



**Encontro da Sociedade
Brasileira de Economia
Ecológica**

Brasília, 4 a 8 de Outubro de 2011

Políticas Públicas e a Perspectiva da Economia Ecológica

IX ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO
Outubro de 2011
Brasília - DF - Brasil

COMPOSIÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA NO BRASIL: PARTICIPAÇÃO DA AGROPECUÁRIA E MECANISMOS DE MITIGAÇÃO

Maria do Carmo Ramos Fasiaben (EMBRAPA) - mariaramos@cnptia.embrapa.br

Engenheira Agrônoma, Doutora em Desenvolvimento Econômico, Pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

Alexandre Gori Maia (UNICAMP) - gori@eco.unicamp.br

Estatístico, Doutor em Desenvolvimento Econômico, Professor do Instituto de Economia da Unicamp

Luís Gustavo Barioni (EMBRAPA) - barioni@cnptia.embrapa.br

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência Animal e Pastagens, Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

James Lazou (UNITE) - james.lazou@gmail.com

Mestre em Desenvolvimento Econômico, Pesquisador da UNITE, Reino Unido

COMPOSIÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA NO BRASIL: PARTICIPAÇÃO DA AGROPECUÁRIA E MECANISMOS DE MITIGAÇÃO

Eixo Temático: Crescimento e Meio Ambiente

Resumo

Este trabalho analisa os componentes mais importantes da Pegada Ecológica (PE) brasileira, pastagens e cultivos, destacando a importância de ações de enfrentamento das condicionantes ambientais ligadas à agropecuária brasileira. A partir de dados da *Global Footprints Network* procedeu-se ao agrupamento de países segundo a participação de cada um dos principais componentes que integram a PE. Cinco grupos foram encontrados, estando o Brasil enquadrado naquele que se caracteriza pela predominância de uma bovinocultura extensiva em pastagens e produção agrícola. O trabalho discute a evolução da agropecuária no Brasil e as alternativas que vêm sendo apresentadas para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, sobretudo pela pecuária bovina. Entre as principais conclusões do trabalho, destaca-se que no Brasil existem condições para a expansão sustentável da agricultura e da bovinocultura em função da atual subexploração do potencial produtivo das áreas de pastagens e dos rebanhos bovinos.

Palavras-chaves: pegada ecológica, efeito estufa, agropecuária, bovinocultura

ECOLOGICAL FOOTPRINT COMPOSITION IN BRAZIL: THE SHARE OF AGRICULTURE AND MITIGATION STRATEGIES

Abstract

This paper analyses the two main components of the Ecological Footprint (EF) in Brazil, grazing and cropland, highlighting the important role of mitigation strategies related to agriculture activities. Using data from the Global Footprints Network, countries were grouped according to the major components of their EF. Five groups were identified and Brazil was classified in a group characterized by extensive cattle grazing and agricultural production. This paper discusses the dynamics of agriculture activities in Brazil and the alternatives that have been adopted to mitigate greenhouse gas emissions, especially those related to the cattle production. This paper concludes that in Brazil is possible to improve the sustainability of agriculture production by adopting known techniques to increase productivity.

Key Words: ecological footprint, greenhouse gases, agriculture, cattle.

1. Introdução

O Brasil destaca-se por seu amplo território, condições edafoclimáticas e ambiente socioeconômico favorável como um dos países mais importantes para afiançar a segurança alimentar no planeta (FORESIGHT, 2011). A vocação para a produção agropecuária tem se expressado, particularmente nas últimas décadas, fazendo do país um dos principais produtores e exportadores mundiais de produtos agrícolas. Além disso, há potencial para a produção de grandes quantidades de energia renovável nas terras agricultáveis, com destaque para o etanol de cana-de-açúcar. Na agropecuária brasileira, a bovinocultura ocupa posição de destaque. O Censo Agropecuário de 2006 mostrava que o Brasil possuía um rebanho bovino de 172 milhões de cabeças e que 159 milhões de hectares do território nacional eram ocupados com pastagens, mais do que o dobro da área ocupada pela soma de todos os demais cultivos.

Segundo estimativas do CEPEA (2011), em 2010, o PIB do Agronegócio brasileiro correspondeu a 22,3% do PIB nacional, sendo que a agricultura e a pecuária contribuíram, respectivamente, com 15,7 e 6,6% do PIB nacional. As exportações do agronegócio atingiram 76,4 bilhões de dólares em 2010, o que representou 38% das exportações brasileiras. Nesse mesmo ano, o saldo da balança comercial do agronegócio foi de US\$ 63 bilhões (BRASIL, 2011). As projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010a) para o período de 2009/10 a 2019/20 apontam para aumentos significativos da produção agropecuária nacional.

A garantia do suprimento de alimento e de condições ambientais adequadas no futuro depende de ações no presente. A priorização e a intensidade dessas ações requer, por sua vez, avaliação da sustentabilidade ambiental e ecossistêmica (VAYSSIÈRES et al., 2011). Um dos principais indicadores de sustentabilidade do consumo humano é a “pegada ecológica”, ou “*ecological footprint*” (GFN, 2010). Basicamente, este índice calcula a quantidade de terra e água produtivas utilizadas para a obtenção dos recursos consumidos e para absorção dos resíduos de uma população. Em 2007, a pegada ecológica total do Brasil o colocava na sexta posição do ranking mundial. Dos itens que compõem a pegada brasileira, o componente “Pastagens” – que representa a área necessária para a produção pecuária em geral –

era o que apresentava o maior peso, cerca de 32% da demanda total de recursos e serviços ambientais. Seguiu-lhe em importância o componente “cultivos”, que representava 25% da pegada nacional.

O presente trabalho analisa a distribuição da pegada ecológica e biocapacidade de 150 países, classificando-os em grupos homogêneos segundo a composição deste indicador. Destaque especial será dado à situação brasileira, discorrendo sobre a importância da agropecuária na economia e suas externalidades ambientais, em particular no que se relaciona ao uso da terra e às emissões de gases de efeito estufa. Discutem-se, ainda, as alternativas que vêm sendo apresentadas para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

2. Pegada Ecológica e Biocapacidade

A Pegada Ecológica (PE) mede a quantidade de terra biologicamente produtiva e de área aquática necessárias para produzir os recursos consumidos e absorver os resíduos gerados por uma população, considerando a tecnologia e o gerenciamento de recursos preexistentes (REES, 1992). A Biocapacidade (BC), por sua vez, estima a oferta de espaço natural produtivo do planeta.

Tanto a PE como a BC são expressas em unidades chamadas de hectares globais (gha), com um gha representando a capacidade produtiva de um hectare de terra na produtividade média mundial (BARLOW et al., 2010). Caso a PE seja superior à BC, haverá indícios da insustentabilidade do sistema, ou seja, uma demanda por recursos superior à disponibilidade.

A PE e a BC podem ser decompostas para representar os diferentes tipos demandas e ofertas de área do planeta. Seus principais componentes são (BARLOW et al., 2010):

- *Retenção de carbono*: representa a quantidade de floresta necessária para absorver as emissões de CO₂ provenientes da queima de combustíveis fósseis, mudanças no uso da terra e processos químicos, com exceção da parcela absorvida pelos oceanos;

- *Pastagens*: representa a área necessária para a produção pecuária em geral;

- *Florestas*: calculada com base no consumo anual de madeira serrada, celulose, produtos de madeira e lenha em geral;

- *Pesca*: representa a produção primária necessária para sustentar a captura de peixes e mariscos;

- *Cultivos*: representa a área utilizada para produzir alimentos e fibras para o consumo humano, ração para o gado, oleaginosas e borracha;

- *Áreas construídas*: representa a área de terras cobertas por infraestrutura humana, inclusive transportes, habitação, estruturas industriais e reservatórios para a geração de energia hidrelétrica.

Desde 2003, as estimativas de PE e BC mais utilizadas referem-se àquelas da Organização Não Governamental *Global Footprints Network* (GFN). Esta instituição, em parceria com outras organizações internacionais, têm produzido informações de PE e BC para mais de 150 nações desde 1961, as quais vêm sendo continuamente aperfeiçoadas a partir de novos estudos sobre o consumo e oferta de ecossistemas globais (*Global Footprint Network*, 2007). Neste trabalho, os valores de PE e BC referem-se às estimativas da GFN realizadas no ano de 2007 para 150 nações do mundo.

Embora as estimativas de PE e BC ofereçam uma medida simples e intuitiva do grau de sustentabilidade global do planeta, as interpretações de seus resultados devem também considerar importantes limitações dessas estimativas. Kitzes *et al.* (2009) realizam uma síntese das principais críticas da literatura, entre as quais podem-se destacar: i) as preocupações referentes à comparabilidade de informações internacionais, as quais muitas vezes provêm de diferentes metodologias para cálculo dos indicadores; ii) a definição de parâmetros ainda não consensuais, como a quantidade de carbono sequestrada por hectare de floresta; iii) a não de consideração de variabilidade das estatísticas; iv) dúvidas em relação ao uso da medida de hectares globais, particularmente em relação à maneira como é calculada e como esta pode desconsiderar diferentes técnicas de uso e aproveitamento do solo; v) a mensuração dos problemas ambientais a partir do consumo nacional *per capita* pode apresentar importantes vieses caso sejam desconsiderados o comércio entre as nações e as alocações associadas a este; vi) críticas associadas à maneira como a PE estima os impactos da produção de energia, energia atômica e outros grandes impactos ambientais, como problemas associados à poluição hídrica.

Como a PE se encontra em um estágio de contínuo aprimoramento, essas críticas têm-se apresentado mais na forma de sugestões para aperfeiçoamento da

metodologia de cálculo. Ademais, qualquer processo que se proponha a resumir toda a complexidade ecossistêmica em uma simples medida de valor irá, indubitavelmente, provocar uma importante perda de informação. Nesse sentido, a PE e a BC apresentam-se como alguns dos mais completos e confiáveis indicadores de sustentabilidade ambiental (KITZES *et al.*, 2009).

2.2. Distribuição da Pegada Ecológica

É bem documentada na literatura a estreita relação entre o nível de desenvolvimento econômico de um país e os impactos causados ao meio ambiente (EWING *et al.*, 2010; UNDP, 2007). Um dos pressupostos é o de que, nos estágios iniciais de crescimento, a população demandaria escalas crescentes dos bens e serviços ambientais, seja como fonte de recursos ou sumidouros de seus resíduos. À medida que o país alcance um estágio razoável de desenvolvimento socioeconômico, e com este aumente a preocupação com os danos causados ao meio ambiente, reduziria a demanda de recursos através, por exemplo, do progresso tecnológico e a necessidade de áreas para sumidouros dos resíduos através de técnicas mais eficientes de controle da poluição.

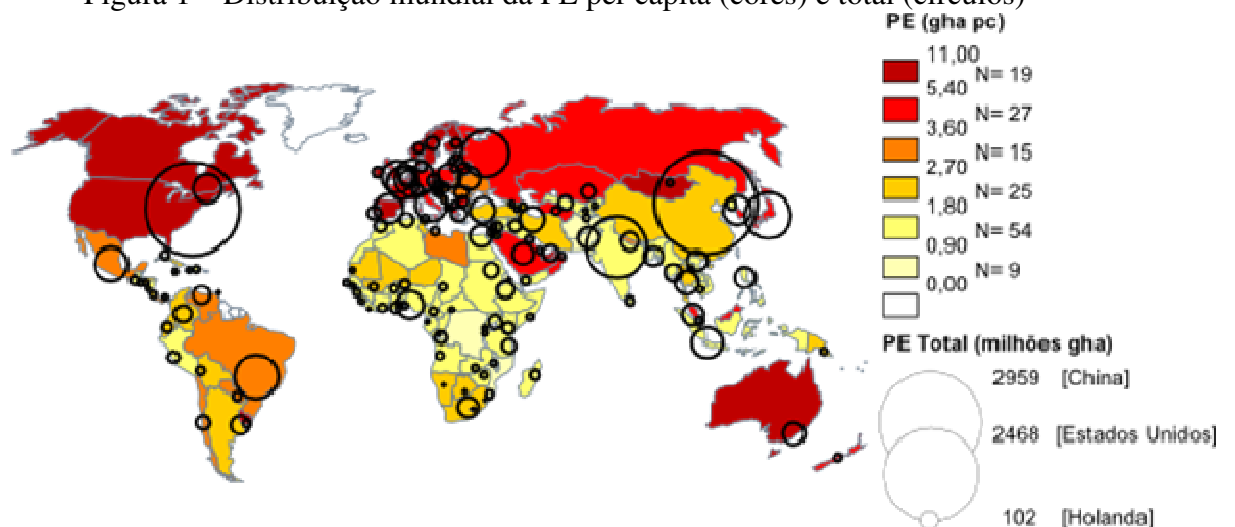
Entretanto, o fato é que, no período recente, os países mais ricos e desenvolvidos do planeta ainda demandam um escala insustentável de recursos e serviços ambientais e são, em grande medida, responsáveis pelo déficit de espaço produtivo do planeta como um todo (Figura 1). Enquanto a BC do planeta girava em torno de 1,8 gha per capita, a demanda global de bens e serviços ambientais era de 2,7 gha per capita em 2007 (BARLOW *et al.*, 2010). Estados Unidos, Canadá, Austrália e a quase totalidade dos países europeus apresentavam uma PE mais de 2 vezes superior à oferta do planeta (valores acima de 3,6 gha per capita).

O Brasil apresenta uma inserção bem peculiar nesse contexto. Embora sua demanda per capita de gha (2,9 gha per capita) o colocasse apenas na 56^a posição das maiores PEs do planeta, sua demanda total de gha, considerando a população de 190 milhões de pessoas em 2007, o colocava em 6^o lugar. Mesmo com uma PE *per capita* bem inferior à dos países desenvolvidos, a demanda brasileira já era superior à oferta de bens e serviços ambientais para uma escala mundial sustentável.

Embora a demanda de recursos do Brasil seja uma das maiores do mundo, deve-se considerar que a oferta de espaço produtivo no país é a maior do planeta,

equivalente a 1.708 milhões de gha (Figura 2). Por apresentar uma população relativamente pequena em comparação à sua BC, o Brasil apresentava uma BC per capita muito superior à média mundial (9 gha per capita, 12ª maior BC *per capita* do planeta).

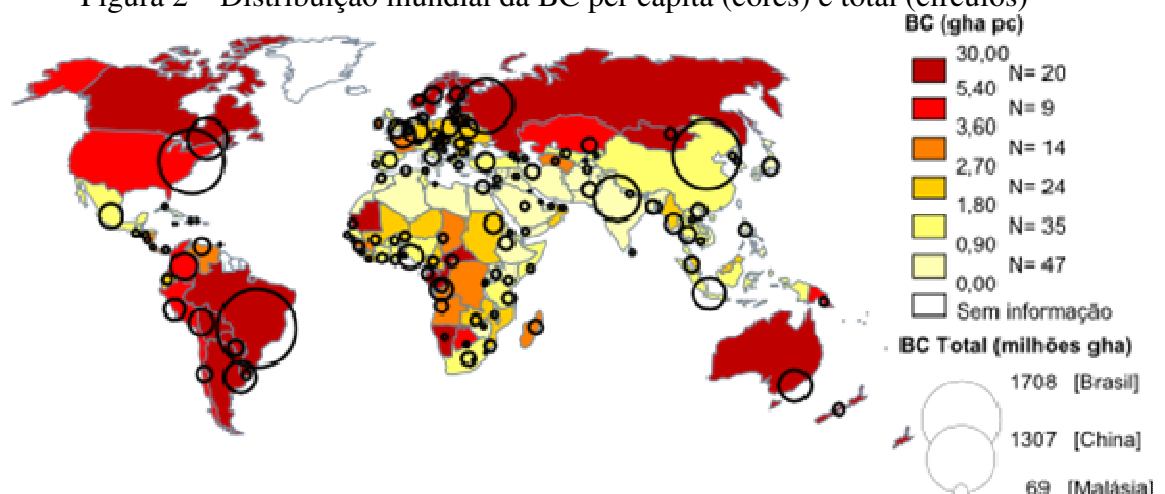
Figura 1 – Distribuição mundial da PE per capita (cores) e total (círculos)



Fonte: Global Footprint Network. Elaboração dos autores com Philcarto (<http://philcarto.free.fr>).

Pode-se então concluir que o Brasil, apesar de apresentar uma escala de consumo insustentável em termos globais, apresenta uma oferta de espaço produtivo muito superior à sua demanda.

Figura 2 – Distribuição mundial da BC per capita (cores) e total (círculos)



Fonte: Global Footprint Network. Elaboração dos autores com Philcarto (<http://philcarto.free.fr>).

No caso brasileiro, os dados da GFN apontam um crescimento da PE de 2,1 gha per capita em 2003 (WWF, 2006) para 2,9 gha per capita em 2007 (GFN, 2010).

Este incremento estaria refletindo tanto o crescimento do consumo interno, resultado do maior dinamismo econômico e seus reflexos nas condições sociais da população, como o crescimento da participação do país no mercado externo de produtos agrícolas (WWF, 2010).

2.3. Grupos de países segundo a composição da Pegada Ecológica

Países com PE semelhantes podem apresentar não somente estágios diferentes de desenvolvimento socioeconômico, mas também estruturas de produção e de consumo distintas. Consequentemente, apresentariam uma situação diferenciada segundo os tipos de impactos causados ao meio ambiente.

Neste trabalho, a análise dos diferentes tipos de impactos ambientais foi realizada definindo-se grupos de países relativamente homogêneos segundo a participação de cada componente ambiental na PE. O método de agrupamento adotado foi o de Ward, uma estratégia de agregação baseada na análise das variâncias dentro e entre os grupos formados. O objetivo do método de Ward é criar grupos hierárquicos de tal forma que as variâncias dentro dos grupos sejam mínimas e as variâncias entre os grupos sejam máximas (CRIVISQUI, 1999). As variáveis utilizadas no processo de agrupamento foram as proporções de cada um dos seguintes componentes na PE per capita dos países: retenção de carbono, pastagens, florestas, pesca, cultivo e áreas construídas.

Cinco grupos foram selecionados, os quais representavam 60% da variabilidade total dos dados. Em outras palavras, as diferenças das proporções entre os grupos representavam mais da metade de toda a variabilidade das seis variáveis utilizadas como critério de discriminação dos 150 países da amostra. A Tabela 1 apresenta a composição média dos países de cada um dos grupos identificados, segundo a qual foi possível uma análise preliminar dos resultados. A distribuição espacial dos países segundo os grupos de composição da PE é apresentada na Figura 3. Uma listagem com os países integrantes de cada grupo é apresentada em Anexo.

O primeiro grupo é composto por países nos quais as emissões de carbono representam parcela majoritária da Pegada Ecológica (média de 54,9% da PE). Esse grupo contempla boa parte dos países mais desenvolvidos e a China. Apenas a demanda dos dois principais países desse grupo, Estados Unidos e China, representa

mais de 40% do componente retenção de carbono, entre os países cobertos pelos estudos da GFN.

Tabela 1 – Grupos de países segundo a composição da Pegada Ecológica, referente ao ano de 2007

Componente	Grupo				
	1	2	3	4	5
Pegada Ecológica					
Per capita (gha per capita)	4,2	3,6	2,2	1,5	1,3
Total (%)	71,7	1,8	9,1	2,1	15,3
Retenção de Carbono (%)	54,9	32,5	18,4	7,5	22,6
Pastagens (%)	5,4	4,4	34,1	8,5	7,8
Florestas (%)	9,9	8,8	18	44,8	12,9
Pesca (%)	4,3	34,2	2,4	6,6	6,4
Cultivos (%)	23,3	17,8	23,8	28,7	44,1
Áreas Construídas (%)	2,2	2,3	3,3	3,9	6,2

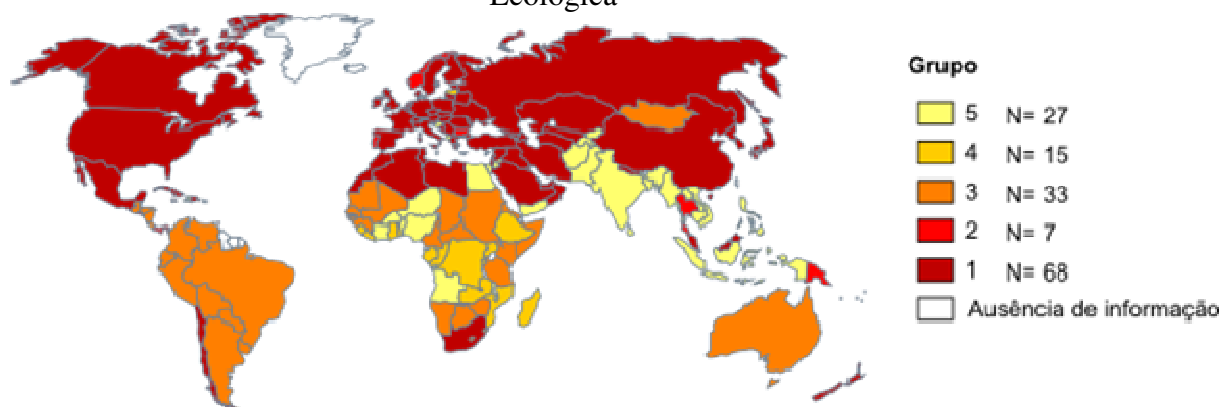
Fonte: *Global Footprint Network*. Elaboração dos autores.

¹ As participações de cada componente da PE e a PE per capita referem-se às médias dos valores observados em cada país.

O segundo grupo é formado por poucos países (7) nos quais a demanda por áreas úteis de pesca representa a maior parcela da demanda de hectares do planeta (média de 34% da PE). Destaques podem ser dados à Tailândia, Portugal, Bulgária e Noruega, nos quais a demanda por áreas de pesca representa 9% da demanda mundial. Produção esta que mostra um evidente padrão de insustentabilidade local, já que demandaria quase quatro vezes mais áreas que a disponibilidade (BC) dessas nações.

No terceiro grupo constam países em que a demanda por áreas de pastagem representa a maior parcela da demanda total da PE (média de 34% da PE). Fazem parte deste grupo o Brasil, a Austrália, e boa parte de países da América do Sul, entre outros. O Brasil é o principal país deste grupo, seja no que se refere à demanda global de hectares ou no tamanho da população.

Figura 3 – Distribuição dos países segundo grupos de composição da Pegada Ecológica



Fonte: Global Footprint Network. Elaboração dos autores com Philcarto (<http://philcarto.free.fr>).

Para finalizar, os grupos 4 e 5 contemplam boa parcela de países em desenvolvimento da África, Oriente Médio e do Leste Asiático. Nestes, os principais componentes da PE seriam dados pelas florestas necessárias para produção de madeiras e derivados (grupo 4) e pelos cultivos, já que se tratam de economias fortemente dependentes da produção agrícola (grupo 5). Representam parcela expressiva da população (perto de 40% da população mundial), mas com uma baixa demanda relação por hectares produtivos do planeta (17% da PE mundial).

3. Emissão e mitigação de gases de efeito estufa no Brasil: o papel da agropecuária

3.1. Importância da agropecuária na economia brasileira

Os componentes Pastagens e Cultivos são os principais determinantes da demanda de bens e serviços ambientais nos países do grupo 3, no qual está presente o Brasil. Esses componentes são responsáveis, na média desse grupo de países, por 57,9% (34,1 e 23,8%, para pastagens e cultivos, respectivamente) da PE, e, no Brasil, por 57% (32% para pastagens e 25%, para cultivos). A forte associação desses componentes com a PE desse grupo de países tem relação com a predominância de bovinocultura extensiva em pastagens e a produção agrícola.

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo. Dados do Censo Agropecuário de 2006 mostram que são cerca de 172 milhões de cabeças de bovinos distribuídas entre todos os estados da federação e 159 milhões de hectares ocupados com pastagens, sendo que 36% deles correspondem a pastagens naturais. Perto de 2,7 milhões de estabelecimentos possuem efetivos bovinos, o que

corresponde a 52% dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. São 4,8 milhões de pessoas ocupadas na pecuária, o que equivale a 27% do pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuários do país (IBGE, 2006).

Dentre os países com bovinocultura desenvolvida, ressalta-se a ausência dos Estados Unidos, Canadá e Nova Zelândia no grupo brasileiro. Esses foram classificados no grupo 1 em razão da maior expressão relativa do componente retenção de carbono, devido ao alto consumo de energia de fontes fósseis e do alto uso de grãos e co-produtos agroindustriais na alimentação de bovinos em detrimento das pastagens. No caso da Nova Zelândia, observa-se uma baixa pegada devido às pastagens, provavelmente em função da alta produtividade dos sistemas pastoris daquele país.

Com relação aos cultivos, a área plantada com grãos na safra 2009/2010 superou os 47 milhões de hectares, com uma produção que se aproximou da marca de 150 milhões de toneladas (CONAB, 2011). As projeções realizadas pelo MAPA apontam que a produção de grãos (soja, milho, trigo, arroz e feijão) deverá atingir 177,5 milhões de toneladas em 2019/20. Três outros produtos com previsão de elevado crescimento são açúcar, etanol e leite. Em termos de área, as projeções estimam que o Brasil deverá ter um acréscimo de área de lavouras da ordem de 9,6 milhões de hectares no período de 2010 a 2020, com destaque para a soja e cana-de-açúcar (BRASIL, 2010a).

Na última década, o Brasil vem também ocupando posição de destaque no cenário mundial na produção de carnes de bovinos, suínos e aves. As projeções do MAPA para o agronegócio brasileiro, no intervalo de 2008/09 a 2019/20, apontam para um aumento de 8,4 milhões de toneladas na produção de carnes (bovina, suína e aves), um acréscimo de 37,8% no período.

Além do aumento das exportações, o mercado interno será um forte fator de crescimento, prevendo-se que ele seja o destino predominante da produção de grãos e carnes. O Ministério esclarece que o crescimento da produção agrícola deve dar-se com base no aumento da produtividade total dos fatores. As projeções indicam que de 2010 a 2020, a taxa anual média de crescimento da produção de lavouras deve ser de 2,67%, enquanto a área deverá expandir-se anualmente em 0,45%. Entre as incertezas apontadas pelo MAPA ao atingimento dessas projeções lista-se a possibilidade de ocorrência de mudanças climáticas severas. Outra importante fonte

de preocupação diz respeito aos possíveis impactos ambientais que a produção acarrete, especialmente no que se refere às emissões de gases de efeito estufa.

Apesar de ser o principal componente da pegada ecológica brasileira, o setor agropecuário tem uma grande importância econômica e social para o país e para a segurança alimentar mundial. Segundo estimativas do Censo Agropecuário de 2006, o Brasil apresentava cerca de 60 milhões de hectares ocupados com lavouras, 57,3 milhões com pastagens naturais; 101,4 milhões com pastagens plantadas e a população ocupada nos estabelecimentos agropecuários era de 16,5 milhões de pessoas (IBGE, 2006). Assim, não é possível prescindir do crescimento do setor, de forma que estratégias de mitigação necessitam ser viabilizadas.

Nesse sentido, o Brasil tem sido capaz de aumentar consistentemente a sua produtividade agropecuária. Analisando o período de 1975 a 2010, Contini *et al.* (2010) destacam o crescimento sistemático da produção das lavouras brasileiras, que teria ocorrido principalmente em decorrência de ganhos de produtividade.

Em relação aos grãos, enquanto a área aumentou 45,6% nesse período, a produção cresceu 268%. O indicador de produtividade para a média dos grãos passou de um valor médio de 1.258 kg/ha em 1977, para 3.000 kg/ha em 2010. Nos 36 anos analisados pelos autores, os cinco principais grãos (arroz, milho, feijão, soja e trigo) tiveram, na média, um aumento de área de 0,88% ao ano, enquanto a produção cresceu a taxas de 3,66% a. a., com forte aumento da produtividade de 2,95% a. a., sendo a soja o carro-chefe. Nos últimos anos, a produção de cana-de-açúcar cresceu ao redor de 9,0% ao ano (CONTINI *et al.*, 2010).

Considerando os três principais tipos de carne (bovina, suína e de aves), a produção passou de 2.659 mil toneladas em 1975 para 19.503 mil toneladas em 2009, ou seja, registrou um aumento de mais de sete vezes. A produção de carne avícola passou de 373 mil toneladas para 9.940 mil toneladas (crescimento de 27 vezes); a de suínos, de 496 mil toneladas para 2.924 mil toneladas (aumento de 6 vezes); e a de bovinos, de 1.791 mil toneladas para 6.640 (quatro vezes).

A produção de leite de vaca também vem crescendo a taxas maiores do que as da população. A produção de 7,9 bilhões de litros de leite em 1975 chegou a 30,3 bilhões de litros em 2009. A taxa de crescimento anual da produção de leite, no período em geral, foi de 3,47% (de 1980 a 2009).

Contini *et al.* (2010) fazem ver, ainda, que as lavouras que participam – direta ou indiretamente - na base da alimentação do brasileiro (arroz, milho, feijão, soja e trigo), todas elas, mostraram aumento de produção a taxas superiores à do aumento populacional (1,6%), o que condiz com a preocupação com a segurança alimentar do país. Também o consumo *per capita* de carnes cresceu a taxas elevadas na última década, destacando-se o de carne de frango.

O cálculo da produtividade total dos fatores¹ (PTF) mostra que a agricultura brasileira vem crescendo de forma continuada. No período de 1970 a 2006 a PTF cresceu 124%. Enquanto o índice do produto cresceu 243%, o uso de insumos se elevou em 53%. Esse resultado corrobora que o crescimento da agricultura brasileira tem-se dado, principalmente, com base na produtividade.

3.2. Emissões de gases de efeito estufa pela agropecuária brasileira

O “Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal” resume a participação dos diferentes setores nas emissões nacionais no ano de 2005. O setor Agricultura é responsável por 10,2% das emissões nacionais, segundo a métrica GTP, enquanto ao setor Mudança do Uso da Terra e Florestas competem 68,1% das emissões, de acordo com a mesma métrica (BRASIL, 2010b, p. 151). A Tabela 2 detalha os dados das emissões nacionais.

Tabela 2- Emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa em CO₂e, convertidas por meio das métricas GTP e GWP – em 2005 e por setor

Setores	MÉTRICA GTP		MÉTRICA GWP	
	(Gg CO ₂ e ¹)	%	(Gg CO ₂ e)	%
Energia	319.667	17,0%	328.808	15,0%
Processos Industriais	74.854	4,0%	77.939	3,6%
Agricultura	192.411	10,2%	415.754	19,0%
Mudança do Uso da Terra e Florestas	1.279.501	68,1%	1.329.053	60,6%
Tratamento de Resíduos	12.596	0,7%	41.048	1,9%
TOTAL	1.879.029	100 %	2.192.601	100 %

Fonte: Brasil (2010b), p. 151.

¹ Gg – Gigagrama (10⁹g ou mil toneladas) de dióxido de carbono equivalente.

¹ A PTF é uma relação entre um índice de produto total e um índice de insumo total. Para maiores informações a respeito desse indicador consultar Gasques & Conceição (2000).

O documento “Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima”² resume o inventário de emissões por tipo de gás. As estimativas mostram que, em 2005, as emissões de CO₂ foram estimadas em 1.638 Tg³, destacando-se o Setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas, com 77% das emissões, seguido pelo Setor de Energia, com 19% de participação no total de emissões. Nesse mesmo ano, as emissões de CH₄ foram estimadas em 18,1 Tg, sendo o Setor de Agropecuária responsável por 70% das emissões totais, seguido pelo Setor de Mudança de Uso da Terra e Florestas, com 17%, e pelas emissões do Setor de Tratamento de Resíduos, com 10%. Os dois subsetores mais importantes foram a fermentação entérica da pecuária, com 63% (sendo 61% referentes à bovinocultura) e conversão de florestas para outros usos no bioma Amazônia, com 12%. As emissões de N₂O foram estimadas em 546 Gg, basicamente por causa do Setor de Agropecuária, responsável por 87% das emissões totais. Dentro desse setor, as emissões provenientes de solos agrícolas participaram com 84%, incluindo, entre outras, as emissões de animais em pastagem, que representam 40% do total (BRASIL, 2010c).

Bustamante et al. (2009), atribuem à pecuária a metade das emissões anuais brasileiras. Estes autores consideram três fontes de emissão para o setor: desmatamento e queima subsequente para formação de pastagem; queima para a manutenção de pastagens e fermentação entérica do gado. No período analisado pelo estudo (de 2003 a 2008), a estimativa consolidada de emissão variou entre aproximadamente 813 Mton CO₂e (milhões de toneladas de CO₂-equivalente) em 2008 (menor valor) e aproximadamente 1.090 Mton CO₂e em 2003 (maior valor). A emissão total associada à pecuária da Amazônia variou entre 499 e 775 Mton CO₂e, aquela do Cerrado entre 229 e 231 Mton CO₂e, e a correspondente ao resto do país entre 84 e 87 Mton CO₂e. As estimativas recentes sobre o total das emissões do país se aproximam de 2 Gton CO₂e⁴ (CERRI et al.,2009; MCT, 2009), ou seja, as emissões atribuídas à pecuária representariam cerca de metade das emissões brasileiras.

² O “Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal” integra esta Comunicação.

³ Tg – teragrama (10¹² g ou um milhão de toneladas).

⁴ Gton CO₂e (bilhões de toneladas de CO₂-equivalente)

Estudo da CNA⁵ apresenta um impacto bem menor da pecuária de corte brasileira no aquecimento global, já que as pastagens, responsáveis por sequestrar carbono da atmosfera, ficaram de fora dos cálculos. Conforme os dados apresentados pela CNA, a pecuária emite cerca de 1,66 Mg CO₂ equivalente cabeça/ano, que equivalem a 1,18 Mg CO₂ eq/ha/ano. O sequestro de carbono das pastagens é estimado em 0,78 Mg CO₂ eq/ha/ano. O resultado líquido conduz à emissão de 0,40 Mg CO₂ eq/ha/ano pela pecuária, o que corresponderia a 66% a menos do que apenas as emissões.

3.3. Alternativas de mitigação das emissões de GEE da agropecuária brasileira

Embora possa não haver acordos em relação aos números e balanços das emissões da pecuária, existe consenso de que mudanças tecnológicas permitem reduzi-las.

Tratando das emissões de metano pela pecuária de corte brasileira, Barioni et al. (2007) fizeram projeções para o período de 2007 a 2025. As simulações indicam incrementos de 7,4% no tamanho do rebanho nacional e de 29,3% no número de abates, o que proporcionaria um aumento de 25,4% na produção de carne e de somente 2,9% na emissão de metano. Com isto, haveria uma diminuição de 18% na emissão de metano por unidade de carne produzida. Nas simulações, os autores consideraram um aumento na taxa de natalidade de 44% para 68%, uma redução na idade de abate de 36 para 28 meses e uma redução da taxa de mortalidade dos bezerros de 7% para 4,5%. Consideraram, ainda, um aumento anual de 2% da demanda do mercado externo e de 1% do mercado interno. A consecução dos avanços previstos nos indicadores de produtividade pressupõe uma melhoria nas tecnologias de produção empregadas.

Para que o Brasil proveja seu mercado interno e amplie sua participação no mercado mundial de *commodities* agrícolas, mantendo-se a área atualmente explorada, exige-se que o crescimento da oferta se dê pelas vias do aumento da produtividade e da conversão de áreas de pastagens em outros usos agrícolas. Conforme se discorreu anteriormente, o crescimento da agricultura brasileira tem se dado prioritariamente com base na produtividade. Até 2019/2020, as projeções do

⁵ Pecuária impacta menos o aquecimento global, aponta fórum. Disponível em:<<http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias.php?id=59428>> Acesso em: 11 mai. 2010.

MAPA apontam para um crescimento das áreas de lavouras da ordem de 9,6 milhões de hectares.

A conversão de áreas de pastagens em outros usos agrícolas está vinculada ao aumento da produtividade da pecuária bovina, em especial ao aumento da produção das pastagens, seguida da melhoria dos índices zootécnicos e da genética dos rebanhos. Um dos grandes desafios concerne à recuperação de áreas de pastagens degradadas, ainda presentes em extensas áreas do território nacional. Além de contribuir para a redução das emissões - uma vez que, quanto melhor a alimentação fornecida para o animal, menor será a produção e emissão de metano por quilograma de matéria seca ingerida -, a recuperação das pastagens contribui para o sequestro de carbono.

Segundo a FAO (2006), algumas práticas contribuem para a redução das emissões na produção de bovinos, como pastagens de boa qualidade, caminhadas mais curtas para a busca de água e alimento, redução da queima de pastagens, intensificação do manejo por meio de adubação ou sistemas agroflorestais, melhorias na alimentação do rebanho, evitando que os animais passem fome no período das secas.

Cerri et al. (2009) consideram que, além de trabalhar pela redução das emissões dos setores de energia e desmatamento, o Brasil deve ter como meta prioritária o incentivo às mitigações nos setores agrícola e pecuário. Tais opções de mitigação não deveriam se concentrar somente na redução das emissões, mas também favorecer a fixação de carbono. Os autores esclarecem que diversas estratégias de mitigação já provaram ser eficientes, fáceis de adotar e economicamente viáveis. Reforçam que é possível trabalhar na recuperação de pastagens degradadas, no melhoramento genético animal, no confinamento, na adoção da integração lavoura-pecuária, no tratamento dos dejetos, aumentando assim a produtividade e liberando espaço para expansão agrícola, sem desmatamento.

Zen et al. (2009) enfatizam a importância da adoção de sistemas mais intensivos de produção, utilizando-se tecnologias de melhoramento de pastagens (recuperação de pastagens, uso de forrageiras melhoradas, manejo sob lotação rotacionada), semiconfinamento e confinamento, e sistemas alternativos como a integração lavoura-pecuária e sistemas silvipastoris.

O efeito líquido direto da produção agropecuária é dado pelo total das emissões diretas oriundas do uso dos fatores de produção, adicionado das emissões ou subtraído do sequestro de carbono ocorrido em função da mudança do uso do solo. Neste contexto, uma análise da intensificação da pecuária brasileira sobre as emissões de GEE, em especial o metano, não deve ser realizada sem levar em conta os efeitos desta sobre o balanço do carbono. Por exemplo, a intensificação da pecuária através do melhoramento de pastagens ou de um aporte de suplementos alimentares à base de rações e concentrados pode reduzir a emissão de metano por biomassa produzida. Porém, a maior produção de grãos, dependendo do pacote tecnológico, poderá resultar num aumento das emissões pela maior utilização de derivados do petróleo, mudança no uso do solo, etc (COSTA et al., 2009).

Adicionalmente, são importantes estudos que apontem para os *tradeoffs* entre os resultados econômicos da intensificação da produção e o seu impacto sobre as emissões, de modo a abalizar políticas públicas direcionadas à agricultura e ao meio ambiente.

Conclusões

A bovinocultura extensiva e a produção agrícola agrupam países da América do Sul, vários países africanos, Mongólia e Austrália quanto à composição de sua PE. Esse grupo, que tem como membro de destaque o Brasil, tem o desafio de suprir a demanda crescente de carne bovina de forma sustentável. Dentre os países desse grupo, os países sul americanos parecem ter as melhores condições para a expansão sustentável da bovinocultura em função de haver, atualmente, subexploração do potencial produtivo das áreas de pastagens e dos rebanhos bovinos.

Ganhos de produtividade, como os que vêm ocorrendo no Brasil nas últimas duas décadas, poderiam gerar redução da pegada de cultivos, de pastagens e das emissões de gases de efeito estufa por unidade de produto, refletindo em melhora nos indicadores de sustentabilidade. Ganhos de produtividade e melhora nos indicadores de sustentabilidade dos sistemas de produção de bovinos no Brasil estão associados, particularmente, à mitigação do processo de degradação de pastagens ou à recuperação de áreas degradadas, à adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, à melhor nutrição dos animais em pastagens ou adoção de engorda confinada na seca, e ao melhoramento genético de animais e forrageiras.

Além do prosseguimento de pesquisas orientadas à melhoria das pastagens e dos rebanhos, justificam-se, no Brasil, estudos que analisem a dinâmica do uso da terra e que quantifiquem as emissões e remoções de gases de efeito estufa, permitindo a comparação entre os diferentes sistemas de produção atualmente utilizados e os recomendados. Além disso, são necessárias pesquisas relacionadas às questões sociais e condições de trabalho (incluindo produtores de base familiar), organização da cadeia produtiva, ambiente local, entre outras. Tais estudos podem prover elementos para a formulação de políticas públicas visando à sustentabilidade da agropecuária.

Referências bibliográficas:

BARIONI, L. G.; LIMA, M. A.; ZEN, S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERREIRA, A. C. A baseline projection of methane emissions by the brazilian beef sector: preliminary results. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 2007. **Proceedings...** Christchurch, New Zealand, 2007. p. xxxii-xxxiii.

BARLOW, D.; BLADEN, S.; HANSSON, C. B.; DESCHUTTER, G.; EGHENTER, C.; GROOTEN, C.; HADEED, L.; LUZ, K.; POLLARD, D.; RAO, T.; STAFFORD, R. **Planeta Vivo Relatório 2010** – biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento. WWF International: Gland, Zoological Society of London: London, Global Footprint Network: Oakland, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. **Projeções do agronegócio: Brasil 2009/10 a 2019/20**. Brasília, DF, 2010a. 48p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/PROJEC_OES_DO_AGRONEGOCIO_2010-11_a_2020-21_-_2_0.pdf>. Acesso em: fev. 2011.

BRASIL. Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal. Parte II - **Capítulo 2: Sumário de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa por Gás**. Brasília, 2010b. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0215/215037.pdf>. Acesso em: 28 março 2011.

BRASIL. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, 2010c. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php>>. Acesso em: 29 março 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Relações Internacionais. **Agrostat**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/internacional/indicadores-e-estatisticas/balanca-comercial>>. Acesso em: junho, 2011.

BUSTAMANTE, M.M.C.; NOBRE, C.A.; SMERALDI, R.; PINTO, A.S.; AGUIAR, A.P.D.; JEAN P.H.B. OMETTO; LONGO, K.; FERREIRA, L.G; BARIONI, L.G.; MAY, P. **Estimativa de Emissões Recentes de Gases de Efeito Estufa pela Pecuária no Brasil**. Disponível em: <<http://www.portaldomeioambiente.org.br/index.php?option...>> Acesso em: 18 maio 2010.

CEPEA. PIB do Agronegócio - Dados de 1994-2010. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 19 junho 2011.

CERRI, C.C.; MAIA, S.M.F.; GALDOS, M.V.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; BERNOUX, M. Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. **Sci. Agric.** (Piracicaba, Braz.), v.66, n.6, p.831-843, November/December 2009.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Sexto levantamento. março 2011. 2011.

CONTINI, E.; GASQUES, J. G.; ALVES, E.; BASTOS, E. T. Dinamismo da agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, Ano 19, p. 42-64, jul. 2010. Edição Especial. Aniversário do MAPA - 150 anos.

CRIVISQUI, E. **Presentación de los métodos de clasificación**. Programa Presta, ULB, 1999.

EWING B. *et al.* The Ecological Footprint Atlas 2010. Oakland: Global Footprint Network, 2010.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Livestock's long shadow : environmental issues and options**. . Roma/Italia: FAO, 391p. 2006.

Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>>. Acesso em: 12 março 2011.

FORESIGHT. The Future of Food and Farming. Final Project Report. The Government Office for Science, London, 2011, 208p.

GASQUES, J.G.; CONCEIÇÃO, J.C. P.R. Transformações Estruturais da Agricultura e Produtividade Total dos Fatores. Brasília: IPEA. **Texto para Discussão** 768. Nov. 2000.

GLOBAL FOOTPRINTS NETWORK – GFN. Ecological footprint and biocapacity, 2007. Disponível em: <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint_for_nations/>. Acesso em 10 março 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário** 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br> > . Vários acessos.

KITZES, J. *et al.* A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts. *Ecological Economics*, v. 68, n. 7, 2009, p. 1991-2007.

REES, W. E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economies leaves out. **Environment and Urbanization**, v. 4, n. 2, 1992, p. 121–130.

UNDP. **Human Development Report** - 2007/2008, Palgrave Macmillan, 2007.

WWF. Planeta Vivo: Relatório 2006. Suíça, 2006. 44 p. Disponível em: <http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/LPR2006_Portuguese.pdf>. Acesso em: 21 março 2011.

WWF. Planeta Vivo: Relatório 2010: biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento. Gland, [2011?]. 122 p. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br/informacoes/biblioteca/?26162/Relatrio-Planeta-Vivo-2010>>. Acesso em: 21 março 2011.

ZEN, S. de; BARIONI, L. G.; BONATO, D. B. B.; ALMEIDA, M. H. S. P. de; RITTI, T. F. **Pecuária de Corte Brasileira: Impactos ambientais e emissões de gases de efeito estufa (GEE)**. Disponível em: <www.cepea.esalq.usp.br>. Acesso em: 30 de abril de 2010.

ANEXO

Listagem de Países por Grupos de Composição da Pegada Ecológica

GRUPO 1:

Algeria; Austria; Azerbaijan; Belarus; Belgium; Bosnia and Herzegovina; Canada; Chile; China; Cuba; Czech Republic; Denmark; Dominican Republic; El Salvador; Estonia; Finland; France; Georgia; Germany; Greece; Hungary; Iran, Islamic Republic of; Iraq; Ireland; Israel; Italy; Jamaica; Japan; Kazakhstan; Korea, Democratic People's Republic of; Korea, Republic of; Kuwait; Lebanon; Libyan Arab Jamahiriya; Lithuania; Macedonia, The former Yugoslav Republic of; Malaysia; Mexico; Moldova, Republic of; Morocco; Nepal; Netherlands; New Zealand; Occupied Palestinian Territory; Oman; Poland; Qatar; Romania; Russian Federation; Saudi Arabia; Serbia; Singapore; Slovakia; Slovenia; South Africa; Spain; Sweden; Switzerland; Syrian Arab Republic; Trinidad and Tobago; Tunisia; Turkey; Turkmenistan; Ukraine; United Arab Emirates; United Kingdom; United States; Uzbekistan

GRUPO 2:

Bulgaria; Gambia; Norway; Panama; Papua New Guinea; Portugal; Thailand

GRUPO 3:

Argentina; Australia; Bolivia; Botswana; Brazil; Cameroon; Central African Republic; Chad; Colombia; Costa Rica; Ecuador; Eritrea; Guatemala; Guinea; Guinea-Bissau; Honduras; Kenya; Lesotho; Mali; Mauritania; Mongolia; Namibia; Nicaragua; Paraguay; Peru; Senegal; Somalia; Sudan; Swaziland; Tanzania, United Republic of; Uruguay; Venezuela, Bolivarian Republic of; Zimbabwe

Grupo 4:

Burundi; Congo; Congo, Democratic Republic of; Ethiopia; Gabon; Ghana; Latvia; Liberia; Madagascar; Mozambique; Rwanda; Sierra Leone; Togo; Uganda; Zambia

Grupo 5:

Afghanistan; Albania; Angola; Armenia; Bangladesh; Benin; Burkina Faso; Cambodia; Côte d'Ivoire; Croatia; Egypt; Haiti; India; Indonesia; Jordan; Kyrgyzstan; Lao People's Democratic Republic; Malawi; Myanmar; Niger; Nigeria; Pakistan; Philippines; Sri Lanka; Tajikistan; Viet Nam; Yemen