

Estoques, emissões e remoções de carbono do bioma Cerrado

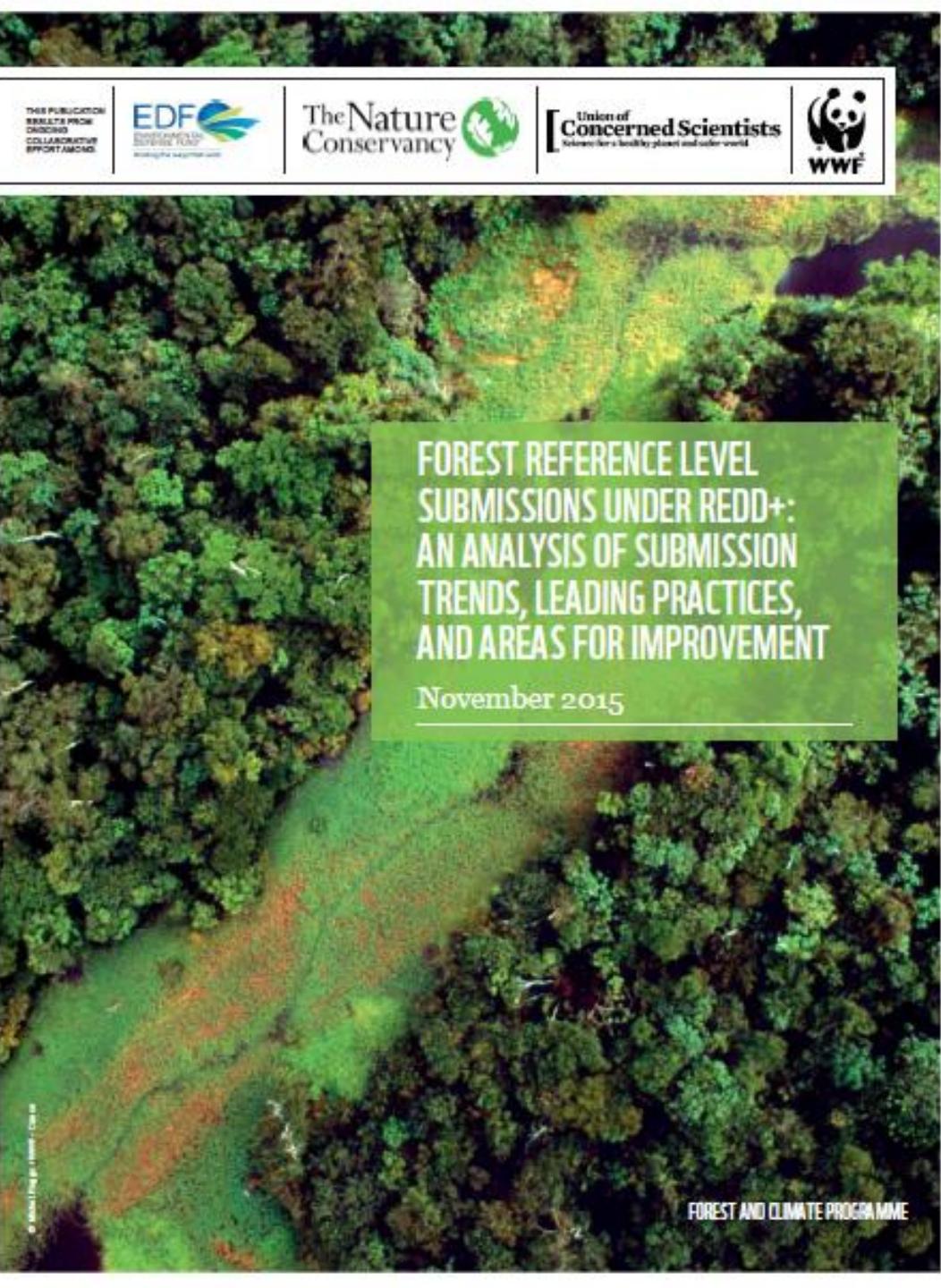


FUNCATE
Fundação de Ciência
Aplicações e
Tecnologia Espaciais



3^a COMUNICAÇÃO
NACIONAL DO BRASIL
À CONVENÇÃO-QUADRO
DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE

THIS PUBLICATION
RESULTS FROM
COLLABORATIVE
EFFORTS AMONG



FOREST REFERENCE LEVEL SUBMISSIONS UNDER REDD+: AN ANALYSIS OF SUBMISSION TRENDS, LEADING PRACTICES, AND AREAS FOR IMPROVEMENT

November 2015

FOREST AND CLIMATE PROGRAMME



- A definição de floresta utilizada para a construção da FRL, se for diferente da definição utilizada no inventário nacional de gases de efeito estufa (GEE), uma explicação do porquê e como a definição utilizada na construção FRL foi escolhido.
- Alterar metodologias podem afetar a consistência das emissões estimadas. No entanto, a UNFCCC permite uma abordagem passo a passo que estimula a melhoria dos FRLs quando melhores dados e metodologias se tornem possíveis, enquanto as diretrizes do IPCC podem ser utilizadas para manter a consistência.

Roteiro

1. Características relevantes do bioma Cerrado
2. Reservatórios de carbono e gases incluídos na TCN
3. Fatores de emissão e remoção para o bioma Cerrado
4. Mapa de estoque de carbono do bioma Cerrado na TCN
5. Análise de incertezas relativas às emissões de LULUCF no bioma Cerrado
6. Avanços na construção do mapa de C para o Cerrado

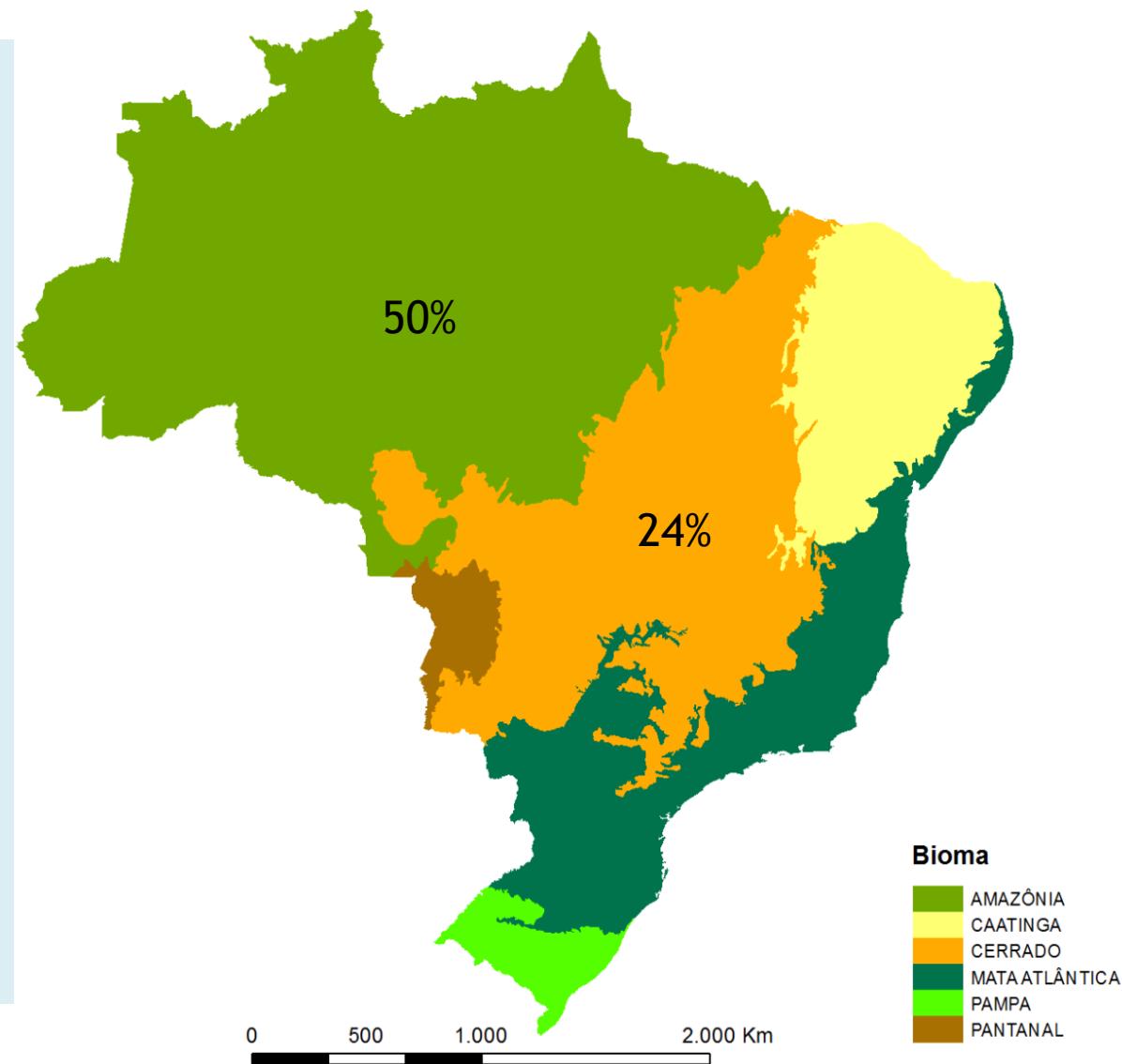
Distribuição dos biomas brasileiros (IBGE, 2004).

Savana sazonal úmida

2 milhões de km²,
principalmente do
Planalto Central do
Brasil

Segundo maior bioma
da América do Sul

**Transições para os
principais biomas
brasileiros**





Cerrado - a savana com
a maior biodiversidade
do planeta

Determinantes ecológicos e alocação de carbono

Distribuição sazonal da chuva

Estação chuvosa = 90% da precipitação anual

Solos

Baixa fertilidade
Profundos

Ocorrência natural de incêndios

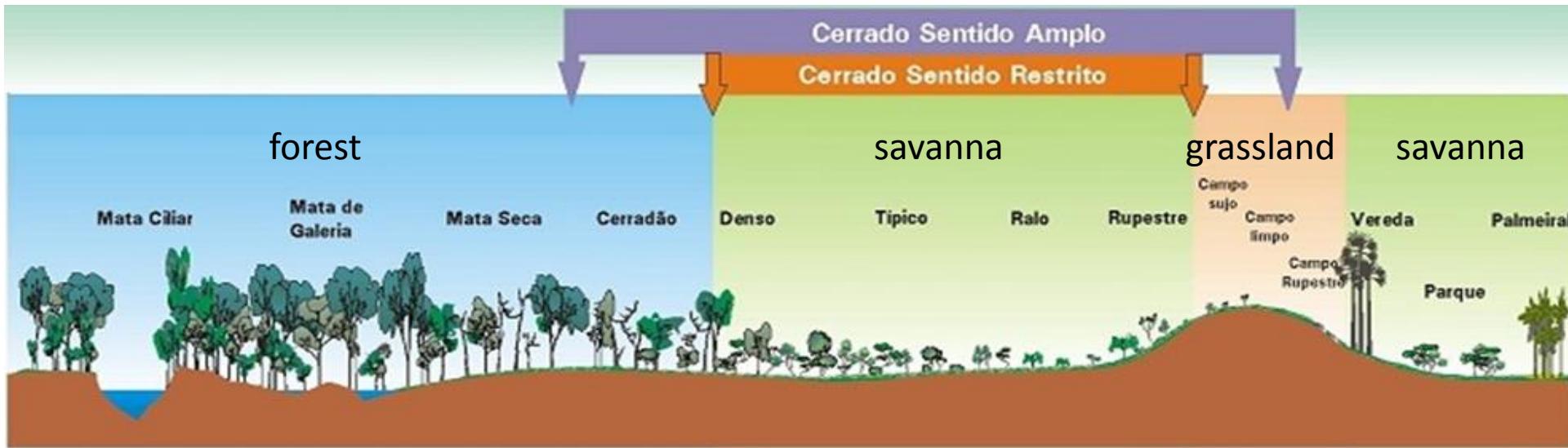
Baixo *turnover* de matéria orgânica e nutrientes

Plantas – alto investimento em **biomassa subterrânea**
Razão = ~ 2,6 – 7,7



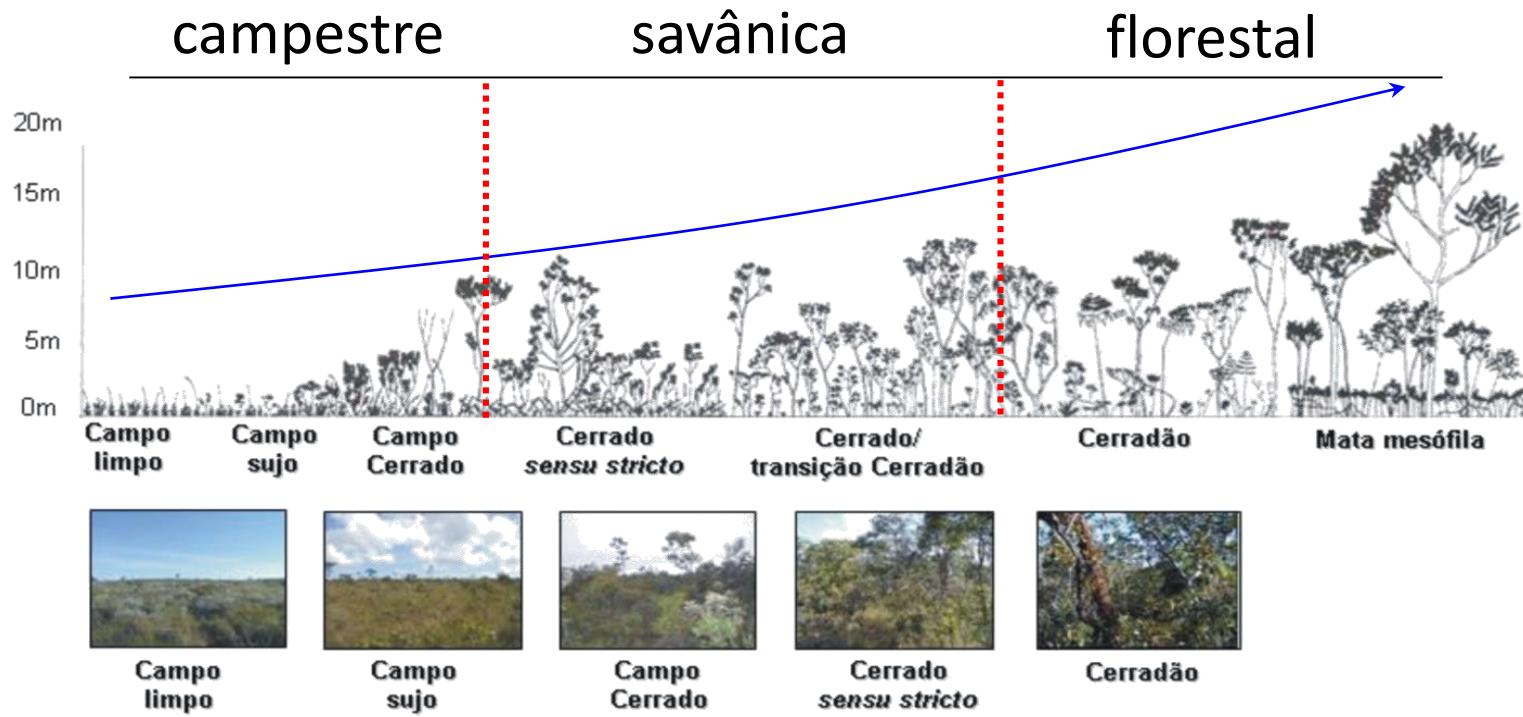
Desafios para as estimativas de biomassa do Cerrado

Complexidade estrutural de funcional



- Mosaico de diferentes fisionomias: Biomassa aérea
- grasslands with scattered trees (campos) 4 to 17 Mg. ha⁻¹
- tree and scrub savanna (cerrado s.s) 20 to 58 Mg. ha⁻¹
- dry, closed canopy forest (cerradão) 29 to 72 Mg. ha⁻¹

Cerrado - Mosaico de diferentes tipos de vegetação



Tipos	S (Mg/ha)	R (Mg/ha)	Total	R:S
Campestre	7.2	16.7	23.9	2.34
Savânica	24.6	33.5	58.1	1.37
Florestal	79.7	17.8	97.5	0.22

Transição campo-vereda



Campo sujo (rupestre)



Cerrado (rupestre)



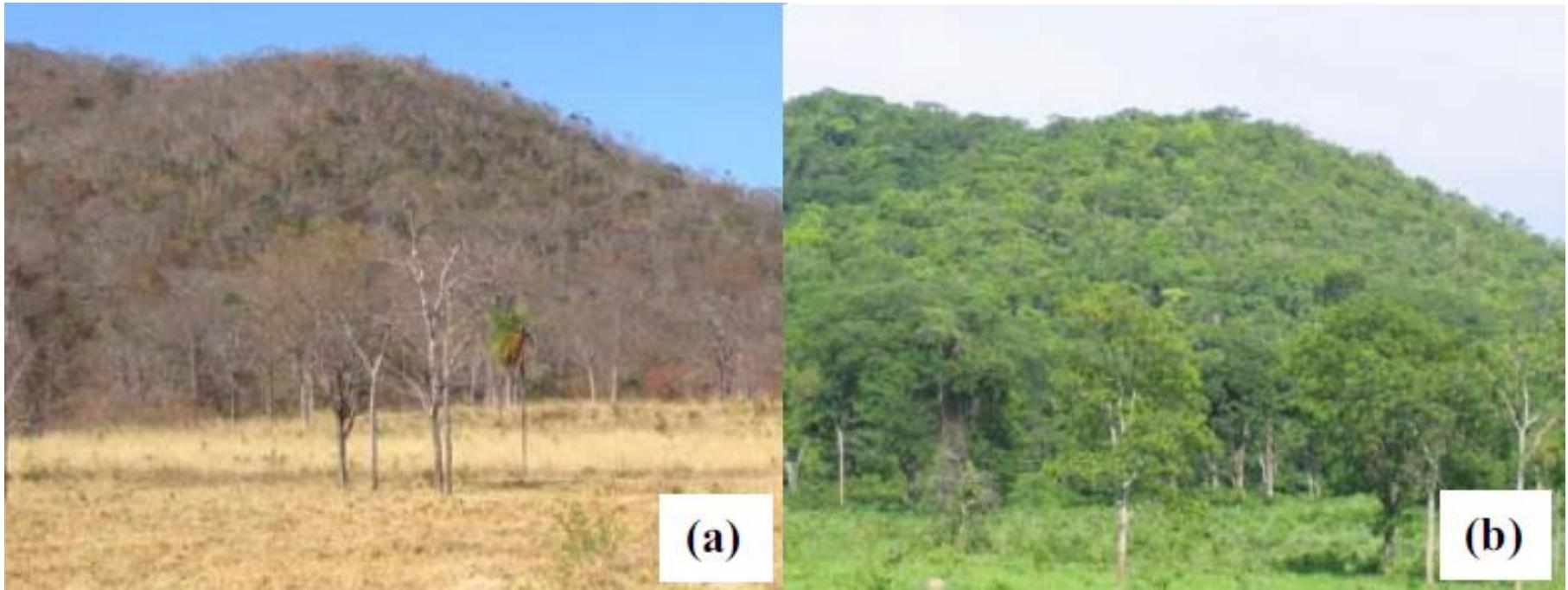
Campo sujo



Cerrado típico



Floresta estacional



Cerradão



Matas de galeria

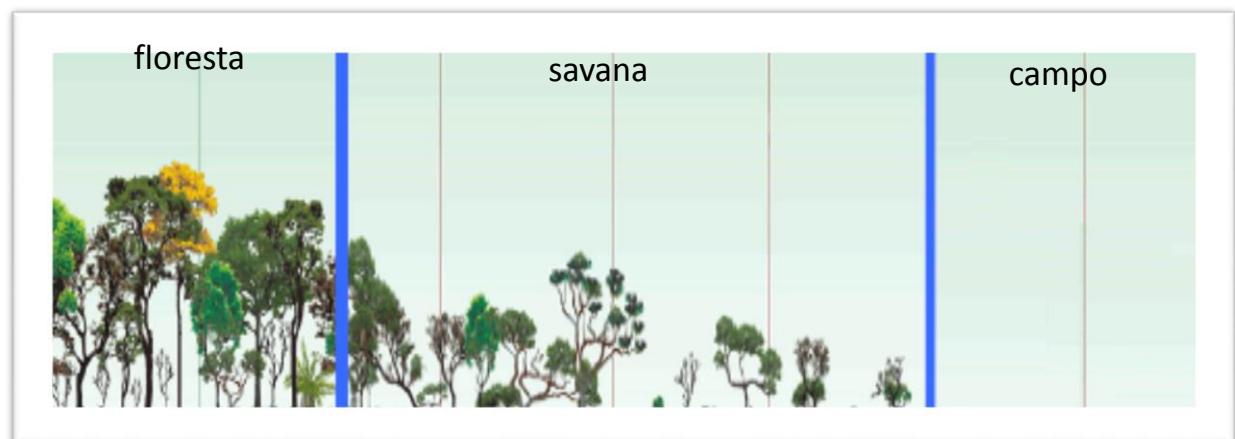


Limitações e desafios para as estimativas de biomassa no Cerrado



Regime de queimadas → mudanças estruturais

Frequência de queimadas



Estoques de C Carvão no solo



Biomassa (Mg.ha⁻¹), estoque de carbono (MgC.ha⁻¹) e carvão (Mg.ha⁻¹) nos compartimentos aéreo e armazenado no solo (até 30 cm de profundidade) em três áreas do JBB, Brasília DF.

	cerradão	cerrado protegido	cerrado não protegido
BA	76,47 ^a	19,60 ^b	12,23 ^b
ECA	35,94	9,21	5,75
Carvão*	2,03 ^a	0,53 ^b	0,54 ^b
Carvão**	2,29	0,59	0,37
Carbono***	1,57	0,41	0,42

* mensurado; ** estimado (IPCC, 2006); *** estimado (ECKMEIER et al., 2007); BA=Biomassa aérea (vegetação lenhosa); ECA=Estoque de carbono aéreo. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre áreas ($p < 0,05$).

Estoque de C em carvão no solo (0-30 cm) representou entre 4,4 e 7,3% do estoque de C na biomassa aérea.



Fragmentos de carvão encontrados no solo até 30 cm de profundidade.

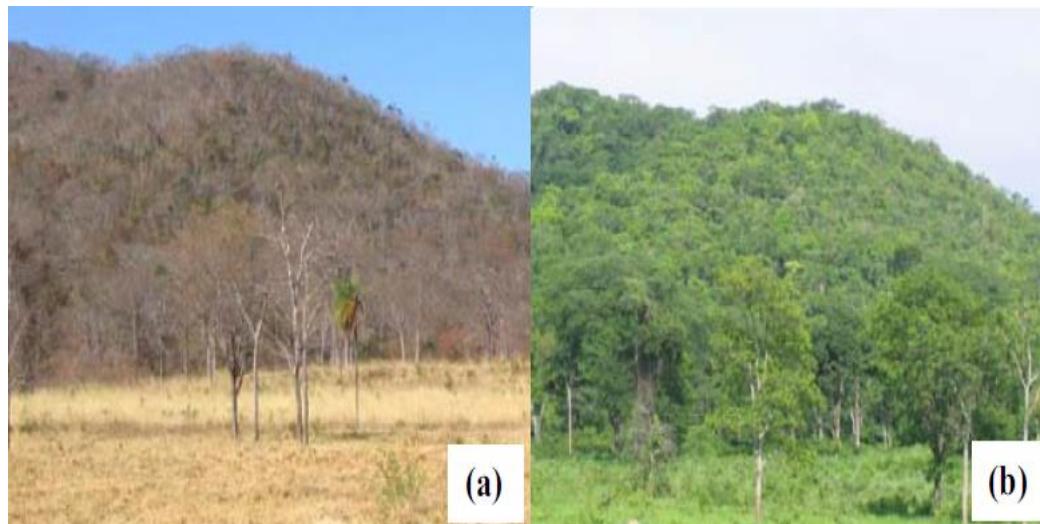
Limitações e desafios para as estimativas de biomassa no Cerrado

Sazonalidade

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dez

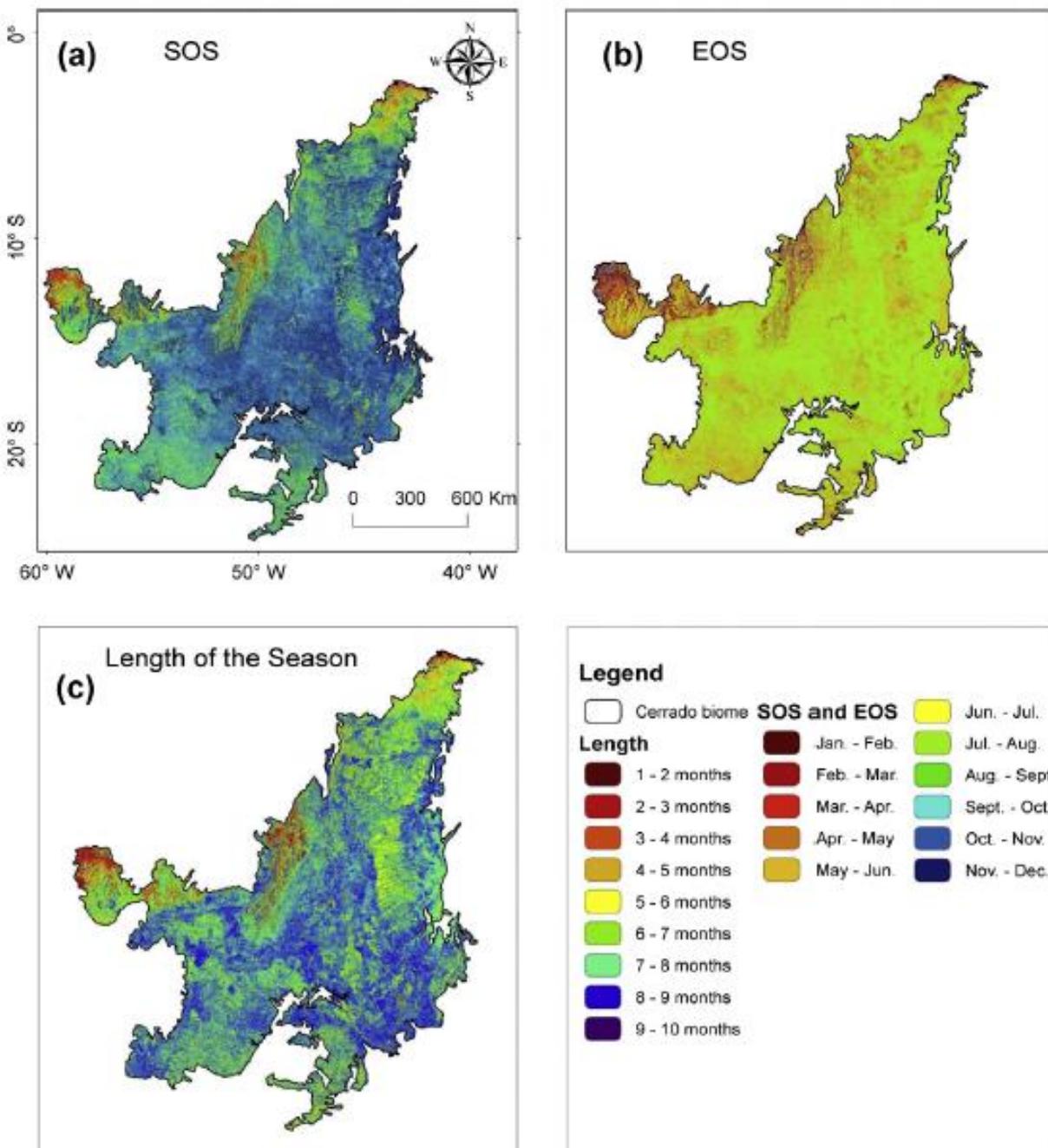


Floresta Decidual



(Carvalho 2009)

- (a) Start of the growing season (SOS),
- (b) end of the growing season (EOS),
- (c) length of the growing season for the entire Cerrado biome.



The seasonal carbon and water balances of the Cerrado environment of Brazil: Past, present, and future influences of land cover and land use



Arielle Elias Arantes ^{a,*}, Laerte G. Ferreira ^a, Michael T. Coe ^b

^a Federal University of Goiás, Image Processing and GIS Lab, Campus Samambaia, 74001-970 Goiânia, Goiás, Brazil

^b The Woods Hole Research Center, 149 Woods Hole Rd, Falmouth, MA 02540, United States

A.E. Arantes et al./ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 117 (2016) 66–78

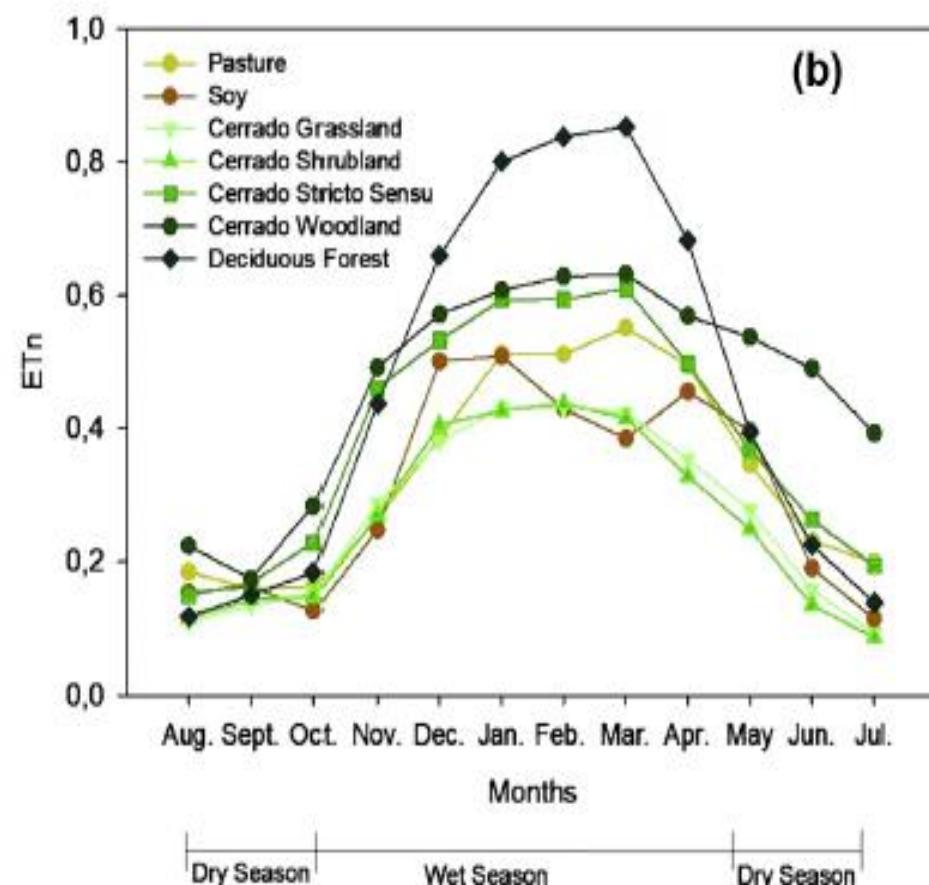
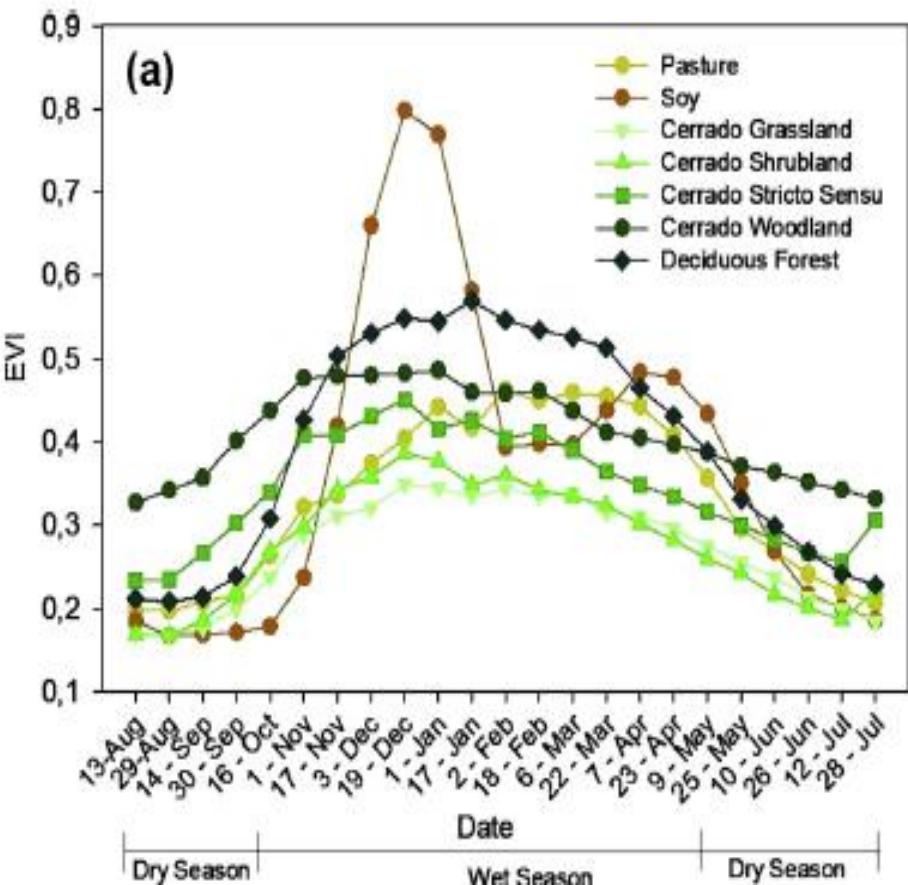


Fig. 6. Sample-based mean 16-day EVI (a) and mean monthly normalized ET (b) seasonal profiles for the major Cerrado land-cover classes.

Limitações e desafios para as estimativas de biomassa no Cerrado

- Vegetação secundária e recrescimento
- Regime de distúrbios e Degradação

Tabela 1: Variação temporal nos valores de diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza (S) nas áreas de cerrado sentido restrito. * Diferenças significativas entre os períodos de amostragem ($p < 0,05$).

Áreas	Estado	ANO	H'	J'	S
Alto Paraíso PARNA Chapada dos Veadeiros	GO	1989	3,38	0,77	80
		2010	3,44	0,78	83
	DF	1989	3,49	0,81	75
		2010	3,19	0,76	66
Silvânia		1989	3,22*	0,77	64*
		2010	3,76*	0,85	81*
JBB-Interflúvio		1997	3,16	0,80	53
		2009	3,10	0,78	53
		1997	3,39	0,85	53
		2009	3,32	0,81	60
Fazenda Água Limpa		1985	3,24*	0,87	42*
		2009	3,50*	0,85	62*
Correntina	BA	1989	3,50	0,86	59
		2010	3,52	0,86	59
		1989	3,27	0,84	49
São Desidério		2010	3,50	0,85	62

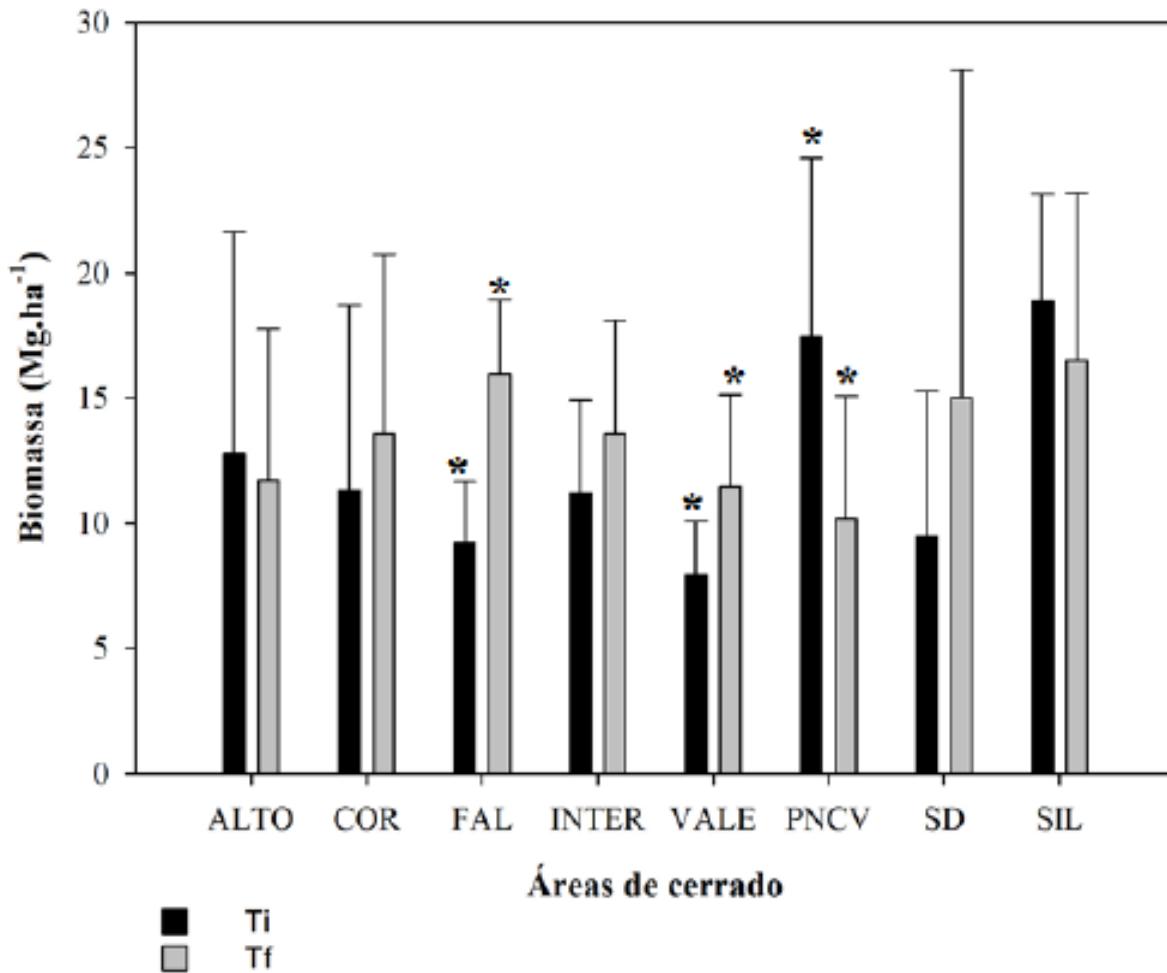
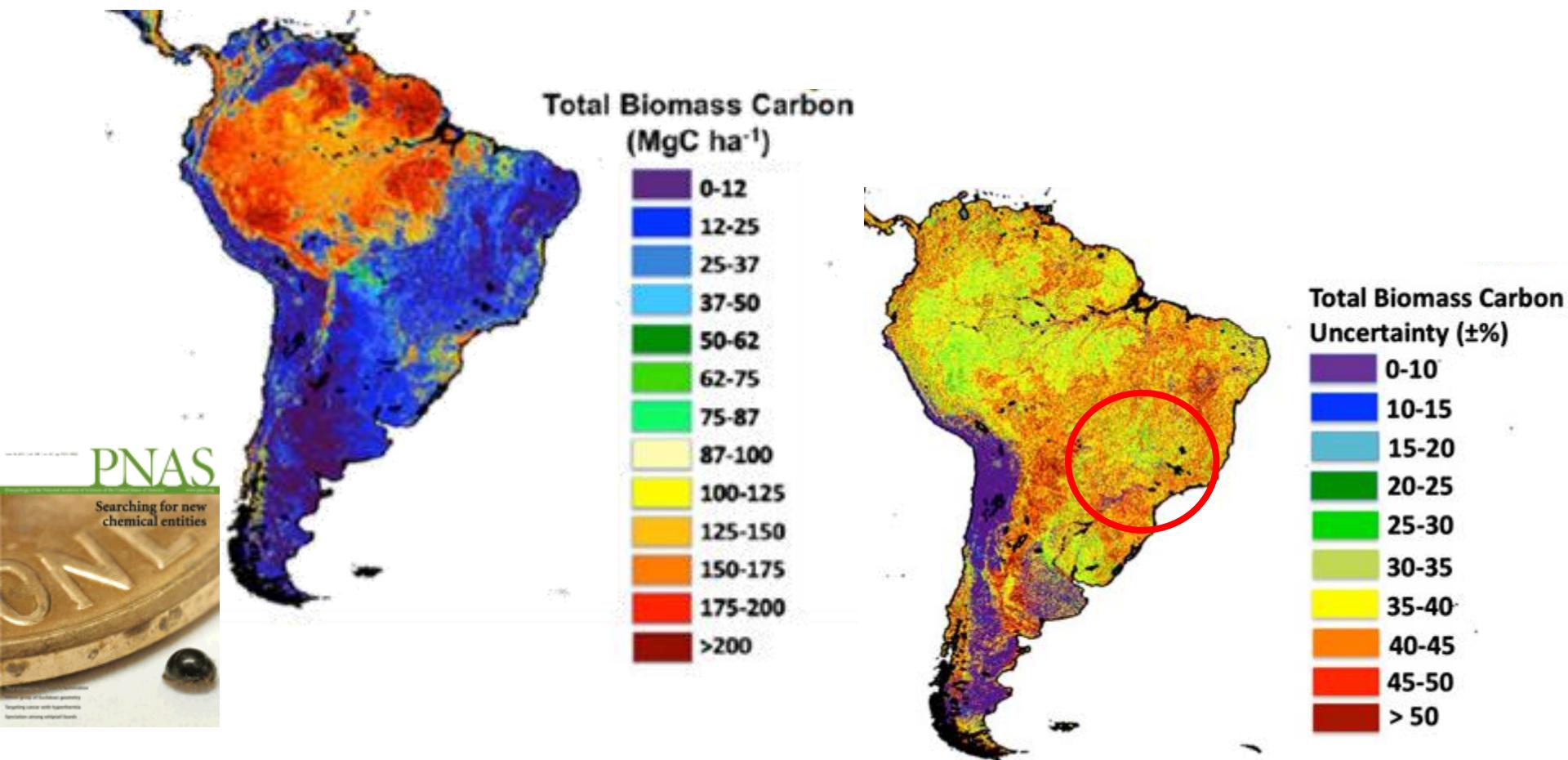


Figura 7: Variação temporal na biomassa aérea da vegetação lenhosa em cerrado sentido restrito. * Valores estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). Onde: Ti=1^a amostragem; Tf=2^a amostragem.

Estoques de Carbono e Fluxos... Reduzindo as incertezas



Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents

Sassan S. Saatchi^{a,b,1}, Nancy L. Harris^c, Sandra Brown^c, Michael Lefsky^d, Edward T. A. Mitchard^e, William Salas^f, Brian R. Zutta^{a,b}, Wolfgang Buermann^b, Simon L. Lewis^g, Stephen Hagen^f, Silvia Petrova^c, Lee White^h, Miles Silmanⁱ, and Alexandra Morel^j

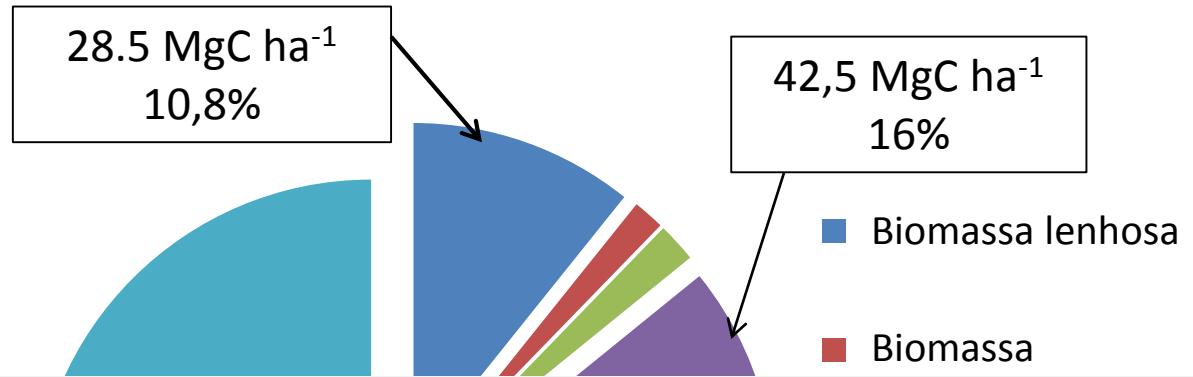
Alocação de Biomassa – importância dos estoques subterrâneos

- Vegetação do Cerrado:
biomassa abaixo do solo superior
- Biomassa na
superfície/ subterrânea
= entre 2,6 e 7,7

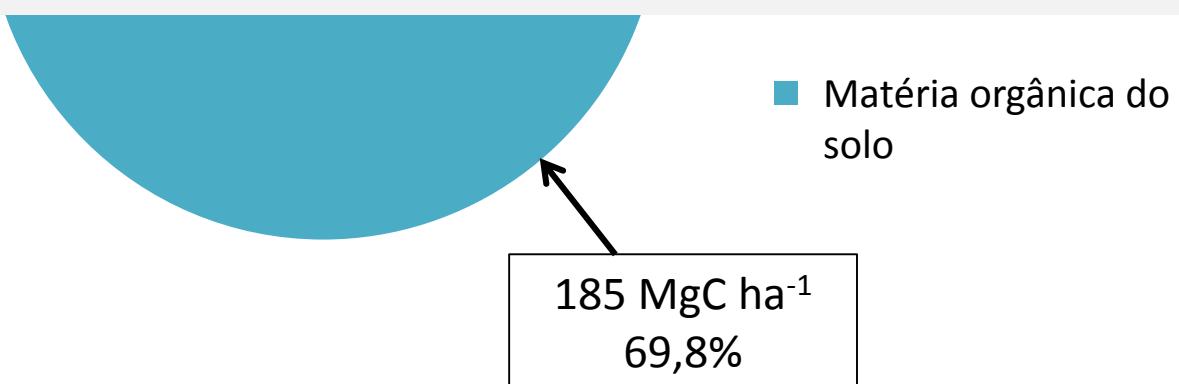


Estoque total de C no Cerrado típico

Vegetação + solo (até 1 m de profundidade) = 265,0 Mg C ha⁻¹



Carbono do solo e raízes = estoques significativos de C



Reservatórios de carbono e gases incluídos na TCN

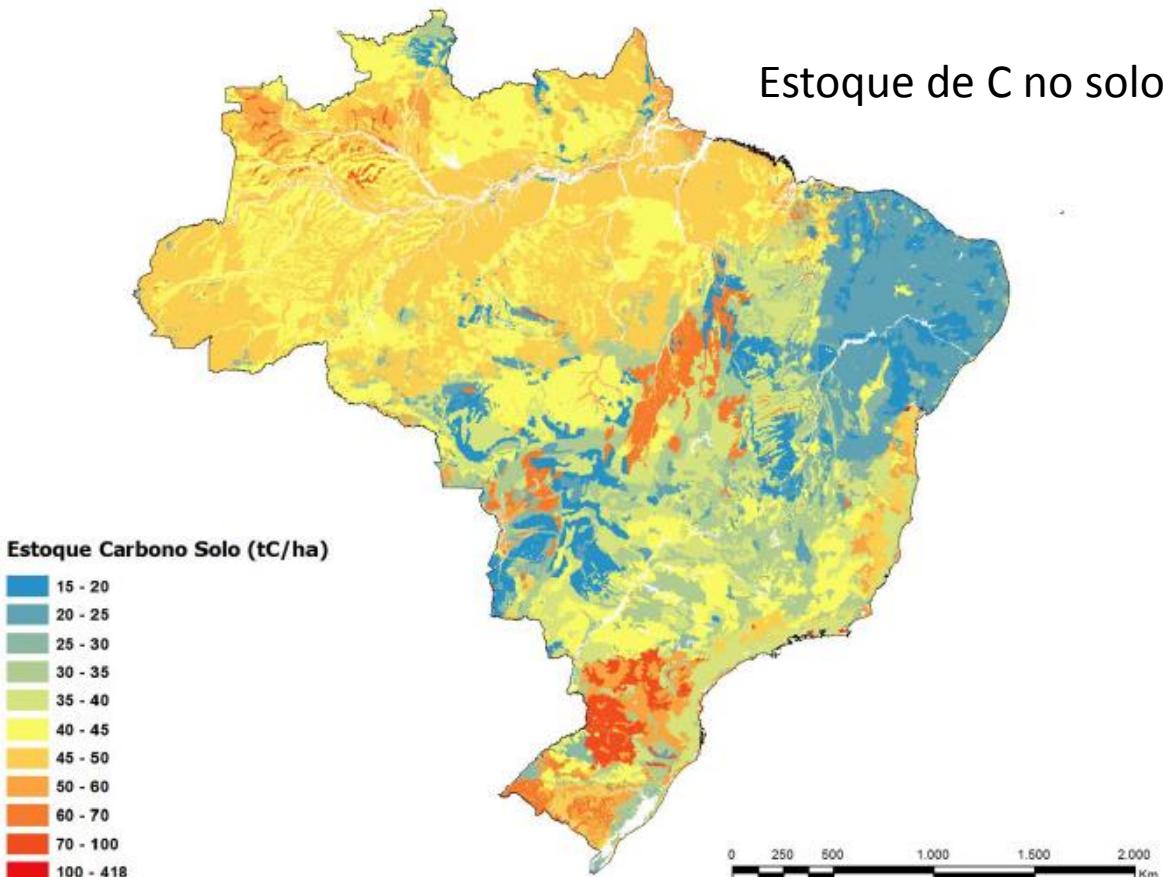
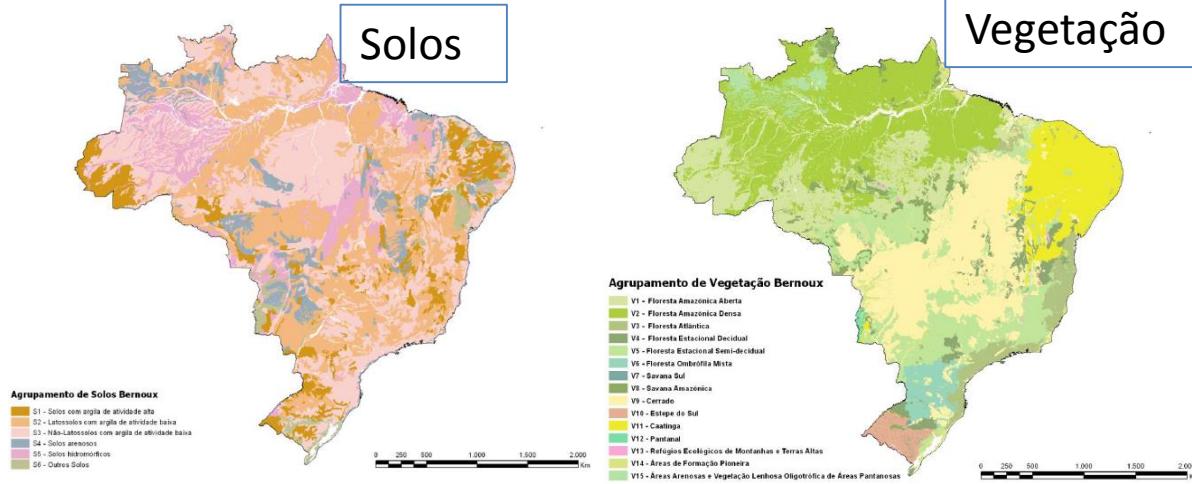
Compartimentos incluídos na 3a. Comunicação Nacional

- Biomassa aérea
 - estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo, que contemplam tronco, casca, galhos e folhas. Metadados por grupos funcionais
- Necromassa
 - madeira morta (em pé e deitada) e serapilheira. Metadados por diâmetro
- Biomassa subterrânea
 - Metadados diferenciados raízes por diâmetro e profundidade de coleta
- Carbono do solo (detalhamento a seguir)
- Gases
- CO₂
- CH₄, CO, NOx, N₂O queimadas associados ao desmatamento

ESTOQUE DE CARBONO NOS SOLOS

Idem 2º Inventário - Bernoux et al. (2002):

- 1) Adaptação do mapa de solos do Brasil EMBRAPA (2003), na escala 1:5.000.000;
- 2) Adaptação do mapa de vegetação do Brasil IBGE (2004), na escala 1:5.000.000;
- 3) Confecção/Criação do mapa da associação solo-vegetação.

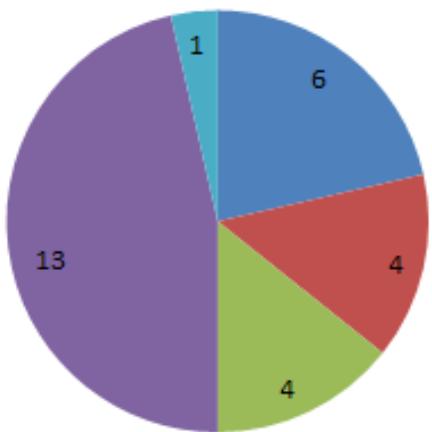


Critérios para revisão e atualização de valores Reservatórios

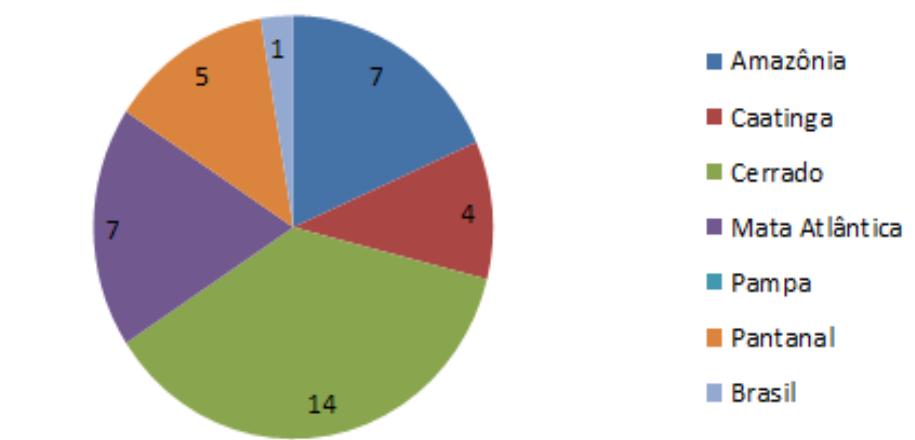
- Referências e razões regionais e por fitofisionomias nos biomas
- Localização da fitofisionomia no bioma
- Referências de fitossociologia (composição de espécies e densidades)
- Esforço amostral
- Trabalhos mais completos (maior número de reservatórios de biomassa)
- Estudos que quantificaram biomassa e carbono

Revisão e atualização de valores Reservatórios – Biomassa aérea

2º Inventário - Cerrado



3º Inventário - Cerrado



Mais referências do Cerrado
Considerou transições com outros
biomas

DADOS DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Preferência por trabalhos publicados
- Trabalho na fitofisionomia no bioma, diferentes compartimentos mensurados (tronco, casca, galho) , completo (acima, abaixo do solo e necromassa), com maior esforço amostral, e localização/distribuição da fitofisionomia no bioma
- Trabalhos na mesma fitofisionomia em bioma diferente
- Trabalhos de fitossociologia (área basal e densidade de indivíduos) e aplicação de equações alométricas quando não existem trabalhos onde a biomassa foi calculada
- Aplicação de fatores de expansão para os diferentes componentes (abaixo do solo e necromassa)

FATORES DE EXPANSÃO

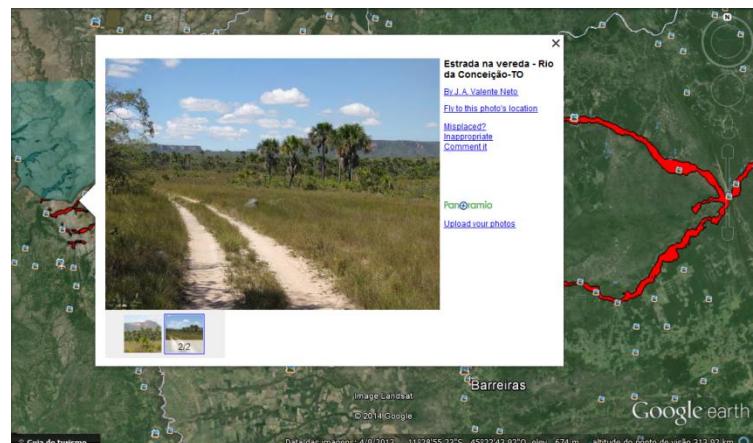
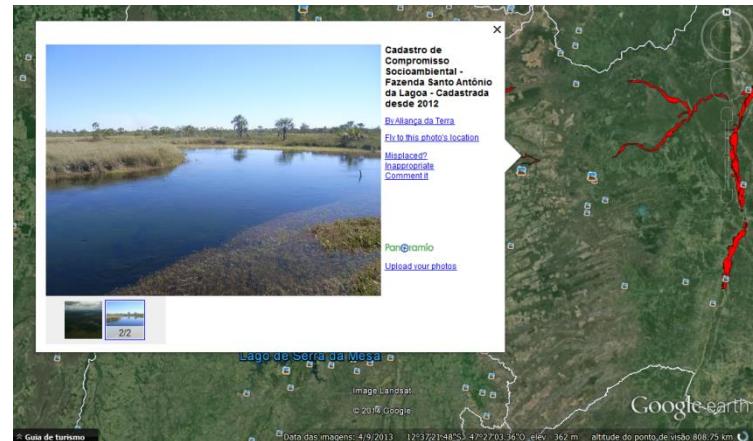
- Referências na fitofisionomia (uso de razões calculadas a partir de trabalhos feitos na mesma fitofisionomia em outro bioma)
- Referência em fitofisionomia semelhante em estrutura e florística
- Valores default IPCC (2003 e/ou 2006) segundo zonação climática, porte da vegetação, fenologia (deciduidade)

MÚLTIPLAS FONTES DE EVIDÊNCIA

Reservatórios

- Contato e consulta com especialistas e pesquisadores com experiência na fitofisionomia/bioma
- Descrições das fitofisionomias e uso de fotos em planos de manejo, relatórios técnicos, entre outros trabalhos regionais
- Uso de fotos nas fitofisionomias obtidas com Google Earth, observando a distribuição e estrutura da vegetação na área de interesse
- Comparação e variação dos valores encontrados em outros trabalhos

Exemplos: Pa* – no Cerrado Veredas



Vegetação pioneira com influência fluvial

DADOS COLETADOS EM CAMPO – BIOMASSA AÉREA

- Dados de campo da fitofisionomia no bioma (DAP e altura – biomassa aérea)
(ex. Tocantins/Cerrado/Haidar et al. 2012)
- Levantamento, aplicação e definição de equações alométricas de acordo com a fitofisionomia e zona climática
- Aplicação de fatores de expansão para os diferentes componentes
(ex. palmeiras, lianas, sub-bosque, herbáceas, raízes e necromassa – árvores mortas e serapilheira)

Necromassa (razão biomassa aérea)

Fitofisionomia	Madeira morta	Serapilheira	Referência
Sd – Cerradão	0,11	0,165	IPCC, 2003; Morais et al. 2012
Sa – Cerrado denso, típico e ralo	0,02	0,25	Ottmar et al. 2001
Sp – Campo sujo	0	0,33	Ottmar et al. 2001
Sg – Campo limpo	-	0,11	Ottmar et al. 2001

Estoques - Outros usos do solo

Estoque de carbono em áreas de vegetação secundária

Estoque médio Vegetação Secundária (%)	2º Inventário		3º Inventário	
	Valor	Referência	Valor	Referência
35	Não é informada	44	Média de diferentes trabalhos Alves et al. 1997; Fearnside & Guimarães 1996; Melo & Durigan 2006; Schongart et al. 2011 (média de florestas em diferentes idades, em diferentes biomas)	

Estoque de carbono em áreas de vegetação secundária

- Vegetação campestre e florestal secundária

Média (%)	Idade	Bioma/Estado	Referência
36,75 (4,53 - 71,50)	2 a 18 anos	Amazônia/AM	Alves et al., 1997
64,41 (27,34 - 87,84)	5 a 80 anos	Amazônia/PA	Fearnside & Guimarães, 1996
29,09 (0,67 - 63,17)	1,1 a 28 anos	Mata Atlântica/SP	Melo & Durigan, 2006
45,23 (8,02 - 62,55)	64 a 124 anos	Pantanal/MT	Schongart et al., 2011
44%	média		

Alves et al. (1997), no oeste da Amazônia brasileira, após 18 anos de abandono, estimaram a biomassa da vegetação secundária em 40-60% da biomassa da floresta primária.

Estoque de carbono em áreas de pastagem

- Estoque de carbono em áreas convertidas em pastagem plantada, por zonação climática e respectivos biomas, segundo *default* IPCC (2003).
- Há poucos trabalhos relacionados a biomassa em pastagens plantadas no Brasil.
- Variação dos valores de biomassa em função dos diferentes tipos de manejo, históricos, espécies, clima e tipos de solo no país.
- No Cerrado, em pastagens recentemente recuperadas com fertilização, foram encontrados por Santos et al. (2007) valores de biomassa acima do solo entre 4,1 e 4,6 tC/ha, enquanto em pastagens manejadas extensivamente com até 20 anos de idade, os valores variaram de 0,85 a 1,28 t/ha . Para a biomassa abaixo do solo foram encontrados valores de 2,9 a 9,1 t/ha.
- Ferreira et al. (2013), que avaliou 27 locais na Bacia do Araguaia, obteve uma média de 6,93 t/ha para a biomassa acima do solo, considerando-se as estações seca e chuvosa.

Zona climática	Bioma	Estoque de carbono (tC/ha)
Temperada úmida	Pampa	6,35
Tropical seca	Caatinga	4,09
Tropical úmida	Demais Biomas - Cerrado	7,57

Estoque de carbono e incremento em áreas agrícolas

- Proporção de agricultura anual e perene nos estados brasileiros (IBGE, 2010)
- Adoção de valores *default* IPCC (2003) por zonação climática dos biomas
- **Estoque de carbono em culturas perenes no Cerrado = 21 tC/ha**
- **Estoque de carbono em culturas anuais no Cerrado = 5 tC/ha**

Estoque de carbono em áreas de reflorestamento

- Idem 2º Inventário, apenas atualizando o teor de carbono de 50 para 47%, bem como as áreas plantadas e informações mais atualizadas sobre os incrementos dos plantios.
- Diferença entre *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*
- Para obter informações dos anos de 2002, 2005 e 2010, foram consultados os anuários estatísticos de áreas plantadas dos estados (ABRAF, 2003; 2010).
- Acrescentou-se ao fator de expansão (BEF) uma proporção referente à produção de raízes e do tronco com casca.

Parâmetro	Ano	Eucalipto	Pinus	Fonte
IV (m ³ /ha/ano)	1994	28,33	26,25	BRACELPA (2014), considerando 7 anos para o ciclo do Eucalipto e 15 anos para o do Pinus
	2002	41	36	
	2005	44	38	
	2010	44	38	
D (t m.s./m ³)	Todos	0,425	0,385	Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Brasil, 2004)
BEF (adimensional)	Todos	0,2	0,25	
Proporção raíz (adimensional)	Todos	0,35	0,35	
Teor de carbono (%)	Todos	47	47	IPCC (2006)

Outros fatores

- Assume-se como zero o valor de carbono na biomassa em **áreas de reservatórios, áreas urbanas e áreas de outros usos.**

Emissões e Remoções

Fatores de emissão e remoção para o bioma Cerrado

O que são fatores de emissão e remoção?

Parâmetros utilizados nas equações para estimativa das mudanças de estoque de carbono (*positivas ou negativas*) relativas às mudanças de cobertura e uso da terra no período 2002-2010 (intervalo coberto pela 3^a. Comunicação Nacional).

Diferenças entre 2º e 3º Inventário Nacional

Revisão da literatura científica para adoção de valores específicos do Cerrado

Fatores de emissão e remoção para o bioma Cerrado

Revisão da literatura científica para adoção de valores e razões específicos do Cerrado

- Dinâmica da vegetação do Cerrado e ocorrência de queimadas naturais na manutenção da estrutura e biomassa da vegetação;
- Tipo de vegetação predominante e histórico de uso;
- Análise das referências e comparações entre valores;
- Consulta a diversos especialistas.

Áreas manejadas

- Dificuldade para quantificar emissões e remoções do setor – identificação da parcela antrópica das emissões líquidas
- IPCC (2003) – área manejada = área submetida ao processo de planejamento e implementação de práticas para manejo e uso da terra com vistas a cumprir relevantes funções ecológicas, econômicas e sociais.
- Inventários Brasil – Área manejada = todas as áreas de floresta e vegetação nativa não-florestal contidas em Terras Indígenas e no SNUC (exceto RPPNs).

Áreas manejadas

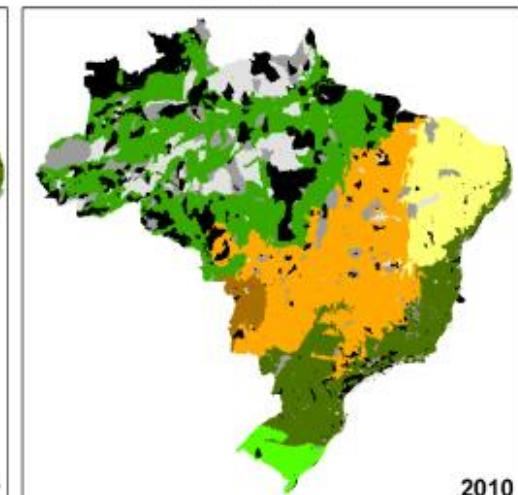
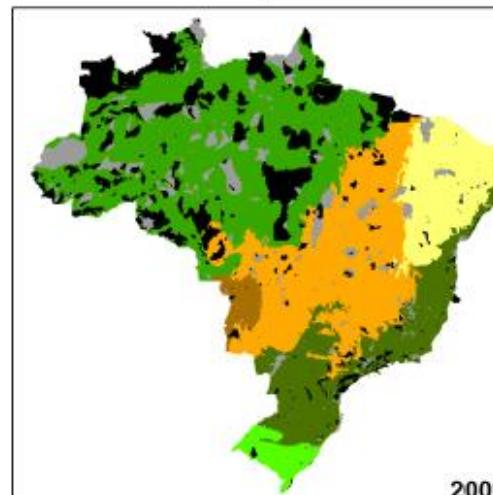
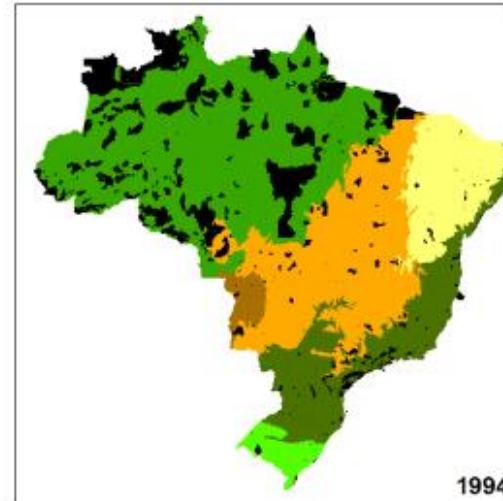
Valor da remoção pelas áreas manejadas

- 2o. Inventário – valor a partir de uma única referência e aplicado para todos os biomas
- 3o. Inventário – revisão e atualização a partir de referências adicionais e valores específicos para os diferentes biomas.

Áreas manejadas

Territórios Indígenas e Unidades de Conservação

As informações foram atualizadas de acordo com os dados disponibilizados pela FUNAI e MMA, e corrigidos para a série histórica.



Amazônia	Mata Atlântica	Áreas manejadas 1994
Caatinga	Pampa	Áreas criadas de 1994 a 2002
Cerrado	Pantanal	Áreas criadas de 2002 a 2010

0 485 970 1.940 Km

Remoção anual de carbono em áreas manejadas

- **Áreas campestres naturais = 0,52 tC/ha/ano**

- Incremento da biomassa acima do solo → campo cerrado sem queima há três anos (0,91 t/ha → 0,43 tC/ha) (Cianciaruso et al. 2010).
- Incremento de biomassa abaixo do solo → 20% (IPCC 2006), acrescentando 0,18 t/ha → 0,09 tC/ha.

- **Áreas florestais primárias = 0,20 tC/ha/ano**

- Fitofisionomia florestal mais representativa: Savana Arborizada (29% do bioma original).
- Média entre 0,10 a 0,30 tC/ha de dados de torre de fluxo de CO₂ (Rocha et al. 2002) – todos os reservatórios.

Tipo de vegetação	Incremento acima do solo (tC/ha)	Razão (%) incremento abaixo do solo	Incremento total (tC/ha)	Referências utilizadas	Referências consultadas
Campestre (campo cerrado)	0,43	20%	0,52	Cianciaruso et al. 2010, IPCC 2006	Ottmar et al. 2001, Barbosa & Fearnside 2005
Florestal (Savana arborizada)			0,20	Rocha et al. 2002	Santos et al. 2003, Miranda 2012

Remoção anual de carbono em áreas vegetação secundária

- Vegetação campestre secundária = 0,52 tC/ha/ano
 - Idem campos manejados, onde ocorrem queimadas naturais frequentes.
- Vegetação florestal secundária por histórico de uso

Tipo de vegetação	Incremento acima do solo (tC/ha)	Razão (%) incremento abaixo do solo	Incremento total (tC/ha)	Referências utilizadas	Referências consultadas
Florestas (Cerradão)	1,41	22%	1,72	Durigan 2004 (biomassa aérea), Miranda et al. 2014 (biomassa subterrânea)	
Pastagens (abandonadas na Amazônia)	2,37	20%	2,85	Feldpausch et al. 2007 (biomassa aérea), IPCC 2006 (biomassa subterrânea)	Fearnside & Guimarães 1996
Agricultura	3,94	20%	4,73	Alves et al. 1997 (biomassa aérea), IPCC 2006 (biomassa subterrânea)	Houghton et al. 2000
Outros (área de mineração)	0,49	20%	0,59	Salomão et al. 2007 (parâmetros fitossociológicos); Brown 1997 (equação alométrica); IPCC 2006 (biomassa subterrânea)	

Atualizações do 3º inventário

Remoção anual em áreas de vegetação secundária por histórico de uso

Estrutura	2º Inventário		3º Inventário			
	Incremento anual (tC/ha/ano)	Referência	Histórico de uso	Bioma	Incremento anual (tC/ha/ano)	Referência
Florestal	6,2 tC/ha (>127 tC/ha)	Alves et al. 1997 (adaptado para inclusão de biomassa abaixo do solo, mas não fica claro o fator de expansão utilizado)	Vegetação secundária	Cerrado	1,72	Durigan 2004 (biomassa aérea); Miranda et al. 2014 (biomassa subterrânea)
	5,1 tC/ha (<127 tC/ha)		Pastagem	Todos os biomas	2,85	Feldpausch et al. 2007 (biomassa aérea); IPCC 2006 (biomassa subterrânea)
			Agricultura		4,73	Alves et al. 1997 (biomassa aérea); IPCC 2006 (biomassa subterrânea)
			Outros usos		0,59	Salomão et al. 2007 (parâmetros fitossociológicos); Brown 1997 (equação alométrica); IPCC 2006 (biomassa subterrânea)
Campestre	1,5	Durigan 2004; Amorim et al. 2005		NA	0,52	Cianciaruso et al. 2010 (parte aérea); IPCC 2006 (biomassa subterrânea)

Outros fatores

- Os **fatores de alteração de carbono de solos** pelo uso da terra, pelo regime de manejo e pelas adições foram selecionados a partir dos valores sugeridos no Guia de Boa Prática para Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (IPCC, 2003).
- As **emissões provenientes da aplicação de calcário** nos solos são calculadas com base nas quantidades de calcário comercializadas anualmente no Brasil, por estado, no período entre 1990 e 2010, fornecidas pela Associação Brasileira de Produtores de Calcário Agrícola – Abracal.
- Devido à falta de dados mais detalhados sobre a composição do calcário vendido no país, assumiu-se que ele é composto basicamente de carbonato de cálcio. As emissões correspondentes foram obtidas usando-se o fator de emissão de 0,44t CO₂/t CaCO₃.

Emissões por queimadas associadas ao desmatamento

- Fração retirada antes da queima - retirada da madeira comercial
- Estatística do IBGE e do BEN para quantidade de madeira em tora, carvão vegetal e lenha (não inclui silvicultura)
- Restante permanece no campo é a biomassa considerada para emissões por queimadas associadas ao desmatamento

Emissões por queimadas associadas ao desmatamento

- **Quanto da biomassa aérea é consumida por queimadas:**
- *Fitofisionomias florestais*: média dos valores de Castro & Kauffman (1998) em cerrado aberto e denso no Cerrado = 43,5% da biomassa (acima do solo com matéria orgânica morta).
- *Fitofisionomias campestres*: média dos valores de Castro & Kauffman (1998) em campos limpo e sujo no Cerrado = 88% da biomassa (acima do solo com matéria orgânica morta).

Emissões por queimadas associadas ao desmatamento

- Fatores de emissão para CO₂ e gases não-CO₂

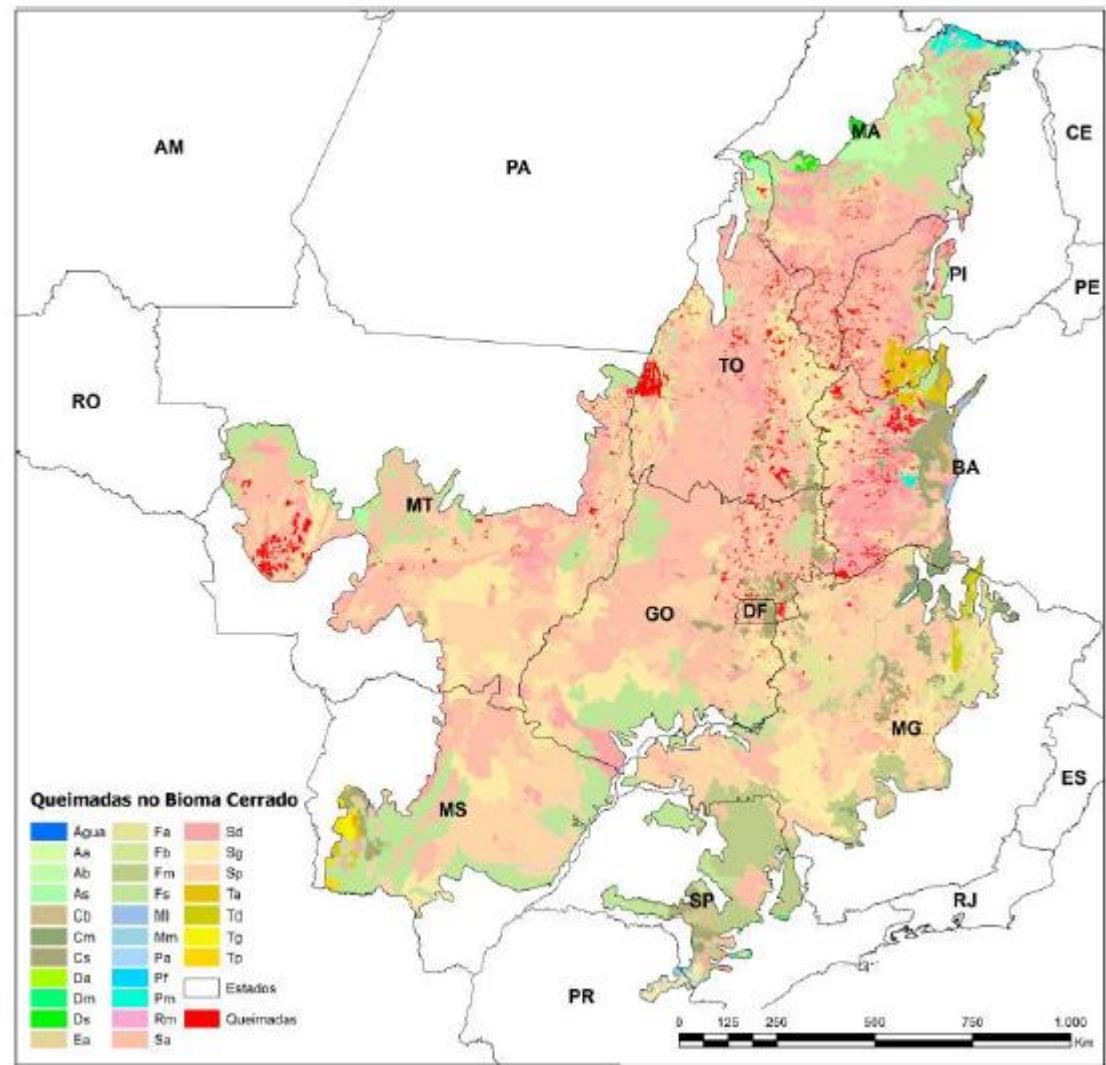
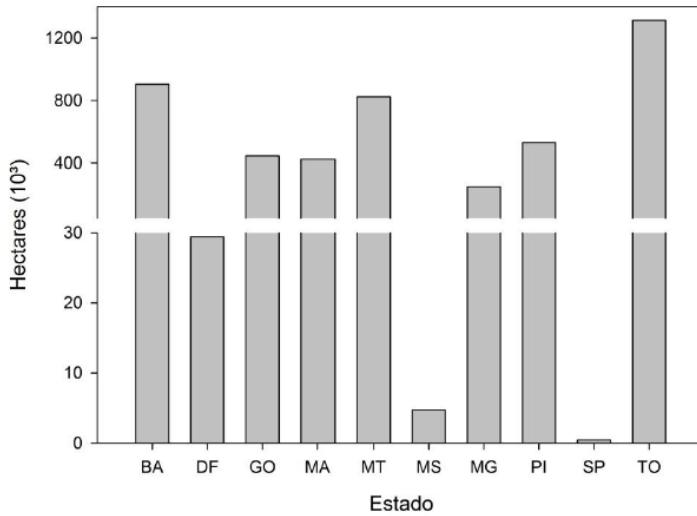
Gases	Savanas e campos nativos	Florestas tropicais
	g/kg matéria seca	
CO ₂	1.613	1.580
CO	65	104
CH ₄	2,3	6,8
N ₂ O	0,21	0,20
NO _x	3,9	1,6

Fonte: IPCC 2006, Volume 4, Capítulo 2, Tabela 2.5.

Queimadas não associadas ao desmatamento

- Exercício - Mapeamento das cicatrizes de queimadas mapeadas em 2010 no bioma Cerrado.
- Não contabilizadas no resultado final

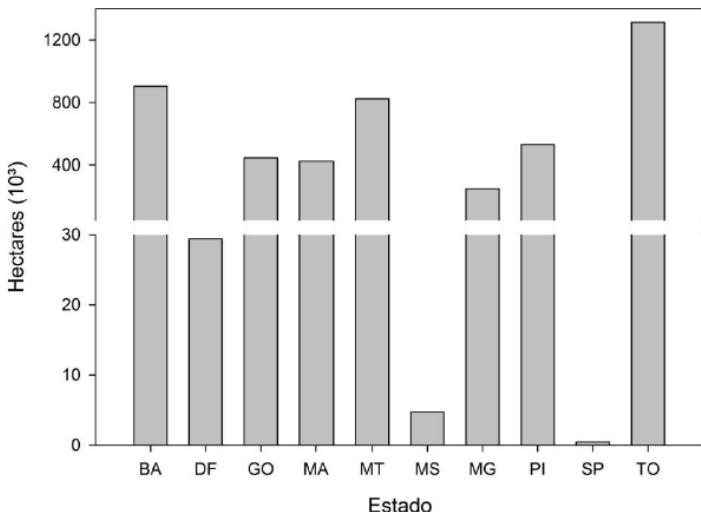
Queimadas - Cerrado



Queimadas não associadas ao desmatamento

Queimadas - Cerrado

Estado	UF	Queimadas no bioma Cerrado em 2010				Percentual do bioma
		Campo	Floresta	Área total		
		(ha)				
Bahia	BA	232.734,2	671.010,3	903.744,5	0,443%	
Distrito Federal	DF	18.509,9	10.888,5	29.398,4	0,014%	
Goiás	GO	244.576,9	200.090,3	444.667,3	0,218%	
Maranhão	MA	162.157,5	260.959,9	423.117,4	0,207%	
Minas Gerais	MG	198.265,9	52.331,6	250.597,5	0,123%	
Mato Grosso do Sul	MS	2.086,2	2.646,8	4.733,0	0,002%	
Mato Grosso	MT	294.952,7	527.530,7	822.483,4	0,403%	
Piauí	PI	1.707,7	526.953,4	528.661,1	0,259%	
São Paulo	SP			459,1	0,000%	
Tocantins	TO	719.574,5	594.109,0	1.313.683,5	0,644%	
Total		1.874.565,5	2.846.979,7	4.721.545,2	2,315%	



Queimadas não associadas ao desmatamento

- **Fatores de combustão de biomassa no bioma Cerrado**
 - Revisão da literatura para valores por grupo de fitofisionomias e no próprio bioma.
 - Na ausência desses valores, foram utilizados valores de trabalhos realizados em fitofisionomias com estrutura da vegetação semelhante e de outros biomas.
 - Trabalhos em áreas que foram somente queimadas e, na ausência desses trabalhos, trabalhos em áreas que sofreram corte e queima (*slash and burn*).

Queimadas não associadas ao desmatamento

- **Fatores de combustão de biomassa no bioma Cerrado**

Grupo	Fitofisionomias	Fator de Combustão (%)	Bioma	Referências
Florestas Ombrófilas Densas	Dm, Ds	32,5 ¹	Amazônia	WARD et al., 1992; KAUFFMAN et al., 1995; ARAUJO et al., 1999; FEARNSIDE et al., 1993; 1999; 2001; CARVALHO JR et al., 1995; 1998; 2001
Florestas Ombrófilas Abertas	Aa, Ab, As	45,0 ¹	Amazônia	KAUFFMAN et al., 1995; ALENCASTRO GRAÇA et al., 1999
Florestas Estacionais (Deciduais e Semideciduais)	Cm, Cs, Fa, Fb, Fs, Fm	46,4 ²	Amazônia	BALCH et al., 2008
Vereda	Pa	18,3 ²	Cerrado	CASTRO & KAUFFMAN, 1998
Restinga	Pm	46,4 ²	Amazônia	BALCH et al., 2008
Vegetações Florestadas	Sd, Td	33,0 ²	Cerrado	CASTRO & KAUFFMAN, 1998
Vegetações Arborizadas	Sa, Ta	43,5 ²	Cerrado	CASTRO & KAUFFMAN, 1998
Vegetações Arbustivas e Parques	Sp, Tp	84,0 ²	Cerrado	CASTRO & KAUFFMAN, 1998
Vegetações Gramíneo-lenhosas	Sg, Tg	92,0 ²	Cerrado	CASTRO & KAUFFMAN, 1998

¹ Valor calculado a partir de trabalhos com corte e queima.

² Valor calculado a partir de trabalhos em que ocorreu somente queima.

Queimadas não associadas ao desmatamento

- Áreas queimadas não associadas a desmatamento por fitofisionomia do bioma Cerrado em 2010

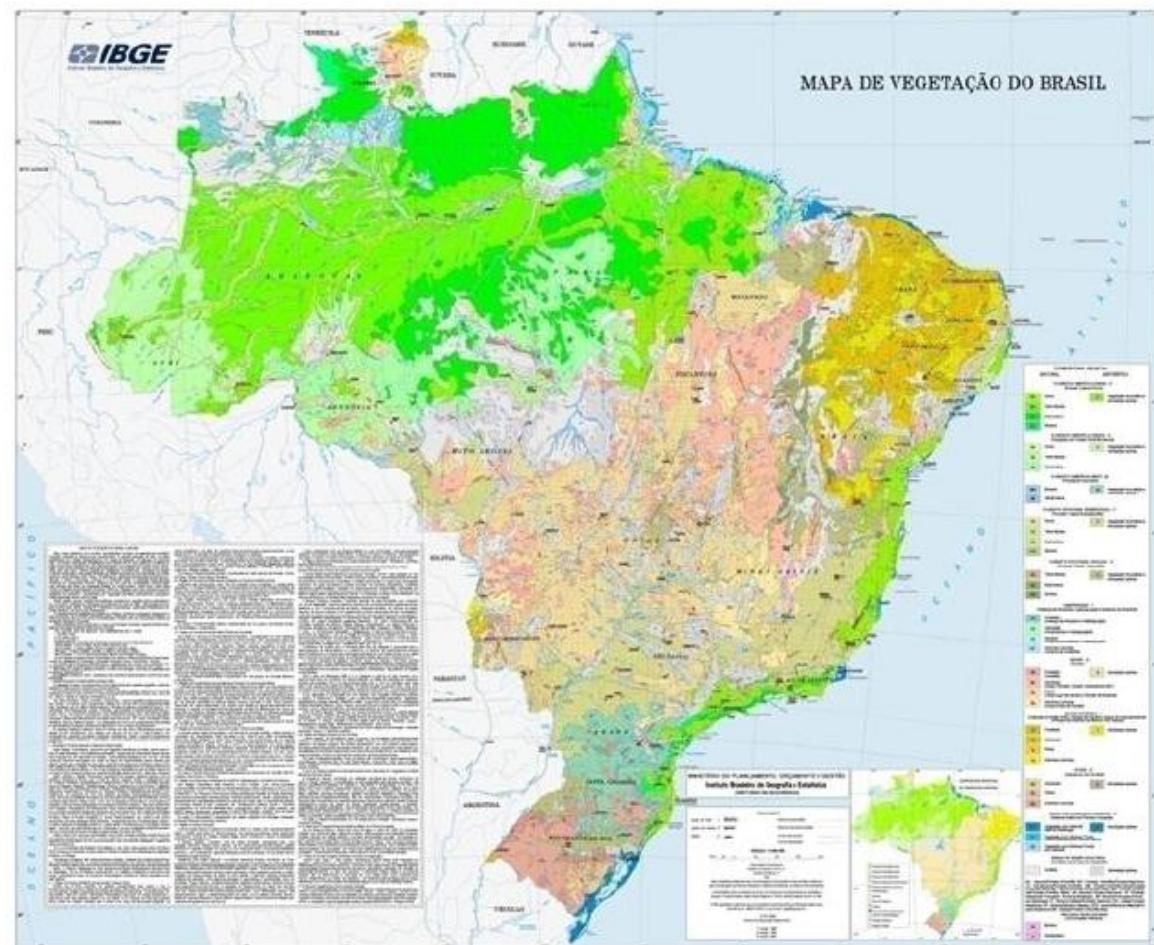
Estrutura	Fitofisionomia	Área queimada (ha)	Biomassa acima do solo (t /ha)	Fator de combustão
Campo	Sg	351.533,3	9,83	0,920
	Sp	1.520.948,4	19,68	0,840
	Tg	1.690,2	2,83	0,920
	Tp	393,6	6,12	0,840
Floresta	Aa	691,5	361,91	0,450
	Ab	1.183,7	323,96	0,450
	As	1.528,3	172,46	0,450
	Cm	14.670,3	172,11	0,464
	Cs	94.157,1	172,11	0,464
	Dm	1,7	318,02	0,325
	Ds	208,9	198,00	0,325
	Fa	82.742,7	188,79	0,464
	Fb	3.151,3	206,36	0,464
	Fm	6.355,8	193,10	0,464
	Fs	66.842,2	127,35	0,464
	Pa	4.934,2	61,60	0,183
	Pm	1.296,3	216,56	0,464
	Sa	1.875.647,4	36,78	0,435
	Sd	654.178,1	124,58	0,330
	Ta	39.359,2	25,10	0,435
	Td	31,0	46,70	0,330
Total		4.786.487,0		

Mapa de carbono do bioma Cerrado na TCN

Mapa de Vegetação do Brasil do IBGE (2004)

- Provável reconstituição da situação da vegetação na época do descobrimento.
- Base na bibliografia fitogeográfica, no levantamento de remanescentes da vegetação natural e nos trabalhos de campo.
- Regiões Fitoecológicas (revisão dos limites com interpretações de imagens Landsat 5-TM).
- Critérios fisionômicos (densidade e porte da vegetação) e ecológicos (climáticos e lito-pedológicos), subdivisões em faixas de latitude e altimétricas.

Escala 1:5.000.000



Escalas cartográficas IBGE

- A metodologia cartográfica usada no Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira segue o procedimento do mapeamento em escalas crescentes, desde:
 - “regional” (1:10 000 000 a 1:2 500 000),
 - “exploratória” (1:1 000 000 a 1:250 000),
 - “semidetalhe” (1:100 000 a 1:25 000)
 - “detalhe” (maiores que 1:25 000), de acordo com os objetivos a serem alcançados.
- Após o estabelecimento da escala a ser usada nos trabalhos, a classificação da vegetação deverá atingir três metas distintas: agrupar a vegetação segundo as suas características florísticas, fisionômico-ecológicas e fitossociológico-biológicas.

Mapa de vegetação pretérita

- Resultado da combinação dos mapas do IBGE (2004), do PROBIO I (MMA) e da interpretação visual de imagens TM/Landsat-5 de 1994 para as áreas antropizadas em ambos.
- Áreas de ecótonos e transições reclassificadas conforme a classe da fitofisionomia dominante.
- Produzido no 2º Inventário e com pequenas correções no 3º Inventário.

Alterações realizadas no 3º inventário

1. Correções dos mapas de uso e cobertura da terra de 1994 e 2002
2. Geração de mapa de uso e cobertura da terra de 2010
3. Correções no mapa de vegetação pretérita
4. Revisão e atualização de valores de estoque de carbono
5. Revisão do mapa de estoque de carbono do Cerrado
6. Teor de carbono nos diferentes reservatórios da biomassa



Alterações realizadas no 3º inventário

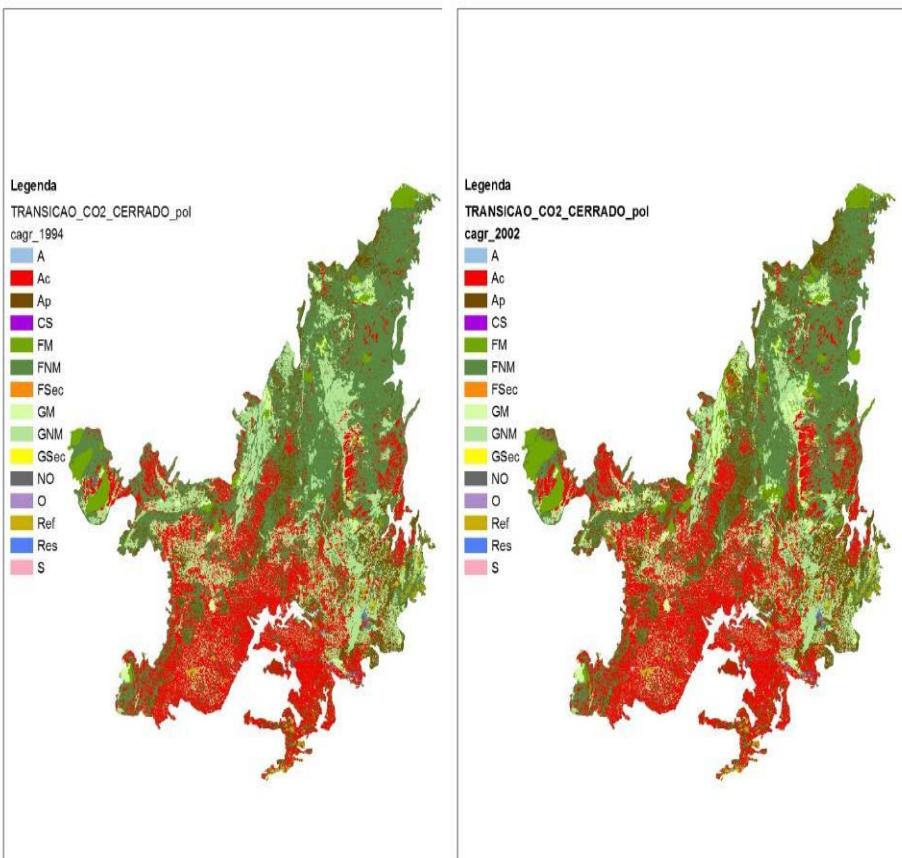
Motivações para correções dos mapas de uso e cobertura da terra de 1994 e 2002:

- ❖ Revisão da área de agricultura superestimada em 1994 e 2002.
- ❖ Revisão das áreas de vegetação secundária e consolidação do desmatamento.

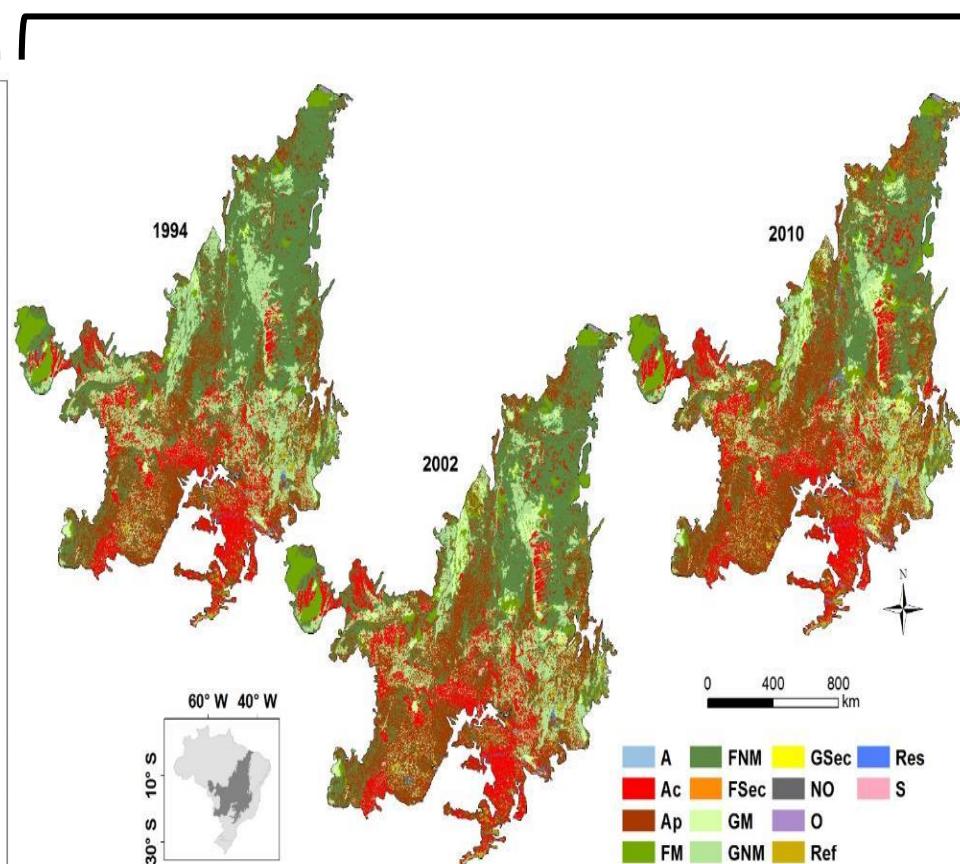
Bioma	N. total de cenas	N. de cenas corrigidas em relação às áreas de vegetação secundária	N. de cenas corrigidas em relação às áreas de desmatamento
Cerrado	117	117 (100%)	49 (42% das cenas, 40% da área)

Cerrado: Mapas de uso e cobertura da terra antes e depois das correções

2º Inventário
Nacional

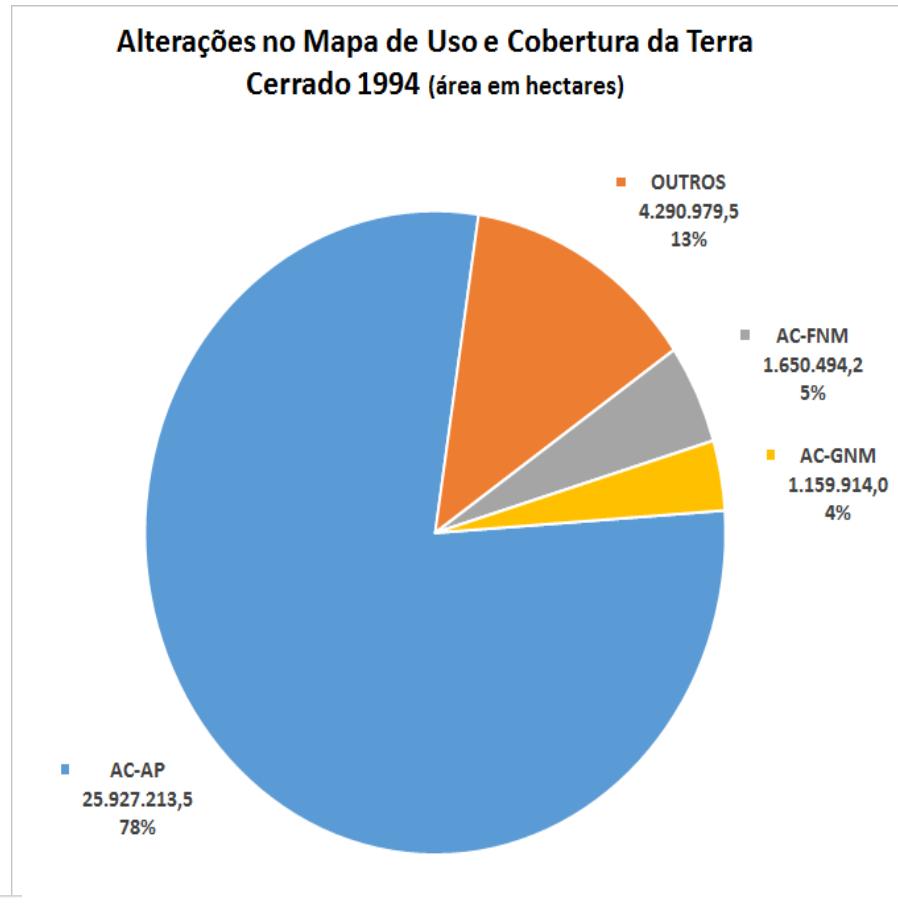
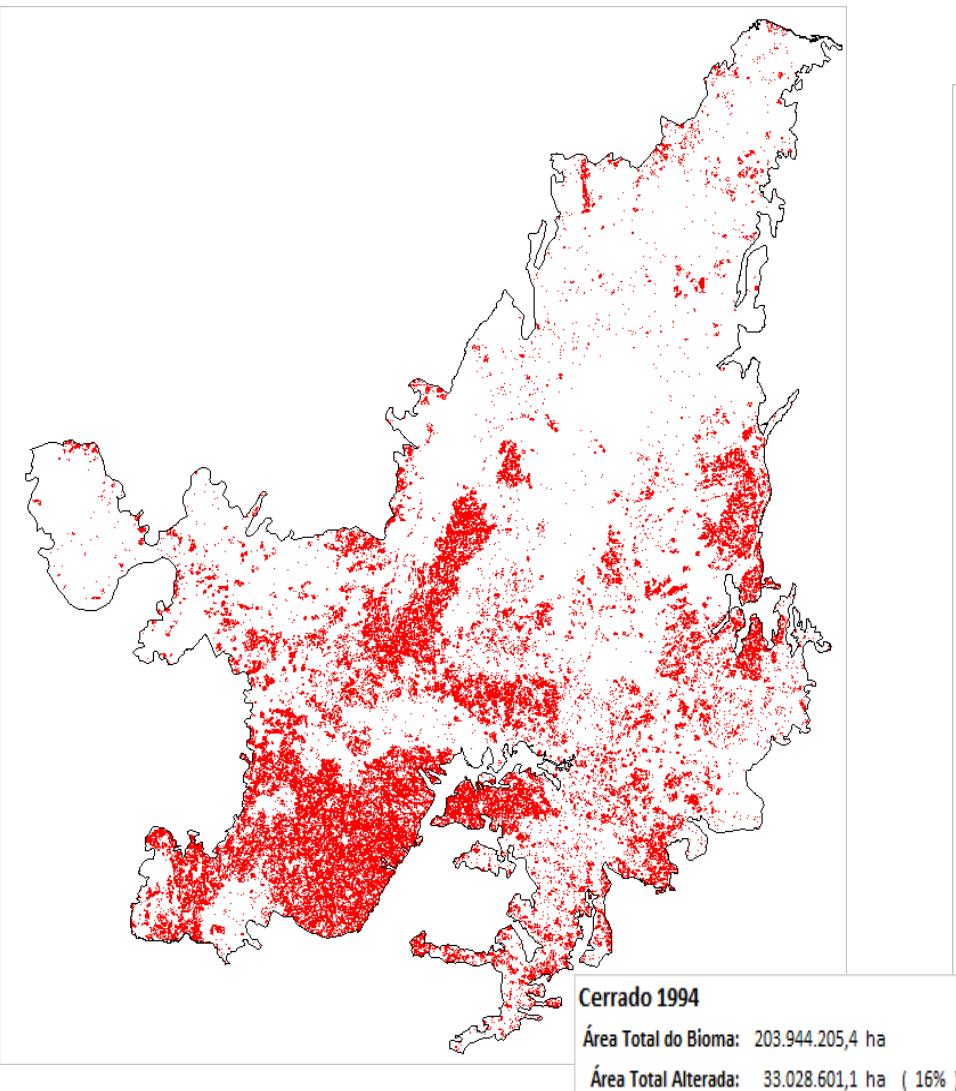


3º Inventário
Nacional



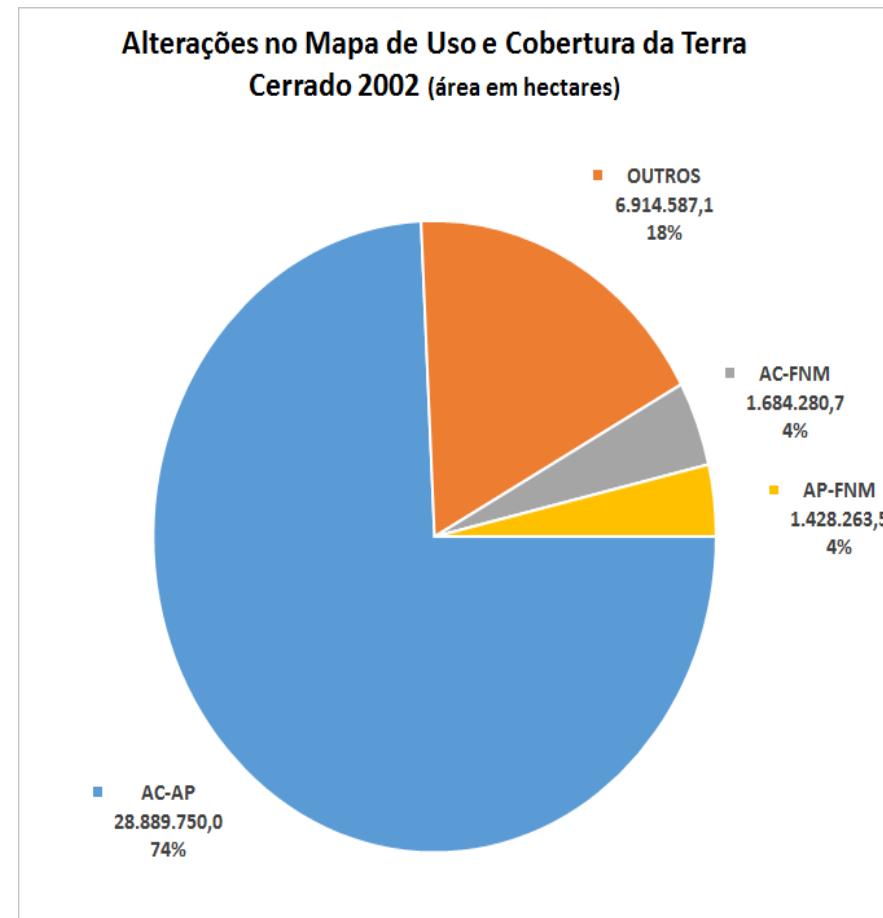
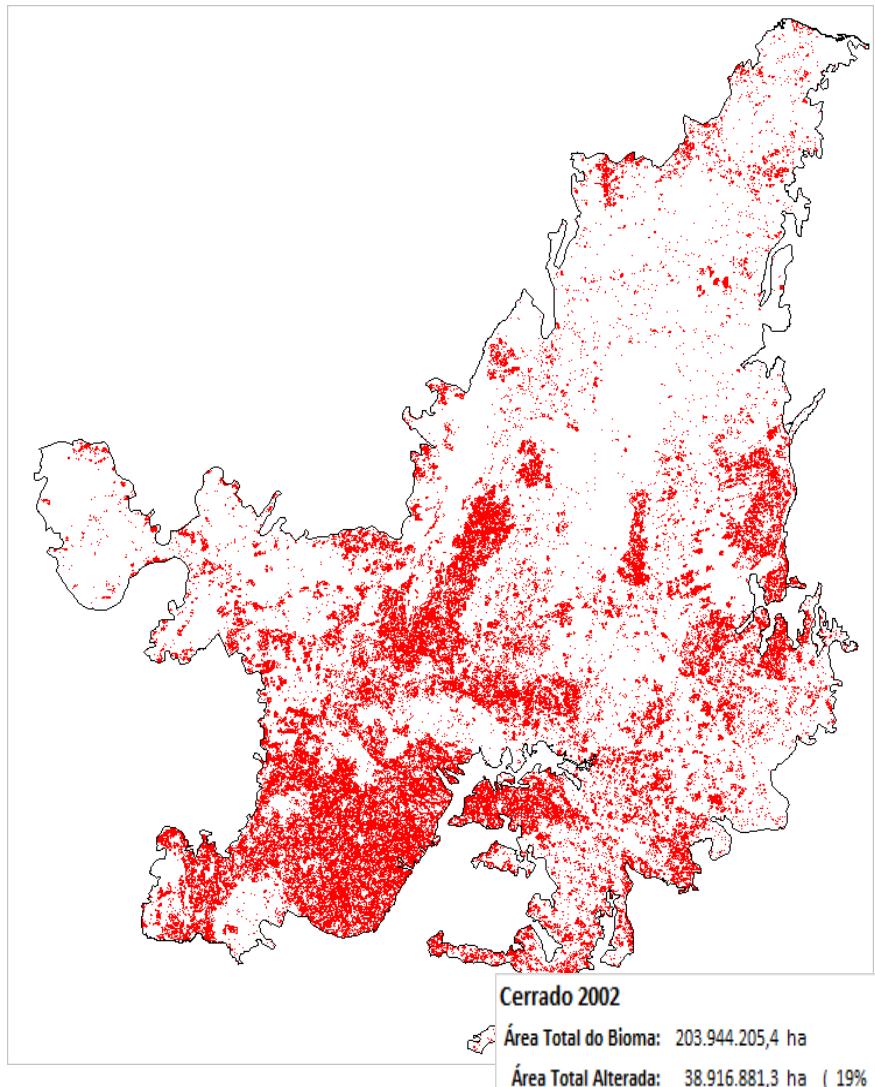
Cerrado

Alterações no mapa de uso e cobertura da terra – 1994



Cerrado

Alterações no mapa de uso e cobertura da terra – 2002



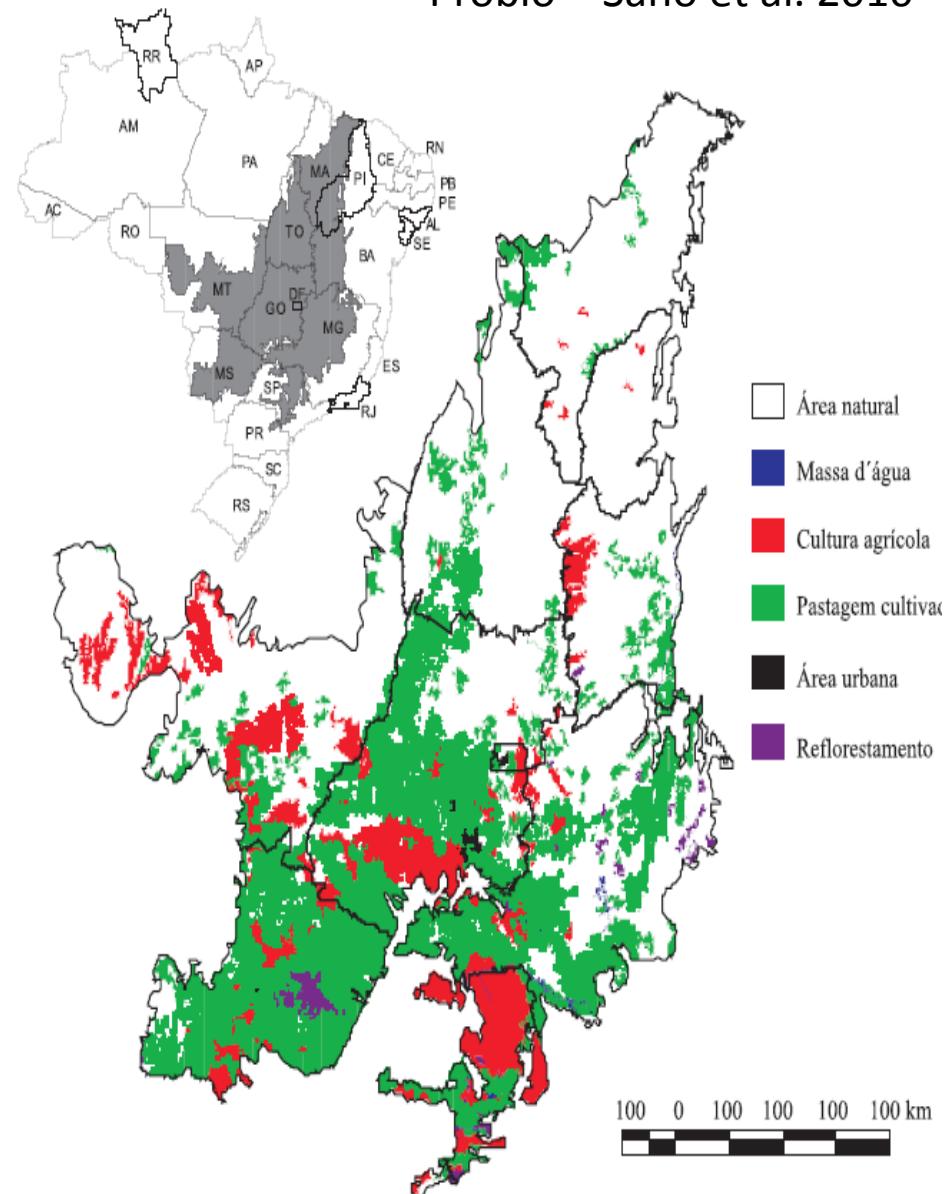
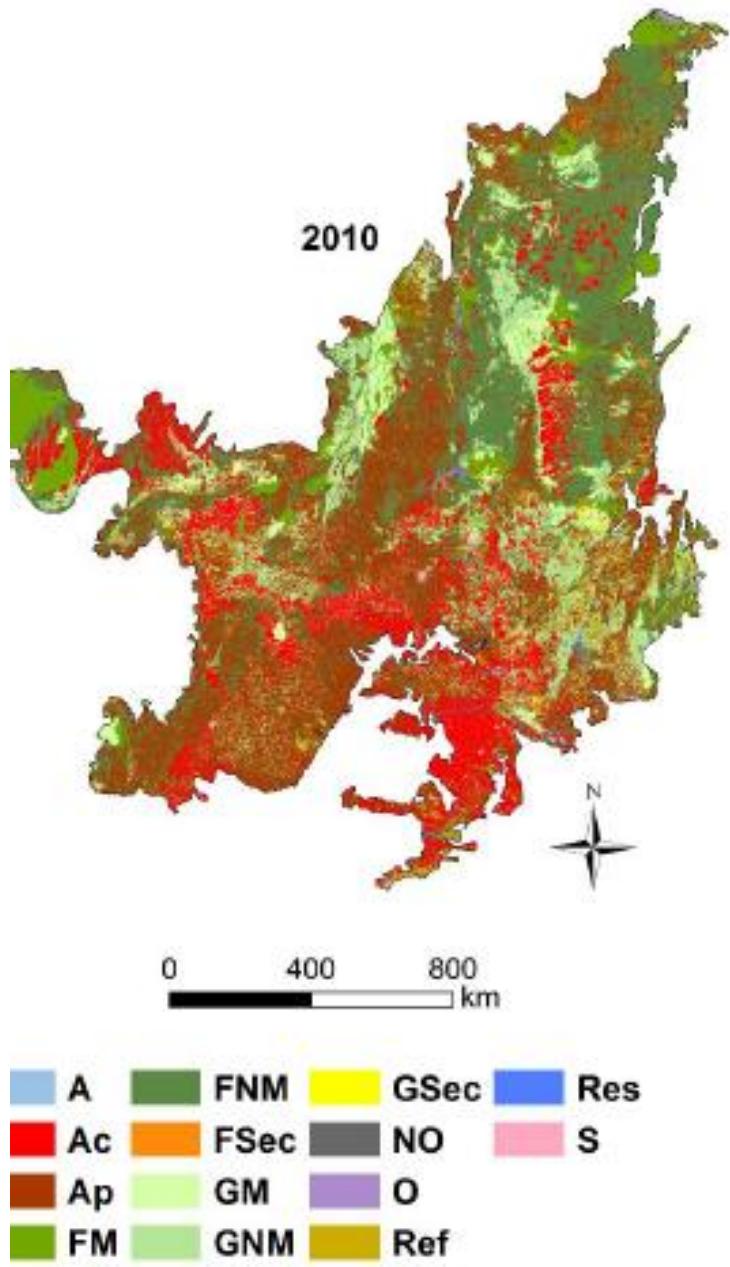
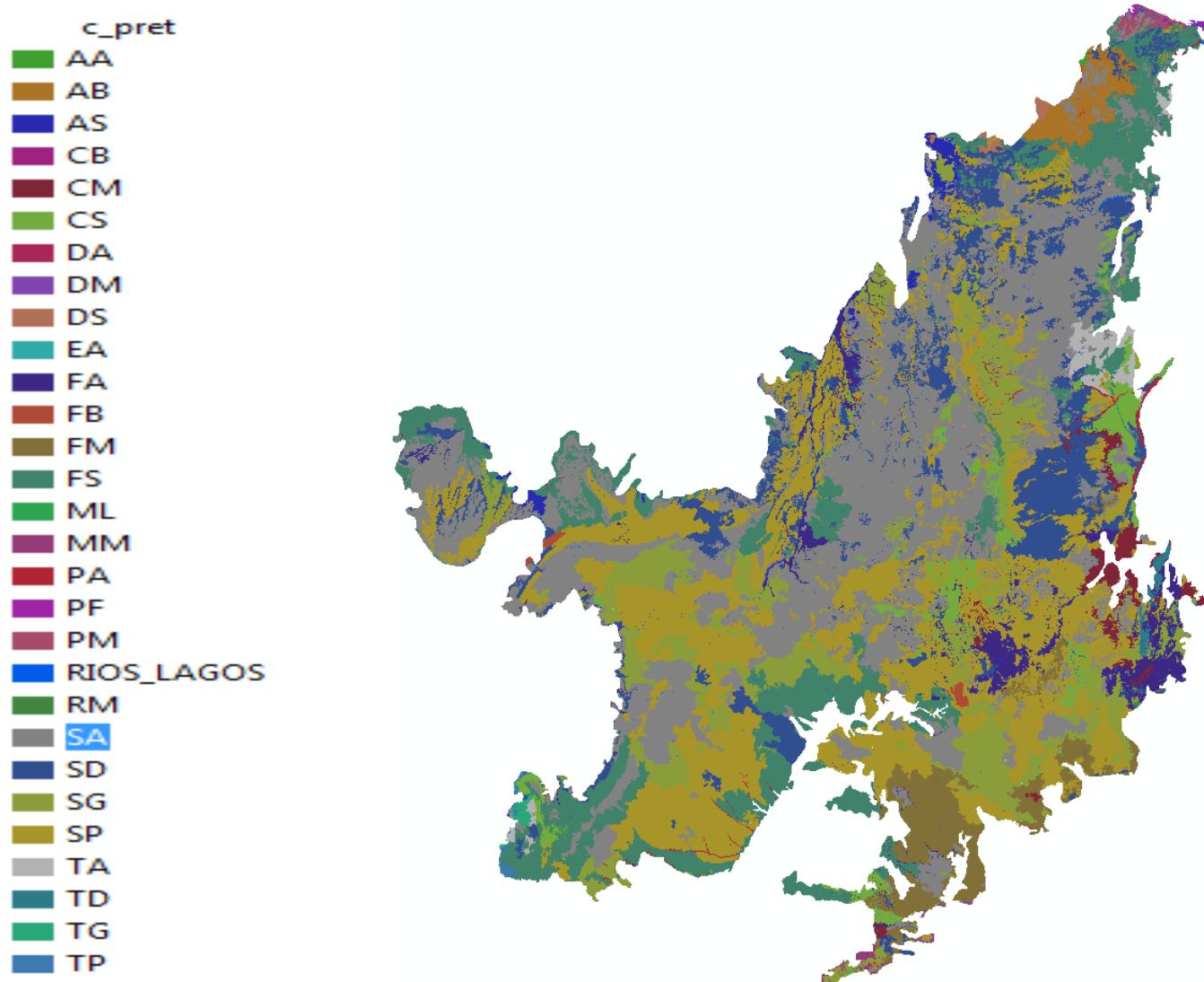


Figura 1. Distribuição espacial das classes de uso da terra no Bioma Cerrado no ano de 2002.

Mapa de vegetação pretérita/ fitofisionomias



Mapa de vegetação pretérita/ fitofisionomias

Aprox. 97% da
área total

Fito	% rep
Sa - Savana arborizada	29.460
Sp - Savana Parque	24.852
Fs - Floresta Estacional Semidecidual Sub.	11.949
Sg - Savana gramíneo-lenhosa	9.947
Sd - Savana Florestada	9.298
Fm – Flor. Estacional Semidecidual mont.	3.550
Cs - Flor. Estacional decidual sub.	2.636
Ab – Fl. Ombr. Aberta montana	1.261
Cm – Flor. Est. Decidual montana	1.109
TA	0.898
AS	0.574
PA	0.304
PM	0.271
TD	0.249
DS	0.164
FB	0.146
TG	0.118
MM	0.102
TP	0.097
PF	0.059
AA	0.030
DM	0.029
RM	0.010
ML	0.010
DA	0.007
EA	0.005
CB	0.003

Cerrado

Comparativo de estimativas: variação dos mapas de C na vegetação

Regionalização por estados: procurou-se regionalizar os valores das fitofisionomias por grupos de estado, resultando em uma melhor distribuição da variação espacial da biomassa nas fitofisionomias do Cerrado.

Revisão e atualização dos valores de biomassa: após ampla revisão da literatura foi possível atualizar e utilizar valores do Cerrado propriamente dito para um maior número de fitofisionomias.

Foram também utilizados dados do Inventário Florestal de Tocantins, aos quais aplicou-se a equação de Brown (1997) para regiões secas.

Fatores de correção: foram utilizadas preferencialmente razões calculadas com valores de biomassa obtidos na mesma fitofisionomia, no próprio bioma ou em vegetação com estrutura, deciduidade e florística semelhantes.

Sd – Savana Florestada – Cerradão (9.30%)

Estoque total C = regionalizada por estados

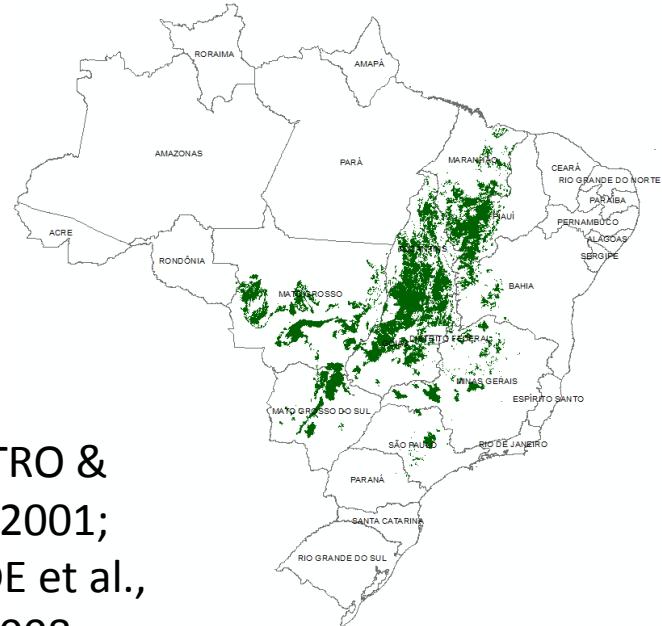


Estado	Estoque acima do solo	Estoque abaixo do solo	Estoque madeira morta	Estoque serapilheira	Estoque total	Bioma	Fonte	Critério de escolha	Outras fontes consultadas
SP	46,14	10,15	6,08	7,61	68,99	Cerrado	Pinheiro, 2007 (biomassa acima do solo); Miranda et al., 2014 (biomassa abaixo do solo); IPCC, 2003 (madeira morta); Morais et al., 2013 (serapilheira)	Na fitofisionomia em SP; no bioma	Durigan, 2004; Fernandes et al., 2008
MG/GO/DF/BA	35,06	7,71	3,86	5,79	52,42	Cerrado	Scolforo et al., 2008a (biomassa acima do solo); Miranda et al., 2014 (biomassa abaixo do solo); IPCC, 2003 (madeira morta); Morais et al., 2013 (serapilheira)	Na fitofisionomia em MG; no bioma	
MT/MS	69,20	15,22	7,61	11,42	103,45	Pantanal	Idem Pantanal EMBRAPA/PROBIO (biomassa acima do solo); Melo et al., 2007 em Pinheiro, 2008 (equação alométrica); Miranda et al., 2014 (biomassa abaixo do solo); IPCC, 2003 (madeira morta); Morais et al., 2013 (serapilheira)	Na fitofisionomia em MS	
TO/MA/PI	33,29	7,32	3,66	5,49	49,76	Cerrado	Haidar et al., 2013 (biomassa acima do solo); Brown, 1997 (equação alométrica); Miranda et al., 2014 (biomassa abaixo do solo); IPCC, 2003 (madeira morta); Morais et al., 2013 (serapilheira)	Na fitofisionomia em TO; no bioma	

Sa – Savana Arborizada (29.46%)

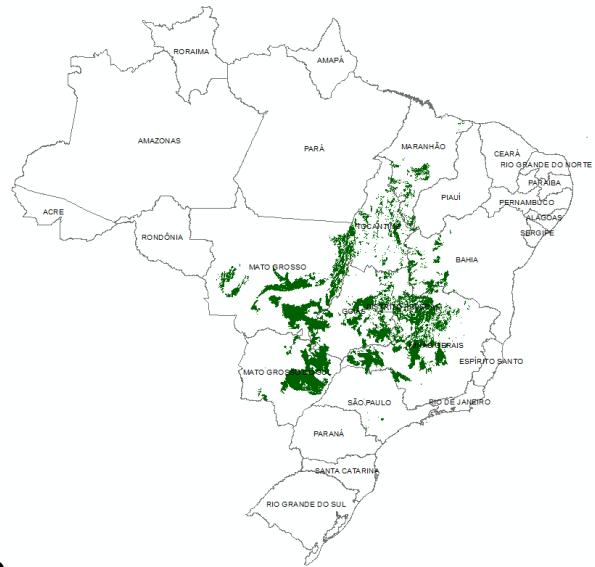
Estoque total C = 39,92 tC/ha

- **Cerrados *sensu stricto*, denso e ralo.**
- Consulta a 14 referências (KAUFFMAN et al., 1994; CASTRO & KAUFFMAN, 1998; ABDALA et al., 1998; OTTMAR et al., 2001; DURIGAN, 2004; BARBOSA & FEARNSIDE, 2005; REZENDE et al., 2006; FELFILI 2008; PINHEIRO, 2008; SCOLFORO et al., 2008a; RIBEIRO et al., 2011; MIRANDA, 2012; HAIDAR et al., 2013; MIRANDA et al., 2014).
- Optou-se por Ottmar et al. (2001), na fitofisionomia no bioma, com maior abrangência geográfica e número de reservatórios.
- Média dos valores de biomassa acima do solo, madeira morta e serapilheira em 18 áreas distribuídas nos estados de MG, MT, GO e o DF (OTTMAR et al., 2001).
- Biomassa abaixo do solo - razão de Miranda et al. (2014), para fitofisionomias arbustivo-arbóreas no Cerrado, de 166%.



Sp – Savana Parque (24.85%)

Estoque total C = 24,65 tC/ha



- **Campo sujo e Campo de Murundus.**

- Média de dois valores de estoque de carbono total:

- 1) Ottmar et al. (2001): regiões de campo sujo, com vegetação de menor porte, além da abrangência geográfica (MG, DF, GO) e por considerar um maior número de reservatório tanto de biomassa acima do solo quanto de matéria orgânica morta.
- 2) Haidar et al. (2013): áreas de maior porte vegetação arbustivo-arbórea em Sp (idem Pantanal).

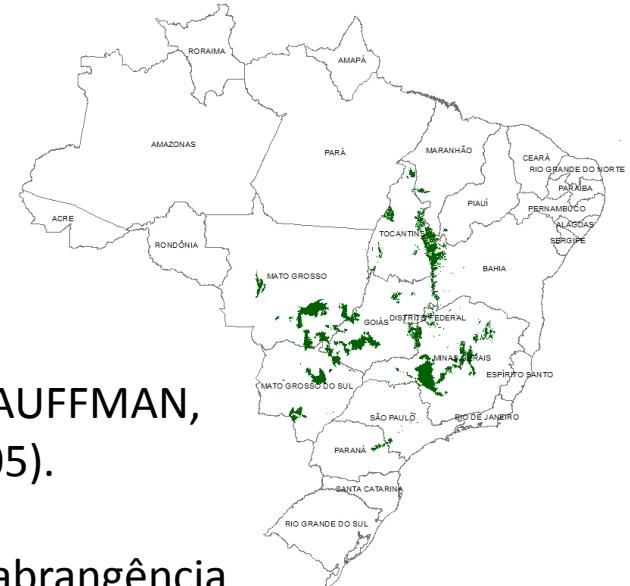


Estoque acima do solo	Estoque abaixo do solo	Estoque madeira morta	Estoque serapilheira	Estoque total	Bioma	Fonte	Critério de escolha	Outras fontes consultadas
3,81	12,71538	NA	1,084	24,65	Cerrado	Ottmar et al., 2001 (biomassa acima do solo, madeira morta, serapilheira); Miranda et al., 2014 (biomassa abaixo do solo); Idem Pantanal	Na fitofisionomia no bioma; abrangência geográfica; número de reservatórios; variação de biomassa em Sp	Kauffman et al., 1994; Castro & Kauffman, 1998; Barbosa & Fearnside, 2005;
11,00	18,26	0,06	2,36		Cerrado		Na fitofisionomia; esforço amostral	NA

Sg – Savana Gramíneo-Lenhosa (9.95%)

Estoque total C = 18,49 tC/ha

- **Campo limpo**
- Quatro trabalhos (KAUFFMAN et al., 1994; CASTRO & KAUFFMAN, 1998; OTTMAR et al., 2001; BARBOSA & FEARNSIDE, 2005).
- Ottmar et al. (2001): na fitofisionomia no bioma, maior abrangência geográfica (7 áreas distribuídas no DF e GO) e número de reservatórios (biomassa acima do solo e matéria orgânica morta).
- Biomassa abaixo do solo - razão para fitofisionomias campestres do Cerrado (MIRANDA et al., 2014), de 334%.
- Fitofisionomia estritamente campestre, não foi considerado o reservatório de madeira morta.
- Idem Refúgio Montano (Rm), devido à similaridade estrutural e ausência de trabalhos n fitofisionomia.



Outras fitofisionomias....

- *Florestas Estacionais Semideciduais* (*Fa, Fb, Fs* – regionalizado por estado, *Fm* – Mata Atlântica)
- *Florestas Ombrófilas Abertas* (*Aa, Ab* – Amazônia, *As* - Cerrado)
- *Florestas Estacionais Deciduais* (*Cb* – Pantanal, *Cs, Cm* – regionalizado por estado)
- *Florestas Ombrófilas Densas* (*Da* – Amazônia, *Ds* – Mata Atlântica, *Dm* - Cerrado)
- *Florestas Ombrófilas Mistas* (*MI, Mm* – Mata Atlântica)
- *Vegetações Pioneiras* (*Pa* – Vereda/Cerrado, *Pf* - Brasil, *Pm* – Mata Atlântica)
- *Savanas Estépicas* (*Td, Ta* – Caatinga, *Tp, Tg* - Amazônia)
- *Estepe Arborizada* (*Ea* – Cerrado)

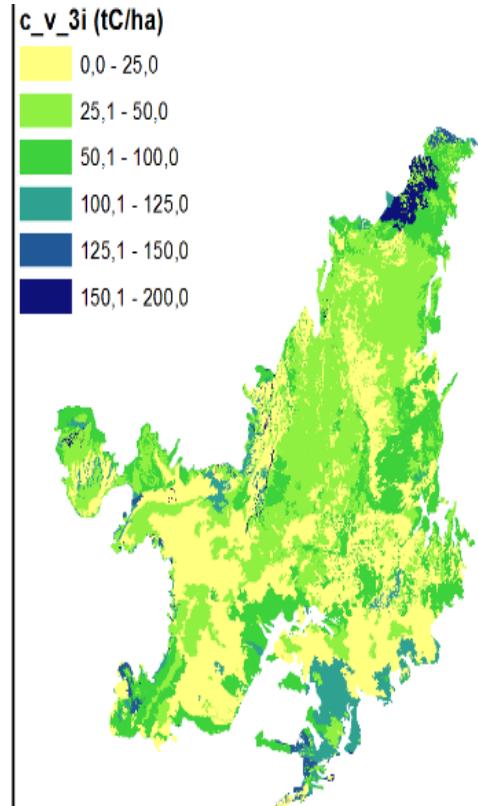
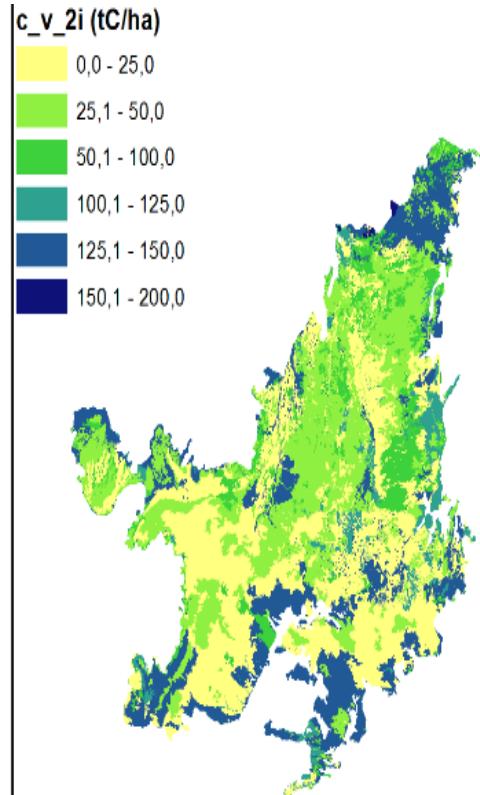
Alterações realizadas no 3º inventário

- Teor de carbono na biomassa de floresta e campo

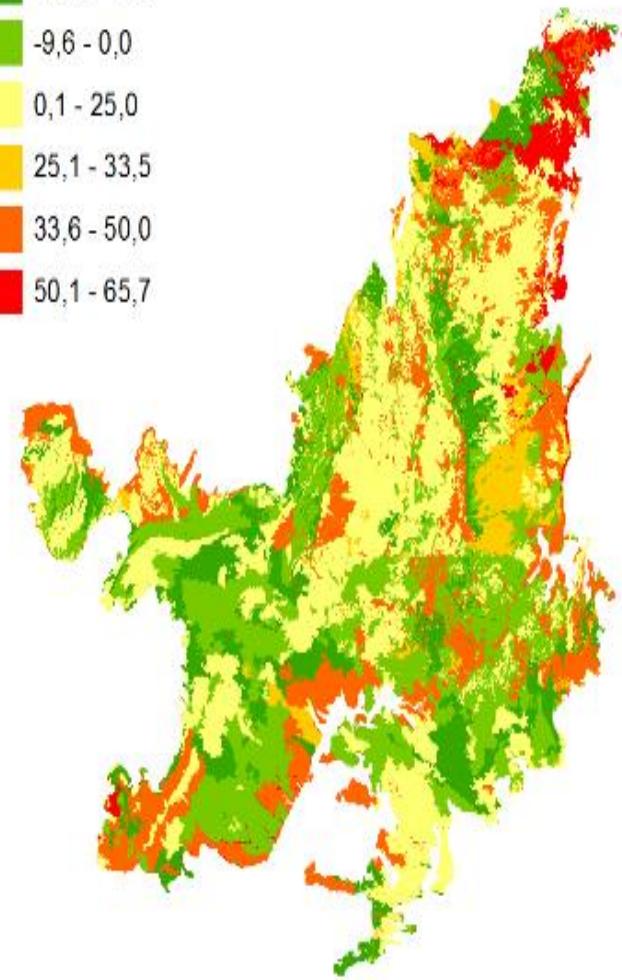
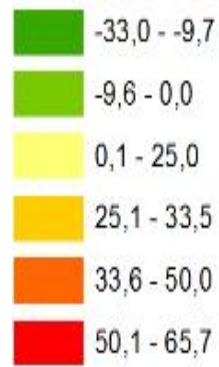
Reservatório	3º Inventário (IPCC, 2006)		2º Inventário (IPCC, 2003)
	Floresta	Campo	
Biomassa acima do solo	47 %	47 %	50%
Biomassa abaixo do solo	47 %	47 %	
Madeira Morta (em pé e caída)	47 %	50 %	
Serapilheira	47 %	40 %	

Cerrado

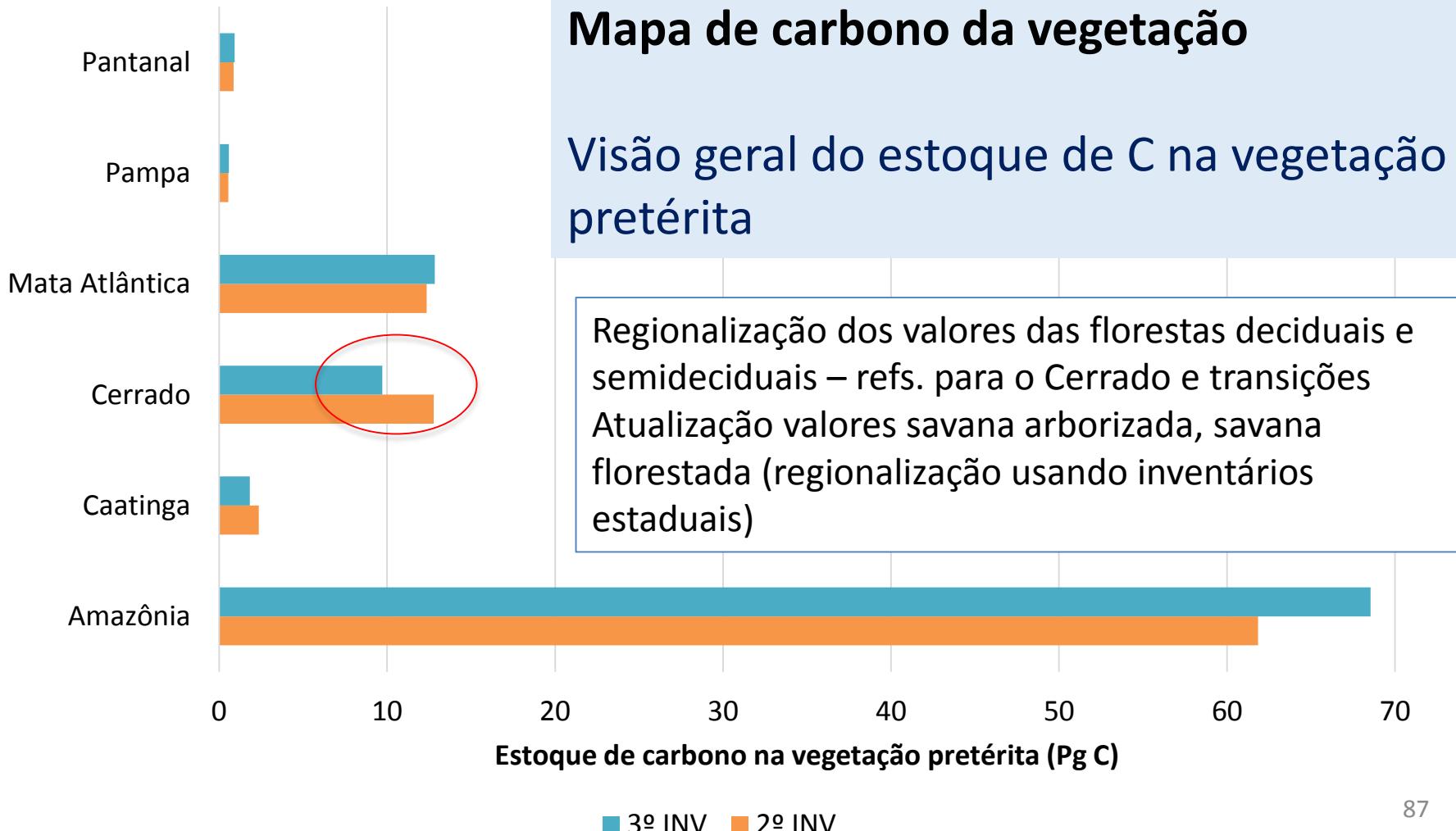
Comparativo de estimativas: variação dos mapas de C na vegetação



dif23rel ($(cv2i - cv3i)/cv2i * 100$)



Alterações realizadas no 3º inventário



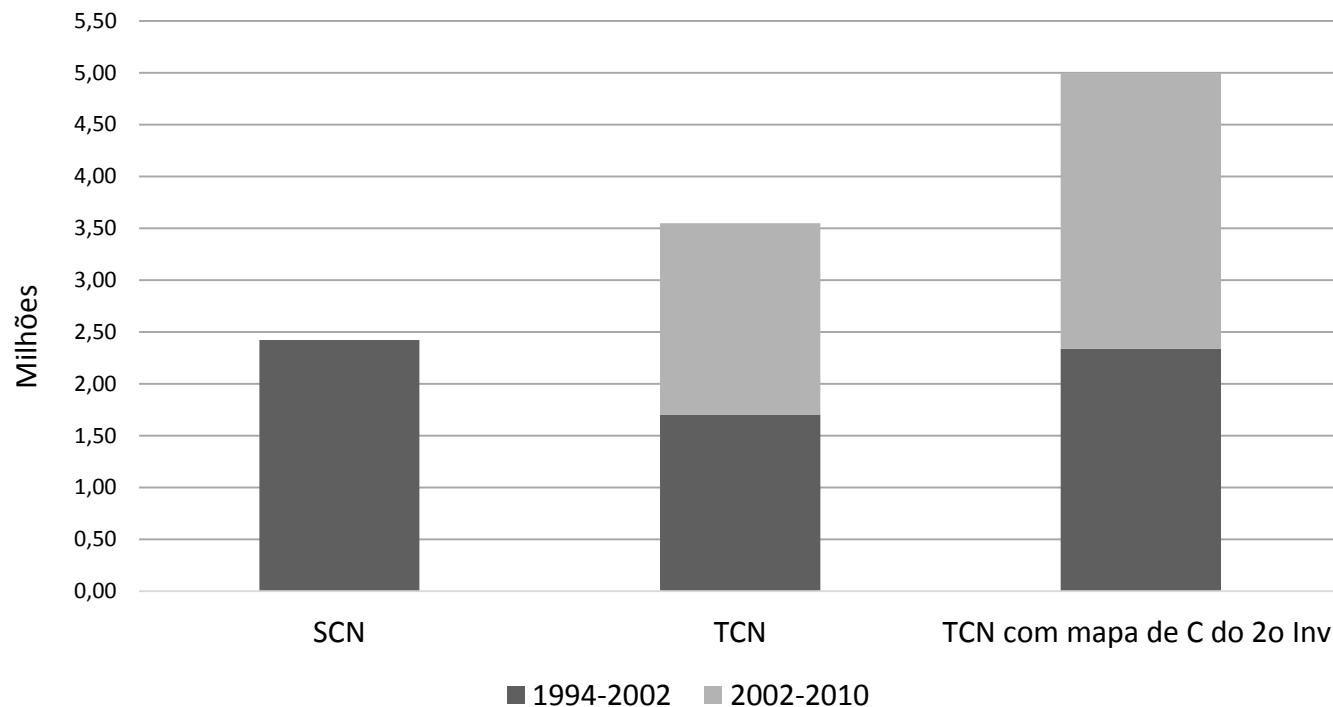
Análise de incertezas relativas às emissões de LULUCF no bioma Cerrado

Cerrado

Comparativo de estimativas: variação dos mapas de C na vegetação

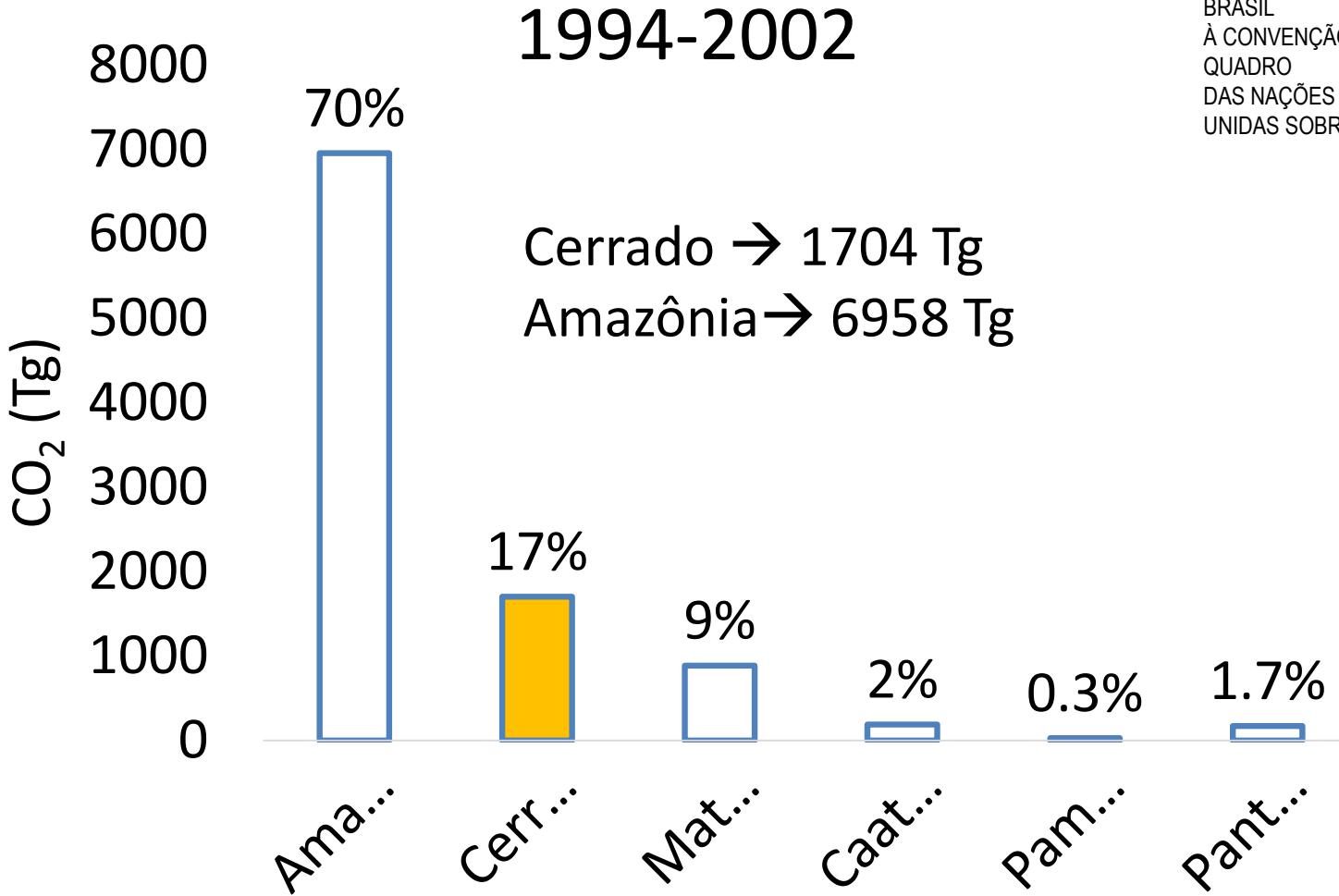
Emissões Líquidas de CO ₂ (Gg)													
	2º Inventário (SCN)	3º Inventário (Resultados da TCN)***					Mapas de uso do 3º Inv., fatores do 3º Inv., mapa de C do 3º Inv. sem madeira morta			Mapas de uso do 3º Inv., fatores do 3º Inv., mapa de C do 2º Inv.			
Bioma\Período	1994-2002	1994-2002	2002-2010	2002-2005	2005-2010	1994-2002	2002-2005	2005-2010	1994-2002	2002-2010	2002-2005	2005-2010	
Amazônia													
Caatinga													
Cerrado	2.421.719,8	1.703.660,0	1.845.024,7	x	x	x	x	x	2.337.408,7	2.657.141,7	x	x	
Mata Atlântica													
Pampa													
Pantanal													
Brasil	10.371.158,70	9.942.759,57	4.253.849,82	4.594.652,75	2.262.372,19	x	x	x	x	x	x	x	

Emissões de CO₂ (Gg) no Cerrado



Cerrado	1994-2002	2002-2010
SCN	2.421.719,8	x
TCN	1.703.660,0	1.845.024,7
TCN com mapa de C do 2o Inv.	2.337.408,7	2.657.141,7
<i>Média</i>	2.154.262,9	2.251.083,2
<i>Desvio padrão</i>	320.478,0	406.058,5
<i>CV (%)</i>	14,9	18,0

Emissões CO₂ LULUCF



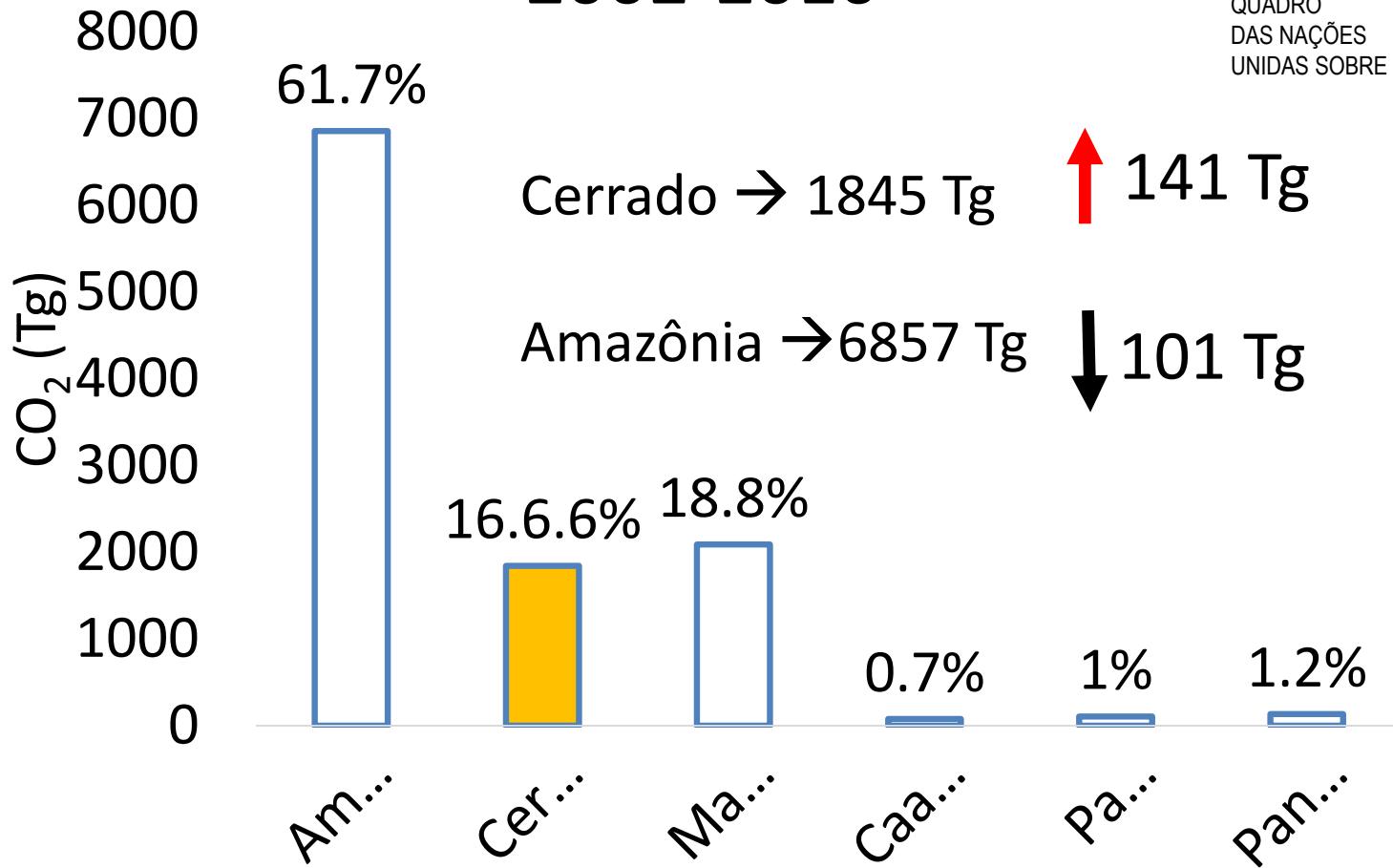
3^a COMUNICAÇÃO
NACIONAL DO
BRASIL
À CONVENÇÃO-
QUADRO
DAS NAÇÕES
UNIDAS SOBRE

Emissões CO₂ LULUCF



3^a COMUNICAÇÃO
NACIONAL DO
BRASIL
À CONVENÇÃO-
QUADRO
DAS NAÇÕES
UNIDAS SOBRE

2002-2010



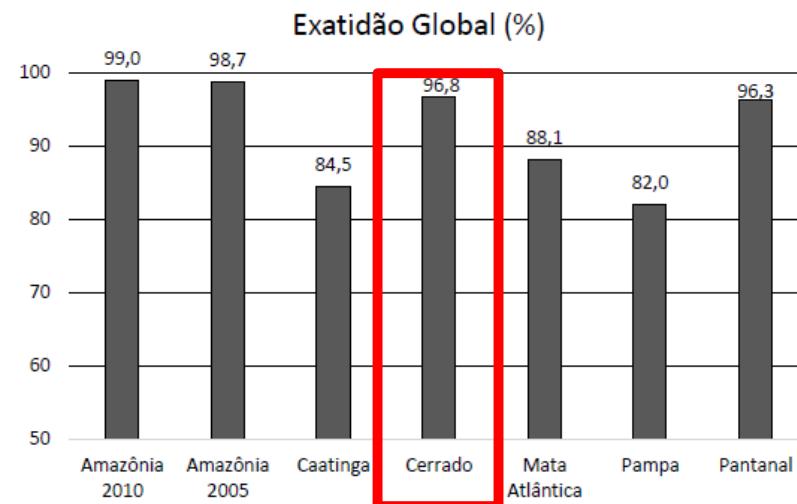
Emissões referentes às queimadas associadas a desmatamentos, em 2010.

Bioma	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x
	Gg			
Amazônia	8.400,6	549,3	16,2	129,2
Cerrado	4.682,9	165,7	15,1	281,0
Caatinga	895,3	31,7	2,9	53,7

Emissões referentes às queimadas não associadas a desmatamentos, em 2010 (não contabilizadas)

Bioma	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x
	Gg				
Amazônia	67.249	4.426,5	289,4	8,51	68,1
Cerrado	172.632	6.956,6	246,2	22,48	417,4
Caatinga	5.696	229,5	8,1	0,74	13,8

Incertezas associadas ao mapeamento do uso e cobertura da terra - Cerrado



Incerteza dos Mapeamentos				
Mapa	Área (ha)	Representatividade (% do país)	Número de pontos Validados	Exatidão Global (%)
Amazônia 2010	420.877.898	49	5.000	99,0
Amazônia 2005	420.877.898	49	5.000	98,7
Caatinga	82.796.605	10	1.009	84,5
Cerrado	203.944.205	24	2.411	96,8
Mata Atlântica	111.555.887	13	1.409	88,1
Pampa	17.882.658	2	305	82,0
Pantanal	15.130.292	2	219	96,3
Total	-	-	15.353	-

Incertezas associadas ao mapeamento do uso e cobertura da terra - Cerrado

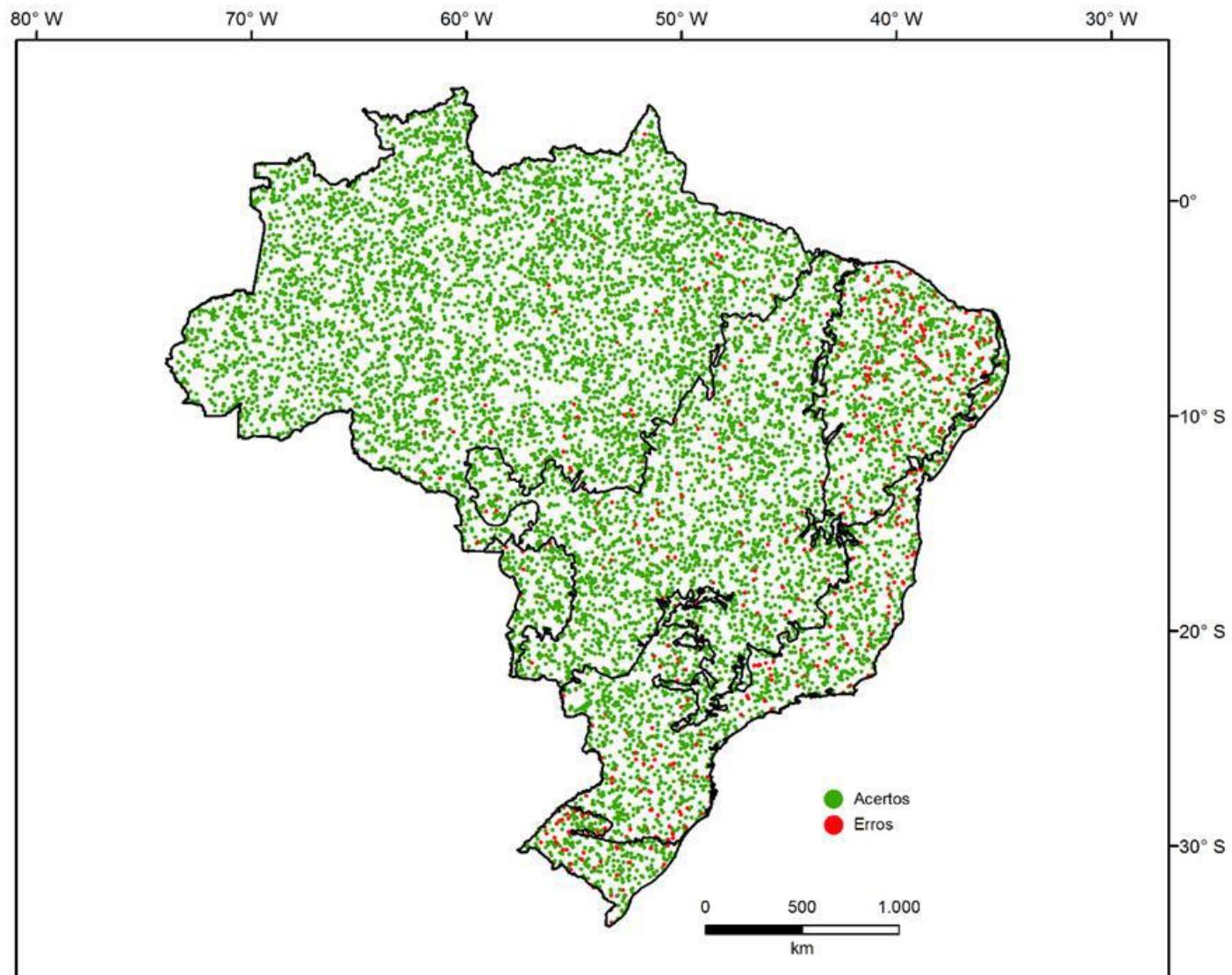
Matriz de confusão referente ao mapeamento de uso e cobertura da terra em 2010 do bioma Cerrado

Classe		CERRADO												Total Linha	Erro de Comissão (%)	Acurácia Mapeamento (%)		
		FNM	FM	FSec	Ref	GNM	GM	GSec	AP	AC	S	A	Res	O				
Mapeamento 2010	FNM	679							5					1		685	0,9	99,1
	FM		154						4					1		159	3,1	96,9
	FSec	8		17	1				2							28	39,3	60,7
	Ref	1			1	24			1		3					30	20,0	80,0
	GNM				1	303			7							311	2,6	97,4
	GM						79		1							80	1,3	98,8
	GSec					3	2	10	6							21	52,4	47,6
	AP	5		9		2		7	700	1						724	3,3	96,7
	AC			1					1	336						338	0,6	99,4
	S										12					12	0,0	100,0
	A				1							6	3			10	40,0	60,0
	Res												10			10	0,0	100,0
	O													2		2	0,0	100,0
	NO													1	1	0,0	100,0	
Total Coluna		693	154	28	26	309	81	18	726	340	12	6	13	4	1	2411		
Erro de Omissão (%)		2,0	0,0	39,3	7,7	1,9	2,5	44,4	3,6	1,2	0,0	0,0	23,1	50,0	0,0	Exatidão Global (%)		96,8

Os erros mais frequentes envolveram a classe Pastagem (Ap), sejam erros de comissão ou omissão. Isso ocorreu devido às semelhanças no comportamento espectral dessa classe de uso da terra em relação às áreas naturais campestres do Cerrado.

Incertezas associadas ao Mapeamento do uso e cobertura da terra

Distribuição dos pontos utilizados para validação do mapeamento de 2010



Avanços para melhoria de mapa C para o Cerrado

Obrigado!

MCTI – Equipe TCN

Rede Clima – Subrede Uso da Terra