



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



**CRA**

CENTRO REGIONAL DA AMAZÔNIA  
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

# TerraClass Cerrado

## Mapa 2013 & Metodologia de validação

Marcos Adami



V Reunião do Grupo de Trabalho Técnico sobre REDD+  
21 e 22 de março de 2016 – Brasília, DF



## **Contextualização:**

Em 2013, o MMA fomentou a união de um grupo de instituições públicas para realizar a primeira versão do projeto **Mapeamento do Uso e Cobertura Vegetal do Cerrado – TERRAClass Cerrado**.

## **Instituições Executoras:**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA)

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Universidade Federal de Goiás (UFG)

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

## **Fonte orçamentária:**

Projeto GEF Cerrado

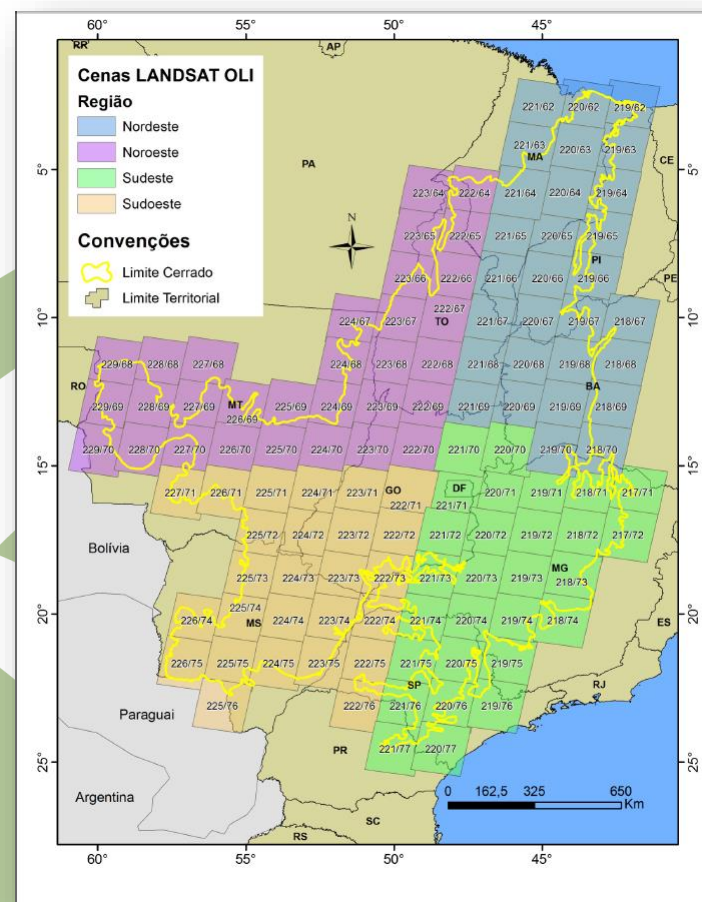
Banco Mundial e Funbio

Mapeamento do uso e cobertura da terra nas áreas desmatadas no Bioma Cerrado para o ano de **2013** com metodologia derivada do projeto **TerraClass Amazônia**,

**118** cenas do Landsat 8/OLI. Área mínima mapeável de 6.25 ha e escala cartográfica compatível com 1:250.000,

Início dos trabalhos: 02/2014 - Fim dos trabalhos: 06/2015 – 17 meses

Força tarefa de 20 especialistas em SR: 5 Ibama, 6 Inpe, 6 Embrapa e 3 UFG (~ R\$ 1.8 milhões).

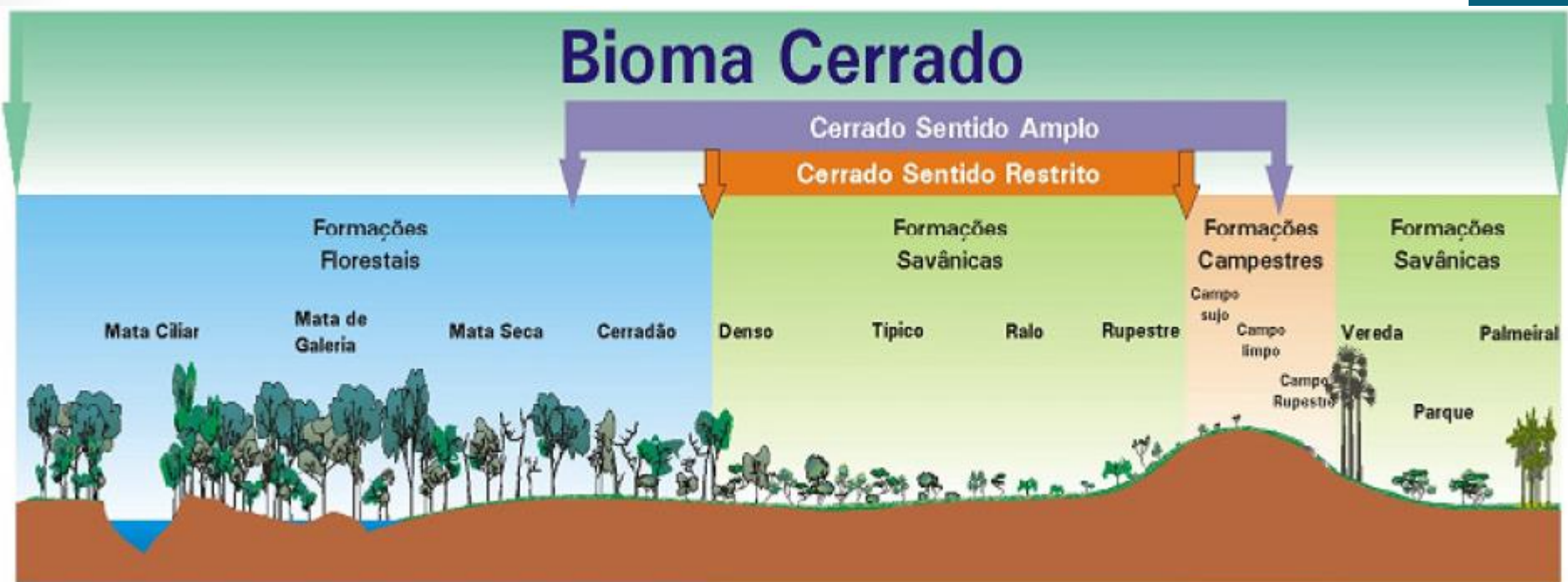


Distribuição das cenas Landsat 8 no Bioma Cerrado

# BIOMA CERRADO

Ribeiro & Walter 2008

## Abordagem fisionômica



Fusão rupestre e parque / não há discriminação cerrado sensu strictu / formações florestais não representadas

## Legenda de mapeamento (classes/subclasses):

Natural	Antrópico	Não observado
Florestal	Agricultura Anual	Queimadas
Savânico	Agricultura Perene	Nuvens
Campestre	Silvicultura	Sombras de Nuvens
	Pastagem	
Não vegetado	Mosaico de Ocupação	
-bancos de areia	Solo Exposto	
-afloramento rochoso	Mineração	
	Urbano	
Água	outros	

**Classe NATURAL** “região cujo padrão de cobertura da terra é compatível com as diferentes fitofisionomias que compõem o Bioma Cerrado, ainda que apresente algum nível de alteração em relação à paisagem original, em função da presença de atividades produtivas menos intensivas ou de subsistência, como as pastagens naturais.”

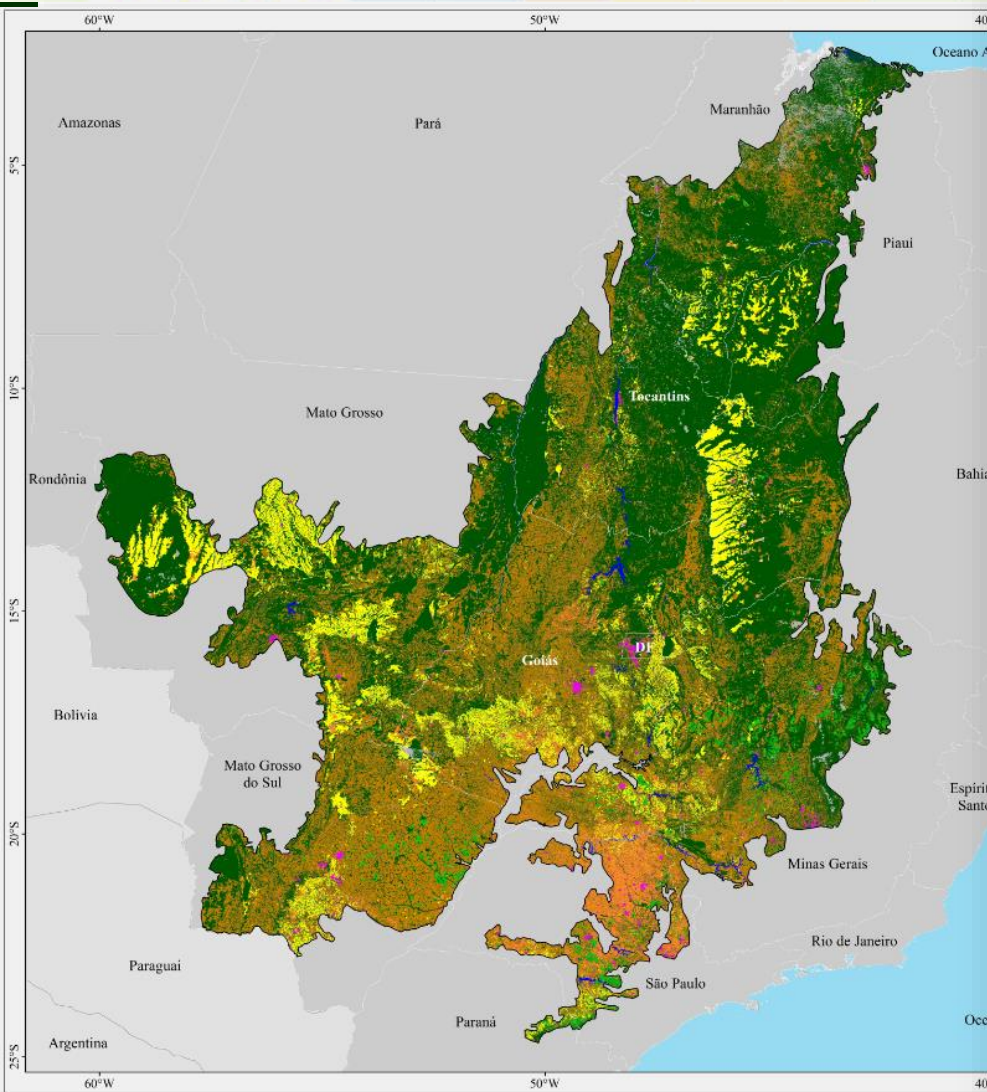
### OU SEJA

- A CLASSE **PASTAGEM** CARACTERIZA-SE PRINCIPALMENTE POR FORRAGEIRAS EXÓTICAS PERENES
- NAS CLASSES NATURAL **SAVÂNICO** E **CAMPESTRE** HÁ USO RELEVANTES PARA A PECUÁRIA EXTENSIVA



# Resultados:

MMA

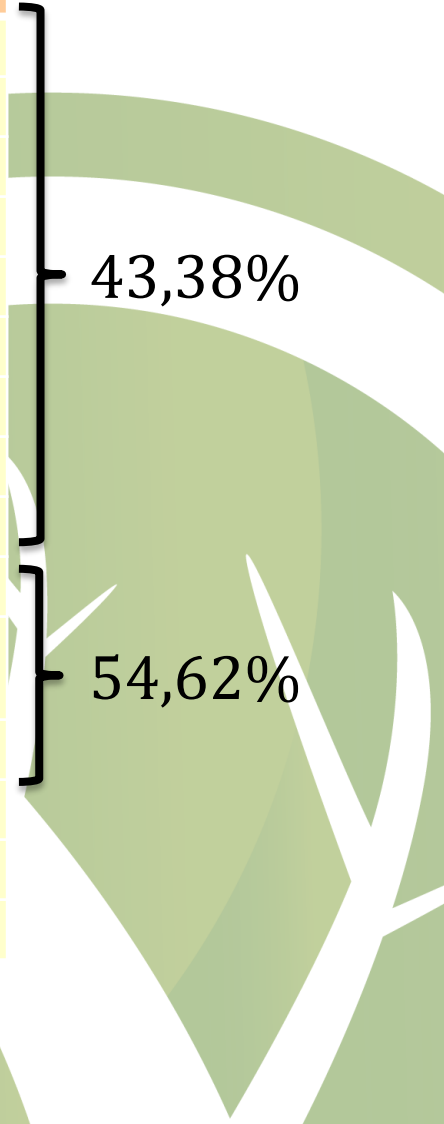


## Mapa de Uso e Cobertura da Terra Cerrado - 2013

### Legenda

-  Agricultura anual - Áreas extensas de solo exposto ou vegetadas, apresentando geralmente monoculturas de ciclo anual, sobretudo de grãos com emprego de padrões tecnológicos elevados, como uso de sementes certificadas, insumos defensivos e mecanização.
-  Agricultura perene - Áreas extensas compostas por cultivo de única espécie de ciclo vegetativo de longa duração, permitindo colheitas sucessivas sem a necessidade de novos plantios após colheita. Podem ser utilizadas técnicas de cultivo tradicional, orgânico ou cultivo de plantas modificadas geneticamente. Neste caso considerado para o mapeamento a Cafeicultura (Cafê), Citricultura (Citrus), Canavieicultura (Cana-de-açúcar), e Heveicultura (Seringueira).
-  Corpo d'água - Caracterizado por todas as classes de águas interiores e costeiras, lagos e reservatórios artificiais além das lagoas costeiras ou lagoas, estuários e baías.
-  Área urbana/Mosaico de ocupações - Áreas caracterizadas por manchas urbanas edificadas com predominância de construções, até pequenos distritos, lugarejos, vilas com pouca estrutura urbanística com concentração populacional diferenciada da área rural / áreas representadas por associação de diversas modalidades de uso e ocupação do solo, como pequenas propriedades rurais com mosaico de pecuária e agricultura familiar, assentamentos, aldeias, galpões e indústrias localizadas em meio a manchas agrícolas.
-  Natural/Natural não vegetado - Áreas representadas por feições florestal, savânico e campestre, em diferente estado de conservação, além de áreas não vegetadas como as praias fluviais, afloramentos rochosos e dunas.
-  Mineração - Áreas com presença de extração mineral, desflorestamentos, clareiras e incluindo toda a área modificada, inclusive os poços de rejeitos.
-  Não observado/Outros - Abrangem as áreas que não foram observadas devido a presença de nuvens e sua respectiva sombra e áreas queimadas.
-  Pastagem - Áreas formadas, prioritariamente, por plantio de forragens exóticas perenes. O solo é coberto por vegetação de gramíneas e/ou leguminosas, com altura variando de alguns decímetros a alguns metros. A principal atividade desenvolvida sobre elas é a pecuária, visando à produção de animais de grande porte com objetivos econômicos.
-  Silvicultura - Áreas caracterizadas pelo plantio de única espécie florestal, como exemplo, Eucalyptus sp e Pinus sp, com talhões bem definidos, espaçamentos regulares e da mesma idade.
-  Solo exposto - Áreas caracterizadas pela predominância de solo exposto, cujo histórico recente de uso da terra não evidenciou a ocorrência de nenhuma das demais classes temáticas mapeadas.

Macro classe	Classes	Área (km <sup>2</sup> )	%
<b>Cobertura antrópica</b>	Agricultura anual	174.179	8,54%
	Agricultura perene	64.237	3,15%
	Mineração	280	0,01%
	Mosaico de ocupações	2.344	0,11%
	Pastagem Plantada	600.840	29,46%
	Silvicultura	30.607	1,50%
	Solo exposto	3.609	0,18%
	Área Urbana	8.852	0,43%
	Outros	73	0,00%
<b>Áreas Naturais</b>	Vegetação Natural Florestal	418.840	20,54%
	Vegetação Natural Não Florestal	692.377	33,95%
	Área Natural não vegetada	2.630	0,13%
	Corpo d'água	15.025	0,74%
	Não observada	25.348	1,24%
	<b>Total</b>	<b>2.039.243</b>	<b>100%</b>



Estados	Macro classes				TOTAL Cerrado
	Antrópico		Natural		
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	
<b>MT</b>	139.800	39%	215.400	60%	358.800
<b>MG</b>	167.200	50%	159.900	48%	333.700
<b>GO</b>	188.000	57%	137.700	42%	329.600
<b>TO</b>	64.200	25%	182.800	72%	253.200
<b>MS</b>	147.000	68%	67.900	31%	21.600
<b>MA</b>	43.600	21%	152.400	72%	212.100
<b>BA</b>	48.700	32%	101.800	67%	151.300
<b>PI</b>	14.900	16%	77.900	83%	93.400
<b>SP</b>	66.000	81%	13.800	17%	81.100
<b>DF</b>	3300	58%	2400	41%	5800
<b>PR</b>	2300	62%	1400	38%	3700
<b>RO</b>	0	2%	400	98%	500
<b>TOTAL</b>	<b>885.000</b>	<b>43%</b>	<b>1.113.900</b>	<b>55%</b>	<b>2.039.200</b>

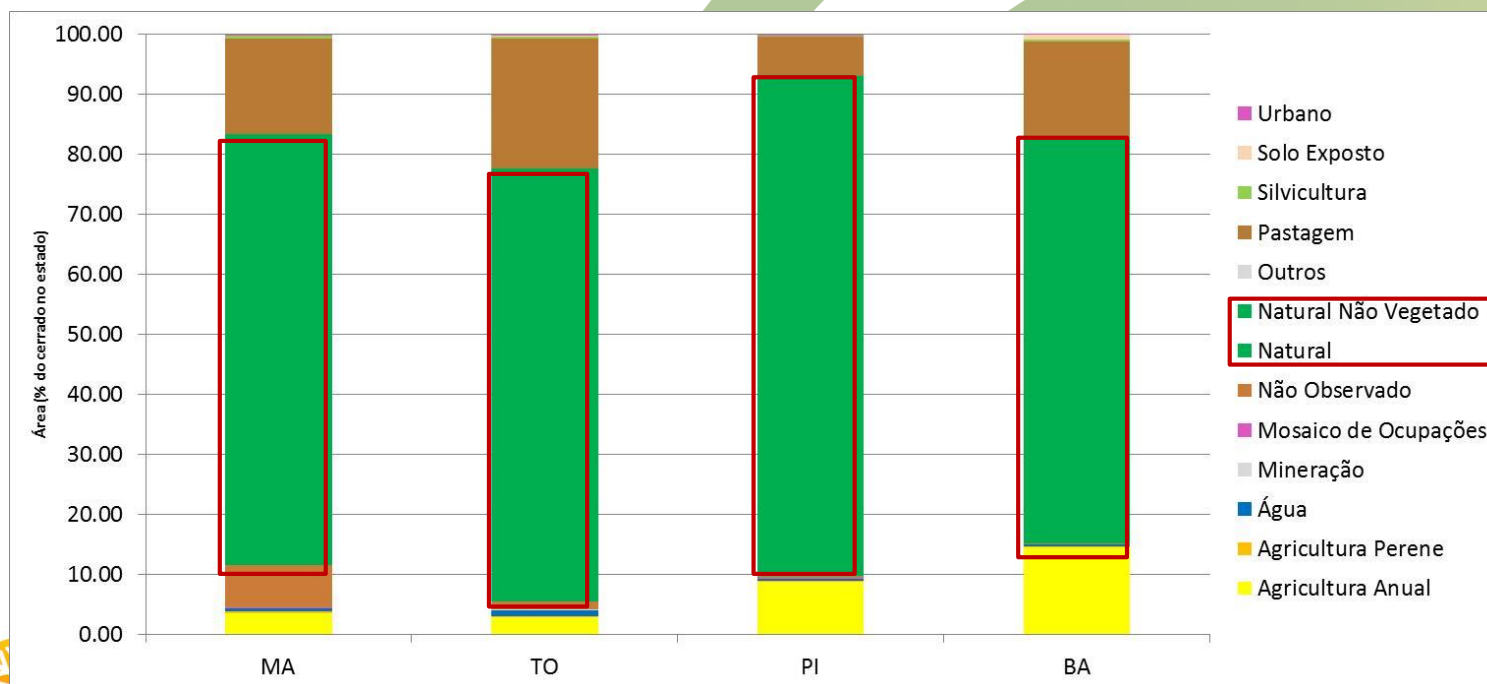


# Resultados MATOPIBA (%):

MMA

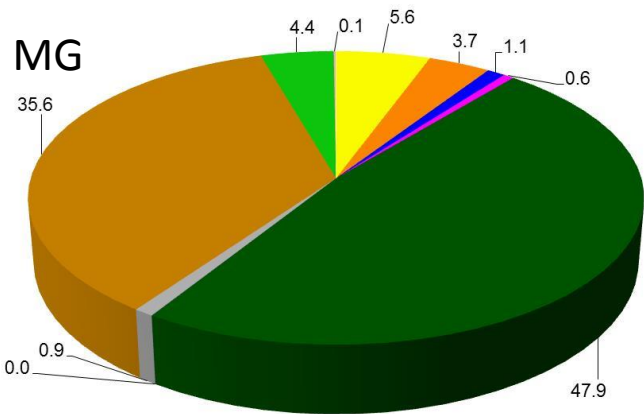
## Vegetação Natural > 73% (média)

Classe	MA	TO	PI	BA
Agricultura Anual	3.53	2.84	8.70	14.53
Agricultura Perene	0.29	0.14	0.18	0.16
Natural	71.42	72.14	83.27	66.64
Pastagem	15.91	21.63	6.45	16.20
Solo Exposto	0.09	0.23	0.05	0.80

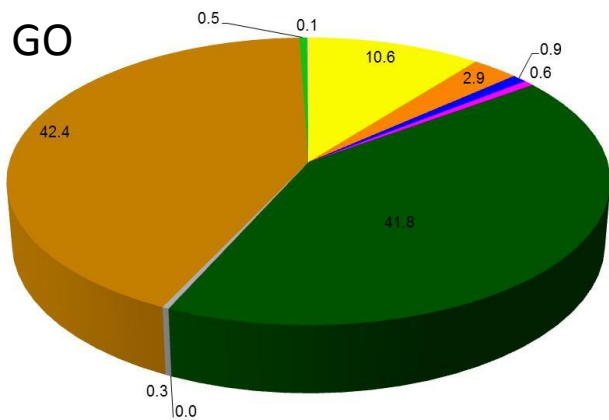


# Resultados MG, GO e SP (%):

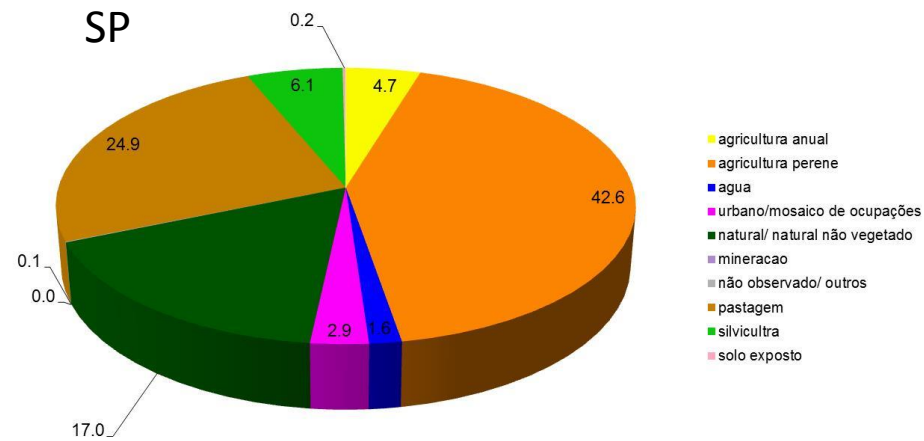
MMA



- agricultura anual
- agricultura perene
- agua
- urbano/mosaico de ocupações
- natural/ natural não vegetado
- mineracao
- não observado/ outros
- pastagem
- silvicultura
- solo exposto



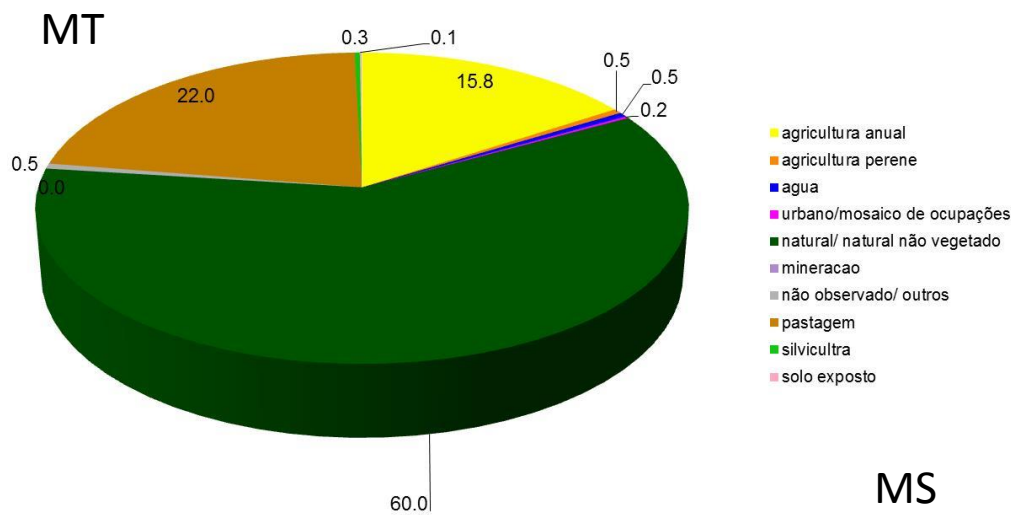
- agricultura anual
- agricultura perene
- agua
- urbano/mosaico de ocupações
- natural/ natural não vegetado
- mineracao
- não observado/ outros
- pastagem
- silvicultura
- solo exposto



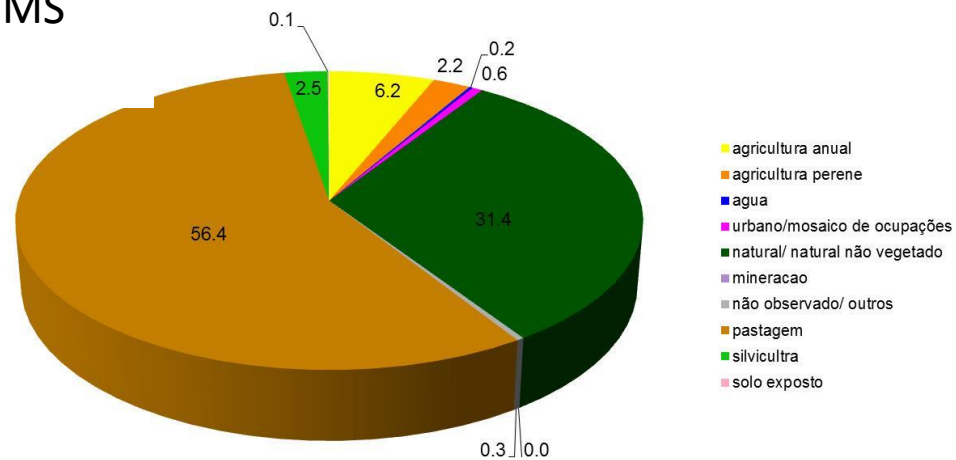
- agricultura anual
- agricultura perene
- agua
- urbano/mosaico de ocupações
- natural/ natural não vegetado
- mineracao
- não observado/ outros
- pastagem
- silvicultura
- solo exposto

# Resultados MT e MS (%):

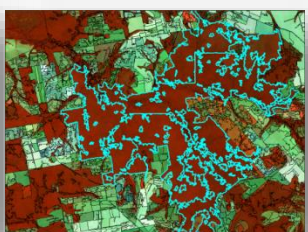
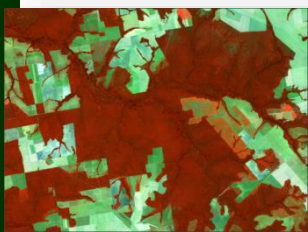
MMA



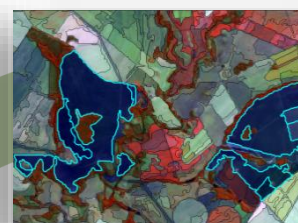
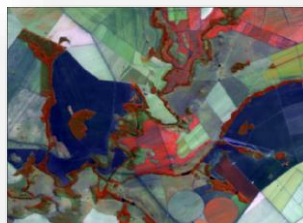
### MS







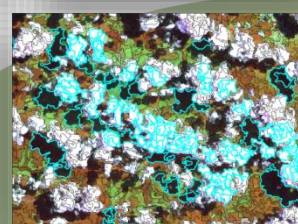
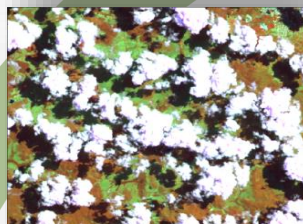
Natural  
(Florestal)



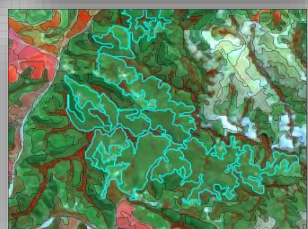
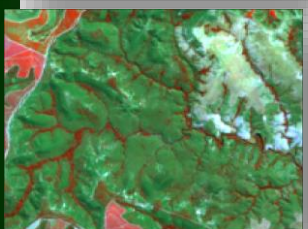
Não observado  
(Queimada)



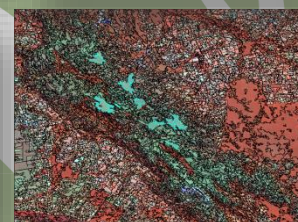
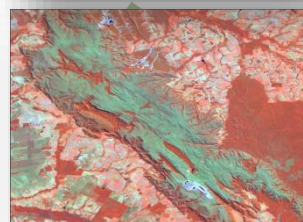
Natural  
(Savânico)



Não observado  
(Nuvem)



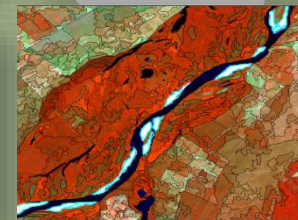
Natural  
(Campestre)



Natural não  
vegetado  
(Afloramento  
rochoso)



Antrópico  
(Silvicultura)



Natural não  
vegetado  
(Bancos de areia)





Agricultura Anual



Agricultura Perene

Pastagem



Mosaico de ocupações



Mineração

**UFG:** Seleção, pré processamento e segmentação das imagens, mapeamento das áreas urbanas, mineração e mosaico de ocupações;

**IBAMA CSR:** Mapeamento da vegetação natural (formações campestres, savânicas e florestadas) e pastagens;

**INPE OBT e CRA:** Mapeamento da vegetação natural (formações campestres, savânicas e florestadas) e silvicultura, Metodologia para validação;

**EMBRAPA CNPM:** Mapeamento da agricultura perene;

**EMBRAPA CNPTIA:** Mapeamento da agricultura anual;

**UFU:** Auditoria.



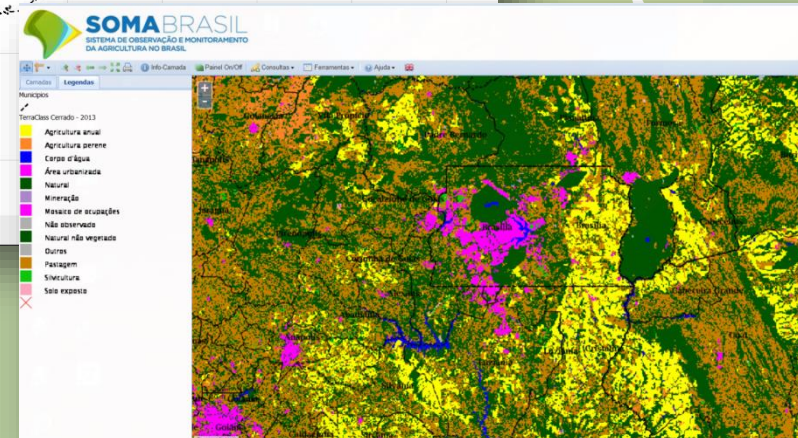
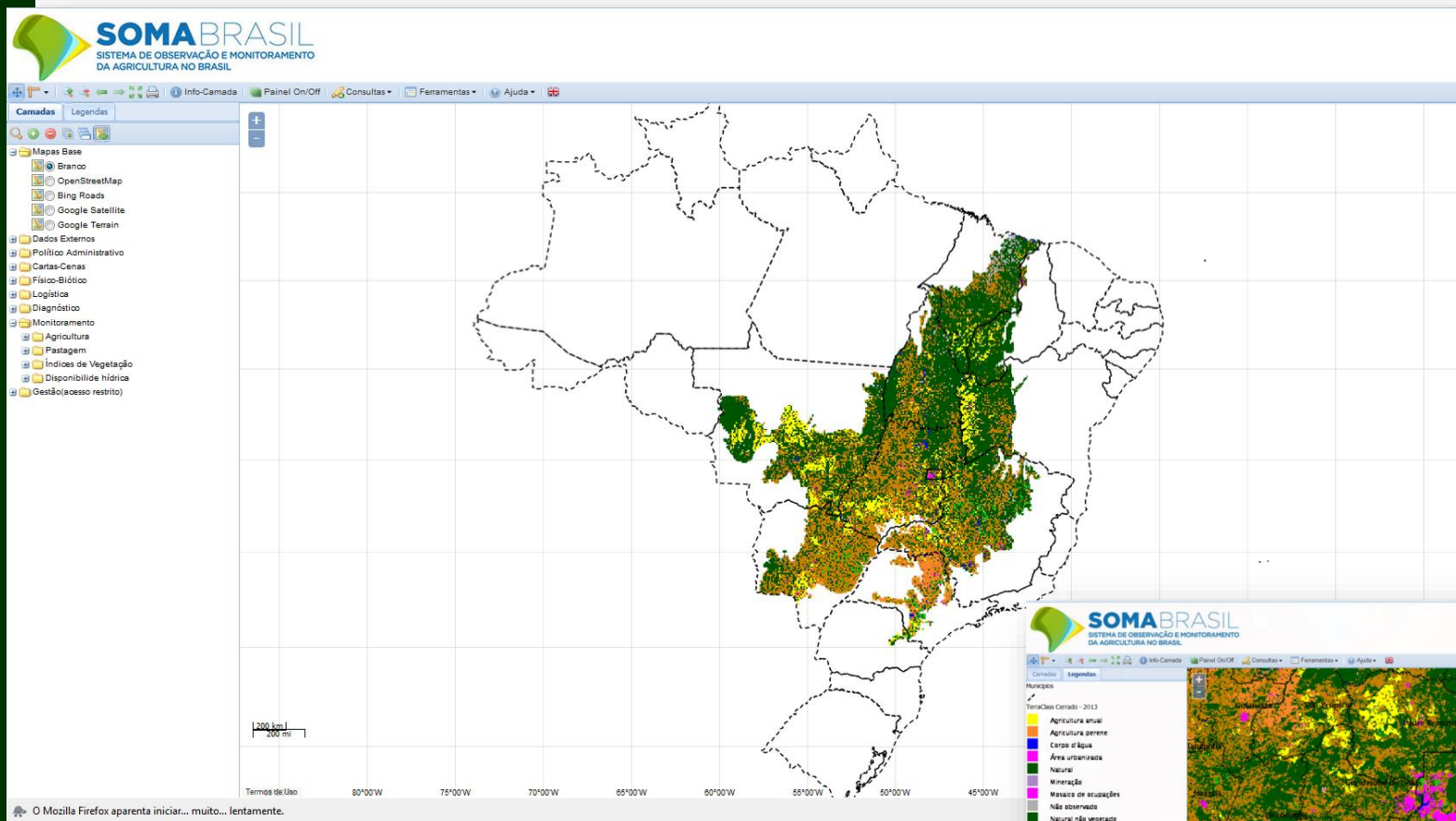
Informática Agropecuária  
Monitoramento por Satélite  
Cerrados  
Amazônia Oriental





# Disponibilização dos dados: site INPE

# Disponibilização dos dados: site SOMA Brasil (Embrapa)







## Amostragem aleatória estratificada

1. Cálculo do tamanho amostral (Multinomial)
2. Realizada por auditor independente
3. Aplicativo Internet específico

### Referências:

Adami, M. et al.; 2012.

Cochran, W.G.; 1977.

Congalton, R.G., & Green, K.; 2009.

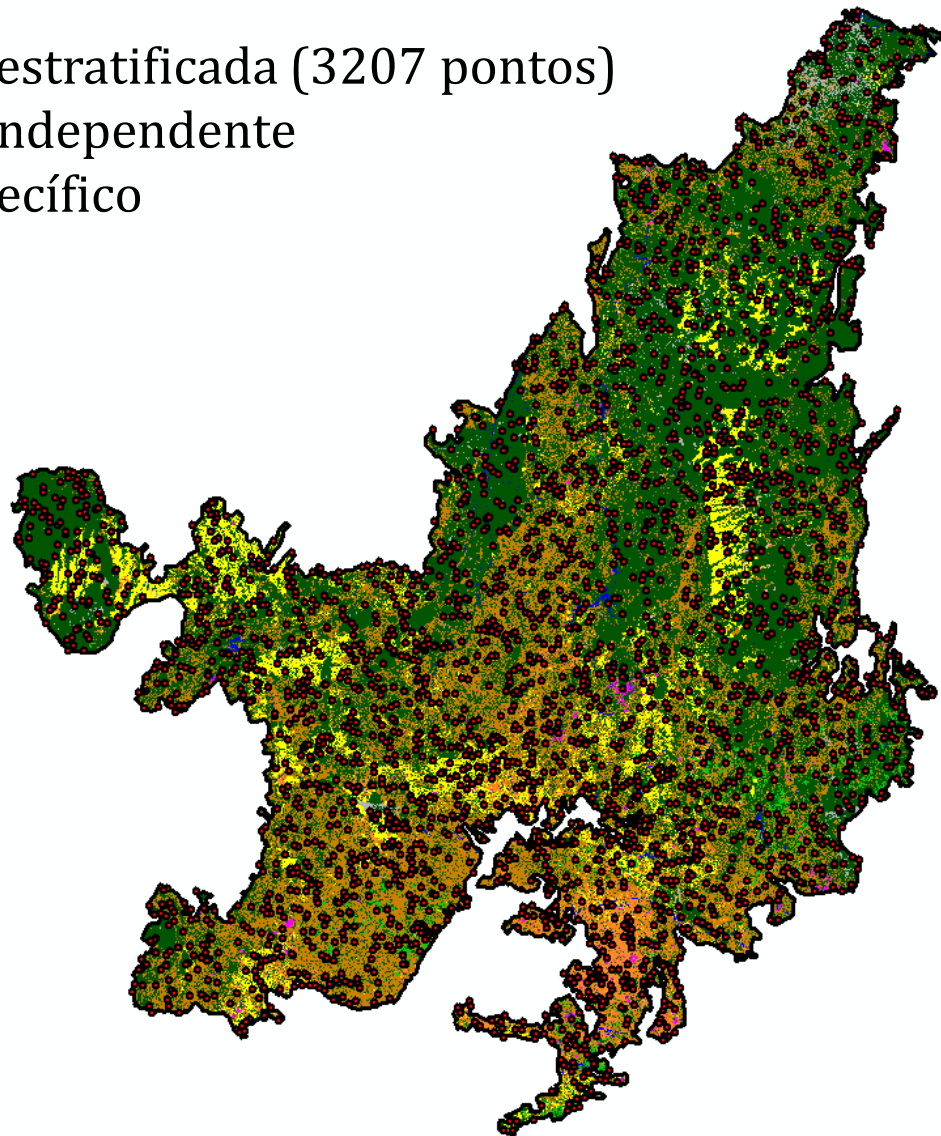
Pontius, R.G., & Millones, M.; 2011.

Pontius, R.G., & Santacruz, A.; 2014.

Stehman, S.V., & Foody, G.M.; 2009.



Amostragem aleatória estratificada (3207 pontos)  
Realizada por auditor independente  
Aplicativo Internet específico



Distribuição espacial dos 3207 pontos para validação

**Table 21.2 Formulas for Accuracy Measures Associated with the Error Matrix of a Pixel-based Assessment**

<i>Characteristic</i>	<i>Population</i>	<i>Sample-based estimates</i>	
		<i>Equal probability</i>	<i>Stratified random</i>
Proportion of area in cell ( <i>i, j</i> )	$p_{ij}$	$n_{ij}/n$	$(n_{ij} N_{i+})/(n_{i+} N)$
Overall accuracy	$\sum_{i=1}^c p_{ii}$	$\sum_{i=1}^c n_{ii}/n$	$(1/N) \sum_{i=1}^c (n_{ii} N_{i+}/n_{i+})$
User's accuracy for class <i>i</i>	$p_{ii}/p_{i+}$	$n_{ii}/n_{i+}$	$n_{ii}/n_{i+}$
Producer's accuracy for class <i>j</i>	$p_{jj}/p_{+j}$	$n_{jj}/n_{+j}$	$\frac{n_{jj}(N_{j+}/n_{j+})}{\sum_{i=1}^c n_{ij}(N_{i+}/n_{i+})}$

Stehman, S.V., & Foody, G.M (2009)

## Índices:

Quantidade

Deslocamento

Mudança

**Quantity = 6, Exchange = 0, Shift = 0**

Time  $t$

A	A
A	A
A	A

Time  $t+1$

B	B
B	B
B	B

		Time $t+1$			Total
		A	B	C	
Time $t$	A	0	6	0	6
	B	0	0	0	0
	C	0	0	0	0
Total		0	6	0	6

**Quantity = 0, Exchange = 6, Shift = 0**

Time  $t$

A	B
A	B
A	B

Time  $t+1$

B	A
B	A
B	A

		Time $t+1$			Total
		A	B	C	
Time $t$	A	0	3	0	3
	B	3	0	0	3
	C	0	0	0	0
Total		3	3	0	6

Pontius & Santacruz (2014)



**Quantity = 0, Exchange = 0, Shift = 6**

Time  $t$

A	A
B	B
C	C

Time  $t+1$

C	C
A	A
B	B

		Time $t+1$			Total
		A	B	C	
Time $t$	A	0	0	2	2
	B	2	0	0	2
	C	0	2	0	2
Total		2	2	2	6

**Quantity = 2, Exchange = 4, Shift = 0**

Time  $t$

A	A
B	B
C	C

Time  $t+1$

B	B
A	A
A	A

		Time $t+1$			Total
		A	B	C	
Time $t$	A	0	2	0	2
	B	2	0	0	2
	C	2	0	0	2
Total		4	2	0	6

Pontius & Santacruz (2014)

# Página internet dedicada a validação

**Projeto TerraClass Cerrado - Validador**

www.dpi.inpe.br/tccerrado/tccerrado.php

Layers

Lat, Lon (-14.0366, -45.8938)

Orbita do Landsat: 220  
Ponto do Landsat: 70

Lista dos pontos dessa consulta: 39 sendo 39 já avaliados (aprox. 16.3 min. gastos na avaliação)

Nr	UF	Cena	L8
308	BA	220	70
551	BA	220	70
554	GO	220	70
563	GO	220	70
597	BA	220	70
6117	GO	220	70
6167	GO	220	70
6378	BA	220	70
6388	GO	220	70
6473	BA	220	70
1540	BA	220	70
1678	BA	220	70
1690	GO	220	70
1767	GO	220	70
1853	GO	220	70
2038	GO	220	70
2087	BA	220	70
2113	BA	220	70
2194	GO	220	70
2225	GO	220	70
2237	GO	220	70
2258	MG	220	70
2308	BA	220	70
2403	GO	220	70

Imagens 2015 Cnes/Spot Image, DigitalGlobe | 100 m | Termos de Uso

Modis Times Series -14.038305750000000 -45.8874157400000

Google Maps Remote Sensing Time Series

Value

Ponto nr 308 com 8.89 ha (-14.0363,-45.8874)

Município/UF (WRS L8) Jaborandi/BA (220/70)

Classe Avaliador **Silvicultura**

Informação Adicional

Confiança Média (apresenta confusão c/ Agricultura\_perene)

Confiança da classificação Alta

Classe:

- Florestal
- Savanico
- Campestre
- Pastagem
- Agricultura anual
- Agricultura perene
- Silvicultura
- Natural não vegetado
- Área urbana
- Mosaico Ocupações
- Solo exposto
- Mineração
- Água
- Não Observado
- Outros

Eventual confusão com:

- Florestal
- Savanico
- Campestre
- Pastagem
- Agricultura anual
- Agricultura perene
- Silvicultura
- Natural não vegetado
- Área urbana
- Mosaico Ocupações
- Solo exposto
- Mineração
- Água
- Não Observado
- Outros

Explicação adicional (opcional)

Submeter

Seleção dos pontos

Pontos amostrais para validação

Imagens auxiliares do L8 e RapidEye

Formulário para classificação

Série temporal EVI2 Terra/Modis



**MUITO OBRIGADO!**

[marcos.adami@inpe.br](mailto:marcos.adami@inpe.br)



V Reunião do Grupo de Trabalho Técnico sobre REDD+  
21 e 22 de março de 2016 – Brasília, DF