

Custos socioambientais: A quantificação financeira dos créditos de carbono na agricultura e a sustentabilidade na relação da agroenergia produzida com a matriz energética utilizada

Marcos ANDRADE (UNIOESTE) - marcos.consultor@hotmail.com

Armin Feiden (UNIOESTE) - armin.feiden@gmail.com

Resumo:

O presente estudo objetiva quantificar o valor financeiro dos créditos de carbono gerados na substituição do óleo diesel por biocombustível na atividade agrícola, analisando-se a matriz energética e as fontes de energia utilizadas na agricultura. A redução na emissão de gases de efeito estufa e a retenção de carbono geram créditos que podem ser comercializados mediante retorno financeiro. Diante disso, levantou-se a seguinte problemática: Os créditos de carbono podem estimular a mudança no modelo de produção agrícola, para que haja redução na emissão e aumento na retenção de carbono no meio rural? Além do retorno financeiro pela comercialização dos créditos, a agricultura de baixo carbono pode se beneficiar de benefícios indiretos como linhas de financiamento com juros subsidiados e acesso a mercados mais exigentes. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória, bibliográfica e internet, mediante obtenção de dados a respeito dos créditos de carbono e das emissões de gases, para a partir disto desenvolver uma análise aplicando a abordagem qualitativa e quantitativa, mensurando-se o valor financeiro dos créditos de carbono gerados na agricultura. Mediante estas análises, possibilitou-se concluir que as ações socioambientais decorrentes da atividade agrícola produzem créditos de carbono que podem ser comercializados pelo agricultor.

Palavras-chave: *Matriz energética, Custos socioambientais, Créditos de carbono.*

Área temática: *Abordagens contemporâneas de custos*

Custos socioambientais: A quantificação financeira dos créditos de carbono na agricultura e a sustentabilidade na relação da agroenergia produzida com a matriz energética utilizada

Resumo

O presente estudo objetiva quantificar o valor financeiro dos créditos de carbono gerados na substituição do óleo diesel por biocombustível na atividade agrícola, analisando-se a matriz energética e as fontes de energia utilizadas na agricultura. A redução na emissão de gases de efeito estufa e a retenção de carbono geram créditos que podem ser comercializados mediante retorno financeiro. Diante disso, levantou-se a seguinte problemática: Os créditos de carbono podem estimular a mudança no modelo de produção agrícola, para que haja redução na emissão e aumento na retenção de carbono no meio rural? Além do retorno financeiro pela comercialização dos créditos, a agricultura de baixo carbono pode se beneficiar de benefícios indiretos como linhas de financiamento com juros subsidiados e acesso a mercados mais exigentes. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória, bibliográfica e internet, mediante obtenção de dados a respeito dos créditos de carbono e das emissões de gases, para a partir disto desenvolver uma análise aplicando a abordagem qualitativa e quantitativa, mensurando-se o valor financeiro dos créditos de carbono gerados na agricultura. Mediante estas análises, possibilitou-se concluir que as ações socioambientais decorrentes da atividade agrícola produzem créditos de carbono que podem ser comercializados pelo agricultor.

Palavras-chave: Matriz energética, Custos socioambientais, Créditos de carbono.

Área Temática: Abordagens Contemporâneas de Custos.

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. 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 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 busca, 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.

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”. (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

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. (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1.988).

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, 2006).

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. Da leitura 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, II 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:

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:
II – propriedade privada;
III – função social da propriedade;
VI – defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação;

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.

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 desaguardariam 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.

2.1 Protocolo de Quioto

A aderência do Brasil ao Protocolo de Quioto em 29/04/1998, tornando-se signatário deste Tratado Internacional que regulamentou os créditos de carbono, permite que a Agricultura brasileira se beneficie deste instrumento de compensação financeira pela redução de emissão de gases.

O Protocolo de Quito 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. (REZEK, 2.000).

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 do principal: uma Declaração de princípios que materializava as convicções comuns dos Estados participantes. 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, 2.000, p. 236).

O Protocolo de Quioto prevê três mecanismos de flexibilização, com a intenção de ajudar os países do Anexo I (Países desenvolvidos) no alcance da meta de redução de emissões: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Os dois primeiros se aplicam aos países Desenvolvidos, ao passo que o último, o MDL, se aplica também aos países em Desenvolvimento, caso do Brasil.

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 (CIMGC). 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 (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:

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, 2.015).

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, 2.015).

Estas diretrizes ambientais da legislação nacional e do Tratado Internacional, materializado 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 produtos com menor geração de gases do efeito estufa do 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 de que esta configuração tem se alterado nos últimos cinco anos e pendido em direção ao aumento da produção de energia não renovável, pois o Brasil claramente priorizou o aumento da produção de energia não renovável, mantendo a produção de energias renováveis estagnado, conforme se demonstra na tabela 1:

Tabela 1 - Oferta interna de energia no Brasil

Especificação	Estrutura (%)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Não renovável	55,80%	55,86%	57,60%	59,57%	60,57%
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%
Renovável	44,20%	44,14%	42,40%	40,43%	39,44%
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%
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: (Ministério de Minas e Energia - MME, 2015)

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.

Pode-se perceber que a produção de energia no Brasil cresceu 13,73% de 2010 para 2014, mas o consumo como se comportou?. 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
Tep oferta total	268,7	305,6	13,73%
energia renovável	121,2	120,5	-0,58%
energia não renovável	147,5	185,1	25,49%
Tep demanda total	272,4	305,6	12,19%

Tep consumida	228,7	265,9	16,27%
Tep perdas	43,7	39,7	-9,15%

Fonte: (Ministério de Minas e Energia -MME, 2015)

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.

Apesar do 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 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. A determinação 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, p. 1)

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, p. 1).

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, p. 1).

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, 1.982).

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 auto-suprimento 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-vem de combustíveis, possibilitaria a implantação de agroindústrias, geraria empregos e contribuiria para a redução do fluxo de êxodo rural. (PRECCI LOPES, 2.015, p. 1).

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.

O excedente de energia produzida pode ser comercializada ou trocada com a Concessionária de energia elétrica. As duas opções geram tributação.

Tabela 3 – Distribuição do consumo de energia na agricultura

Energia	EUA	Europa	Brasil
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

3 Materiais e métodos

Na realização deste estudo, optou-se por uma revisão bibliográfica, buscando na literatura especializada sobre a Agroenergia e a matriz energética brasileira, em especial a utilizada na Agricultura, para o embasamento teórico necessário para 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.

O "Método é o caminho pelo qual se chega a determinado resultado, ainda que esse caminho não tenha sido fixado de antemão de modo refletido e deliberado" (LAKATOS, 2010, p. 44).

Os métodos usados na elaboração de um trabalho podem gerar diversos resultados, inclusive alguns que muitas vezes não são esperados pelo autor. Existem diversas definições de método e algumas delas o relacionam com um caminho a ser seguido.

Método é a forma de proceder ao longo de um caminho. Na ciência os métodos constituem os instrumentos básicos que ordenam de início o pensamento em sistemas, traçam de modo ordenado a forma de proceder do cientista ao longo de um percurso para alcançar um objetivo (LAKATOS, 2010, p. 44)

Os usos dos métodos não garantem a obtenção da verdade, mas facilitam que o autor possa detectar erros, sendo fruto de decisões tomadas de forma sistemática para ordenar a atividade científica. Nas atividades científicas não se chega a verdade se não for através de métodos. Mas os métodos por si só não são suficientes para se chegar a verdade já que existem outros fatores que podem influenciar nas pesquisas (LAKATOS, 2010).

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.

A pesquisa científica pode ser classificada segundo os objetivos que o pesquisador pretende alcançar e segundo os procedimentos metodológicos e técnicos (OLIVEIRA, 2007).

Os principais tipos de pesquisa são a exploratória, pesquisa experimental, pesquisa descritiva, pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa na internet.

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)

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 da conteúdos bibliográficos para dar base aos estudos e conhecer pensamentos diferentes sobre o mesmo tema.

As pesquisas na internet são uma ferramenta indispensável na atualidade, pois, facilitam o acesso a periódicos científicos, bibliotecas virtuais e diversos temas que o pesquisador deseje estudar. Os tipos de pesquisas que serão utilizados no trabalho são a pesquisa exploratória, bibliográfica e internet.

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).

E a abordagem qualitativa pode ser caracterizada como a tentativa de explicar em profundidade o significado e a características do resultado e das informações obtidas. A abordagem facilita descrever a complexidade de problemas e hipóteses bem como analisar a relação entre diversas variáveis (OLIVEIRA, 2007).

A abordagem a ser utilizado neste artigo é tanto o qualitativo como o quantitativo.

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

Etapa	Litros/Hectare	Litros/kg produto (cereal)
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
Total	118	0,060

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 CO₂ 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 m³, o óleo diesel possui fator de emissão, com aproximadamente 2,70 toneladas de CO₂ 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 tCO₂/m³. (GOMES, 2.015).

Mas a questão não é tão singular. A Empresa de Pesquisa Energética informa que o óleo diesel produz 2,93 kg/CO₂/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: (Empresa de Pesquisa Energética- EPE, 2.015).

Tabela 5 – Emissões de GEE e Emissões Evitadas em Misturas B-5 e b-100 (kgCO₂eq/L de Combustível)

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

Fonte: (Empresa de Pesquisa Energética- EPE, 2.015) adaptado pelos autores

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/CO₂/litro e os biocombustíveis geram quantidades diferentes de acordo com sua constituição. (Empresa de Pesquisa Energética- EPE, 2.015).

O óleo diesel gera 2,93 kg CO₂/litro de combustível, o biodiesel de soja B5 gera 2,806 kg CO₂/litro de combustível, o biodiesel etílico de soja B100 gera 2,53 kg CO₂/litro e o álcool hidratado gera 1,19 kg/CO₂/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 (EBC- Empresa Brasileira de Comunicação, 2.015):

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.

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).

4 Considerações finais

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/CO₂/litro ou 50,74 kg/CO₂/Hectare, o que gera um crédito financeiro de R\$ 1,52 por hectare/ano. Se substituir o diesel por álcool hidratado, vai gerar um crédito de carbono de 1,74 kg/CO₂/litro ou 205,32 kg/CO₂/Hectare, o que gera um crédito de R\$ 6,16 por hectare/ano.

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, 2.017).

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.

Referências

ALBIERO, Daniel. **Recursos energéticos e agricultura no Brasil**. Disponível em < <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24974&secao=Colunas e Artigos>>. Acesso em: 20.jul.2015.

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

ALBIERO, Daniel. **Utilização de energia na agricultura, parte II**. Disponível em < <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23589&secao=Colunas e Artigos>> Acesso em: 20.jul.2015.

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**. disponível em < <http://www.bndes.gov.br/apoio/abc.html>>. acessado em 09/08/2017.

BNDES. **pronaf eco**. disponível em < http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/pronaf_eco.html>. acessado em 09/08/2017.

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

CAMPOS, Alessandro Torres e outro. **Balancos energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas**. Revista Ciência rural, volume 34, no. 6 Santa Maria Nov/dec 2004. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000600050> acessado em 24.jul.2015.

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

EBC - Empresa Brasileira de Comunicação. **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>>, acessada em 24.jul.2015.

EPE – Empresa de pesquisa energética. **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%C3%ADveis%20x%20MDL.pdf> acessado em 24.jul.2015.

GOMES, Vallência, Maíra e outros. **Estimativa da Emissão de Gás Carbônico Derivado do Consumo de Combustíveis do Brasil e Mato Grosso entre 2000 e 2008: Identificando Contenção de Externalidades Negativas e Tendências de Ajustamento a uma Economia de Baixo Carbono**. Disponível em <http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT7-468-640-20100903161203.pdf>>. Acessado em 25.jul.2015.

INVESTING. **sítio** disponível em <<http://br.investing.com/commodities/carbon-emissions>> acessado em 09/08/2015.

MACHADO, Paulo Afonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 14ª ed. São Paulo: Malheiros, 2006.

MAPA. Plano Nacional de Agroenergia, outubro/2005. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional 2005**. 2005.

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**. Disponível em < <http://www.mct.gov.br/>. acesso em 24.jul.2015.

MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Relatórios de Referência**. Instituto Alberto Luiz

Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia – COPPE. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT: Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/>. acesso em 24.jul.2015.

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**. 4ª ed. São Paulo: RT, 2005.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Protocolo de Quioto**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto>> acesso em 24.jul.2015

MME – Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético 2010**. Disponível em < <https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 20.jul.2015.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético 2011**. Disponível em < <https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 20.jul.2015.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético 2012**. Disponível em < <https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 20.jul.2015.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético 2013**. Disponível em < <https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 20.jul.2015.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético 2014**. Disponível em < <https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 20.jul.2015.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Diversas Informações**. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: 20.jul.2015.

PATUSCO, J. A. M. (1998). **Eletricidade no balanço energético nacional**. Disponível em: <<http://ecen.com/eee11/eletrben.htm>>, acessado em 24.jul. 2015.

PRECCI LOPES, R. **Energia na Agricultura**. Disponível em < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAU80AJ/energia-na-agricultura?part=2./>>. Acesso em: 20.jul.2015.

REZEK, José Francisco. **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.

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

TESSMER, H. **Uma síntese histórica da evolução do consumo de energia pelo homem**. Disponível em: <<http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0131010716090416.pdf>>, acessado em 24.jul.2015.