



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



Estimativa de Emissões de Dióxido de Carbono acima do solo da Floresta Tropical na Província de Sucumbios – Equador, através ferramentas de Geoprocessamento

FÁTIMA LORENA BENÍTEZ RAMÍREZ

Trabalho realizado como parte das exigências da disciplina Introdução ao Geoprocessamento do curso de Mestrado em Sensoriamento Remoto

São José dos Campos
Junho, 2013

Roteiro

- Introdução
- Objetivo
- Área de Estudo
- Metodologia
- Resultados e Discussões
- Conclusões

Introdução

- A Amazônia, apresenta uma superfície de aproximadamente 6,4 milhões de km² na América do Sul.
- Ocupa 47% do território Equatoriano.



- Ao longo das últimas décadas o Equador tem sofrido uma modificação significativa da floresta amazônica.
 - Cobertura florestal natural
 - Biodiversidade

Introdução

Consequência das
atividades antropicas
na biosfera



Aumento da
concentração
de gases de
"Efeito Estufa"



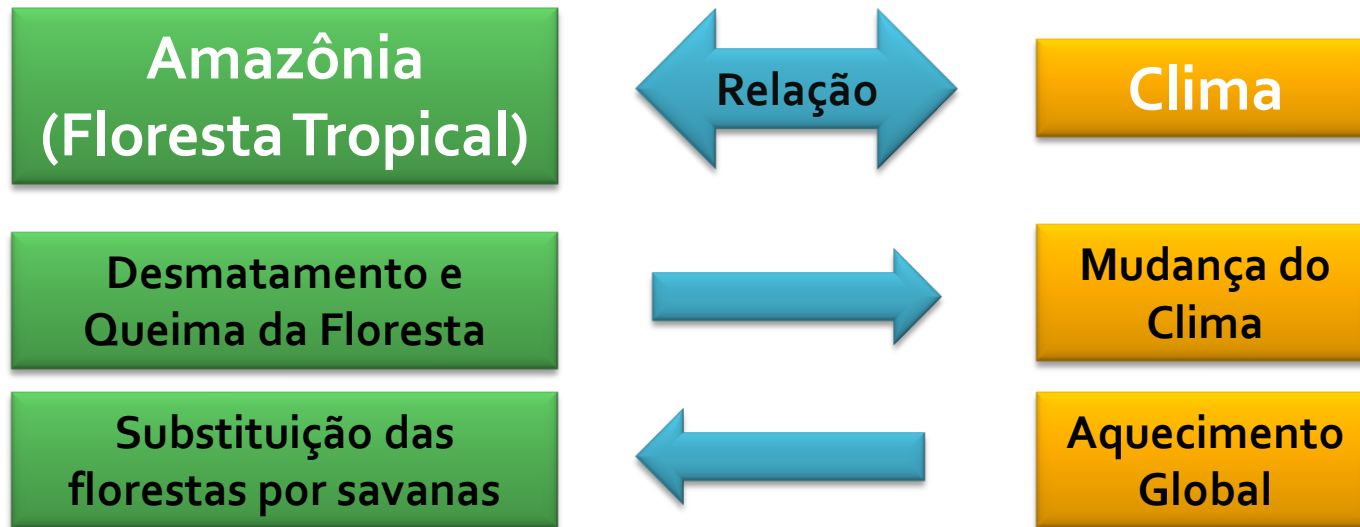
Mudança
Climatica



Aquecimento Global



Introdução



- O desmatamento da floresta tropical representa 20% das emissões anuais dos gases de efeito estufa (IPCC).
- A conversão de florestas para outro tipo de uso da terra faz que o carbono armazenado seja liberado para a atmosfera como CO₂.

Objetivo



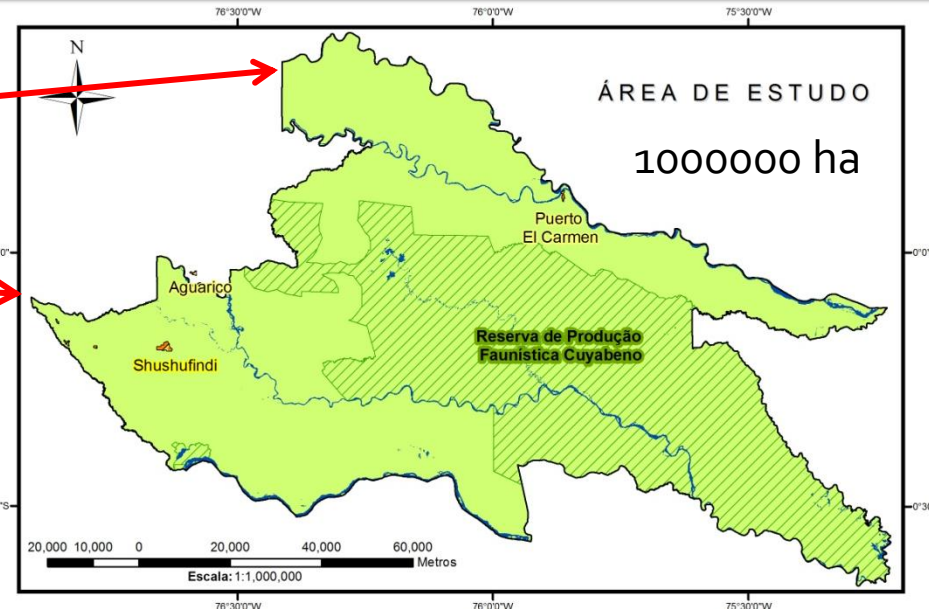
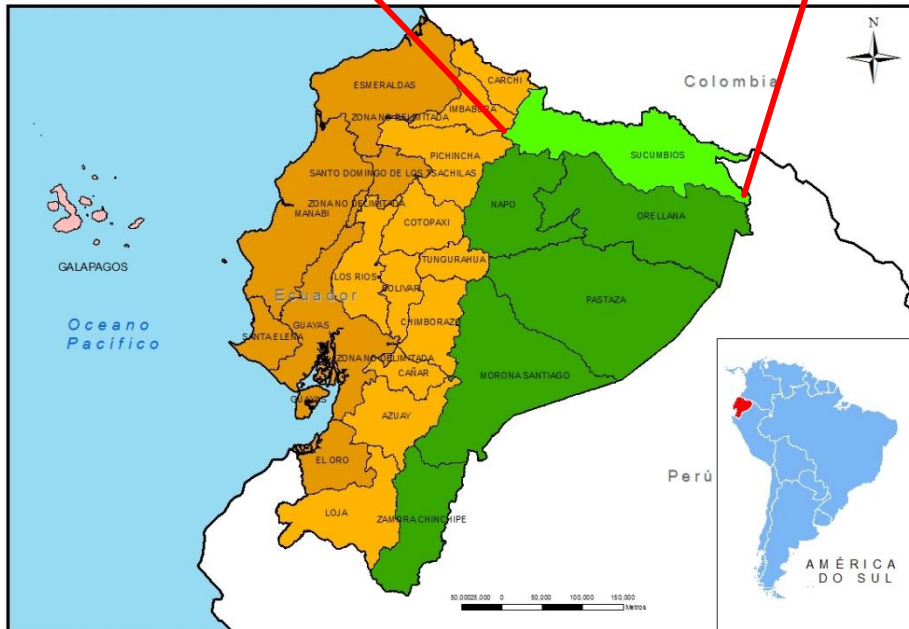
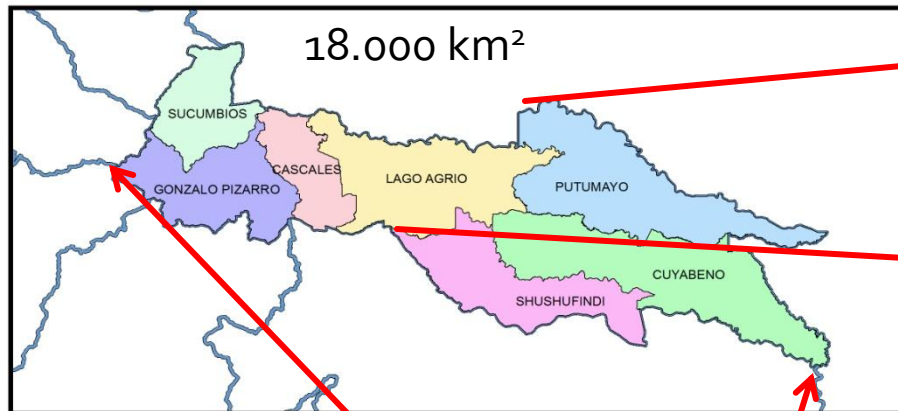
- Estimar as emissões de dióxido de carbono acima do solo da floresta tropical na Província de Sucumbios associadas à mudança de Uso da Terra e Florestas, entre os anos 1990 e 2008, através de ferramentas de geoprocessamento.

IMPORTANTE

As estimativas de emissões e remoções de dióxido de carbono estão sujeitas a incertezas

- Falta de precisão na informação base
- Conhecimento incompleto do processo envolvido neste fenômeno

Área de Estudo



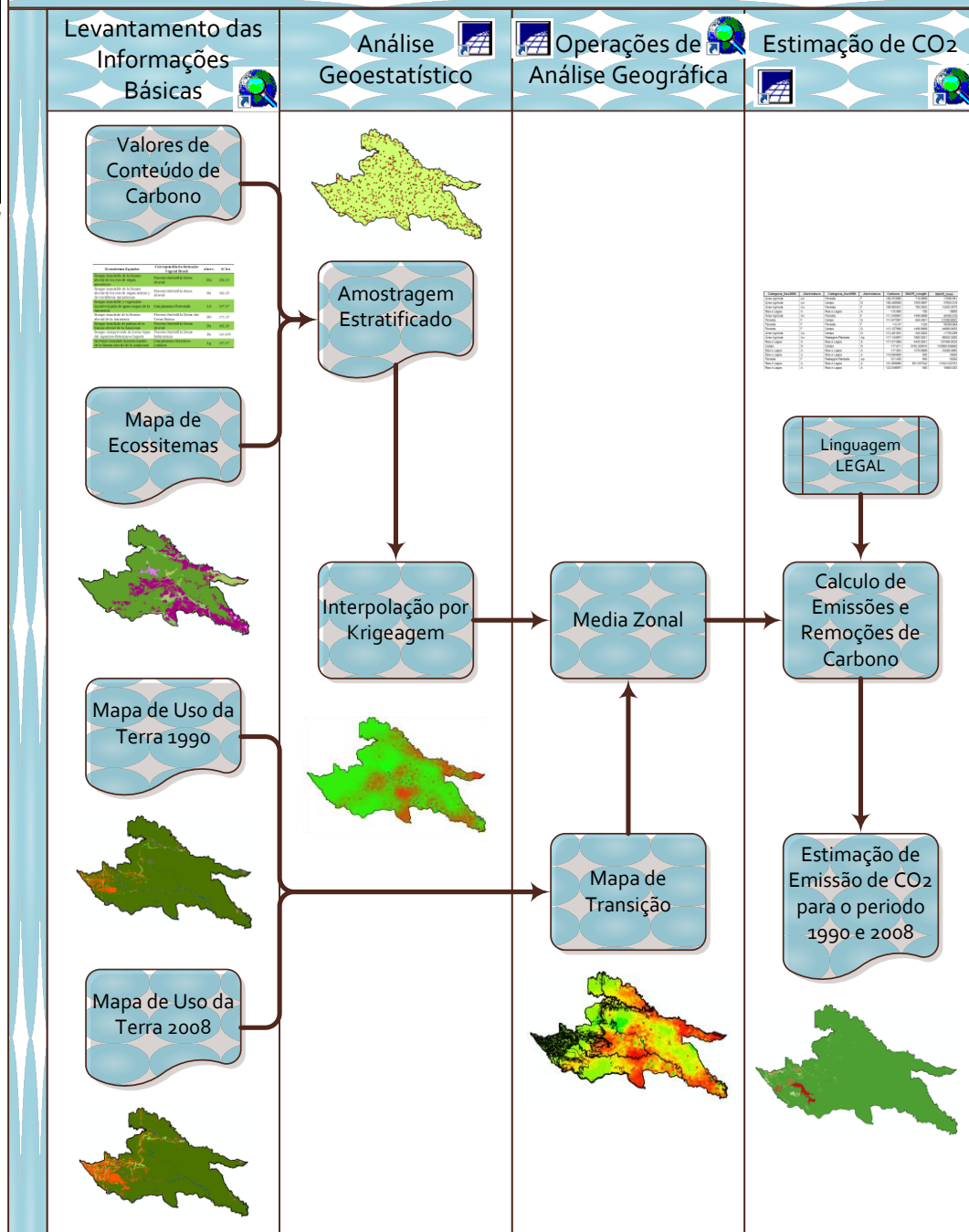
- Sucumbios está localizada no norte da Amazônia
- Putumayo, Cuyabeno e Shushufindi albergam a floresta úmida tropical de Sucumbios (55% da área total)

Metodologia

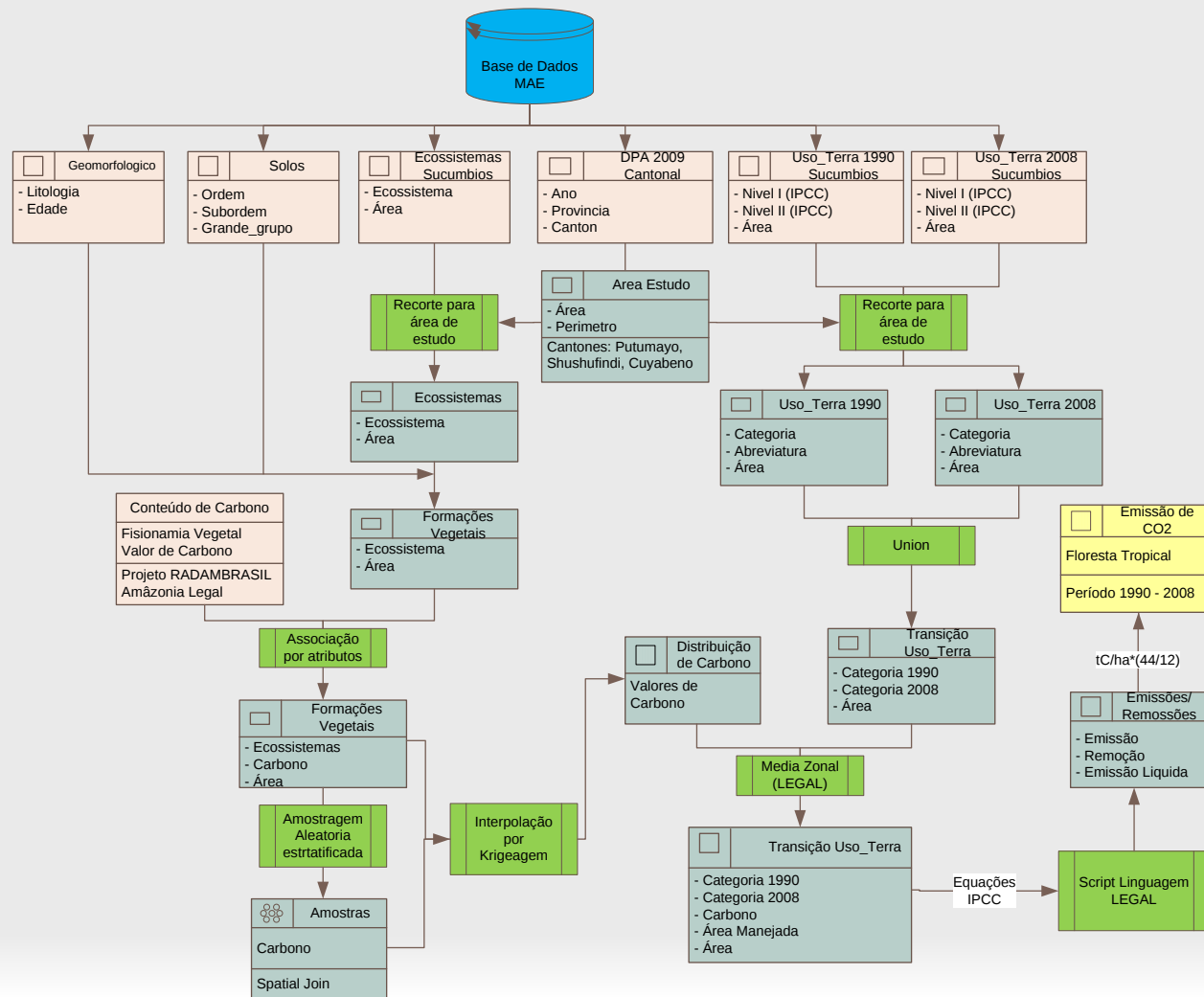
Abordagem Metodologica do IPCC

- O fluxo de CO₂ da atmosfera, é igual às mudanças nos estoques de carbono na biomassa existente e nos solos.
- Que as mudanças nos estoques de carbono podem ser estimadas determinando-se as taxas de mudança do uso da terra e a atividade responsável pela mudança.

ETAPAS

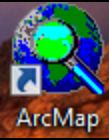


Metodologia: Modelo GEO-MTG



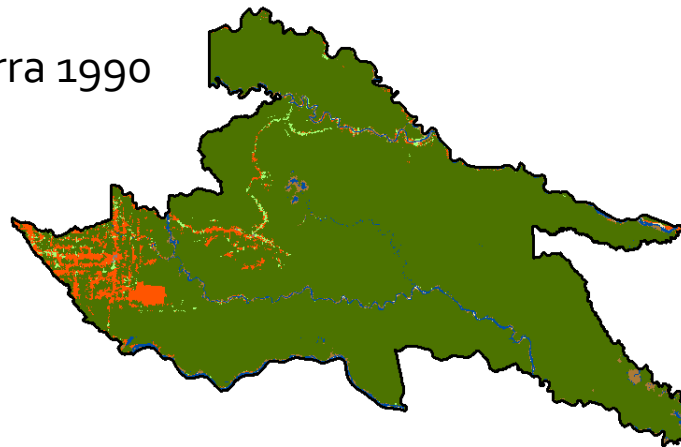
Metodologia:

Levantamento das Informações Básicas

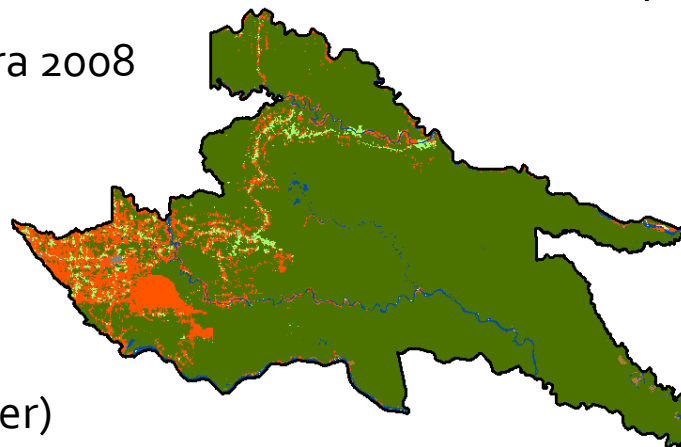


■ Mapas de Uso da Terra 1990 e 2008

Mapa de Uso da Terra 1990
Escala: 1:100.000



Mapa de Uso da Terra 2008
Escala: 1:100.000

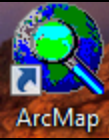


Categoria (Área de Estudo)	Abreviatura	Categoria (IPCC)
Floresta	F	Floresta
Floresta Secundaria	FSec	
Campo	G	Campo
Campo Secundario	GSec	
Pastagem Plantada	Ap	Área Agrícola
Área Agrícola	Ac	
Área Urbana	S	Área Urbana
Outros Usos	O	Outros Usos
Rios e Lagos	A	Área Alagada
Reservatórios	Res	

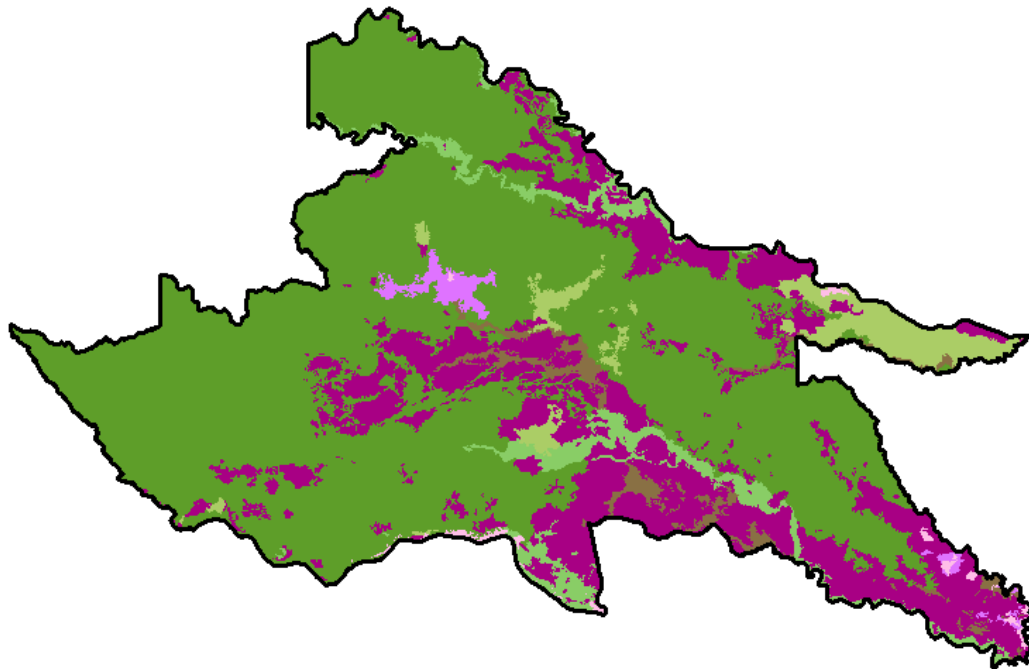
Fuente: MAE (Landsat, Aster)

Metodologia:

Levantamento das Informações Básicas



■ Mapa de Ecossistema



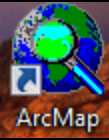
Escala: 1:100.000

Ecosistema_Ecuador	Área (Ha)
Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen amazónico	23278.24
Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de Cordilleras Amazónicas	48081.07
Bosque inundable y vegetación lacustre-riparia de aguas negras de la Amazonía	10707.43
Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía	38462.41
Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonía	216193.4
Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá	652686.2
Herbazal inundado lacustre-ripario de la llanura aluvial de la Amazonía	5546.473
TOTAL	994955.3

Fuente: MAE (Rapideye)

Metodologia:

Levantamento das Informações Básicas



■ Valores de Conteúdo de Carbono

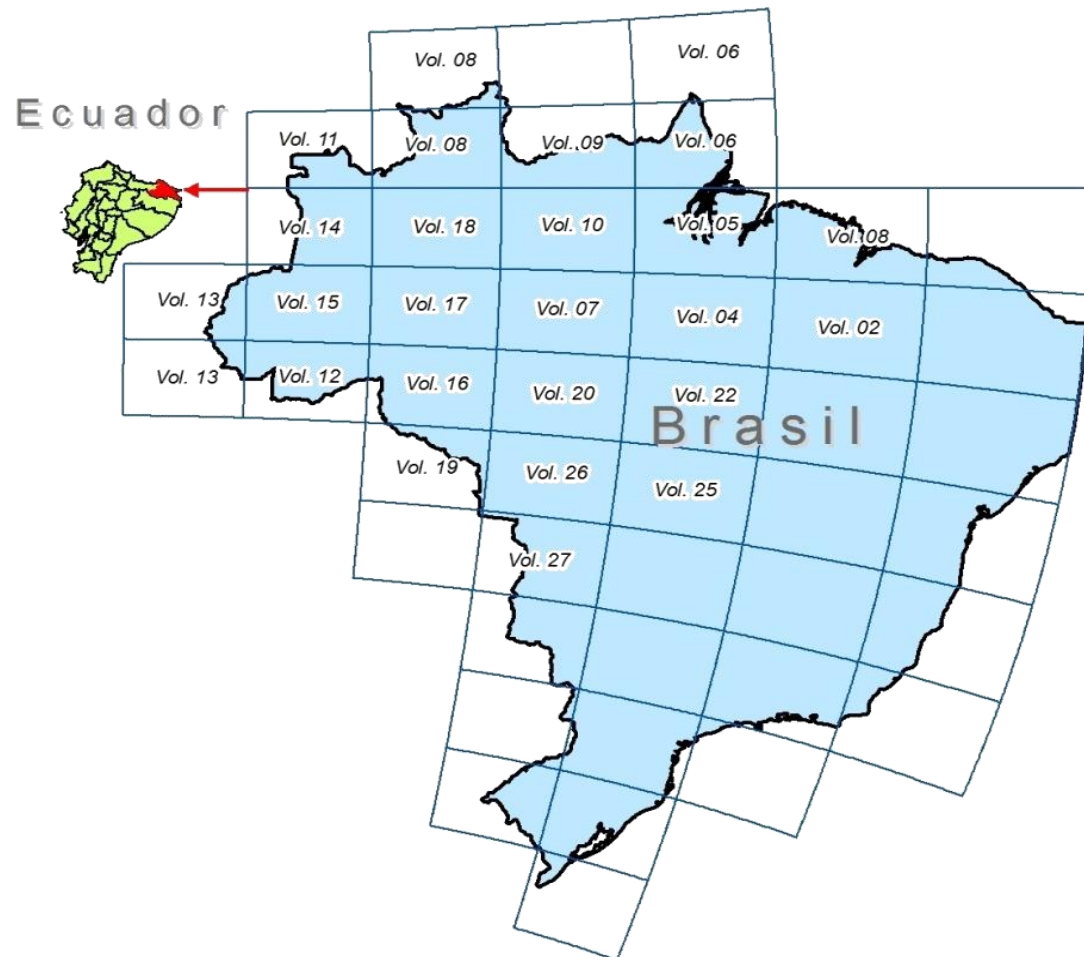
Na atualidade, Equador não conta com informação de valores de conteúdo de Carbono



Dados do Inventário florestal da Amazônia e do projeto RADAMBRASIL

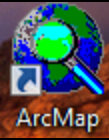


Correlação entre a área de estudo e o mapa de Volume do projeto RADAMBRASIL



Metodologia:

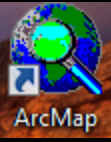
Levantamento das Informações Básicas



■ Valores de Conteúdo de Carbono

Ecosistema Equador	Correspondência formação Vegetal Brasil	Abrev.	tC/ha
Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen amazónico	Floresta Ombrófila Mista Aluvial	Ma	104.23
Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de Cordilleras Amazónicas	Floresta Ombrofila densa Aluvial	Da	162.29
Bosque inundable y vegetación lacustre-riparia de aguas negras de la Amazonía	Campinarana Florestada	Ld	137.37
Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía	Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas	Db	171.15
Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonía	Floresta Ombrófila Densa Aluvial	Da	162.29
Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá	Floresta Ombrófila Densa Submontana	Ds	143.635
Herbazal inundado lacustre-ripario de la llanura aluvial de la Amazonía	Campinarana Gramíneo-Lenhosa	Lg	137.37

Metodologia: Análise Geoestatística

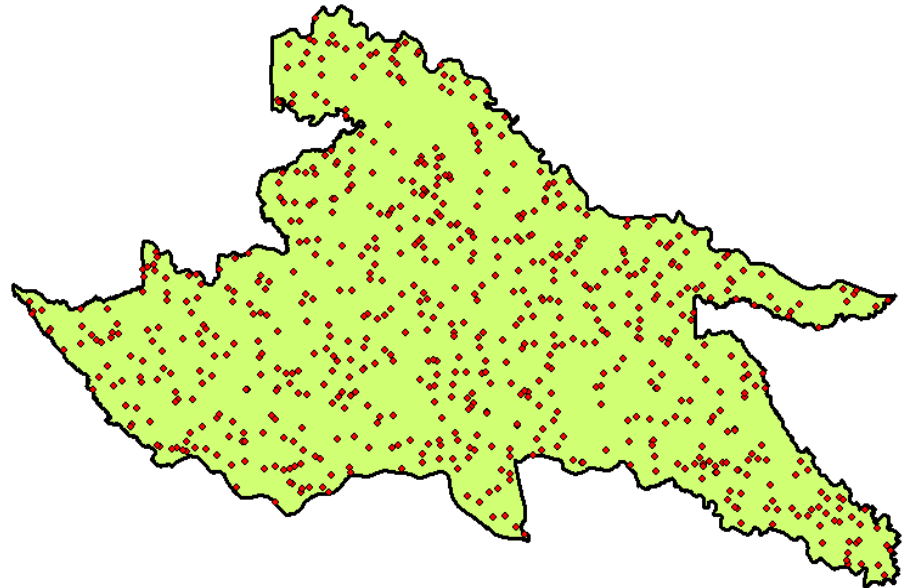


■ Representação da Distribuição do Carbono



Amostragem Aleatoria Estratificada

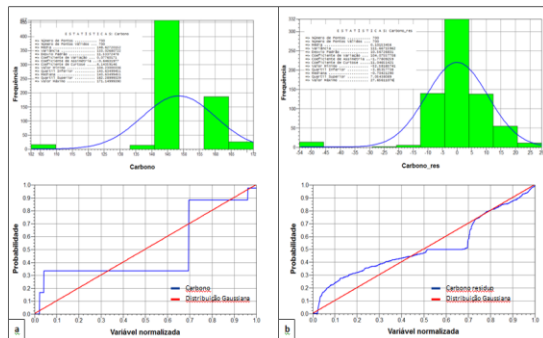
- 100 amostras por classe
- Proporcional a cada classe em relação à área total.



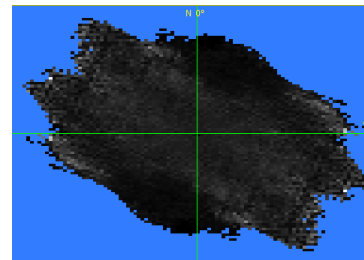
Metodologia: Análise Geoestatística



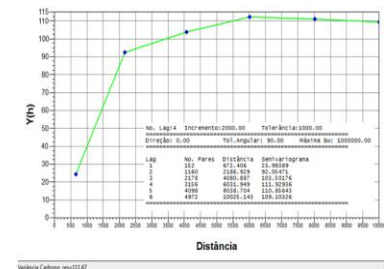
- Análise Exploratoria
- Análise da variabilidade espacial por Semivariograma



Caso Anisotropico



Caso Isotropico

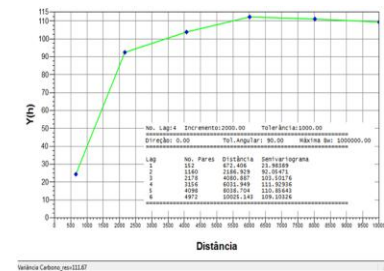
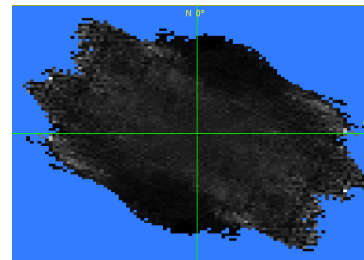
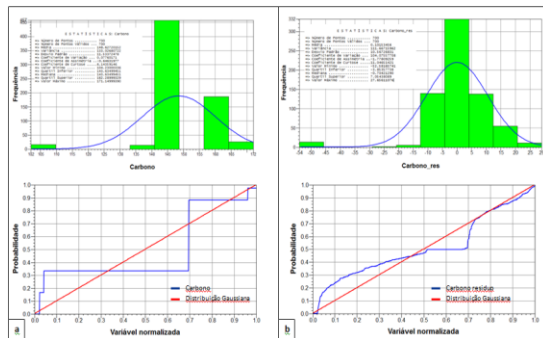


Desvio Padrão: 10,6
Variância = 112

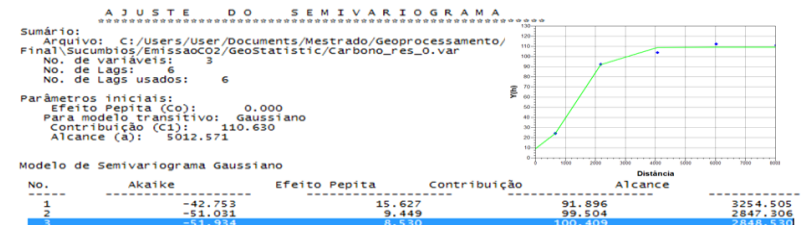
Metodologia: Análise Geoestatística



- Análise Exploratoria
- Análise da variabilidade espacial por Semivariograma
- Modelagem do Semivariograma



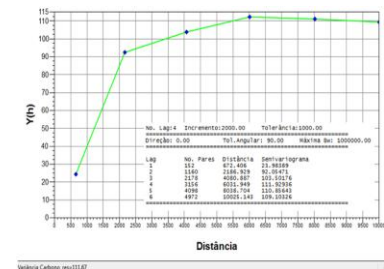
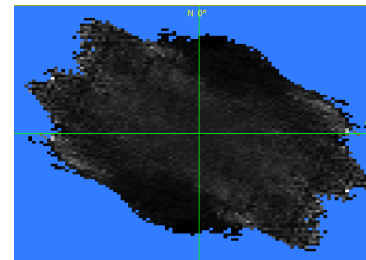
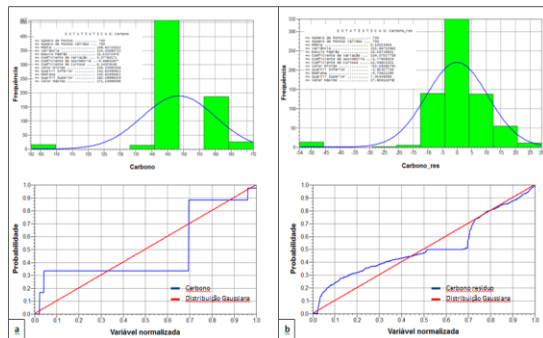
Parâmetros
Efeito Pepita = 9
Contribuição = 100
Alcance = 2849



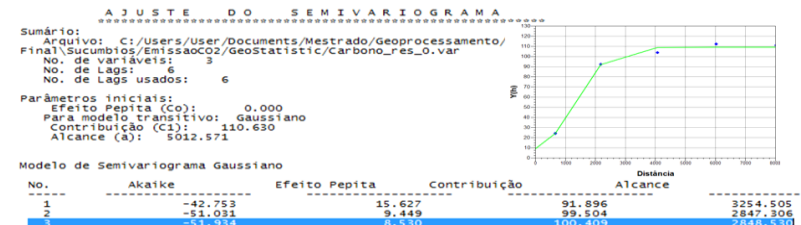
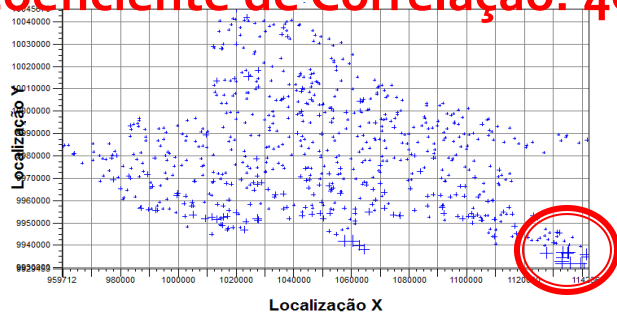
Metodologia: Análise Geoestatística



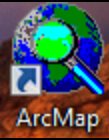
- Análise Exploratoria
- Análise da variabilidade espacial por Semivariograma
- Modelagem do Semivariograma
- Validação do Modelo
- Interpolação por Krigagem Ordinaria



Coeficiente de Correlação: 40%



Metodologia: Análise Geográfica



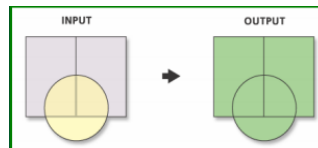
- Construção de Matrizes de Transição entre as categorias de Uso da Terra para o período 1990 a 2008

IPCC → estimativa das
emissões de CO₂



Diferencia dos estoques de
carbono observados no
início e no final do período

Operação **Union**



Estado: Permanência

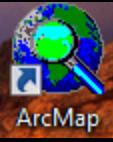
FF	Floresta permanecendo Floresta
GG	Campo permanecendo Campo
CC	Área Agrícola permanecendo Área Agrícola
SS	Área Urbana permanecendo Área Urbana

OO	Outros Usos permanecendo Outros Usos
-----------	--------------------------------------

Estado: Transição

LF	Áreas convertidas para Florestas
LG	Áreas convertidas para Campo
LC	Áreas convertidas para Agricultura
LS	Áreas convertidas para Área Urbana
LO	Áreas convertidas para Outros Usos

Metodologia: Análise Geográfica



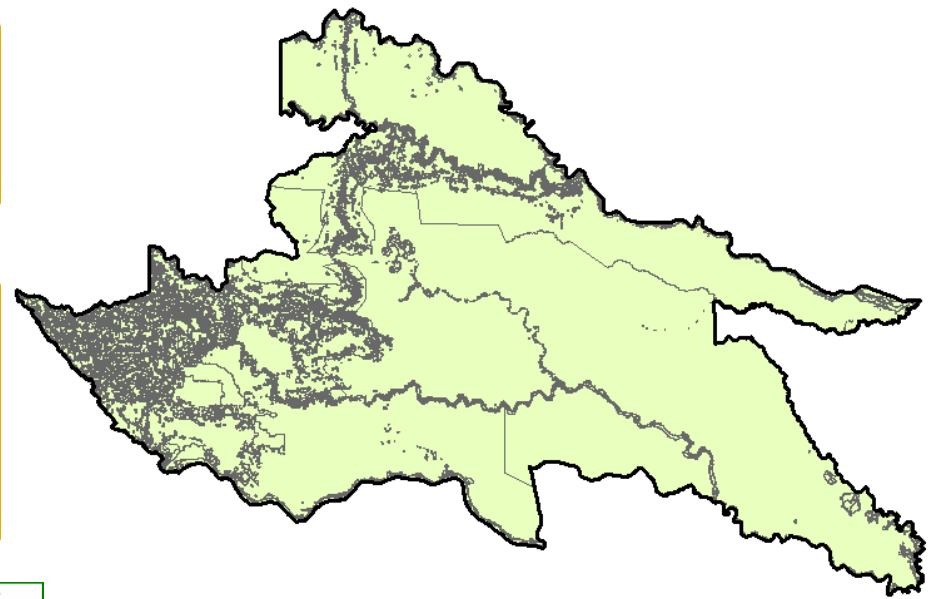
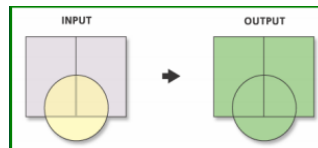
- Construção de Matrizes de Transição entre as categorias de Uso da Terra para o período 1990 a 2008

IPCC → estimativa das
emissões de CO₂



Diferencia dos estoques de
carbono observados no
início e no final do período

Operação **Union**



Mapa de Transição do Uso da Terra

Metodologia: Análise Geográfica



- Conteúdo de Carbono para cada categoria do Uso da Terra

- Formações Vegetais



- Áreas de Pastagem



- Áreas Agrícolas



- Áreas de Reservatórios, urbanas, rios e outros usos

zero tC/ha

- Vegetação Secundaria

60% da vegetação primaria

[illegible]

Resultados e Discussões

■ Matriz de Transição 1990 a 2008

Área [ha]		Uso de Terra em 2008										
		F	FSec	G	GSec	Ac	Ap	S	O	Res	A	Total 1990
Uso de Terra em 1990	F	837159,62		639,34		59054,01	10337,96	287,61	46,07	9,18		907533.78
	FSec											
	G		8560,40	1450,57		5202,32	328,08	32,49	94,43			15668.28
	GSec											
	Ac		3067,57		3,78	27155,36	6489,14	851,04	7,92	1,71		37576.52
	Ap		722,68			4672,28	2848,92	283,32	8,55			8535.75
	S							355,44				355.44
	O		368,27		45,03	125,91			518,10			1057.31
	Res											
	A										24228,22	24228.22
Total 2008		837159.62	12718,91	2089,92	48,81	96209,88	20004,11	1809,90	675,07	10,89	24228,22	994955,31

Resultados e Discussões

■ Matriz de Transição 1990 a 2008

Área [ha]		Uso de Terra em 2008										
		F	FSec	G	GSec	Ac	Ap	S	O	Res	A	Total 1990
Uso de Terra em 1990	F	837159,62		639,34		59054,01	101.239 ha.					907533.78
	FSec											
	G		8560,40	1450,57		5202,32						
	GSec											
	Ac		3067,57		3,78	27155,36	6489,14	851	7,92	1,71		37576.52
	Ap		722,68			4672,28	2848,92	283	8,55			8535.75
	S							355				355.44
	O		368,			125,			618,10			1057.31
	Res											
	A										24228,22	24228.22
Total 2008		837159.62	12718,91	2089,92	48,81	96209,88	20004,11	1809,90	675,07	10,89	24228,22	994955,31

101.239 ha.

10,2%

Resultados e Discussões

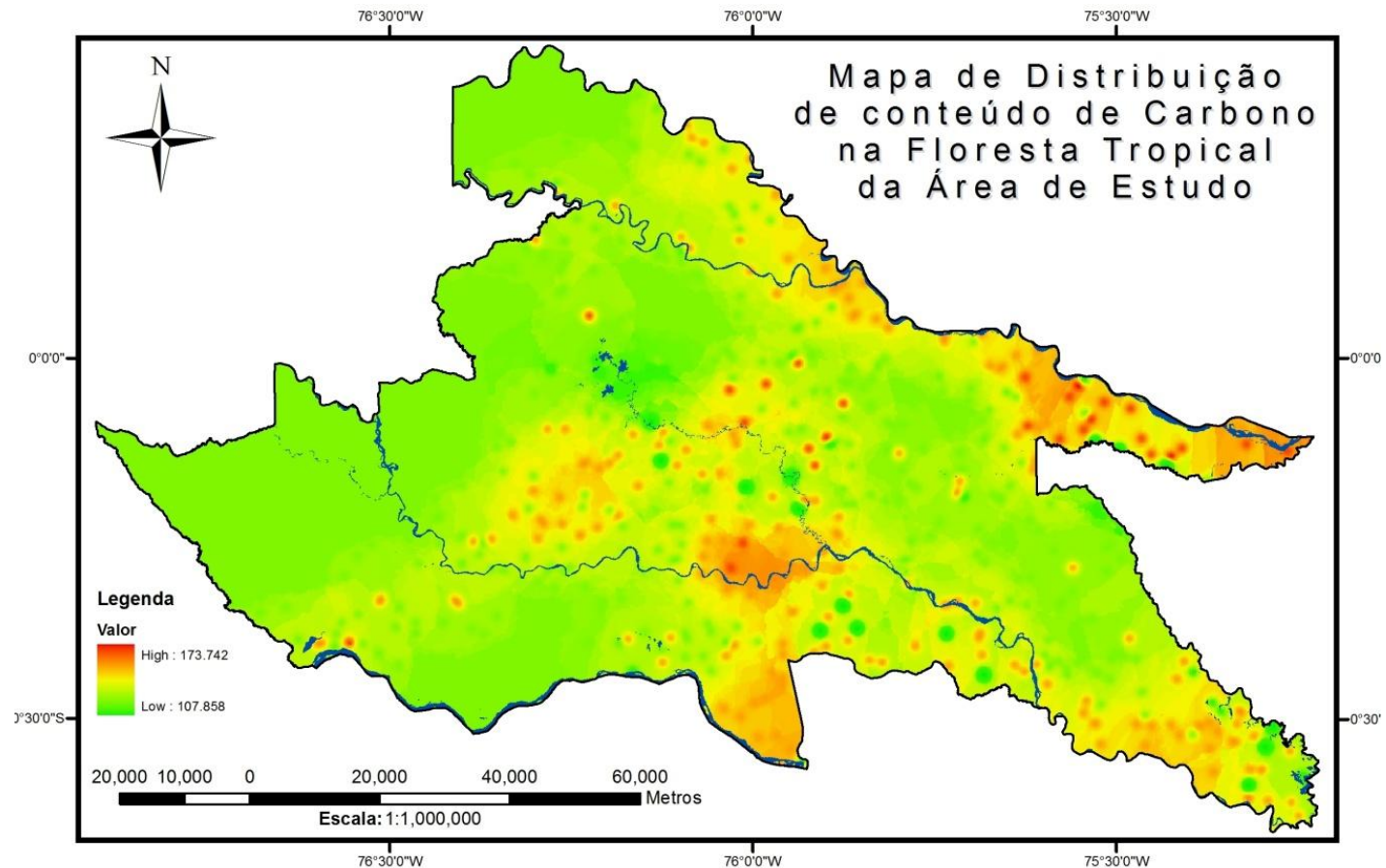
■ Matriz de Transição 1990 a 2008

Área [ha]		Uso de Terra em 2008										
		F	FSec	G	GSec	Ac	Ap	S	O	Res	A	Total 1990
Uso de Terra em 1990	F	837159,62		639,34		59054,01	10337,96	7,5%		9,18		907533.78
	FSec											
	G		8560,40	1450,57		5202,32	328,08					15668.28
	GSec											
	Ac		3067,57		3,78	27155,36	6489,14	851,04	7,92	1,71		37576.52
	Ap		722,68			4672,28	2848,92	283,32	8,55			8535.75
	S							355,44				355.44
	O		368,27		45,03	125,91			518,10			1057.31
	Res											
	A										24228,22	24228.22
Total 2008		837159.62	12718,91	2089,92	48,81	96209,88	20004,11	1809,90	675,07	10,89	24228,22	994955,31

7,5%

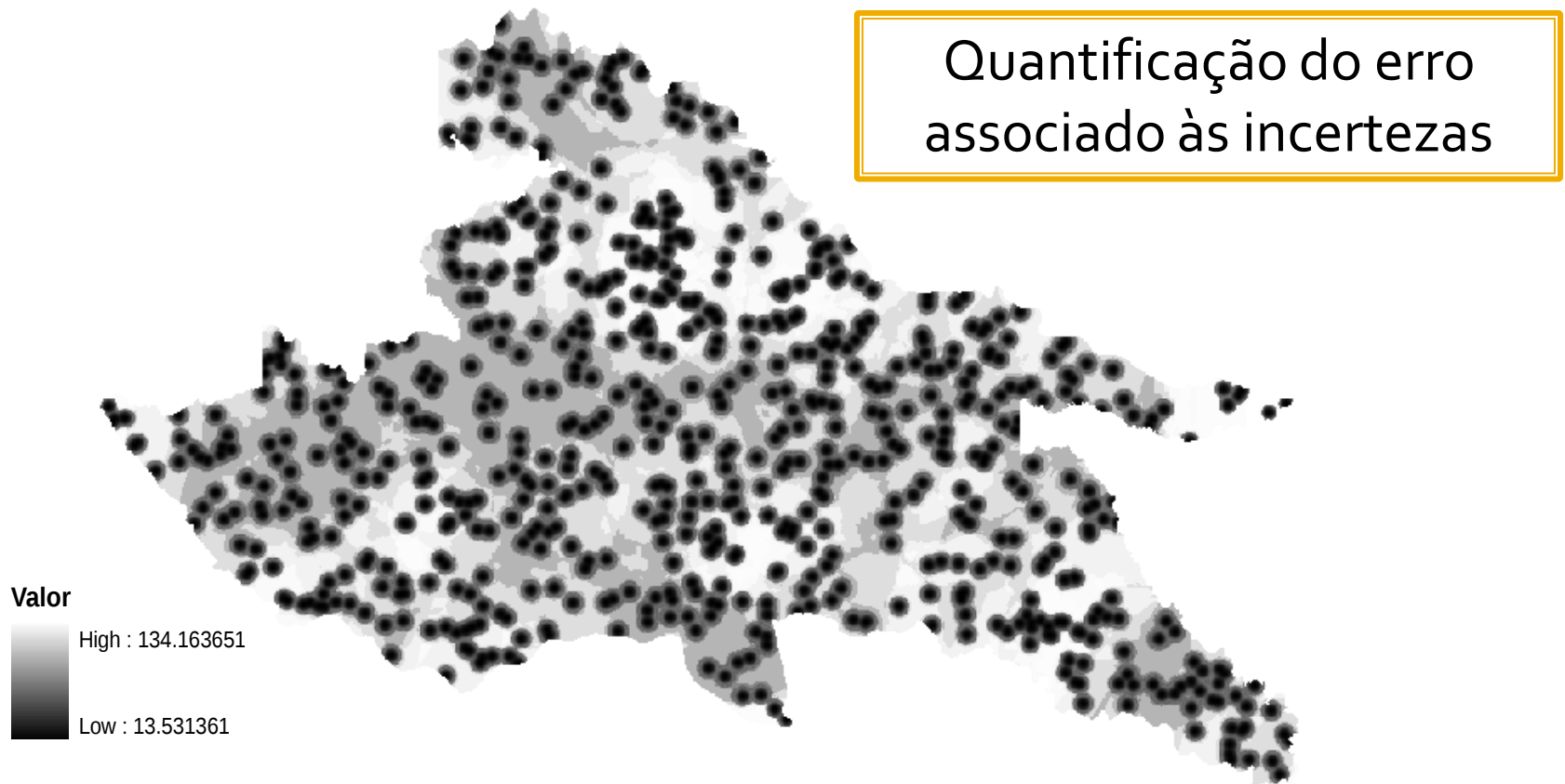
Resultados e Discussões

■ Distribuição de Carbono



Resultados e Discussões

- Variância da Krigagem



Resultados e Discussões

■ Estimação da Emissão Líquida de CO₂

Emissão Líquida
de Carbono

$\times 44/12$

Emissão Líquida
de CO₂

CO ₂ [t]		Uso de Terra em 2008									
		F	Fsec	G	Gsec	Ac	Ap	S	O	Res	A
Uso de Terra em 1990	F	---		138,18		29.471,83	5.226,55	155,21	25,17	4,86	
	Fsec		---								
	G		1.866,32	---		2.686,26	170,45	17,78	52,15		
	Gsec				---						
	Ac		-896,04		-1,08	---	27,36	28,71	0,27	0,06	
	Ap		-214,22			-19,70	---	8,36	0,25		
	S							---			
	O		-123,41		-15,25	-4,25			---		
	Res									---	
	A										---
Total = 38.605.83											

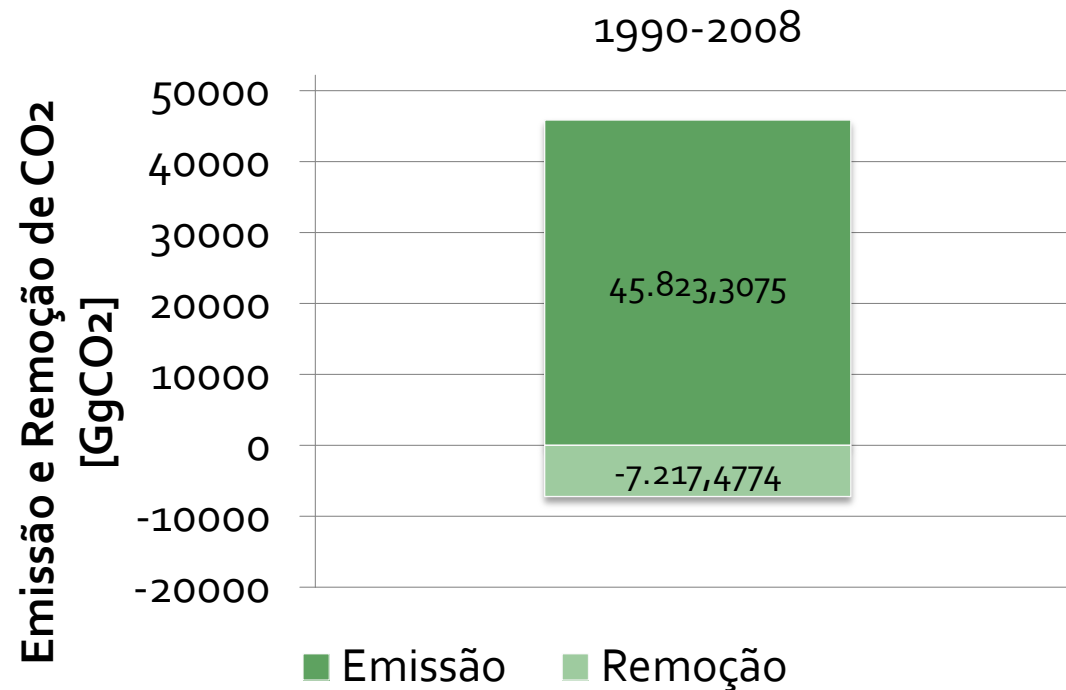
Média Anual



2.144,77 Gg_{CO₂}

Resultados e Discussões

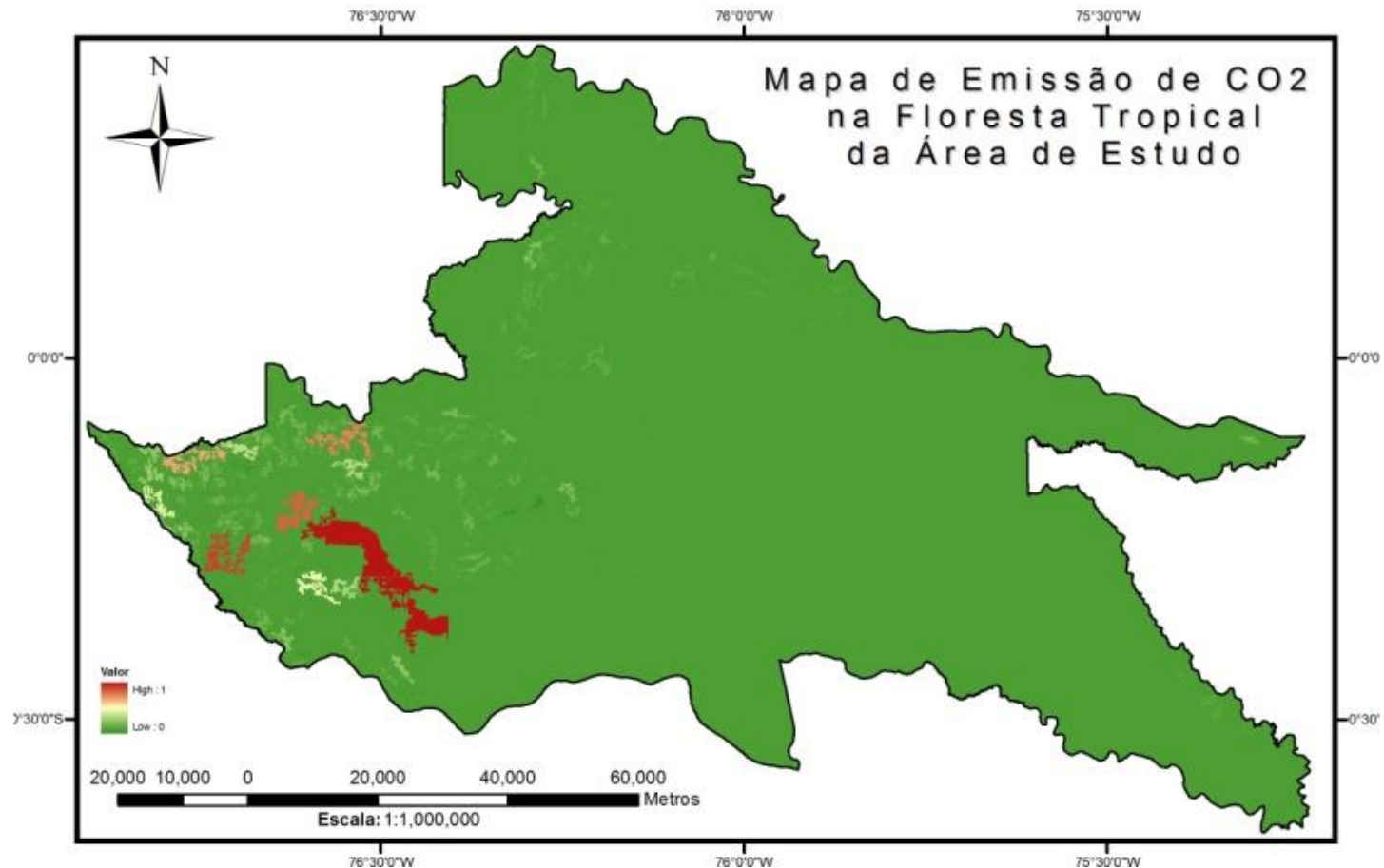
■ Balanço do CO₂



15,8% das
emissões foram
removidas

Resultados e Discussões

■ Emissões de CO₂

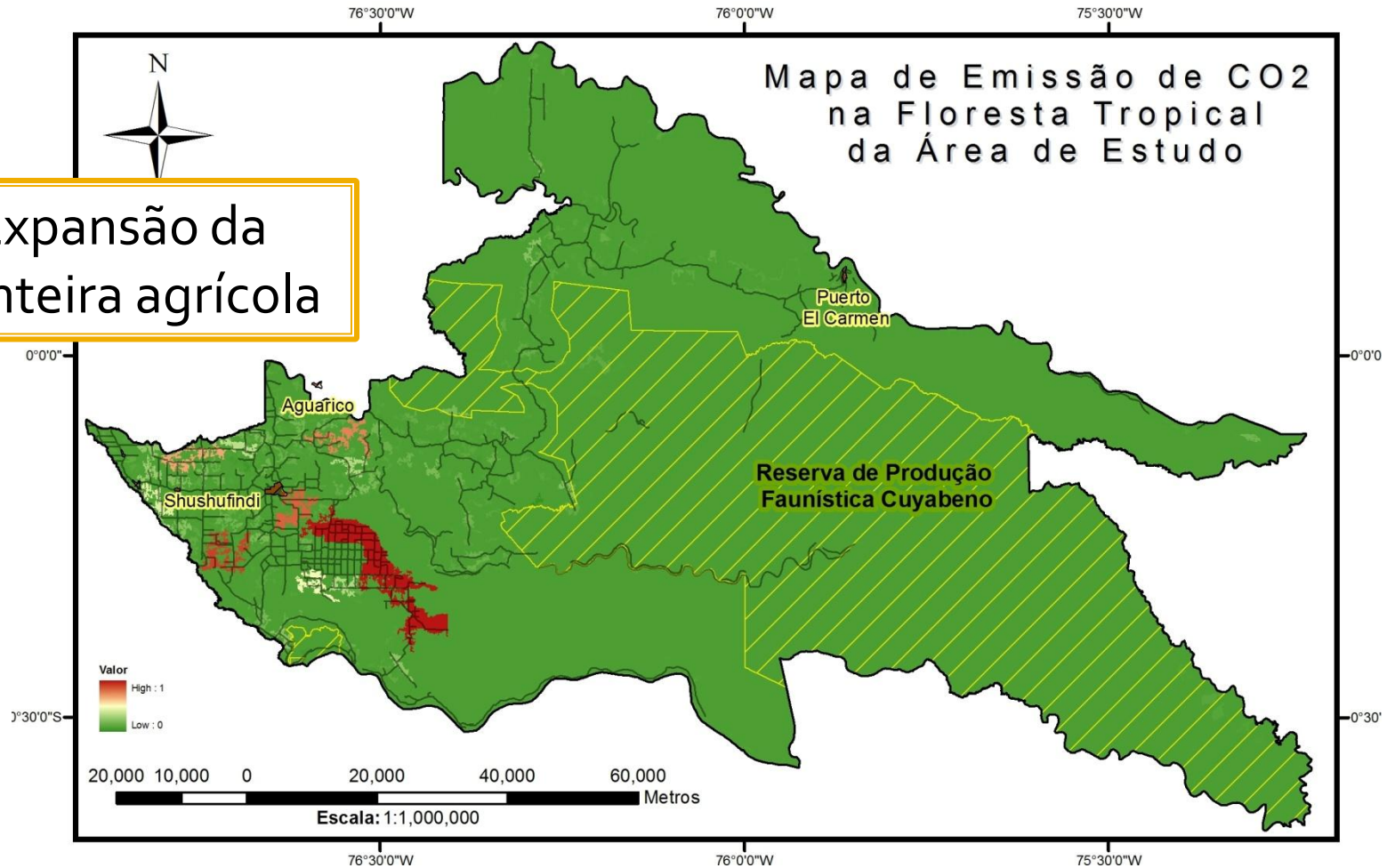


Considerações Finais

- As técnicas de geoprocessamento, em especial o uso da geoestatística mostrou-se bastante útil para descrever e modelizar a distribuição de estoque de carbono.
- Os resultados obtidos na interpolação por krigeagem podem ser melhorados, utilizando informação de conteúdo de carbono própria da área de estudo e que seja gerada segundo as recomendações do IPCC.
- As atividades agropecuárias tem sido as maiores responsáveis pela emissão de CO₂ à atmosfera na área de estudo.

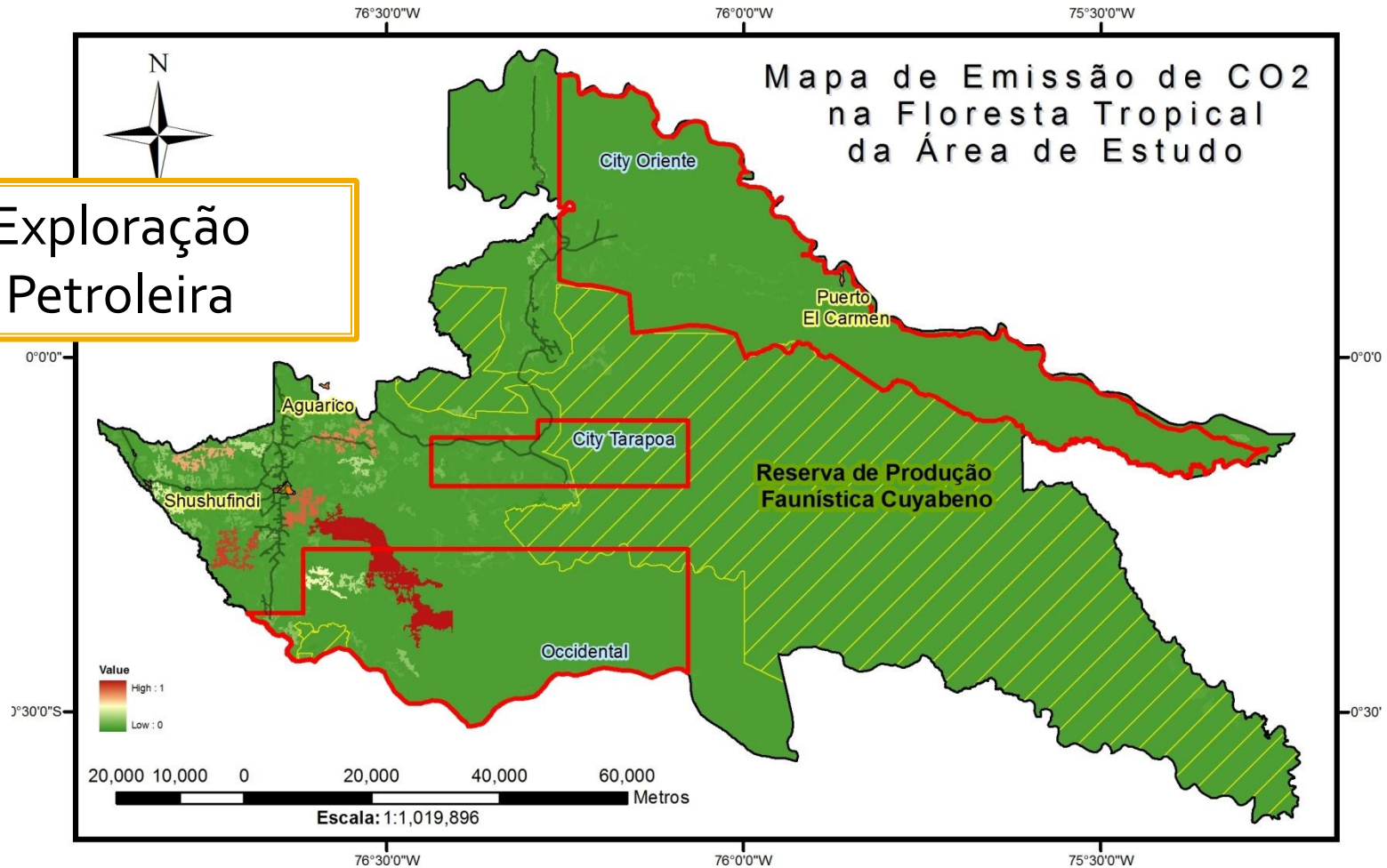
Considerações Finais

Expansão da
fronteira agrícola



Considerações Finais

Exploração
Petroleira



Muito Obrigada

Lorena Benítez

Fatima.dsr@inpe.br

