RedLaTIF
Red Latinoamericana de Teledetección e Incendios Forestales

CLASIFICACIÓN Y SEGMENTACIÓN DE CICATRIZES DE ÁREA QUEMADA EN EL CERRADO BRASILERO

Emiliano Melchiori
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
CPTEC – PROJETO QUEIMADAS
São José dos Campos, SP, Brasil

www.inpe.br/queimadas

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

FUNCATE
Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

FUNDO BRASILEIRO PARA A BIODIVERSIDADE
FUNBIO
Ministério do Meio Ambiente

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

CERRADO BRASILERO

SAVANA (principalmente)
AREA > 2.000.000 Km²

ESTADOS BRASILEROS:
GOIÁS
TOCANTINS
MATO GROSSO
MATO GROSSO DO SUL
MINAS GERAIS
BAHIA
MARANHÃO
PIAUÍ
RONDÔNIA
PARANÁ
SÃO PAULO
DISTRITO FEDERAL

CERRADO BRASILERO

FLORA y FAUNA:

11.627 ESPECIES NATIVAS DE PLANTAS CATALOGADAS

199 ESPECIES DE MAMIFEROS

837 ESPECIES AVES

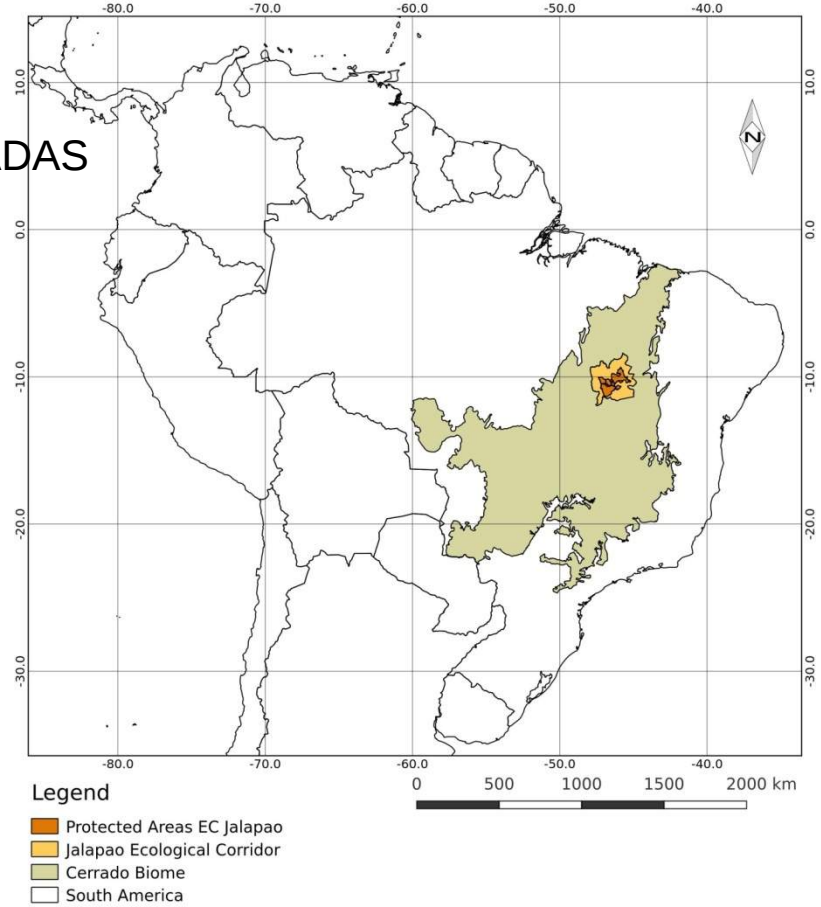
1200 ESPECIES DE PECES

180 ESPECIES DE REPTILES

150 ESPECIES ANFIBIAS

IMPORTANCIA SOCIAL:

VARIAS ETNIAS ORIGINALES:
QUILOMBOLAS, GERAIZEIROS, RIBEIRINHOS, BABAÇUEIRAS, VAZANTEIROS, AMONG OTHERS



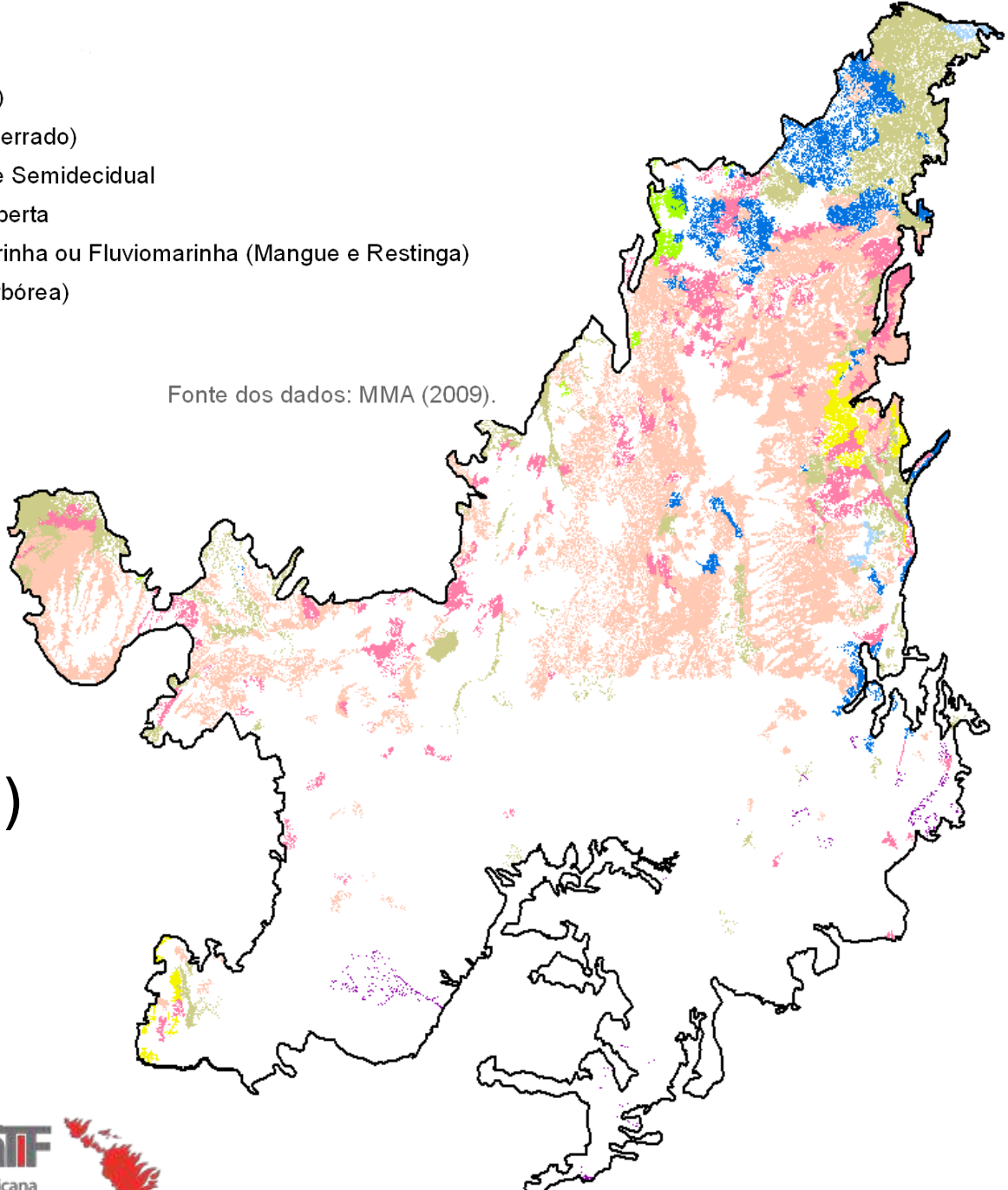
A PESAR DE SU IMPORTANTE BIODIVERSIDAD Y SU IMPORTANCIA CULTURAL, EL CERRADO BRASILERO TIENE UM PORCENTAGE MUY PEQUEÑO DE ÁREAS BAJO PROTECCIÓN INTEGRAL. 8.21% DE SU TERRITORIO ES RECONOCIDO COMO ÁREAS DE CONSERVACIÓN Y 4.4% ES RECONOCIDO COMO TERRITORIO INDÍGENA.

FUENTE: WWW.MMA.GOV.BR/BIOMAS/CERRADO

Tipologia de Florestas

- Savana Florestada (Cerradão)
- Savana Arborizada (Campo-Cerrado)
- Floresta Estacional Decidual e Semidecidual
- Floresta Ombrófila Densa e Aberta
- Vegetação com Influência Marinha ou Fluviomarinha (Mangue e Restinga)
- Savana Estépica (Caatinga Arbórea)
- Vegetação Secundária
- Reflorestamento

Fonte dos dados: MMA (2009).



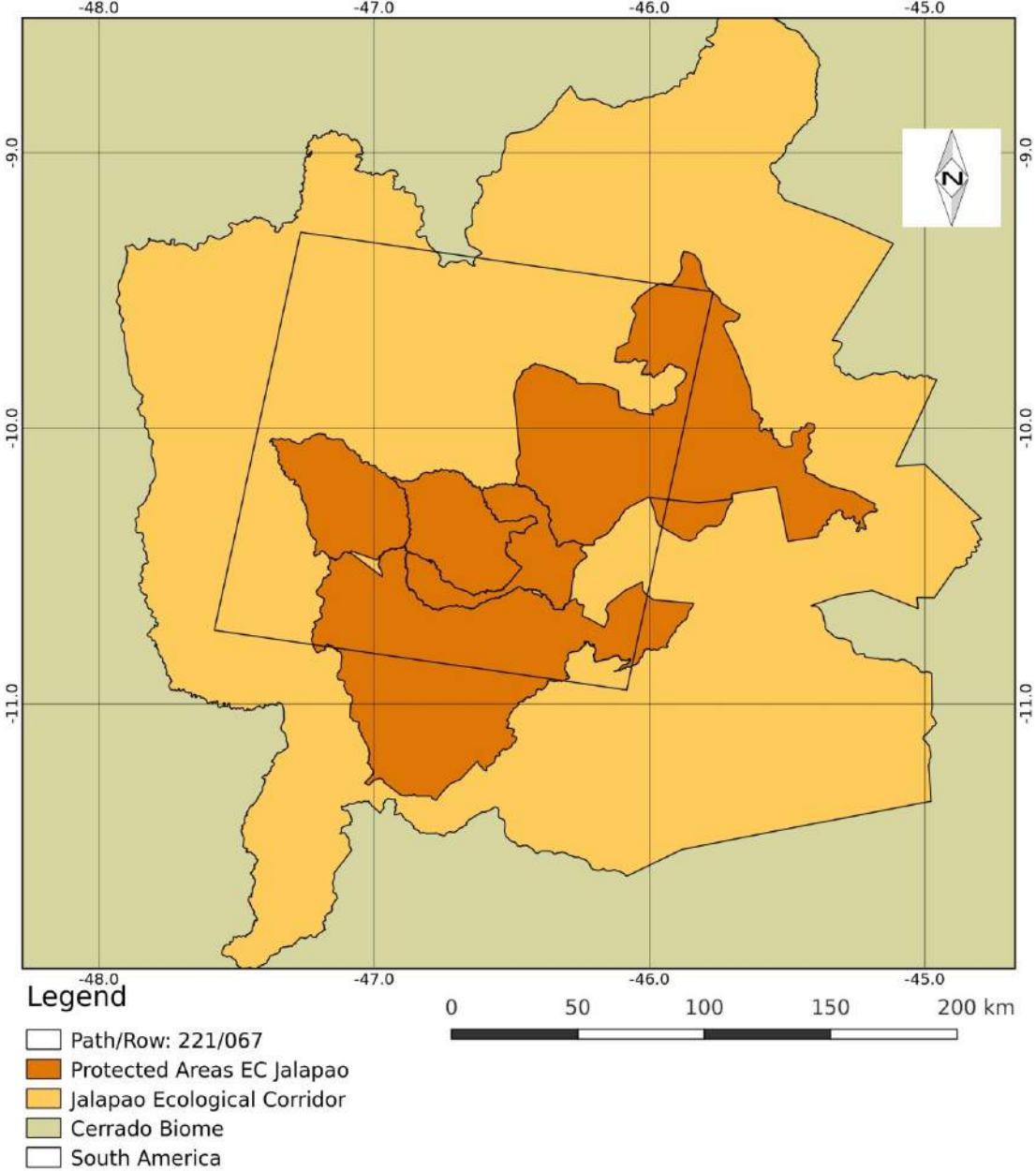
Cobertura florestal estimada (ha) (2013)

34,4%

ÁREA DE ESTUDIO

CORREDOR ECOLOGICO DEL JALAPÃO

REFORZAR LA CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA DEL JALAPÃO MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE LAS PRINCIPALES ÁREAS DE CONSERVACIÓN



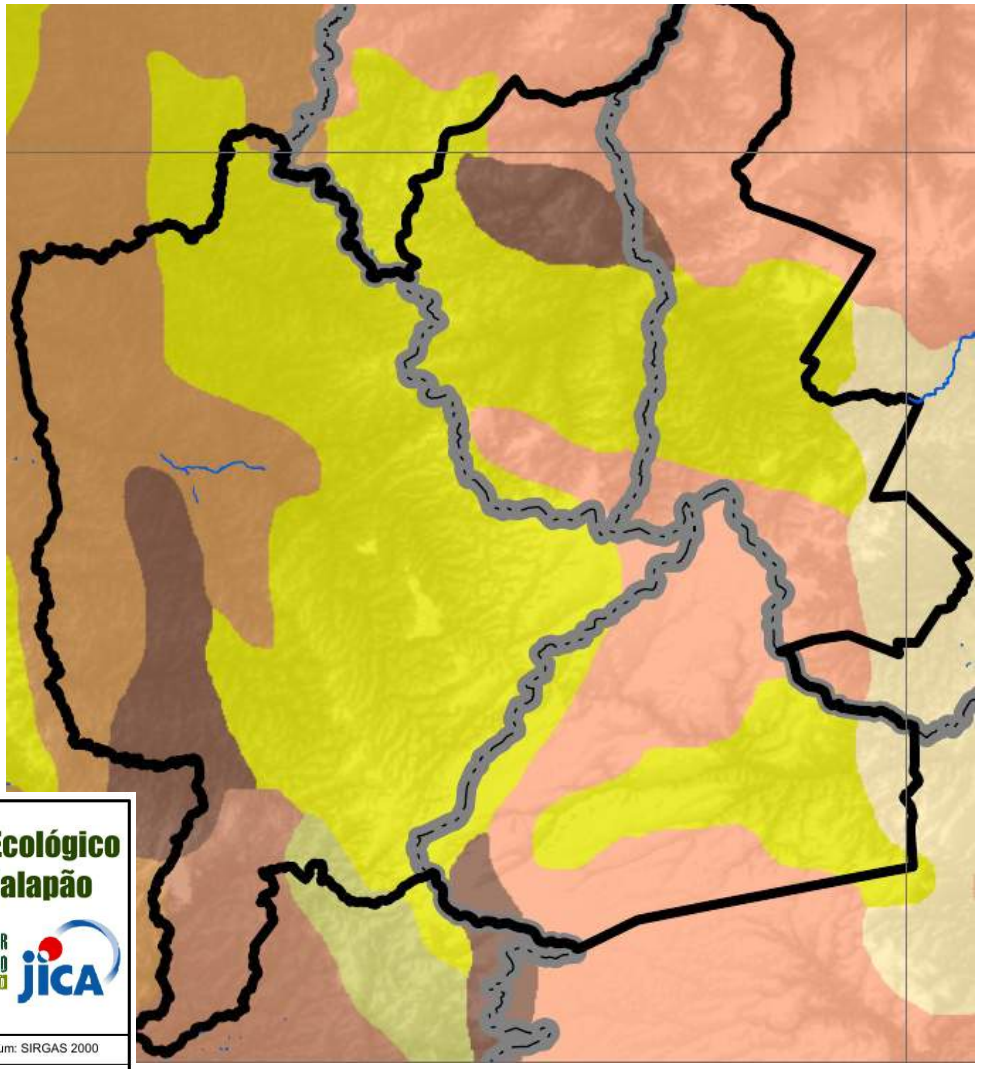
www.inpe.br/queimadas

RedLaTIF
Red Latinoamericana de Teledetección e Incendios Forestales

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

CORREDOR ECOLOGICO DEL JALAPÃO

SUELOS



Legenda

- Estados
- Área Alvo

Solos

- Água
- Areia quartzosa
- Brunizem avermelhado
- Cambissolo
- Gleissolo
- Latossolo verm.-amarelo
- Latossolo verm.-escuro
- Latossolo roxo
- Podzólico vermelho-amarelo
- Podzólico vermelho-escuro
- Planossolo solódico
- Plintossolo
- Plintossolo pétrico
- Solo aluvial
- Solo litólico

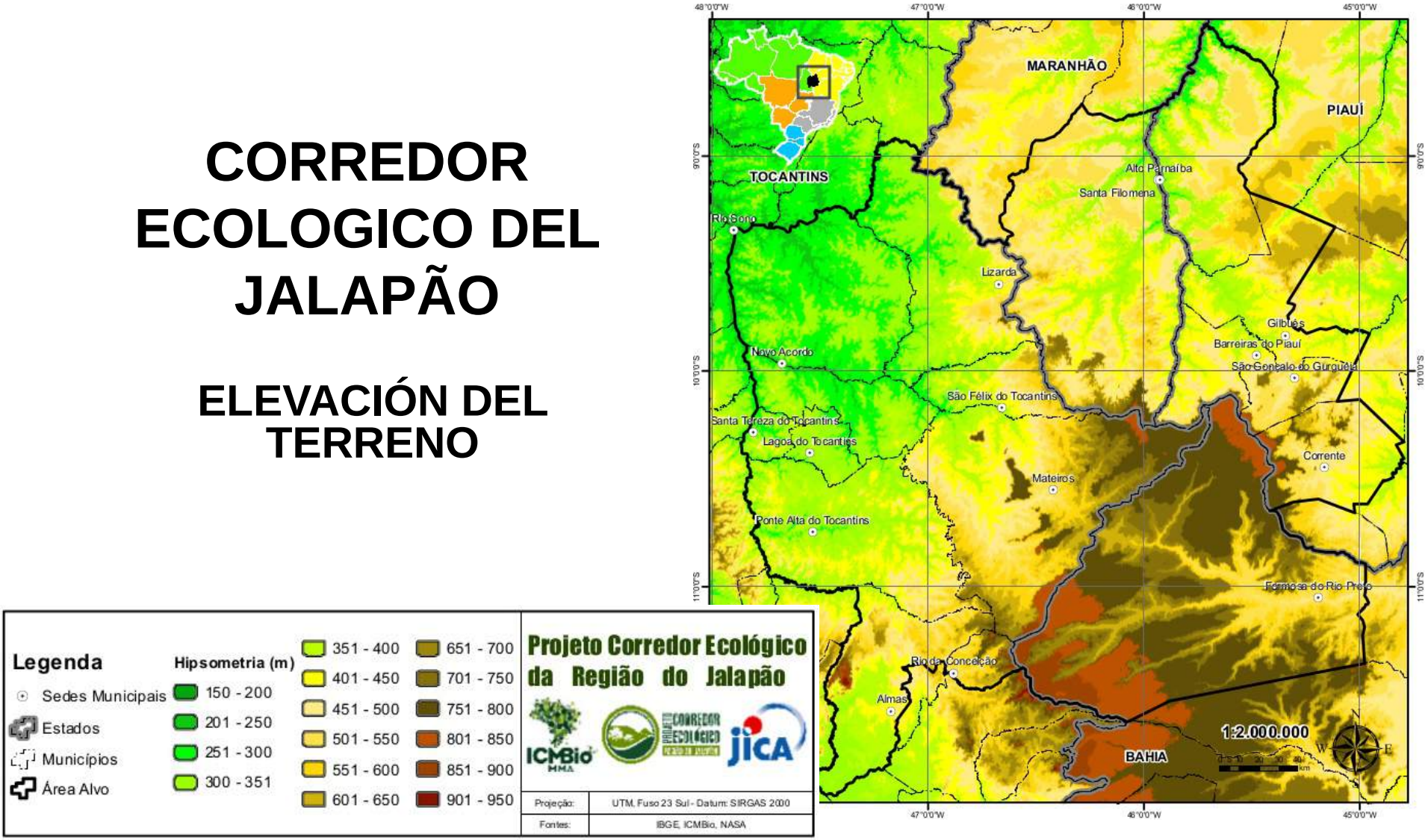
Projeto Corredor Ecológico da Região do Jalapão

Projeção:	UTM, Fuso 23 Sul - Datum: SIRGAS 2000
Fontes:	IBGE, ICMBio, NASA

FUENTE: ATLAS CORREDOR ECOLÓGICO DA REGIÃO DO JALAPÃO

CORREDOR ECOLOGICO DEL JALAPÃO

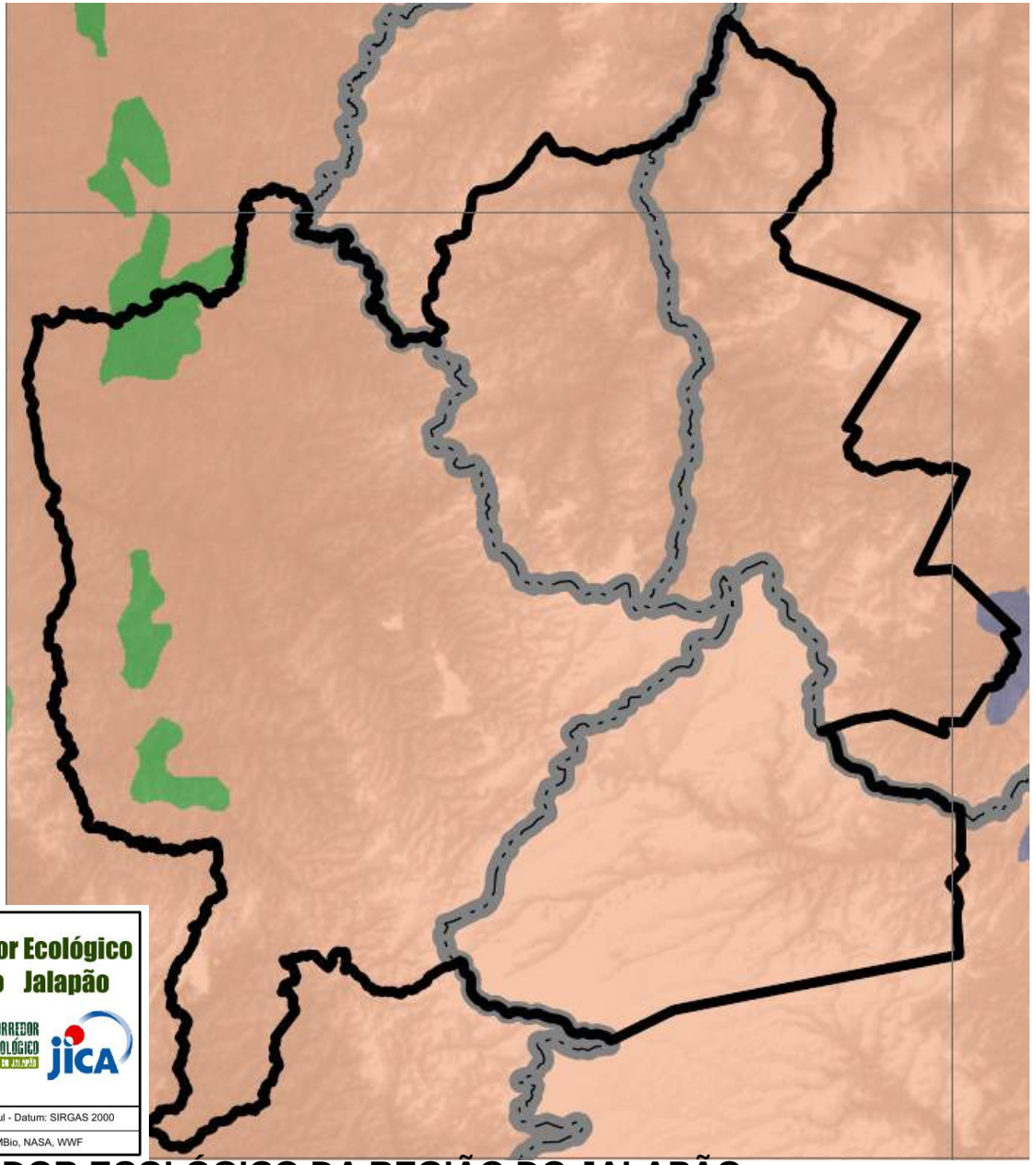
ELEVACIÓN DEL TERRENO



FUENTE: ATLAS CORREDOR ECOLÓGICO DA REGIÃO DO JALAPÃO

CORREDOR ECOLOGICO DEL JALAPÃO

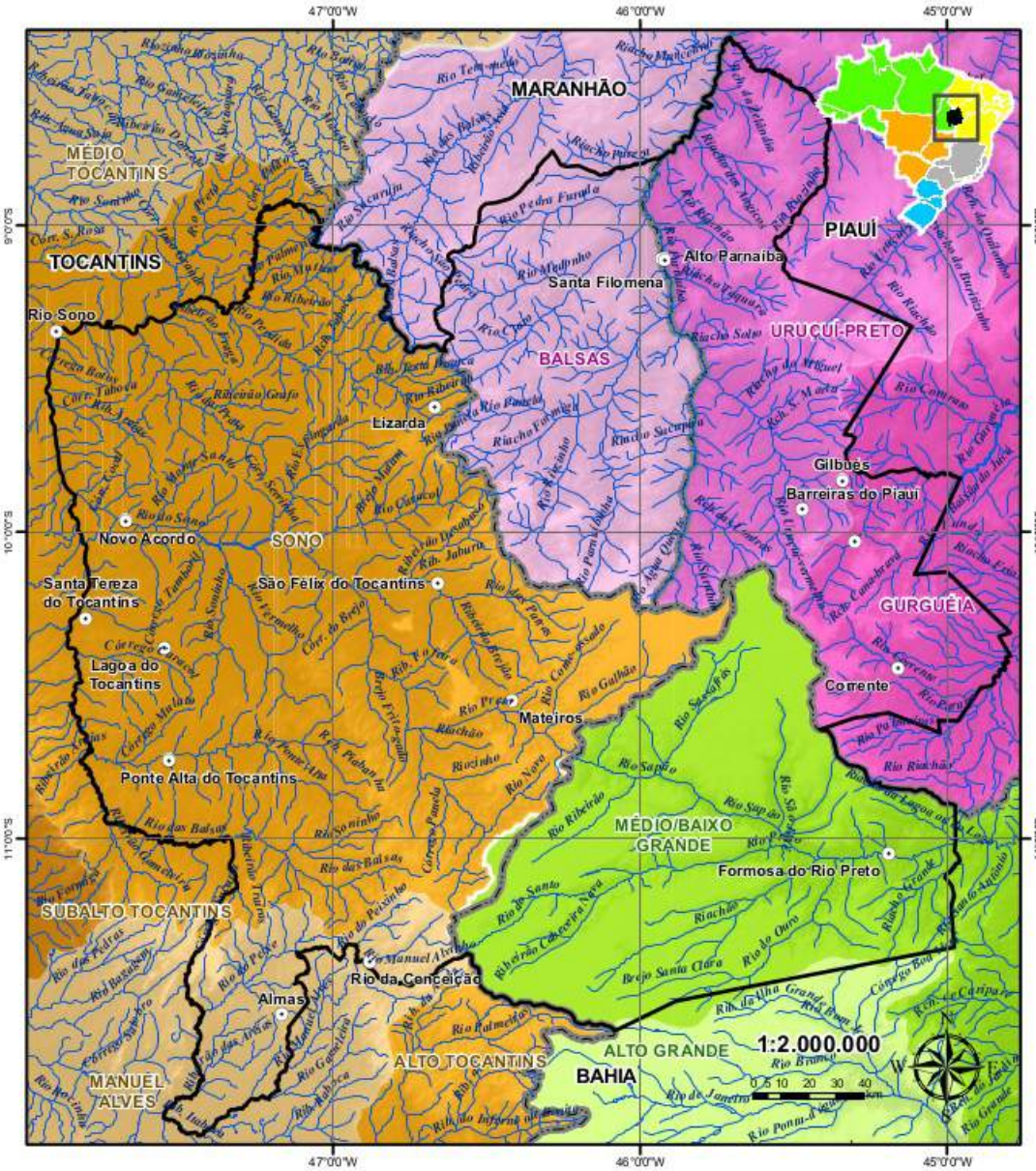
ECOREGIONES



FUENTE: ATLAS CORREDOR ECOLÓGICO DA REGIÃO DO JALAPÃO

CORREDOR ECOLOGICO DEL JALAPÃO

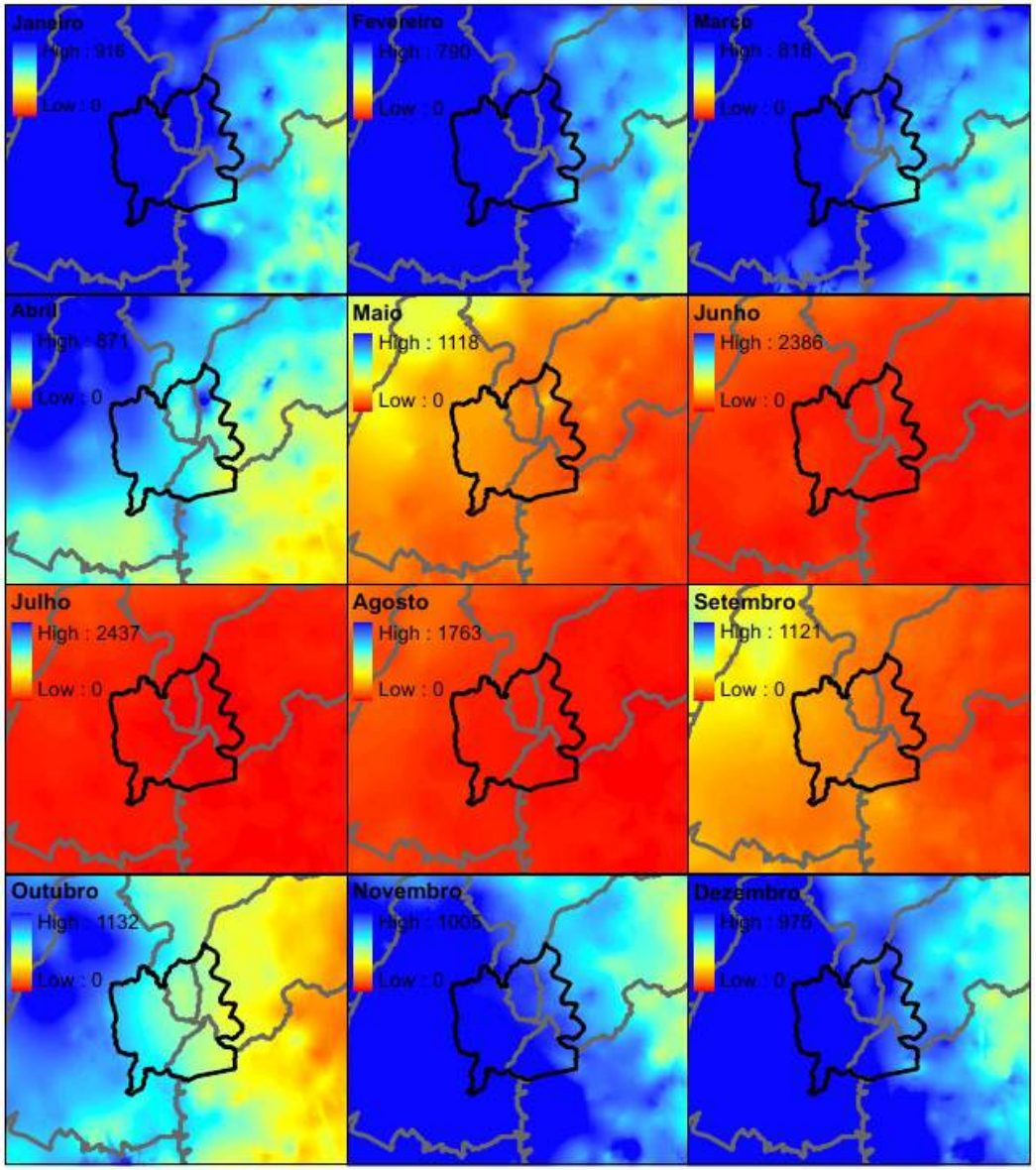
HIDROGRAFIA



FUENTE: ATLAS CORREDOR ECOLÓGICO DA REGIÃO DO JALAPÃO

CORREDOR ECOLOGICO DEL JALAPÃO

PRECIPITACIONES



FUENTE: ATLAS CORREDOR ECOLÓGICO DA REGIÃO DO JALAPÃO

CORREDOR ECOLOGICO DEL JALAPÃO - CLIMA

LLUVIAS CONCENTRADAS EN EL VERANO – EL INVIERNO ES SECO.

95% DE LAS PRECIPITACIONES OCURREN DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS.

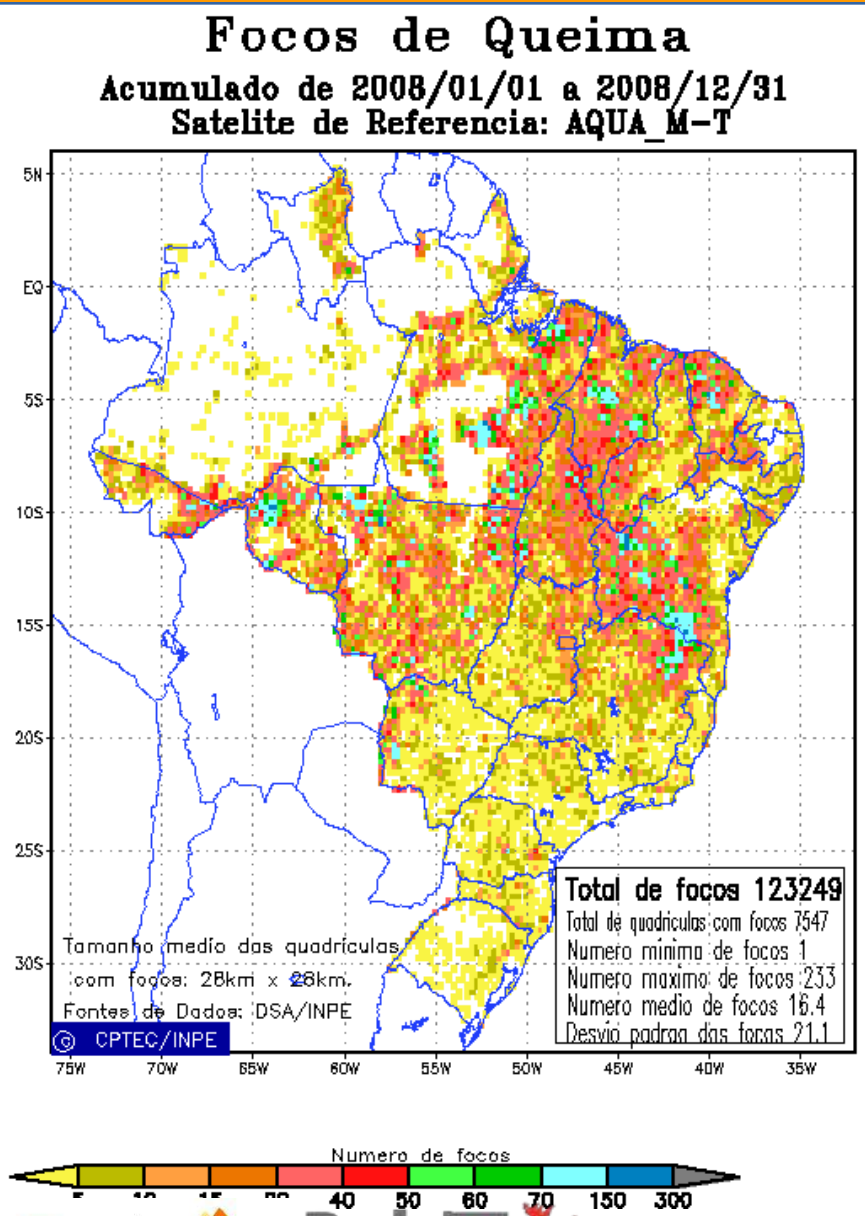
CLIMA PREVALECIENTE HUMEDO CALIDO SEMI – TROPICAL CON 4-5 MESES DE SECA

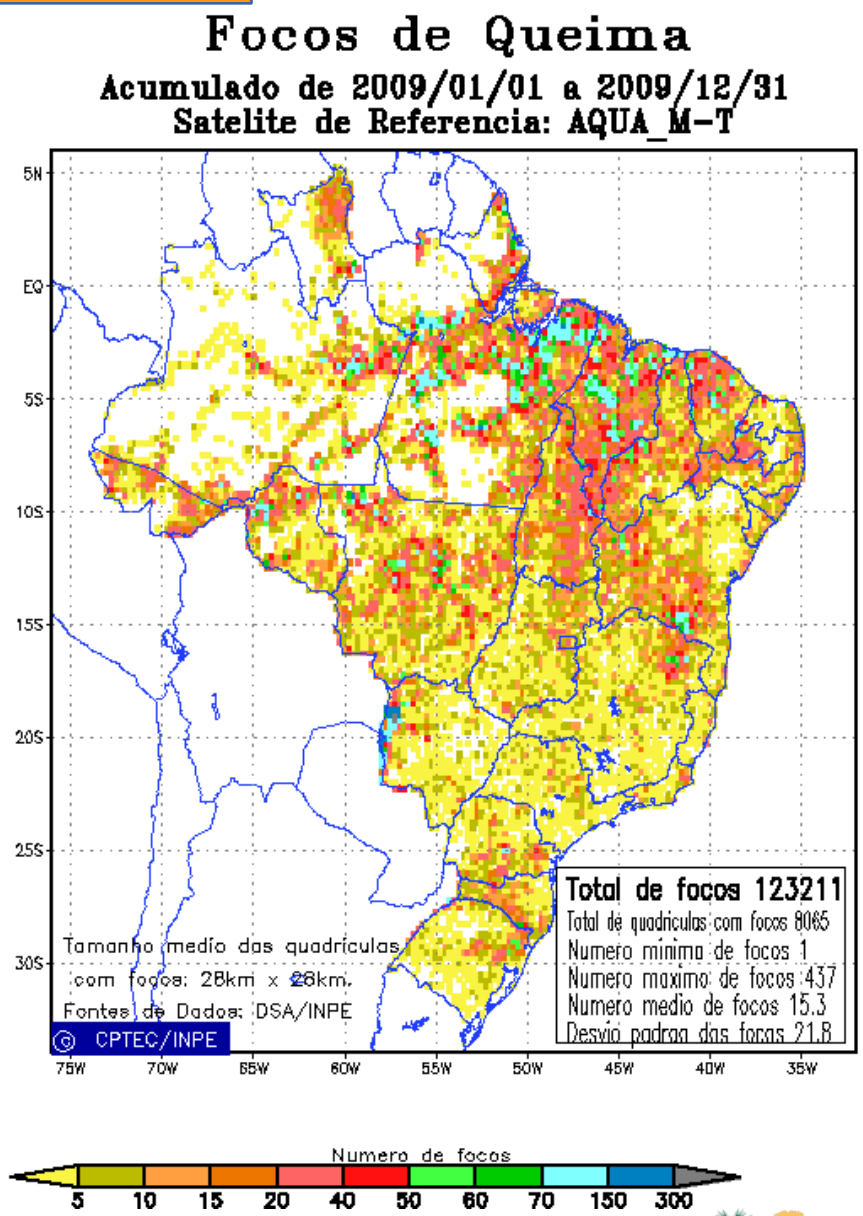
TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE 23°C.
MAXIMA TEMPERATURA DE 37°C EN JUNIO - SEPTIEMBRE

PERIODO DE LLUVIAS (OCTUBRE – MAYO).
VALOR MEDIO TOTAL DE LLUVIAS: 800 – 1300 mm

FUENTE: ATLAS CORREDOR ECOLÓGICO DA REGIÃO DO JALAPÃO

CORREDOR ECOLOGICO DEL JALAPÃO - FUEGOS





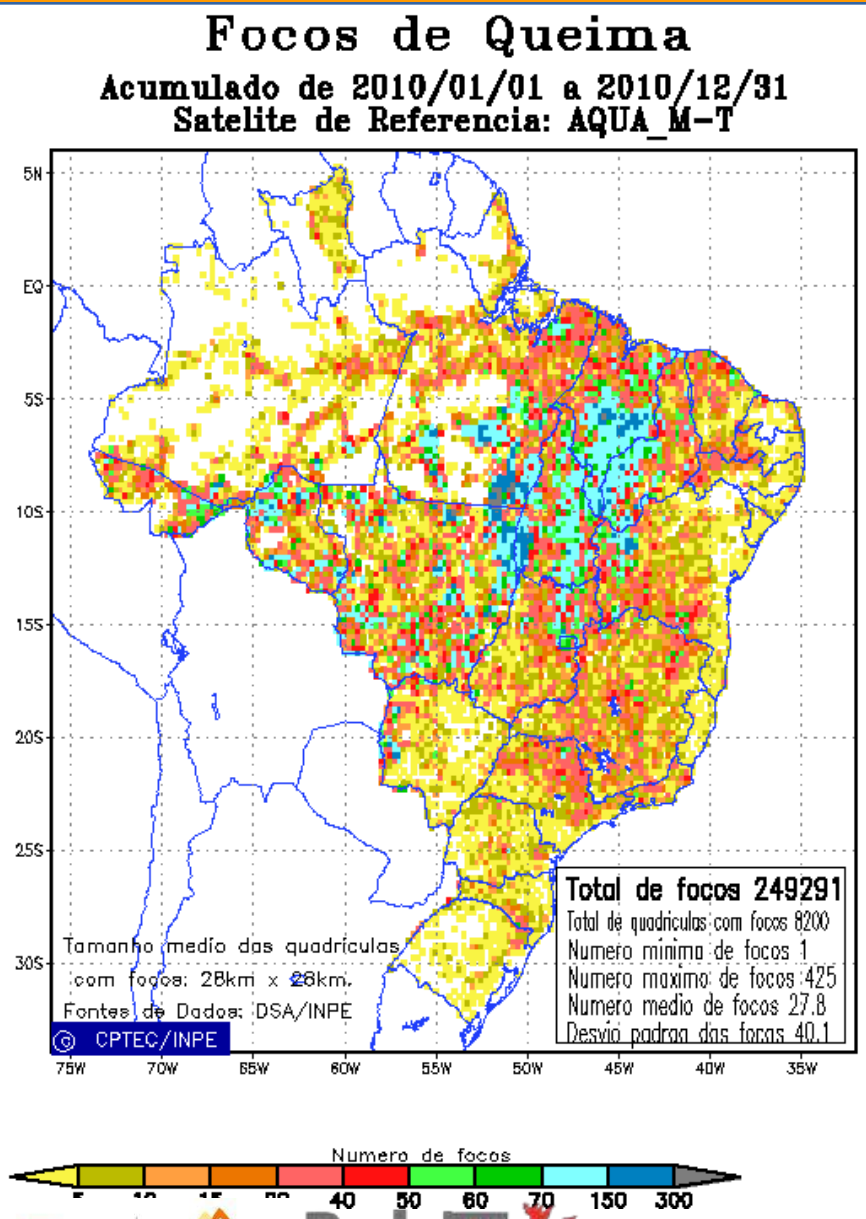
www.inpe.br/queimadas

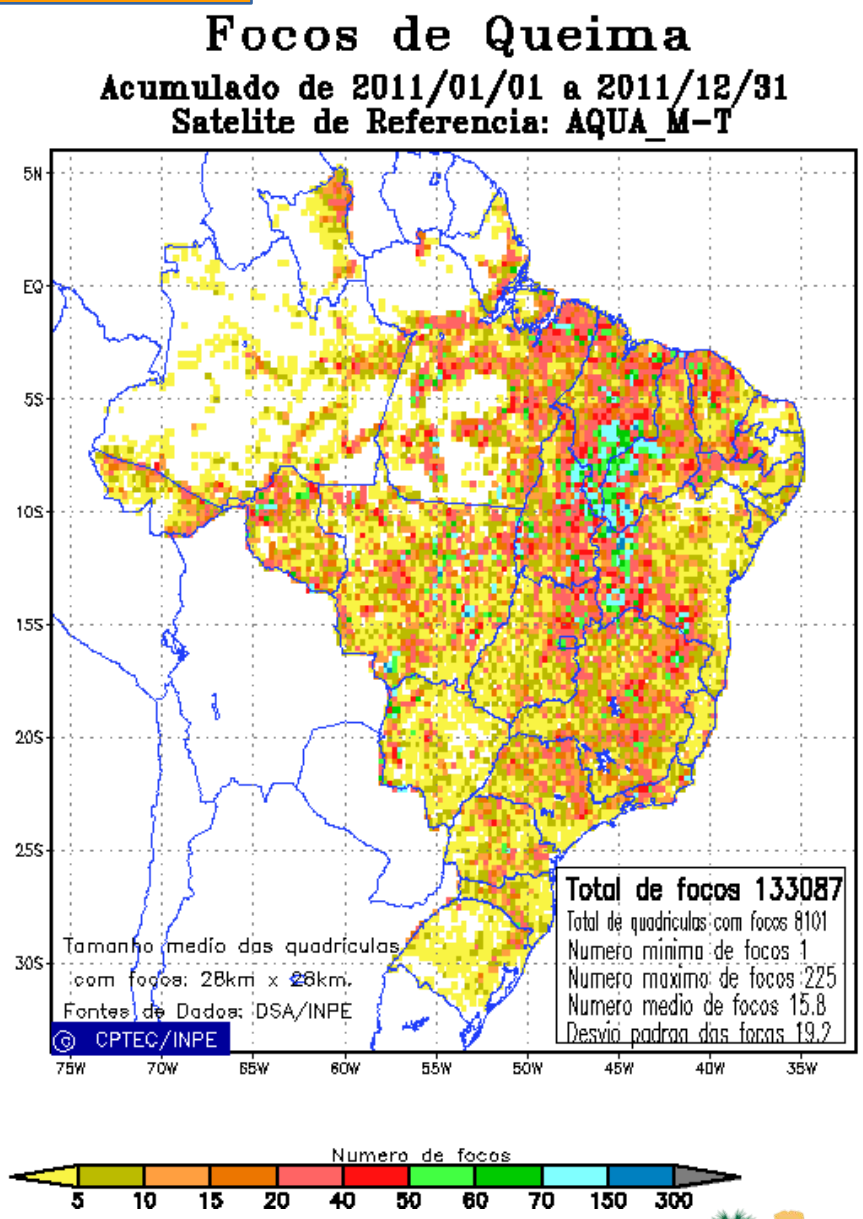
RedLaTIF
Red Latinoamericana de Teledetección e Incendios Forestales

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

CORREDOR ECOLOGICO DEL JALAPÃO - FUEGOS





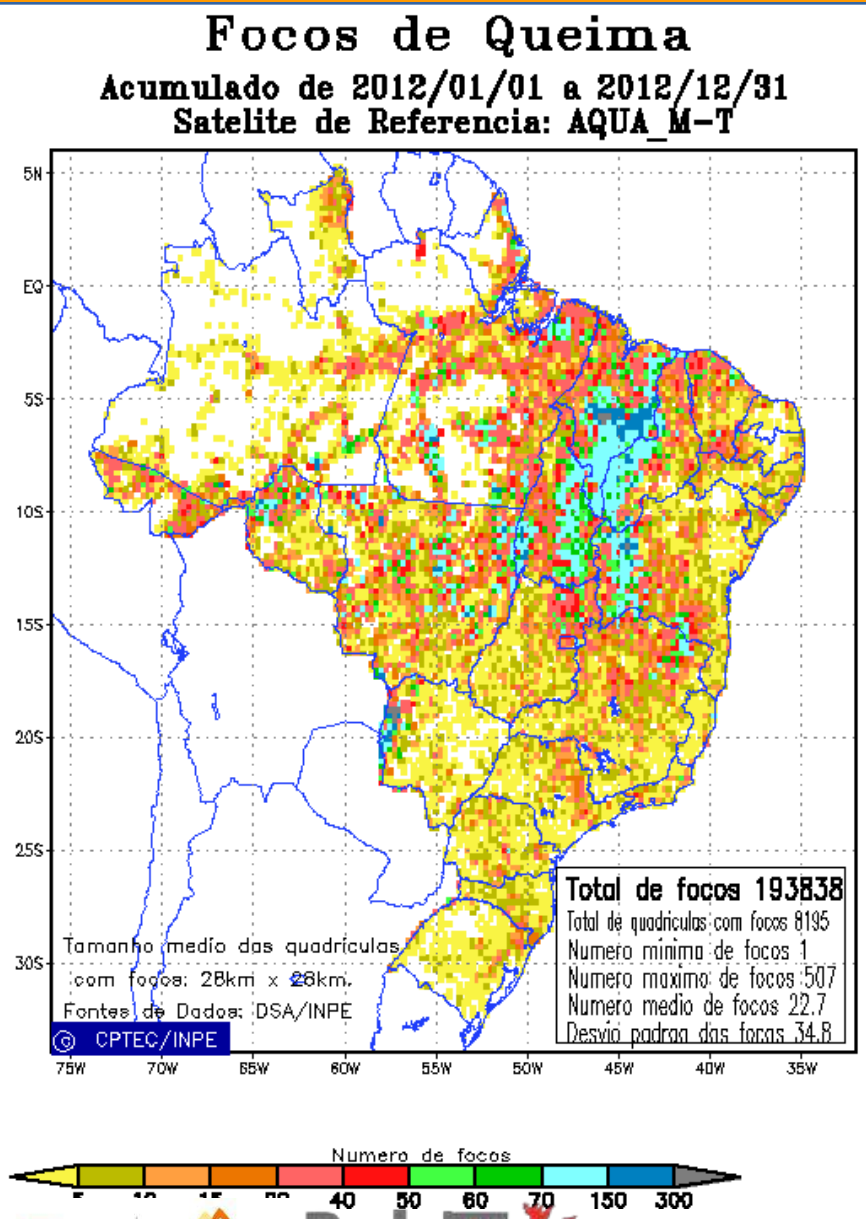
www.inpe.br/queimadas

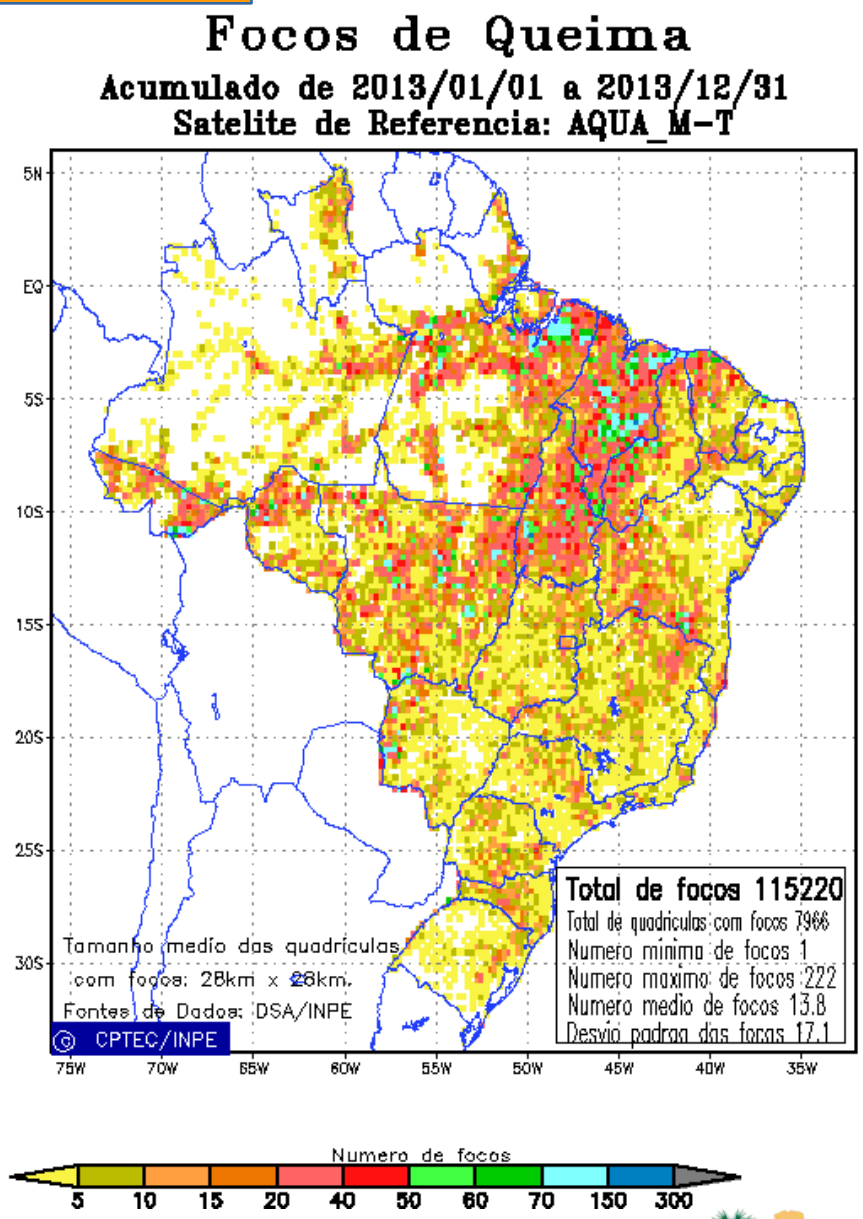
RedLaTIF
Red Latinoamericana de Teledetección e Incendios Forestales

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

CORREDOR ECOLOGICO DEL JALAPÃO - FUEGOS





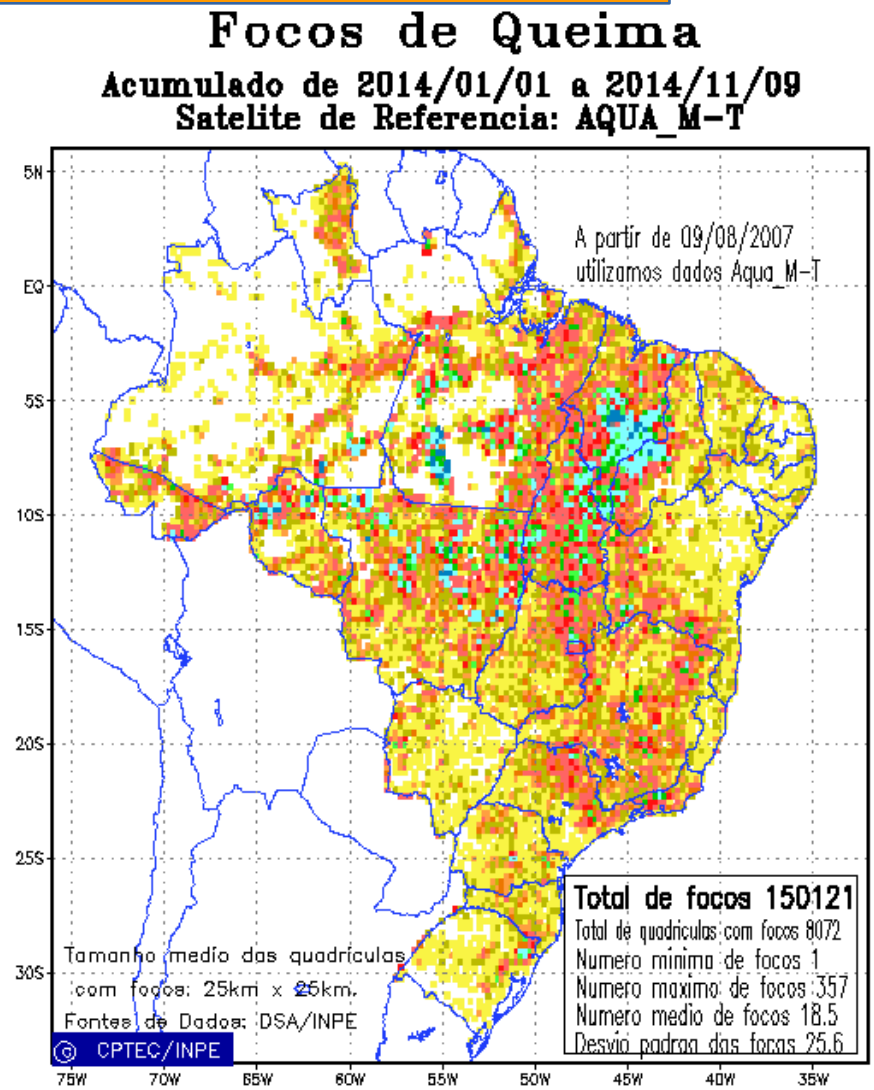
www.inpe.br/queimadas

RedLaTIF Red Latinoamericana de Teledetección e Incendios Forestales

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

CORREDOR ECOLOGICO DEL JALAPÃO - FUEGOS



www.inpe.br/queimadas

RedLaTIF
Red Latinoamericana de Teledetección e Incendios Forestales

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

UNA CRECIENTE PRESIÓN ESTA SIENDO EJERCIDA SOBRE LA REGIÓN EN TÉRMINOS DE DEFORESTACIÓN Y QUEMAS IRREGULARES

LA REGIÓN DEL JALAPÃO CUENTA EL 60% DEL TOTAL DE FUEGOS DETECTADOS EN EL CERRADO EN 2010

PROYECTO:

"PREVENCIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE QUEMAS IRREGULARES E INCENDIOS FORESTALES EN LA REGIÓN DEL CERRADO

OBJETIVOS:

DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN PROGRAMA PARA CREAR MAPAS DE ÁREAS QUEMADAS EN IMÁGENES DE RESOLUCIÓN ESPACIAL MEDIA EN SERIES TEMPORALES

REQUSITOS:

- **NO PUEDE UTILIZAR LIBRERIAS O FUNCIONES COMERCIALES**
- **DEBE EJECUTARSE EN SISTEMAS OPERATIVOS LINUX**
- **DEBE SER SIMPLE Y FACIL DE ADAPTAR**

SOLUCIÓN: PYTHON + GDAL + NUMPY + ETC + ETC

PUNTO DE PARTIDA:

IMAGEN COMPUESTA DE ÍNDICES ESPECTRALES PARA INTERPRETACIÓN VISUAL DE ÁREAS QUEMADAS EN SERIES DE IMAGENES LANDSAT

IMAGEN COMPUESTA:
CONSIDERANDO DOS IMAGENES CONSECUTIVAS Y CORRESPONDIENTES A LAS FECHAS $DATA_1$ Y $DATA_2$

R: $\Delta NDVI = NDVI(DATA_1) - NDVI(DATA_2)$
G: $NBRL(DATA_2)$
B: $\Delta NBRL = NBRL(DATA_1) - NBRL(DATA_2)$

$$NDVI = \frac{\rho NIR - \rho RED}{\rho NIR + \rho RED}$$

$$NBRL = \frac{\rho NIR - \rho SWIRL}{\rho NIR + \rho SWIRL}$$

IMAGEN COMPUESTA:

Fecha Imagen 1: 13/07/2013

Date Imagen 2: 29/07/2013

R: ΔNDVI

G: NBRL($DATA_2$)

B: ΔNBRL

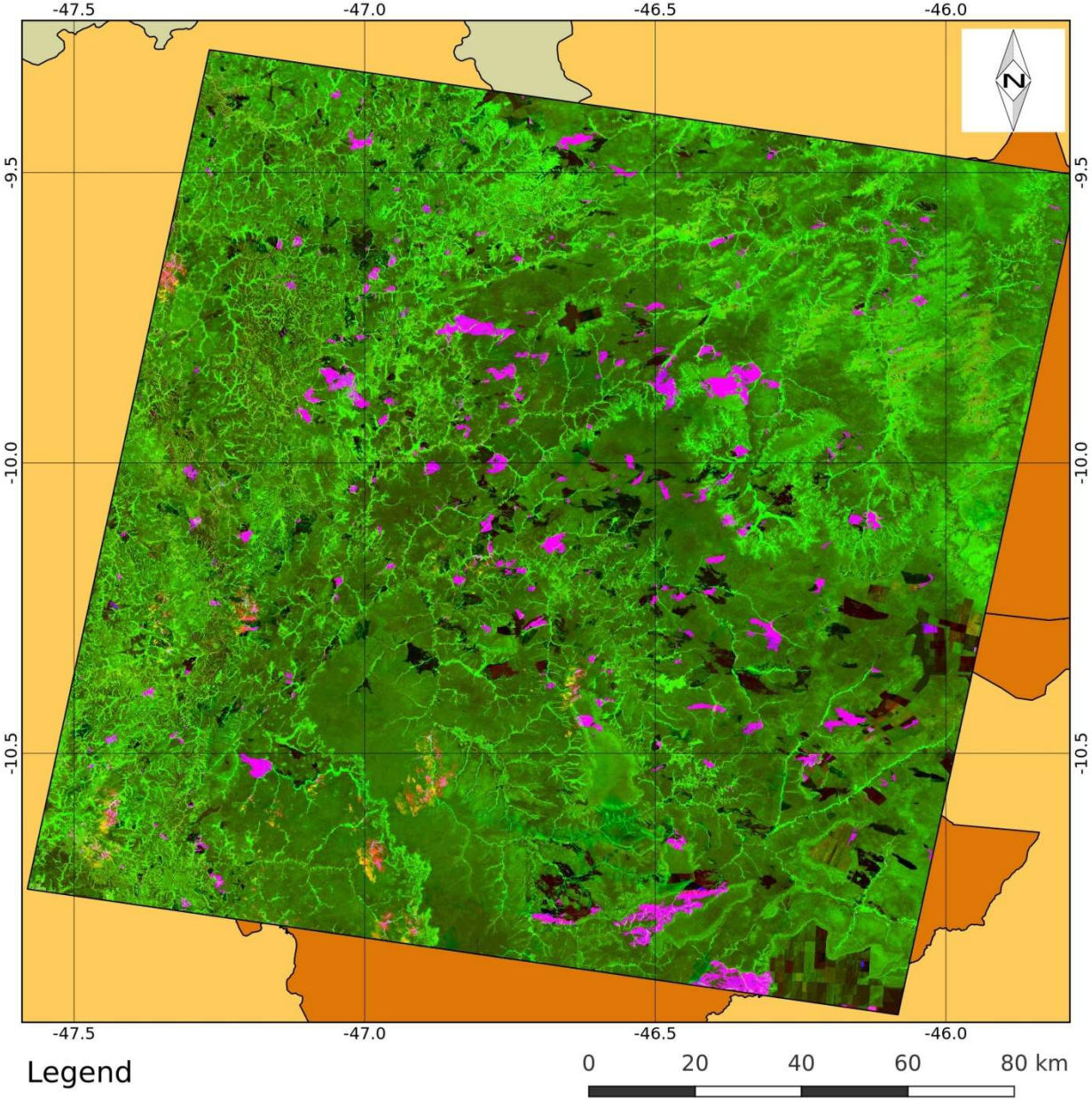
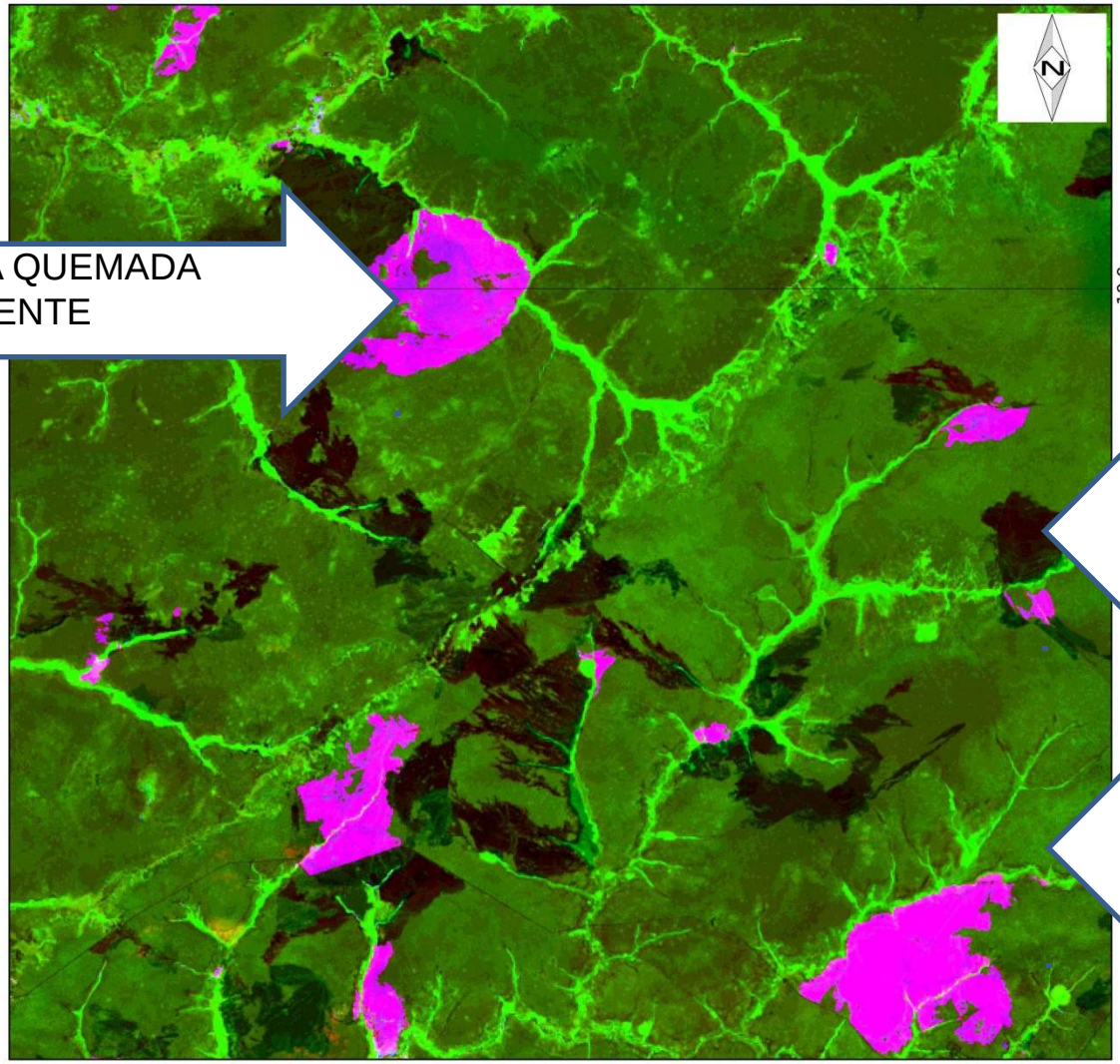


IMAGEN COMPUESTA:



ÁREA QUEMADA RECIENTE

ÁREA QUEMADA ANTIGUA

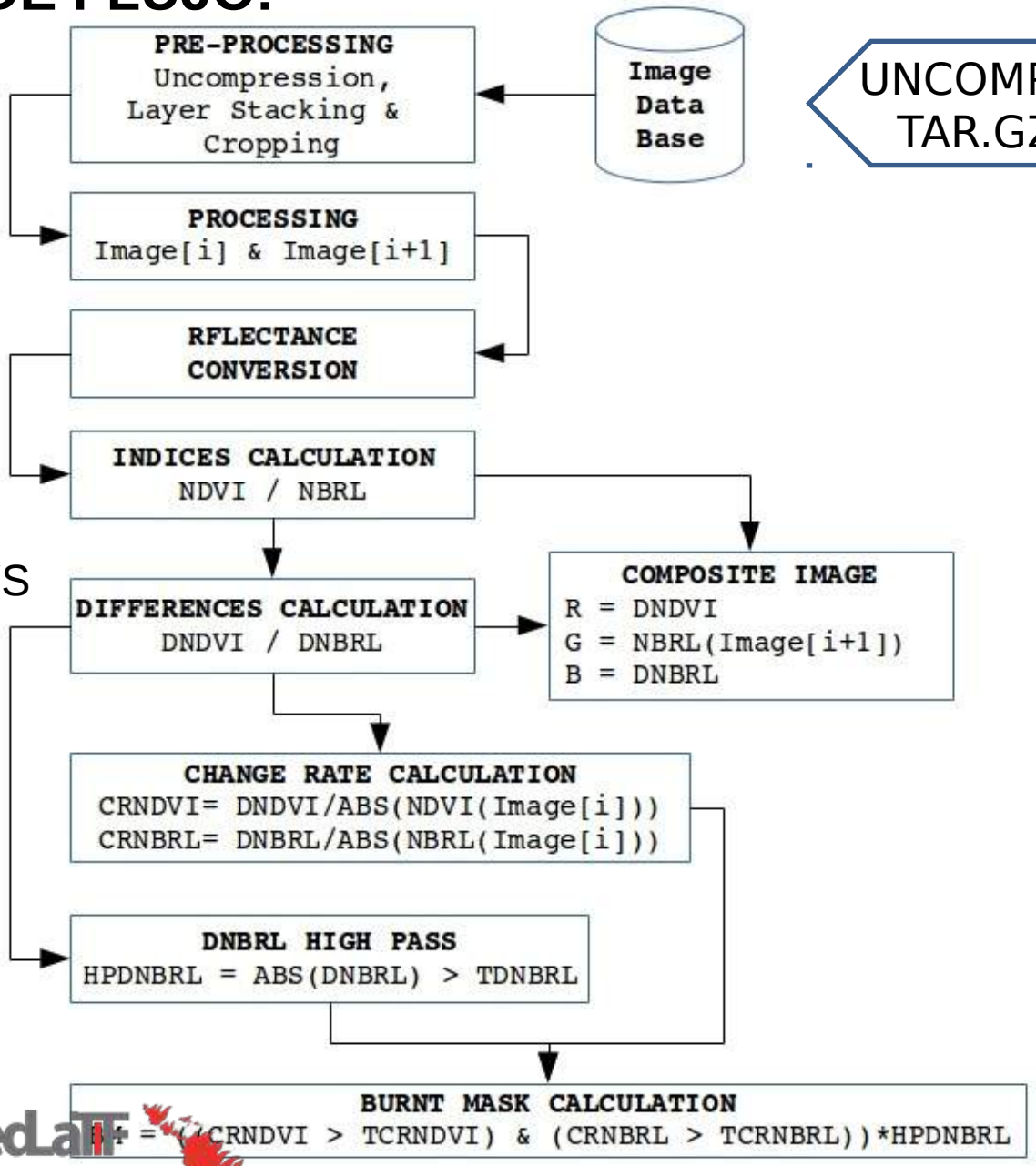
ÁREA SIN CAMBIOS

Legend

221/067 2013-07-29 COMPOSITE

0 2 4 6 8 km

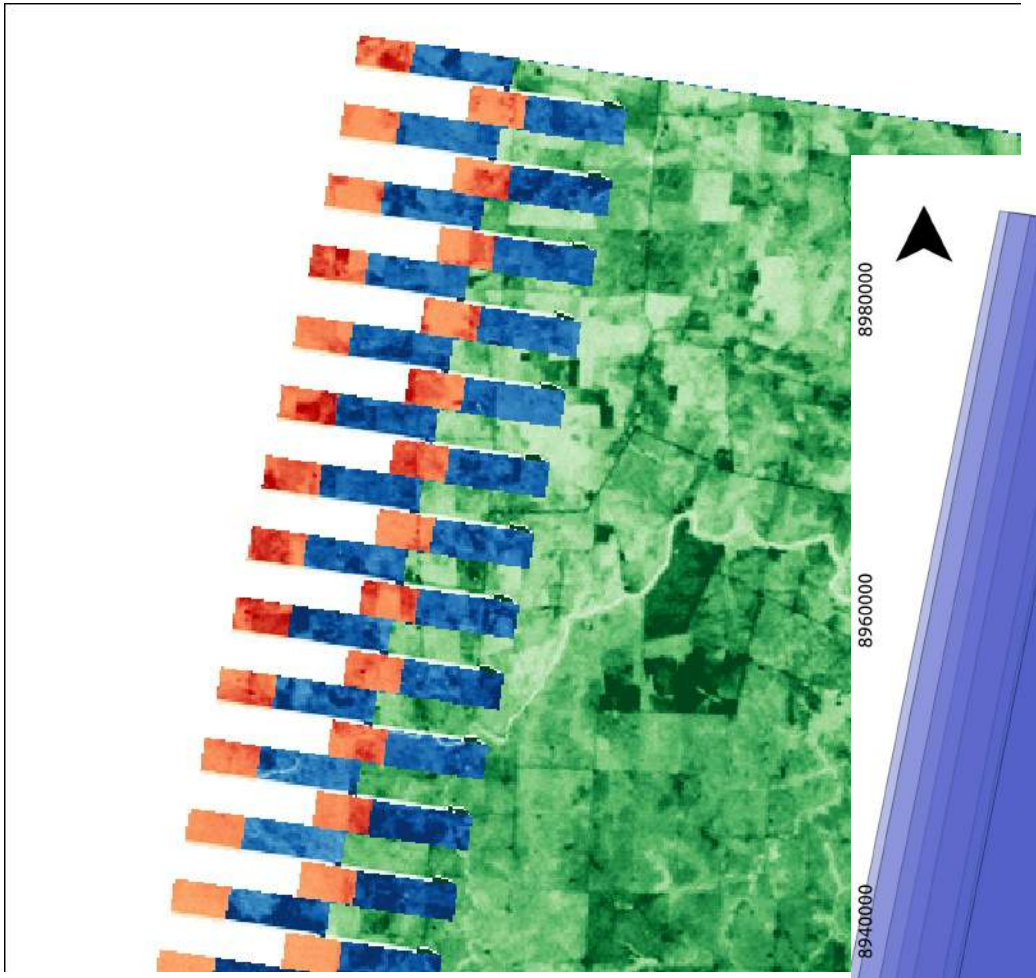
DIAGRAMA DE FLUJO:

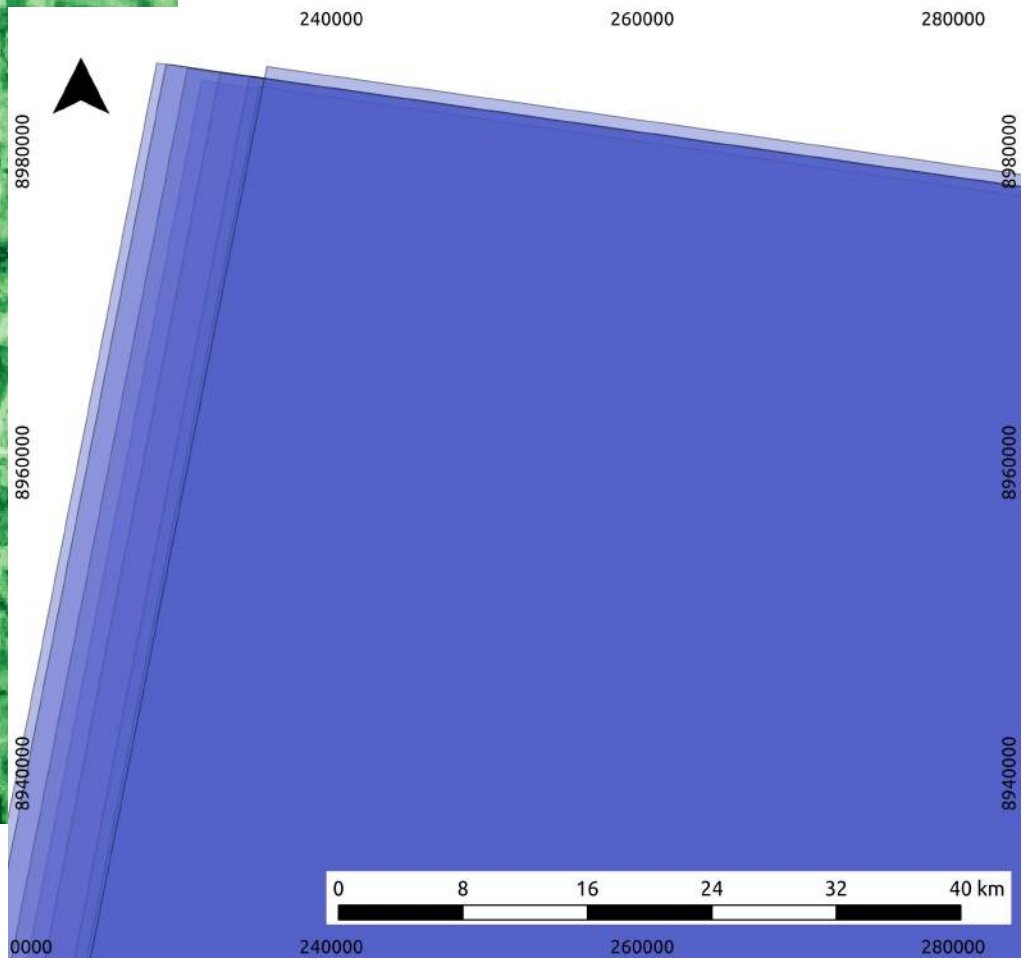


UNCOMPRESSED
TAR.GZ FILES

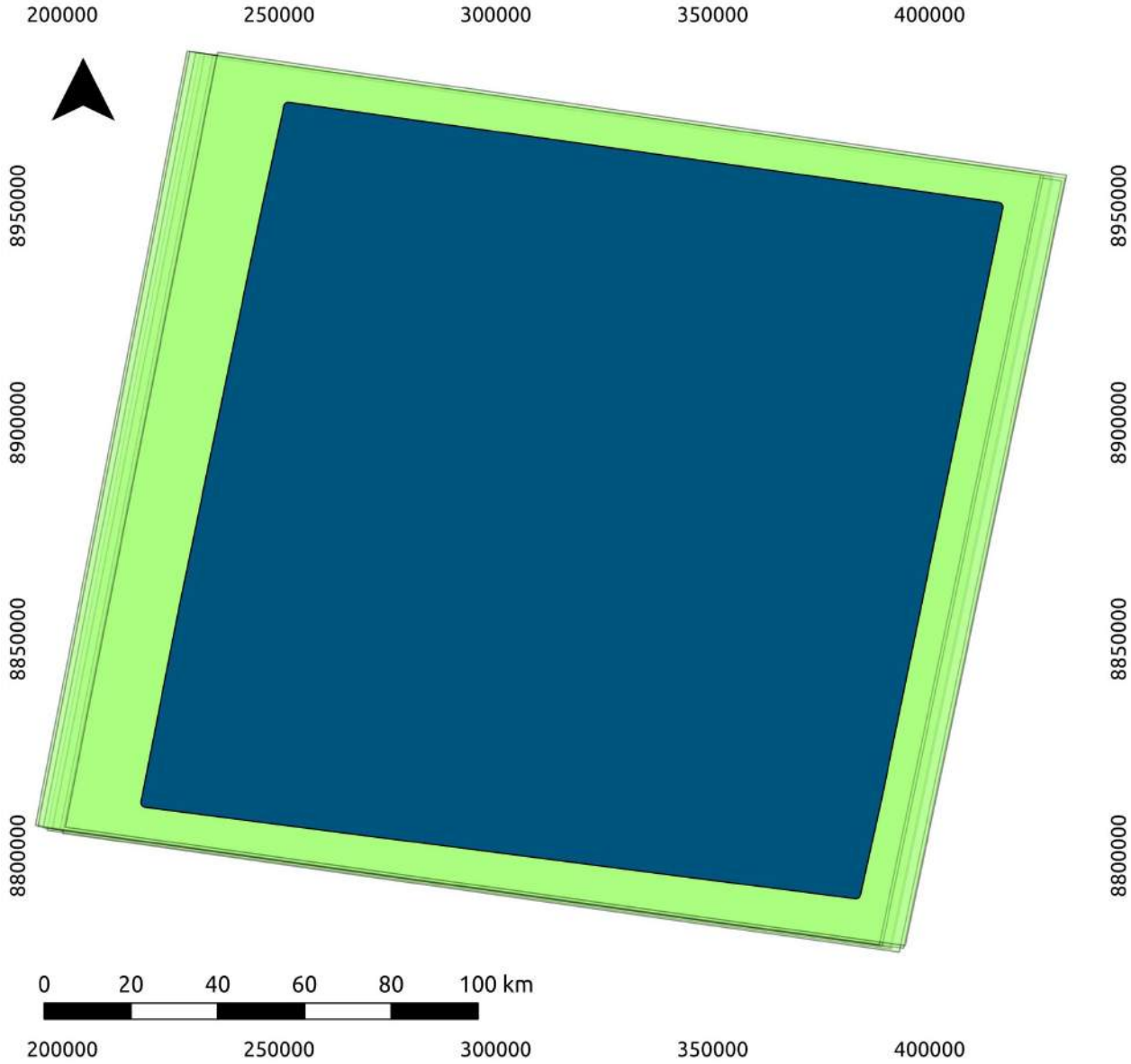
MAX ΔT : 48 DAYS

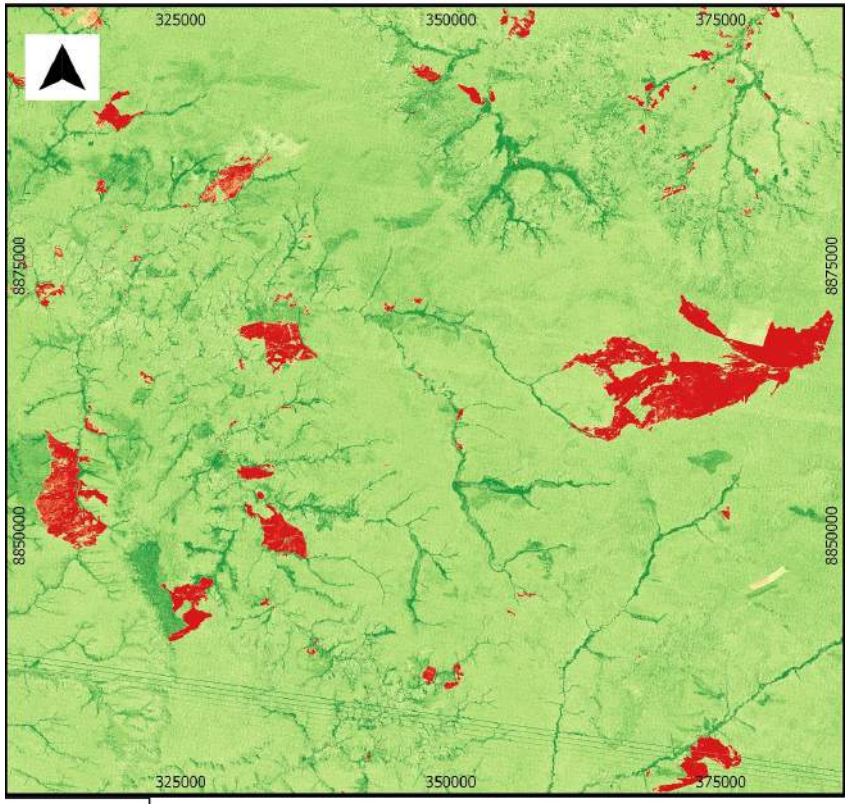
CROP




240000
260000
280000
8980000
8960000
8940000
0
8
16
24
32
40 km

CROP


200000
250000
300000
350000
400000
8950000
8900000
8850000
8800000
0
20
40
60
80
100 km



LEGENDA

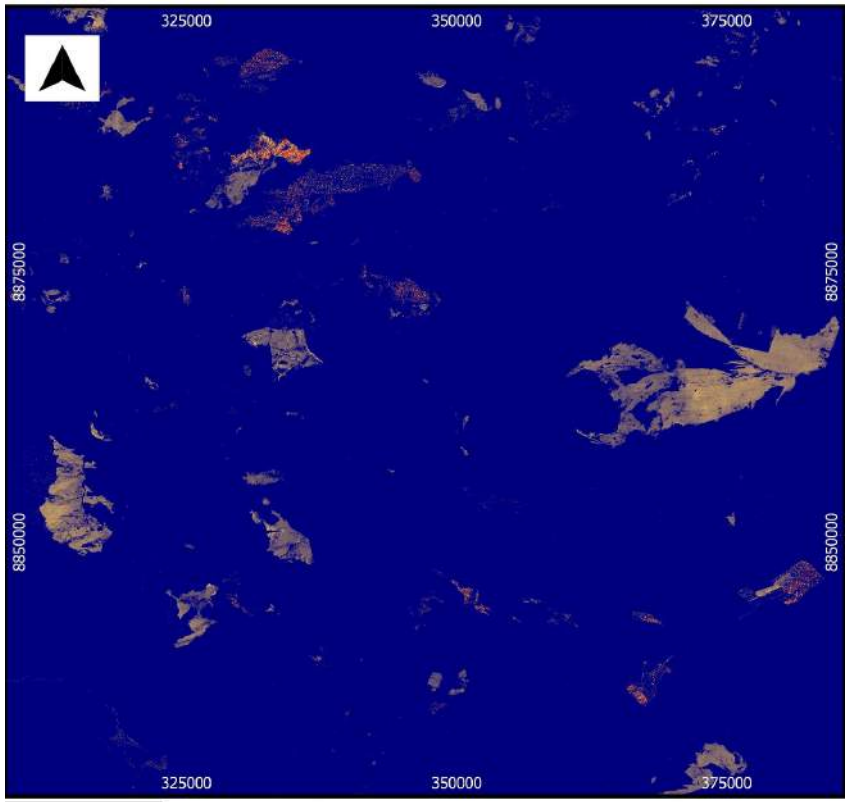
20050824 DNDVI

- -0.141655
- -0.094106
- -0.046557
- 0.000991
- 0.048540

Dados do Satélite
LANDSAT 5 TM
Path: 221 Row: 067
Datas: 08/08/2005 - 24/08/2005
Datum WGS84 - Projeção UTM - Zona 23 S
Autor: Arturo E. Melchiori

0 6 12 18 24 30 km

PARQUE ESTADUAL JALAPÃO
IMAGEM DNDVI 24/08/2005



LEGENDA

20050824 MRNDVI

- 0.400000
- 1.550000
- 2.700000
- 3.850000
- 5.000000

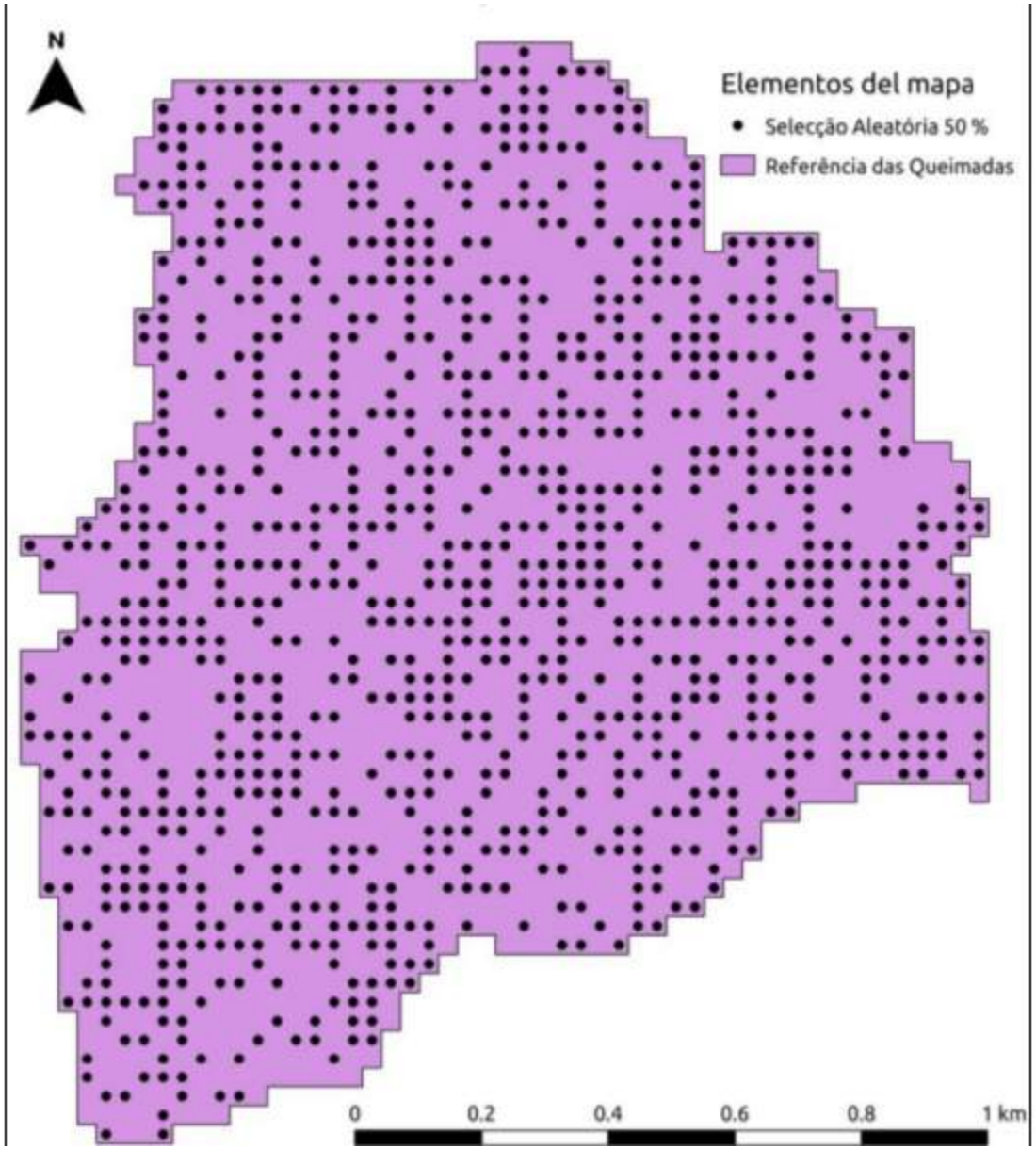
Dados do Satélite
LANDSAT 5 TM
Path: 221 Row: 067
Datas: 08/08/2005 - 24/08/2005
Datum WGS84 - Projeção UTM - Zona 23 S
Autor: Arturo E. Melchiori

0 6 12 18 24 30 km

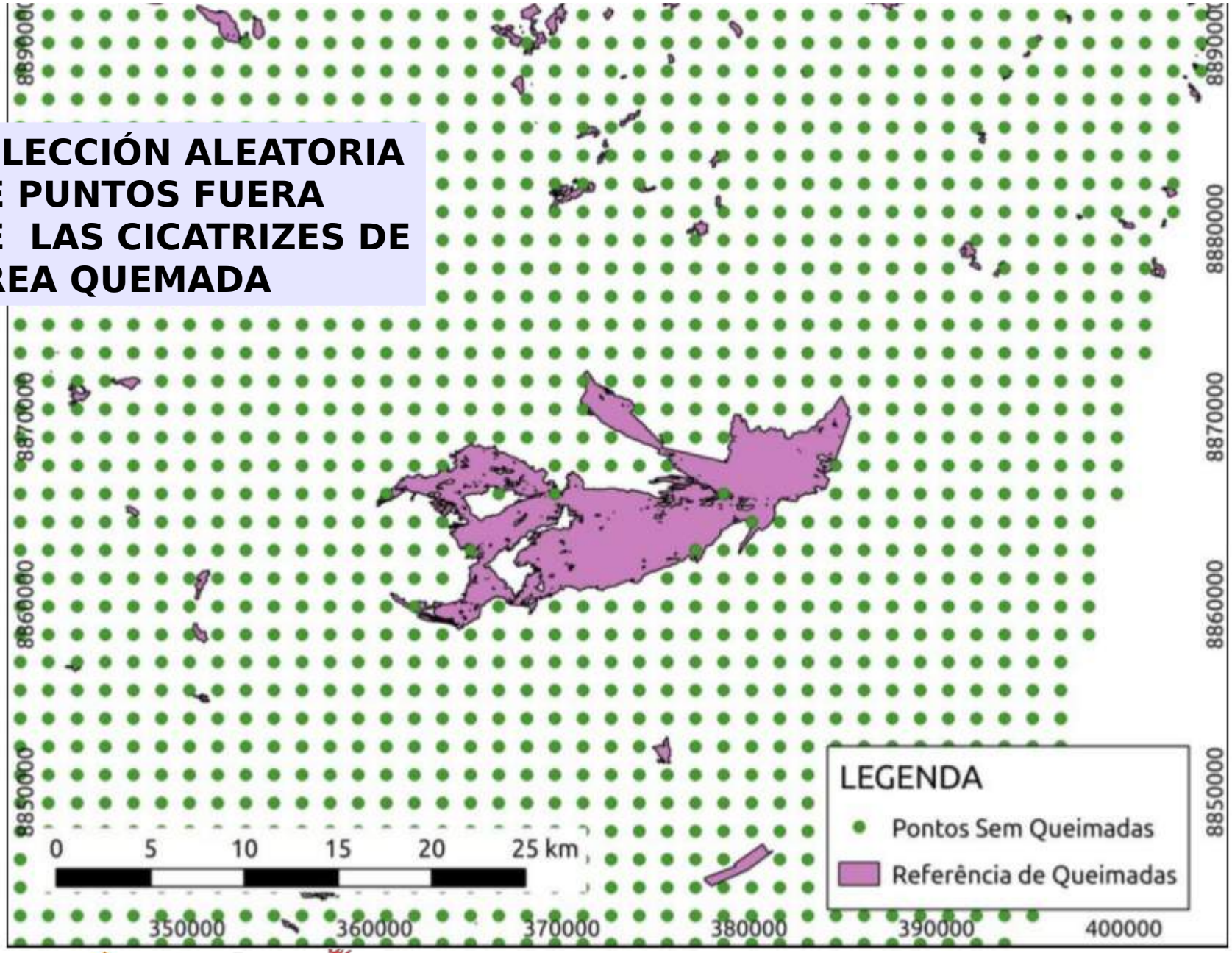
PARQUE ESTADUAL JALAPÃO
IMAGEM MRNDVI 24/08/2005

POR QUE EVALUAR EL CAMBIO RELATIVO A LA FECHA ANTERIOR?

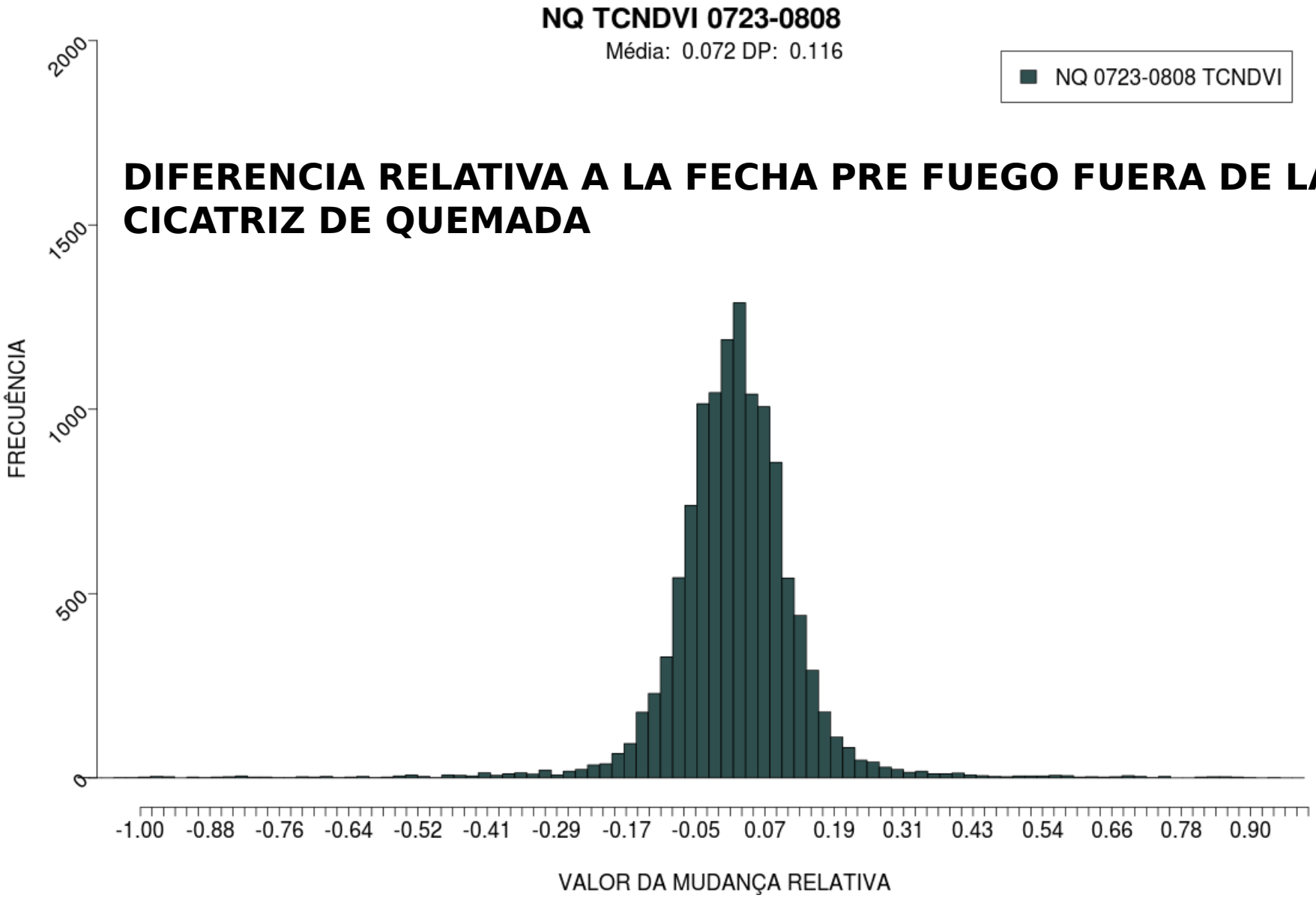
SELECCIÓN ALEATORIA DE PUNTOS DENTRO DE LAS CICATRIZES DE ÁREA QUEMADA

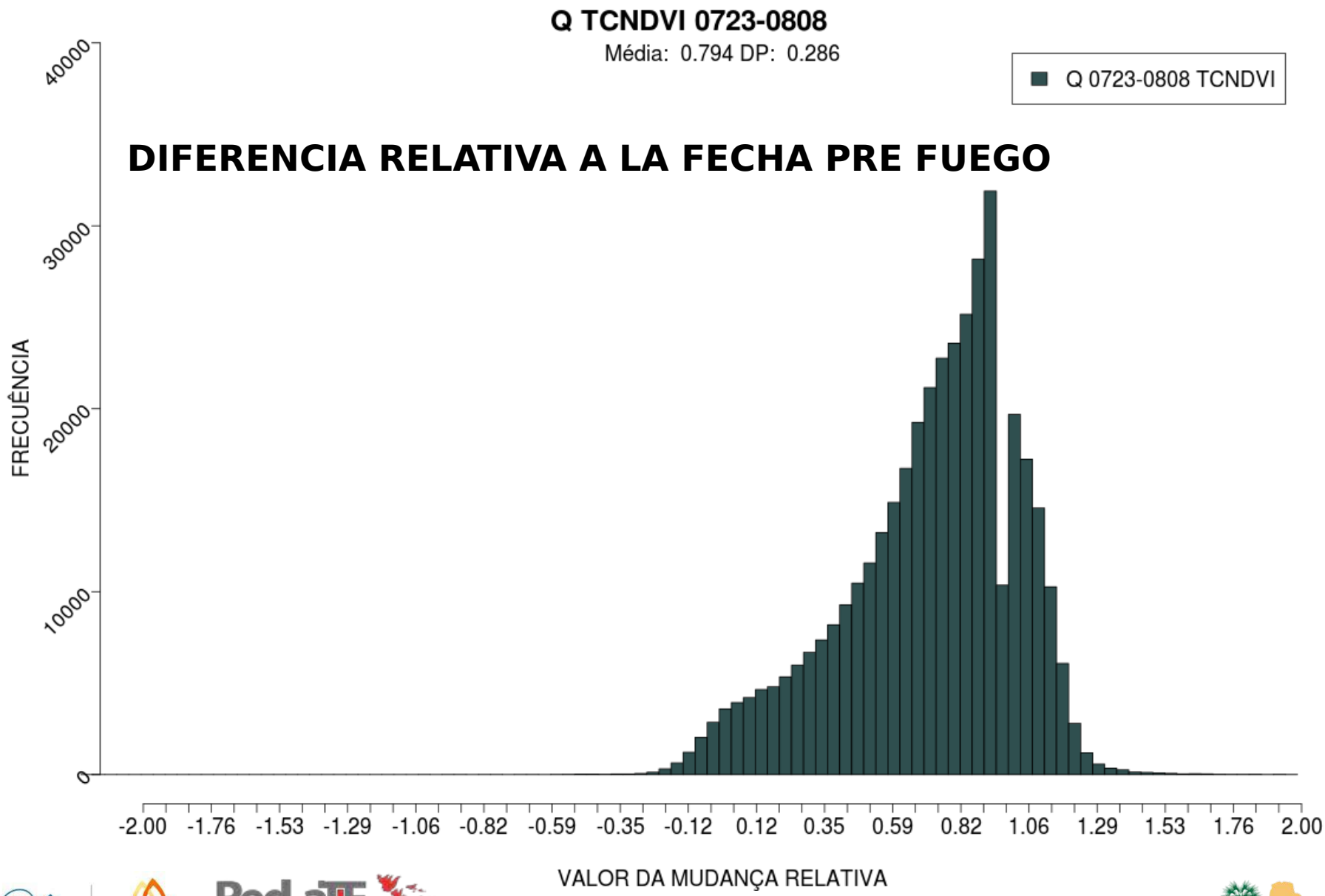


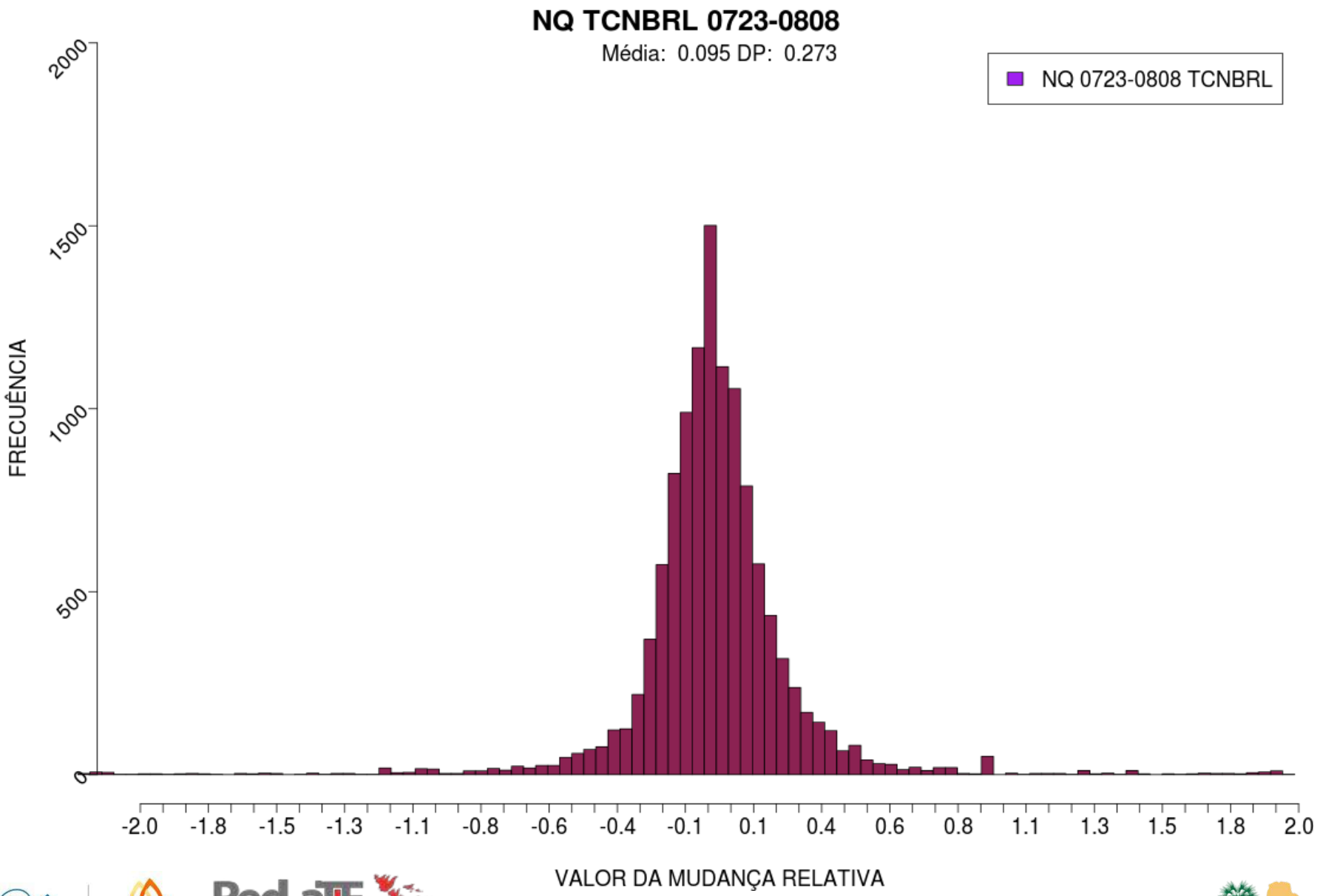
SELECCIÓN ALEATORIA DE PUNTOS FUERA DE LAS CICATRIZES DE ÁREA QUEMADA

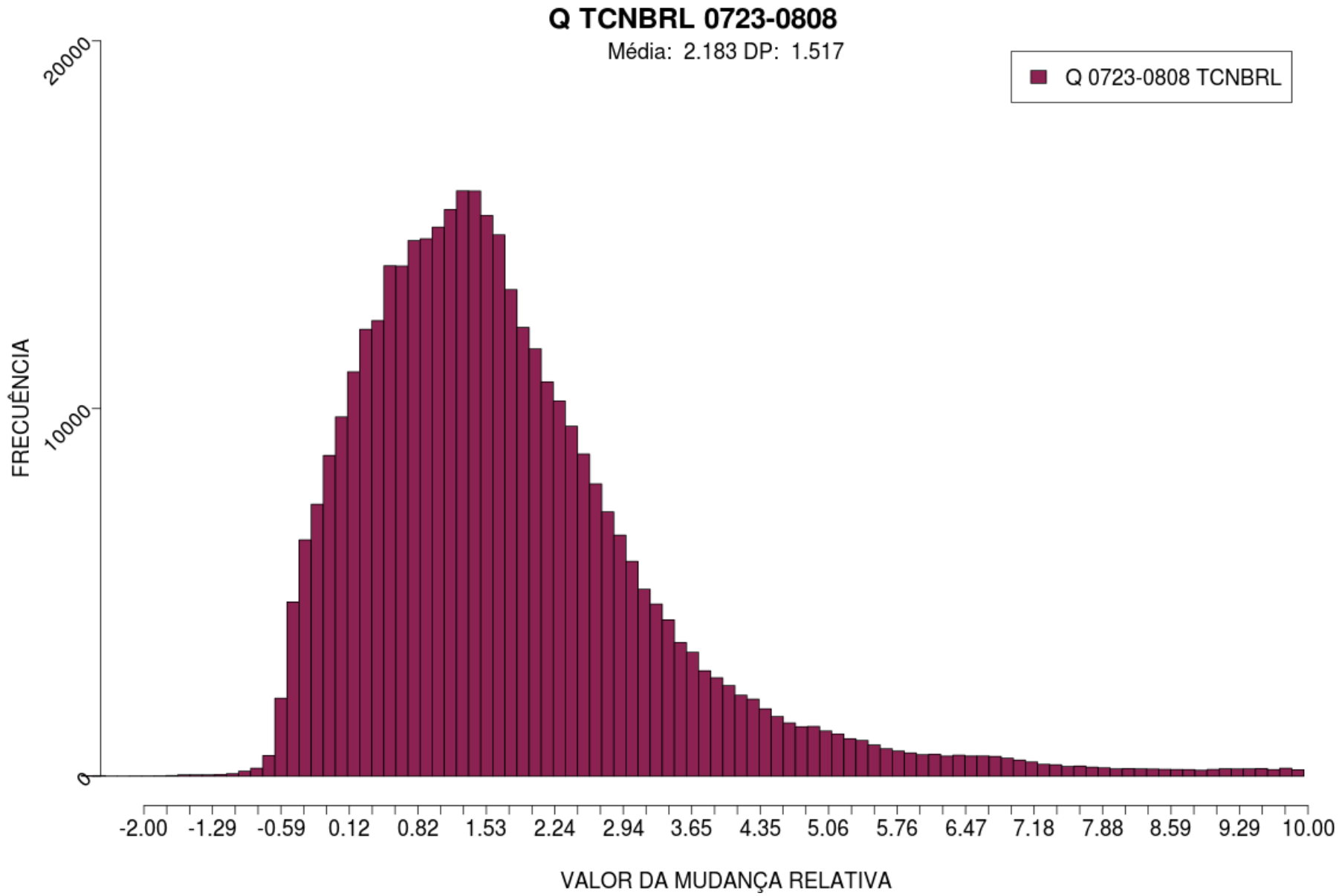


DIFERENCIA RELATIVA A LA FECHA PRE FUEGO FUERA DE LA CICATRIZ DE QUEMADA

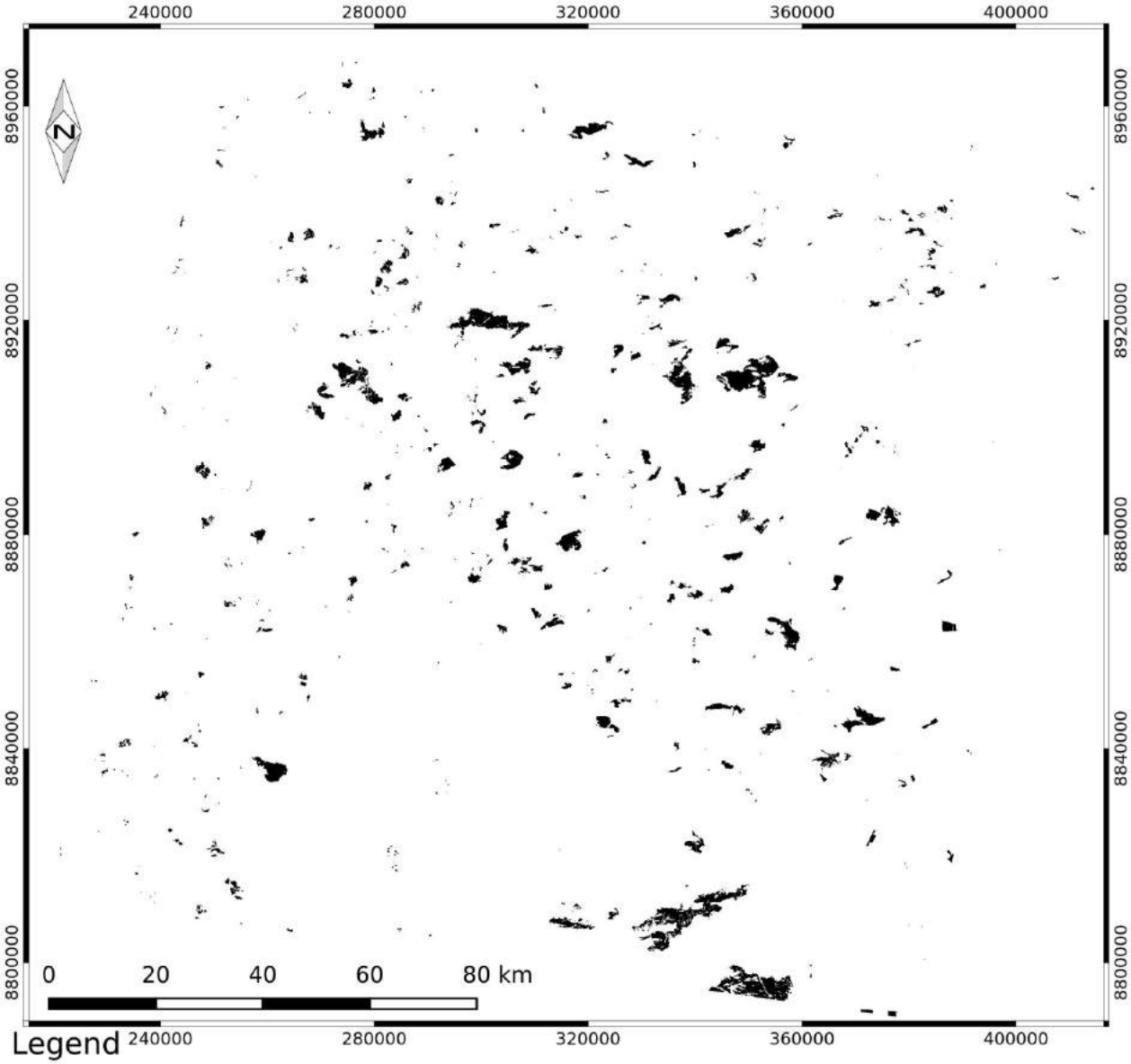



Q TCNDVI 0723-0808
Média: 0.794 DP: 0.286
Q 0723-0808 TCNDVI
DIFERENCIA RELATIVA A LA FECHA PRE FUEGO
FRECUÊNCIA
40000
30000
20000
10000
0
-2.00 -1.76 -1.53 -1.29 -1.06 -0.82 -0.59 -0.35 -0.12 0.12 0.35 0.59 0.82 1.06 1.29 1.53 1.76 2.00
VALOR DA MUDANÇA RELATIVA

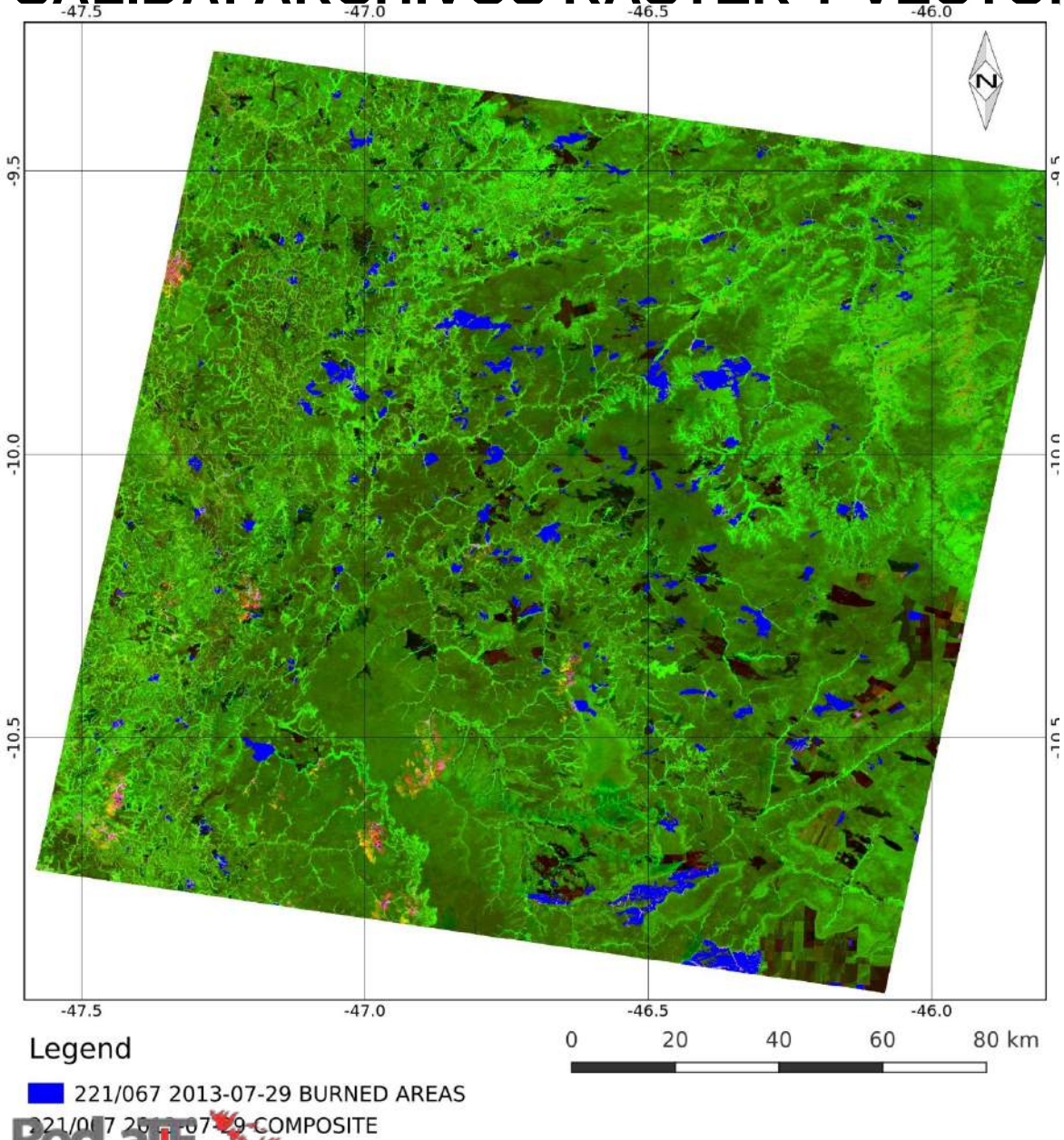

NQ TCNBRL 0723-0808
Média: 0.095 DP: 0.273
NQ 0723-0808 TCNBRL
FRECUÊNCIA
2000
1500
1000
500
0
-2.0
-1.8
-1.5
-1.3
-1.1
-0.8
-0.6
-0.4
-0.1
0.1
0.4
0.6
0.8
1.1
1.3
1.5
1.8
2.0
VALOR DA MUDANÇA RELATIVA


Q TCNBRL 0723-0808
Média: 2.183 DP: 1.517
Q 0723-0808 TCNBRL
FRECUÊNCIA
20000
10000
0
-2.00
-1.29
-0.59
0.12
0.82
1.53
2.24
2.94
3.65
4.35
5.06
5.76
6.47
7.18
7.88
8.59
9.29
10.00
VALOR DA MUDANÇA RELATIVA

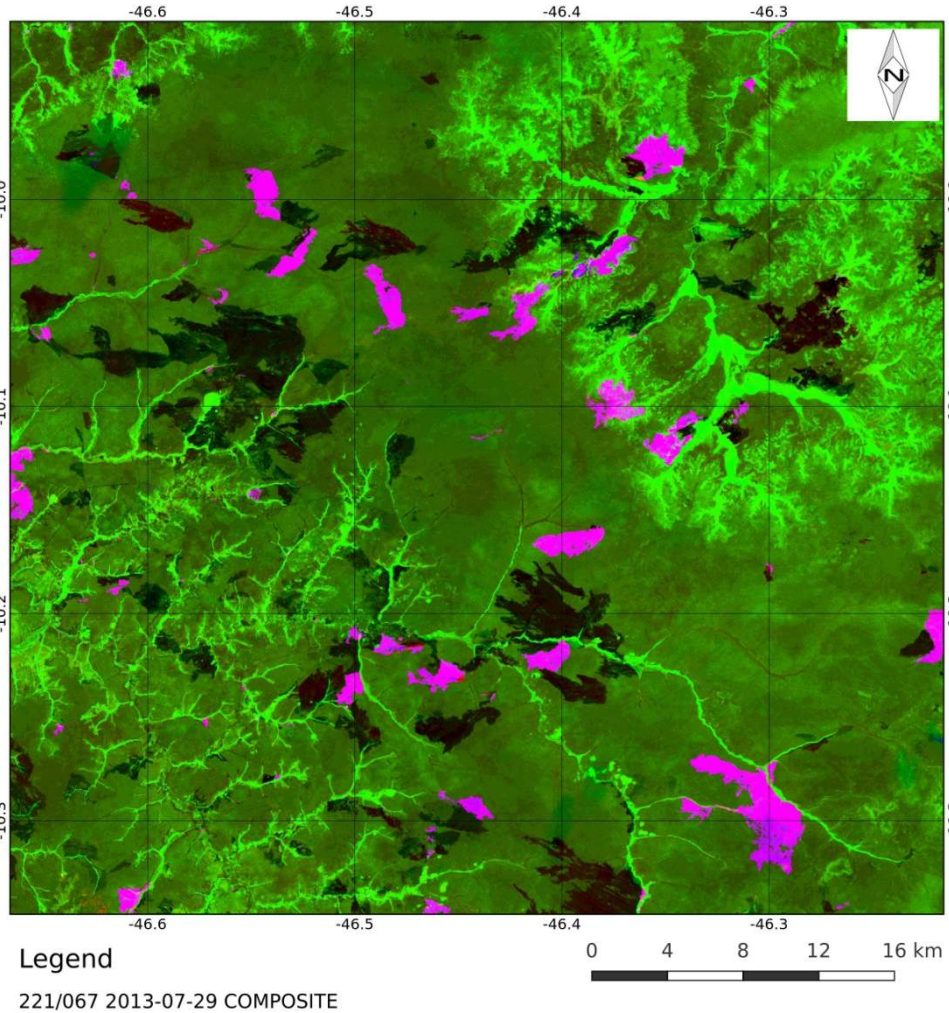
SALIDA

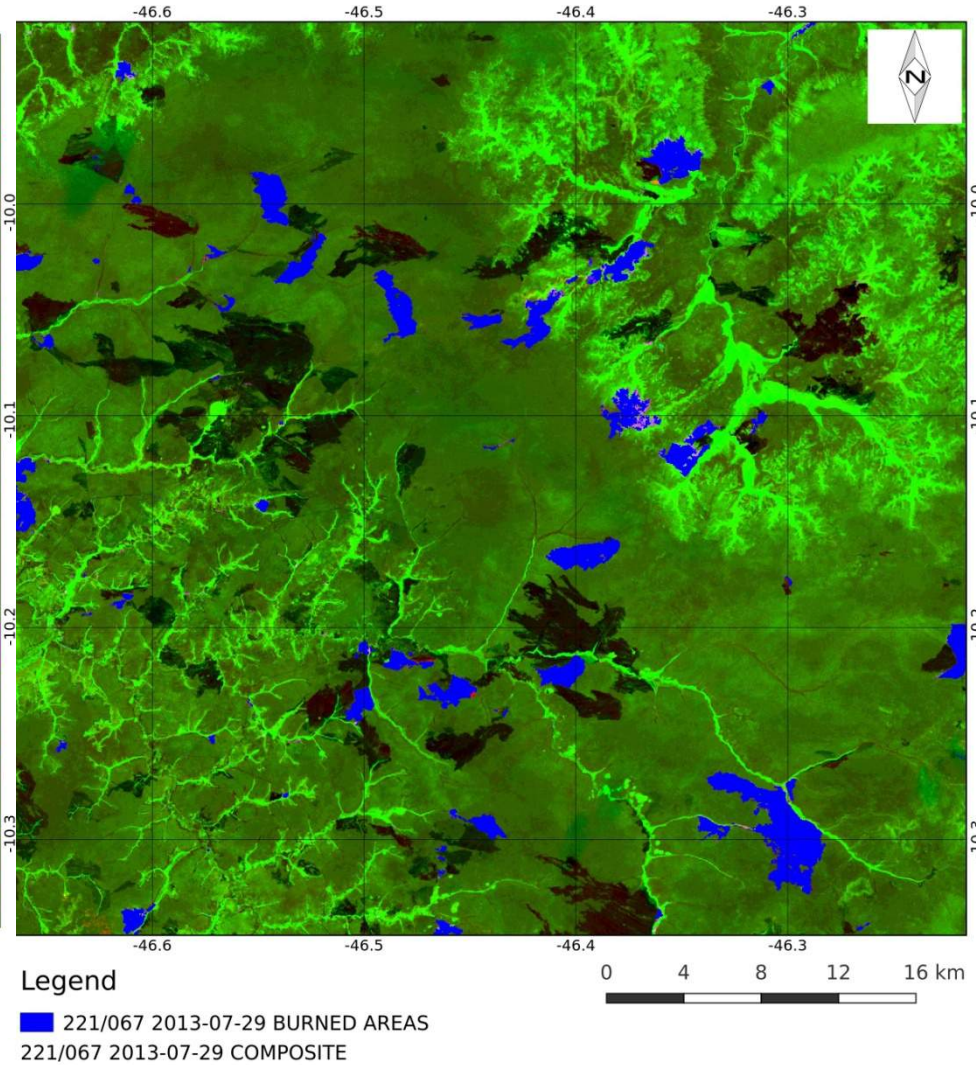

240000
280000
320000
360000
400000
8960000
8920000
8880000
8840000
8800000
N
0
20
40
60
80 km
Legend
221/067 2013-07-29 BURN SCARS

SALIDA: ARCHIVOS RASTER Y VECTOR



SALIDA: ARCHIVOS RASTER Y VECTOR





EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

$$COMISSION\ ERROR = ALGORITHM'S\ OUTPUT - REFERENCE$$

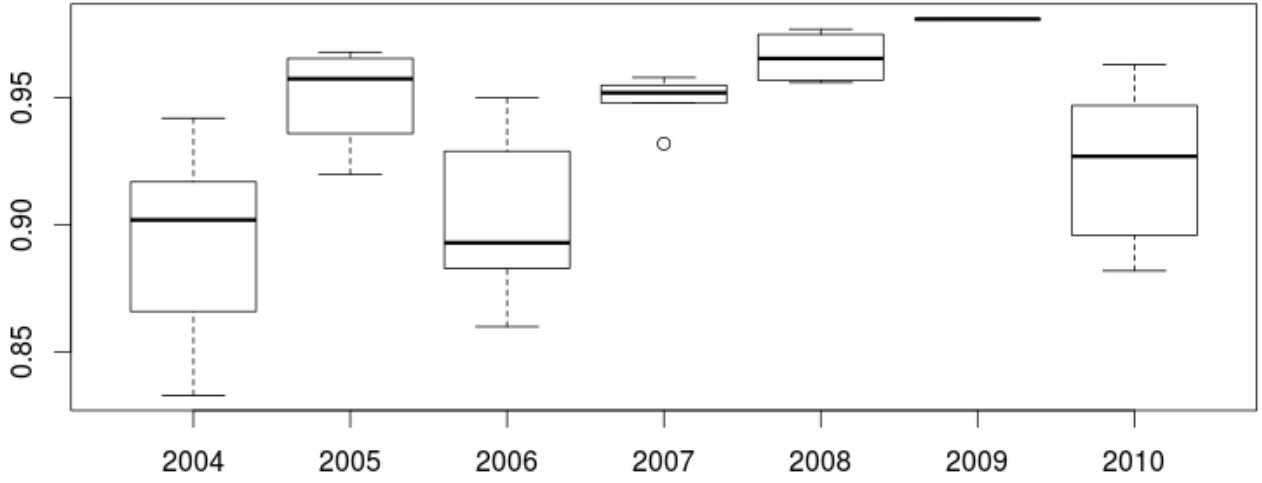
$$OMISSION\ ERROR = REFERENCE - ALGORITHM'S\ OUTPUT$$

$$BURNED\ MATCH = \frac{ALGORITHM'S\ OUTPUT - COMISSION\ ERROR}{ALGORITHM'S\ OUTPUT}$$

$$ALGORITHM\ RELIABILITY = \frac{ALGORITHM'S\ OUTPUT - COMISSION\ ERROR}{REFERENCE}$$

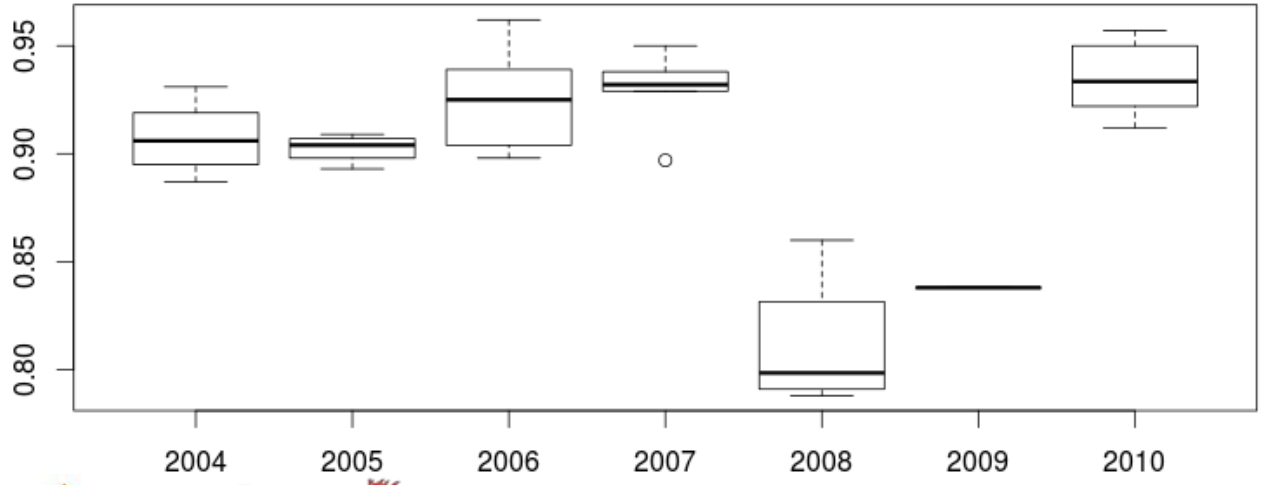
RESULTADOS PARA EL PERÍODO 2004 - 2010

CONFIANZA DEL ALGORITMO



MEDIA: 93.0%

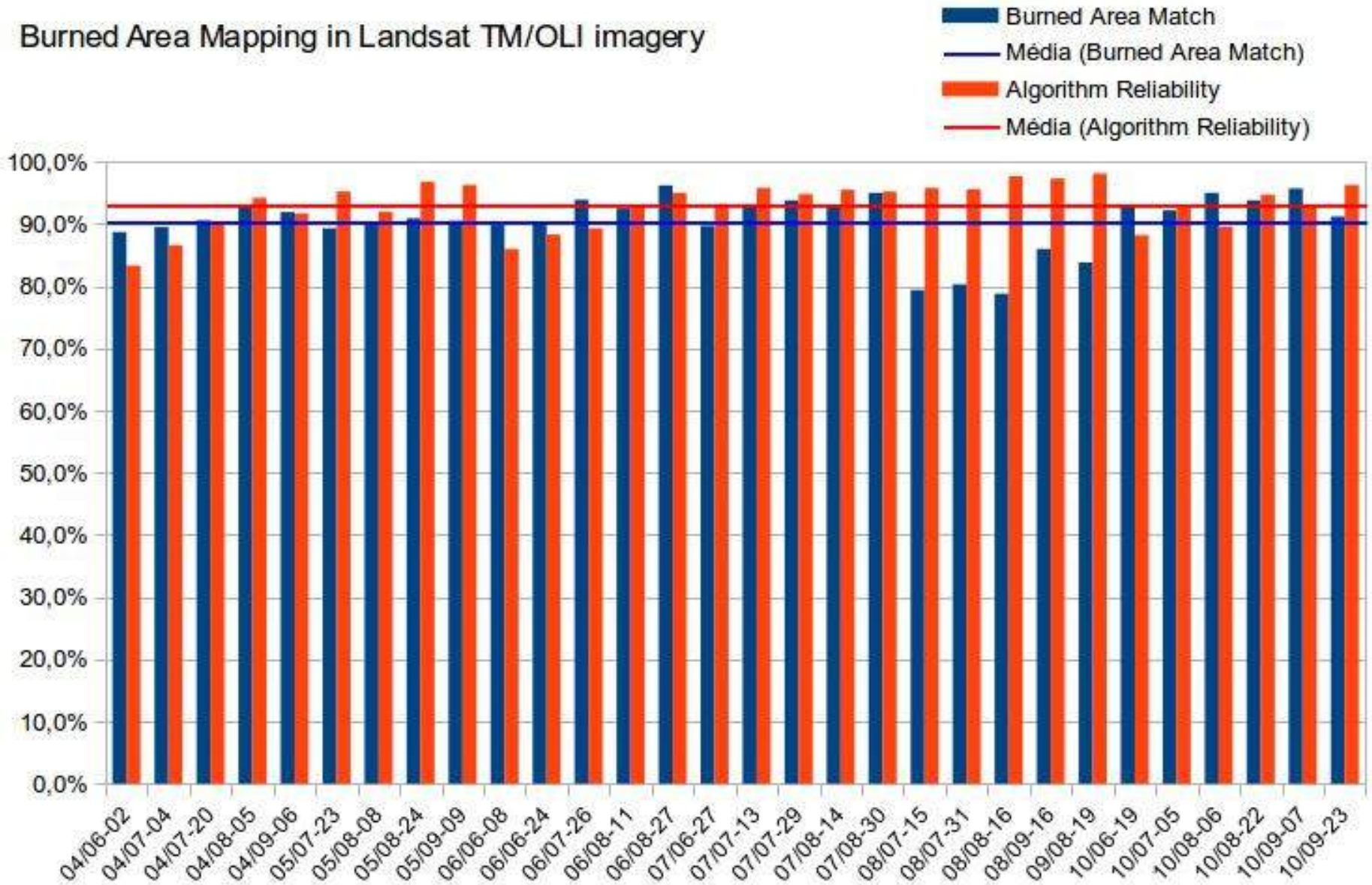
ACIERTO DE ÁREA QUEMADA



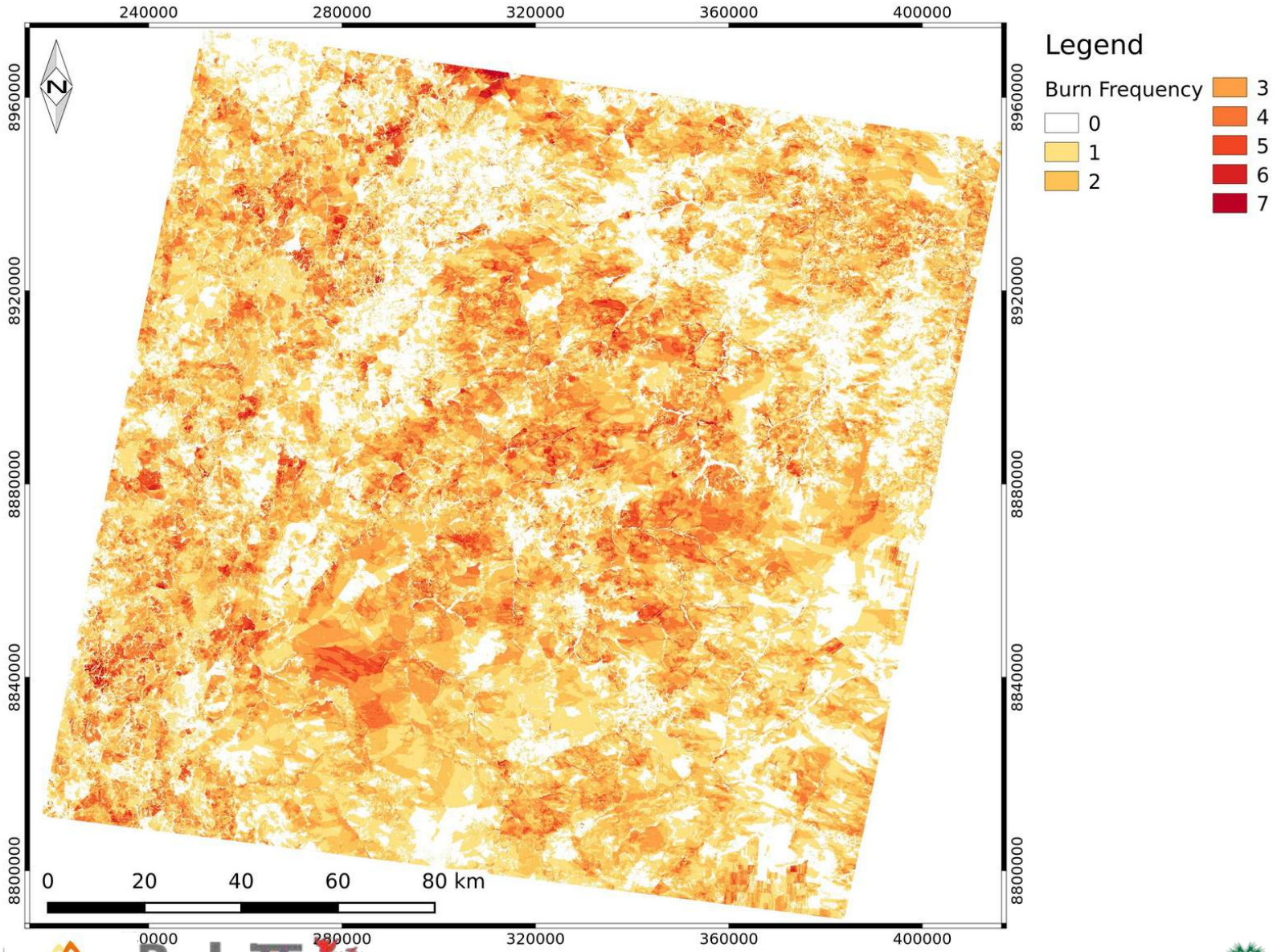
MEDIA: 90.4%

AÑO

EVALUACIÓN PARA EL PERÍODO 2004 - 2010



RE-QUEMA PARA EL PERÍODO 2004 - 2010



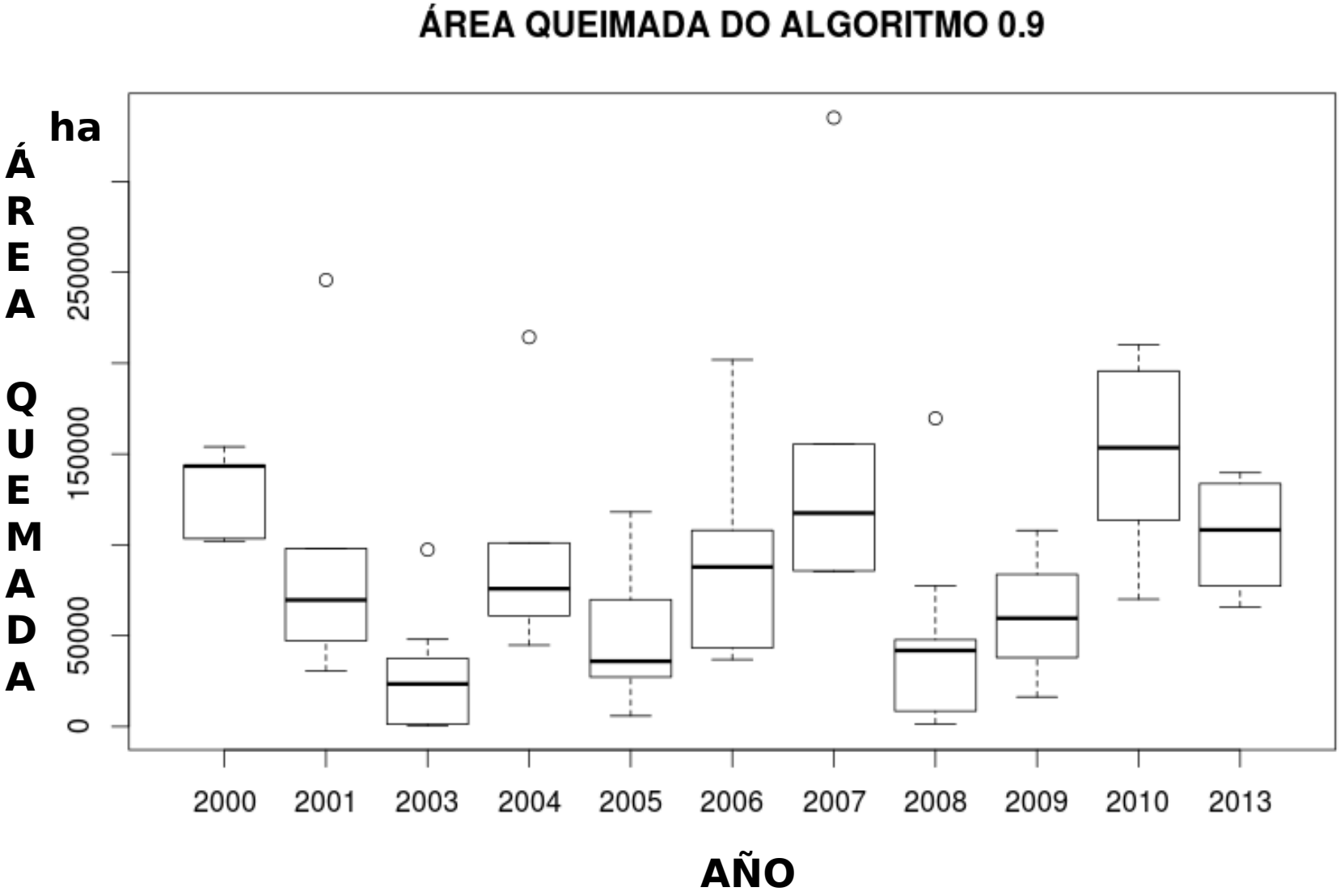
www.inpe.br/queimadas

Red Latinoamericana de Teledetección e Incendios Forestales

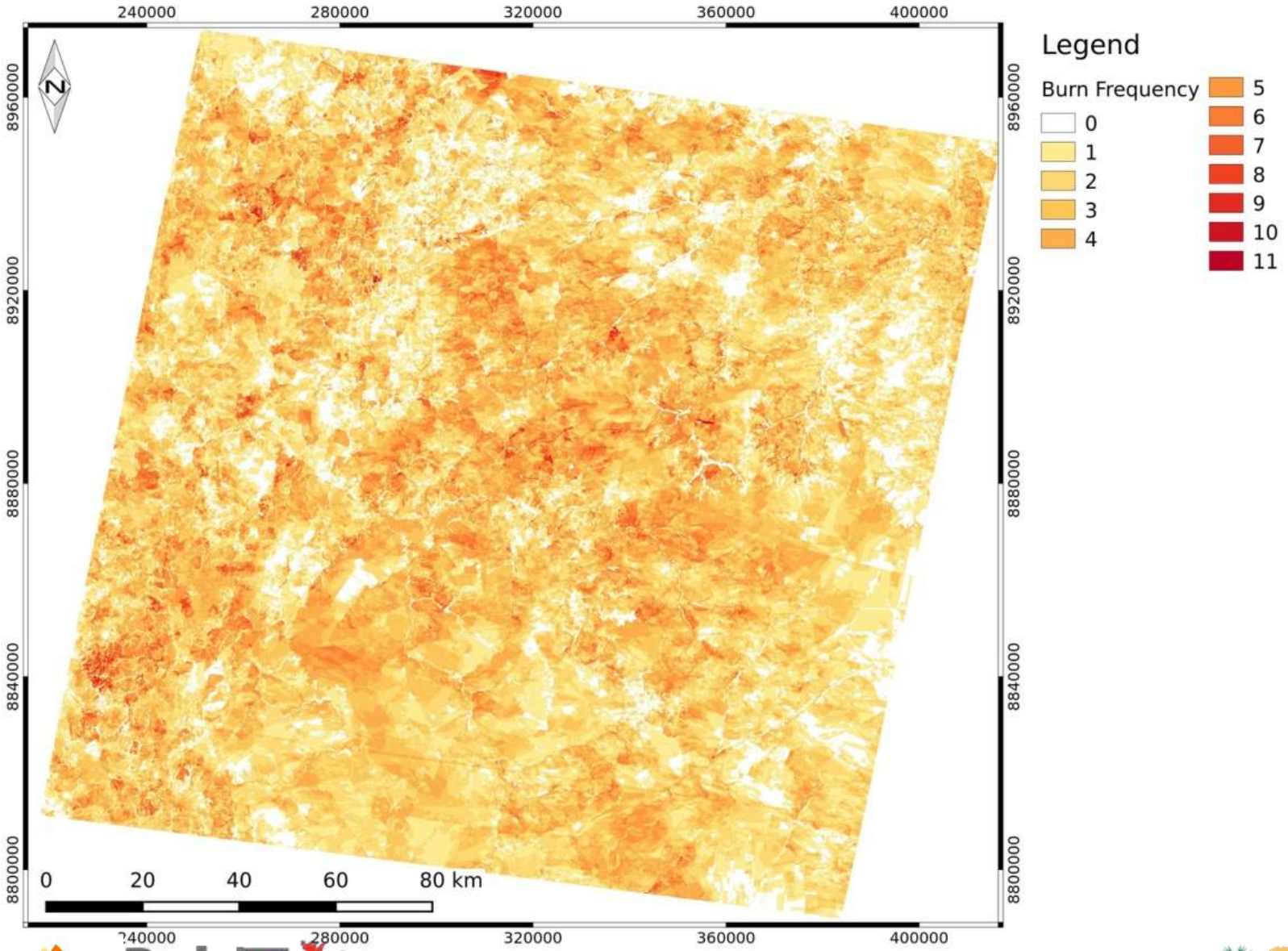
Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

RESULTADOS PARA EL PERÍODO 2000 - 2013



RE-QUEMA PARA EL PERIODO 2000 - 2013



RE-QUEMA PARA EL PERIODO 1984 - 2013

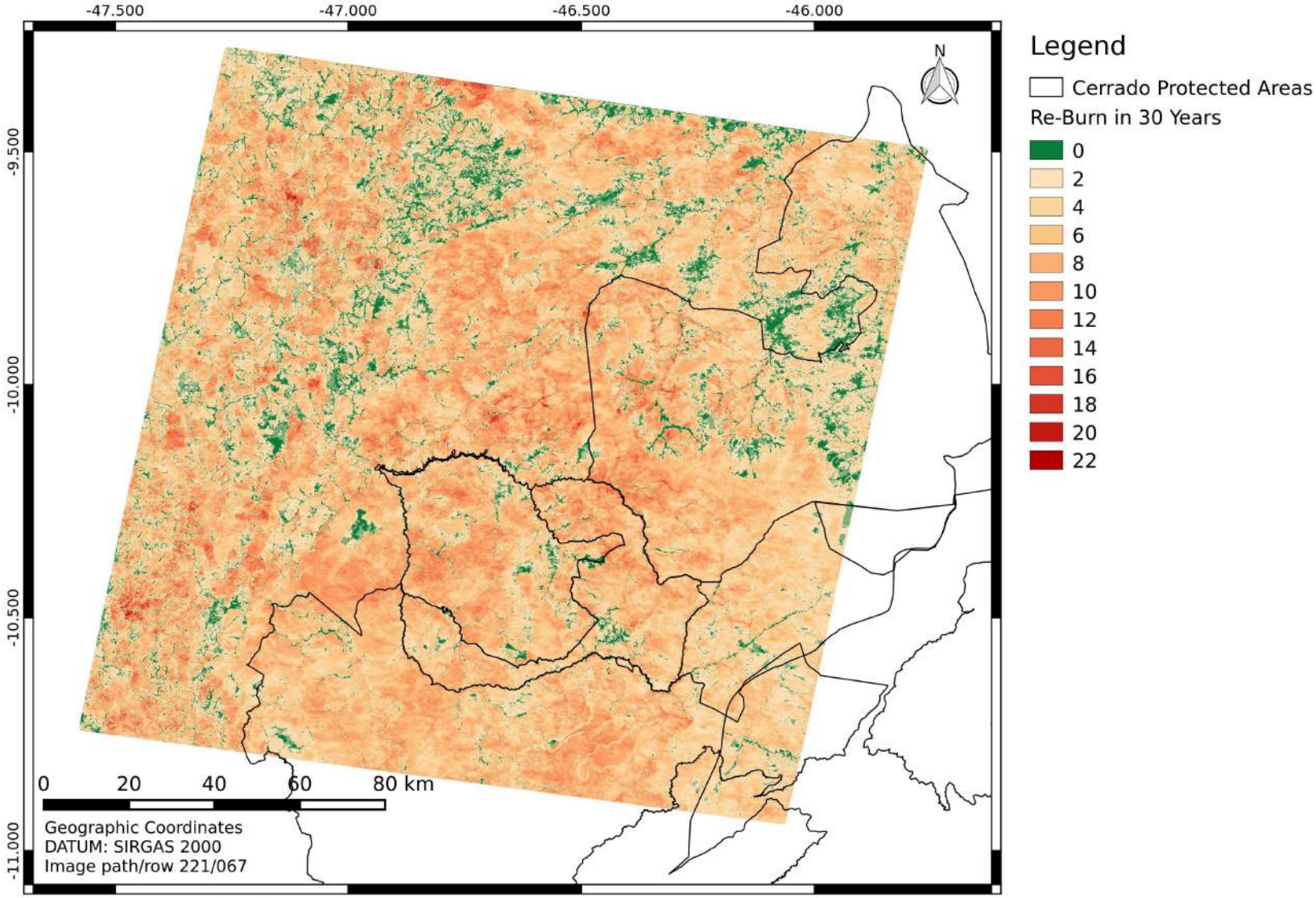
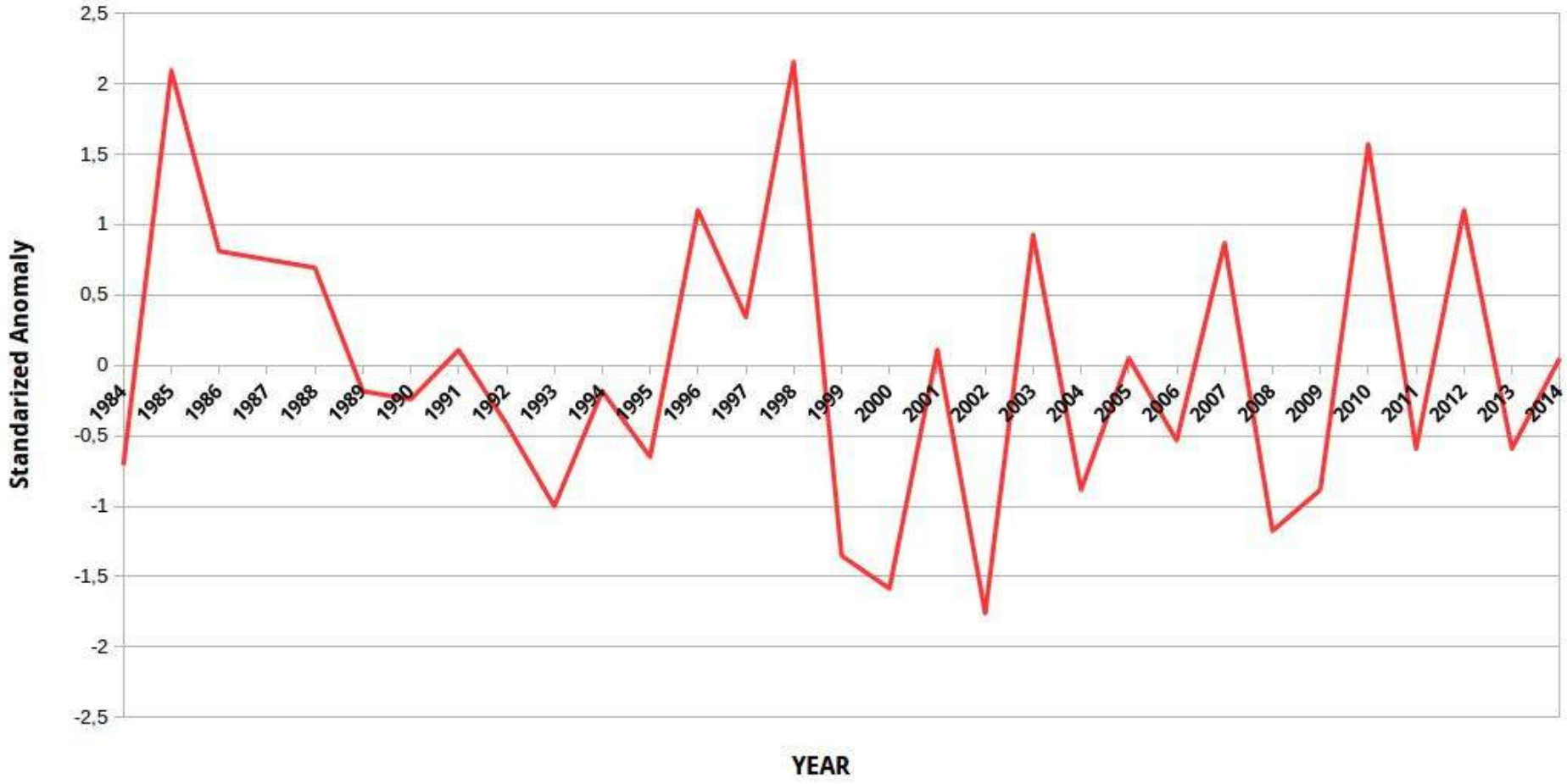
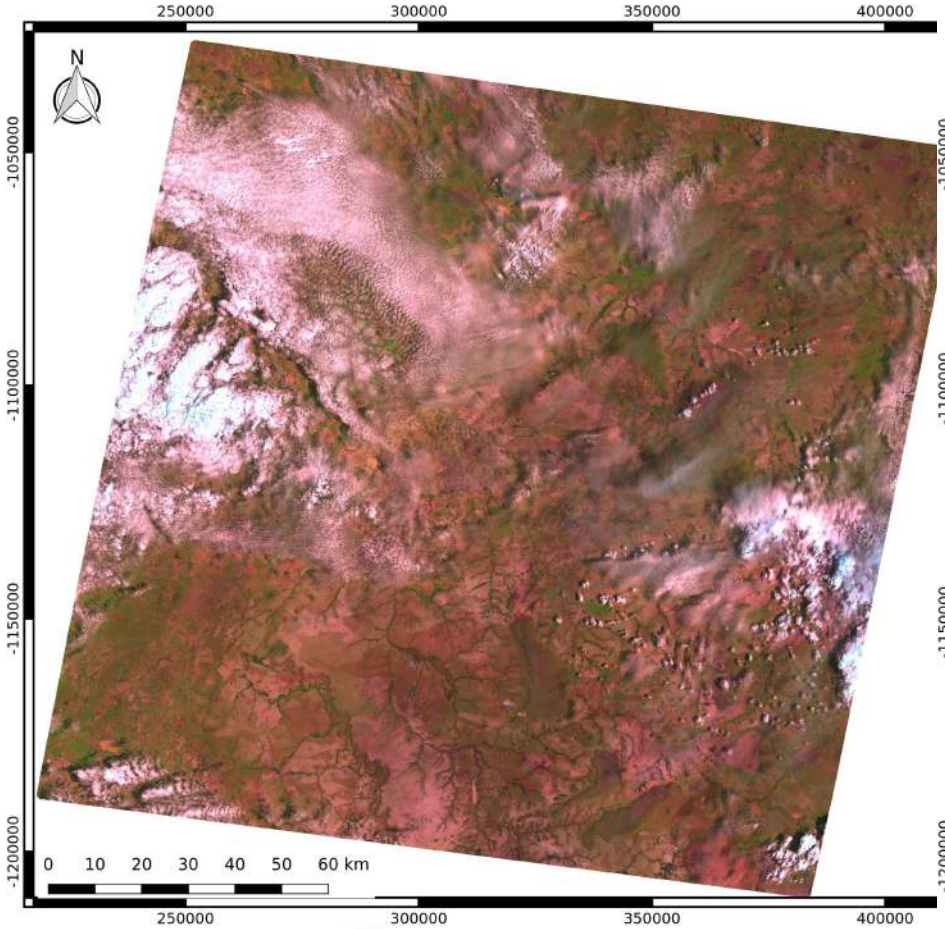


Image Source: USGS - http://earthexplorer.usgs.gov

STANDARIZED ANOMALY OF BURNED AREA



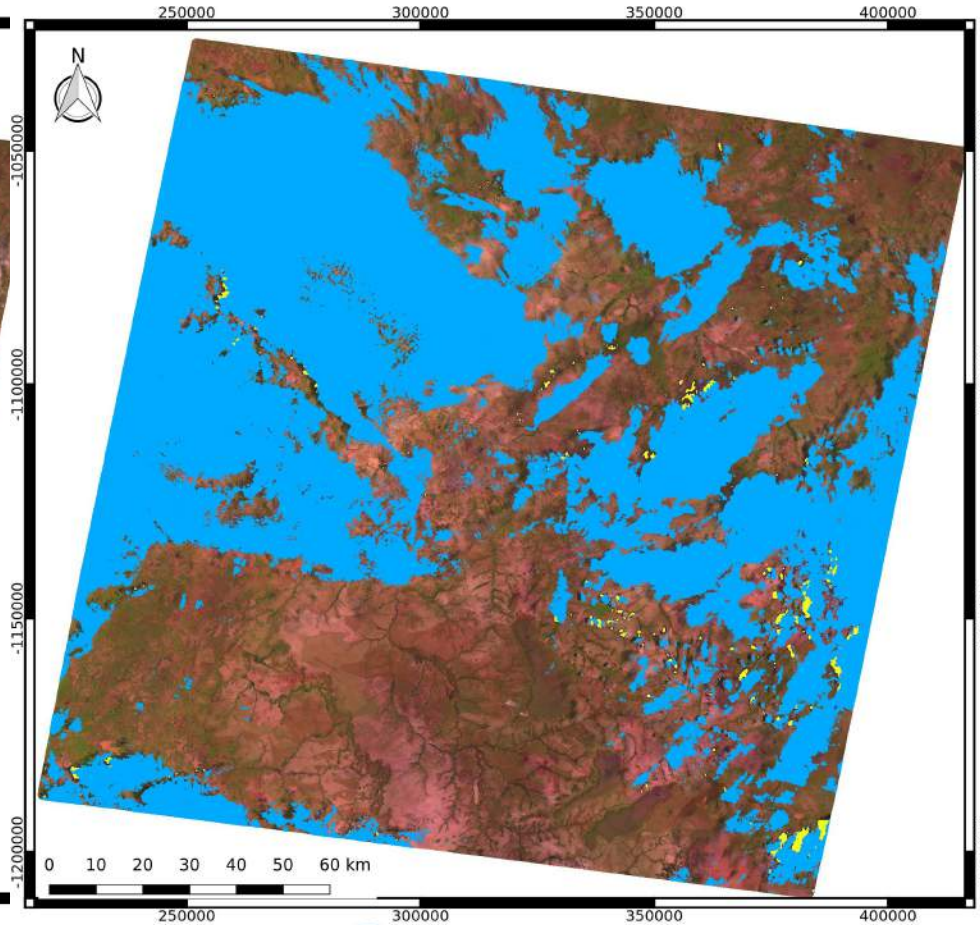
REDUCIR LOS ERRORES DE COMISIÓN # 1: MÁSCARA DE NUBES Y SOMBRAS



Legenda

LT5 TM 221/067 20051112 C543

Dados do Satélite
LANDSAT 5 TM
Path: 221 Row: 067
Data: 12/11/2005
Datum WGS84 - Projeção UTM - Zona
Imagem: http://earthexplorer.usgs.go
Autor: Arturo E. Melchiori



Legenda

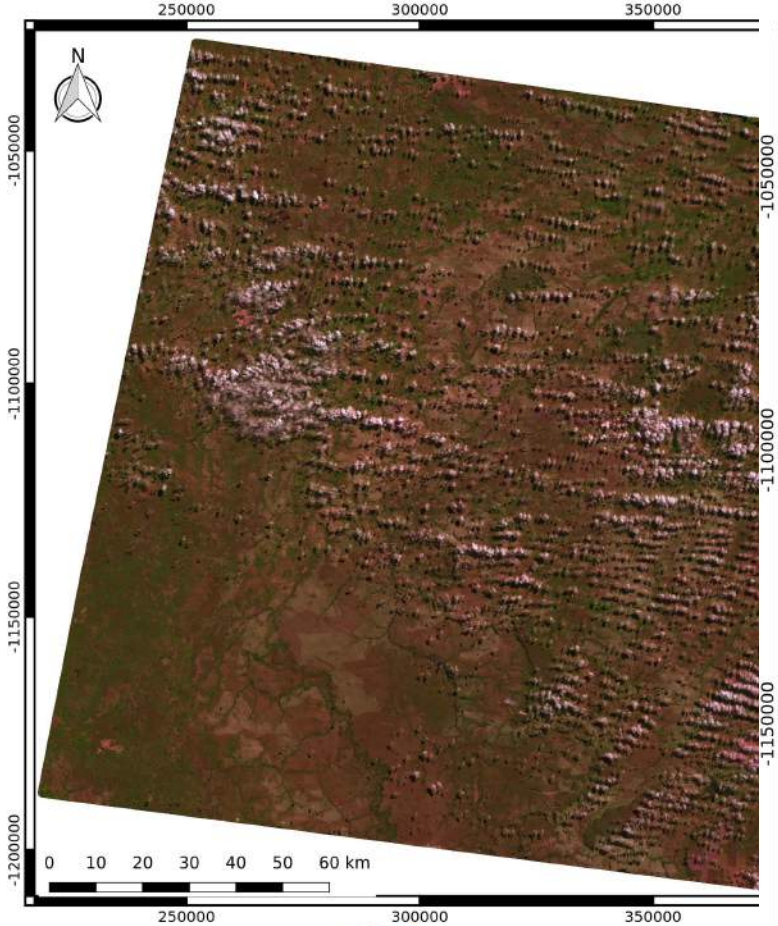
Nuvens

Sombras

LT5 TM 221/067 20051112 C543

Dados do Satélite
LANDSAT 5 TM
Path: 221 Row: 067
Data: 12/11/2005
Datum WGS84 - Projeção UTM - Zona 23S
Imagem: http://earthexplorer.usgs.gov
Autor: Arturo E. Melchiori

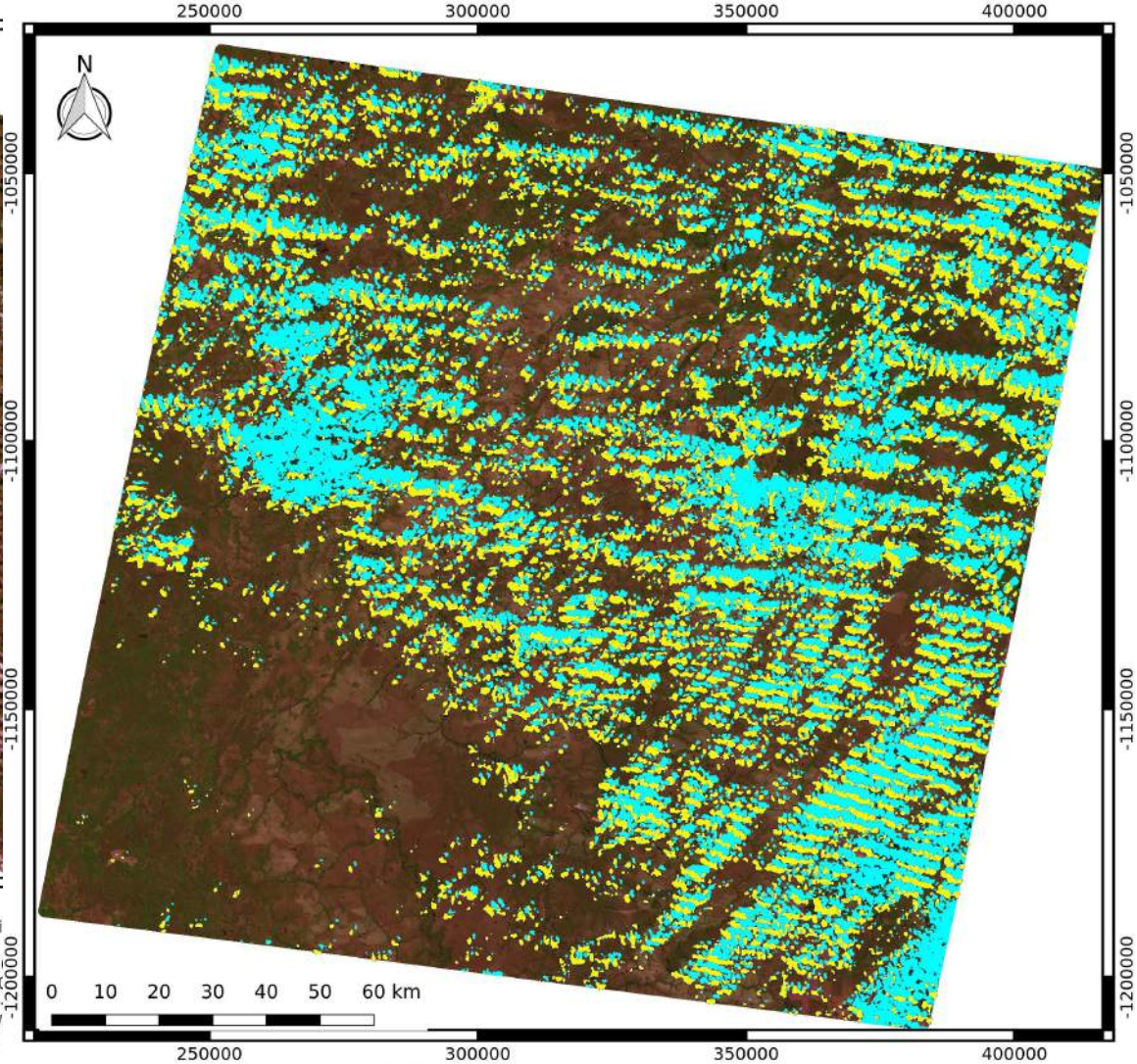
ALGORITMO DE CRECIMIENTO POR REGIONES. ALTO COSTO COMPUTACIONAL



Legenda

LT5 TM 221/067 20050605 C543

Dados do Satéli
LANDSAT 5 TM
Path: 221 Row:
Data: 05/06/200
Datum WGS84
Imagem: http://
Autor: Arturo E.



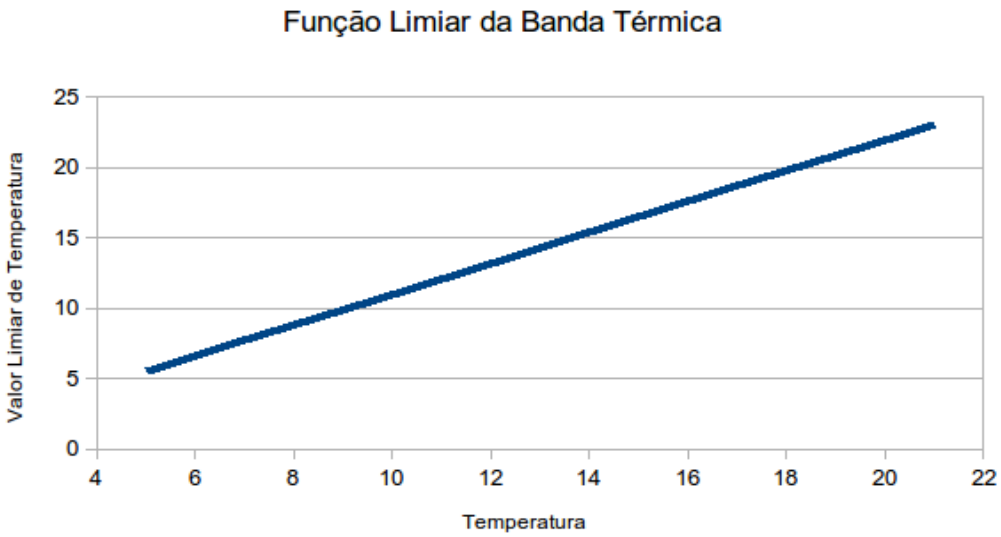
Legenda

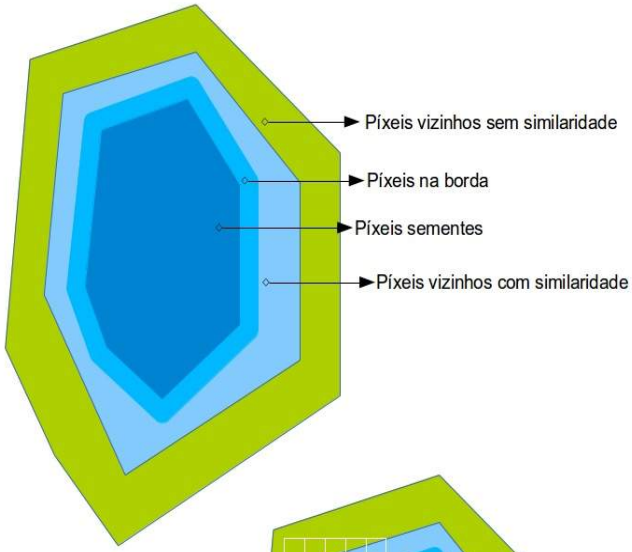
Nuvens

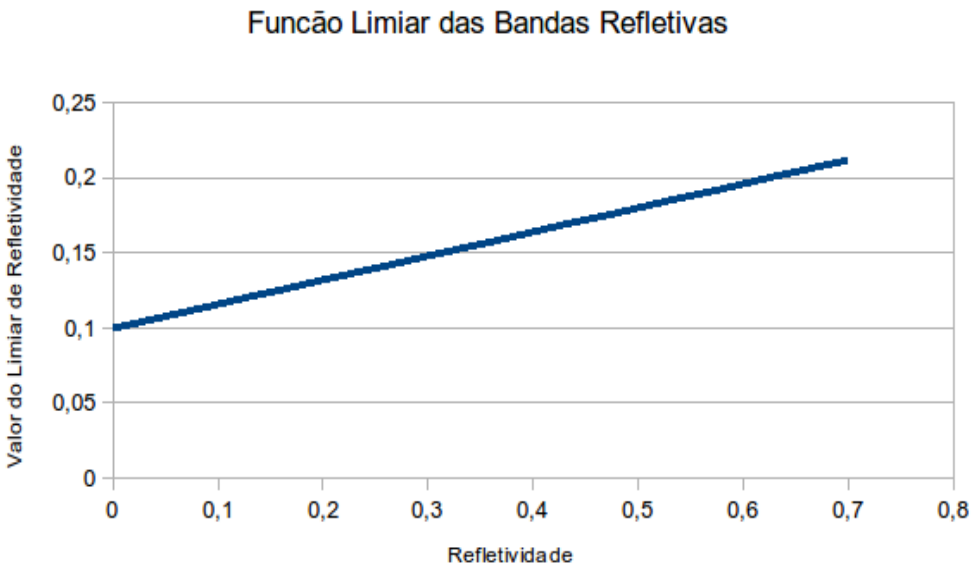
Sombras

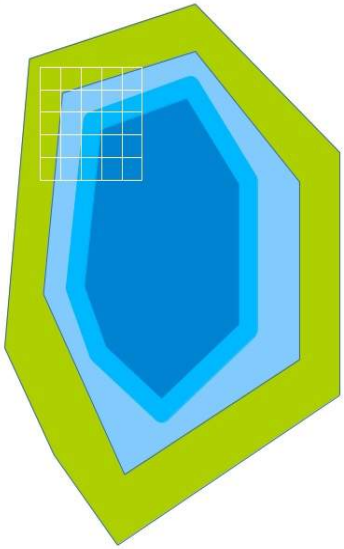
LT5 TM 221/067 20050605 C543

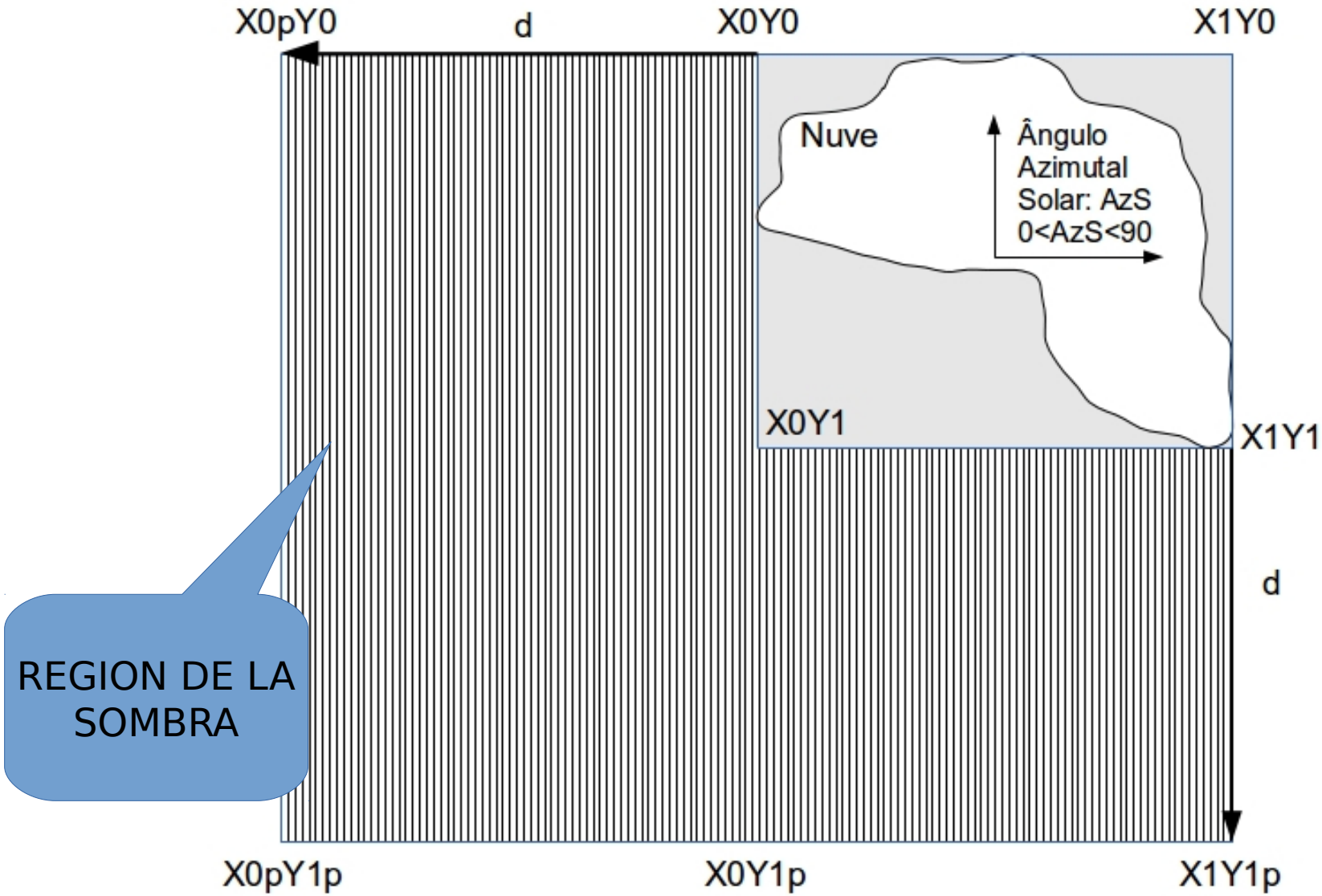
Dados do Satélite
LANDSAT 5 TM
Path: 221 Row: 067
Data: 05/06/2005
Datum WGS84 - Projeção UTM - Zona 23S
Imagem: http://earthexplorer.usgs.gov
Autor: Arturo E. Melchiori

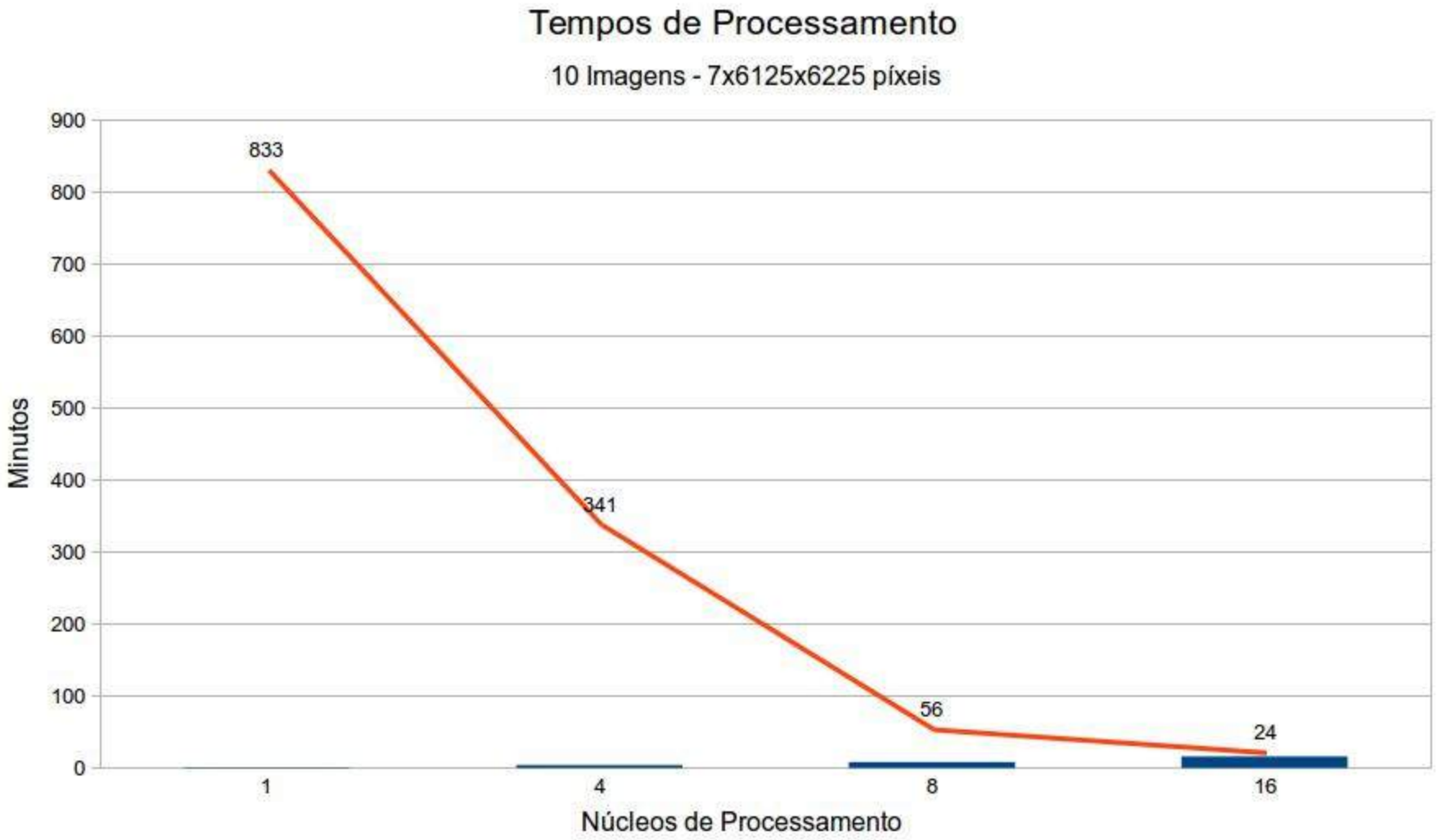

Função Limiar da Banda Térmica
Valor Limiar de Temperatura
Temperatura
0
5
10
15
20
25
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22


Píxeis vizinhos sem similaridade
Píxeis na borda
Píxeis sementes
Píxeis vizinhos com similaridade


Funcão Limiar das Bandas Refletivas
Valor do Limiar de Refletividade
Refletividade
0
0,05
0,1
0,15
0,2
0,25
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8




X0pY0
d
X0Y0
X1Y0
Nuve
Ângulo
Azimutal
Solar: AzS
0<AzS<90
X0Y1
X1Y1
d
REGION DE LA
SOMBRA
X0pY1p
X0Y1p
X1Y1p


Tempos de Processamento
10 Imagens - 7x6125x6225 píxeis
Minutos
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
833
341
56
24
1
4
8
16
Núcleos de Processamento

REDUCIR LOS ERRORES DE COMISIÓN # 1: MÁSCARA DE ÁREAS AGRÍCOLAS

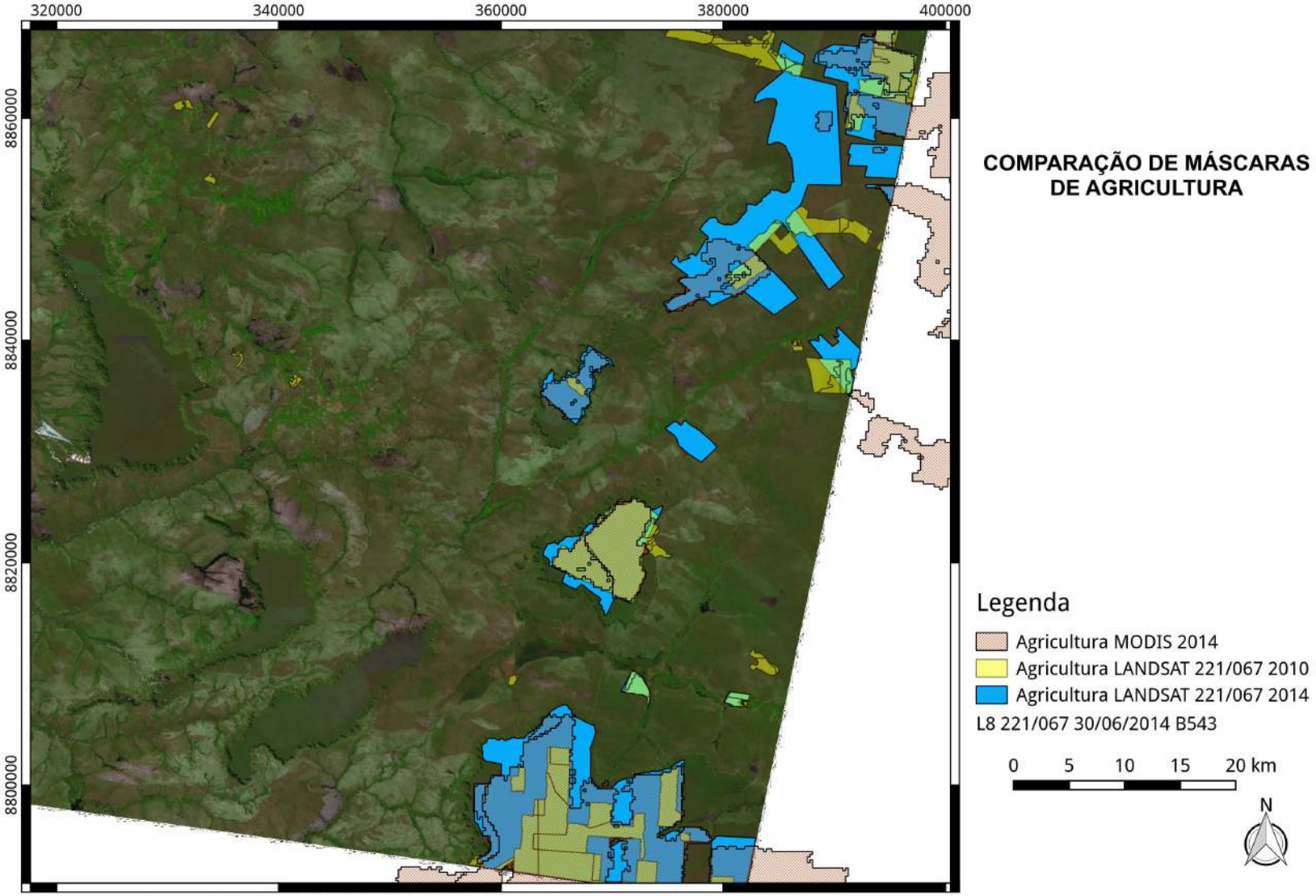
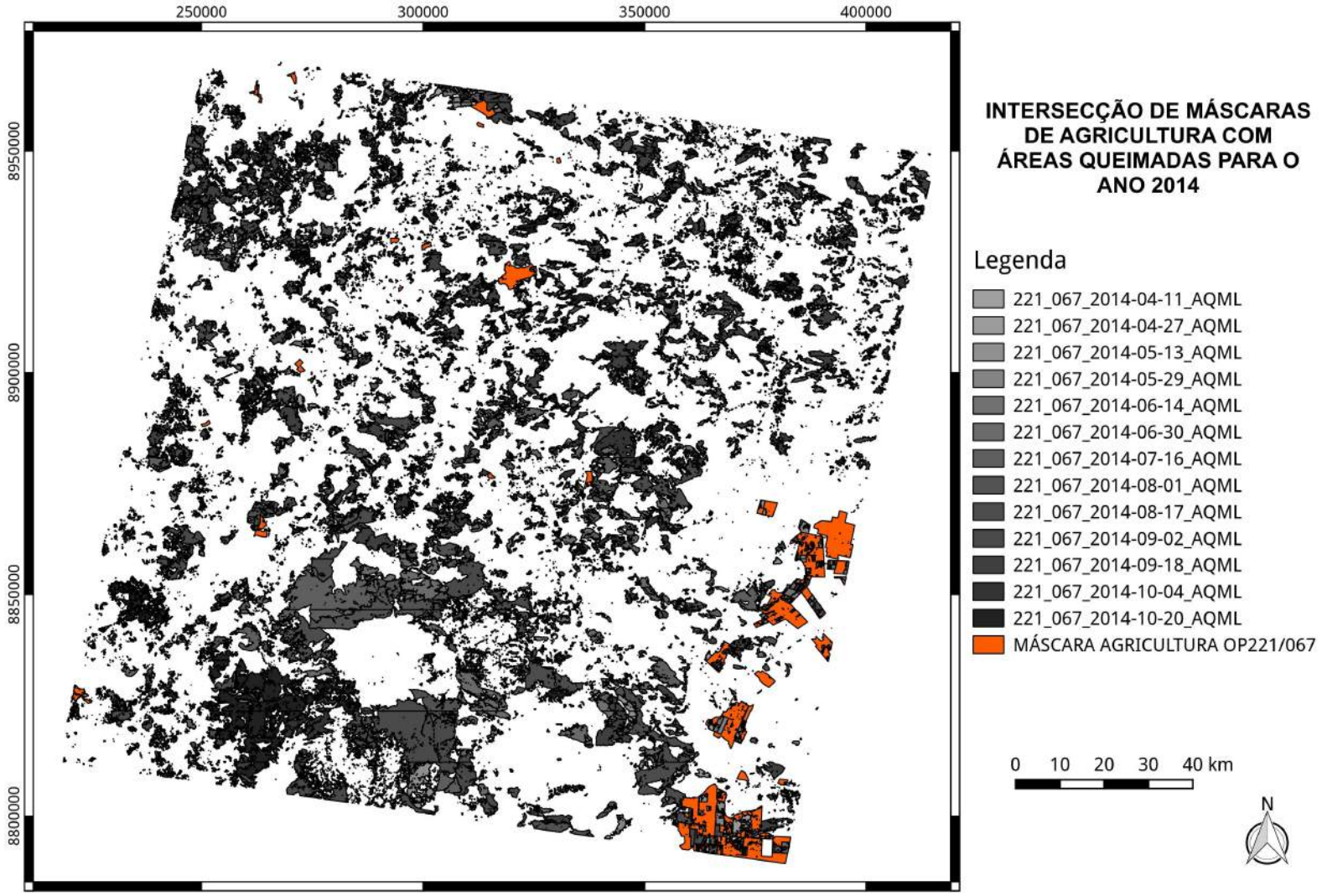


Imagem Landsat 8 - OP: 221/067 - Data: 30/06/2014 - Bandas: 5-4-3 - http://earthexplorer.usgs.gov

REDUCIR LOS ERRORES DE COMISIÓN # 1: MÁSCARA DE ÁREAS AGRÍCOLAS



REDUCIR LOS ERRORES DE COMISIÓN # 1: MÁSCARA DE ÁREAS AGRÍCOLAS

Data	AQML [ha]	Area Intersecção AG/AQM [ha]	AQMLsAG [ha]	Ratio
2014-04-11	3688	3214	474	87,1
2014-04-27	2264	1159	1105	51,2
2014-05-13	15462	2200	13263	14,2
2014-05-29	13571	3637	9934	26,8
2014-06-14	18748	1930	16818	10,3
2014-06-30	44228	1670	42558	3,8
2014-07-16	54370	2850	51520	5,2
2014-08-01	50400	4412	45988	8,8
2014-08-17	72325	8887	63438	12,3
2014-09-02	99013	2894	96119	2,9
2014-09-18	104464	5882	98582	5,6
2014-10-04	44339	171	44168	0,4
2014-10-20	72498	40	72457	0,1
SUMA	**595369**	**38945**	**556424**	**6,5**
		AQMLsAG vs AQML	**0,93**	

SISTEMA OPERACIONAL DE CLASIFICACIÓN Y REGISTRO DE CICATRIZES DE ÁREA QUEMADA PARA EL CERRADO BRASILERO CONTÍNUO

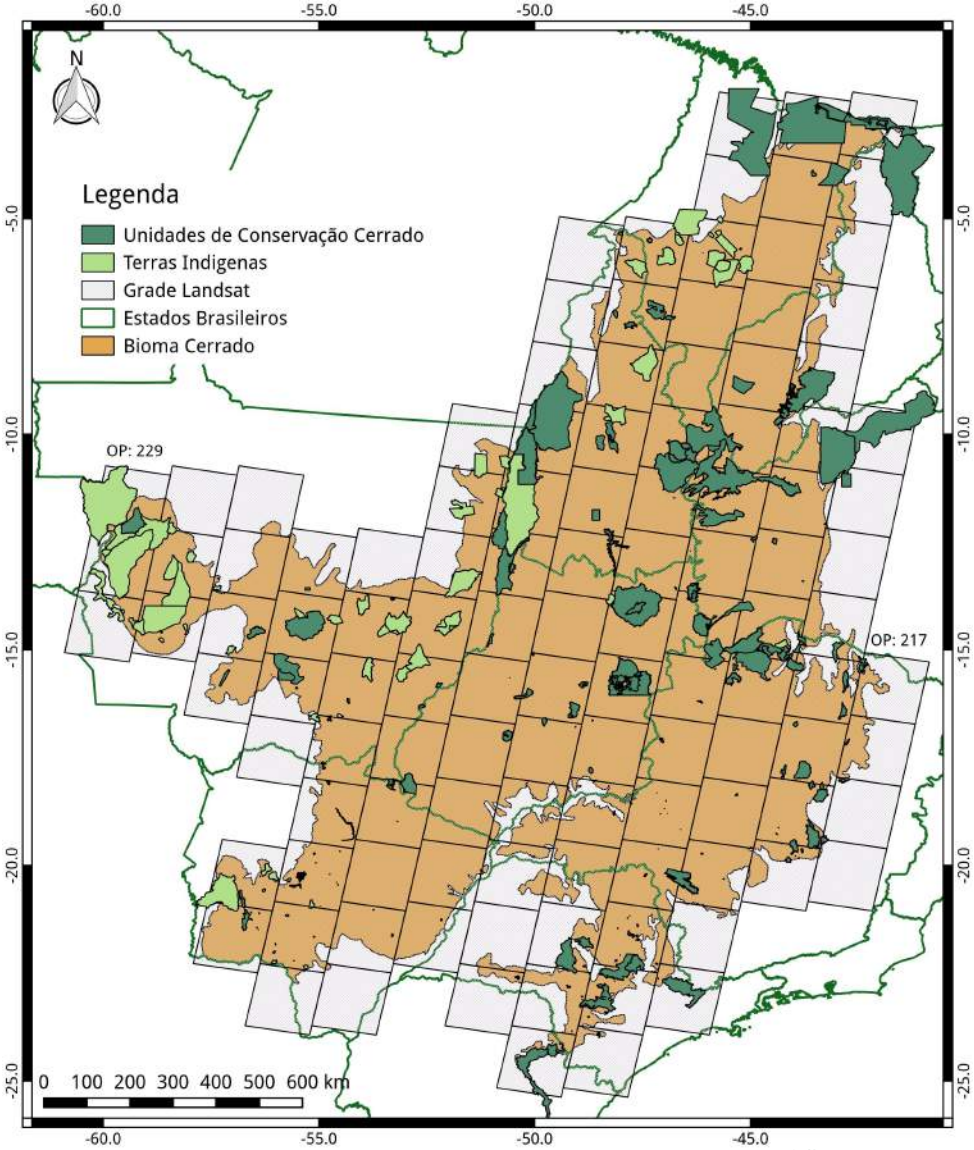
112 órbitas/punto Landsat

Descarga automática de imágenes

Procesamiento diferencial según la órbita/punto

Almazenamiento de los resultados em base de datos geográfica

Visualizador WEB (wms/wfs)

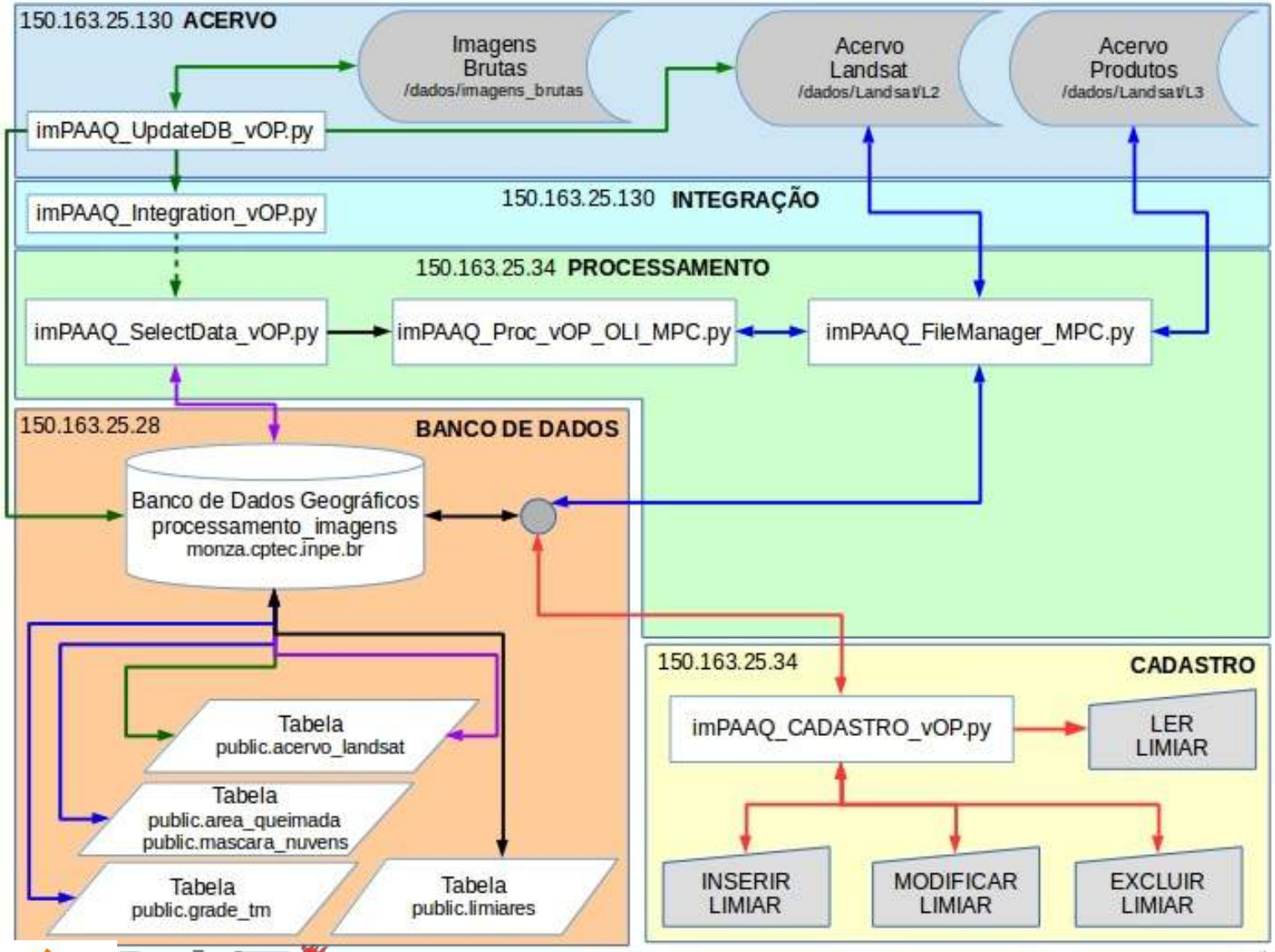


www.inpe.br/queimadas

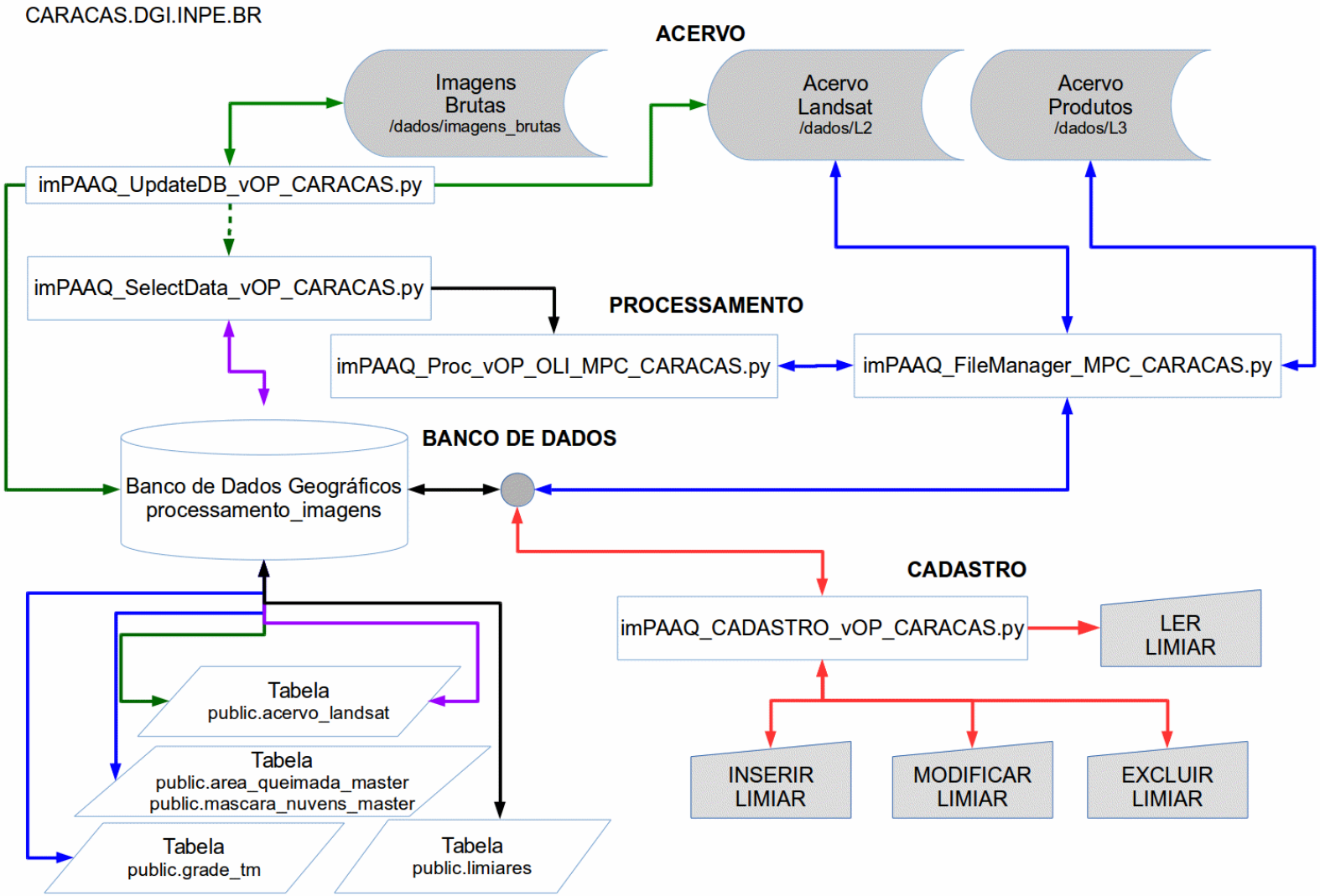
RedLaTIF Red Latinoamericana de Teledetección e Incendios Forestales

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

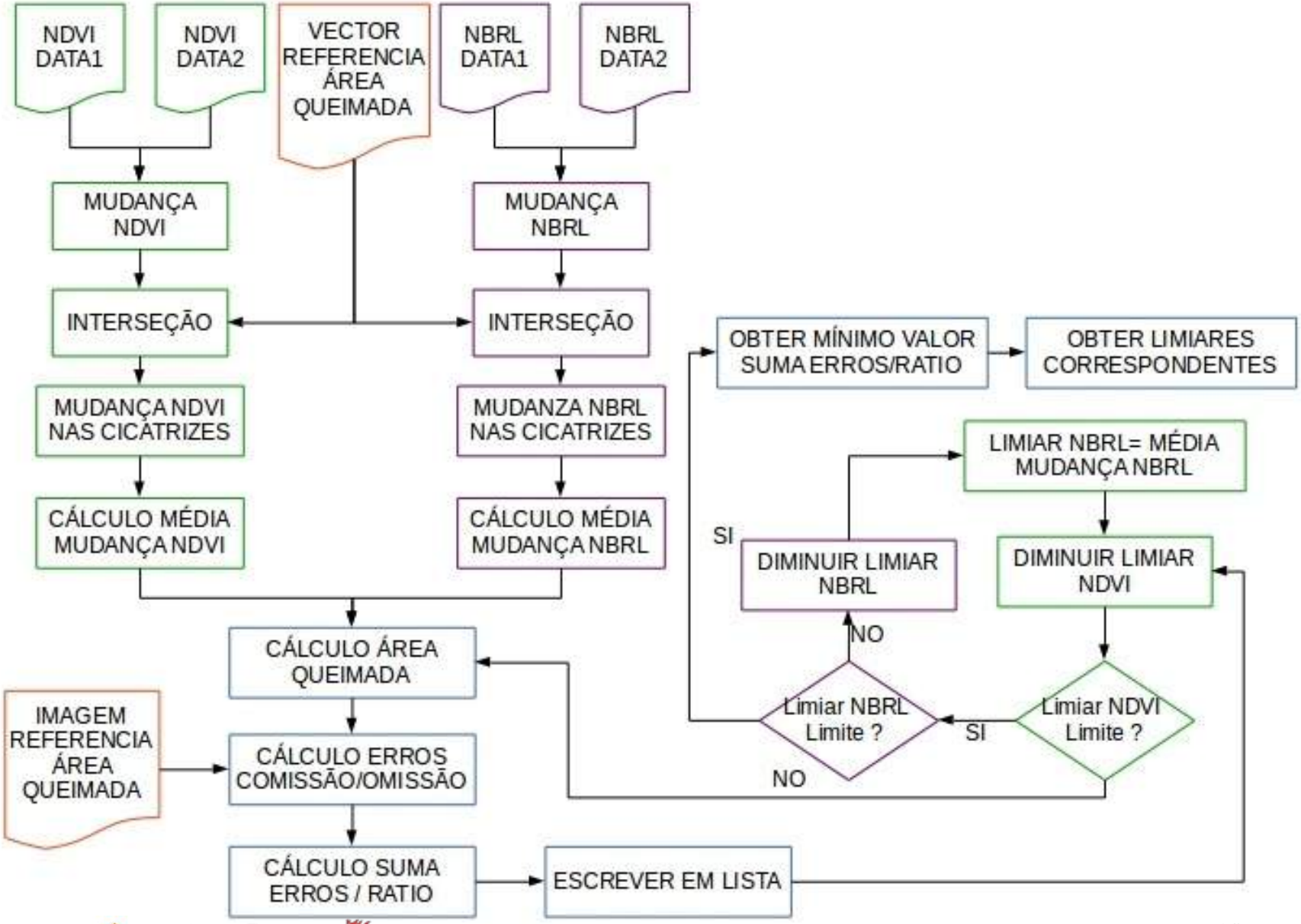
SISTEMA OPERACIONAL DE CLASIFICACIÓN Y REGISTRO DE CICATRIZES DE ÁREA QUEMADA PARA EL CERRADO BRASILERO CONTÍNUO



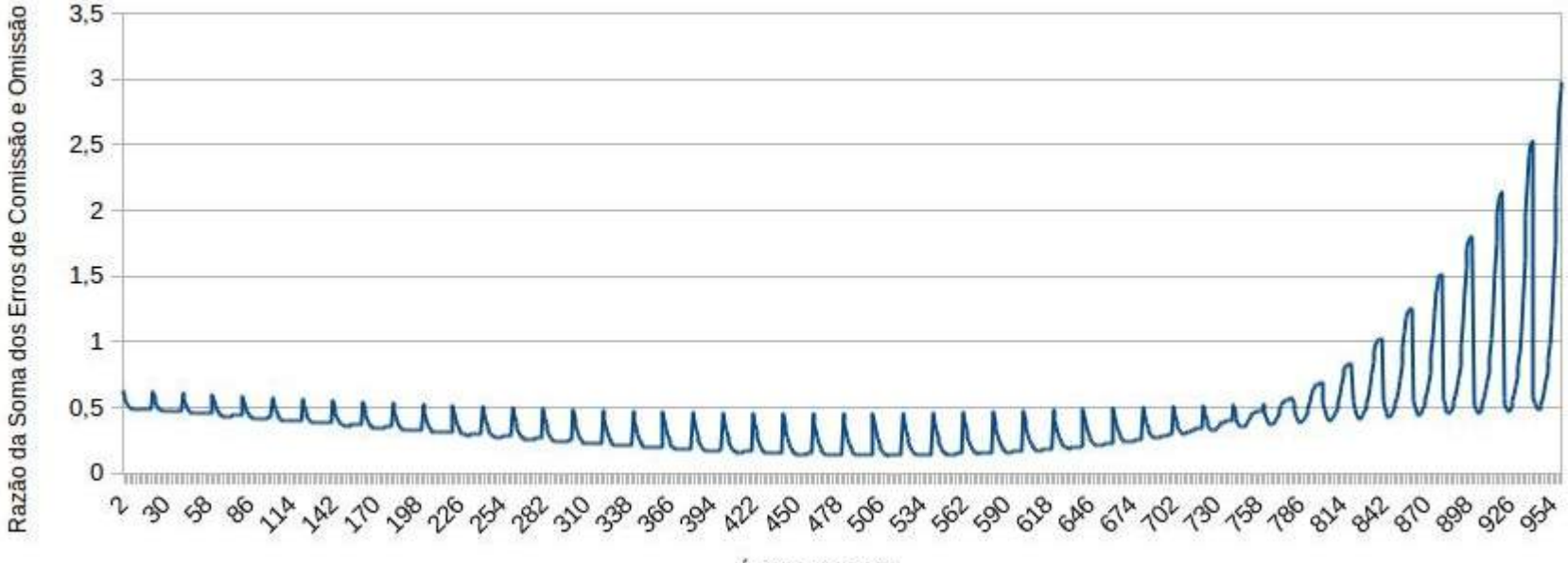
SISTEMA OPERACIONAL DE CLASIFICACIÓN Y REGISTRO DE CICATRIZES DE ÁREA QUEMADA PARA EL CERRADO BRASILERO CONTÍNUO



CÁLCULO DE UMBRALES DE EXTRACCIÓN

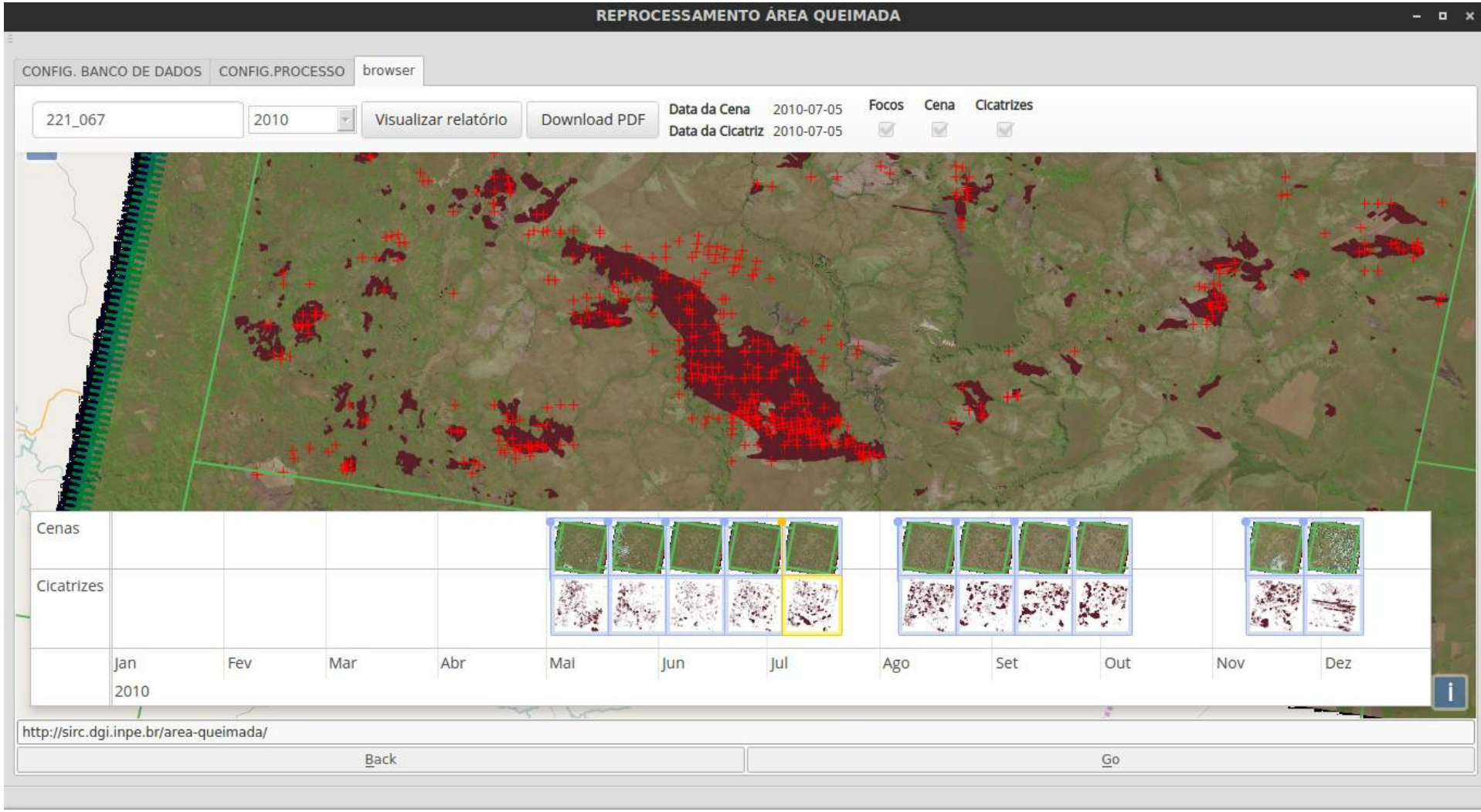


Razão da Soma dos Erros de Comissão e Omissão dividido pelo número de pixeis de área queimada da Referência



Y asi para las 112 órbitas!!

SISTEMA DE VISUALIZACIÓN WEB



FOTOS PARQUE ESTADUAL DO JALAPÃO - TOCANTINS

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

www.inpe.br/queimadas

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

www.inpe.br/queimadas

RedLaTIF
Red Latinoamericana de Teledetección e Incendios Forestales

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

www.inpe.br/queimadas

RedLaTIF
Red Latinoamericana de Teledetección e Incendios Forestales

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

www.inpe.br/queimadas

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

www.inpe.br/queimadas

RedLaTIF
Red Latinoamericana de Teledetección de Incendios Forestales

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

2014.07.10 10:19
www.inpe.br/queimadas
RedLATIF
Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

www.inpe.br/queimadas

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

RedLaTIF
Red Latinoamericana de Teledetección e Incendios Forestales

Workshop de la RedLATIF – 16 al 20 de Noviembre de 2015
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

PREGUNTAS – SUGERENCIAS?

Emiliano Melchiori

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

EMILIANO.MELCHIORI@CPTEC.INPE.BR

2014:07:10 11:25

www.inpe.br/queimadas

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

FUNCATE
Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

FUNDO BRASILEIRO PARA A BIODIVERSIDADE
FUNBIO
Ministério do Meio Ambiente

Projeto Cerrado-Jalapão
Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado