

BIOECONOMIA E AGRICULTURA FAMILIAR: PROPOSTA DE CÁLCULO PARA PEGADA DE CARBONO EM PEQUENAS PROPRIEDADES

Raiane de Carvalho Santos¹
Michelle Cruz Costa Calhau²
Raul César Mello dos Santos³
Analecia Cruz Santana Monteiro⁴

RESUMO:

O intuito desse artigo é apresentar uma proposta de cálculo para mensuração da emissão de gases poluidores nos ciclos de vida do café, visando o planejamento de medidas mitigadoras na agricultura familiar. Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica em artigos científicos, onde foram obtidos como resultado em fórmulas e conteúdo para os seguintes ciclos de vida do café: plantio (emissão de carbono por combustível), processamento, transporte (emissão de carbono por combustível) e eletricidade (emissão de carbono proveniente do uso de energia). Concluindo que existe um alto potencial nesse modelo de agricultura, precisando somente de mais pesquisa e investimento para que ocorra as melhorias necessárias.

Palavras-chave: Café. Pegada de carbono. Cálculo. Gases do efeito estufa.

1. INTRODUÇÃO:

A pegada de carbono é um assunto muito atual, em consequência de ser um dos gases que causam o efeito estufa, esse elemento é gerado em diversos tipos de atividade do cotidiano e na produção de mercadorias de empresas de grande e pequeno porte. A emissão de carbono pode gerar grandes impactos no planeta como por exemplo mudanças climáticas drásticas. Segundo o IPCC: “Ondas de calor mais intensas, chuvas mais pesadas e outros. Os extremos climáticos aumentam ainda mais os riscos para a saúde humana e os ecossistemas”, ou seja, diminuir a emissão de gases na atmosfera é uma ação urgente a nível global, mas principalmente pelas empresas e organizações.

¹Engenheira Química, Centro Universitário Unijorge; e-mail: rayanecs1999@outlook.com

² Professora e pesquisadora, Bióloga, Me. Engenharia Ambiental Urbana; e-mail: mcalhau@unijorge.com.br

³Engenheiro Eletrônico, Centro Federal de Educação Tecnológica(1989); Especialização em Engenharia Ambiental, FIB (2003); Mestre em Administração Estratégica, UNIFACS (2008); Coordenador Acadêmico e Docente do Centro Universitário Jorge Amado; e-mail: raul.mello@unijorge.edu.br

⁴Graduada em Engenharia Civil (UFBA) e em Ciências Econômicas (UCSAL), MBA em Gerenciamento de Projetos. Coordenadora dos Cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Produção, no Centro Universitário Unijorge.

Um dos focos da IPCC é a conscientização das instituições que ainda não aderiram métodos para diminuir os impactos na atmosfera. Pensando numa elaboração de estudo

de impactos desses gases que tem causado mudanças climáticas consideradas drásticas nas últimas décadas, entende-se a necessidade de abranger até mesmo os pequenos empreendimentos na conscientização da quantidade de gases estes emitem e nas medidas mitigadoras. Sendo então uma das atividades com geração de CO₂ a produção de café, mesmo na agricultura familiar emitem uma quantia considerável de carbono, levando em consideração a mão de obra e processos envolvidos que levam ao produto final.

FIGURA 1: Gráfico representando a porcentagem de cada setor na emissão de GEE

Emissões de GEE no Brasil 2019 e 2020 (tCO ₂ e – GWP-AR5)			
Setores	2019	%	2020
Agropecuária	562,987,702	29%	577,022,998
Energia	412,466,747	21%	393,705,260
Processos Industriais	99,472,616	5%	99,964,389
Resíduos	90,399,714	5%	92,047,812
Mudança de Uso da Terra e Floresta	806,996,124	41%	997,923,296

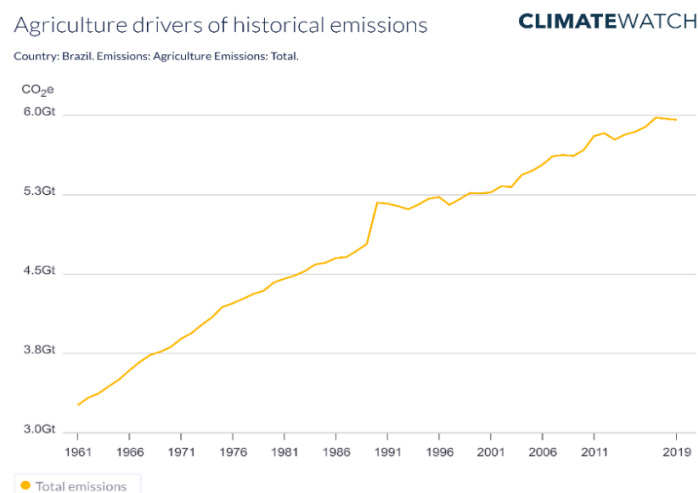
Fonte: Instituto de Energia e Meio Ambiente - Inventário de emissões dos setores no Brasil, 2020

A agricultura familiar ou de pequenas propriedades mantém muito do terreno ocioso, ou seja, não aproveitando todo o potencial do local já que em sua maioria não utiliza a mecanização em seus processos (ALVES, 2006). No entanto, com a introdução da mecanização ou semimecanizada na produção de café acarretam a maior geração de CO₂ na atmosfera, com o passar das décadas tem-se levado o assunto com seriedade. Os dados brasileiros referentes aos gases do efeito estufa do ano de 2021 estão em elevados nos setores agropecuários com uma alta 3,8%, levando em consideração que o único que apresentou baixa foi o setor de resíduos que está buscando utilizar como por exemplo o metano (CH₄) que emitido com os restos das cascas de café que geralmente são descartadas para gerar energia ou gás nas residências (Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2023). Segundo dados do Sistema de Estimativa de Emissões de Gases no ano de 2021 a emissão chegou a 601 milhões de toneladas de CO₂ em oposição a 579 milhões em 2020. Apesar disso, esse modelo de agricultura tem grande importância socioeconômica, a agricultura familiar corresponde a 3,6% do PIB brasileiro em 2003,

sendo sua participação total de foi de 30,6% e café está entre os produtos com maior valor bruto de produção (EMBRAPA, 2006).

Segundo a organização Climate Watch sucedendo o setor de energia, o setor agrícola tem uma grande parcela de emissão de GEE, dados apontam que em 2020 o setor agrícola no Brasil emitiu cerca de 519 MtCO₂eq. Os fatores responsáveis são: desmatamento e utilização de fertilizantes químicos que liberam também NO₂ na atmosfera da Amazônia e outras regiões com grande concentração de diversos biomas responsável pelo sequestro do carbono no ar, deixando a atmosfera mais vulnerável a entrada dos gases. A seguir gráfico disponibilizado pelo Instituto de energia e meio ambiente sobre valores de emissões deste setor.

FIGURA 2: Gráfico de crescimento da emissão de gases da agricultura



Fonte: Climate Watch – Drivers of Emissions, 2020

O desenvolvimento de um sistema de competitivo inteligente é o ideal, organizando um plano para inovação no agronegócio familiar (MILAN, 2007). Esse setor é grandemente apoiado pela Embrapa e outras organizações com pesquisas e materiais didáticos a fim de proporcionar o conhecimento necessário o andamento do negócio, e com uma proposta de chegar aos mercados não só nacionais mais também internacionais identificar os pontos de emissão de CO₂ contribui para uma melhor aceitação do produto dentro dos padrões do tratado de Quioto. Para iniciar o cálculo é de suma importância escolher as etapas do ciclo de vida da produção do café onde serão realizados os cálculos.

Para este artigo foram escolhidos os seguintes componentes: Plantio, processamento (mecanizada ou semimecanizada), transporte e eletricidade. Levando em consideração elevada taxa de consumo dos recursos como: energia e combustível fósseis na produção, e conseqüentemente, maior geração dos gases, esse estudo serve para identificação dos processos com maior potencial de emissão para desenvolvimento de métodos menos poluentes.

2. METODOLOGIA:

Utilizando a abordagem de pesquisa bibliográfica tendo como referência os seguintes artigos: National Greenhouse Gas Inventories Programme (2006) com as fórmulas para realização do cálculo e os artigos Estimativa da emissão de CO₂ equivalente em operações mecanizadas na cultura do cafeeiro e levantamento de emissão de gases de efeito estufa pela metodologia do carbono equivalente na cultura do cafeeiro com parâmetros para os cálculos e resultados de dados coletados de propriedades em Minas Gerais e GHG Protocolo ferramenta que disponibiliza os fatores de emissão para aplicação das equações.

3. CÁLCULO:

Para a determinação de pegada de carbono é feito cálculo comumente utilizando o fator de emissão da gasolina ou material utilizado para fertilização entre outros casos, e geralmente esse fator é tabelado pelo IPCC, multiplicando esse valor pela quantidade emitida pela aplicação de determinada fonte emissora, no caso do tratamento do café na parte da lavagem quando a propriedade é mecanizada ou semimecanizada ela tem um padrão de tempo utilizando o maquinário para determinado Kg de grãos de café.

Tornando-o basicamente diretamente proporcional, onde existe a multiplicação entre os dois ou mais valores, sendo assim, caso o valor de uma aumente automaticamente a outra se elevará pela mesma razão da primeira, o mesmo ocorre com as unidades de medida. A metodologia de cálculo a ser descrita posteriormente deve ser usada para prever as emissões existente dentro da propriedade em determinada época podendo ser revista novamente a fim de comparar ou recalcular as subseqüentes emissões de GEE.

4. PARÂMETROS:

É ideal que para realizar a proposta do cálculo se tenha um escopo com os parâmetros que serão coletados os dados na pesquisa de campo a fim de facilitar e focar em áreas que precisam de maior atenção em relação a produção de GEE.

Tendo como base o artigo de Metodologia do GHG Protocol da agricultura (Greenhouse Gas Protocol, 2015) sendo feita uma adaptação ao modelo de escopo proposto no mesmo, de forma a atender ao objetivo deste artigo.

TABELA 1: Escopo

Categoria	Emissões em Toneladas			Emissões em toneladas de CO2 equivalente (t CO2e)		
	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O
Fontes mecanizada						
Fontes semimecanizada						
Uso de energia						
Uso de combustível						
Total						

Fonte: Adaptação da Metodologia do GHG Protocol da agricultura)

Essa é a exemplificação do ciclo do café que irão ser calculadas, com exceção dos outros dois gases da tabela (N₂O e CH₄) que não serão contabilizados nessa proposta. Todas as categorias estão inclusas como fonte de emissões diretas onde a propriedade tem o controle da fonte emissora, sendo fontes mecânicas que são aquelas que consomem combustível e eletricidade emitindo gases por combustão e fontes não mecânicas que emitem por processos bioquímicos e variam de acordo com condições bioclimáticas (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2015). Esse movimento de analisar os parâmetros mais urgentes a serem calculados é importante, pois ao medir as emissões em toda a cadeia de abastecimento, podemos direcionar estratégias de redução nas áreas certas.

5. PLANTIO:

O trator é a máquina mais importante dentro da agricultura, logo é necessário ter conhecimento prévio sobre seu funcionamento e uso para otimizar a produção de café. Para que um equipamento seja utilizado racional ou eficientemente, é necessário conhecer

o sistema de manejo de solo que ele vai atender, as características desejáveis que o solo deverá apresentar, a energia consumida e, também, a sua capacidade efetiva de trabalho (há/h) (MANTOVANI, 1987). Para o cálculo de sua emissão utilizando as fórmulas do artigo estimativa da emissão de CO₂ equivalente em operações mecanizadas na cultura do cafeeiro (OLIVEIRA, 2020), que precisou fazer alguns ajustes relacionados as unidades de medida para facilitar os cálculos. Uma dessas adaptações é o fato de ter como base o rendimento do trator em hora máquina por hectare (h. maq. h⁻¹) e consumo de litros de diesel da mesma forma por hora trabalhada também (L diesel h⁻¹) dessa forma é levado em consideração a influência da mudança de temperatura sobre o combustível, mas não sua potência (energia) gerada.

FIGURA 3: Fórmula para o cálculo de consumo médio de litros diesel

$$\bar{C}_M = T_O \times \bar{C}_{\text{horário}}$$

Fonte: JÚNIOR, 2020

Sendo:

CM – Consumo médio de litros diesel

TO – Hora máquina gasta para realizar operação por hectare

Chorário – consumo médio de diesel para operação do trator em uma hora.

Estes valores auxiliam na identificação da emissão de CO₂ de uma forma mais direta, pois a emissão no caso do diesel é diretamente ligada ao fator da unidade de volume de combustível usado durante a utilização do trator no plantio. Fatores como: pressão utilizada no pneu, condições do lastro do trator (tem como função adequar o peso do trator entre os eixos), e a marcha influenciam também na emissão, no entanto isso varia bastante de acordo com o modelo de trator utilizado e deve ser analisado cuidadosamente.

6. PROCESSAMENTO:

O café depois de colhido passa por diversos processos de separação (grãos verdes e maduros), Separação de semente, secagem de grãos torra e moagem. A atividade de processamento engloba diversas técnicas que emitem bastante GEE, sendo uma delas a lavagem dos grãos que café e a separação dos grãos maduros, semi-maduros e verdes

utilizando a água com a função de retirar impurezas (macroscópicas) destes grãos. Logo após essa lavagem, em alguns casos se faz necessário a utilização de secador também para agilizar a secagem dos grãos.

Segundo Junior et.al (2015) O maior problema desses secadores semimecanizados é a utilização de palha ou lenha, que principalmente depois de usada geralmente não pode ser recuperada. Vale salientar que as propriedades que são semimecanizadas emitem menos CO₂ (1,38 t CO₂ ha⁻¹), em contrapartida sua habilidade de produção diminui em comparação as propriedades que mecanizam o tratamento do café, que por sua vez produzem emitem uma quantia maior de gases (1,91 t CO₂ ha⁻¹), devendo ser levado em consideração a necessidade do agricultor nesse caso, já que a emissão de gases não pode ser extinguida em sua totalidade (BOAS et.al, 2022)

7. TRANSPORTE:

O setor de transporte (incluindo as máquinas que fazem a colheita do café) ele é responsável por 24% de emissão de carbono entre as atividades geradoras desse gás, seja ele aéreo, ferroviário, marítimo e rodoviário (World Resources Institute, 2019). Isso ocorre pela utilização de combustível fóssil, ou seja, que tem origem do petróleo que segue sendo uma das maiores fontes de combustíveis e uma das que mais afetam o meio ambiente, tanto seu uso como também sua extração.

Nas últimas décadas tem crescido as exigências em relação a todo ciclo de vida do produto em relação ao baixo carbono como medida mitigadora para que a temperatura não alcance valor maior que 1,5°C. As atividades agrícolas têm se atualizado, tornando trabalhos que antes eram manuais e por consequência, demoravam mais para serem finalizadas e o rendimento era menor, houve a necessidade dessa transição para mecanização dos procedimentos, e estes por sua vez, utilizam combustível fóssil um dos grandes responsáveis pela geração de gases.

Dentre os modelos de combustão que podem ser mensurados é a combustão estacionária onde não existe a interferência do tempo para realização do processo como exemplo temos as caldeiras, geradores, fornos entre outros. As emissões de dióxido de carbono (CO₂) da combustão estacionária resultam da liberação de carbono no combustível durante a combustão (IPCC, 2006). Na combustão móvel é quando existe não só a variação do tempo mais também o modelo, ano e trajeto a ser feito como por exemplo os veículos, sejam estes marítimos, rodoviário ou aéreos. As emissões de CO₂

são mais bem calculadas com base na quantidade e tipo de combustível queimado e no seu teor de carbono (IPCC, 2006).

No documento do Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima existem parâmetros para quantificação da emissão de CO₂ em suas diversas formas, sendo energia um dos tópicos, avaliando o tipo de combustão de acordo com o tipo de processo (IPCC, 2006). Uma das equações disponibilizadas pelo IPCC para determinação da emissão de carbono, é a seguinte fórmula:

FIGURA 4: Equação das emissões de carbono pelo combustível

EQUATION 2.6

$$\text{Emissions} = \sum_i \sum_j (\text{Emission Factor}_{ij} \cdot \text{Fuel Consumption}_{ij})$$

Fonte: IPCC (pag. 60)

Sendo a multiplicação do fator de emissão pelo consumo de combustível, no entanto, o cálculo feito no artigo *estimativa da emissão de CO₂ equivalente em operações mecanizadas na cultura do cafeeiro* teve como base a seguinte equação:

FIGURA 5: Fórmula para o cálculo de CO₂ eq na utilização do diesel

$$\sum \text{kgCO}_{2\text{eq}} = \text{OL}(\text{F1} \times \text{FE} \times \text{PAG}) + \text{OL}(\text{F2} \times \text{FE} \times \text{PAG})$$

Fonte: OLIVEIRA, Júnior et al.,2017

Somatório dos valores obtidos de CO₂eq a partir da multiplicação das quantidades de diesel e biodiesel pelo fator de emissão e potencial de aquecimento global;

OL - Volume de óleo diesel em litros;

F1 - Fração diesel no diesel (0,95);

F2 - Fração biodiesel contida no óleo diesel (0,05);

FE - Fatores de emissão de CO₂, CH₄, N₂O (GHG PROTOCOL AGRICULTURA, 2014) (Tabela 01);

PAG - Potencial de aquecimento global do CO₂, CH₄ e N₂O, com potencial 1, 28 e 265, respectivamente (MYHRE et al., 2013).

Para assim obter o somatório de CO₂ equivalente, fazendo a soma da multiplicação da fração de diesel, fator de emissão e potencial de aquecimento global, pelo seu equivalente, porém com a fração de biodiesel. Sendo o valor de fator de emissão encontrado na tabela do GHG da agricultura. Os valores totais encontrados na utilização de maquinário no plantio foi de 241,64CO₂eq, dentre todos os processos o que se destacou com maior emissão é a aração com maior rendimento de hora máquina, sendo ele peça fundamental para uma boa safra, já que ele é responsável pelo aumento da “digestão” de matéria orgânica para troca de nutrientes entre o solo e os grãos de café.

FIGURA 6: Tabela com valores (em tonelada equivalente de petróleo)

FONTES	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
LENHA	2.178	2.244	2.356	2.538	2.411	2.523	2.446	2.421	2.639	2.682
ÓLEO DIESEL	4.734	4.799	5.099	5.685	5.515	5.772	5.662	5.889	5.888	6.184
ÓLEO COMBUSTÍVEL	64	66	61	68	68	79	17	21	29	24
GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO	23	19	19	22	23	8	12	11	12	2
QUEROSENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ELETRICIDADE	1.349	1.412	1.508	1.582	1.521	1.629	1.846	2.001	2.045	2.298
CARVÃO VEGETAL	6	6	7	7	7	8	7	7	8	8
ETANOL HIDRATADO ¹	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11
TOTAL	8.358	8.551	9.055	9.909	9.552	10.027	9.999	10.361	10.632	11.209

Fonte: Balanço Energético Nacional, 2015

Como medida mitigadora nesse caso, é necessária uma logística que garanta a manutenção regular e utilização de combustível de boa qualidade para evitar maior emissão de GEE. É um setor que demanda planejamento em diversas etapas, sobretudo, por ser um produto que alta demanda no Brasil e atentar para um plano acessível e adequado para o porte da empresa.

8. ELETRICIDADE:

Os fatores de emissão médios de CO₂ para energia elétrica a serem utilizados em inventários têm como objetivo estimar a quantidade de CO₂ associada a uma geração de

energia elétrica determinada, portanto ele deve ser usado quando o objetivo for quantificar as emissões da energia elétrica que está sendo gerada em determinado momento (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação). O cálculo segundo Júnior et. al (2015) o gasto de energia deve ser convertido em Mega Watts por hora (MWh) encontrando o valor do carbono equivalente, multiplicando o resultado pelo fator médio de emissão anual, no artigo o valor corresponde ao ano de 2012 (0,0653 tCO₂ eq / MWh), no entanto deve se utilizar o mais recente do ano de 2021 (0,1264 tCO₂ eq / MWh).

Fórmula:

$$tCO_2eq = GE \text{ (MWh)} \times FMEA \text{ (0,0653 tCO}_2 \text{ eq / MWh)} \quad (\text{eq. 1})$$

tCO₂eq – carbono equivalente;

GE – Gasto de Energia;

FMEA – Fator médio de emissão anual;

FIGURA 7: Tabela com estimativas de emissão de CO₂eq proveniente do uso de energia elétrica, 2012.

Propriedade	Total Megawatt (MWh)*	Emissão tCO ₂ eq
Fazenda Onça	273,456	17,85
Fazenda Alvorada	30,94	2,02
Fazenda N.S. do Rosário	48,40	3,16
Fazenda Nova Floresta	5,14	0,33
Total	357,936	23,36

Fonte: OLIVEIRA JÚNIOR, G. G. de et al., 2015

No período de colheita, ocorre um aumento significativo do consumo de energia elétrica, em função do beneficiamento de café em lavadores, secadores e no processamento final (JÚNIOR et al., 2015). Certamente, a maior pressão por demanda energética implica em maiores emissões de GEE, contribuindo para elevação dos riscos e das incertezas sobre os efeitos no aquecimento global. Tal situação se constitui em um grande desafio para o agronegócio em buscar um crescimento econômico sustentável e de alta produtividade (MONTROYA et.al., 2016).

9. CONCLUSÃO:

As organizações citadas e o próprio artigo trazem informações e dados que servem como alerta sobre a importância de inventários e métodos de calcular as emissões, pois quanto maior a área utilizada para o setor agropecuário, com enfoque no cultivo de café, maior será a geração de resíduo e emissões de gases na atmosfera. No entanto, deve ser levado em consideração os aspectos positivos desse modelo de agricultura, trazendo grande impacto na econômica brasileira através da geração de emprego, utilização do solo para geração de alimentos muito utilizados pela população, além de atrair turismo e investimento para o micro empreendedorismo.

Iniciativas de pesquisa e estudo, tem como principal objetivo observar pontos que precisam melhorar no cultivo de café para que haja a possibilidade de maior visibilidade da agricultura familiar com um grande potencial e não somente como mais uma possibilidade, conquistando assim acesso a financiamentos verdes, conexões com o mercado de carbono, sendo levado até mesmo ao mercado internacional. Outro ponto a salientar é a adoção de boas práticas na cafeicultura que gera maior captação do sequestro de carbono, onde o solo e biomas próximos ao local de plantio captam o CO₂ para si, diminuindo a quantidade que é lançado para atmosfera.

Tudo isso só será possível com a ajuda de organizações que incentivem com tecnologias e pesquisas avançadas a fim de que seja possível ver a trajetória de emissões do setor a serem modificadas e demonstrar o real potencial que o Brasil possui em sua agropecuária sustentável e de baixo carbono, e capacitação dos responsáveis pelo microempreendedorismo e trabalhadores para elevar ainda mais a qualidade do café e da mão de obra.

10. REFERÊNCIA:

ALVES, Eliseu. Agricultura familiar. **Carta da Agricultura**, Revista de Política Agrícola, 2006.

BOAS, André Villas et.al. **Projeto cecafé estimativa das emissões e remoções de gases de efeito estufa do café brasileiro**. ImaFlora. 2022.

Boas práticas agrícolas tornam a cafeicultura brasileira “carbono negativo”. Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. 2022. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/publicacoes/noticias/boas-praticas-agricolas-tornam-a-cafeicultura-brasileira-carbono-negativo-3-20220412/>>. Acesso em: 25 out. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Informativo técnico n. 011/2022**. Empresa de pesquisa energética. 2022.

Fator médio - Inventários corporativos. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html>. Acesso em: 18 dez. 2023

HENRIQUE, C.; DE CARVALHO, R. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Disponível em: <https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1606.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**: energy. Hayama: National Greenhouse Gas Inventories Programme, 2006. v. 2.

JÚNIOR, Geraldo et al. **Levantamento de emissão de gases de efeito estufa pela metodologia do carbono equivalente na cultura do cafeeiro**. Inventário de emissões, Coffee Science, v. 10, 2015.

JÚNIOR, Geraldo et.al. **Estimativa da emissão de CO2 equivalente em operações mecanizadas na cultura do cafeeiro**. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (PR). 2020.

LOPES, A. et al. **Consumo de combustível de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental/Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering, v. 7, n. 2, p. 382–386, 2003.

MILAN, Marcos et al. **Sistema de qualidade nas cadeias agroindustriais.** São Paulo [s.n.]. 2007.

MANTOVANI, E. C. **Máquinas e Implementos Agrícolas - Manejo do Solo.** Informe agropecuário, BH, v.13, n. 147, p. 56-63, mar. 1987.

MONTOYA, Marco Antônio et.al. **Consumo de energia, emissões de CO2 e a geração de renda e emprego no agronegócio brasileiro: uma análise insumo–produto.** Economia Aplicada, v. 20, n. 4, 2016, pp. 383-412.

Manejo adequado do solo aumenta sequestro de carbono em áreas irrigadas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/72379135/manejo-adequado-do-solo-aumenta-sequestro-de-carbono-em-areas-irrigadas>>. Acesso em: 30 out. 2023.

Na contramão do mundo, Brasil aumentou emissões em plena pandemia - Instituto de Energia e Meio Ambiente. Instituto de Energia e Meio Ambiente. 2021. Disponível em: < <https://energiaeambiente.org.br/na-contramão-do-mundo-brasil-aumentou-emissoes-em-plena-pandemia-20211028>>. Acesso em: 19 set. 2023.

Plano ABC+ tem metas para reduzir a emissão de gases de efeito estufa na agropecuária. Gov.br, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/10/plano-abc-tem-metas-para-reduzir-a-emissao-de-gases-de-efeito-estufa-na-agropecuaria#:~:text=Com%20tecnologias%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20sustent%C3%A1vel,definiu%20em%20sua%20primeira%20etapa>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

Urgent climate action can secure a liveable future for all. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023. Disponível em: < <https://www.ipcc.ch/2023/03/20/press-release-ar6-synthesis-report/>>. Acesso em: 26 set. 2023.

