



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21d/2024/12.05.14.08 -NTC

**ATUAÇÃO DO INPE NA ATIVAÇÃO DO DISASTERS
CHARTER REFERENTE AOS INCÊNDIOS
FLORESTAIS NA BOLÍVIA (SET-OUT/2024)**

Alisson Cleiton de Oliveira

Igor Deodoro Sousa Lisboa

Luís Henrique Marques Rosa Buani

Camila Gonçalves dos Santos

Brenda Oliveira Rocha

José Bisinoti

Thales Sehn Körting

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD2USNNW34T/4CGNDPE>>

INPE

São José dos Campos

2024

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Coordenação de Ensino, Pesquisa e Extensão (COEPE)
Divisão de Biblioteca (DIBIB)
CEP 12.227-010
São José dos Campos - SP - Brasil
Tel.:(012) 3208-6923/7348
E-mail: pubtc@inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE - CEPPII (PORTARIA Nº 176/2018/SEI-INPE):**Presidente:**

Dra. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Coordenação-Geral de Ciências da Terra (CGCT)

Membros:

Dra. Ieda Del Arco Sanches - Conselho de Pós-Graduação (CPG)
Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação-Geral de Engenharia, Tecnologia e Ciência Espaciais (CGCE)
Dr. Rafael Duarte Coelho dos Santos - Coordenação-Geral de Infraestrutura e Pesquisas Aplicadas (CGIP)
Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon
Clayton Martins Pereira - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Divisão de Biblioteca (DIBIB)
André Luis Dias Fernandes - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Ivone Martins - Divisão de Biblioteca (DIBIB)
André Luis Dias Fernandes - Divisão de Biblioteca (DIBIB)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21d/2024/12.05.14.08 -NTC

**ATUAÇÃO DO INPE NA ATIVAÇÃO DO DISASTERS
CHARTER REFERENTE AOS INCÊNDIOS
FLORESTAIS NA BOLÍVIA (SET-OUT/2024)**

Alisson Cleiton de Oliveira

Igor Deodoro Sousa Lisboa

Luís Henrique Marques Rosa Buani

Camila Gonçalves dos Santos

Brenda Oliveira Rocha

José Bisinoti

Thales Sehn Körting

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD2USNNW34T/4CGNDPE>>

INPE

São José dos Campos

2024



Alisson Cleiton de Oliveira¹, Igor Deodoro Sousa Lisboa², Luís Henrique Marques Rosa Buani³, Camila Gonçalves dos Santos⁴, Brenda Oliveira Rocha¹, José Bisinoti³ e Thales Sehn Körting¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

² Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM)

³ Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD)

⁴ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

NOTA TÉCNICA: ATUAÇÃO DO INPE NA ATIVAÇÃO DO DISASTERS CHARTER REFERENTE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA BOLÍVIA (Set-Out/2024)

No dia 7 de setembro de 2024, a Carta Internacional Espaço e Grandes Desastres (*Disasters Charter*) foi ativada para monitorar os incêndios florestais na Bolívia. O Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na qualidade de usuários autorizados, formalizaram essa ativação, com o INPE designado como gerente do chamado. Representantes do CENAD, INPE, Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM) e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) participaram como agregadores de valores (*value adders*) no monitoramento por dados de sensoriamento remoto.

Ao todo, foram gerados 38 produtos de mapeamento por imagens de satélite que cobriram os estados de Beni e Santa Cruz. A Figura 1 auxilia na compreensão dos impactos dos incêndios, quantificando (em porcentagem) os focos de calor do satélite de referência AQUA M-T, obtidos do BDQueimadas, que ocorreram na Bolívia entre 8 de setembro e 12 de outubro de 2024. A ativação foi encerrada em 12/10/2024.

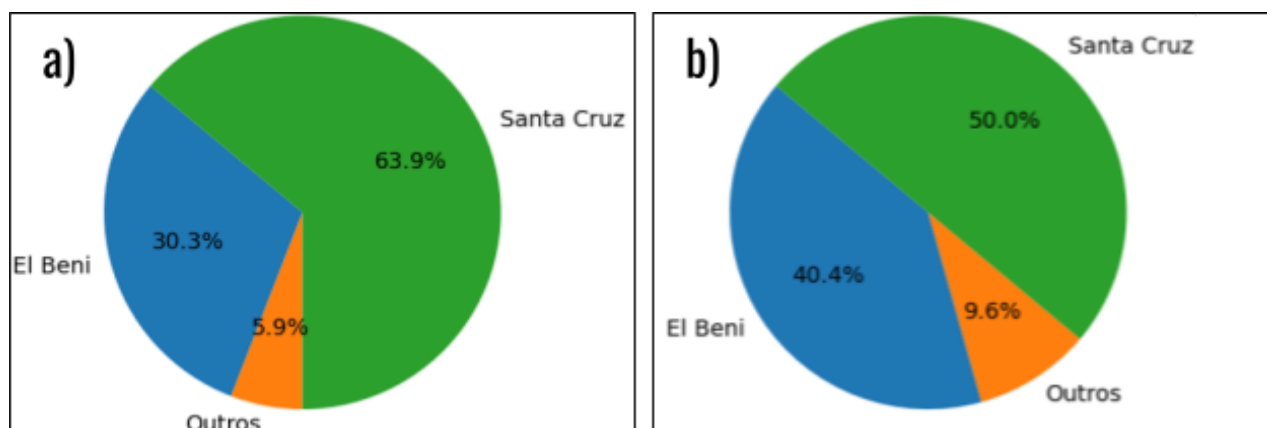


Figura 1: Porcentagem de focos de calor dos estados da Bolívia. a) 08/09/24 até 30/09/24; b) 01/10/24 até 12/10/24.

O gráfico apresentado na Figura 1a revela que, em setembro, Santa Cruz concentrou 63,9% dos focos de calor detectados, enquanto Beni representou 30,3% e os demais estados, em conjunto, totalizaram 5,9%. Assim, Santa Cruz e Beni somaram 94,2% dos focos de calor. Ao longo dos doze dias de outubro, conforme ilustrado na Figura 1b, observou-se um aumento na proporção de focos de calor em Beni e outros estados. Isso pode indicar que após um cenário intenso em Santa Cruz, os focos de calor continuaram a se espalhar para essas regiões. A Figura 2 apresenta o comportamento diário dos focos de calor detectados em Beni e Santa Cruz.

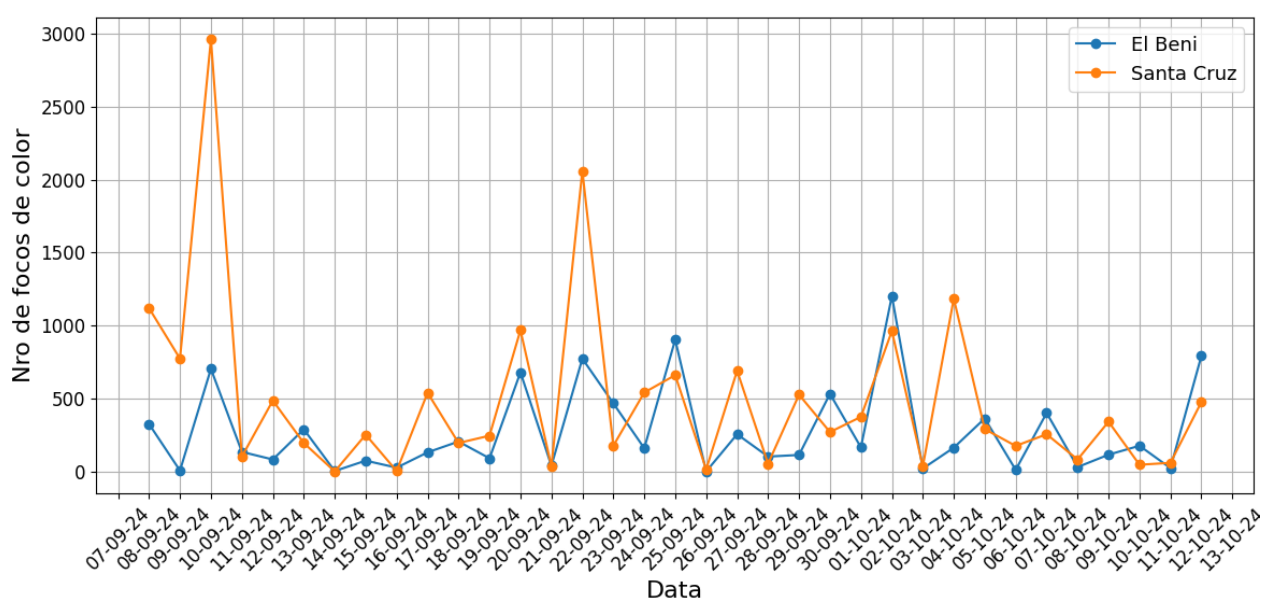


Figura 2: Focos de calor diários dos estados de Beni e Santa Cruz entre 08/09/24 até 12/10/24.

Observou-se um pico de detecção em 10 de setembro, quando Santa Cruz registrou 2.960 focos de calor e Beni contabilizou 703. Nesse dia, um produto do Charter (Anexo 1) indicou a aproximação de um grande incêndio no Mato Grosso, combatido por equipes bolivianas e brasileiras na fronteira. Entre 11 e 19 de setembro, os focos diários por estado não ultrapassaram 500. Em 20 e 22 de setembro, Santa Cruz teve novos picos de detecções, enquanto Beni enfrentou um período crítico de 20 a 25 de setembro. O Anexo 2, elaborado em 20 de setembro, mostra que os incêndios se aproximavam dos acampamentos das equipes brasileiras em Santa Cruz. O Anexo 3 ilustra as áreas atingidas pelos incêndios em Beni entre 23 e 25 de setembro e revela uma concentração de focos de calor em La Paz.

Outros dois picos de detecção em Santa Cruz ocorreram nos dias 2 e 4 de outubro, sendo que em 2 de outubro, o estado de Beni ultrapassou as detecções de Santa Cruz, registrando 1.202 focos de calor em comparação a

962. O Anexo 4 cobre uma vasta região entre Beni e Santa Cruz no intuito de fornecer um panorama abrangente das áreas atingidas por fogo entre 30 de setembro e 2 de outubro. Pode-se identificar alguns focos no estado de Rondônia, na fronteira com Beni. No dia 12 de outubro, foram elaborados produtos (Anexo 5 e Anexo 6) que categorizam os focos de calor por semana para oferecer uma análise visual das direções das frentes de incêndio e da persistência dos focos de calor ao longo do tempo.

A Figura 3a apresenta um mapa de densidade dos focos de calor em Beni e em Santa Cruz e situa geograficamente as regiões com as maiores detecções no período analisado. Percebe-se que em Santa Cruz os focos de calor se concentraram nas áreas orientais e setentrionais do estado, próximas ao estado brasileiro do Mato Grosso. Beni, que é menor em extensão em relação à Santa Cruz, foi praticamente todo atingido, sendo que a maior concentração de focos esteve nos limites com Santa Cruz (sul) e o estado de Rondônia (leste). A Figura 3b contém a distribuição espacial dos focos de calor unitários.

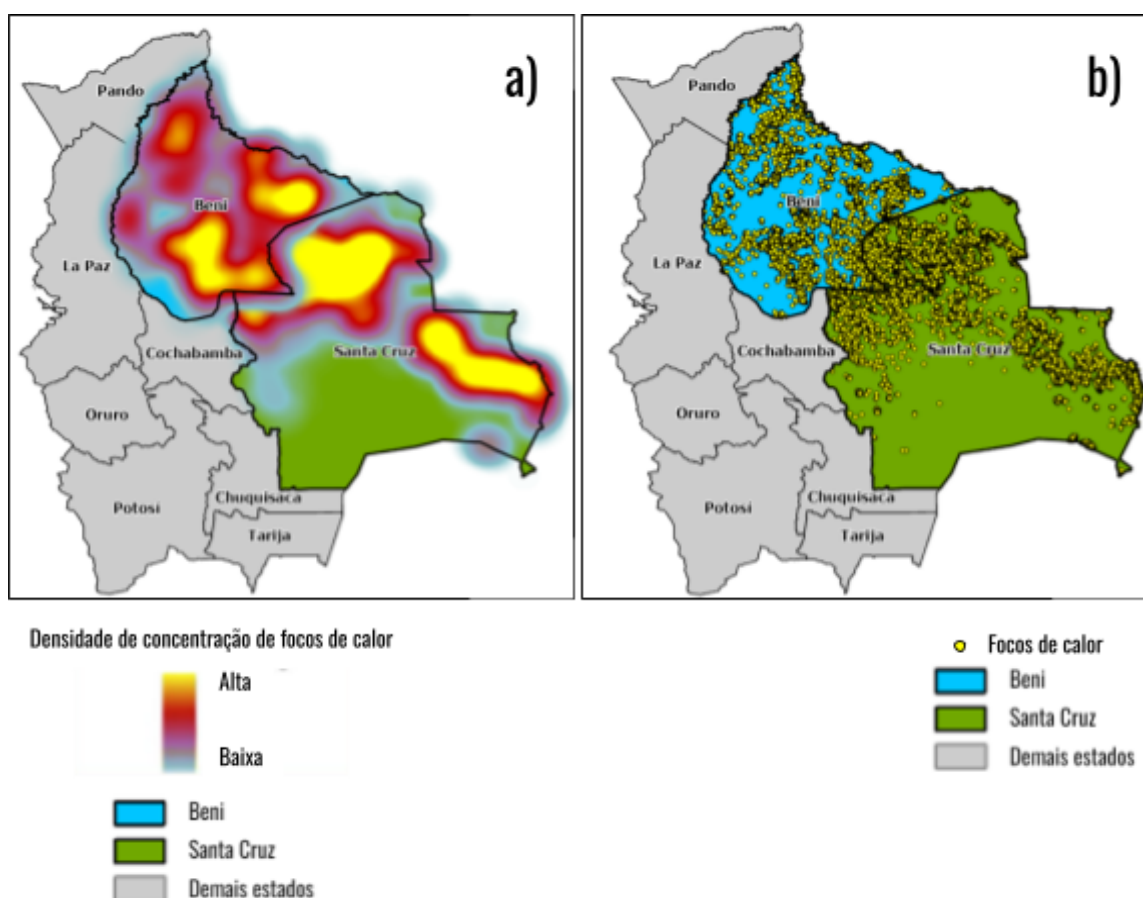


Figura 3: a) Densidade dos focos de calor que ocorreram entre 08/09/24 e 12/10/24 nos estados de Beni e Santa Cruz; b) total de focos de calor detectados em ambos os estados no mesmo período.

A Figura 4 destaca o comportamento cumulativo das detecções durante o período de ativação do chamado. Observa-se que, ao longo de 35 dias (de 08/09 a 12/10), foram detectados 9.551 focos de calor em Beni e 17.140 em Santa Cruz.

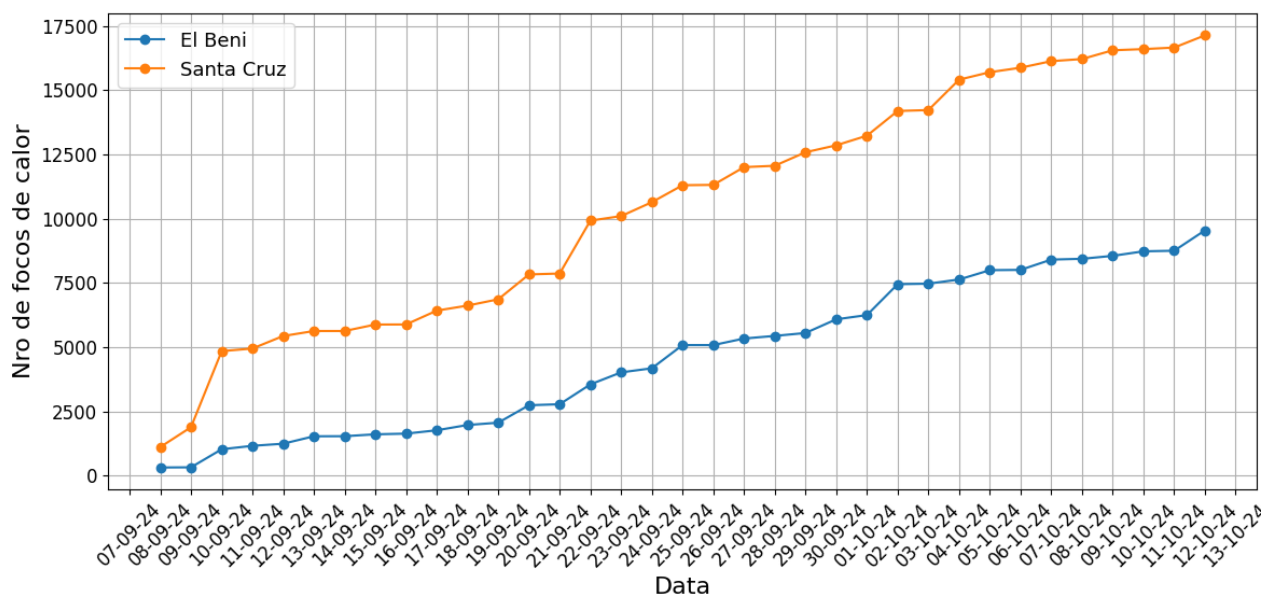


Figura 4: Acumulado de focos de calor diários dos estados de Beni e Santa Cruz entre 08/09/24 até 12/10/24.

De forma geral, além das imagens de satélites disponibilizadas pelas agências que participam do *Disasters Charter*, focos de calor no formato *shapefile*, obtidos do BDQueimadas, foram importantes fontes de dados secundários. Em alguns produtos a equipe de VAs optou por usar os focos de calor do satélite AQUA M-T, por ser um dado já consolidado de referência e análise. Contudo, focos de calor detectados pelo satélite GOES-16 também foram empregados quando a análise objetivava ilustrar temporalmente as frentes de fogo através dos focos ativos, pois esse satélite meteorológico capta imagens de uma mesma área a cada 10 minutos.

Outra base de dados utilizada foi o Painel do Fogo, plataforma *web* voltada ao monitoramento de incêndios e queimadas no Brasil e em regiões que abrigam o bioma amazônico. A plataforma consolida dados de diferentes satélites e fornece informações atualizadas sobre o perímetro e o status de cada ocorrência, permitindo o direcionamento de brigadas e batalhões para ações de combate em campo. Além de associar eventos de fogo a ocorrências e acionamentos específicos, o sistema prioriza os eventos com base em indicadores de urgência, no intuito de facilitar a alocação de recursos. O Painel do Fogo também realiza uma análise situacional, combinando dados ambientais, territoriais e imagens ópticas, o que possibilita o planejamento de estratégias



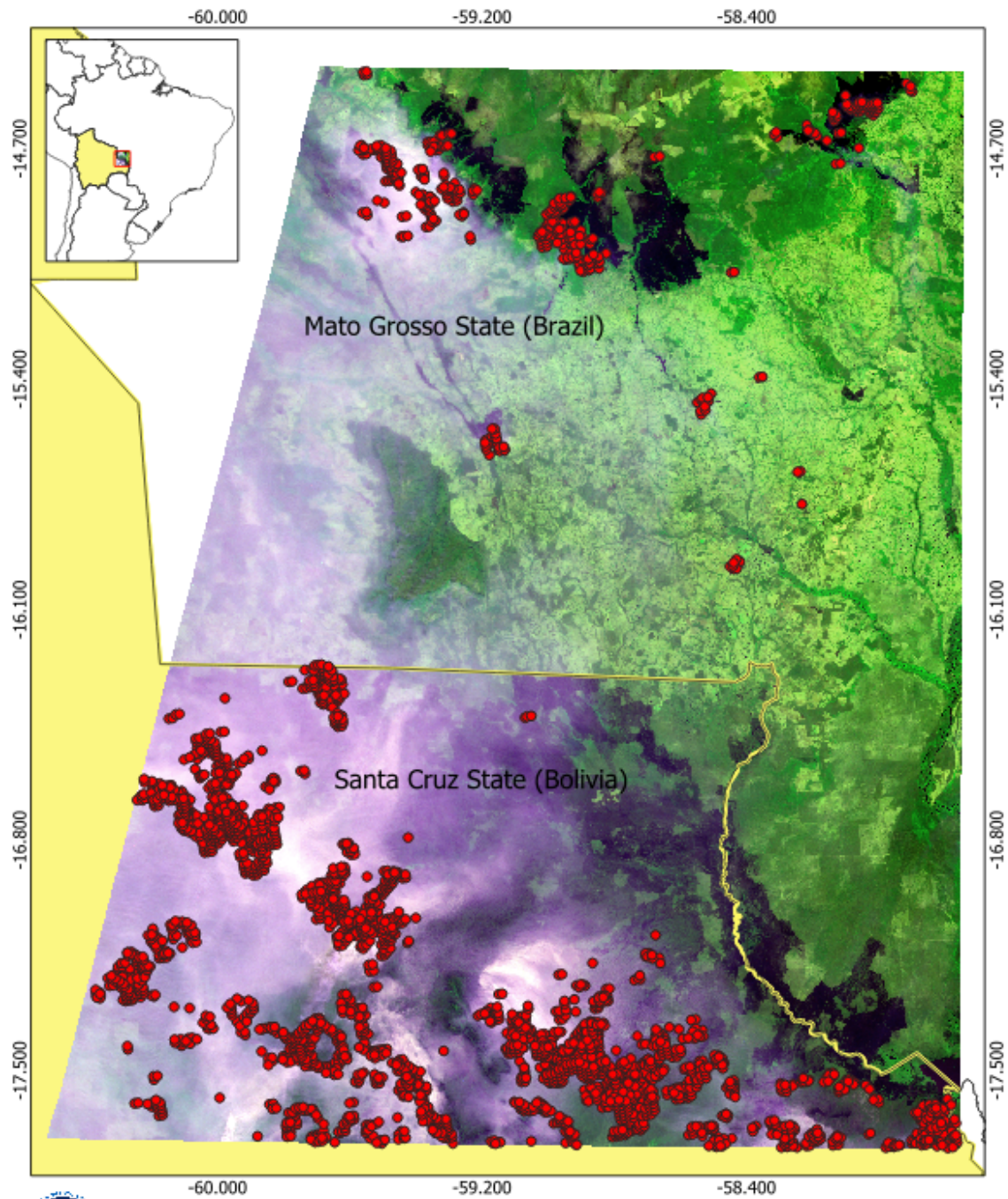
de combate ajustadas às particularidades de cada região e a segmentação/quantificação dos eventos por estado ou município.

Constatou-se, referente às imagens utilizadas, a eficiência dos sensores WFI a bordo dos satélites CBERS-4, CBERS-4A e AMAZONIA-1, que quando usados em conjunto permitem uma revisita de 1 a 3 dias. Essa característica técnica é importante no monitoramento de áreas queimadas, dada à dinâmica de propagação do fogo. Além disso, o WFI possui um campo largo de observação, o que no caso dos incêndios da Bolívia foi de grande utilidade devido à extensão das áreas atingidas por fogo.

Imagens do OLI dos satélites Landsat-8 e Landsat-9 permitiram identificar com maior precisão as áreas queimadas e as linhas de fogo por possuir as bandas SWIR-1 e SWIR-2. Apesar de o campo de visão do sensor MSI a bordo do Sentinel-2A e Sentinel-2B ser relativamente estreito para observação de incêndios dessa magnitude espacial, imagens destes satélites foram fundamentais no mapeamento dos incêndios que se aproximavam dos acampamentos das equipes de brigadistas (Anexo 7) devido à sua resolução espacial de 10 m.



ANEXO 1



Santa Cruz State (Bolivia)
Wildfires in Bolivia near Brazil (Mato Grosso State)
Charter Activation 908 (Call - 1037)
Elaborated in 2024-Sep-10
Post-disaster image: CBERS-4/WFI (INPE)
R(R)NIR(G)B(B) - 64 meters (2024-Sep-09)
Projection: WGS84

● Fire foci from sep.07 - sep.10
(Reference satellite - BDQueimadas)

□ Countries

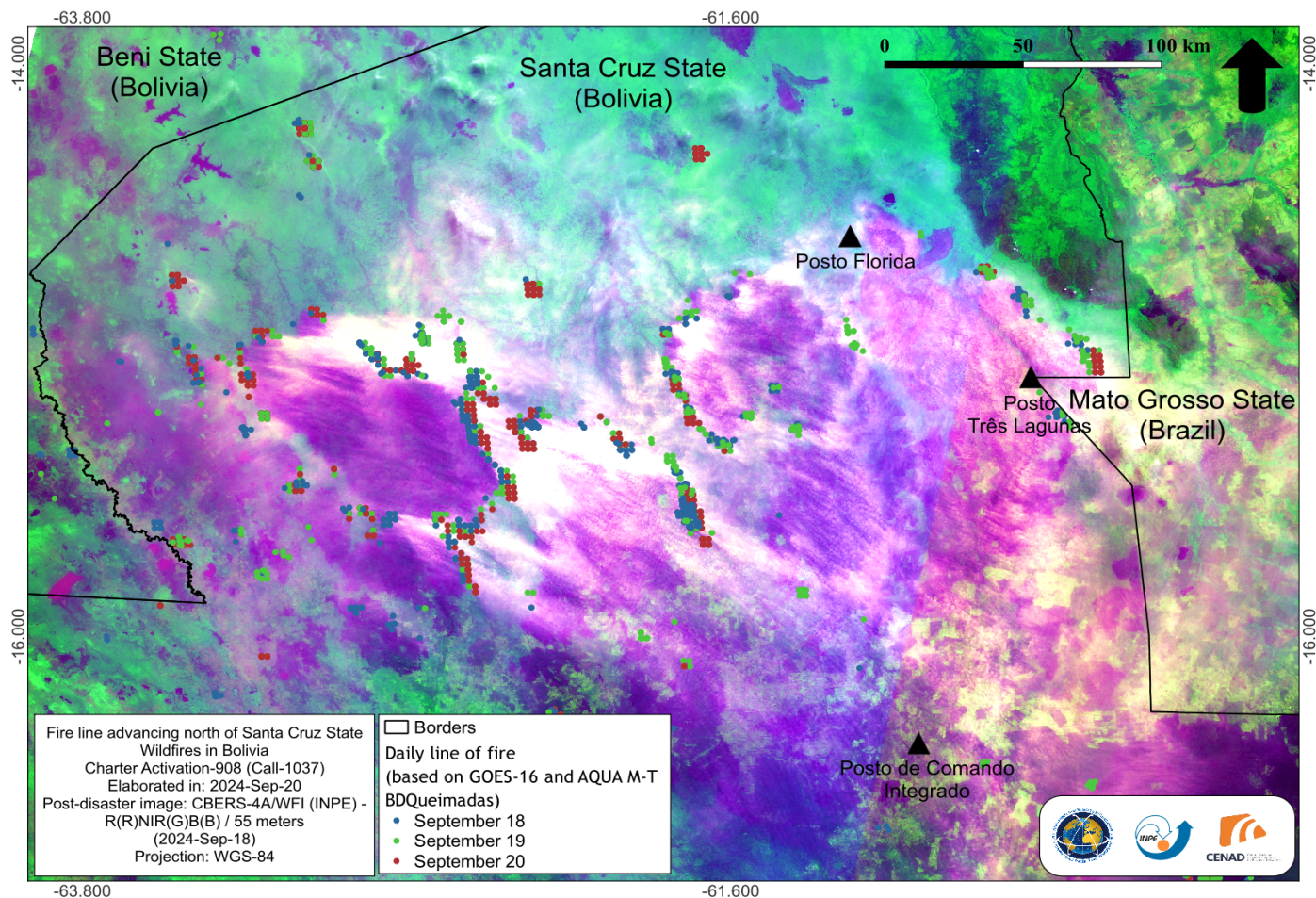
■ Bolivia

0 25 50 75 km



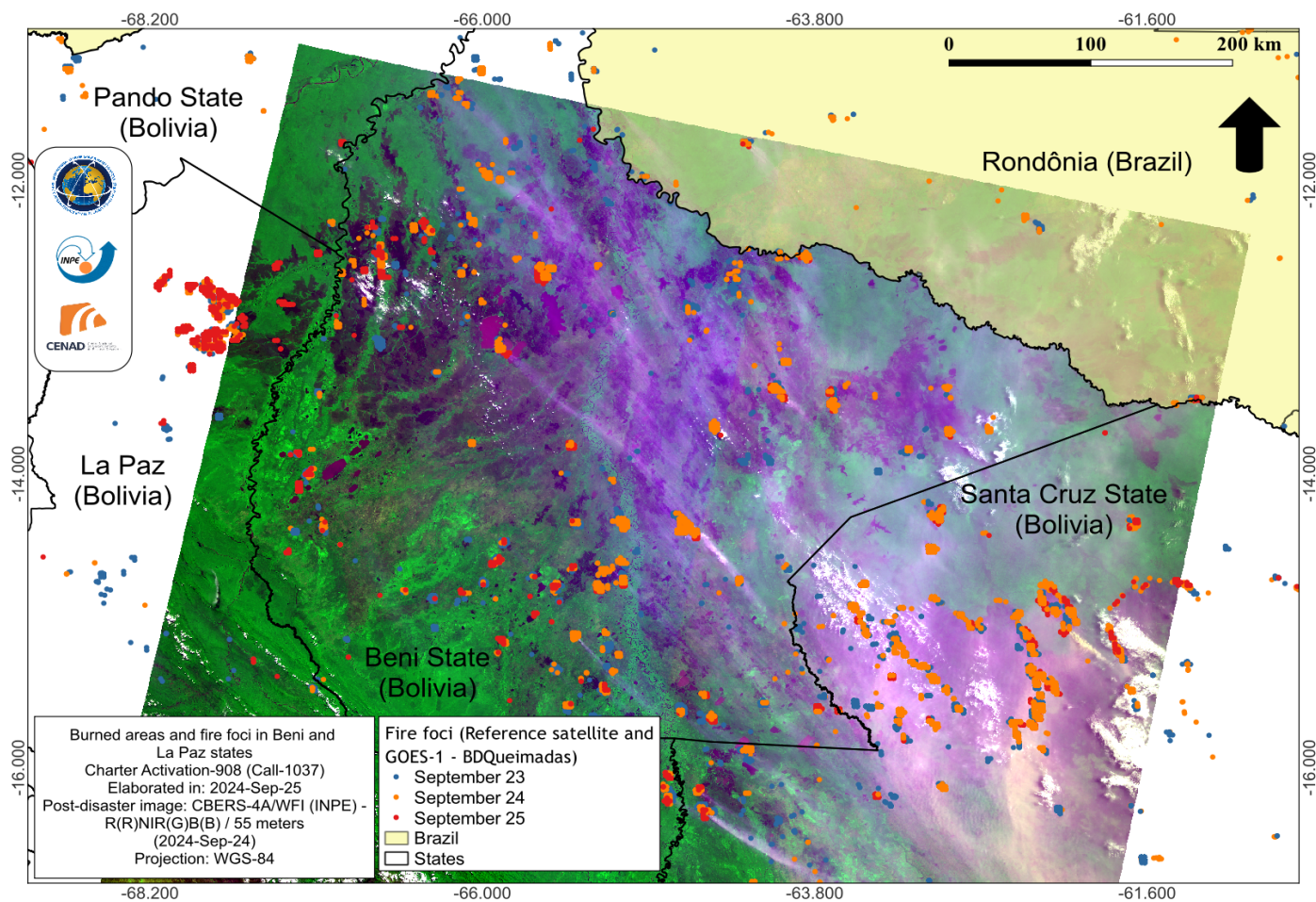


ANEXO 2



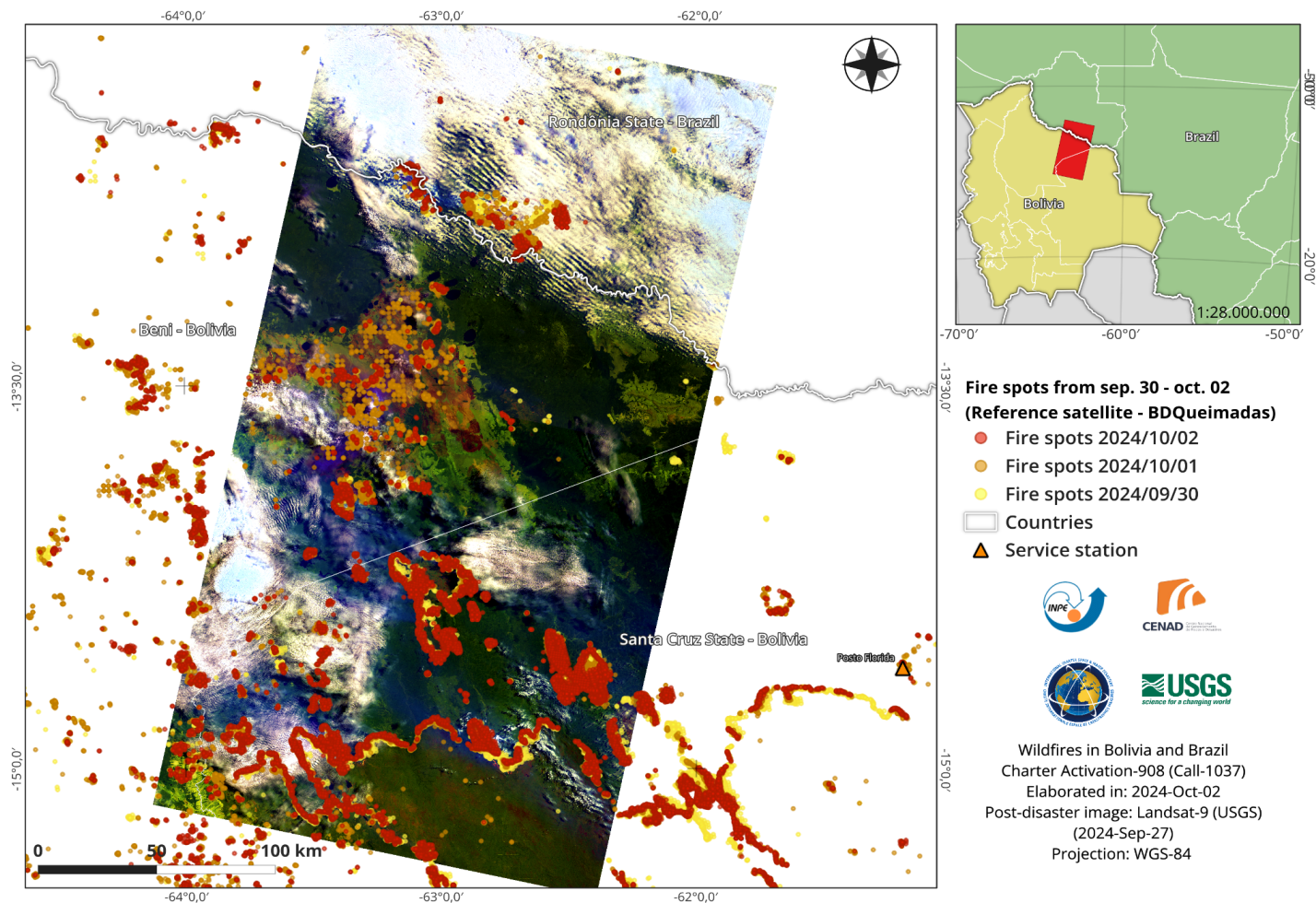


ANEXO 3



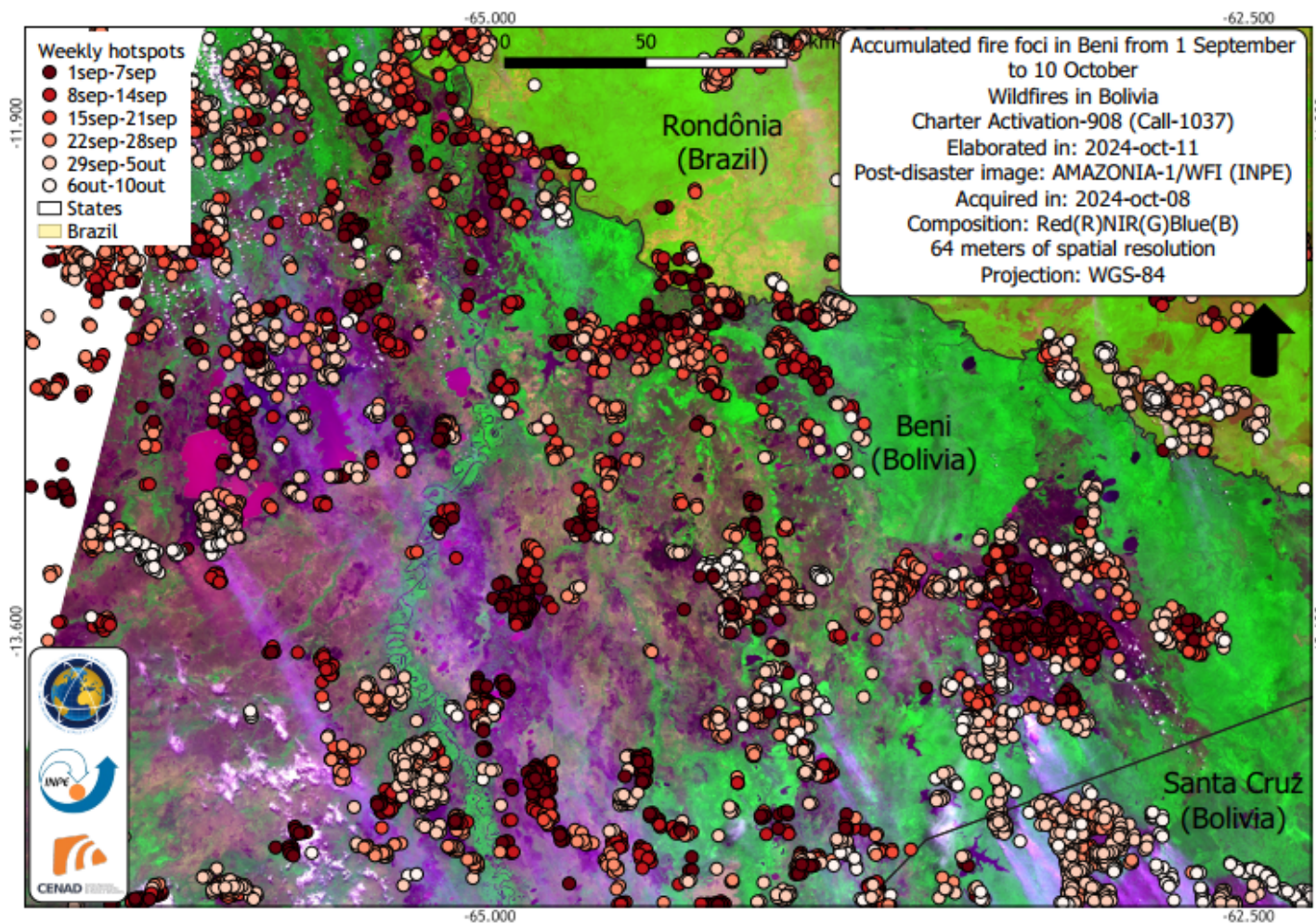


ANEXO 4



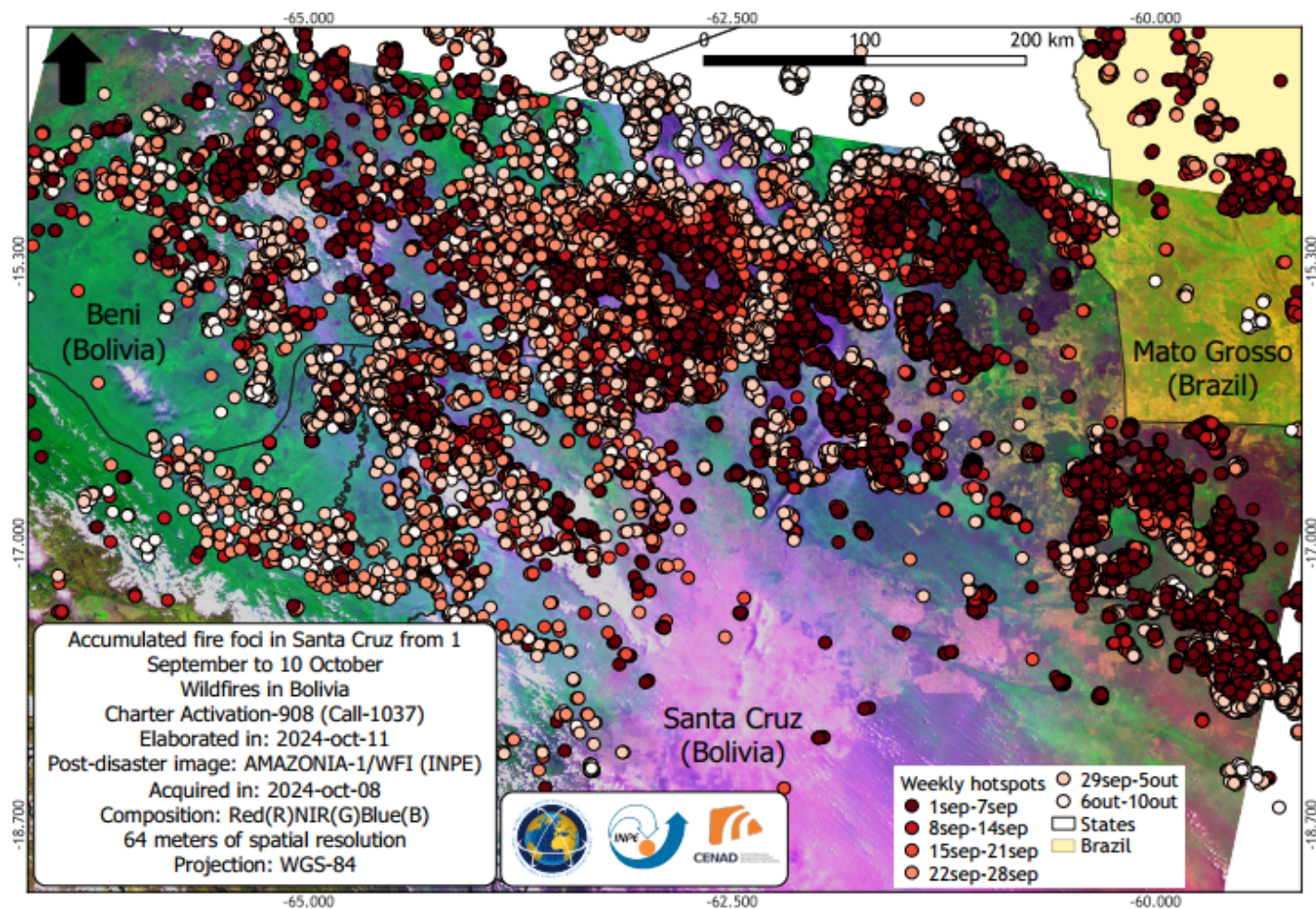


ANEXO 5



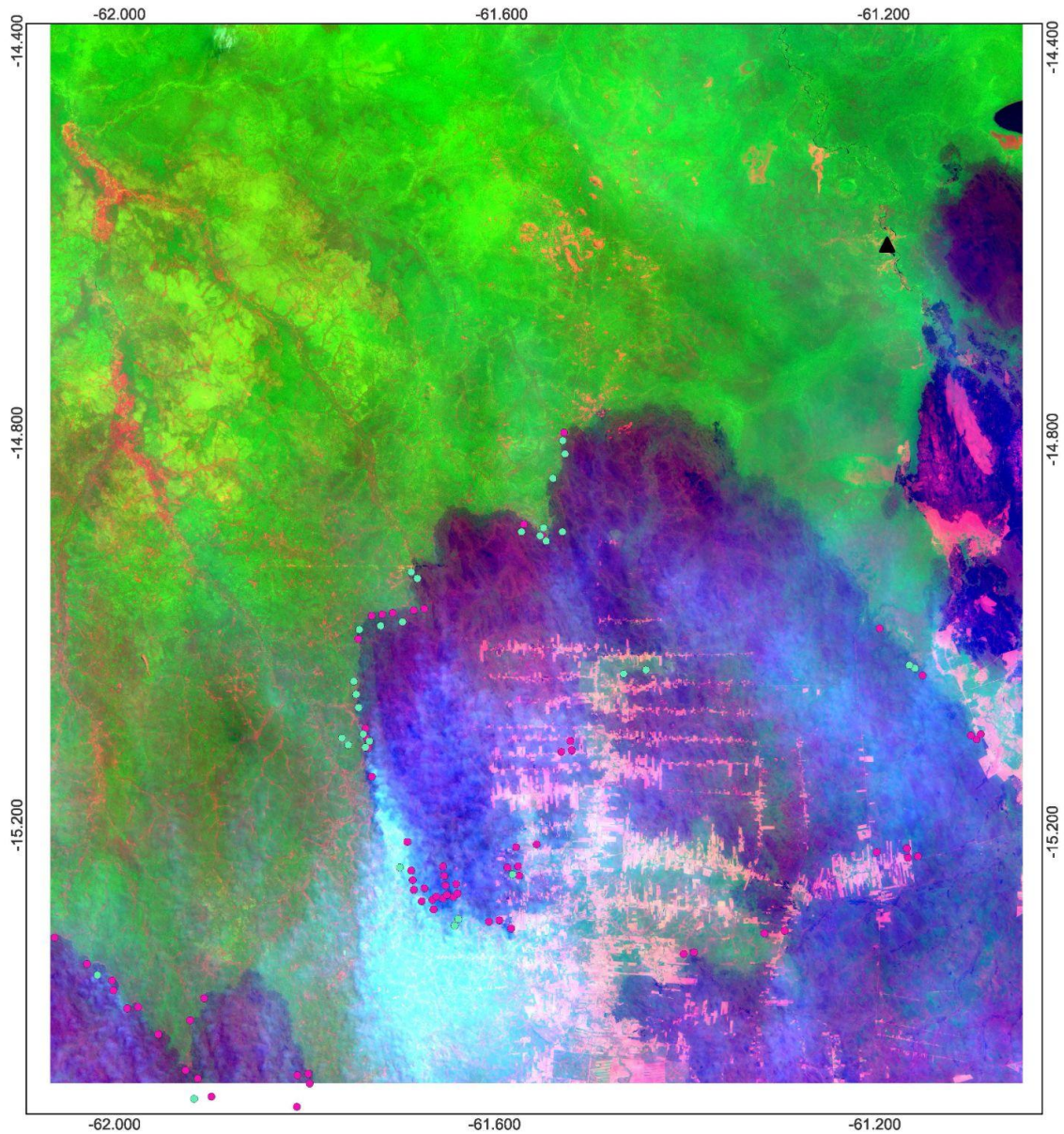


ANEXO 6





ANEXO 7



▲ Posto Florida

Fire foci

- September 12
- September 13



0 25 50 km

Burns around Posto Florida
Wildfires in Bolivia
Charter Activation-908 (Call-1037)
Elaborated in: 2024-sep-15
Post-disaster image: Sentinel-2A (ESA-Copernicus)
Acquired in: 2024-sep-13
Composition: SWIR(R)NIR(G)RED(B)
20 meters of spatial resolution
Projection: WGS-84