

Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa no Setor Agropecuário

Magda Lima - Embrapa Meio Ambiente

I SIGERA

Florianópolis, SC

Convenção do Clima - 1992

Compromisso brasileiro

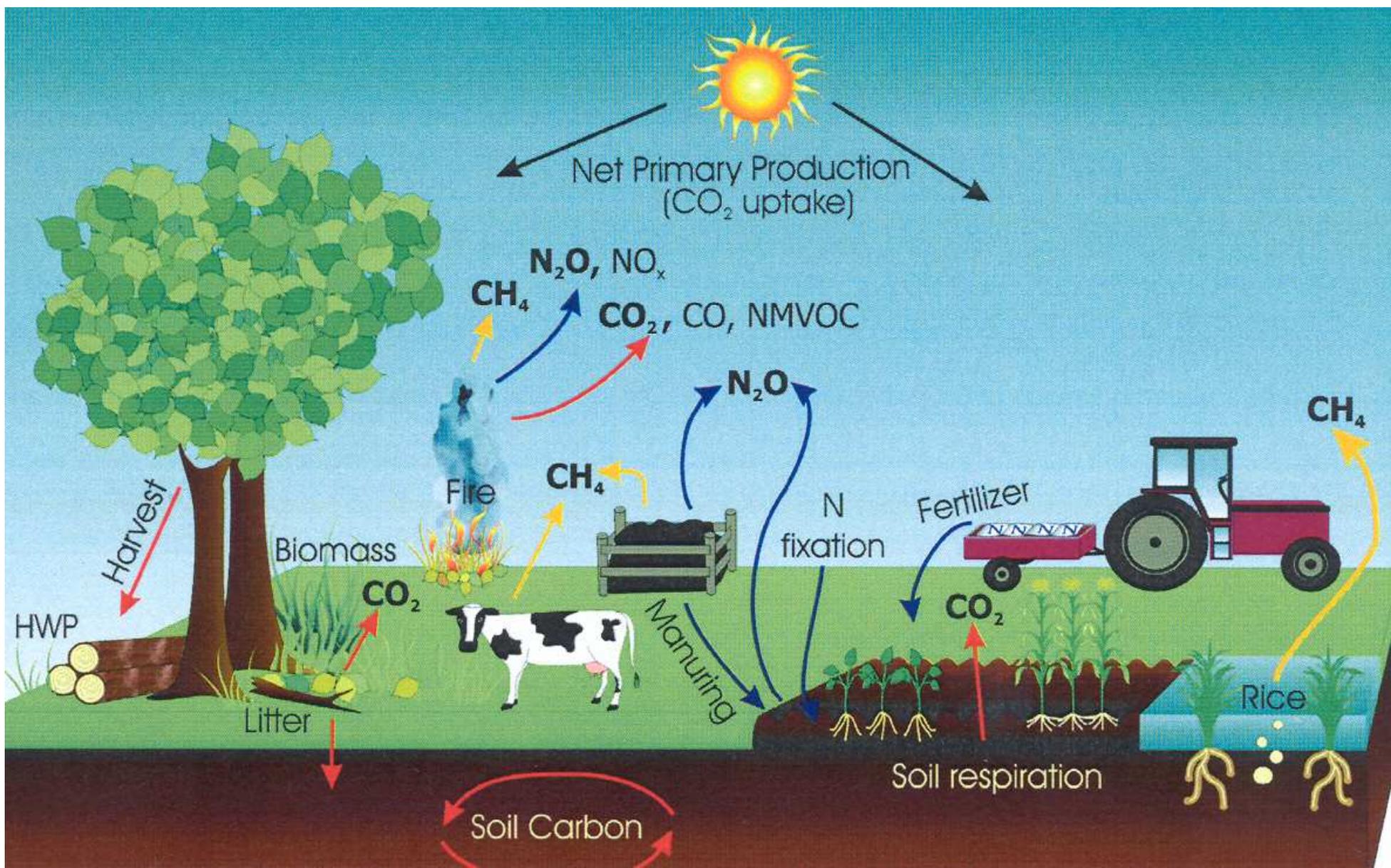
!"#\$

Estimativas de fontes e sumidouros de metano (adaptado de Mosier et al., 1998)

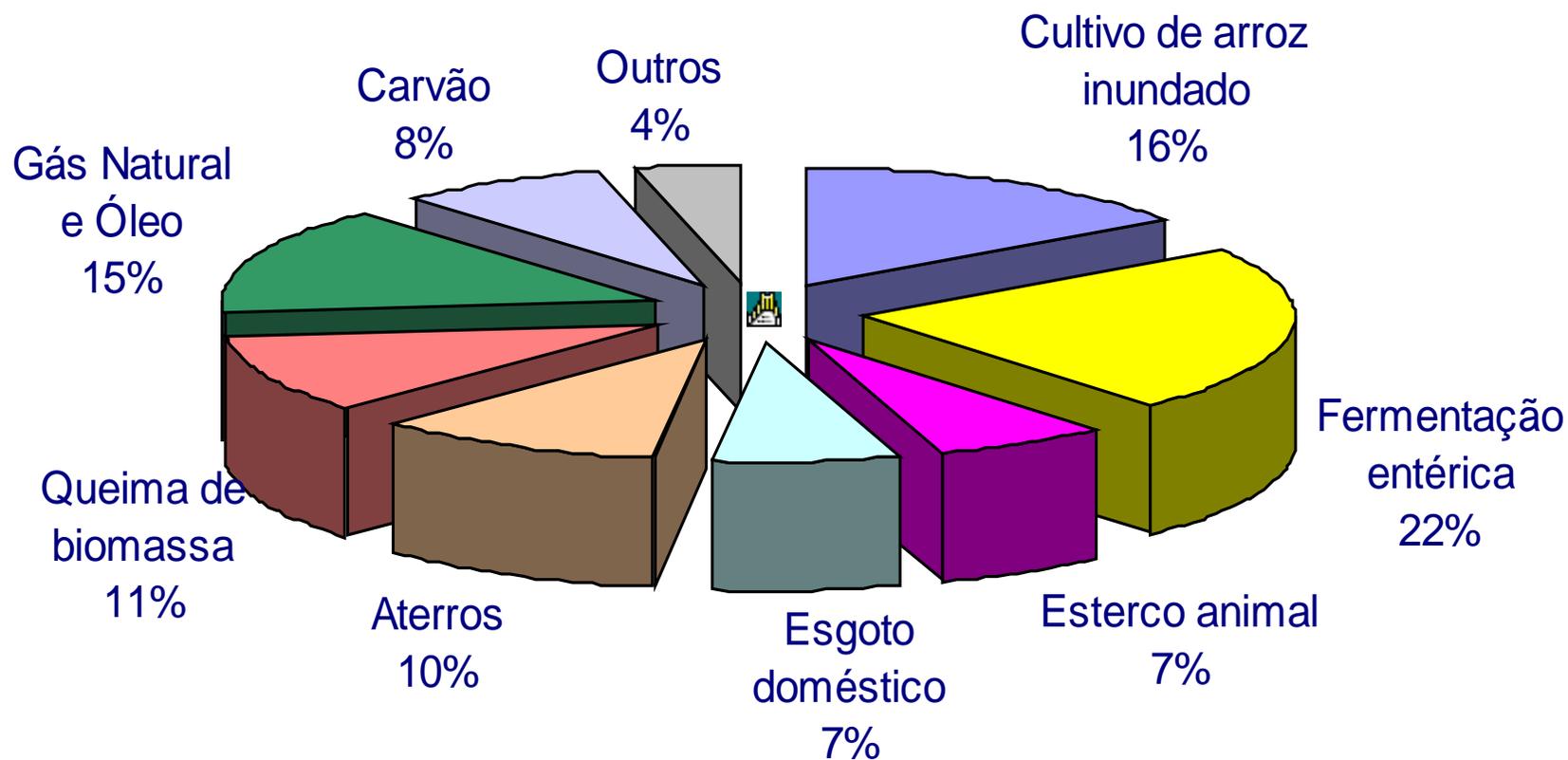
	Tg CH ₄ . ano ⁻¹
. Fontes de metano:	
. Naturais	
Áreas úmidas (várzeas)	100-200
Térmitas	10-50
Oceanos	5-20
Água doce	1-25
Outras	0-5
. Antropogênicas	
Mineração de carvão, gás natural	70-120
Cultivo de arroz irrigado por inundação	20-150
Fermentação entérica	65-100
Dejetos animais	10-30
Tratamento de esgoto doméstico	25
Aterros	20-70
Queima de biomassa	20-80
. Sumidouros:	
Atmosférico (troposférico + estratosférico)	420-520
Remoção pelos solos	15-45
Aumento atmosférico	28-37

Tg = Teragrama = 10¹² g

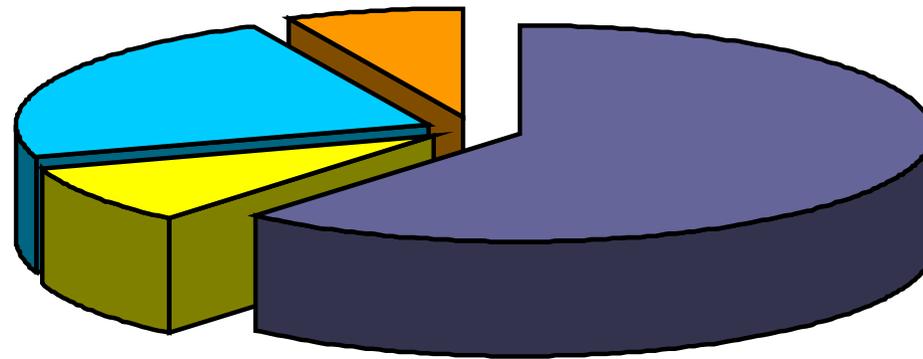
Principais fontes e sumidouros de gases de efeito estufa e processos em ecossistemas manejados (IPCC, 2006)



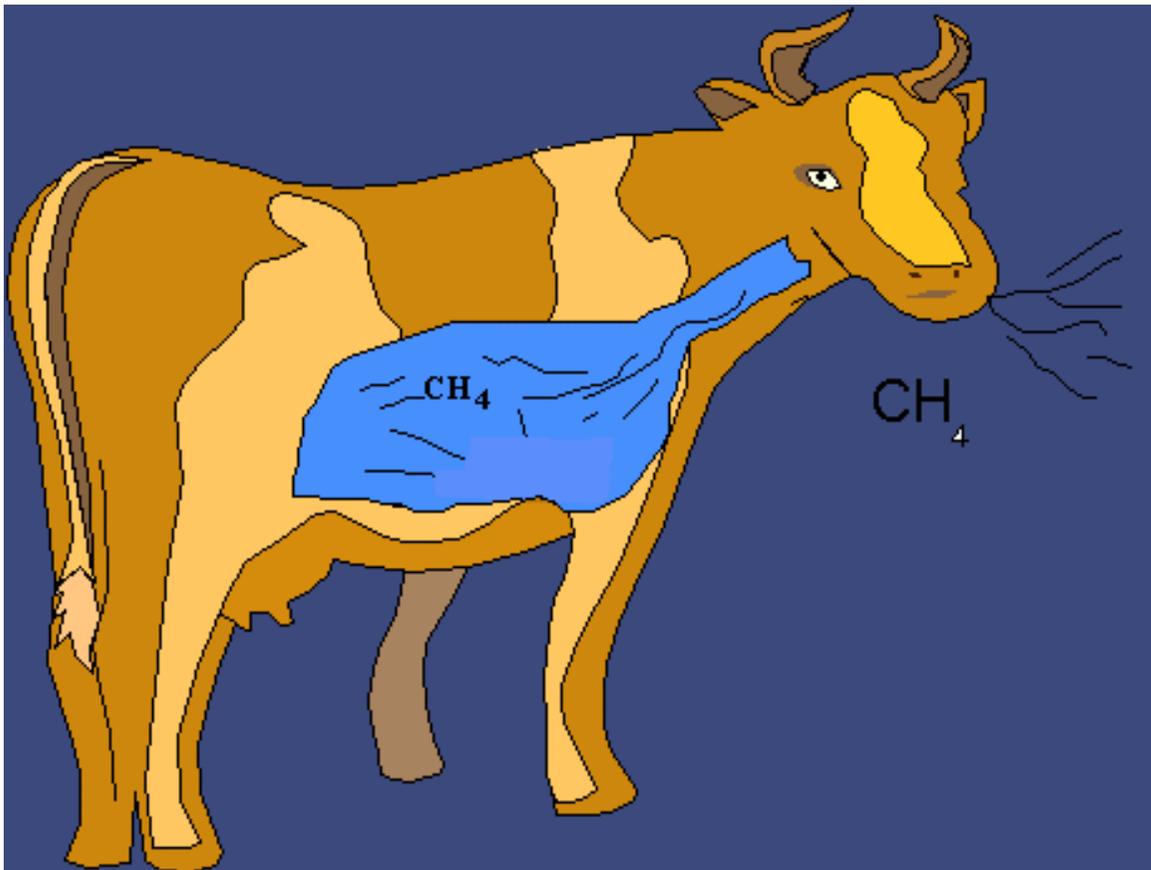
Fontes globais de emissão de metano proveniente de atividades antrópicas



Fontes globais de emissão de óxido nitroso proveniente de atividades antrópicas



Processo de fermentação entérica



A produção de metano é produzida em herbívoros como um sub-produto da fermentação entérica, um processo digestivo pelo qual os carboidratos são decompostos por micro-organismos em moléculas simples.

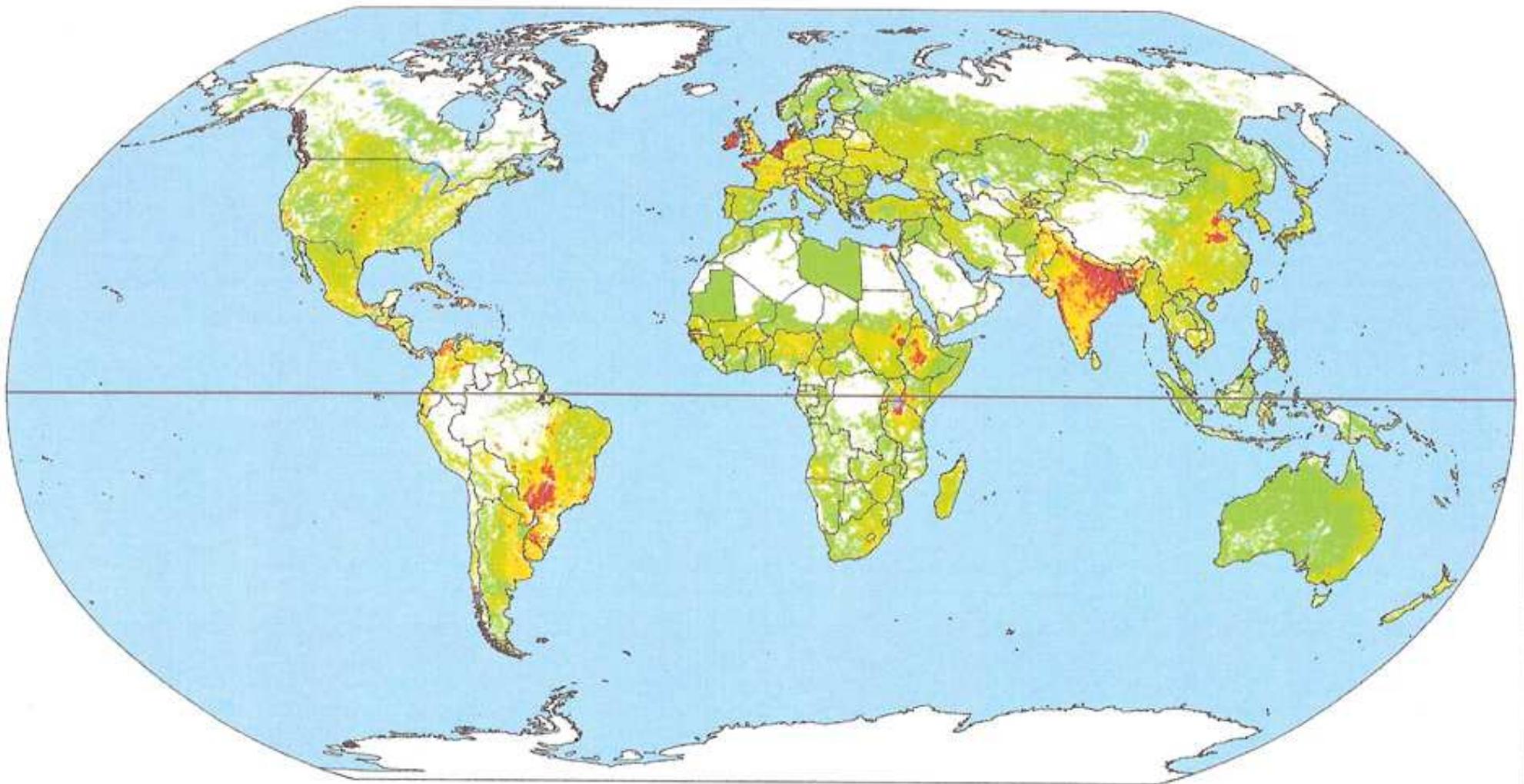
A fermentação do material vegetal ingerido no rúmen é um processo anaeróbico

A composição do dejetos animal determina sua capacidade de produção de metano.

A composição do dejetos é determinada pela dieta animal.

Quanto maior o conteúdo de energia e a digestibilidade do alimento, maior a capacidade de produção de metano.

Map 18 Estimated distribution of cattle



Head per square km

< 5

5 - 20

20 - 50

50 - 80

80 - 95

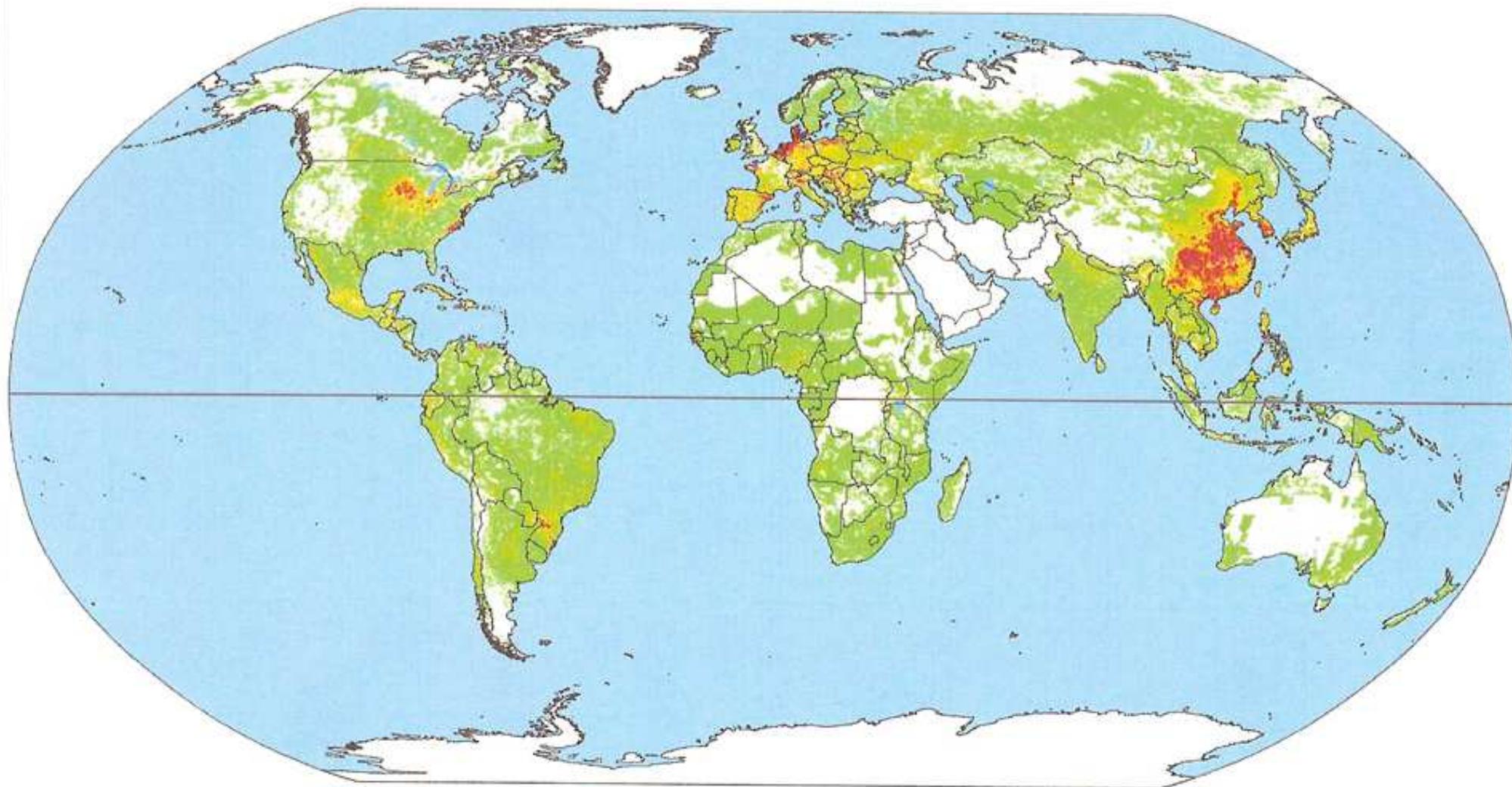
> 95

~ National boundaries

Source: FAO, 2006g.

Fonte: FAO, 2006

Map 17 Estimated distribution of pigs



Head per square km

< 5

5 - 20

20 - 50

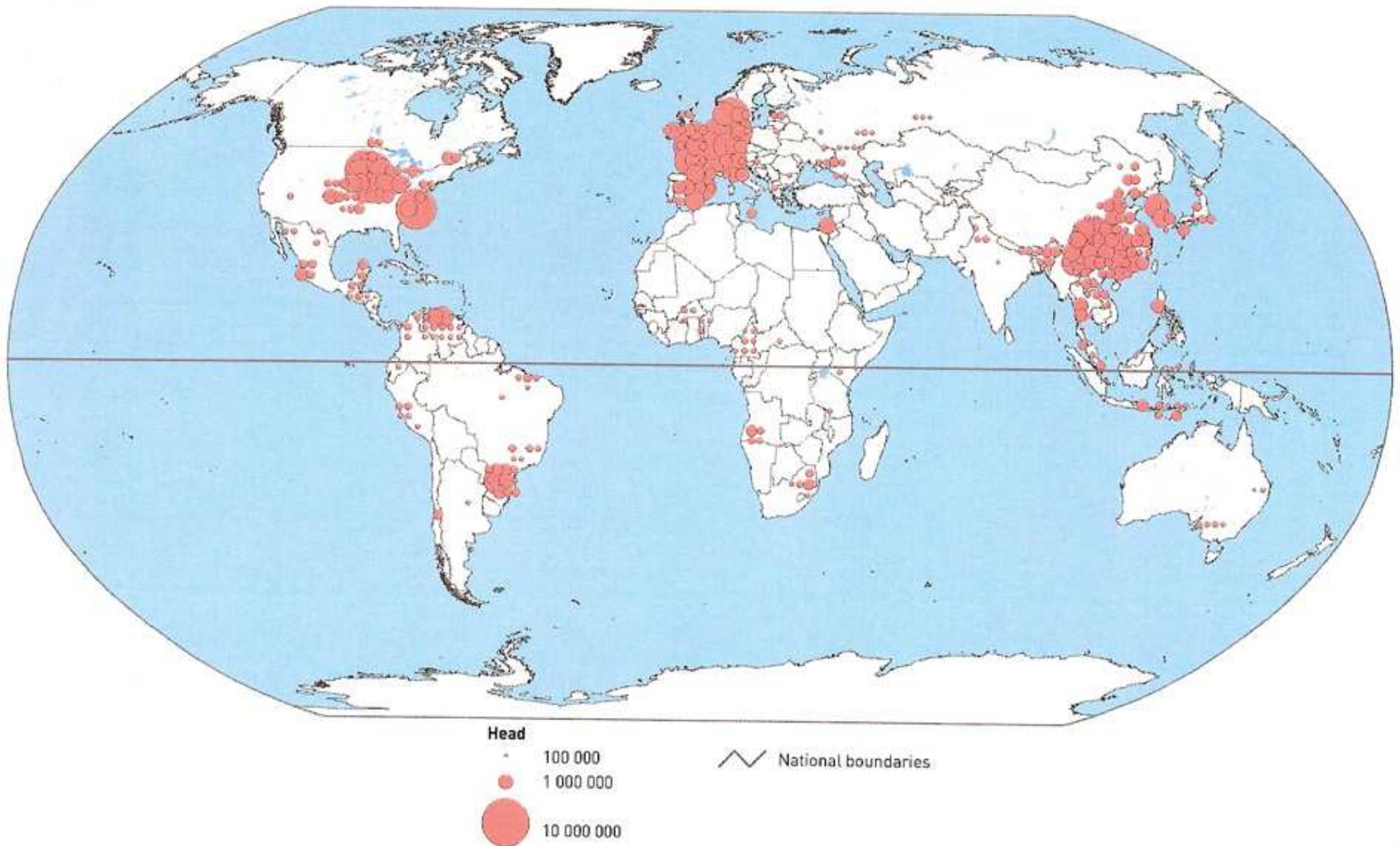
50 - 80

80 - 95

> 95

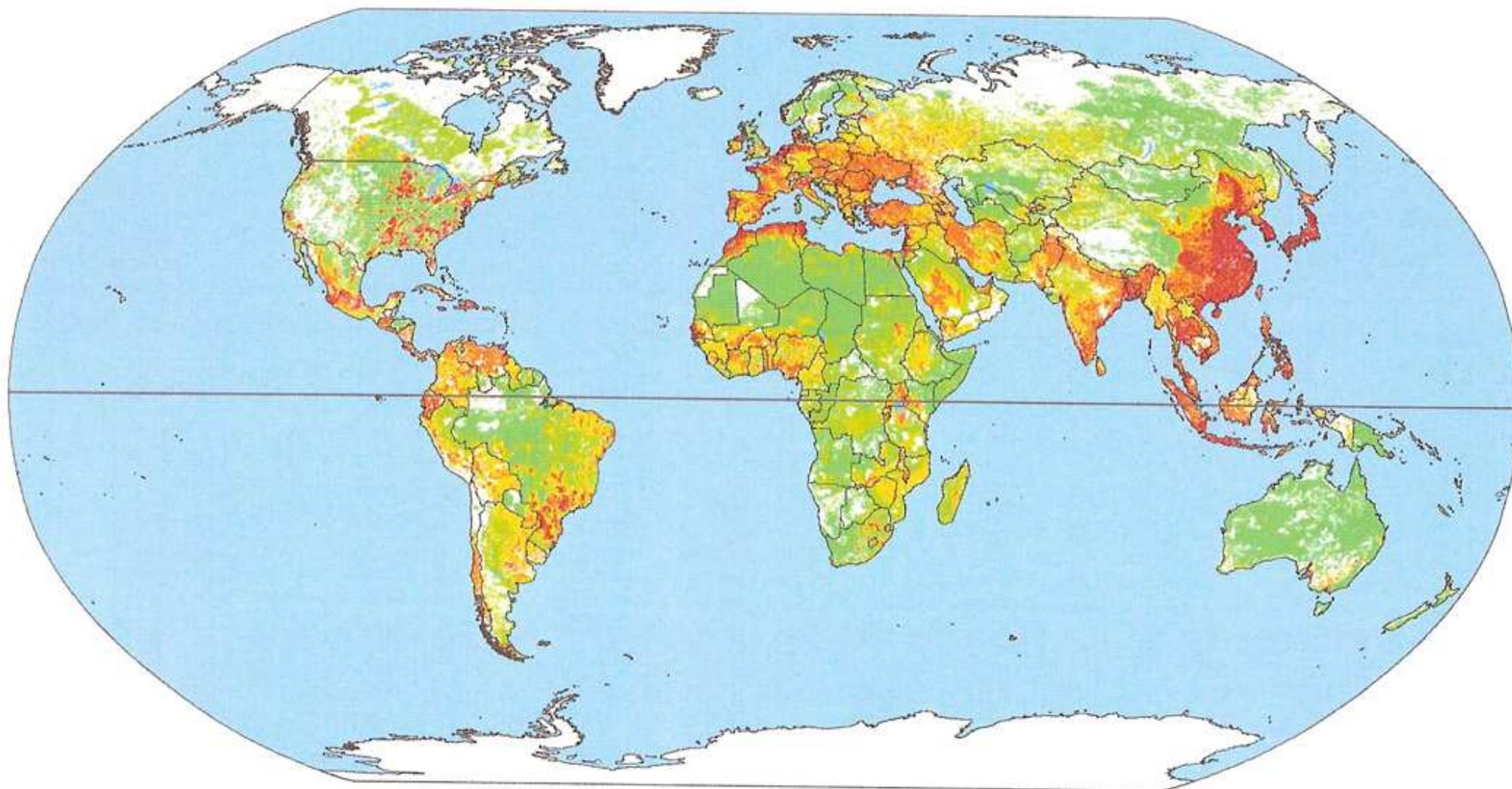
~ National boundaries

Map 15 Estimated distribution of industrially produced pig populations



Source: LEAD. The industrial poultry populations result from the difference between the local total population and the locally estimated land-based system held population (see Map 13). Only the sub-national areas where industrial production is dominant are considered (see Map 13). The corresponding industrial poultry populations have been aggregated within each cell of a global grid of 250 x 250 km cell size [cylindrical equal area projection, here re-projected to Robinson]. Only industrial populations per cell of over 1 million heads are represented.

Map 16 Estimated distribution of poultry



Head per square km

< 5

5 - 25

25 - 50

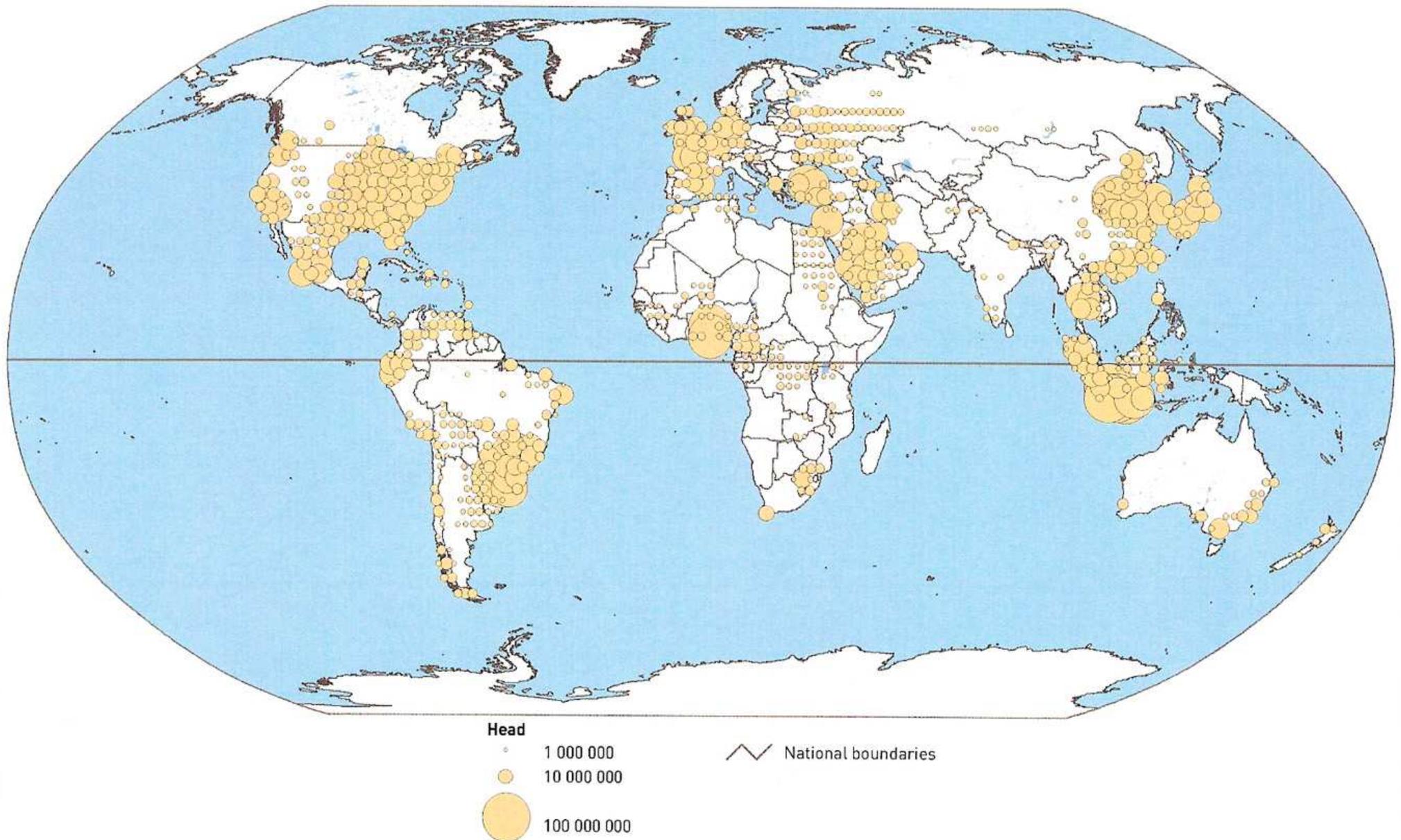
50 - 100

100 - 500

> 500

~ National boundaries

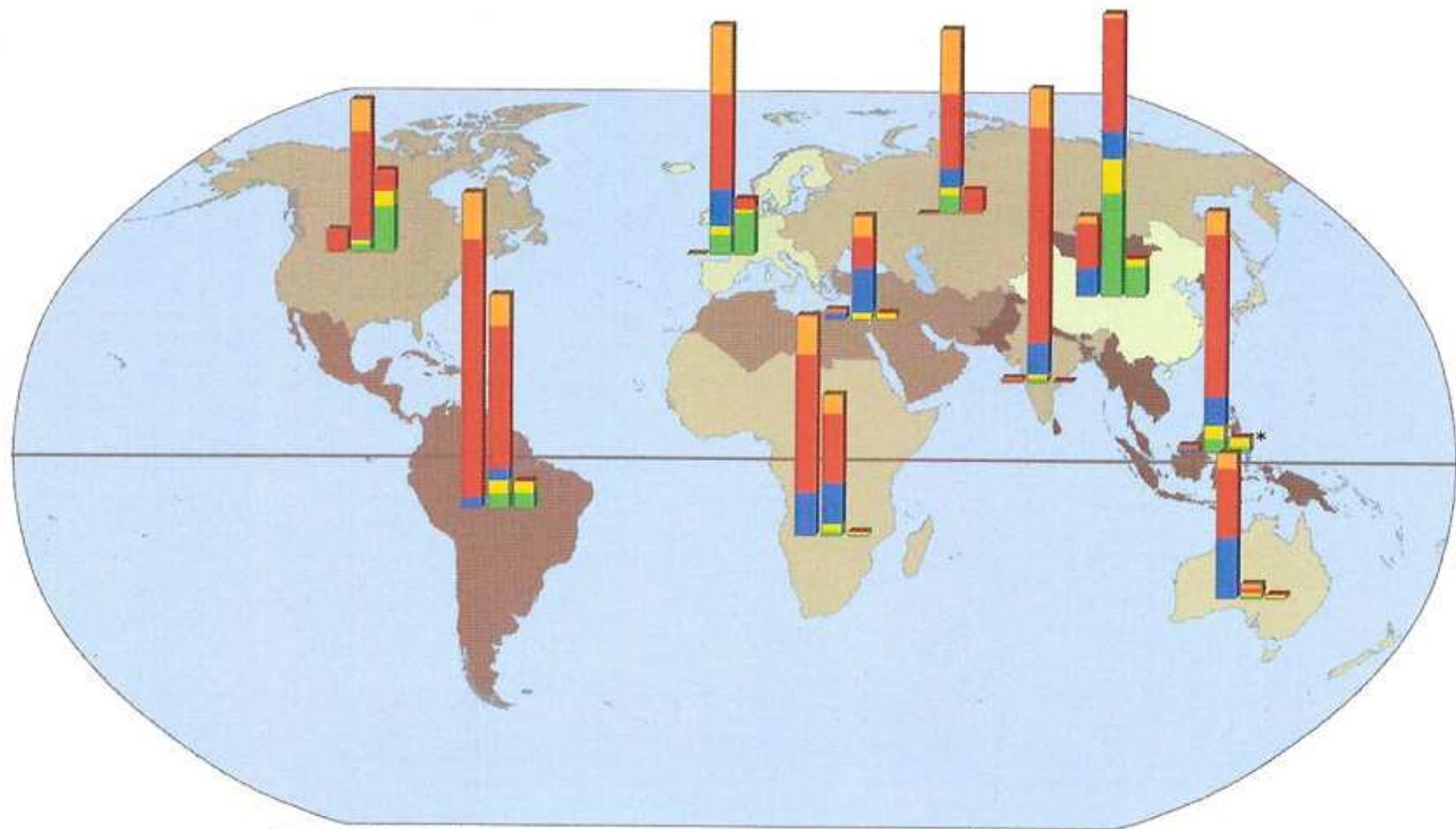
Map 14 Estimated distribution of industrially produced poultry populations



Source: LEAD. The industrial poultry populations result from the difference between the local total population and the locally estimated land-based system held population [see Map 13]. Only the sub-national areas where industrial production is dominant are considered [see Map 13]. The corresponding industrial poultry populations have been aggregated with the cell of a global grid of 250 x 250 km cell size [cylindrical equal area projection, here re-projected to Robinson]. Only industrial populations per cell of 1 million heads are represented.

Fonte: FAO, 2006

Map 30 Total greenhouse gas emissions from enteric fermentation and manure per species and main production system



Tonnes of CO₂ equivalent

Dairy cattle

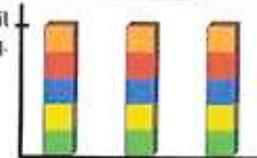
Cattle & Buffalo

Small ruminant

Poultry

Pigs

150 mil
CO₂ tonnes eq.



Grazing Mixed Industrial

Source: LEAD. Based on region and production system specific population estimates [Groenewold, 2005] and emission factors [see Chapter 3, Box 3.4 and Annex 3.1 and 3.2].

* South and East Asia excluding China and India.

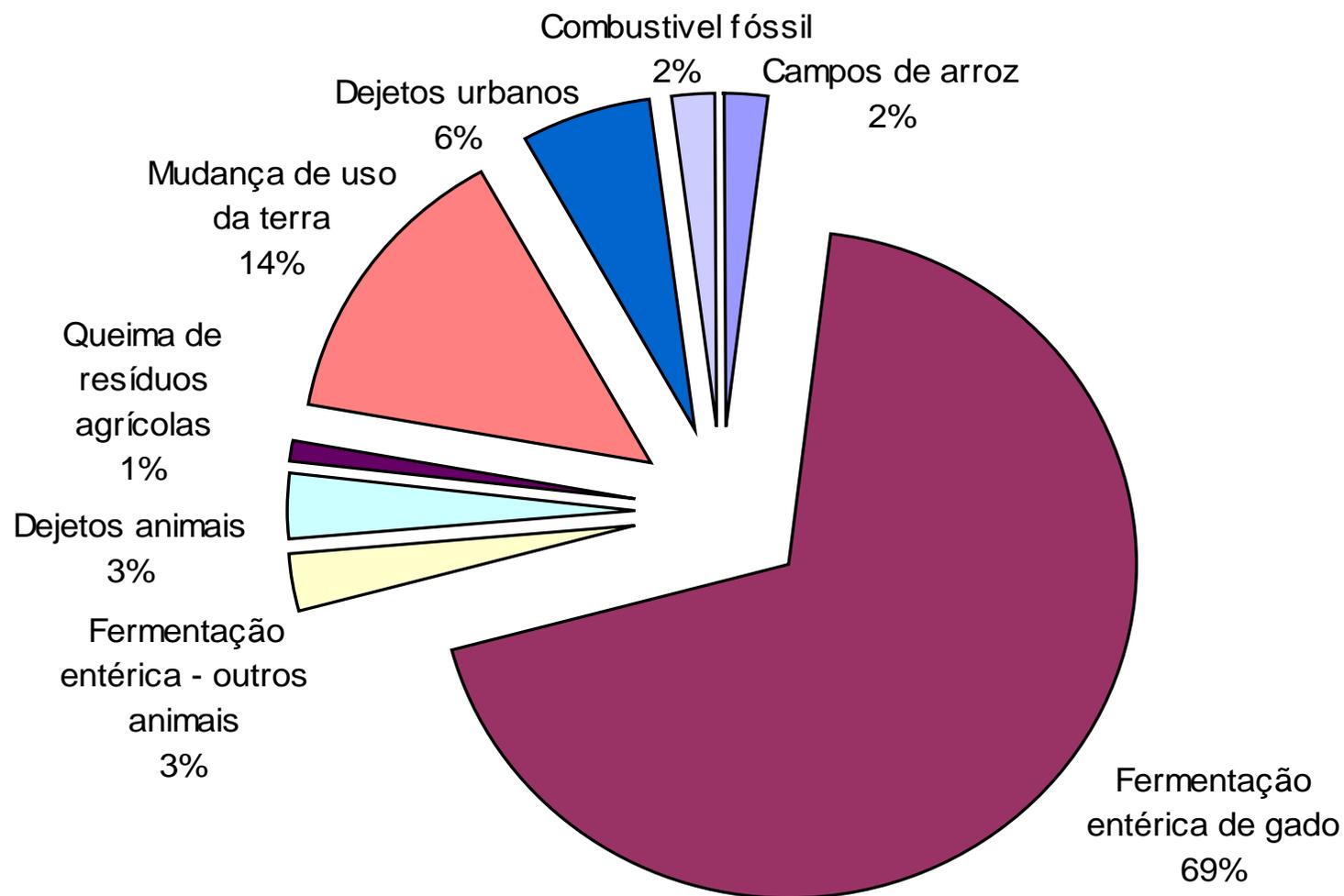
Fonte: FAO, 2006

Emissões de metano de dejetos da pecuária, 2005

País	Emissões de metano (Gg)	% das Emissões globais de metano de esterco animal
Argentina	103,70	0,9%
Austrália	90,04	0,8%
Brasil	381,13	3,3%
Canadá	277,01	2,4%
China	1.197,25	10,4%
Colômbia	37,33	0,3%
Índia	1.000,50	8,7%
Itália	188,64	1,6%
Japão	45,55	0,4%
Coréia do Sul	60,69	0,5%
México	66,67	0,6%
Nigéria	48,04	0,4%
Federação Russa	277,14	2,4%
Ucrânia	258,61	2,2%
Grã-Bretanha	97,53	0,8%
Estados Unidos	1.903,98	16,5%
Total mundial	11.516,48	100,0%

Emissões setoriais de metano no Brasil em 1994

Fonte: Brasil-MCT (2004)



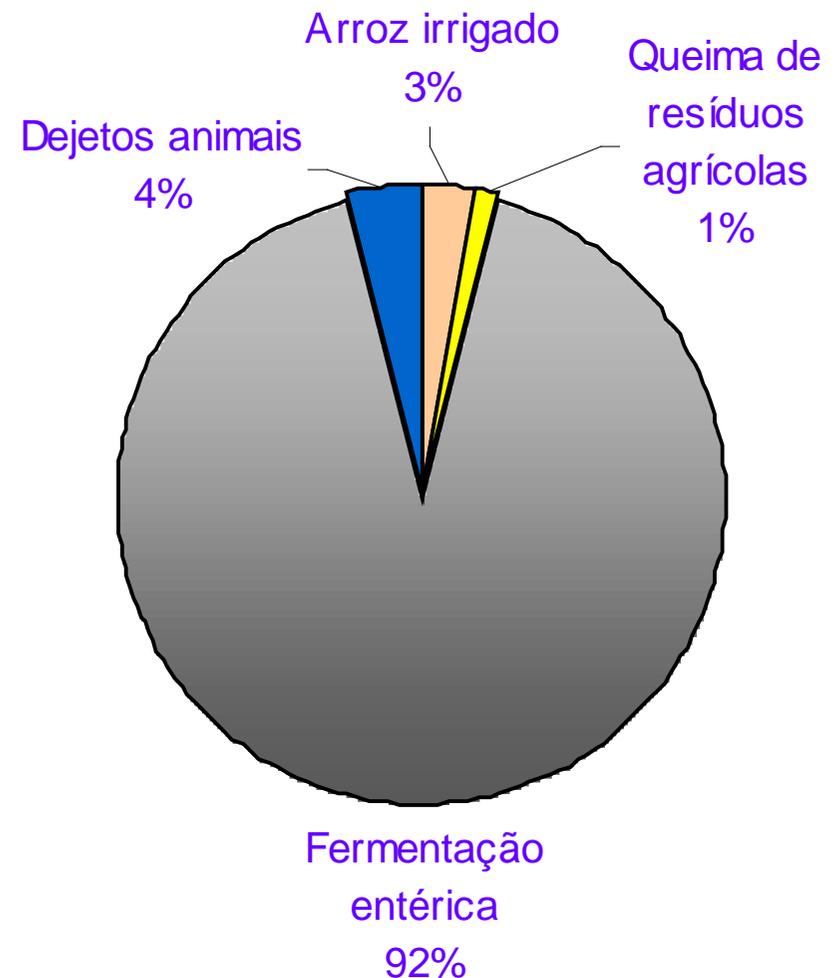
Gases de efeito estufa por atividades agrícolas no Brasil

Anthropogenic sources	CH ₄	N ₂ O
	Gg (1994)	
Flooded rice crops	283 (2.1%)	-
Livestock		
Enteric fermentation	9,377 (71.2%)	-
Animal wastes	368 (2.8%)	20 (3.7%)
Burning of agricultural residues	133 (1.0%)	7 (1.2%)
Agricultural soils	-	
Grazing animals	-	219 (39.7)
Synthetic fertilizers	-	21 (3.8)
Application of animal wastes in soils	-	13 (2.4)
N biologic fixation	-	26 (4.8)
Agricultural residues	-	43 (7.8)
Organic soils	-	23 (4.1)
Indirect emissions	-	132 (24.0)
Total of agricultural sources	10,161 (77.1%)	503 (91.5%)
Total of sources in the country	13,173 (100%)	550 (100%)

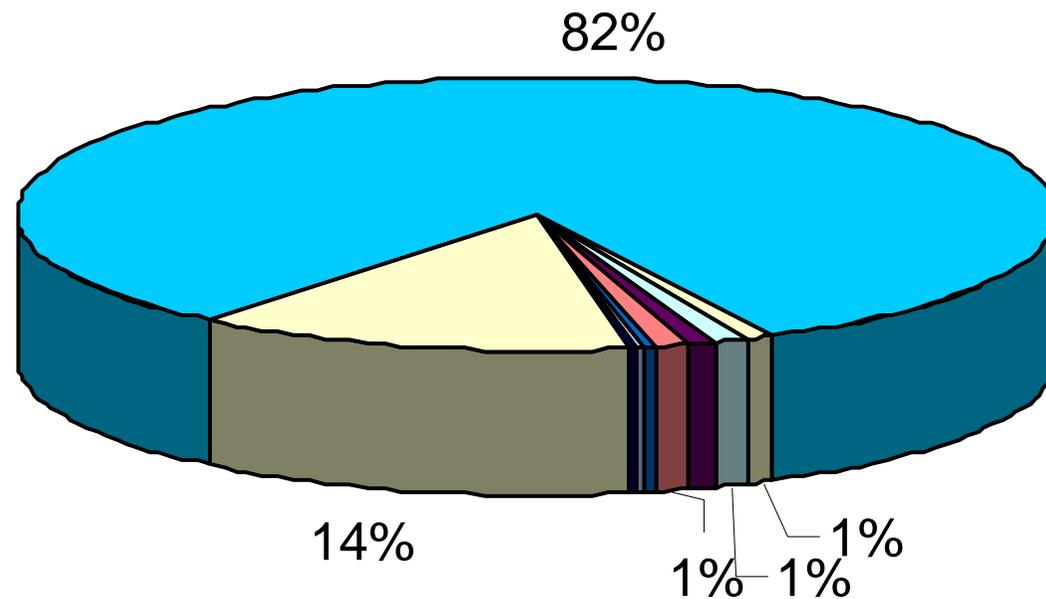
Emissões de metano no setor agropecuário

96% da emissão total de metano é atribuída à pecuária, principalmente bovina.

Dos 4% restantes, 3% corresponde ao cultivo de arroz irrigado por inundação e 1% à queima de resíduos agrícolas (1%)

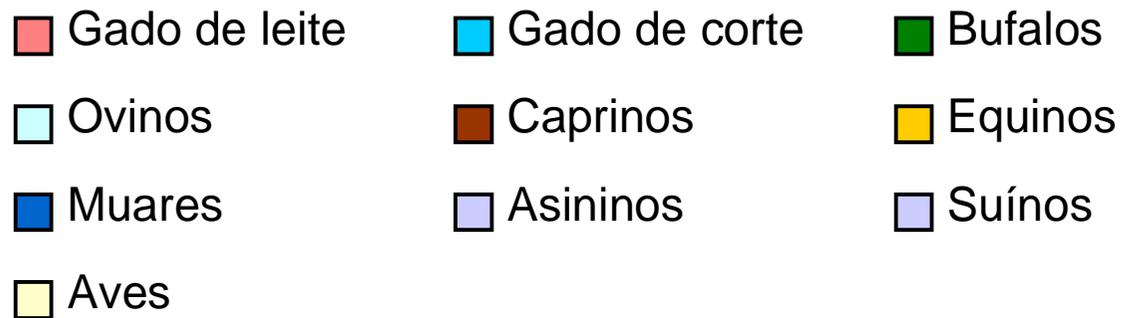
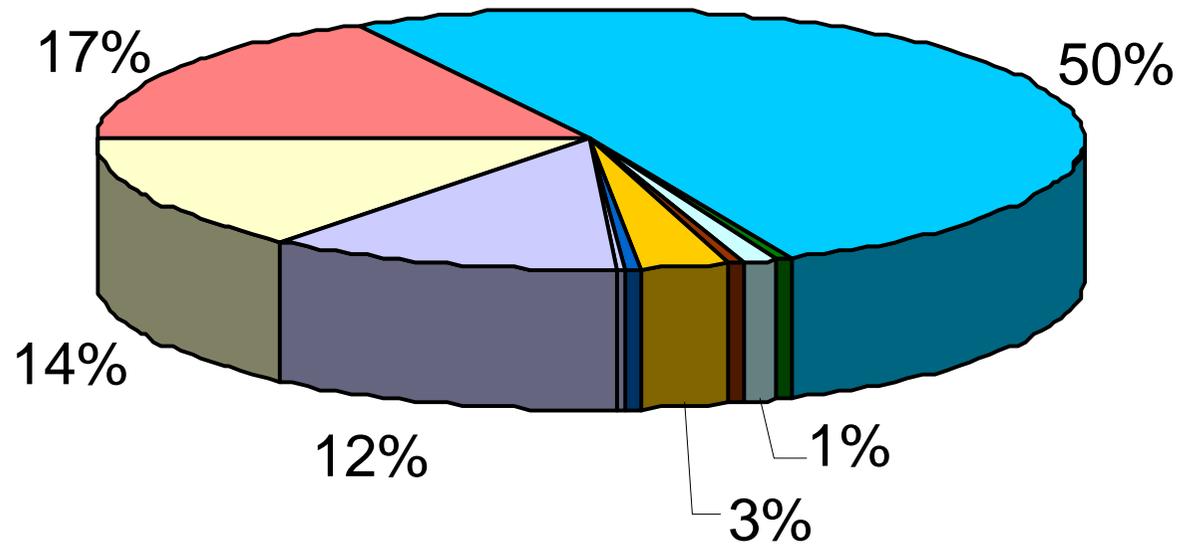


Emissão de CH₄ por fermentação entérica



- | | | |
|---|--|---|
|  Gado de leite |  Gado de corte |  Búfalos |
|  Ovinos |  Caprinos |  Equinos |
|  Muares |  Asininos |  Suínos |
|  Aves | | |

Emissão de CH₄ a partir de resíduos animais



Método de cálculo das emissões

Passo 1:

- 1 - Sub-divisão da pecuária por categorias de espécies;
- 2 - Subdivisão da população de bovinos, em gado de corte e vacas ordenhadas.
O gado de corte é sub-dividido em fêmeas adultas, machos adultos e jovens.
- 3- Quantificação censitária.

Método de cálculo das emissões

Passo 2:

- 1 - Estimativa dos fatores de emissão de metano para cada categoria de animais
 - gado de corte e de leite
 - manejo de dejetos animais provenientes de bovinos e suínos

- 2- Levantamento de dados sobre consumo alimentar de cada espécie, práticas de manejo, quantidade de dejetos produzida, taxa de digestibilidade, taxa de prenhez, taxa de natalidade e outros parâmetros zootécnicos.

Método de cálculo das emissões

Passo 3:

- 1- Multiplicação de fatores de emissões pelas populações de cada categoria de animais, e sub-grupos, no caso de gado de corte;
- 2- Somatória dos totais de emissões de metano por fermentação entérica e de manejo de dejetos por categoria de animais.

Sistemas de manejo de dejetos por tipo de animal (1986-1995)

IPCC-1996

Sistema de Manejo de Dejetos (M)	Região	Categoria animal (T)					
		Gado leite	Outro gado	Suínos	Ovinos	Aves	Outros
		Fração (AWMS _(T))					
Pastagem	Brasil	0,45	0,97	0	1,00	0	0,99
Estocagem sólida	Brasil	0,20	0,03	0	0	0,20	0
Sistema líquido	Sul	0,05	0	0	0	0	0
	Brasil	0,03	0	0	0	0	0
Lagoa anaeróbica	Sul	0	0	0	0	0	0
	Brasil	0,01	0	0	0	0	0
“Daily spread”	Brasil	0,20	0	0,20	0	0,80	0
Outros sistemas	Sul	0,10	0	0,80	0	0	0,01
	Brasil	0,11	0	0,80	0	0	0,01

Parâmetros utilizados na estimativa de emissão de metano por dejetos de suínos

Peso vivo : 28 kg (default)

Taxa de digestibilidade : 75%

Consumo de alimento : 2,1 kg/cabeça/dia (default)

Consumo de energia : multiplicação dos valores de consumo de alimento pelo fator de conversão de matéria seca para energia em MJ (18,45)

Produção de esterco : 25%

Sólidos voláteis : 70 a 73% (média de 72%) da produção de esterco (em matéria seca)

Sistema de dejetos : levantamento entre as instituições

Classificação climática: Dados de normais climatológicas (INMET, 1997) foram utilizados para a definição dos tipos climáticos de cada estado do país segundo as faixas de temperatura indicadas na metodologia de inventário do IPCC-1996, ou seja inferior a 15 °C (clima frio), entre 15 e 25°C (clima temperado) e acima de 25°C (clima quente).

Peso vivo de suínos, taxa de digestibilidade e consumo de ração

Região	Estado	Massa (peso vivo) (kg)	Digestibilidade do alimento (%)	Consumo de ração (kg/cabeça/dia)
Norte	Rondônia	35	52	1,0
	Acre	35	52	1,0
	Amazonas	35	52	1,0
	Roraima	35	52	1,0
	Pará	35	52	1,0
	Amapá	35	52	1,0
	Tocantins	35	52	1,0
Nordeste	Piauí	42	53	1,5
	Ceará	45	56	1,6
	Rio G. Norte	42	53	1,5
	Paraíba	42	53	1,5
	Pernambuco	45	56	1,6
	Alagoas	45	56	1,6
	Maranhão	42	53	1,5
	Sergipe	45	56	1,6
	Bahia	45	56	1,6
Sudeste	Minas Gerais	48	63	1,8
	Espírito Santo	50	68	1,9
	Rio de Janeiro	50	68	1,9
	São Paulo	56	75	2,1
Sul	Paraná	56	75	2,1
	Santa Catarina	56	75	2,1
	Rio G. do Sul	56	75	2,1
Centro-Oeste	Mato G. Sul	52	70	2,0
	Mato Grosso	48	63	1,8
	Goiás	52	70	2,0
	Distrito Federal	48	63	1,8

Fatores de emissão default e estimados para manejo de esterco animal

Categoria de animal	Sub-população	Região	Fatores de emissão "default", em kg/cabeça/ano		Fatores de emissão estimados, em kg/cabeça/ano	
			Faixa climática			
			T	Q	T	Q
Gado de corte	Fêmeas adultas	Sul	1	-	1*	-
		Demais regiões	1	1	2*	2*
	Machos adultos	Sul	1	-	2*	-
		Nordeste	1	1	2	3*
		Demais regiões	1	1	2*	2*
	Jovens	Sul	1	-	1*	-
Demais regiões		1	1	1*	2*	
Gado de leite	Média	Sul	1	-	1*	-
		Demais regiões	1	2	3*	5*
Suínos	Média	Sul/ São Paulo/ Minas Gerais/ Mato Grosso, DF	1	2	2*	4
		Rio de Janeiro/ Espírito Santo/ Goiás / Mato Grosso do Sul	1	2	2*	3
		Nordeste			1	1*
		Norte	-	2	0	0*
Bubalinos	Média	País	1*	2*	---	---
Ovinos	Média	País	0,16*	0,21*	---	---
Caprinos	Média	País	0,17*	0,22*	---	---
Equinos	Média	País	1,60*	2,2*	---	---
Muares	Média	País	0,90*	1,2*	---	---
Asininos	Média	País	0,90*	1,2*	-	-
Aves	Média	Sul, MG, RJ, SP	0,117*	0,157*	-	-
		Demais estados	0,018*	0,023*	-	-

Sistemas de manejo de dejetos animais no Brasil

	Pasto	Armazenamento sólido/dispersão "Daily spread"	"Drylot"	Lagoa anaeróbica	Armazenam. líquido	Queima como combustível
Gado de corte	X	x				
Gado de leite	X	x		x	x	
Suínos					x	
Equinos	x					
Búfalos	x					
Mulas/asnos						
Ovelhas	x					
Cabras	x					
Aves		x				

Fonte: consulta a especialistas.

Fatores de emissão de CH₄ para manejo de dejetos animais

		% &			
		!			
	" # !	!			
\$ %		!			
	&	!	!		
	" # !	!			
' (!			
	" # !	!			
\$)		!			
	" # !		*		

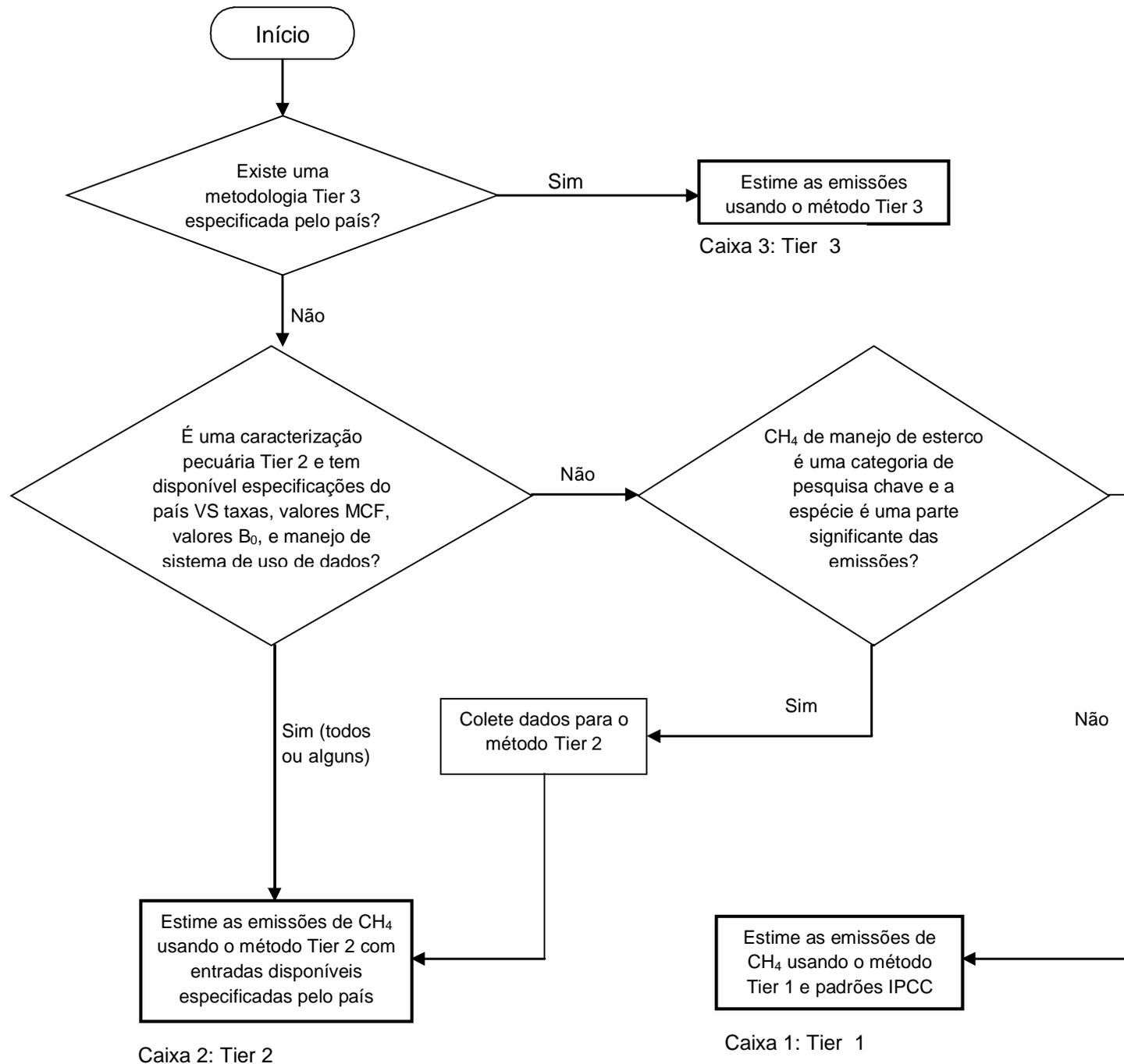
Fatores de emissão de CH₄ para manejo de dejetos animais

Categoria de animal	Sub-população	Região	Fatores de emissão "default", em kg/cabeça/ano		Fatores de emissão estimados, em kg/cabeça/ano	
			T	Q	T	Q
Suínos	Média	Sul/ São Paulo/ Minas Gerais/ Mato Grosso, DF	1	2	2	4
		Rio de Janeiro/ Espírito Santo/ Goiás / Mato Grosso do Sul	1	2	2*	3
		Nordeste	-	-	1	1
		&	-	2	0	0

Fatores de emissão para dejetos animais

Categoria de animal	Sub-população	Região	Fatores de emissão "default", em kg/cabeça/ano		Fatores de emissão estimados, em kg/cabeça/ano	
			T	Q	T	Q
			Faixa climática			
			T	Q	T	Q
Bubalinos	Média	País	1	2	---	---
Ovinos	Média	País	0,16	0,21	---	---
Caprinos	Média	País	0,17	0,22	---	---
Equinos	Média	País	1,60	2,2	---	---
Muares	Média	País	0,90	1,2	---	---
Asininos	Média	País	0,90	1,2	-	-
Aves	Média	Sul, MG, RJ, SP	0,117	0,157	-	-
		Demais estados	0,018	0,023	-	-

Árvore de decisão para estimativa de emissão de CH₄ para manejo de dejetos



Níveis de detalhamento das estimativas

Tier 1:

Caracterização básica para populações animais: valores default

Tier 2:

Caracterização mais aprofundada para populações animais, com informações mais detalhadas sobre estimativas de consumo de alimento para animais típicos em cada subcategoria, bem como sobre a qualidade da dieta, produtividade animal, digestibilidade, entre outros fatores.

Uso de taxas de excreção de N para categorias animais

Tier 3:

O método Tier 3 utiliza procedimentos alternativos de estimativa com base em uma metodologia específica do país.

Sistemas de manejo de dejetos por tipo de animal

IPCC-2006

Pastagem

Daily spread

Estocagem sólida

Dry lot

Estocagem líquida

Lagoa anaeróbica descoberta

Estocagem em fossas sob confinamentos animais

Digestão anaeróbica

Queima para combustível

Compostagens

Esterco de aves com litter

Esterco de aves sem litter

Tratamento aeróbico

Outros

Fatores de emissão de gases específicos para o país

Emissões de metano por fermentação entérica

Emissões de metano associadas a sistemas de tratamento de dejetos

Emissões de óxido nitroso associadas a sistemas de tratamento de dejetos

Emissões de amônia (volatilização)

Base de dados de fatores de emissão do IPCC (EFDB): faltam dados para regiões tropicais

Desenvolvimento de fatores de emissão de metano (CH₄) para gado bovino para condições tropicais



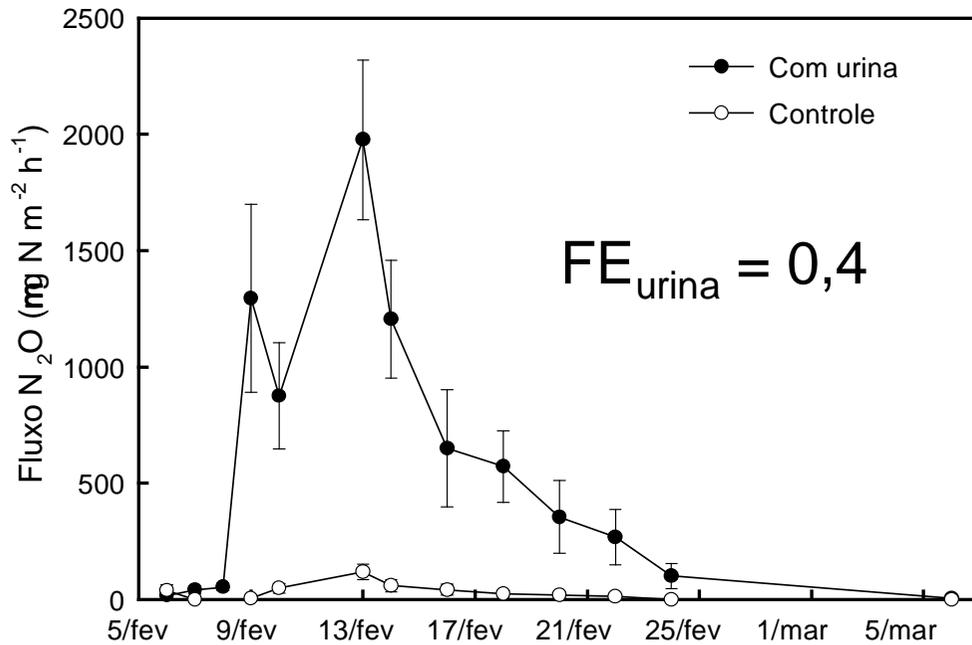
Desenvolvimento de fatores de emissão de óxido nitroso (N_2O) para gado bovino em condições tropicais



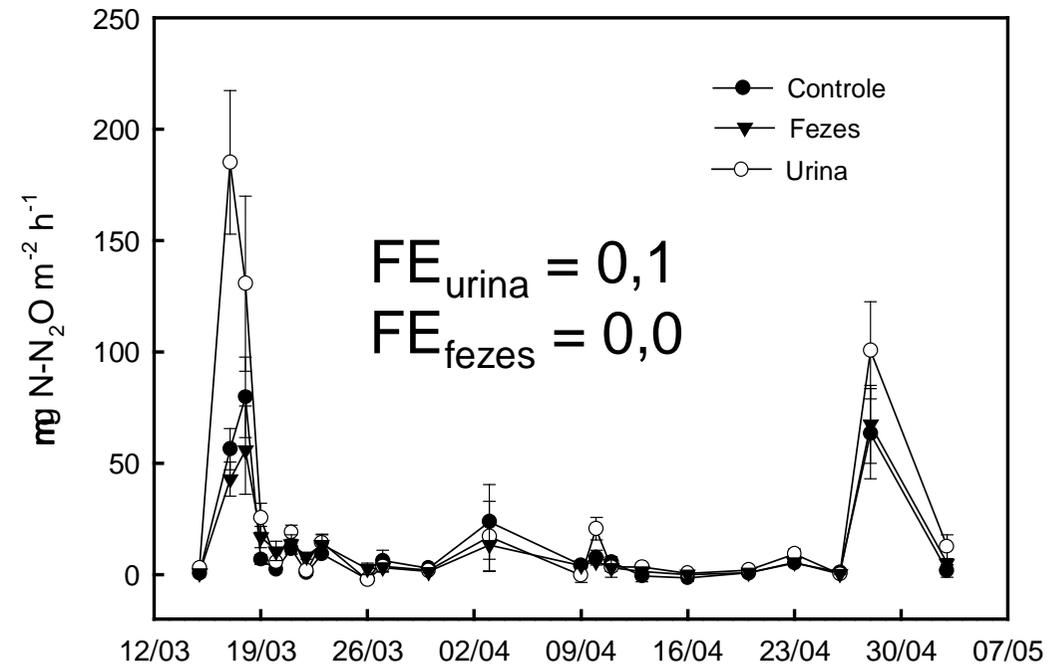
Avaliação das emissões de N₂O: estudos realizados e programados para iniciar



Emissões de N_2O a partir de pastagem e de excretas de bovinos



Urina em solo com impedimento de drenagem (Planossolo)



Fezes e urina (Argissolo)

Urina é a via mais importante de produção de N_2O

Mais pesquisas sobre o tema....

Estudos vêm sendo conduzidos para o desenvolvimento de novos fatores de emissão de gases na agropecuária

Emissões indiretas podem ser grandes (Crutzen et al 2008) – avaliações sobre volatilização de amônia e lixiviação de N necessitam de estudos de campo

Estudo do balanço de carbono em sistemas de produção animal (confinado x sistema extensivo x integração lavoura-pecuária, etc.)

Desenvolvimento e acesso às bases de dados regionais sobre parâmetros zootécnicos e ambientais

magda@cnpma.embrapa.br

19-3311-2645

Embrapa Meio Ambiente

Jaguariúna, SP