

## **Socio-environmental costs: financial quantification of carbon credits in agriculture and sustainability in the relation of produced agroenergy with used energy matrix**

Reception of originals: 11/28/2017  
Release for publication: 09/04/2018

### **Marcos Andrade**

Mestrando em Desenvolvimento Rural Sustentável - UNIOESTE  
Instituição: Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Endereço: Av. Tarquínio Joslin dos Santos, 1300 - Foz do Iguaçu/PR - CEP: 85.870-650  
E-mail: [marcos.consultor@hotmail.com](mailto:marcos.consultor@hotmail.com)

### **Armin Feiden**

Doutor em Agronomia - UNESP  
Instituição: Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Endereço: Rua Pernambuco, 1777 - Marechal Cândido Rondon/PR - CEP: 85.960-000  
E-mail: [armin.feiden@gmail.com](mailto:armin.feiden@gmail.com)

### **Wilson João Zonin**

Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento - UFPR  
Instituição: Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Endereço: Rua Pernambuco, 1777 - Marechal Cândido Rondon/PR - CEP: 85.960-000  
E-mail: [wzonin@yahoo.com.br](mailto:wzonin@yahoo.com.br)

### **Fabiola Graciele Besen**

Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável - UNIOESTE  
Instituição: Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Endereço: Av. Tarquínio Joslin dos Santos, 1300 - Foz do Iguaçu/PR - CEP: 85.870-650  
E-mail: [fabiolagracielebesen@gmail.com](mailto:fabiolagracielebesen@gmail.com)

### **Tércio Vieira de Araújo**

Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável - UNIOESTE  
Instituição: Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Endereço: Av. Tarquínio Joslin dos Santos, 1300 - Foz do Iguaçu/PR - CEP: 85.870-650  
E-mail: [professortercio@hotmail.com](mailto:professortercio@hotmail.com)

### **Abstract**

The present study aimed to quantify the financial value of the carbon credits generated by the substitution of diesel fuel for biofuels in the agricultural activity, analyzing the energy matrix and the energy sources used in agriculture. Reducing greenhouse gas emissions and carbon sequestration generate credits that can be traded through financial returns. In view of this, the following problem arose: Can carbon credits stimulate change in the agricultural production model so that there is a reduction in emissions and an increase in carbon sequestration in rural areas? In addition to the financial return for the commercialization of credits, low-carbon agriculture can make use of indirect benefits such as subsidized interest financing lines and access to more demanding markets. The methodology used was the exploratory and bibliographical research by obtaining data on carbon credits and gas emissions. From this, an

analysis was developed applying the qualitative and quantitative approach, measuring the financial value of the carbon credits generated in agriculture. Through these analyzes, it was possible to conclude that the socio-environmental actions resulting from the agricultural activity produce carbon credits that can be commercialized by the farmer.

Keywords: Energy matrix. Socio-environmental costs. Carbon credits.

## 1. Introdução

A agricultura é produtora de insumos energéticos renováveis, como a cana de açúcar, a soja, o milho, girassol, algodão, amendoim, biomassa, lenha, carvão vegetal e a participação destas fontes energéticas agrícolas na matriz energética brasileira é significativa.

De outro lado, a agricultura utiliza energia para desenvolver as atividades de cultivo, reflorestamento e criação de animais. Do cotejo destas premissas, pode-se concluir que a agricultura é o ator principal na produção de florestas e plantações de energia, mas está em dissonância com os princípios de sustentabilidade quando utiliza em sua matriz energética combustíveis não renováveis em percentual superior às energias de fontes renováveis. A matriz energética brasileira é a mais renovável do planeta, com participação de várias fontes de energias renováveis. A participação da agricultura nesta matriz é significativa.

Neste cenário, há espaço para a agricultura nacional se redimir e migrar para a utilização de combustíveis provenientes de fontes renováveis. Com isto, abre-se caminho para os créditos de carbono e compensação financeira pela redução da produção de carbono na agricultura. A agricultura brasileira é responsável pela produção de carbono em escala significativa, principalmente pelo fato de utilizar óleo diesel em grande escala na sua matriz energética. Os créditos de carbono na agricultura podem advir de outras atividades que impactam positivamente na redução do carbono. Florestamento com destinação posterior para a indústria moveleira, por exemplo, irão reter o carbono por um longo tempo. O plantio direto em substituição ao plantio convencional também gera créditos de carbono, bem como a utilização de biodigestores e de biomassa na propriedade rural.

O Protocolo de Quioto, do qual o Brasil é signatário desde sua concepção é o Tratado Internacional que regulamenta a comercialização e avaliação dos créditos de carbono.

A partir destas considerações, propõe-se o problema de pesquisa: “Os créditos de carbono gerados na agricultura têm significância financeira para estimular a redução de emissão de gases de efeito estufa e alavancar a agricultura de baixo carbono?”

O estudo tem como objetivo, a partir da problemática estabelecida, quantificar o valor financeiro dos créditos de carbono gerados no cultivo de um hectare de cereal, com a substituição do óleo diesel fóssil por biocombustível.

A justificativa se baseia na atualidade do tema, bem como a expressiva participação da agricultura tanto na redução das emissões de dióxido de carbono, como na geração de gases de efeito estufa. O estudo encontra amparo na Convenção do Clima, na agenda 2030 e no interesse da Ciência e da sociedade em resolver os problemas decorrentes da afetação do ambiente, impactado pela influência do Homem no relevo. Necessita-se a instauração de políticas públicas para que a humanidade atinja o ponto de inflexão em relação ao seu relacionamento com o ambiente.

Na visão de Capra (2006), os novos conceitos em física provocaram uma profunda mudança na visão que temos do mundo: passou-se da concepção mecanicista de Descartes e Newton para uma visão holística e ecológica. É premente a compreensão dos efeitos colaterais decorrentes das alterações climáticas, para que a humanidade possa mudar o ponto de vista e a forma como se relaciona com o ambiente; o que Capra chama de “o ponto de mutação”.

Para seguir adiante, devemos reconhecer que, no meio de uma magnífica diversidade de culturas e formas de vida, somos uma família humana e uma comunidade terrestre com um destino comum. Devemos somar forças para gerar uma sociedade sustentável global baseada no respeito pela natureza, nos direitos humanos universais, na justiça econômica e numa cultura da paz. Para chegar a este propósito, é imperativo que nós, os povos da Terra, declaremos nossa responsabilidade uns para com os outros, com a grande comunidade da vida, e com as futuras gerações (CARTA DA TERRA, 1992).

O aumento de temperatura pode provocar, no Brasil, de modo geral, uma diminuição de regiões aptas para o cultivo dos grãos. Com exceção da cana-de-açúcar e da mandioca, todas as culturas sofreriam queda na área de baixo risco e, por consequência, no valor da produção, podendo gerar perdas nas safras de grãos de R\$ 7,4 bilhões já em 2020 – número que pode subir para R\$ 14 bilhões em 2070 (ASSAD, 2008).

A hipótese do tema está na direção de que os créditos de carbono podem servir de estímulo direto ou indireto, financeiro ou econômico, para que a agricultura de baixo carbono se sobreponha aos atuais modelos de agronegócios fincados na produtividade, no uso excessivo de agrotóxicos e na monocultura, priorizando a produção de alimentos com sustentabilidade e qualidade superior.

## 2. Legislação Ambiental Brasileira

O Artigo 225, *caput*, da Constituição Federal de 1.988 constitucionaliza a questão ambiental e origina diversos princípios gerais de direito ambiental na legislação brasileira: “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e de preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 2012). O Supremo Tribunal Federal citou o *caput* do artigo 225 da Constituição e extraiu o Princípio do Desenvolvimento Sustentável:

A QUESTÃO DO DESENVOLVIMENTO NACIONAL (CF, ART. 3º, II) E A NECESSIDADE DE PRESERVAÇÃO DA INTEGRIDADE DO MEIO AMBIENTE (CF, ART. 225): O PRINCÍPIO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL COMO FATOR DE OBTENÇÃO DO JUSTO EQUILÍBRIO ENTRE AS EXIGÊNCIAS DA ECONOMIA E AS DA ECOLOGIA. – O princípio do desenvolvimento sustentável, além de impregnado de caráter eminentemente constitucional, encontra suporte legitimador em compromissos internacionais assumidos pelo Estado brasileiro e representa fator de obtenção do justo equilíbrio entre as exigências da economia e as da ecologia, subordinada, no entanto, a invocação desse postulado, quando ocorrente situação de conflito entre valores constitucionais relevantes, a uma condição inafastável, cuja observância não comprometa nem esvazie o conteúdo essencial de um dos mais significativos direitos fundamentais: o direito à preservação do meio ambiente, que traduz bem de uso comum da generalidade das pessoas, a ser resguardado em favor das presentes e futuras gerações.” (STF, ADI 3.540-MC, Rel. Min. Celso de Mello, DJ 03/02/06).

Da leitura do texto Constitucional, observa-se que o ônus de defender e preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado é do Poder Público e da coletividade. Ações públicas e comunitárias devem andar alinhadas, porque consciência ecológica e educação ambiental são elementos essenciais na formação de um povo que pretende diminuir o impacto no meio, conforme o próprio texto Constitucional já previu no inciso VI, parágrafo único, artigo 225 (BRASIL, 2012).

Os Princípios gerais de Direito Ambiental decorrentes do texto Constitucional são: Princípio do direito à sadia qualidade de vida; Princípio do acesso equitativo aos recursos naturais; Princípios usuário-pagador e poluidor-pagador; Princípio da precaução; Princípio da prevenção; Princípio da reparação; Princípio da informação; Princípio da participação; Princípio da obrigatoriedade da intervenção do poder público (MACHADO, 2009).

Para Milaré (2005, p. 162), a enumeração de Princípios Gerais de Direito Ambiental é mais longa e respinga no conceito de propriedade, incumbindo ao Poder Público estabelecer as políticas, controlar, educar e fiscalizar, enquanto a coletividade participa:

Princípio do ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental da pessoa humana; Princípio da natureza pública da proteção ambiental; Princípio do controle do poluidor pelo Poder Público; Princípio da consideração da variável ambiental no processo decisório de políticas de desenvolvimento; Princípio da participação comunitária; Princípio do poluidor-pagador; Princípio da prevenção; Princípio da função socioambiental da propriedade; Princípio do usuário-pagador; Princípio da cooperação entre os povos.

Nesta classificação, a propriedade tem uma nova função, além da social, que é a função socioambiental. Isto impacta no conceito de utilitarismo da propriedade privada, que já não se resume somente a produtividade, mas passa também pelo viés socioambiental.

Sachs defende que o ambiente deve ser compreendido como uma dimensão do desenvolvimento, necessitando ser internalizado em todos os níveis de decisão (SACHS, 1986). A defesa do meio ambiente é Princípio Geral da Ordem Econômica, clara indicação Constitucional de que não há progresso econômico sem respeito e harmonização com o meio ambiente. Este dispositivo está alinhado com o artigo 186 da Constituição Federal que elenca as diretrizes para que uma propriedade rural cumpra sua função social, sob pena de desapropriação em caso de descumprimento da legislação ambiental.

A partir do texto Constitucional e da análise dos Princípios Gerais de Direito Ambiental, observa-se que o Direito Ambiental possui uma posição privilegiada em relação a outros Institutos de natureza Constitucional, como é o caso da propriedade, da liberalidade e da individualidade da pessoa. Isto fica mais claro quando os incisos II, III e VI do artigo 170 da Constituição Federal sistematizam a ordem econômica e delimitam o campo de atuação dos direitos individuais, principalmente na fronteira da seara ambiental (BRASIL, 2012).

Para Cortela, várias organizações são encantadoras. Apesar de não renegarem o lucro, encaram-no como resultado de um trabalho com desdobramentos benéficos no âmbito social-comunitário. Não ambicionam um ganhar indiscriminado (CORTELA, 2016).

A análise dos inúmeros casos de injustiça ambiental existentes no país convida a não olhar a questão ambiental desconectada da sociedade e do mercado. Mais do que isso, o mercado neo liberal é o núcleo gerador da insustentabilidade (LEROY, 2011).

Sustentabilidade é o princípio constitucional que determina, independentemente de regulamentação legal, com eficácia direta e imediata, a responsabilidade do Estado e da

sociedade pela concretização solidária do desenvolvimento material e imaterial, socialmente inclusivo, durável e equânime, ambientalmente limpo, inovador, ético e eficiente, no intuito de assegurar, preferencialmente de modo preventivo e precavido, no presente e no futuro, o direito ao bem-estar físico, psíquico e espiritual, em consonância homeostática com o bem de todos (FREITAS, 2011).

É neste solo fértil, adubado pela Constituição Federal e pelos Princípios Gerais de Direito Ambiental, que o Brasil adentra nas discussões internacionais a respeito das questões ambientais. Quando são iniciadas as interações que desaguariam no Protocolo de Quioto, o Brasil já estava presente e seria um dos primeiros signatários do Tratado que mudou a dinâmica ambiental entre as Nações. O Brasil ratificou o Acordo de Paris setembro de 2016, mediante aprovação do Congresso Nacional, o que tornou os compromissos que o Brasil assumiu em Paris oficiais e a NDC – Contribuição Nacionalmente Determinada, ficou assim:

A NDC do Brasil compromete-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025, com uma contribuição indicativa subsequente de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Para isso, o país se compromete a aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, bem como alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030. Confirma os fundamentos para NDC brasileira. A NDC do Brasil corresponde a uma redução estimada em 66% em termos de emissões de gases efeito de estufa por unidade do PIB (intensidade de emissões) em 2025 e em 75% em termos de intensidade de emissões em 2030, ambas em relação a 2005. O Brasil, portanto, reduzirá emissões de gases de efeito estufa no contexto de um aumento contínuo da população e do PIB, bem como da renda per capita, o que confere ambição a essas metas (MMA, 2016).

O Brasil está desenvolvendo o PNA – Plano Nacional de Adaptação, que fornecerá as bases para que o Brasil reforce sua capacidade de adaptação, de avaliação de riscos climáticos e de gestão de vulnerabilidades nos níveis nacional, estadual e municipal. A visão brasileira para ações de adaptação compreende integrar a gestão de vulnerabilidades e riscos climáticos às políticas e estratégias públicas e ampliar a coerência das estratégias de desenvolvimento nacional e locais com medidas de adaptação (MMA, 2015).

## 2.1. Protocolo de Quioto

A legislação ambiental internacional é composta por Tratados Internacionais, aos quais os países aderem como signatários e internalizam em sua legislação pelo meio

legislativo. Os países-membros da ONU - Organização das Nações Unidas, começaram a discutir o combate às mudanças climáticas em 1992, no Rio de Janeiro. Foi então que surgiu a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas – UNFCCC, que entrou em vigor em 1994. Anualmente, os países signatários da Convenção se reúnem na Conferência das Partes (COP) para discutirem sobre mudanças climáticas (WWF, 2017).

O protocolo de Quioto é um marco da legislação ambiental internacional, porque inicia o processo de discussão no direito internacional ambiental a respeito das questões climáticas e de como os países resolverão em conjunto os problemas ambientais do planeta. Ele foi assinado em 1997, mas só em 2005 foi ratificado pelo número mínimo de países para que pudesse começar a valer (WWF, 2017).

O Protocolo de Quioto é um Tratado Internacional, que se formaliza em um acordo formal entre entidades de direito público internacional. No caso brasileiro, O Poder Legislativo precisa chancelar todos os Tratados Internacionais que o Poder Executivo negocia em nome da República Federativa do Brasil. Este processo originou o Decreto legislativo 144/2002, que possui vigência interna no ordenamento jurídico brasileiro e internaliza os efeitos e as disposições do Protocolo de Quioto em nosso ordenamento Jurídico.

A base fundamental para o Protocolo é a legislação internacional, que imputa ao causador de dano ambiental por negligência ou política ambiental defeituosa de determinado Estado tende de modo crescente, a repercutir sobre outros, não raro sobre todos os Estados, e todos têm a ganhar com algum planejamento comum. Estas normas prestigiam os direitos humanos de terceira geração, o direito a um ambiente saudável.

Nos anos cinquenta, o Direito Internacional começa a abrir espaço para as discussões ambientais e os danos ao meio ambiente. A globalização do trato da matéria ambiental deu-se na grande Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente (Estocolmo, 1972), cujo produto foram algumas dezenas de resoluções e recomendações, além de uma Declaração de princípios que materializa as convicções comuns dos Estados. Destes princípios, adveio a Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento, a Rio 92. Os textos da Rio 92 destacam os deveres de prevenção, precaução e de cooperação internacional, e enfatizam os direitos das gerações futuras, que não deveriam ser sacrificados em favor de um desenvolvimento a qualquer preço neste momento da história, com sacrifício do meio ambiente. A partir de então, o Desenvolvimento Sustentável é o binômio que predomina nas questões ambientais (REZEK, 2000, p. 236).

A aderência do Brasil ao Protocolo de Quito se deu em 29/04/1998, tornando-se signatário deste Tratado Internacional que regulamentou, entre outras coisas, os créditos de carbono e as formas de mitigação dos gases de efeito estufa. Por meio do MDL, um país desenvolvido pode comprar reduções certificadas de emissões resultantes de atividades de

projeto desenvolvidas em qualquer país em desenvolvimento que tenha ratificado o Protocolo, desde que o governo do país anfitrião concorde que a atividade de projeto é voluntária e contribui para o desenvolvimento sustentável nacional. Na perspectiva do funcionamento do mecanismo, o proponente deve elaborar, inicialmente, um documento de concepção do projeto, aplicando uma metodologia previamente aprovada pelo Comitê Executivo do MDL para definição de linha de base e monitoramento (MMA, 2017).

No Brasil, a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima - CIMGC, edita Resoluções que regulamentam o funcionamento das regras previstas no Protocolo de Quioto no Território brasileiro. O Artigo 17 do Protocolo de Quioto estabelece a comercialização de créditos de emissões de carbono (MMA, 2017). A aquisição de créditos de carbono de outros Países deve ser suplementar, ou seja, não exime o País dos compromissos firmados de redução nas emissões. O artigo 6 do Protocolo de Quioto justifica a necessidade de comercialização de créditos de carbono entre os signatários do Tratado (MCT, 1997).

O Protocolo de Quioto expirou em 2012, quando deveria ser substituído por novo tratado internacional que considerasse a realidade atual da questão climática. Esta questão estabelecida na COP 13, não ocorreu como previsto e foi alterado o prazo para substituição do Protocolo de Quioto na COP 17, que jogou o novo prazo para 2015 na COP 21 em Paris (WIDGETS, 2017).

A Convenção de Paris, ratificada por todos os países do globo, com exceção de Estados Unidos, Síria, Nicarágua e Vaticano, reitera a necessidade do mecanismo financeiro, a ser implantado pelos países ricos e pelas instituições financeiras para financiar a redução de emissões nos países pobres. No item 54 do Acordo, estabelece que o valor é de US\$ 100 bilhões por ano e que a data limite é 2.025 para disponibilização do recurso (UNFCC, 2015).

## **2.2. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL e o Comércio de Carbono**

Por meio do MDL, um Estado Parte do Anexo I - País Desenvolvido, pode comprar reduções certificadas de emissões resultantes de atividades de projeto desenvolvidas em qualquer país em desenvolvimento que tenha ratificado o Protocolo, desde que o governo do país anfitrião concorde que a atividade de projeto é voluntária e contribui para o desenvolvimento sustentável nacional. Na perspectiva do funcionamento do mecanismo, o proponente deve elaborar, inicialmente, um documento de concepção do projeto, aplicando

uma metodologia previamente aprovada pelo Comitê Executivo do MDL para definição de linha de base e monitoramento (MMA, 2.015).

Após a elaboração do documento, o projeto precisa ser validado por uma Entidade Operacional Designada (EOD) e aprovado pela Autoridade Nacional Designada (AND), que, no Brasil, é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima. Uma vez aprovados e validados, os projetos são submetidos ao Conselho Executivo para registro. Inicia-se, então, o monitoramento e a verificação das reduções de emissões do gás de efeito estufa pertinente ao projeto, para, finalmente, serem emitidas as Remoções Certificadas de Emissões (RCEs) (MMA, 2.015).

A Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, edita resoluções que regulamentam o funcionamento das regras previstas no Protocolo de Quioto no Território brasileiro. O Artigo 17 do Protocolo de Quioto estabelece a comercialização de créditos de emissões:

Art 17. A Conferência das Partes deve definir os princípios, as modalidades, regras e diretrizes apropriados, em particular para verificação, elaboração de relatórios e prestação de contas do comércio de emissões. As Partes incluídas no Anexo B podem participar do comércio de emissões com o objetivo de cumprir os compromissos assumidos sob o Artigo 3. Tal comércio deve ser suplementar às ações domésticas com vistas a atender os compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos sob esse Artigo (MCT, 1997).

A aquisição de créditos de carbono de outros Países deve ser suplementar, ou seja, não exime o País dos compromissos firmados de redução nas emissões. O artigo 6 do Protocolo de Quioto justifica a necessidade de comercialização de créditos de carbono entre os signatários do Tratado (MCT, 1997).

Estas diretrizes ambientais da legislação nacional e do Tratado Internacional, materializados no Protocolo de Quioto, quando subsumidas à realidade da produção e do consumo de energia na agricultura brasileira, permite o estudo e a análise dos potenciais de geração de créditos de carbono no campo.

Diante deste dilema da agricultura nacional, de um lado como maior fonte produtora de energia renovável e, de outro lado, demandando a utilização de energia não renovável em suas atividades, abrem-se oportunidades para mudar o mapeamento do uso de energia no campo e, em consequência desta mudança, a geração de créditos de carbono.

### **2.3. Agricultura de baixo carbono**

Mediante a identificação da agricultura como fonte produtora de energias renováveis mas consumindo energia não renováveis, abre-se oportunidade para a mudança do perfil de utilização da energia e, em consequência, a utilização de créditos de carbono para alavancar esta mudança.

Decorrente do Protocolo de Quioto e da Rio 92, a agricultura teve sua meta delimitada pelo projeto ABC, que está estruturado em seis ações: 1) Recuperação de Pastagens Degradadas; 2) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta; 3) Sistema Plantio Direto; 4) Fixação Biológica de Nitrogênio; 5) Florestas Plantadas; e 6) Tratamento de Resíduos Animais (CORDEIRO, 2.011).

O aumento de temperatura pode provocar, no Brasil, de modo geral, uma diminuição de regiões aptas para o cultivo dos grãos. Com exceção da cana-de-açúcar e da mandioca, todas as culturas sofreriam queda na área de baixo risco e, por consequência, no valor da produção, podendo gerar perdas nas safras de grãos de R\$ 7,4 bilhões já em 2020 – número que pode subir para R\$ 14 bilhões em 2070 (ASSAD, 2.008).

A agricultura é uma atividade sensível à retenção e redução dos gases de efeito estufa, porque de um lado é produtora de energia renovável e possui alto potencial de retenção de carbono e, de outro lado, possui capacidade para mitigar suas próprias emissões adotando melhores práticas de cultivo e manejo.

O desmatamento, que é o principal colaborador na emissão de carbono no Brasil, pode ser parcialmente justificado pela invasão da agricultura, mudando a fronteira agrícola que já adentrou a região Amazônica no século passado e continua expandindo a área de plantio em direção ao pulmão do mundo. Parte da conta de emissão de carbono decorrente do desmatamento, deve ser debitado para a agricultura.

#### **2.4. Matriz energética brasileira e a agroenergia**

O Brasil tem a matriz energética com maior participação de fontes renováveis do planeta, o que possibilita à nossa economia, produzir alimentos com menor geração de gases do efeito estufa que os Países do hemisfério Norte. As fontes energéticas renováveis geralmente produzem menos gases do efeito estufa do que as fontes energéticas não renováveis.

Enquanto a média mundial de utilização de fontes renováveis é de 13%, o Brasil tem quase metade de sua matriz composta por fontes renováveis, apesar desta configuração ter se

alterado nos últimos anos e pendido em direção ao aumento da produção de energia não renovável.

Ao estudar a matriz energética brasileira, destacam-se as perdas, inclusive na transformação, que representam em média 13% da energia produzida no Brasil. Gás natural, petróleo e derivados representam 80% do crescimento da oferta interna de energia, ou seja, o País está priorizando a oferta de energia não renovável.

**Tabela 1: Oferta interna de energia no Brasil**

| Especificação          | Estrutura (%)  |                |                |                |                |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | 2010           | 2011           | 2012           | 2013           | 2014           |
| <b>Não renovável</b>   | <b>55,80%</b>  | <b>55,86%</b>  | <b>57,60%</b>  | <b>59,57%</b>  | <b>60,57%</b>  |
| Petróleo               | 38,60%         | 38,63%         | 39,21%         | 39,32%         | 39,37%         |
| Gás natural            | 10,10%         | 10,14%         | 11,49%         | 12,76%         | 13,55%         |
| Carvão Mineral         | 5,60%          | 5,58%          | 5,39%          | 5,57%          | 5,76%          |
| Nuclear                | 1,50%          | 1,51%          | 1,51%          | 1,38%          | 1,31%          |
| Outras não renováveis  | 0,00%          | 0,00%          | 0,00%          | 0,54%          | 0,59%          |
| <b>Renovável</b>       | <b>44,20%</b>  | <b>44,14%</b>  | <b>42,40%</b>  | <b>40,43%</b>  | <b>39,44%</b>  |
| Hidráulica             | 14,70%         | 14,69%         | 13,82%         | 12,52%         | 11,49%         |
| Biomassa de Cana       | 15,70%         | 15,72%         | 15,36%         | 16,06%         | 15,74%         |
| Lenha e Carvão vegetal | 9,70%          | 9,66%          | 9,07%          | 8,30%          | 8,08%          |
| Outras renováveis      | 4,10%          | 4,08%          | 4,14%          | 3,54%          | 4,12%          |
| <b>TOTAL</b>           | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> |

Fonte: (MME, 2010; MME 2011; MME 2012; MME 2013; MME 2014).

Pode-se perceber que a produção de energia no Brasil cresceu 13,73% de 2010 para 2014, mas o consumo como se comportou nesse período? Na tabela 2, verifica-se que o consumo de energia aumentou 12,19%:

**Tabela 2: Oferta x Demanda interna de energia no Brasil 2010/2014**

| Discriminação            | 2010         | 2014         | VARIAÇÃO      |
|--------------------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>Tep oferta total</b>  | <b>268,7</b> | <b>305,6</b> | <b>13,73%</b> |
| energia renovável        | 121,2        | 120,5        | -0,58%        |
| energia não renovável    | 147,5        | 185,1        | 25,49%        |
| <b>Tep demanda total</b> | <b>272,4</b> | <b>305,6</b> | <b>12,19%</b> |
| Tep consumida            | 228,7        | 265,9        | 16,27%        |
| Tep perdas               | 43,7         | 39,7         | -9,15%        |

Fonte: (MME, 2010; MME 2014).

Apesar da oferta de energia ter suprido crescimento da demanda, pode-se observar que o aumento da oferta se deu somente em fontes não renováveis. De 2010 para 2014 houve aumento de 25,49% na oferta de energia não renovável e as energias renováveis recuaram 0,58% nestes 5 anos.

Claramente, a política energética brasileira tem priorizado a energia não renovável, principalmente o gás natural, que teve oferta aumentada em 51% no período e o petróleo com aumento de 20% na oferta.

Mesmo com o aumento da demanda e do consumo, as perdas no processo energético foram reduzidas em 9,15% o que contribuiu para diminuir a necessidade de mais investimentos em oferta de energia no período.

Com base neste mapeamento da oferta e demanda da energia no Brasil, pode-se analisar a realidade da agricultura brasileira, o que possibilitará estipular se a agricultura, que é a principal produtora de energia renovável na matriz energética brasileira, também utiliza fontes de energias renováveis em sua demanda.

#### **2.4.1. Matriz energética da agricultura**

A agricultura brasileira tem boa participação no balanço energético nacional, principalmente porque produz recursos energéticos mais limpos e sustentáveis. O Brasil tem vantagens reais em relação a outros países, pois têm área suficiente, condições climáticas adequadas, tecnologias avançadas e incentivos econômicos-políticos para a produção de bioenergia.

Mesmo quando não são completamente precisos, os dados relacionados a consumo e eficiência energética constituem poderosas ferramentas de diagnóstico de sistemas produtivos agrícolas. Pela existência de numerosos trabalhos neste sentido em todas as partes do mundo, justificam-se mais estudos no Brasil. Aqui no país, os pesquisadores têm demonstrado pouco interesse no desenvolvimento de trabalhos de balanço de energia como meio de avaliar processos produtivos. O estudo seriado e persistente pode fornecer subsídios para que pesquisadores desenvolvam estudos sobre balanço energético específico para as várias áreas da agropecuária. As determinações de informações específicas para as condições brasileiras serão primordiais para a continuidade da pesquisa no setor (CAMPOS, 2.004).

Biomassa de cana, lenha e carvão vegetal representaram em torno de 24% da oferta interna de energia total no Brasil no ano de 2014. Mas de outro lado, a agricultura demanda e utiliza fontes de energias renováveis?

As duas maiores parcelas do dispêndio de energia são o preparo de solo (operação mecanizada) e os fertilizantes, mesmo no Sistema Plantio Direto de soja e milho, em que o preparo de solo é praticamente eliminado, o consumo de energia ocasionado pelas operações mecanizadas ainda é preponderante. Cabe lembrar que na etapa “fertilizantes” e “combate a pragas” parcela significativa da energia gasta se refere a sistemas mecanizados para distribuição de fertilizantes e aplicação de produtos fitossanitários. Como atualmente os motores de combustão interna movidos a diesel (combustível fóssil) são hegemônicos nas máquinas agrícolas, tem-se parte da explicação da contradição levantada (ALBIERO, 2.015).

A agricultura produz 24% da matriz energética brasileira, essencialmente de fontes renováveis (cana-de-açúcar, lenha, carvão vegetal) e demanda 4,2% do total da energia consumida, que é essencialmente de fonte não renovável (óleo diesel, fertilizantes, insumos, defensivos). No balanço energético nacional, a agricultura possui um saldo positivo na relação entre produção e demanda de energia.

Outro aspecto nesta contradição, recorrente na agricultura brasileira, é que quase a totalidade dos fertilizantes nitrogenados e produtos fitossanitários utilizados no Brasil: ou são inteiramente provenientes de matérias primas fósseis (petróleo e gás natural); ou sua obtenção através de processos físico-químicos a partir do nitrogênio atmosférico necessita de enormes quantidades de energia, que é provida essencialmente por combustíveis fósseis (ALBIERO, 2.015).

Em termos de unidades de energia, a agricultura brasileira, consome em torno de 9.500.000 toneladas equivalentes de petróleo (MME, 2010). Patusco (1998) descreve que o fator de conversão teórico entre tep (tonelada equivalente do petróleo) e MWh, considerando a primeira lei da termodinâmica, é de 0,08 tep/MWh. Portanto, a título de comparação, a energia utilizada anualmente pela agricultura no Brasil é equivalente a 118 milhões de MWh, ou seja, mais do que toda a energia gerada pela Usina Hidrelétrica de Itaipu (94 milhões de MWh), a segunda maior hidrelétrica do mundo (ALBIERO, 2.015).

Embora a agricultura brasileira seja uma grande fornecedora de energia através da produção dos componentes da agroenergia, ela tem sua matriz de consumo não muito renovável e o óleo diesel representa 58%, a lenha 25% e outras fontes 17%, da energia consumida (MME, 2010).

A evolução do consumo de energia na agricultura tem acompanhado a produtividade agrícola ao longo da história e quanto mais desenvolvida é a agricultura, menor é o seu rendimento energético. Os Países desenvolvidos absorvem 83% da energia utilizada na agricultura e os Países em desenvolvimento absorvem 17% (SEIXAS, 1.982).

Dentro do processo de produção, a energia utilizada na agricultura pode se dar de três modos: a) energia que não é utilizada diretamente pelo processo produtivo; b) energia utilizada diretamente pelo processo produtivo, mas que não é convertida em energia no produto final; e c) energia convertida em produto final. Nos países desenvolvidos, o maior consumo de energia na agricultura corresponde ao preparo do solo, plantio e colheita, ou seja, às atividades mecanizadas; em segundo vem o consumo de fertilizantes. Nos países em desenvolvimento, o maior consumo está no uso de fertilizantes, o que reforça a tese do aumento de produção à custa do uso de fertilizantes do que de tecnologia empregada (ALBIERO, 2.015).

A evolução do consumo de energia na agricultura tem acompanhado a produtividade agrícola ao longo da história. Neste ponto, quanto mais desenvolvida é a agricultura, menor é o seu rendimento energético. Os Países desenvolvidos absorvem 83% da energia utilizada na agricultura e os Países em desenvolvimento absorvem 17% (SEIXAS, 1982).

No Brasil, o setor primário é muito dependente de óleo diesel. Esta dependência onera os custos dos produtos oferecidos à população por estar o preço deste insumo sujeito as oscilações do mercado exterior. Uma das soluções para diminuir o consumo de energia proveniente dos combustíveis fósseis na agricultura, é a utilização de fontes renováveis de energia facilmente obtidas no campo, principalmente as provenientes de biomassa. Estudos apontam na direção da substituição do óleo diesel por biocombustíveis, sem onerar os custos de produção e sem perda de produtividade na agricultura.

A adoção de uma política de autossuprimento local ou regional de energia para o setor agrícola, e o incentivo a produção de energia no próprio local de consumo evitaria o vai-e-vém de combustíveis, possibilitaria a implantação de agroindústrias, geraria empregos e contribuiria para a redução do fluxo de êxodo rural (PRECCI LOPES, 2.015).

A produção de energia próxima ao local do consumo, diminui as perdas no processo e também o custo de transporte da energia. Considerando-se que a tributação sobre a energia é elevada e bem acima da média dos produtos consumidos, a produção própria de energia se torna uma opção interessante no sentido de que a tributação não alcança a energia produzida para consumo próprio. Além da questão tributária, há o aspecto logístico, onde boa parte da

energia se perde no transporte, bem como demanda a necessidade de consumir mais energia para transportar a energia e, neste balanço energético, o transporte da energia gera diversos custos que poderiam ser minimizados com a produção local da energia: perda no transporte; consumo de energia para transportar; e investimento em modais para transporte.

**Tabela 3: Distribuição do consumo de energia na agricultura**

| <b>Energia</b>              | <b>EUA</b> | <b>Europa</b> | <b>Brasil</b> |
|-----------------------------|------------|---------------|---------------|
| Uso direto como combustível | 55%        | 40%           | 21%           |
| Fertilizantes               | 30%        | 44%           | 58%           |
| Defensivos                  | 2%         | 1%            | 14%           |
| Irrigação e transporte      | 12,5%      | 15%           | 6,8%          |

**Fonte:** (SEIXAS, 1.982) adaptado pelos autores.

Na agricultura, a maior parcela de energia utilizada é para uso direto como combustível e fertilizantes. Na tabela 3, pode-se observar que o Brasil possui um mapa de uso de energia na agricultura diferente da Europa e Estados Unidos, porque consome mais fertilizantes e defensivos que os países desenvolvidos, mas menos combustível e irrigação.

### 3. Materiais e Métodos

Todas as ciências caracterizam-se pela utilização de métodos científicos. A metodologia científica é o facilitador do entendimento do processo de fazer ciência, caracterizada por ser um procedimento regular, um caminho para alcançar determinado resultado (SILVA, 2010).

Conforme expõe Silva (2010, p.53) “a escolha da metodologia oscila de acordo com os objetivos traçados da pesquisa e o problema que se encontra sendo investigado”, e relaciona-se com os objetivos e a finalidade do projeto, para descrever os passos dados para alcançar seus objetivos no que tange o processo de investigação e pesquisa. Os métodos são divididos em quatro grupos: método indutivo, método dedutivo, método hipotético-dedutivo e método dialético. O método indutivo caminha do registro de fatos singulares ou menos gerais para se chegar a conclusões desdobradas ou ampliadas em anunciado mais geral (RUIZ, 2008). Ou seja, a dedução parte de um fato específico para um fato que é mais generalizado.

O método a ser utilizado na elaboração deste trabalho é o método indutivo, pois a pesquisa se inicia com o estudo da literatura e produz conclusões baseadas nas informações constantes na literatura.

Quanto à tipologia de pesquisa, o estudo se classifica como uma pesquisa exploratória. Pesquisa exploratória tem o objetivo de dar uma explicação geral sobre determinado fato, através da delimitação do estudo, levantamento bibliográfico, leitura e análise de documentos. Portanto essa pesquisa desenvolve estudos que dão uma visão geral do fato ou fenômeno estudado (OLIVEIRA, 2007).

A utilização dos métodos e técnicas de pesquisa estão associados aos objetivos, hipóteses e aos fundamentos teóricos do objeto estudado. Esse sistema exige uma descrição e análise dos fenômenos estudados, através da abordagem quantitativa ou qualitativa. A abordagem quantitativa são dados que podem ser mensurados através de recursos e técnicas estatísticas. Esses dados podem ser coletados através de questionários, entrevistas, observações assim como regras estatísticas como porcentagem, média, moda, mediana e desvio padrão (OLIVEIRA, 2007). A pesquisa se classifica como quantitativa, pois fará uso de dados estatísticos para responder o problema de pesquisa.

Quanto a técnica utilizada, a pesquisa se classifica como bibliográfica. Pesquisa bibliográfica é a análise e estudo de documentos científicos como livros, enciclopédias, periódicos, ensaios científicos, dicionários e artigos científicos (OLIVEIRA, 2007).

A maioria das pesquisas necessitam dos conteúdos bibliográficos para dar base aos estudos e conhecer pensamentos diferentes sobre o mesmo tema. As pesquisas na internet também foram utilizadas, pois são uma ferramenta indispensável na atualidade, ao facilitar o acesso a periódicos científicos, bibliotecas virtuais e diversos temas que o pesquisador deseje estudar.

Buscou-se na literatura especializada sobre a Agroenergia e a matriz energética brasileira, em especial a utilizada na Agricultura, para o embasamento teórico necessário buscando compreender a estruturação da agricultura no que diz respeito a utilização de fontes renováveis de energia, bem como ao potencial que se abre diante das oportunidades que existem em utilizar os créditos de carbono para financiar parte da mudança da matriz energética atual da agricultura brasileira.

#### **4. Resultados e Discussões**

A geração de gases de efeito estufa, principalmente gás carbônico, pode ser medida através de critérios científicos e matemáticos. Para iniciar o levantamento, é necessário medir a quantidade de carbono gerada pelo objeto de estudo e depois cotejar com o paradigma,

identificando-se assim, a quantidade reduzida de emissão de carbono no modelo. Com a quantidade de carbono reduzida, pode-se apurar em valores monetários, qual é o valor do crédito de carbono gerado na atividade estudada.

A área de estudo é a utilização do óleo diesel na agricultura, com objetivo de identificar o impacto na redução de emissão de carbono, caso a agricultura substituísse o óleo diesel por biocombustíveis para, ao final, quantificar o valor monetário do crédito de carbono gerado em um hectare de área agrícola, cultivada com cereais, mediante a substituição do óleo diesel por biocombustível.

A tabela 4 explicita a quantidade de energia utilizada nas operações básicas da agricultura, em litros de diesel/hectare e por kg de produto.

**Tabela 4: Quantidade de energia consumida na agricultura**

| <b>Etapa</b>     | <b>Litros/Hectare</b> | <b>Litros/kg produto (cereal)</b> |
|------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| aração           | 30                    | 0,015                             |
| Gradagem ligeira | 10                    | 0,005                             |
| Enxada rotativa  | 37                    | 0,019                             |
| semeaduras       | 07                    | 0,004                             |
| pulverização     | 03                    | 0,0015                            |
| colheita         | 23                    | 0,012                             |
| roçadeira        | 08                    | 0,004                             |
| <b>Total</b>     | <b>118</b>            | <b>0,060</b>                      |

Fonte: (SEIXAS, 1.982) adaptado pelos autores.

A quantidade de óleo diesel utilizado para cultivar um hectare de cereal é de 118 litros. No cálculo da redução de emissões de Gases de efeito estufa, será considerado que o biodiesel não altera o rendimento do veículo. Estes mesmos dados podem ser apresentados em termos de emissões por litro do combustível.

Para estimar a emissão de CO<sub>2</sub> pela queima dos combustíveis, utiliza-se o método de referência do IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change* -, Grupo Intergovernamental de Especialistas em Mudanças Climáticas, em português, 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; MATTOS, 2001).

Ao considerar a emissão para cada m<sup>3</sup>, o óleo diesel possui fator de emissão, com aproximadamente 2,70 toneladas de CO<sub>2</sub> por metro cúbico consumido. A emissão de gases de efeito estufa pelo óleo diesel é 11,2 vezes maior que a emissão do biodiesel, cuja emissão é de 0,0002445 tCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (GOMES, 2.015).

Adotar-se-á a medida estabelecida pela Empresa de Pesquisa Energética, por se tratar de fonte primária de informação. A conversão destas informações em litros, estabelece que um litro de óleo diesel produz 2,93 kg/CO<sub>2</sub>/litro e os biocombustíveis geram quantidades diferentes de acordo com sua constituição (EPE, 2.015).

Mas a questão não é tão singular. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2015) informa que o óleo diesel produz 2,93 kg/CO<sub>2</sub>/litro e os biocombustíveis geram emissões diferentes, de acordo com sua estrutura e natureza, como se observa na tabela 5. Adotou-se o Biodiesel Etílico de Soja (BES) como paradigma.

**Tabela 5: Emissões de GEE e Evitadas em Misturas B-5 e B-100 (kgCO<sub>2</sub>eq/L de Combustível)**

| Combustível puro        | Emissões                            | Reduções | Emissões evitadas |
|-------------------------|-------------------------------------|----------|-------------------|
| Diesel                  | 2,93 kg CO <sub>2</sub> eq / litro  |          |                   |
| Diesel com BES (B5)     | 2,806 kg CO <sub>2</sub> eq / litro | 4,3%     | 0,13 kg/l         |
| Biodiesel BES (B100)    | 2,53 kg CO <sub>2</sub> eq / litro  | 14,6%    | 0,43 kg/l         |
| Álcool hidratado (B100) | 1,19 kg CO <sub>2</sub> eq / litro  | 59,4%    | 1,74 kg/l         |

Fonte: (EPE, 2.015) adaptado pelos autores.

O óleo diesel gera 2,93 kg CO<sub>2</sub>/litro de combustível, o biodiesel de soja B5 gera 2,806 kg CO<sub>2</sub>/litro de combustível, o biodiesel etílico de soja B100 gera 2,53 kg CO<sub>2</sub>/litro e o álcool hidratado gera 1,19 kg/CO<sub>2</sub>/l.

De acordo com notícia veiculada pela Agência Brasil de comunicação - EBC, o crédito de carbono comercializado pela Bovespa para uma empresa Suíça em 12/06/2012 foi arrematado pelo preço de 3,30 euros ou R\$ 12,15 cada crédito, que equivale a 1 tonelada de carbono resgatado:

A empresa suíça Mercuria Energy Trading S.A. arrematou com ágio de 22,2% o lote de 530 mil títulos de crédito de carbono – conhecidos como reduções certificadas de Emissão (RCEs) – leiloado hoje (12) pela prefeitura de São Paulo, na sede da BM&F Bovespa. Das cinco empresas habilitadas a participar, apenas três fizeram ofertas. O leilão, o quarto do gênero, durou cerca de meia hora. O preço mínimo foi 2,7 euros por título, que equivale a 1 tonelada de crédito de carbono. A empresa suíça pagou 3,3 euros por título (EBC, 2015).

O preço do crédito de carbono varia, assim como as ações nas bolsas de valores, de acordo com a oferta e a demanda. Em algumas épocas, o preço chegou a US\$ 30,0 (trinta dólares) a tonelada. Atualmente, o valor está em EU\$ 8,02 ou R\$ 30,00 a tonelada de carbono resgatado (INVESTING, 2.015).

Com base nestas informações, é possível determinar que, para produzir um hectare de cereais, são necessários 118 litros de óleo diesel.

Se o agricultor substituir o óleo diesel por biodiesel B100 para o cultivo, irá gerar um crédito de carbono de 0,43 kg/CO<sub>2</sub>/litro ou 50,74 kg/CO<sub>2</sub>/Hectare, o que gera um crédito financeiro de R\$ 1,52 por hectare/ano.

Caso substituir o diesel por álcool hidratado, vai gerar um crédito de carbono de 1,74 kg/CO<sub>2</sub>/litro ou 205,32 kg/CO<sub>2</sub>/Hectare, o que gera um crédito de R\$ 6,16 por hectare/ano.

## 5. Considerações Finais

Analisando-se os benefícios diretos, o aspecto financeiro não pode ser considerado um atrativo com poder de mudança do perfil da matriz energética utilizada na agricultura, quando analisado apenas a utilização de óleo diesel no cultivo.

O estudo específico sobre a substituição do óleo diesel por biodiesel é uma das fontes de retenção de carbono que advém da atividade agrícola, mas existem outros, como os biodigestores, florestamento e reflorestamento, auto geração de energia, agrofloresta, substituição de fertilizantes fósseis por fertilizantes orgânicos, substituição dos agrotóxicos por planos de manejo sustentáveis e plantio direto em substituição ao plantio convencional, que também podem gerar créditos de carbono na propriedade rural. Algumas destas atividades possuem a capacidade de diminuir a demanda de energia necessária para a atividade, como por exemplo, a logística necessária para fabricar, transportar e disponibilizar os fertilizantes fósseis. Não é só o fertilizante fóssil que gera um crédito, mas o balanço energético total necessário à sua produção, transporte e disponibilização também minimizam a geração de carbono porque eliminam-se etapas no processo energético.

A imposição legislativa pode ser uma possibilidade estimulante no sentido da migração para a agricultura de baixo carbono, a partir do momento que as regulamentações

exigirem adequações ambientais e sociais aos produtores rurais, principalmente para que o País possa atingir as metas que estão aos poucos sendo negociadas por Organismos Internacionais. O Brasil está na vanguarda das discussões e soluções climáticas, com bons exemplos de matriz energética renovável e com uma economia que emite menos carbono que a média mundial, o que pode estimular outras mudanças legais, que podem nascer da primazia geopolítica socioambiental do Estado brasileiro no ambiente global.

Faz-se necessário também, analisar os aspectos e benefícios indiretos advindos da geração dos créditos de carbono, como a redução nas taxas de juros de financiamentos, benefícios fiscais e tributários, abertura e acesso dos produtos a mercados específicos.

O BNDES possui uma linha de financiamento especial denominada pronaf-eco, dirigida ao estímulo de operações que envolvem a produção de energia limpa e as taxas de juros partem de 1,5% ao ano (BNDES, 2.017b).

Também o projeto ABC é uma linha de financiamento do BNDES que tem como objetivos: reduzir as emissões de gases de efeito estufa oriundas das atividades agropecuárias; reduzir o desmatamento; aumentar a produção agropecuária em bases sustentáveis; adequar as propriedades rurais à legislação ambiental; ampliar a área de florestas cultivadas; e estimular a recuperação de áreas degradadas (BNDES, 2.017).

Os benefícios indiretos, aliados a quantificação de todos os processos geradores de créditos na propriedade rural, podem impactar de forma significativa no aspecto financeiro como estímulo à redução nas emissões de gases de efeito estufa na agricultura e interessam ao Agricultor que pode trabalhar as questões socioambientais em sintonia com a eficiência na redução dos gases de efeito estufa e em contrapartida receber créditos de carbono.

A pesquisa preenche a lacuna de pesquisa que se origina com o acordo do clima de Paris, a COP 21, que estipulou o direcionamento de recursos financeiros e tecnologia para os Países em desenvolvimento que desenvolverem projetos de redução dos gases de efeito estufa.

A perspectiva financeira pode servir de estímulo, mas a mudança dos paradigmas atuais requer uma alteração no estilo de vida do agricultor, e as mudanças benéficas e redutoras de emissão de gases estufa podem agregar qualidade de vida, saúde e uma interação do homem com a natureza, com responsabilidade socioambiental.

## 5. Referências

ALBIERO, D. *Utilização de energia na agricultura*, parte I e II. 2015. Disponível em < <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23369&secao=Colunas%20e%20Artigos/>>. Acesso em 28 Nov. 2017.

ASSAD, E. D. *Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil*. Brasília: Embaixada Britânica; Campinas: Embrapa/ Unicamp, 2008.

BNDES. *Programa de redução na emissão de gases de efeito estufa na agricultura - programa ABC*. 2017. Disponível em < <http://www.bndes.gov.br/apoio/abc.html>>. Acesso em 28 Nov. 2017.

BNDES (b). *Pronaf eco*. 2017. Disponível em < [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/Programas\\_e\\_Fundos/pronaf\\_eco.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/pronaf_eco.html)>. Acesso em 28 Nov. 2017.

BRASIL. Constituição (1.988). Constituição da República Federativa do Brasil. 3ª Ed. São Paulo, Revista dos Tribunais, 2.012.

CAMPOS, A. T. e outro. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. *Revista Ciência rural*, v. 34, n. 6 Santa Maria Nov/dec 2004. Disponível em < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782004000600050](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000600050)>. Acesso em 28 Nov. 2017.

CAPRA, F. *O ponto de mutação*. São Paulo: Cultrix, 2006.

CARTA DA TERRA, 1992. disponível em <[www.cartadaterra.com.br](http://www.cartadaterra.com.br)> Acesso em 28 Nov. 2017.

CORDEIRO, L. A. e outros. *O aquecimento global e a agricultura de baixa emissão de carbono*. Brasília: MAPA / EMBRAPA / FEBRAPDP, 2011.

CORTELLA, M. S. *Por que fazemos o que fazemos? Aflições vitais sobre trabalho, carreira e realização*. 19ª. Ed. São Paulo: Planeta, 2016.

EBC - *Empresa Brasileira de Comunicação*. 2015. Empresa suíça arremata lote de crédito de carbono em leilão na BM&F Bovespa. notícia disponível em <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2012-06-12/empresa-suica-arremata-lote-de-credito-de-carbono-em-leilao-na-bmf-bovespa>>. Acesso em 28 Nov. 2017.

EPE – *Empresa de pesquisa energética*. 2015. Potencial de redução de emissões de CO2 em projetos de produção e uso de biocombustíveis. Disponível em [http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/Estudos\\_29/EPE%20-%202%C2%BA%20Biocombust%20C3%ADveis%20x%20MDL.pdf](http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/Estudos_29/EPE%20-%202%C2%BA%20Biocombust%20C3%ADveis%20x%20MDL.pdf)> Acesso em 28 Nov. 2017.

FREITAS, J.. *Sustentabilidade: direito ao futuro*. Belo Horizonte: Fórum, 2011.

GOMES, V. M. e outros. 2015. *Estimativa da Emissão de Gás Carbônico Derivado do Consumo de Combustíveis do Brasil e Mato Grosso entre 2000 e 2008*. Disponível em

<http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT7-468-640-20100903161203.pdf>>. Acesso em 28 Nov. 2017.

INVESTING. 2015. sítio disponível em <<http://br.investing.com/commodities/carbon-emissions>> Acesso em 28 Nov. 2017..

LEROY, J. P. *Justiça ambiental*. 2011. Disponível em:<[http://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/wp-content/uploads/2014/04/TAMC-LEROY\\_Jean-Pierre\\_-\\_Justi%C3%A7a\\_Ambiental.pdf](http://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/wp-content/uploads/2014/04/TAMC-LEROY_Jean-Pierre_-_Justi%C3%A7a_Ambiental.pdf) > Acesso em 28 Nov. 2017.

MACHADO, P. A. L. *Direito Ambiental Brasileiro*. 17<sup>a</sup> ed. São Paulo: Malheiros, 2009.

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.

MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia. Protocolo de Quioto. 1997. Disponível em <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0012/12425.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0012/12425.pdf)> Acesso em 28 Nov. 2017.

MILARÉ, É. *Direito do ambiente*. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: RT, 2005.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. *Acordo de Paris*. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>> Acesso em 28 Nov. 2017.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. NDC – Contribuição Nacionalmente Determinada. 2016. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/BRASIL\\_iNDC\\_portugues.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/BRASIL_iNDC_portugues.pdf)>. Acesso em 28 Nov. 2017.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Protocolo de Quioto. 2017. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto>> Acesso em 28 Nov. 2017.

MME – Ministério de Minas e Energia. Balanço energético 2010. Disponível em <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em 28 Nov. 2017.

MME – Ministério de Minas e Energia. Balanço energético 2011. Disponível em <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em 28 Nov. 2017.

MME – Ministério de Minas e Energia. Balanço energético 2012. Disponível em <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em 28 Nov. 2017.

MME – Ministério de Minas e Energia. Balanço energético 2013. Disponível em <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em 28 Nov. 2017.

MME – Ministério de Minas e Energia. Balanço energético 2014. Disponível em <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em 28 Nov. 2017.

OLIVEIRA, M. M.. *Como fazer uma pesquisa qualitativa*. 3. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2007.

PATUSCO, J. A. M. (1998). *Eletricidade no balanço energético nacional*. Disponível em: <<http://ecen.com/eee11/eletrben.htm>>, acessado em 28 Nov. 2017.

PRECCI LOPES, R. 2015. Energia na Agricultura. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAU80AJ/energia-na-agricultura?part=2./>>. Acesso em 28 Nov. 2017.

REZEK, J. F. *Direito Internacional Público: curso elementar*. 8ª. Ed. Saraiva. São Paulo, 2.000.

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.

RUIZ, J. A.. *Metodologia científica*. guia para eficiência nos estudos. 6a. ed. São Paulo: Atlas, 2008

SACHS, I. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. São Paulo: Vértice, 1986.

SEIXAS, J. *Produção e consumo de energia na agricultura*. Embrapa-cpac, Planaltina, 1.982

SILVA, A. C. R. da. *Metodologia da pesquisa aplicada a contabilidade: orientações de estudos, projetos, artigos, relatórios, monografias, dissertações, teses*. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

STF- Supremo Tribunal Federal. ADI 3.540-MC; Rel. Ministro Celso de Mello, DJU de 03/02/2006.

UNFCCC. COP 21 – Tratado Internacional: Acordo de Paris. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>> Acesso em 28 Nov. 2017.

WIDGETS. 2017. Disponível em <<https://widgets.socioambiental.org/widgets/timeline/535#1>> Acesso em 28 Nov. 2017.

WWF . História das Conferências do Clima : protocolo de quioto e próximo acordo global do clima. Disponível em <[http://www.wwf.org.br/informacoes/sala\\_de\\_imprensa/?uNewsID=16780](http://www.wwf.org.br/informacoes/sala_de_imprensa/?uNewsID=16780)> Acesso em 28 Nov. 2017.