

SEÇÃO ESPECIAL**IX CIENAGRO – O AGRONEGÓCIO DA BIODIVERSIDADE**

NOTA

Mudanças climáticas e o mercado de carbono

Roberta Rodrigues Roubuste^{1,*} , Guilherme Valcorte¹ , Nadia Helena Bianchini¹ 
& Kássya Melissa Oliveira de Souza² 

¹Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, Cidade Universitária, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

²Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Governador Magalhães Barata, 376, São Brás, CEP 66040-170, Belém, PA, Brasil.

*Autor para correspondência: robertaroubuste@gmail.com

Recebido em 14.XII.2021

Aceito em 16.II.2022

DOI 10.21826/2446-82312022v77e2022014

RESUMO – O aprimoramento dos estudos nas diferentes áreas científicas tornam cada vez mais alarmante os impactos resultantes das mudanças climáticas no planeta. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é apresentar as práticas desenvolvidas no Brasil e no mundo a respeito das mudanças climáticas e carbono florestal, como também a importância das florestas nativas e plantadas. O presente trabalho foi elaborado a partir de uma revisão da literatura, na qual se realizou consulta em livros, revistas e periódicos on-line, por meio da plataforma Google Acadêmico e Periódicos CAPES. Para mitigar as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) no Brasil, uma das hipóteses seria reduzir os desmatamentos, pois a maior parte das emissões brasileiras de gases de efeito estufa resulta do desmatamento e da queima das florestas para dar lugar principalmente à pecuária. A redução do agravamento do aquecimento global pode se dar por meio do armazenamento de carbono atmosférico. As florestas possuem grande importância para a redução do aquecimento global e das mudanças climáticas, por meio do sequestro de carbono. Sendo assim, é fundamental que profissionais e pesquisadores desenvolvam estudos que analisem a efetividade das atuais medidas mitigatórias, com a elaboração de alternativas que incluam florestas nativas e plantadas.

Palavras-chave: aquecimento global, gases de efeito estufa, plantios florestais

ABSTRACT – Climate change and the carbon market. The improvement of studies in different scientific areas makes the impacts resulting from climate change on the planet increasingly alarming. Thus, the objective of this work is to present the practices developed in Brazil and in the world regarding climate change and forest carbon, as well as the importance of native and planted forests. The present work was based on a literature review, in which books, journals, and online periodicals were consulted through the Google Academic and CAPES Periodicals platforms. To mitigate greenhouse gas emissions (GG) in Brazil, one of the hypotheses would be to reduce deforestation, since most Brazilian GHG emissions result from deforestation and the burning of forests to make way for livestock. Reducing the worsening of global warming can be done through the storage of atmospheric carbon. Forests are of great importance in reducing global warming and climate change by sequestering carbon. Thus, it is essential that professionals and researchers develop studies that analyze the effectiveness of current mitigation measures, with the development of alternatives that include native and planted forests.

Keywords: global warming, greenhouse gases, forest plantations

Uma versão preliminar deste artigo foi apresentada no IX CIENAGRO Simpósio da Ciência do Agronegócio – “O agronegócio da biodiversidade”, promovido pelo Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios (Cepan/UFRGS) e realizado entre nos dias 7 e 8 de outubro de 2021, de forma virtual.

INTRODUÇÃO

O aprimoramento dos estudos nas diferentes áreas científicas tornam cada vez mais alarmante os impactos resultantes das mudanças climáticas no planeta. O aumento dos processos de industrialização, agropecuária e o uso de energias de fontes não renováveis, potencializaram e continuam impulsionando o aquecimento atmosférico através do efeito estufa (Marandola Jr 2009). Esses processos liberam os GEEs (gases de efeito de estufa), que constituem a principal fonte de absorção de calor de forma desequilibrada na atmosfera e, assim, tornam um fenômeno natural de regulação térmica em um processo alarmante para a população mundial (UE 2009).

Nesse sentido, o carbono atmosférico, em razão das elevadas quantidades emitidas por ano, é o principal responsável no que se refere à potencialização do efeito estufa e, portanto, a sua neutralização é alvo constante em políticas públicas de desenvolvimento sustentável (Marengo 2006). De acordo com o mesmo autor, a fotossíntese é o processo de neutralização do carbono atmosférico de maior representatividade e prático quando se refere desta temática.

Nessa perspectiva, levando em consideração a grande potencialidade de conversão de carbono atmosférico em biomassa presente em indivíduos arbóreos, torna-se notório a aptidão das florestas nativas e plantios florestais para a mitigação do impacto das emissões CO₂ (dióxido de carbono) (Aholoukpè *et al.* 2013). Entretanto, para que sejam viáveis do ponto de vista da sustentabilidade, é preciso analisar as questões socioeconômicas envolvendo as medidas compensatórias (Rodrigues *et al.* 2014).

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é apresentar as práticas desenvolvidas no Brasil e no mundo a respeito das mudanças climáticas e carbono florestal, como também a importância das florestas nativas e plantadas referente ao assunto abordado.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi elaborado a partir de uma revisão da literatura, na qual se realizou consulta em livros, revistas e periódicos on-line, por meio da plataforma Google Acadêmico e Periódicos CAPES. As palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram: “mudanças climáticas”, “carbono atmosférico” e “gases de efeito estufa”. Posteriormente, realizou-se a extração de informações de relevância para a redação do manuscrito.

Para a seleção dos trabalhos encontrados foram utilizados como métodos de exclusão:

- i. Leitura dos títulos e identificação de estudos não condizentes com o tema;
- ii. Leitura dos resumos e identificação de estudos que não se enquadram ao assunto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudanças climáticas no mundo levaram a inúmeras reuniões das Nações Globais ao longo dos anos. Através

da Organização das Nações Unidas (ONU), em 1992, no Rio de Janeiro, ocorreu a chamada Rio 92, onde reuniu chefes de Estado para debater formas de desenvolvimento sustentável. Além disso, baseou algumas iniciativas da atualidade, como as periódicas reuniões chamadas de Conferência das Partes (COP), onde se reúnem interessados em debates sobre as mudanças no clima (CBDS 2017).

Um dos acordos da COP foi o denominado Protocolo de Quioto, que ocorreu em 1997, onde estipulou-se metas para reduzir as emissões GEE para países desenvolvidos, sendo estes os maiores responsáveis pela demasiada poluição do ar (CBDS 2017). No entanto, este acordo só foi vigorado em 2005, onde foi atendida a exigência de ratificação de no mínimo 55% dos países membros da Convenção (MMA 2016). Para países em desenvolvimento como o Brasil, China e Índia, não foram estabelecidos compromissos perante as emissões, pois acreditava-se que suas prioridades estavam em setores sociais, as iniciativas tomadas seriam de modo “voluntário” de cada país (Souza 2015).

De tal maneira a maior prioridade do Brasil, dentro do Protocolo, foi de reduzir o desmatamento, já que o país possui 16 % das florestas do mundo, e através de atividades de manejo sustentável e proteção das florestas, contribuiria para o ciclo do carbono e redução das emissões dos GEEs (Souza 2015). O Brasil homologou o documento do Protocolo de Quioto em 2002 através do Decreto Legislativo nº 144 de 2002 (MMA 2016).

Passados 10 anos da Rio 92, em 2002 ocorreu na África do Sul, a chamada Rio +10, onde o objetivo da conferência era de avaliar o que já havia sido feito até o momento, além disso, também incluiu em seus debates aspectos sociais, como a qualidade de vida da população (Magalhães 2015). De certa forma, os resultados desta conferência não foram muito satisfatórios, visto que, alguns países exportadores de petróleo não assinaram o acordo que visava utilizar 10% de energia renovável (Francisco 2013), e, além disso, alguns acordos não estabeleciam metas, o que para alguns ambientalistas, complicava a cobrança entre as nações (Magalhães 2015).

Em 2012, foi realizado no Brasil a Rio +20, conferência em prol do desenvolvimento sustentável, e que visava a renovação dos compromissos firmados pelas nações e a avaliação do progresso do que foi realizado nos últimos 20 anos (Guimarães & Fontoura 2012).

Em 2015, a COP realizou o denominado Acordo de Paris, onde objetivava fortalecer a capacidade dos países de lidar com as mudanças climáticas, visando reduzir as emissões dos gases do efeito estufa no âmbito sustentável (MMA 2016). Para isso, os governos determinaram seus próprios compromissos, através das denominadas Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas (iNDC), onde cada país apresentava sua contribuição para diminuir as emissões dos GEE, considerando o cenário econômico do local sustentável (MMA 2016).

O iNDC do Brasil assumiu o compromisso de diminuir as emissões dos GEE em 37% abaixo dos níveis de 2005, até o ano de 2025 e, gradativamente, reduzir em 43% abaixo

dos níveis de 2005, até o ano de 2030 (MMA 2016). De fato, segundo dados de 2017 do Centro Comum de Pesquisa da Comissão Europeia e da Agência Holandesa de Avaliação Ambiental (PBL), o Brasil está entre os maiores emissores de GEE, ocupando o 6º lugar, com 2,4% das emissões totais, atrás de China, EUA, Índia, Rússia e Japão. Subsequente ao Brasil tem-se a Indonésia, Canadá e México, sendo que estes países juntos respondem a 60% das emissões totais (Stylianou *et al.* 2018).

Diante disso, o Brasil se responsabilizou por aumentar a atividade de bioenergia sustentável para 18% até 2030, assim como restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas (MMA 2016).

Nesse sentido, para mitigar as emissões de GEEs no Brasil, uma das hipóteses seria reduzir os desmatamentos, pois a maior parte das emissões brasileiras de gases de efeito estufa resulta do desmatamento e da queima das florestas para dar lugar principalmente à pecuária (Nobre 2008). Segundo o mesmo autor, as atividades econômicas associadas à mudança dos usos da terra na Amazônia e nos Cerrados, responsáveis pelas emissões, como a pecuária, soja, madeireiras, dentre outras, e praticadas na totalidade das áreas já alteradas nesses biomas, respondem por aproximadamente 1% do PIB brasileiro.

Para cumprir os acordos mundiais, o governo brasileiro desenvolveu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), oficializando o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de redução de emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020. Instituída em 2009 pela Lei nº 12.187, buscando aliar o desenvolvimento econômico e social com a proteção do sistema climático global (MMA 2016).

Segundo o MMA (2016), as diretrizes do PNMC estabelece os Planos setoriais de mitigação e adaptação à mudança do clima para a consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono, visando atender metas de redução gradativa de emissões antrópicas quantificáveis e verificáveis, considerando diversos setores, como geração e distribuição de energia elétrica, transporte público urbano, indústria, serviços de saúde e agropecuária, considerando as especificidades de cada setor, inclusive por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAS).

Através do Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas, o governo assumiu a responsabilidade de reduzir as emissões de GEE entre 133 milhões e 166 milhões de toneladas, de 2010 a 2020, por meio da recuperação de pastagens degradadas, ampliação dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Sistemas Agroflorestais (SAF), sistema de plantio direto na palha, da fixação biológica de nitrogênio, da área com florestas plantadas e do manejo de dejetos animais. O Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC) apresenta as mesmas metas definidas na PNMC, com um grau maior

de aprofundamento nas estratégias de implementação e nas ações propostas. Uma das ações é promover a restauração e o plantio de 12 milhões de hectares de florestas nas próximas décadas. (MAPA 2018).

Uma alternativa para reduzir o agravamento do aquecimento global consiste no armazenamento do carbono atmosférico. Os vegetais, utilizando-se de sua capacidade fotossintética, fixam o gás carbônico atmosférico, biossintetizando na forma de carboidratos, sendo por fim depositado na parede celular. Este processo é conhecido como “sequestro” de carbono (Renner 2004). Assim, a quantidade de biomassa das florestas indica o quanto elas podem estar contribuindo para emissão ou estoque de carbono.

Uma das formas de realizar a compensação ou neutralização de carbono pode se dar por meio do plantio de árvores, que ocorre pelo sequestro de carbono da atmosfera, em que o mesmo é fixado na biomassa da planta. Uma árvore em média é capaz de sequestrar 15,6 quilos de CO₂ por ano, e conseqüentemente torna mais fácil na determinação do número de árvores que serão necessárias para compensar as emissões de empresas, por exemplo, obtidas no inventário de emissão de GEEs (Duarte & Marchetto 2014).

A quantificação de árvores necessárias para neutralizar as emissões pode ser determinada por meio do cálculo da geração de gases de efeito estufa. O CO₂ é absorvido pela fotossíntese e utilizado para seu crescimento, que é armazenado na biomassa, ou seja, é o estoque de carbono (Duarte & Marchetto 2014). Para a realização de compensação de carbono, o emissor pode escolher investir tanto em novas áreas de reflorestamento, como também em áreas já consolidadas. A aplicação de investimentos em novas áreas se dá por meio de compra e plantio de mudas, e sua manutenção. Em programas de preservação, muitas vezes as árvores já são adultas e têm grande estoque de carbono por hectare, assim existem custos de manutenção florestal, como por exemplo, infraestrutura e administração (Duarte & Marchetto 2014).

A compra de áreas de florestas em países em desenvolvimento por empresas estrangeiras vem causando inúmeros conflitos com as comunidades tradicionais que vivem nestes locais. Na maioria dos países em desenvolvimento existem disputas territoriais em decorrência da expansão agropecuária e a não demarcação de territórios das populações tradicionais (Sauer & Leite 2012).

O monitoramento das áreas destinadas aos projetos de crédito de carbono é mais um desafio a ser superado. Podendo ser citado como exemplo o Brasil, que usa um programa de satélites que rastreia a perda de árvores em grande escala, mas há sinais de que os proprietários de terras estão desmatando áreas menores para escapar da detecção. Além disso, o sistema não leva em conta outros fatores importantes, como a degradação, o desgaste de árvores por causa de incêndios e a extração de madeira (Song & Moura 2019).

Devido aos problemas técnicos e de direitos humanos ligados a esses projetos, a União Europeia parou de aceitar a maioria dos créditos. Um estudo realizado em 2015 aponta que 75% dos créditos emitidos provavelmente não representariam reduções significativas, afirmando também que, se os países tivessem reduzido à poluição, em vez de fazer compensações, as emissões globais de CO₂ naquele período teriam sido 600 milhões de toneladas mais baixas (Song & Moura 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As florestas possuem grande importância para a redução do aquecimento global e das mudanças climáticas, por meio do sequestro de carbono. Sendo assim, é fundamental que profissionais e pesquisadores desenvolvam estudos que analisem a efetividade das atuais medidas mitigatórias, com a identificação dos pontos problemáticos de cada uma delas e elaborando alternativas que incluam florestas nativas e plantadas, bem como contribuir na elaboração de políticas públicas de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- Aholoukpè, H., Dubos, B., Flori, A., Deleporte, P., Amadji, G., Chotte, J. L., Bla Vet, D. 2013. Estimating aboveground biomass of oil palm: Allometric equations for estimating frond biomass. *Forest Ecology and Management*, 292: 122-129. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.11.027.
- Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS). 2017. Entenda o que é aquecimento global. Disponível em: <https://cebds.org/author/cebds/>. Acessado em 08.12. 2021.
- Duarte, L. P. S. S. & Marchetto, M. 2014. Compensação de CO₂ em eventos, Estudo de caso: feira do empreendedor. *Engineering and Science*, 1(1): 1-12.
- Francisco, W. C. 2013. "Rio+10". Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/rio-10.htm>. Acessado em 29.10.2021.
- Guimarães, R. & Fontoura, Y. 2012. Desenvolvimento sustentável na Rio+20: discursos, avanços, retrocessos e novas perspectivas. *Cad. EBAPE.BR*, 10 (3): 508- 532.
- Magalhães, L. 2015. RIO +10. Toda Matéria. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/rio-10/>. Acessado em 29.10.2021.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). 2018. Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas. Brasília. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/outras-publicacoes/plano-nacional-de-desenvolvimento-de-florestas-plantadas.pdf>. Acessado em 29.10.2021.
- Maradola, J. R. E. 2009. Tangenciando a vulnerabilidade. *In: População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais*. Daniel Joseph Hogan; Eduardo Marandola Júnior (Orgs.). Campinas: Núcleo de Estudos de População – Nepo/ Unicamp; Brasília: UNFPA.
- Marengo, O. J. A. 2006. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 212 p.
- Ministério do meio ambiente (MMA). 2016. Política Nacional sobre Mudança do Clima. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima.html>. Acessado em 07.12.2021.
- Nobre, C. 2008. Mudanças climáticas e o Brasil – Contextualização. Parcerias Estratégicas. Brasília/DF. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/326/320. Acessado em 07.12.2021.
- Renner, R. M. 2004. Sequestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil. Dissertação 132 p., Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Rodrigues, T. O., Caldeira-Pires, A., Luz, S., Frate, C. A. 2014. GHG balance of crude palm oil for biodiesel production in the northern region of Brazil. *Renewable Energy* 62: 516-521. DOI: 10.1016/j.renene.2013.08.006.
- Sauer, S. & Leite, S. P. 2012. Expansão Agrícola, Preços e Apropriação de Terra Por Estrangeiros no Brasil. *RESR* 50 (3): 503-524.
- Sousa, R. Protocolo de Kyoto. 2015. Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/protocolo-kyoto.htm>. Acessado em 28.10.2021.
- Song, L. & Moura, P. 2019. Porque os créditos de carbono para preservar florestas podem ser piores do que nada. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/reportagens-especiais/uma-verdade-ainda-mais-inconveniente/#page1>. Acessado em 07.12.2021.
- União Europeia (UE). 2009. Decisões aprovadas conjuntamente pelo parlamento europeu e pelo conselho. *Jornal Oficial da União Europeia*, p. 136-148. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009D0406&from=EN>. Acesso em 08.12.2021.