

CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS NO BRASIL E MATO GROSSO: ESTIMATIVA DO CUSTO ECOLÓGICO DA EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Vallência Maíra Gomes¹

Alexandre Magno de Melo Faria²

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho foi estimar o nível da emissão de gases de efeito estufa (GEE) a partir do consumo de combustíveis fósseis e renováveis no Brasil e no estado de Mato Grosso entre os anos de 2003 e 2010. Uma vez reconhecido o *quantum* de emissão de GEE, calculou-se o custo ecológico desta emissão a partir dos preços da tonelada de carbono comercializada na Bolsa Europeia do Clima e na Bolsa do Clima de Chicago. A partir deste exercício, estimou-se o peso deste custo ecológico sobre o Produto Interno Bruto do Brasil e de Mato Grosso no período analisado, considerando hipoteticamente a incorporação destes custos externos na matriz produtiva de ambas as referências espaciais. Utilizando a base de dados de consumo de combustíveis do Brasil e de Mato Grosso da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, foi empregado o Método “Top-Down” ou método de referência do IPCC para estimar as emissões de dióxido de carbono. Arelou-se o preço do carbono nas Bolsas da Europa e dos Estados Unidos à emissão de gases do efeito estufa, para se estimar os custos externos, chamados aqui também de custos ecológicos. Os resultados mostram que os custos ecológicos estão tendendo a redução neste período, tanto pela contenção da emissão de GEE frente ao PIB quanto pela tendência negativa dos preços do carbono nas bolsas internacionais.

Palavras-chave: Externalidades; Protocolo de Quioto; Mercado do Carbono; Custo Ecológico.

1 INTRODUÇÃO

Os acontecimentos em torno da mudança climática e das catástrofes inesperadas pela população mundial tem sido abordada como resultado principal da emissão dos gases de efeito estufa³ (GEE), que acumulando na atmosfera, formam uma camada espessa que acaba por reter radiação e aquecer rapidamente o planeta. O aumento da concentração dos GEE na atmosfera terrestre é a principal causa do processo de intensificação do efeito estufa e do decorrente aquecimento.

A interferência progressiva das ações humanas no sistema climático do planeta, o qual passa por um processo de aquecimento global, tem trazido consequências irreversíveis e possivelmente catastróficas à sociedade, ao ecossistema e à biodiversidade. Para tanto, o aquecimento global refere-se ao incremento de gases, além do nível normal da capacidade da atmosfera em reter calor.

O efeito estufa é o fenômeno natural que mantém a temperatura constante na Terra em torno de 14°C, caso contrário a atmosfera seria demasiado fria para a vida, aproximadamente 33°C negativos. As condições seriam bastante hostis à vida, o que permite afirmar que o efeito estufa natural é um importante fenômeno para a evolução da vida no globo terrestre. O efeito estufa consiste, basicamente, na ação do dióxido de carbono e outros gases sobre os raios infravermelhos refletidos pela superfície da Terra. Ao irradiarem sobre a superfície terrestre, parcela dos raios luminosos oriundos do sol é absorvida e transformada em calor, outros são refletidos para o espaço, mas só parte destes chega a deixar a Terra; em consequência da ação refletora que os chamados GEE têm sobre tal radiação, reenviando-os para a superfície terrestre na forma de raios infravermelhos. Os principais GEE são dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxidos de azoto (NO, NO₂, NO₃) e ozônio (O₃) presentes na atmosfera (totalizando menos de 1% desta), que vão reter esta radiação na Terra (LEGGETT, 1992, p.12).

A intensificação da atividade econômica, marcada especialmente pela Revolução Industrial, além dos progressos na agricultura, foi caracterizada pelo uso intensivo de grandes reservas de combustíveis fósseis, que não só abriu espaço para inéditas escalas de atividades humanas, como também pressionou fortemente

a base de recursos naturais do planeta (ROMEIRO, 2003, p.5). Diante disso, ênfase será dada ao dióxido de carbono (CO₂), mais conhecido como gás carbônico, cuja origem vai além do processo natural de respiração-transpiração, as atividades desempenhadas pelo ser humano, como desmatamento, produção de energia, transporte, indústria, agricultura, construção, também são fontes emissoras do dióxido de carbono.

O Tratado de Quioto, em 1997, surgiu para balizar as ações dos diversos países com base em instrumentos econômicos de mitigação da emissão dos GEE. Segundo o Protocolo de Quioto, os países desenvolvidos deverão reduzir suas emissões de CO₂ em pelo menos 5,2% até 2012, com base nas emissões de 1990. Por outro lado, os países em desenvolvimento, como o Brasil, estão desobrigados a assumir o custo e os possíveis passivos ambiental de suas emissões, pelo menos até o fim de sua vigência em 2012. Porém, necessariamente, precisam apresentar um inventário das emissões (ONU/PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997, p.6).

A emissão mundial total de dióxido de carbono a partir do consumo e queima de combustíveis fósseis foi de 29 bilhões de toneladas em 2006, sendo a China o maior poluidor, emitindo 6,1 bilhões de toneladas de CO₂ (21% do total), que inclusive ultrapassou os Estados Unidos, o qual ficou em segundo lugar, com emissão de 5,9 bilhões de toneladas (20% do total). O Brasil é o décimo oitavo poluidor global, emitindo 377 milhões de toneladas de CO₂ (1,3% da emissão global), caso fossem excluídas as emissões de desmatamento e queimadas (EIA, 2008).

Os combustíveis são impulsionadores da economia brasileira, representando um dos insumos essenciais para a produção em alguns setores e essencial para o funcionamento dos canais de distribuição de bens e serviços. Contudo, como corolário, as emissões de GEE tendem a crescer juntamente com a expansão da economia e a demanda por combustíveis. No Brasil existe um esforço em criar alternativas de fontes energéticas mais limpas e que contribuam para compensar as emissões pelo consumo de combustíveis fósseis de elevada concentração de GEE, notadamente pelo incentivo ao uso de biocombustíveis.

Dessa maneira, o estudo identifica os principais combustíveis utilizados em motores de combustão interna que vem provocando poluição atmosférica pela emissão dos GEE no estado de Mato Grosso e no Brasil, constituindo-se no seu processo evolutivo entre os anos de 2000 a 2008. A concentração do estudo está voltada, efetivamente, em determinar os patamares da emissão dos GEE a fim de estimar o custo ecológico desta emissão, tomando como base os preços da tonelada de carbono comercializada na Bolsa Europeia do Clima e na Bolsa do Clima de Chicago. A partir deste exercício, estimou-se o peso deste custo ecológico sobre o Produto Interno Bruto do Brasil e de Mato Grosso, considerando hipoteticamente a incorporação destes custos externos na matriz produtiva de ambas as referências espaciais.

Tendo como base os dados de consumo de combustíveis disponíveis pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), tornou-se favorável a análise da emissão de GEE por meio desse consumo, já que os dados de emissão pelas queimadas e desmatamento são menos confiáveis. Foi empregado o Método “Top-Down” para estimar as emissões de dióxido de carbono a partir dos dados de consumo de combustíveis. A emissão de GEE, decorrente do consumo de combustíveis fósseis e renováveis, foi atrelada ao preço do carbono nas Bolsas da Europa e de Chicago para, então, estimar os custos externos chamados aqui também de custos ecológicos. Para sustentar a discussão de internalização do custo ecológico, utilizou-se como base argumentos da economia ambiental.

2 NEGOCIAÇÃO DAS EXTERNALIDADES: VISÃO DA ECONOMIA AMBIENTAL

Um dos problemas mais complicados de se resolver na questão da emissão de GEE é que tanto a sua emissão quanto os seus efeitos são difusos. Praticamente todos os agentes econômicos emitem GEE e todos sofrem as externalidades negativas derivadas deste processo. Por óbvio, não há simetria tanto na emissão quanto nos efeitos dos GEE, o que confere maior dificuldade no seu tratamento, pois as responsabilidades na emissão e os custos de tratamento dos efeitos externos são individualizados e difusos a tal ponto que os custos de transação para identificar os

poluidores e os prejudicados seriam proibitivos. Na economia tradicional, a poluição é considerada como resultado das falhas de mercado. As soluções ideais seriam aquelas que garantissem o livre funcionamento dos mecanismos de mercado, seja direta ou indiretamente.

A resolução de questões ambientais pela teoria econômica se baseia em duas vertentes. A primeira pela negociação coasena, que tipifica um evento em que os envolvidos na poluição sejam reconhecidos e que o direito de propriedade esteja claramente estabelecido. Nesta situação, pode-se estimar o custo externo e internalizá-lo pelo pagamento de compensação direta ao prejudicado ou a implantação de um sistema de controle pelo poluidor (ROMEIRO, 1999, p.80). Conforme o Teorema de Coase, a atribuição dos direitos de propriedade resolveria o dilema, mas somente sob a condição de que o governo fosse um mediador nos mercados onde aparecem os problemas de poluição (THOMAS e CALLAN, 2010).

O segundo tratamento econômico ocorre quando os agentes são difusos, seja na emissão das externalidades ou no conjunto de prejudicados. Em não se conhecendo todos os envolvidos ou se os custos de transação para reconhecê-los forem elevados, recorre-se à taxa pigouviana (ROMEIRO, 1999, p.80). Neste caso, a solução passa por estimar taxas ou impostos por unidade de poluição emitida a ser controlada pelo Estado, ação conhecida como princípio do poluidor pagador (PPP). Outro instrumento econômico utilizado pelo Estado para combate à poluição, trata-se dos chamados Certificados Negociáveis de Poluição (CNPs).

Nessa sistemática, parte-se de uma situação em que a sociedade, via Estado, determine qual a quantidade máxima de poluente compatível com a meta de qualidade ambiental estabelecida, a autoridade ambiental emite o número correspondente de CNPs e os distribui entre os agentes poluidores, ou por leilão ou por alocação proporcional às respectivas emissões. A partir disso, cada agente poluidor só poderá emitir quantidade de poluente igual ao total estipulado nos certificados em seu poder. Caso ele queira emitir mais poluentes, terá que comprar certificados de agentes que queiram vendê-los (CÁNEPA, 2010, p.90). Para o Protocolo de Quioto, o mercado internacional de permissões de GEE é o recurso principal por meio do qual os países desenvolvidos devem atender seus limites de emissões (THOMAS e CALLAN, 2010).

A emissão de GEE não respeita fronteiras políticas. A emissão de efluentes nos EUA interfere nas mudanças climáticas globais, com impactos em todos os continentes. Desta forma, a negociação coasena fica impraticável e uma solução de taxaçoão por emissão de GEE passou a ser a alternativa menos dispendiosa.

2.1 Compromissos de Mitigaçoão do Tratado de Quioto

As discussões levantadas a cerca da relaçoão meio ambiente e crescimento econômico, exigiu o comprometimento dos países inclusive através de legislaçoão específica para controlar as agressões ao ambiente, principalmente relacionado a emissões de gases na atmosfera. A partir de 1995 os países integrantes da Convençoão do Clima passaram a se reunir anualmente na chamada Convençoão das Partes (COP).

Em 1995, ocorreu em Berlim a primeira sessão da Convençoão do Clima (COP-1), aprovada na UNCED-92 no Rio de Janeiro, formada por 175 países que já haviam se comprometido com os termos da Convençoão. No entanto, foi na terceira sessão realizada em Quioto (COP-3), em dezembro de 1997, onde os países desenvolvidos assinaram realmente um compromisso, o chamado Protocolo de Quioto. Assim, 37 países industrializados e a Comunidade Europeia (“as Partes do Anexo I”) comprometeram-se em adotar políticas e medidas de mitigaçoão capazes de fazer com que os níveis de emissão antrópica de GEE retornassem aos níveis de 1990 no período entre 2008 e 2012, ou seja, reduzir as emissões coletivas de GEE em 5,2%, em média (ROVÈRE e COSTA, 2004, p.154).

Os países em desenvolvimento, como Brasil, México, Argentina, Índia e China, não foram obrigados, momentaneamente, a reduzir suas emissões de GEE, mas têm o compromisso de apresentar um inventário de emissões de gases, chamado “Comunicaçoão nacional para o inventário de emissões antrópicas por fontes e remoçoões por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal” (ROVÈRE e COSTA, 2004, p.154). O Protocolo de Quioto oferece três mecanismos para que os países cumpram seus objetivos de mitigaçoão: Implementaçoão Conjunta, Comércio de Emissões e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

FIGURA 1 – Mecanismos de Compensação do Protocolo de Quioto

| Implementação Conjunta <i>(Joint Implementation)</i> | Comércio de Emissões <i>(Emission Trading)</i> | Mecanismo de Desenvolvimento Limpo MDL <i>(Clean Development Mechanism)</i> |
|---|---|---|
| <p>Está no artigo 6 do Protocolo, permite que um país do Anexo I⁴, com redução de emissões no âmbito do Protocolo, pode obter reduções certificadas de emissões⁵ (RCE) de outro país do Anexo I, sendo que cada RCE equivale a uma tonelada de CO₂, que podem ser contabilizados para atingir os objetivos de Quioto. Simplificando, implementação conjunta é a implantação de projetos de redução da emissão de GEE entre os países com metas a cumprir (partes do Anexo I), é uma solução flexível e economicamente eficiente. Os créditos negociados entre os países do Anexo I são chamados de unidades de redução de emissão (URE).</p> | <p>Está no artigo 17 do Protocolo, permite aos países do Anexo I que possuem unidades de emissão de “sobra” (ou seja, emissões permitidas, porém não utilizadas), vendê-las a outros países acordados em Quioto que estão no limite das emissões (países com emissões maiores que suas quotas e podem adquirir créditos para cobrir tais excessos), criando-se, portanto, uma nova mercadoria sob a forma de redução de emissões do dióxido de carbono.</p> | <p>Está no artigo 12 do Protocolo, diz que os países não incluídos no Anexo I, ou países em desenvolvimento, sejam beneficiados com projetos que resultam em RCE⁶. O MDL permite a certificação de projetos de redução de emissões nos países em desenvolvimento e a posterior venda das RCEs, para serem utilizadas pelos países desenvolvidos como modo suplementar para cumprirem suas metas. Enfim, o MDL permite que países desenvolvidos invistam em projetos de energia limpa nos países em desenvolvimento, onde estes últimos tendem a atingir o desenvolvimento sustentável, e em troca os países desenvolvidos recebem créditos de carbono.</p> |

Fonte: BRASIL/MCT, 2009; PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997; UNFCCC, 2009.

Os três mecanismos (ver Figura 1) possibilitam a criação e o desenvolvimento de um mercado de carbono, além de estimular o investimento verde, também ajudam os países a cumprir suas metas de redução de emissões com um melhor custo-benefício, de maneira rentável (UNFCCC, 2009).

Esses mecanismos pertencentes ao Protocolo de Quioto remontam a estratégia apresentada por Pigou, sobre a internalização do dano ambiental, em que a correção das externalidades negativas ocorre mediante cobrança, pelo Estado, de um imposto sobre unidade de poluição emitida e esta, por sua vez, deve ser igual ao custo marginal social dessa poluição no nível ótimo das emissões, onde se reconheceu, posteriormente, ser a diferença entre o custo marginal privado e o custo marginal social. A taxação pigouviana configura-se numa importante política de cunho econômico de controle dos níveis de poluição (CÁNEPA, 2003, p.62).

2.2 Bolsa do Carbono

O primeiro mercado de compra e venda de créditos de carbono do mundo iniciou em Chicago, a Chicago Climate Exchange (CCX), no ano de 2003, pelo financista Richard Sandor (ex-vice-presidente da bolsa de derivativos de Chicago e professor da escola de negócios Kellogg), que abriu o primeiro pregão dois anos antes dos países signatários do Protocolo de Quioto começarem a negociar seus créditos. Foi uma iniciativa privada juntamente com um grupo de empresas americanas, cujo mercado não segue totalmente as normas de Quioto para comercialização. Nos anos 1990, Sandor foi um dos idealizadores de um sistema pioneiro de comércio de emissões dióxido sulfúreo, que causa a chuva ácida. Em 2005, foi criada a European Climate Exchange (ECX), responsável por 80% das negociações de créditos na Europa, cujas regras seguem as normas de Quioto (MANO e GONÇALVES, 2007).

A CCX opera desde 12 de dezembro de 2003, iniciou comercializando por US\$0,97 a tonelada de CO₂ (tCO₂). O pico foi em 2008, quando alcançou uma média anual de US\$3,74 a tonelada. Contudo, em 2009 o preço despencou a 93 centavos de dólar e em 2010 alcançou o valor de apenas nove centavos de dólar.

A ECX começou a operar em 22 de abril de 2005 por €21,59 a tCO₂, substancialmente maior que o da CCX, que neste mesmo ano foi de 1,77 dólar americano⁷. Em 2008 atingiu o pico médio de €22,66 a tonelada. Contudo, houve um arrefecimento neste mercado, com as cotações recuando para €13,38 em 2009 e €14,47 em 2010 (CCX, 2011; ECX, 2011).

Tabela 1 - Cotação anual média da Bolsa do Carbono (Chicago e Europa).

| Ano | Média Anual na Bolsa de Chicago (US\$) - CCX | Média Anual na Bolsa de Chicago (R\$) - CCX | Média Anual na Bolsa Europeia (€) - ECX | Média Anual na Bolsa Europeia (R\$) - ECX |
|-------------|---|--|--|--|
| 2003 | 0,97 | 3,03 | - | - |
| 2004 | 1,07 | 3,13 | - | - |
| 2005 | 1,77 | 4,31 | 21,59 | 65,61 |
| 2006 | 3,56 | 7,74 | 17,95 | 49,11 |
| 2007 | 3,19 | 6,22 | 19,58 | 52,16 |
| 2008 | 3,74 | 6,86 | 22,66 | 60,43 |
| 2009 | 0,93 | 1,85 | 13,38 | 37,05 |
| 2010 | 0,09 | 0,16 | 14,47 | 33,75 |

Fonte: Chicago Climate Exchange (CCX) e European Climate Exchange (ECX).

*Foi utilizada a cotação anual média fornecida pelo Banco Central para o dólar e o euro.

Convertendo para a moeda nacional, tem-se uma paridade monetária, conforme a Tabela 1. Verifica-se que a cotação nos EUA não chega a ser atrativa frente às cotações europeias. O preço médio de negociações por tonelada de CO₂ na CCX está muito distante das cotações europeias em função de: primeiro, ser a Bolsa Europeia um órgão regulador que está dentro das regras de Quioto e que somente negociam certificados de países que aderiram ao Protocolo e, segundo, por estar em um ambiente cujas políticas e legislação ambientais são mais severas em relação às punições por metas descumpridas, conforme previsto no Protocolo de Quioto (UFSC, 2008). Espera-se que esses valores de comercialização se aproximem a partir de 2012, caso o governo norte-americano decida aderir ao Protocolo.

3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Para estimar a emissão de CO₂ pela queima dos combustíveis, utilizou-se o método de referência do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change⁸) ou Método “Top-Down”, no qual se utiliza o consumo aparente dos combustíveis para estimar as emissões de gases de efeito estufa, ou seja, considera as emissões de dióxido de carbono a partir dos dados de produção e consumo de energia, sem detalhamento de como essa energia é consumida (ROVÈRE e COSTA, 2004, p.155 e 160; MATTOS, 2001, p.88).

Os dados de consumo de combustível no Brasil e no Mato Grosso foram obtidos na ANP para período de 2000 a 2008, provenientes das vendas pelas distribuidoras de combustíveis autorizados por esta instituição. É apresentado o consumo dos seguintes combustíveis: *álcool hidratado, gasolina C, gasolina de aviação, gás liquefeito de petróleo (GLP), óleo combustível, óleo diesel, querosene de aviação e querosene iluminante*, porém o maior enfoque será o consumo da gasolina, álcool e diesel.

O método *Top-Down* prevê a conversão de todas as medidas de consumo de combustível para uma unidade comum. Primeiramente, as respectivas quantidades de combustível (consumo aparente - CA) estão em unidades de medidas metros cúbicas (m³) para o período abordado e foram transformados para consumo de energia (CC) em terajoule (TJ), posteriormente convertidos em toneladas de gás carbônico (tCO₂). Para encontrar a unidade de energia, faz-se necessário a utilização do fator de conversão (F_{conv}) e do fator de correção (F_{corr}) (ALVARES JR. e LINKE, 2006).

O fator de conversão refere-se à unidade física de medida da quantidade de combustível para tonelada equivalente de petróleo (tep), com base no poder calorífico superior (PCS) do combustível, valores estes que podem variar anualmente, conforme a publicação do Balanço Energético Nacional (BEN). No BEN, o conteúdo energético tem como base o PCS, no entanto para o IPCC, a conversão do CA para unidade de energia deve-se utilizar o potencial calorífico inferior (PCI). Sendo assim, o fator de correção é a transformação do PCS para PCI⁹, para seguir a exigência do IPCC. Esse fator é dado pelo estado físico da

matéria, para combustíveis sólidos e líquidos, F_{corr} é 0,95, e para combustíveis gasosos, F_{corr} é 0,90, conforme MCT (Tabela 2). A tonelada equivalente de petróleo (tep) representa a energia contida em uma tonelada do petróleo médio que equivale em média 10.000 megacalorias (Mcal). No Brasil, o conteúdo energético de 1 tep é equivalente a 10.800 megacalorias (Mcal), em função do tipo de petróleo adotado como padrão, aproximadamente $45,2 \times 10^{-3}$ terajoule (TJ) (MATTOS, 2001, p.90). Portanto, tem-se a primeira fórmula:

$$CC = CA \cdot F_{comb} \cdot 45,2 \cdot 10^{-3} \cdot F_{corr} \quad TJ \quad (1)$$

Com o consumo de energia (CC) em terajoule, é possível obter a quantidade de carbono (QC) emitida na queima do combustível em toneladas (tC). Para essa transformação, é necessário o fator de emissão (F_{emis}) de cada combustível, significa dizer que para cada 1 TJ de energia (tC/TJ) consumido provoca a emissão de uma respectiva quantidade de toneladas de carbono. Cada combustível tem seu fator de emissão (Tabela 2), valor fornecido pelo IPCC (internacional) e pelo MCT (nacional). Dada a fórmula:

$$QC = CC \cdot F_{emiss} \quad tC \quad (2)$$

Tendo a quantidade de carbono emitida, finalmente, encontra as emissões de dióxido de carbono (CO_2), como já dito, um dos gases de maior causa do efeito estufa. Essa transformação está em função dos pesos moleculares¹⁰, sendo que 12 tC correspondem a 44 t CO_2 , logo 1 t CO_2 é igual a 0,2727 tC. Tem-se a fórmula:

$$ECO_2 = QC \cdot 44/12 \quad tCO_2 \quad (3)$$

A partir do método apresentado pode-se estimar as equações ajustadas por tipo de combustível, resultando que para cada 1 m³ de consumo aparente, emite-se específicas quantidades em toneladas CO_2 (Tabela 3).

Tabela 2 – Fatores de conversão, correção e emissão por combustíveis utilizados no Método “Top-Down”

| Combustível | Fator de Conversão (tep) | Fator de Correção (PCS / PCI) | Fator de Emissão (tC / TJ) |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Álcool Hidratado | 0,510 | 0,95 | 14,8 |
| Gasolina | 0,770 | 0,95 | 18,9 |
| Gasolina de aviação | 0,763 | 0,95 | 18,9 |
| GLP | 0,611 | 0,90 | 17,2 |
| Óleo Combustível | 0,959 | 0,95 | 21,1 |
| Óleo Diesel | 0,848 | 0,95 | 20,2 |
| Querosene de Aviação | 0,822 | 0,95 | 19,5 |
| Querosene Iluminante | 0,822 | 0,95 | 19,6 |

Fonte: IPCC; Brasil/MCT.

Por fim, busca-se valorar as emissões de GEE a partir do consumo de combustíveis no Brasil e Mato Grosso entre 2000 e 2008, estimando a participação na composição do PIB de cada economia analisada para reconhecer a parcela do produto que seria estimada como custo externo. Para isso, utilizaram-se os GEE agregados do Brasil e de Mato Grosso por ano analisado, os quais foram indexados pelo valor cotado da tonelada de carbono no mercado internacional, comercializado na BM&F do Brasil. Os preços dos créditos de reduções certificadas de emissões de carbono (RCEs¹¹) estão disponíveis na Tabela 1.

Tabela 3 - Equações Ajustadas da ECO₂ dos Combustíveis

| Combustível | Equação Ajustada | Unid. |
|----------------------|--------------------------------------|------------------|
| Álcool Hidratado | ECO ₂ = CA x 1,1884074400 | tCO ₂ |
| Gasolina C | ECO ₂ = CA x 2,2913213400 | tCO ₂ |
| Gasolina de Aviação | ECO ₂ = CA x 2,2704911460 | tCO ₂ |
| Óleo Diesel | ECO ₂ = CA x 2,6969984213 | tCO ₂ |
| Óleo Combustível | ECO ₂ = CA x 3,1859175553 | tCO ₂ |
| GLP | ECO ₂ = CA x 1,5675522720 | tCO ₂ |
| Querosene de Aviação | ECO ₂ = CA x 2,5237126200 | tCO ₂ |
| Querosene Iluminante | ECO ₂ = CA x 2,5366547360 | tCO ₂ |

Fonte: Elaborado pelos autores com base no método "Top-Down".

Uma vez estimado o custo ecológico anual da emissão de GEE, poder-se-á relacionar com o PIB nacional e matogrossense, percebendo a tendência do custo de mitigação sobre o nível de produção das economias analisadas. Este indicador poderá demonstrar se a economia está intensificando o uso de tecnologias poluidoras ou se está conseguindo produzir com tendência de redução de GEE por unidade monetária gerada. A equação é a seguinte:

$$\text{Custo Ecológico} = \text{RS} \frac{\text{GEE}}{\text{PIB}} \quad (4)$$

Estas relações poderão garantir a visualização de um cenário do "peso do carbono" nas economias em relação à emissão de GEE por unidade monetária produzida. Dada a velocidade de redução dos GEE na sócio-economia analisada, poder-se-á perceber se a política de substituição dos hidrocarbonetos está sendo suficientemente rápida para reduzir os efeitos do GEE sobre a mudança climática.

4 ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE GEE E SEU CUSTO ECOLÓGICO

O PIB matogrossense cresceu a taxa geométrica de 4,4% ao ano entre 2003 e 2010 e a economia brasileira apresentou uma taxa de 5,5% ao ano no mesmo intervalo. Em 2010, o PIB estadual foi estimado em 57,2 bilhões de reais, a preços de 2010, e do Brasil aproximadamente 3,6 trilhões de reais. Para alcançar esses valores, a economia nacional demandou cerca de 117,9 milhões de m³ de combustíveis e Mato Grosso, nele inserido, demandou 3,0 milhões de m³ de combustíveis, um percentual de consumo de 2,5% em relação ao Brasil.

A taxa geométrica de emissão de GEE pelo consumo de combustíveis cresceu a 2,0% ao ano em Mato Grosso entre 2003 e 2010. O maior fluxo de emissão foi registrado em 2010, com 7,2 milhões de tCO₂. O óleo diesel representou 74% das emissões matogrossenses, seguidos de 12% da gasolina C, 7% do etanol hidratado e 4% do GLP.

Neste mesmo período (2003-2010), as emissões totais do Brasil cresceram a uma taxa anual de 4,0%. Em 2010 as emissões brasileiras alcançaram 270 milhões de tCO₂, sendo que o óleo diesel representou 49% das emissões, a gasolina ficou com 25%, o etanol hidratado ficou com 7% e o GLP com 7%. As emissões totais em Mato Grosso, referentes ao consumo de combustíveis, representaram 2,7% das emissões nacionais em 2010, uma participação pouco superior à sua cota de consumo de 2,5% nos combustíveis.

Contudo, em Mato Grosso não há produção de combustíveis derivados de petróleo, sendo este bem econômico importado de outros estados do país. Somente há produção de biocombustíveis derivados da cana, soja e gordura animal. Com isso, o comércio de combustíveis fósseis contribui negativamente para o saldo da Balança Comercial Interestadual, registrando em 2006 um déficit na conta de combustíveis de aproximadamente 1,1 bilhões de reais (FARIA *et.al.*, 2009, p.36).

Conhecendo as emissões totais de tCO₂ nas economias de Mato Grosso e do Brasil no período entre 2003 e 2010, pode-se atrelar estes valores ao preço do carbono nas bolsas de Chicago e Europeia, estimando o *quantum* total de externalidades negativas geradas pelo consumo de combustíveis nestes espaços.

Na Tabela 4 pode-se visualizar este exercício em relação a Mato Grosso, tendo a Bolsa de Chicago como referência. Considerando que todo o carbono emitido fosse valorado, ter-se-ia em 2003 uma externalidade negativa de R\$27,0 milhões, representando 0,07% do PIB regional. As cotações do carbono crescem nesta bolsa a partir de 2005, quando entra em vigor o Tratado de Quioto. No quadriênio 2005-2008 a externalidade negativa alcançaria seus estertores, com pico em 2006, chegando a uma massa de R\$52,2 milhões, ou, 0,12% do PIB de Mato Grosso. No biênio 2009-2010 os preços caem vertiginosamente e a externalidade valorada alcançaria níveis de apenas 0,02% em 2009 e infinitesimal em 2010, frente ao PIB regional. Pode-se afirmar que um mercado regional que operasse como ofertante de sequestro de carbono para mitigar estas emissões estaria em crise aguda, visto que um possível valor bruto da produção despencaria de R\$52,2 milhões em 2006 para pouco mais de R\$1,1 milhão em 2010, mesmo considerando que 2010 foi o ano de maior emissão de tCO₂. Por outro lado, os poluidores estariam em uma posição mais confortável, pois suas externalidades estariam tendendo a zero, considerando os preços de Chicago.

Tabela 4 – PIB, emissões de CO₂ convertidas em valor pela Bolsa de Chicago e custo ecológico (CE) em relação ao PIB: Mato Grosso (2003-2010)

| Ano | PIB (R\$ 1.000) (A) | CE Total – CCX (B) | % CE Total / PIB (C=B/A) |
|-------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 2003 | 41.312.680 | 27.053.679 | 0,07% |
| 2004 | 50.046.781 | 28.488.046 | 0,06% |
| 2005 | 47.874.377 | 32.510.860 | 0,07% |
| 2006 | 44.288.553 | 52.204.105 | 0,12% |
| 2007 | 51.027.973 | 43.042.289 | 0,08% |
| 2008 | 56.983.501 | 48.211.683 | 0,08% |
| 2009 | 57.325.216 | 13.175.691 | 0,02% |
| 2010 | 57.224.517 | 1.164.867 | 0,00% |

Fonte: Elaboração dos autores com base em dados do IBGE/ANP e metodologia do trabalho.

* Valores deflacionados para ano base 2010.

Na Tabela 5 visualiza-se caso similar na economia nacional. No biênio 2003-2004 os valores moderados do carbono em Chicago gerariam uma externalidade total de aproximadamente R\$900 milhões, próximos de 0,04% do PIB brasileiro. No quadriênio 2005-2008 os custos externos alcançariam suas marcas mais elevadas, com pico em 2006. Neste ano a externalidade chegaria a R\$2,0 bilhões, impactando 0,07% do PIB brasileiro. Em 2009 há uma forte queda do valor do carbono, quando a estimativa do custo externo chega a R\$481,1 milhões e em 2010 a apenas R\$43,4 milhões. O peso deste custo no PIB seria inferior a 0,01%, nos últimos dois anos. Assim, caso existisse um mercado mitigador destes efeitos, o seu valor bruto seria fortemente impactado, caindo de mais de R\$2,0 bilhões em 2006 para apenas R\$43,1 milhões em 2010. Os poluidores, por sua vez, estariam sendo fortemente beneficiados pela contenção do custo externo.

Na Tabela 6 visualiza-se a estimativa do custo externo ou ecológico atrelado ao preço do carbono na Bolsa Europeia do Clima. O primeiro ano de cotação foi 2005, quando do início do Tratado de Quioto. Para este ano, caso todas as emissões de carbono derivados do consumo de combustíveis fosse internalizado em Mato Grosso, ter-se-ia um montante de R\$494,6 milhões ou 1,03% do PIB regional. Pela cotação de Chicago seriam apenas R\$32,5 milhões neste ano. Observe-se a grande discrepância entre estes valores e os seus diferentes impactos, sejam eles no custo das empresas ou na formação de um mercado sequestrador de carbono.

Tabela 5 – PIB, emissões de CO₂ convertidas em valor pela Bolsa Européia e custo ecológico (CE) em relação ao PIB: Brasil (2003-2010)

| Ano | PIB (R\$ 1.000) (A) | CE Total - ECX (B) | % CE Total / PIB (C=B/A) |
|------|------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 2003 | 2.518.206.310 | 902.947.208 | 0,04% |
| 2004 | 2.628.863.383 | 894.228.052 | 0,03% |
| 2005 | 2.743.765.460 | 1.165.639.612 | 0,04% |
| 2006 | 2.976.406.665 | 2.079.342.515 | 0,07% |
| 2007 | 3.181.358.219 | 1.695.519.664 | 0,05% |
| 2008 | 3.258.309.739 | 1.794.614.978 | 0,06% |
| 2009 | 3.362.777.537 | 481.188.173 | 0,01% |
| 2010 | 3.674.964.382 | 43.453.009 | 0,00% |

Fonte: Elaboração dos autores com base em dados do IBGE/ANP e metodologia do trabalho.

* Valores deflacionados para ano base 2010.

Em 2006 há uma crise da economia regional e os preços do carbono também recuam na bolsa, com impactos na queda do custo ecológica para R\$331,2 milhões neste ano, representando 0,75% do PIB de Mato Grosso. Em 2007 há uma recuperação econômica e os preços do carbono sobem ligeiramente, formando um custo ecológico de R\$360,8 milhões ou 0,71% do produto interno bruto regional. Em 2008 os preços do carbono alcançam seu ponto máximo e a economia de Mato Grosso demanda combustíveis de forma crescente, com uma estimativa de custo externo de R\$424,4 milhões neste ano. Apesar de crescente, este custo externo ficaria em 0,74% do PIB, fração substancialmente inferior aos 1,03% de 2003.

Tabela 6 – PIB, emissões de CO₂ convertidas em valor pela Bolsa Europeia e custo ecológico (CE) em relação ao PIB: Mato Grosso (2003-2010)

| Ano | PIB (R\$ 1.000) (A) | CE Total – ECX (B) | % CE Total / PIB (C=B/A) |
|-------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 2003 | 41.312.680 | - | - |
| 2004 | 50.046.781 | - | - |
| 2005 | 47.874.377 | 494.636 | 1,03% |
| 2006 | 44.288.553 | 331.250 | 0,75% |
| 2007 | 51.027.973 | 360.854 | 0,71% |
| 2008 | 56.983.501 | 424.442 | 0,74% |
| 2009 | 57.325.216 | 263.553 | 0,46% |
| 2010 | 57.224.517 | 244.604 | 0,43% |

Fonte: Elaboração dos autores com base em dados do IBGE/ANP e metodologia do trabalho.

* Valores deflacionados para ano base 2010.

No biênio 2009-2010 os preços do carbono recuam na Europa e os custos externos estimados para Mato Grosso caem a R\$263,5 e R\$244,6 milhões, respectivamente. A parcela no PIB arrefece a 0,46% e 0,43% nestes anos. Caso houvesse um mercado para mitigar as externalidades, os agentes estariam sujeitos a fortes oscilações, pois o valor bruto deste segmento haveria despencado de R\$494,6 milhões em 2005 para R\$244,6 milhões em 2010. Se por um lado seria um constrangimento na receita bruta, por outro demonstra uma tendência de contenção

dos custos externos, pois as emissões totais de GEE vêm crescendo a uma taxa inferior (2,0% a.a.) à expansão do PIB (4,4% a.a.) entre 2003 e 2010.

Na Tabela 7 pode-se verificar o custo ecológico das emissões de carbono pelo uso de combustíveis na economia brasileira, considerando os preços da Bolsa Europeia. O padrão de tendência é similar ao caso de Mato Grosso. No início da série os preços de 2005 geram o maior *quantum* de custo ecológico, no montante de R\$17,7 bilhões, representando 0,65% do PIB nacional. Com a queda dos preços em 2006 e 2007, os valores do custo ecológico retraem a R\$13,1 bilhões em 2006 e R\$14,2 bilhões em 2007. A participação no PIB alcançaria 0,44% e 0,45% respectivamente. Em 2008 os preços do carbono sobem, mas as emissões crescem a uma taxa inferior ao PIB, fato que controla o limite superior dos custos externos, que são estimados em R\$15,7 bilhões, ou, 0,48% do PIB neste ano.

No biênio 2009-2010, além da tendência da redução das emissões, os preços cotados do carbono são suprimidos e o custo ecológico se comprime consideravelmente. Em 2009 seria de R\$9,6 bilhões e em 2010 de R\$9,1 bilhões. O percentual do PIB seria de 0,29% em 2009 e 0,25% em 2010. Note-se que o esforço em mitigar estes custos externos chegaria ao seu menor patamar em 2010, demonstrando que as emissões estão sendo reduzidas tanto por unidade monetária gerada quanto pelos preços com tendência negativa das externalidades. Um possível mercado mitigador estaria observando suas receitas brutas se deprimindo neste período, saindo de R\$17,7 bilhões em 2005 para R\$9,1 bilhões em 2010. Por outro lado, os custos ecológicos ou externos estariam sendo contidos, mais pela retração dos preços do que necessariamente pela redução das emissões.

Tabela 7 – PIB, emissões de CO₂ convertidas em valor pela Bolsa Europeia e custo ecológico (CE) em relação ao PIB: Brasil (2003-2010)

| Ano | PIB (R\$ 1.000) (A) | CE Total - ECX (B) | % CE Total / PIB (C=B/A) |
|-------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 2003 | 2.518.206.310 | - | - |
| 2004 | 2.628.863.383 | - | - |
| 2005 | 2.743.765.460 | 17.734.592 | 0,65% |
| 2006 | 2.976.406.665 | 13.194.016 | 0,44% |
| 2007 | 3.181.358.219 | 14.214.734 | 0,45% |
| 2008 | 3.258.309.739 | 15.799.300 | 0,48% |
| 2009 | 3.362.777.537 | 9.625.194 | 0,29% |
| 2010 | 3.674.964.382 | 9.124.458 | 0,25% |

Fonte: Elaboração dos autores com base em dados do IBGE/ANP e metodologia do trabalho.

* Valores deflacionados para ano base 2010.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que as emissões de GEE no Brasil estão fortemente atreladas à mudança do uso do solo, do desmatamento e das queimadas. Contudo, os combustíveis representam um importante fator de emissão, pois são essenciais para o deslocamento de bens e de pessoas. O uso desses materiais tende a se elevar no longo prazo, tanto pela expansão populacional quanto pelo incremento de renda e capacidade de consumo. Desta forma, visando evitar um recrudescimento das emissões de GEE deste tipo de material, este trabalho buscou posicionar as emissões do Brasil e do estado de Mato Grosso referentes ao consumo de combustível, frente a uma possível criação de mercados de mitigação de externalidades negativas, materializados em custos ecológicos valorados por circuitos e processos aceitos como formadores de preço de processos poluidores.

Os resultados concretos indicam que tanto em Mato Grosso quanto na economia brasileira, os custos ecológicos tenderam a reduzir-se no período 2003-2010, tanto pela contenção das emissões frente a uma taxa de crescimento do PIB, quanto pela queda dos preços do carbono nas bolsas internacionais. Não se afirma

que a questão está sendo solucionada, mas que neste período os custos ecológicos apresentaram tendência de contenção absoluta e frente ao percentual do PIB.

O exercício feito aqui se refere a uma possível internalização dessas externalidades como custos ecológicos, considerando que toda a emissão de GEE poderia afetar agentes difusos e, portanto, seria passível de ser incluída no rol de contas das empresas e da sociedade. Os resultados indicam que a Bolsa de Chicago não valora estes custos no mesmo patamar que a Bolsa Europeia. Caso os poluidores se atrelem aos preços da Bolsa de Chicago, os custos ecológicos tenderiam a ser infinitesimais, sem comprometer a reprodução do capital e o princípio do poluidor pagador (PPP) apenas estaria oficializando a prática da poluição, pois o custo de oportunidade de poluir seria interessante para os emissores. Por outro lado, a Bolsa Europeia poderia garantir valores mais próximos de uma necessidade de repensar o modelo de produção e consumo pela pressão externa imposta por custos ecológicos assumidos em um ambiente competitivo. Quanto mais pressão estes custos criarem, mais respostas à mitigação seriam criadas, desde um mercado de sequestro do carbono até tecnologias poupadoras de combustíveis e com menor poder de emissão de GEE.

Acredita-se que se este exercício não esgota as estimativas e possibilidades de mensuração de custos ecológicos, lança à comunidade acadêmica e à sociedade os impactos nas contas nacionais de uma possível aceitação dos custos externos da emissão de GEE de combustíveis. Mais do que os valores absolutos em si, propõem-se a refletir sobre as possibilidades do mercado de auxiliar no processo de mitigação dos efeitos adversos dos GEE, admitindo que outros esforços são essenciais, como a educação ambiental, a regulação, instrumentos de comando e controle e outros. Conhecendo e reconhecendo o potencial de mercado e qual o seu peso no esforço social da mudança, ter-se-á mais clareza dos demais instrumentos necessários que comporiam uma política pública de mitigação das externalidades negativas e da inclusão de um custo ecológico na sociedade. A solução não passa somente pelo mercado, mas não pode se furtar deste lócus interativo.

ABSTRACT

The main objective of this study was to estimate the level of greenhouse gases emission (GHG) from the consumption of fossil and renewable fuels in Brazil and in the state of Mato Grosso between the years 2003 and 2010. Once recognized the quantum of GHG emission, was calculated the ecological cost of this emission as from the prices of the ton of carbon traded on the European Climate Exchange and on the Chicago Climate Exchange. From this exercise, was estimated the weight of this ecological cost on Gross Domestic Product (GDP) of the Brazil and of Mato Grosso in the period analyzed, considering hypothetically the incorporation of these external costs in the productive matrix of both the spatial references. Using the database of fuel consumption in Brazil and Mato Grosso of the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels, we employed the method "Top Down" or IPCC's reference method to estimate emissions of carbon dioxide. Attached the price of the carbon in the exchanges of the Europe and of the United States to greenhouse gases emission, to estimate the external costs, called here of the ecological costs. The results show that ecological costs are tending at reduction during this period, both by contention of the GHG emission compared to GDP as by the negative trend of the carbon prices in the international exchanges.

Keywords: Externalities; Kyoto Protocol; Carbon Market; Ecological Costs.

NOTAS

¹Economista, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronegócios e Desenvolvimento (PPG-ADR) da Faculdade de Economia da UFMT

² Economista, Doutor em Desenvolvimento Socioambiental (NAEA/UFPA), Professor Adjunto II da Faculdade de Economia da UFMT

³ Green House Gases (GHG), na sigla em inglês.

⁴ As Partes incluídas no Anexo I referem-se aos países industrializados que foram obrigados a mitigar as emissões totais de dióxido de carbono entre 2008 a 2012, a retornar aos níveis de 1990. É composto por 34 países chamados (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1998). A divisão entre Partes Anexo I e Não Anexo I tem como objetivo separar a responsabilidade pelo aumento da concentração atmosférica de gases de efeito estufa. As Partes Anexo I possuem metas de limitação ou redução de emissões (PINTO, MOUTINHO e RODRIGUES, 2008).

⁵ As Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) são documentos emitidos pelo Conselho Executivo da UNFCCC no âmbito do Protocolo de Quioto. Esses documentos certificam que determinado projeto produziu a absorção de gás carbônico ou a redução de emissão de gases de efeito estufa por meio do MDL. São bens negociáveis no “mercado de carbono”, pois representam créditos que podem ser utilizados pelas Partes do Anexo I como forma de cumprimento parcial de suas metas de mitigação de GEE. Os países desenvolvidos podem atingir suas metas elaborando projetos de redução de emissão no próprio país ou comprando certificados de outros países (BRASIL/ MMA/MC, 2007, p.29).

⁶ “O objetivo MDL é assistir às Partes Não Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o propósito final da Convenção, e assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões” (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

⁷ Transformando na mesma unidade monetária, ter-se-ia na ECX um valor de R\$65,61 e na CCX um valor de R\$4,31.

⁸ Grupo Intergovernamental de Especialistas em Mudanças Climáticas, em português.

⁹ “A grande maioria dos combustíveis contém hidrogênio e umidade em sua composição química. Sabe-se que o hidrogênio dos combustíveis pode reagir com

oxigênio do ar, durante a combustão, produzindo água, que acrescida da umidade do combustível, passa a fazer parte dos produtos de combustão. Se a água total resultante da combustão estiver na fase líquida, o poder calorífico é dito superior (PCS). Caso contrário, se estiver vaporizada, diz-se que o poder calorífico é inferior (PCI)” (OLIVEIRA e LOBO, 2001, p.4).

¹⁰ Peso molecular do Carbono é 12 e do Oxigênio é 16, portanto o peso molecular do gás carbônico (CO₂) é 44.

¹¹ Certified Emission Reductions (CERs), na sigla em inglês.

REFERÊNCIAS

ALVARES JR., O. M.; LINKE, R. R. A. Metodologia Simplificada de Cálculo das Emissões de Gases do Efeito Estufa de Frotas de Veículos no Brasil. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, vol.11, n.2, ISSN 1413-4152. Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). *Vendas, pelas Distribuidoras, dos Derivados Combustíveis de Petróleo (metros cúbicos)*. Dados Estatísticos Mensais. 02 de fevereiro de 2009. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>

_____. IPEADATA. *Taxas de Câmbio Anual real/euro e real/dólar*. Gazeta Mercantil. 2009.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); MINISTÉRIO DAS CIDADES (MC). *Mecanismo de Desenvolvimento Limpo aplicado a resíduos sólidos: Gestão Integrada de resíduos sólidos*. p. 29. Rio de Janeiro, 2007.

_____. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). *Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo*. Última compilação do site da CQNUMC: 02 de setembro de 2009. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30317.html>>

CÁNEPA, E. M. *Economia da Poluição*. In: MAY, P. H.; LUSTOSA, M.C.; VINHA, V. (org.) *Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática*. Cap. 2. Editora Campus, 2003.

CÁNEPA, E. M. *Economia da Poluição*. In: MAY, P. H. (org.) *Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática*. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CLIMATE CHICAGO EXCHANGE (CCX). *Price and volume reported in metric tons CO₂*. Trade on CCX – Market Data. 2009. Disponível em: <<http://www.chicagoclimatex.com/market/data/summary.jsf>>

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). *International Energy Annual 2006. World Carbon Dioxide Emissions from the Consumption and Flaring of Fossil Fuels, 1980-2006*. 2008. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/emeu/iea/carbon.html>>

EUROPEAN CLIMATE EXCHANGE (ECX). *ECX EUA Futures Contract: Historic Data 2005*. ECX Historical Data. 2009. Disponível em: <<http://www.ecx.eu/EUA-Futures>>

FARIA, A.M.M. ; DALLEMOLE, D. ; LAMERA, J.A. ; LEITE, S.C.F. ; GOMES, V.M. ; ALMEIDA, D.J.A ; VEIGA FILHO, L.S. ; ALVES, A.P. *Nota Técnica 4: Análise do Balanço de Pagamentos do Estado e a importância dos APLs no Fluxo de Comércio (Mato Grosso)*. 2009. (Relatório de pesquisa). Análise do Mapeamento e das Políticas para Arranjos Produtivos Locais no Norte e Nordeste do Brasil e dos Impactos dos Grandes Projetos Federais em Estados Nordestinos Selecionados. Projeto de Pesquisa/UFMT, p.89. Mato Grosso, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais*. Acesso: 12 de outubro de 2009. Citado em: 17 de outubro de 2009. Acesso em: dez/2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>.

LEGGETT, J. *Aquecimento Global*. O Relatório do Greenpeace. Editora FGV. Rio de Janeiro, 1992.

MANO, C.; GONÇALVES, J.A. Revista Exame. *A Bolsa que vende ar - O primeiro mercado de compra e venda de créditos de carbono do mundo, sediado em Chicago, não pára de crescer*. 18 de agosto de 2007. [citado em 20 de agosto de 2009]. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/inc/pop_print.html>

MATTOS, L.B.R. A Importância do Setor de Transportes na Emissão de Gases de Efeito Estufa – O Caso do Município do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. p. 88. 2001.

MAZENOTTI, P. Agência Brasil. *Proposta brasileira sobre mudanças climáticas deve ficar pronta este mês*. 12 de outubro de 2009. [citado em 17 de outubro de 2009]. Disponível em:
<<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2009/10/12/materia.2009-10-12.7512531623/view>>

OLIVEIRA, J.M.C.; LOBO, P.C. *Avaliação do Potencial Energético de Resíduos de Biomassa Amazônica*. Universidade Federal de Itajubá. 2001.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Protocolo de Quioto à Convenção sobre Mudança do Clima. p. 6. 1997.

PINTO, E.P.P.; MOUTINHO, P.; RODRIGUES, L. *Perguntas e Respostas sobre o Aquecimento Global*. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Belém-PA, 2008.

ROMEIRO, A.R. *Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares*. Texto para Discussão, n. 28. IE/ UNICAMP. 1999.

_____. *Introdução*. Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática. MAY, P. H.; LUSTOSA, M.C.; VINHA, V. (org.) Editora Campus, 2003.

ROVÈRE, E.L.; COSTA, R.C. *Contabilização do balanço de carbono: indicadores de emissões de gases de efeito estufa*. In: ROMEIRO, A. R. (Org.). Avaliação e Contabilização de Impactos Ambientais. Campinas: Editora da Unicamp, 2004.

THOMAS, J.M.; CALLAN, S.J. *Economia Ambiental – Aplicações, Políticas e Teoria*. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). *Quioto Protocol*. 2009. Disponível em:
<http://unfccc.int/Quioto_protocol/items/2830.php>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). 2º CONGRESSO UFSC DE CONTROLADORIA E FINANÇAS. *Análise da Volatilidade e Formação dos Preços dos Certificados de Carbono Negociados na Bolsa de Chicago (Chicago Climate Exchange) e na Bolsa Européia (European Climate Exchange)*. 2008.