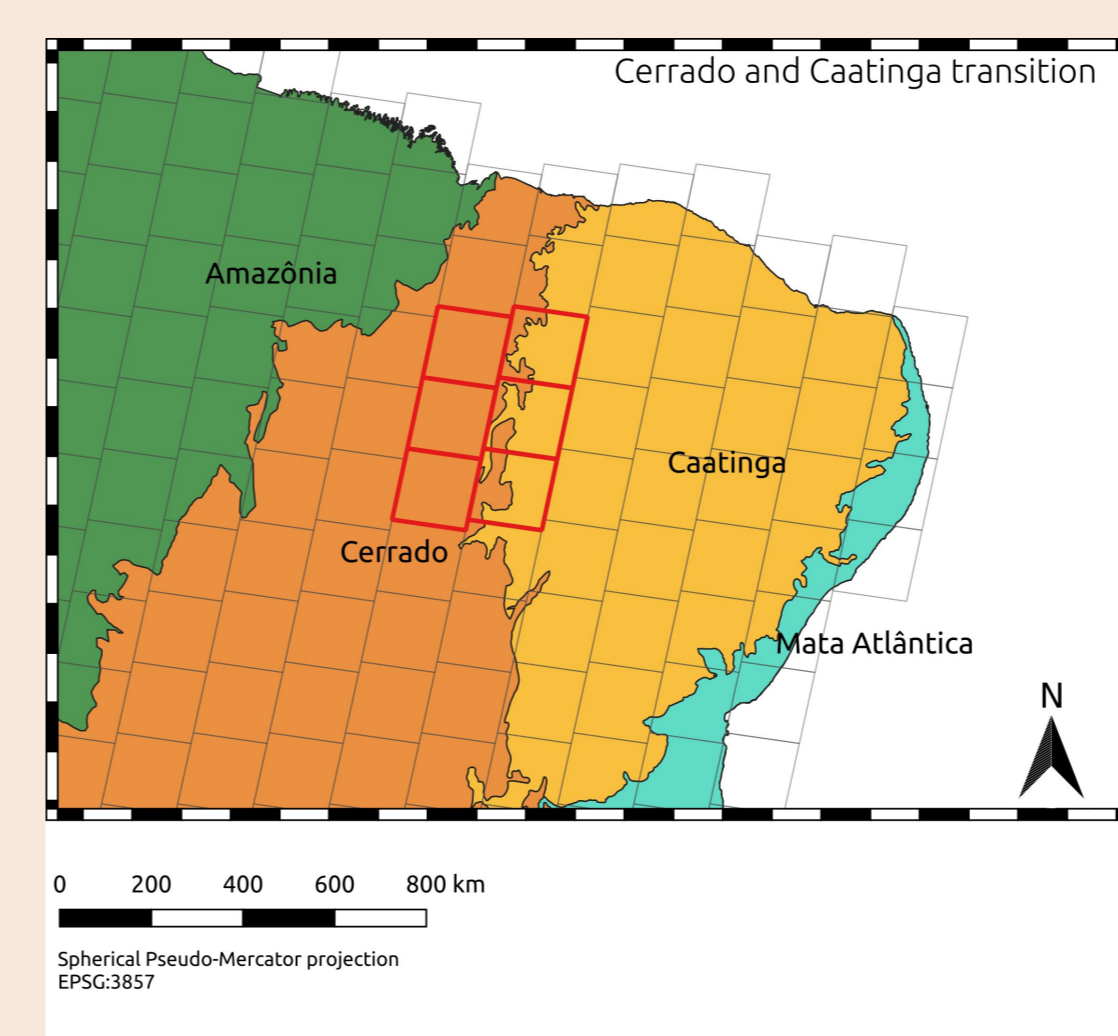
- ❑ Bands: 2, 3, 4, 5, 6 and 7
- ❑ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
- ❑ Normalized Burn Ratio (NBR)
- ❑ Burn Area Index (BAI)
- ❑ Global Environment Monitoring Index (GEMI)

### EXPERIMENTS

The Random Forest classifier employed Cerrado biome data to classify data from adjacent path/rows in the Caatinga biome using 64 trees.

This work analyzes a set of six path/rows from 2017 year inside Cerrado and Caatinga biomes. It contains 87332 changed areas (53984 burns and 33348 non burns).

We performed experiments at Orange environment and the results were validated against reference data derived from previous work and classifications manually done by experts.



- ❑ **Knowledge: Cerrado**
  - ❑ 3 path/rows: 220/064, 220/065, 220/066
  - ❑ 30197 polygons:
    - ❑ 21327 burns
    - ❑ 8870 non burns
- ❑ **Interesting: Caatinga + Cerrado**
  - ❑ 3 path/rows: 220/064, 220/065, 220/066
  - ❑ 57135 polygons:
    - ❑ 45114 burns
    - ❑ 12021 non burns

		EXPERIMENTAL RESULTS	
		BURNS	NON BURNS
TRUE LABEL	BURNS	44006	35
	NON BURNS	1108	11986

### CONCLUSIONS

Resulting accuracies are larger than 95% in the burned areas' classification, and commission and omission errors are less than 10%.

Results indicate that is possible to use this preliminary approach to classify distinct path/rows, and to create a more automatic process of burned areas classification.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by National Council for Scientific and Technological Development (CNPq)/Coordination of Associated Laboratories (CLA/INPE)(no.300587/2017-1).