



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS CURSO DE
ADMINISTRAÇÃO - FACE**

BRUNO BORGES SANJINEZ

**ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO
DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA CHÁCARA BOA UNIÃO EM
DOURADOS -MS**

DOURADOS/MS

2019

ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE
SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA CHÁCARA BOA UNIÃO EM DOURADOS -
MS

BRUNO BORGES SANJINEZ

Projeto de Pesquisa em Administração de Empresas
apresentado ao curso de Bacharelado em
Administração da Faculdade de Administração,
Ciências Contábeis e Economia da Universidade
Federal da Grande Dourados (FACE/UFGD), como
exigência para conclusão do curso.

Orientador: prof. Dr. Clandio Favarine
Ruviaro.

Banca examinadora:

Professor: Fábio Mascarenhas Dutra

Professor: Rafael Martins Noriller

DOURADOS-MS

2019

S227e Sanjinez, Bruno Borges

ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS
AGROFLORESTAIS NA CHÁCARA BOA UNLÃO EM DOURADOS - MS [recurso eletrônico] /
Bruno Borges Sanjinez. -- 2019.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: PROFESSOR DOUTOR, CLAUDIO FAVARINE RUVIARO.

TCC (Graduação em Administração)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. SUSTENTABILIDADE. 2. AMBIENTES NATURAIS. 3. TÉCNICAS DE MANEJO
FLORESTAL. I. Ruviano, Professor Doutor, Claudio Favarine. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FAO: *Food and agriculture organization of the United Nations*

ILPF: Interação Lavoura-Pecuária-Floresta

MS: Mato Grosso do Sul

SI: Sistemas de Interação

SAF: Sistema Agroflorestal

ACV: Avaliação do Ciclo de Vida

GEE: Gases do Efeito Estufa

AICV: Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida

CO₂: Dióxido de Carbono

CH₄: Metano

N₂O: Óxido Nitroso

CO₂ eq: CO₂ equivalente

ODS: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

RL: Reserva Legal

DBM: Densidade básica da madeira

t C ha⁻¹: Tonelada de carbono por hectare

IPCC: *Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISO Organização Internacional para Padronização

PREFÁCIO

No final do ano de 2013 e início de 2014 na chácara, Boa União, do meu amigo Tomaz, estávamos conversando e depois de muito prostrar abordamos os assuntos de dívida e contas a pagar, meu amigo gostaria de usar melhor as terras dele para torna-las rentáveis e produtivas uma vez que não era.

Disse-lhe que poderia aplicar os conceitos do Ernst Gotsch, sobre Sistemas Agroflorestais (SAF) interagindo com a lavoura, pecuária e floresta de forma harmônica, consorciada e promovendo a sinergia no campo florestal. Estava na época estudando agronomia e fazendo estágio na Embrapa. Foi na Embrapa que tive meu primeiro contato com o manejo florestal, e pude aprender de perto as técnicas utilizadas no campo, executando o manejo florestal.

A ideia foi criar uma floresta em uma área de 12 hectares com 4 voluntários sendo que tudo que produzisse na chácara nós voluntários poderíamos consumir à vontade desde que levássemos os produtos para vender nas feiras na condição de 50% de tudo que fosse vendido ficava com o Tomaz, os outros 50% ficaria com quem fizesse a venda. Vendemos diversos produtos nas feiras desde legumes (feijão, ervilhas e vagem), hortaliças (coentro, alface, repolho, brócolis, couve entre outros), leite, ovos, rizomas (inhame), frutas (banana, maçã, mamão, manga, limão e laranja).

Durante o ano de 2014 foi feita a introdução das culturas leguminosas, hortaliças, rizomáticas e frutíferas na chácara. No segundo semestre de 2014 começa a aparecer os primeiros resultados da nossa floresta que plantamos na chácara do Tomaz e com efeito *ex nunc* não paramos de produzir e vender nas feiras.

Produção e preservação são dois lados de uma mesma moeda que têm na ciência sua base confiável para atender às exigências de uma sociedade cada vez mais criteriosa. Ancorado na ciência, e no consequente desenvolvimento de tecnologias e fomento de um ambiente de inovação permanente, o produtor rural brasileiro encontra ambiente para conjugar de modo harmônico os verbos produzir e preservar.

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	08
2.	Definição da problemática.....	11
3.	Objetivos.....	11
3.1.	Objetivos Gerais.....	11
3.2.	Objetivos Específicos.....	11
4.	Justificativa.....	12
5.	Revisão Bibliográfica.....	14
5.1.	Sistemas Agroflorestais, Recuperação de Áreas Degradadas e Ganhos Sociais e Economicos.....	14
5.2.	Avaliação do Ciclo de Vida	17
6.	Metodologia.....	19
6.1.	Características da área de estudo e especificação da propriedade.....	20
6.2.	Coleta de Dados.....	21
6.3.	Estimativa de CO ₂ equivalente.....	21
7.	Objetivo de Escopo.....	23
7.1.	Inventário do Ciclo de Vida (ICV)	23
7.2.	Avaliação Do Impacto do Ciclo de Vida (AICV)	23
8.	Interpretação.....	25
8.1.	Resultado e Discussão.....	25
8.2.	Análise do Inventário do Ciclo de Vida.....	29
8.3.	Análise do Impacto do Ciclo de Vida.....	31
9.	Considerações Finais.....	33
10.	Referencial Teórico.....	35
11.	Anexos.....	38
12.	Apêndice.....	40

RESUMO:

Hoje, em todo o mundo, o setor agropecuário tem como missão produzir alimentos, fibras e energia de forma sustentável, sem impactar os biomas, primando pela conservação dos recursos naturais. Novas formas de se produzir ganham espaço entre os produtos rurais que visam a preservação do meio ambiente, do lençol freático da recuperação de áreas degradadas. Assim, os sistemas agroflorestais (SAF) possibilitam a consorciação de diferentes árvores, culturas, novas tecnologias, manejos apropriados e irrigação do solo, assim evitando a erosão e compactação do mesmo. Neste estudo, objetivou-se avaliar a eficiência ambiental do SAF na chácara Boa União em Dourados – Mato Grosso do Sul. Para tanto, foram mensuradas as emissões de gases de efeito estufa e sequestro de carbono no sistema SAF por meio da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida. Com os resultados obtidos pode-se notar que existe a possibilidade de produzir alimentos e, contribuir para a redução da fome da população local emitindo baixa quantidade de poluentes para a atmosfera. Ademais esses resultados contribuem para despertar o interesse de mudança das práticas agricultáveis das empresas detentoras das tecnologias de monocultura.

Palavras chave: Sustentabilidade; Ambientes naturais; Técnicas de manejo florestal

ABSTRACT:

Today, throughout the world, the agricultural sector has the mission of producing food, fiber and energy in a sustainable way, without impacting the biomes, focusing on the conservation of natural resources. New ways of producing gain space between the rural products that vision the preservation of the environment, of the water table of the recovery of degraded areas. Thus, agroforestry systems (SAF) enable the consortium of different trees, crops, new technologies, appropriate management and irrigation of the soil, thus avoiding the erosion and compaction of the same. The objective of this study was to evaluate the environmental efficiency of SAF in the Boa União farm in Dourados - Mato Grosso do Sul. The greenhouse gas emissions and carbon sequestration in the SAF system were measured using the Life cycle. With the results obtained it can be noted that there is the possibility of producing food and contribute to the reduction of hunger of the local population emitting low amount of pollutants to the atmosphere. In addition these results contribute to arouse the interest of changing the agricultural practices of the companies that have the monoculture technologies.

Key words: Sustainability; Natural environments; Forest management techniques

1. INTRODUÇÃO

Hoje, o setor agropecuário tem como missão produzir alimentos, fibras e energia de forma sustentável, sem impactar os biomas, primando pela conservação dos recursos naturais. O aumento da produtividade é uma das alternativas para o incremento do suprimento mundial, especialmente de alimentos, sem a necessidade de abertura e uso de novas áreas. Todavia, para melhorar o desempenho dos sistemas de produção e incrementar a produtividade, faz-se necessário o desenvolvimento sistemático de soluções tecnológicas que sejam transferidas e absorvidas pelos diversos setores da cadeia produtiva do agronegócio (BUNGENSTAB, 2012).

Em quase todo o mundo, principalmente nos últimos 60 anos, as florestas, as árvores, os animais e as famílias camponesas, com todo seu conhecimento sobre a natureza, vêm sendo expulsas do campo. Em seu lugar, colocou-se um ambiente fabricado artificialmente para produzir alimentos, ao mesmo tempo em que se concentra dinheiro, terra e poder em um número muito pequeno de empresas. Tudo isto aconteceu como resultado de políticas públicas ditadas pelo interesse de grandes empresas (CORRÊA NETO, 2016) como por exemplo Bayer ou Monsanto.

Por outro lado, com relação à pecuária, muitas áreas de pastagens no Brasil têm sido estabelecidas em sucessão ou em consórcio com culturas anuais. Nas áreas do Cerrado, a associação de pastos e cultivos vem sendo realizada desde as décadas de 1930 e 1940, pelo plantio de forrageiras com cultivos anuais ou após estes. O estabelecimento do capim gordura (*Melinis minutiflora*), colônio (*Panicum maximum*), Jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) entre outros, era feito por meio de sementes ou mudas nas entrelinhas ou após as culturas de milho, arroz e feijão, especialmente, em solos mais férteis (ROCHA, 1988).

A substituição de pastagens nativas por pastagens cultivadas, com ou sem cultivos anuais, especialmente no Cerrado, a partir da década de 1970, possibilitou um grande crescimento do rebanho bovino, com reflexos positivos na produção nacional de carne e leite. No período de 1970 a 2006, a área total de pastagens no Brasil cresceu apenas 12%, enquanto o rebanho cresceu mais de 115%. As pastagens cultivadas, em sua grande maioria, foram estabelecidas em solos ácidos e de baixa fertilidade, deficientes, principalmente, em fósforo, cálcio e magnésio. Em muitas situações, os solos utilizados eram marginais e até inadequados para outro uso agrícola (ZIMMER *et al.*, 2011).

Aproximadamente 30 milhões de hectares de área de pastagens hoje encontram-se com produtividade muito baixa para alimentação animal e com uma boa parte

degradada, devido ao fato das práticas ruins e insustentáveis da monocultura e agropecuária (BRASIL, 2017).

A degradação de pastagens é definida como um processo evolutivo de perda do seu vigor, perda da produtividade e capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais (MACEDO *et al.*, 2015).

Por exemplo, a degradação de pastagens tornou-se um dos principais sinais da baixa sustentabilidade da pecuária nas diferentes regiões brasileiras. Contudo, surge a busca por sistemas produtivos antagônico ao modelo tradicional de agricultura, em que os recursos naturais se tornam ferramentas de produção (YU, 2004; SILVA, 2013). Assim, uma das formas produtivas sustentáveis refere-se aos sistemas agroflorestais (SAFs), que são consórcios de culturas agrícolas com espécies arbóreas podendo ou não haver integração animal, sendo sua utilização capaz de restaurar florestas e recuperar áreas degradadas (NAIR, 2014).

Sendo assim, cada produtor implanta o sistema de acordo com a sua necessidade, tendo em vista que, esses sistemas proporcionam aumento de renda, porque buscam atender as necessidades dos produtores rurais, tais como: obtenção de alimento, extração de madeira, cultivo de plantas medicinais, entre outros. Portanto, a adoção de SAFs diversifica a produção possibilitando a oferta de produtos ao longo do ano (ALTIERI; NICHOLLS, 2011; PADOVAN, *et al.*, 2016).

Ainda, esse tipo de prática assemelha-se a floresta natural por ajudar a conservar e proteger os recursos naturais, sobretudo, sua composição arbórea é capaz de sequestrar carbono. O sequestro florestal do carbono refere-se a forma natural de capturar o gás carbônico pelos vegetais através da fotossíntese, mediante ao crescimento das plantas. Ou seja, é um processo de mitigação biológica, processo esse responsável por permitir a fixação de carbono em forma de matéria lenhosa (YU, 2004).

Em relação ao crescimento dos gases do efeito estufa (GEE) e aquecimento do planeta, é importante destacar que o modelo convencional de agricultura, especializada na produção em vastas áreas de monocultura, com uso intensivo de insumos externos à propriedade, é responsável por causar diversos impactos negativos, como o uso excessivo de agrotóxicos, o comprometimento da biodiversidade e a retirada de biomassa, além de contribuir com o aumento dos GEE (DELONGE *et al.*, 2016).

Dessa forma, “novas” maneiras de se produzir ganham espaço entre os produtores rurais que visam a preservação do meio ambiente, do lençol freático, da recuperação de áreas degradadas. Para alcançar as metas desejáveis com os sistemas agroflorestais são

necessárias metodologias capazes de avaliar o desempenho ambiental do SAF, procurando consorciar diferentes árvores, novas tecnologias, aplicar técnicas apropriadas para o manejo e irrigação do solo, assim evitando a erosão e compactação do mesmo (CORRÊA NETO, 2016).

O último levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2006) mostrou que no Brasil haviam 305.826 estabelecimentos com SAFs, dos quais 250.252 e 55.574 unidades correspondem a agricultores familiares e não familiares, respectivamente. Já em hectares o total de estabelecimentos representam 8.197.564 hectares. Enquanto que no estado de Mato Grosso do Sul haviam 1.424 estabelecimentos com SAFs, divididos em familiares e não, na seguinte sequência, 869 e 555 unidades, o que representa 164.868 hectares, isso significa que dos 80,25 milhões de hectares destinados a agricultura familiar no Brasil, cerca de 28% das áreas são ocupadas por matas, florestas e sistemas agroflorestais.

Os dados acima citados, revelam um número não significativo de SAFs e isso pode ocorrer pelo fato de não existir um modelo uniforme a ser seguido. O que determina o sucesso ou o fracasso desse tipo de investimento é a combinação do arranjo que varia com o clima, solo e vegetação (ARCO-VERDE, 2008).

O interesse pela adoção destes sistemas SAF, ocorreu principalmente pela necessidade de recuperação das áreas de pastagens degradadas e pelas restrições ambientais para abertura de novas áreas de vegetação nativa, principalmente a partir da década de 1990. Apesar de vários estudos mostrarem os benefícios da inclusão de árvores em pastagens como, características microclimáticas, edafoclimáticas, qualidade do solo, do bem-estar animal, da qualidade da forragem e da mitigação de gases de efeito estufa (GEE) (MACEDO, 2009), contudo, ainda são limitadas as informações sobre o manejo dos vários componentes específicos dos sistemas agroflorestais.

2. DEFINIÇÃO DA PROBLEMÁTICA

Diante deste cenário, a questão desta pesquisa é: O sistema SAF contribuiu para melhorar as condições de exploração dos recursos naturais disponíveis ao homem do campo?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar a eficiência ambiental do SAF na chácara Boa União em Dourados - Mato Grosso do Sul

3.2. Objetivos Específicos

- Quantificar as emissões de GEE no sistema SAF;
- Estimar o sequestro de carbono no sistema SAF;
- Determinar o balanço de carbono para as categorias de impacto ambiental;

4. JUSTIFICATIVA

A partir de 2008 as ações do programa Produsa (Programa de Produção Sustentável do Agronegócio) e, mais recentemente, com o Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), têm aumentado o interesse dos produtores rurais na adoção destas tecnologias.

Os programas Produsa e ABC corroboram com a agenda da FAO publicada em 2015 para 2030 possui 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), que entraram em vigor a partir de janeiro de 2016. Estes ODS da FAO moldam os planos de desenvolvimento nacional para os próximos 12 anos, abrindo oportunidades para os pontos principais, a segurança alimentar e a agricultura, no centro de discussão da agenda 2030. Sendo assim, as diretrizes da FAO 2015 ajudam os países a desenvolver políticas, estratégias e programas baseados em evidências para alcançar os ODS, promovendo transformação estrutural, acesso à terra e recursos e diversificação de renda. A FAO se empenha para fortalecer e promover o desenvolvimento das organizações rurais e facilitar o acesso à proteção social das camadas rurais menos privilegiadas.

Ademais, a abordagem da FAO (2015) busca equilibrar os objetivos sociais, econômicos e ambientais para que as gerações atuais possam colher os benefícios dos recursos florestais da terra, ao mesmo tempo em que as conservam a fim de atender às necessidades das gerações futuras. Desta forma, o SAF está em consonância com os mesmos objetivos da FAO (2015) pois contribui para atender à crescente demanda por alimentos e bioenergia. No entanto, se faz necessário avaliar os possíveis impactos ambientais decorrentes da elevação da produção de alimentos e fibras, sem comprometer o equilíbrio dos recursos naturais.

Dessa maneira existe uma forma estratégia de produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação de culturas, buscando a sinergia entre os componentes do sistema agroecológico, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e tornando possível a viabilidade econômica. Este cenário promove uma busca por sistemas de produções sustentáveis, sem agredir o meio ambiente proporcionando benefícios para a sociedade (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2007).

Porém, devido ao aumento da demanda por alimentos e a evolução tecnológica na produção, a atividade agrícola moderna passou a se caracterizar por sistemas de produção padronizados e simplificados em monocultura, com redução da biodiversidade. Além disso, com a expansão da fronteira agrícola e a adoção de sistemas de cultivo

intensivos (preparo do solo, o uso de agroquímicos e da irrigação), as atividades agrícolas, pecuárias e florestais passaram a ser realizadas de maneira intensificada, independente, dissociada e em desequilíbrio com a natureza (SALTON *et al.*, 2015b).

Esse modelo da produção agropecuária predomina nas propriedades rurais em todo o mundo. Pois, há sinais de fragilidade em virtude da elevada demanda por energia e por recursos naturais que caracterizam a monocultura. Demonstrando que há carência de viabilidade de trabalho especializado (NAIR, 2014).

Por outro lado, o sistema agroflorestal é reconhecido como uma forma integrada e sustentável de utilizar os recursos naturais, no intuito de se desenvolver um sistema de produção ambientalmente adequado. Esse tipo de sistema envolve arranjos com duas ou mais espécies de plantas arbóreas, arbustivas e/ou animais. Essa combinação deve conter pelo menos uma espécie perene lenhosa. Geralmente, esse tipo de manejo gera no mínimo dois ou mais produtos, sendo ciclos superiores a cinco anos, compostos de culturas permanentes e/ou temporárias. São classificados como sistemas complexos por envolver maior planejamento e manejo em relação a monocultura (BAITZ *et al.*, 2013).

A implantação do sistema SAF corrobora com as ações anteriormente descritas, tendo em vista que esses sistemas buscam atender as necessidades dos produtores rurais, tais como: obtenção de alimentos diversos, extração de madeira, frutas, cultivo de plantas medicinais, produção de energia termoelétrica, animais, hortaliças, orquídeas entre outros.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1. SISTEMAS AGROFLORESTAIS, RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADAS E GANHOS SOCIAIS e ECONOMICOS

Atualmente, a humanidade enfrenta desafios cada vez maiores para produzir alimentos, fibras, energia, produtos madeireiros e não madeireiros de forma compatível com a disponibilidade de recursos naturais, em especial solo e água. Por isso, são intensos os apelos para que seja difundida em todo o mundo a concepção da agricultura sustentável. Sendo assim, os sistemas em interação (SI) podem ser mais lucrativos por causa da diversificação das atividades econômicas, da redução de custos e dos aumentos de produtividade. Quando se trata de SAF, há aumento de produtividade de grãos cultivados após a pastagem, que também produz mais após o solo ter sido utilizado para cultivar grãos. E essa pastagem mais produtiva resultará em maior ganho de peso de bovinos ou produção leiteira. Em sistemas em interação que contêm o componente florestal, pode-se adicionar ainda a receita proveniente da comercialização de produtos madeireiros e não madeireiros obtidos no mesmo espaço, além de outros benefícios (SALTON *et al.*, 2015b).

Portanto, numa visão de futuro, há demanda crescente por alimentos, bioenergia e produtos florestais, em contraposição à necessidade de redução de desmatamento e mitigação da emissão de gases efeito estufa, exige soluções que permitam incentivar o desenvolvimento socioeconômico sem comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais. A intensificação do uso da terra em áreas agrícolas e o aumento da eficiência dos sistemas de produção podem contribuir para harmonizar esses interesses. É nesse cenário que a estratégia de produção em interação, com componente florestal se assemelham com a classificação de sistemas agroflorestais (SAFs), ou *agroforestry systems* (MARTINELLI, 2017).

Pode ocorrer um consórcio de uma cultura anual com uma espécie forrageira até que, após a colheita da cultura anual, a forrageira predomine, e o uso da terra passe a ser pastoril e não mais agrícola. As árvores não estão em sucessão nem em rotação com as lavouras e/ou pastagens, mas sim em consórcio (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2015a).

Sendo assim, as recuperações de áreas degradadas, se faz através dos meios da implantação do SAF, ou seja, é a combinação de partes isoladas para a formação de um conjunto que trabalha como um todo. Um dos usos dessa palavra no Brasil é a implantação de SAFs, associada ao manejo da regeneração natural que gera incrementos da diversidade de espécies vegetais, proporciona a recomposição da estrutura da

vegetação e contribui com a geração de renda (MARTINELLI, 2017). Nesse contexto, faz-se necessário conhecer com maior profundidade as experiências agroflorestais desenvolvidas na região, afim de subsidiar políticas agrícolas que promovam a adoção dos sistemas agroflorestais como forma de uso da terra que busca aliar produção e conservação, visando converter áreas não produtivas em áreas produtivas na região.

Dessa forma, esses sistemas recuperam as áreas, tornam-se mais diversificados e complexos, porém, com maior expressão de efeitos sinérgicos que potencializam os fatores bióticos e abióticos capazes de incrementar os rendimentos desses componentes integrados de forma significativa, quando comparados aos rendimentos dos mesmos componentes implantados isoladamente (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2015a; SALTON *et al.*, 2015b).

Sob a ótica socioeconômica, Alvarenga e Noce (2005) descrevem o SAF como a diversificação, a rotação, a consorciação ou a sucessão das atividades de agricultura florestal dentro da propriedade rural, de forma harmônica, em um mesmo sistema, para haver benefícios para ambas. O novo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651 de 2012 promove o retorno econômico-financeiro ao agricultor familiar no estado de Mato Grosso do Sul, utilizando os SAFs, possibilitando que a área seja explorada economicamente durante todo o ano, o que favorece o aumento da oferta de grãos, de carne e de leite, a um custo mais baixo, em virtude do sinergismo florestal. Para tanto toda propriedade rural reserva um espaço para conservar a biodiversidade local, permitindo que a fauna e a flora retornem ao ambiente próximo ou igual a seu habitat, essencial para a manutenção dos processos ecológicos, à saúde e produtividade do sítio (BALBINO, CORDEIRO, OLIVEIRA, KLUTHCOUSKI, GALERANI e VILELA, 2012).

Essas características são típicas de áreas de Reserva Legal (RL). O atual código florestal brasileiro permite que sistemas agroflorestais possam ser considerados como reserva legal nas áreas de pequenas propriedades rurais, no âmbito da agricultura familiar (BRASIL, 2016).

Macedo e Zimmer (2016) demonstraram ganhos de eficiência agronômica e florestal, por meio de aumentos da interação, produtividade e diversificação das culturas, em um sistema misto de SAF. Já, demonstrações da viabilidade econômica de sistemas de Interação lavoura pecuária e floresta ILPF ou sistemas Lavoura e Pecuária ILP, que se assemelha ao Sistemas Agroflorestais SAF, por meio de indicadores financeiros positivos, podem ser encontradas nos estudos de COBUCCI *et al.* (2007), MUNIZ *et al.* (2007) e MARTINELLI (2017).

Por exemplo, no trabalho de COBUCCI *et al.* (2007), foi executado em uma área de aproximadamente 100 ha, no município de Santo Goiás, GO sendo o objetivo estabelecer um sistema de produção agrícola sustentável obtendo aumento da produtividade das gramíneas e forrageiras, com maior retorno econômico e menor impacto ambiental. A estratégia foi realizar o consórcio de culturas anuais com forrageiras com a introdução de *Brachiaria brizantha, cv. Panicum maximum cv.* em rotação com as culturas de soja, feijão, milho e arroz mais o gado. No primeiro ano compreendido entre (2002/2003) tiveram uma margem líquida /ha /ano de R\$ 313,49. No segundo ano compreendido entre (2003/2004) obtiveram maior rentabilidade na recria, em razão da maior produção de arroba de carne por hectare comparado com o primeiro ano. A rentabilidade da área foi alta com margem líquida /ha /ano de R\$353,86. No terceiro ano compreendido entre (2004/2005) teve uma rentabilidade boa com a margem líquida /ha /ano foi de R\$322,65 reais seguindo o mesmo patamar dos anos anteriores. Então segundo COBUCCI *et al.* (2007, p70), [...] “Estes resultados evidenciam que o sistema interação lavoura – pecuária (ILP) em função da diversidade das fontes de receita, reduz o risco do empreendimento, uma vez que a rentabilidade do sistema se mantém” [...], isso proporciona um aumento na renda real do produtor rural e aumenta a competitividade do agronegócio brasileiro COBUCCI *et al.* (2007).

Já nos estudos de MUNIZ *et al.* (2007), o objetivo do referido trabalho foi desenvolver um modelo baseado na metodologia *System Dynamics* para análise econômica do Projeto de Integração Lavoura e Pecuária (PILP) desenvolvido pela Embrapa em Santo Antônio de Goiás (GO) utilizando o sistema Santa Fé como técnica de implantação de pastagens. Os parâmetros utilizados para os modelos das lavouras e pecuária foram determinísticos e obtidos ao longo de três ciclos de rotação no horizonte de planejamento de 1.186 dias. Para a viabilidade econômica do PILP, foram analisados o valor presente líquido (VPL) e relação benefício-custo (RBC) foram favoráveis. As taxas internas de retorno (TIR) avaliadas foram maiores ou igual ao custo de oportunidade do capital próprio, mostrando a atratividade do projeto.

Nos estudos de MARTINELLI, (2017), foram divididos em dois capítulos para atender os objetivos propostos. No primeiro capítulo foi desenvolvido a avaliação do desempenho ambiental de cinco sistemas agroflorestais no bioma Cerrado, localizado no Estado do Mato Grosso do Sul, no município de Bonito usando a metodologia a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Em suma os resultados foram mais positivos do que negativos pois a emissão de GEE foram inferiores as toneladas de carbono sequestrado por hectares.

No segundo capítulo foi estudado a viabilidade econômica – financeiro do SAF no âmbito de potencializar a geração de renda e recuperação de áreas degradadas baseou-se no novo Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651 de 2012, promovendo retorno econômico – financeiro ao agricultor familiar no Estado do Mato Grosso do Sul. Utilizou-se das ferramentas: Valor Presente Líquido – VPL, Taxa Interna de Retorno – TIR, Valor Anual Uniforme Equivalente, *Playback*, Índice de Lucratividade – IL, relação Benefício/Custo - B/C e Modelo de Precificação de ativos financeiro.

Para MARTINELLI, (2017), uma das formas de avaliar a possibilidade de sucesso na implantação de Sistemas Agroflorestais (SAFs)

“ocorre a partir da aplicação das técnicas de análise de investimentos de capital, cujo objetivo principal é verificar se o retorno obtido pelo produtor rural ao implantá-lo é suficiente para remunerar o custo do capital nele investido, considerando o ambiente externo e a volatilidade do mercado a curto, médio e longo prazo” (MARTINELLI, 2017, p58).

5.2. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)

A Avaliação do Ciclo de Vida ou “*Life Cycle Assessment*” é um método utilizado para modelar a interação total entre o produto e o ambiente, permitindo uma análise completa do ciclo de vida do produto, englobando todos os *inputs* e *outputs* desde sua extração até a disposição final. Esse método tem como objetivo avaliar os possíveis impactos ambientais, econômicos e sociais sejam eles negativos ou positivos, através da mesma perspectiva, (ZAMAGNI, 2012). Avaliação do Ciclo de Vida é um método mundialmente reconhecido e aceito. Nos últimos anos, vários estudos têm se sustentado neste para quantificar os impactos ambientais e econômicos de produtos agropecuários (GUINÉE, 2002).

Esse método é considerado completo e adequado cientificamente para avaliar a sustentabilidade, pois compreende fluxos desde a retirada dos recursos da natureza, das matérias primas que compõem o sistema produtivo até sua disposição do produto acabado, transcendendo até o consumidor. Além do mais, gera elementos capazes de compreender o desempenho ambiental de um sistema, podendo comparar dois ou mais processos (BAITZ *et al.*, 2013).

Diante deste cenário a questão é: O sistema SAF apresenta condições para sua exploração ambiental no campo?

Para tanto, o objetivo deste estudo foi mensurar a categoria de impacto ambiental “Potencial de Aquecimento Global” de sistemas agroflorestais a partir da Análise do Ciclo de Vida. Atualmente, diversas ferramentas são utilizadas como indicadores de

sustentabilidade, porém, a ACV se destaca por mensurar o desempenho ambiental de qualquer cadeia ou sistema produtivo, uma vez que serve como uma ferramenta de gestão, possibilitando auxiliar na tomada de decisão. Além de avaliar de forma adequada as estratégias de mitigação de Gases de Efeito Estufa (RUVIARO *et al.*, 2012. p, 19-20 apud MARTINELLI, 2017, p. 22).

A ACV é um método capaz de avaliar qualquer produto ou sistema independentemente do tipo da cadeia produtiva. Embora existam vários trabalhos utilizando a ACV como método, constata-se a carência de estudos focados em sistemas agroflorestais, MARTINELLI (2017).

6. METODOLOGIA

Esta seção destaca os procedimentos metodológicos que serão utilizados neste estudo. Para a realização desta pesquisa utilizou-se o método quali-quantitativo.

Para mensurar os impactos ambientais dos sistemas agroflorestais no campo foi empregado o método de Avaliação do Ciclo de Vida, utilizando dados primários coletado *in loco* e dados secundários encontrados na literatura. O estudo da ACV está estruturado de acordo com as seguintes fases: objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV) e interpretação.

Na Figura 1, ilustra-se as fases elencadas. As fases da ACV devem ser abordadas de forma integrada, permitindo adequações no decorrer da execução do projeto (ISO, 2006).

FIGURA 1: PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

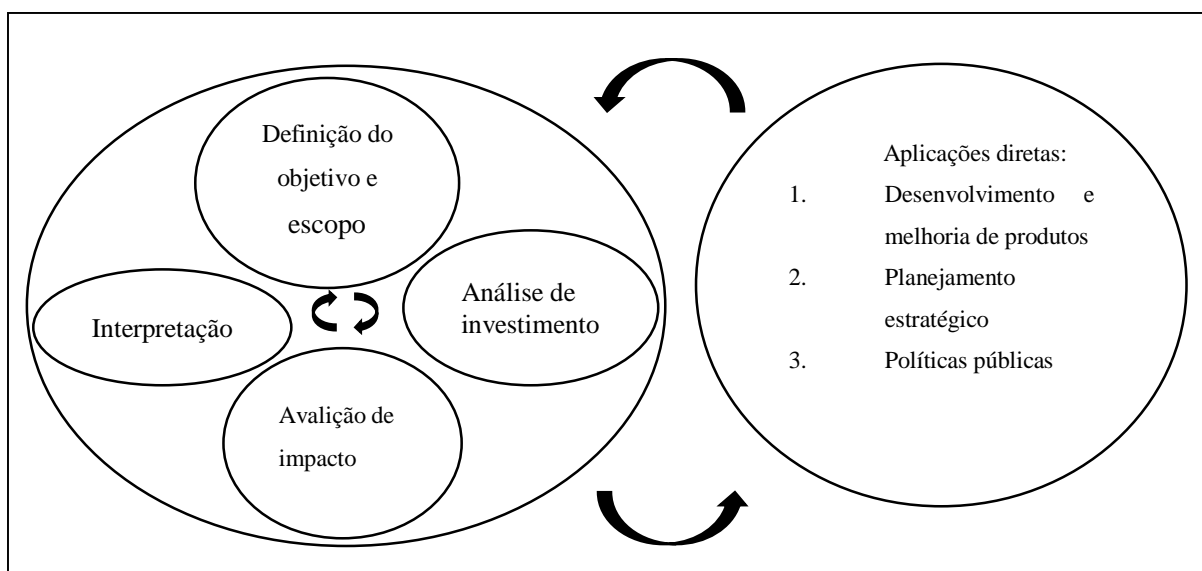


Figura 1. Estágios da Avaliação do Ciclo de vida

Fonte: elaboração própria, com base nos dados ISO 14040 (2006).

A Organização Internacional de Normalização (ISO), fornece diretrizes para a realização de um ACV nas séries ISO 14040 e 14044. A partir de então contempla-se uma estrutura a ser seguida, composta de quatro fases: a) definição de objetivo e escopo: é dedicada ao desenho da estrutura do projeto, b) análise de inventário do ciclo de vida: é realizado um inventário e as respectivas emissões, para a produção de determinado produto, são analisados os fluxos de entradas e saídas de um produto ou sistema, c) avaliação dos impactos do ciclo de vida: através dos resultados do inventário, os impactos do ciclo de vida são modelados de acordo com guias internacionais e, por fim, a fase d) interpretação dos resultados: com os resultados da avaliação dos impactos, realiza-se a interpretação e comparação com outros estudos (GUINÉE, 2002).

6.1. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO E ESPECIFICAÇÃO DA PROPRIEDADE

O estudo proposto utilizará a literatura acerca dos temas abordados, aplicadas no Brasil, especificamente no Estado do Mato Grosso do Sul, a fim de realizar um confronto da evolução nacional perante o que ocorre nos principais países do mundo.

Foi feita a análise de artigos científicos, nas bases de dados nacional e internacional (Scopus, Web of Science, dados oficiais governamentais, legislativos e institucionais, literatura acadêmica e sítios eletrônicos), como busca nas palavras chaves na temática dos sistemas SAF com ênfase na sustentabilidade ambiental visando o desenvolvimento do agronegócio na região sul-matogrossense.

O trabalho foi realizado na área experimental da Chácara Boa União, em Dourados, Mato Grosso do Sul, situada em latitude 22°18'11.1416"S e longitude 54°88'07.2415"W com elevação de 443m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa (SANTOS *et al.*, 2013). O clima da região segundo a classificação de Köppen é Tropical Monçônico (Am), isto é, chuva de verão e verões quentes. A pluviosidade está em torno de 1.390 mm anuais (FIETZ *et al.*, 2013), como apresenta a figura 2:

FIGURA 2: LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

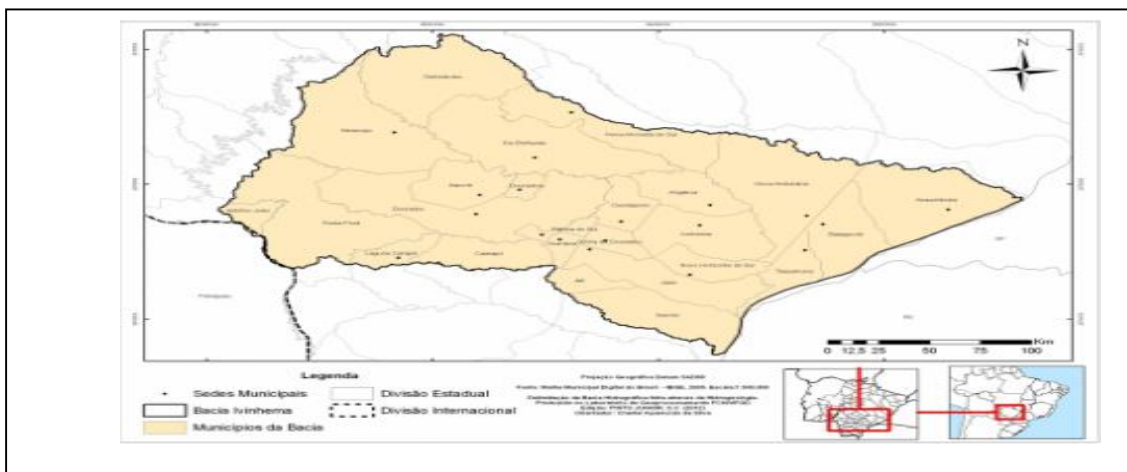


Figura 2: Chácara Boa União, Dourados – MS

Fonte: IBGE (2018)

Os sistemas agroflorestais são classificados como biodiversos e semiabertos, compostos de espécies nativas e exóticas, bem como, cultura de grãos e pastagens para animais.

6.2. COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi dividida em duas partes: Primeiro, com o intuito de calcular o total de carbono presente na biomassa de cada SAF, utilizando-se os dados coletados na chácara Boa União, no período de agosto a outubro de 2018. Segundo, foram identificadas as espécies cultivadas no sistema e contabilizadas de acordo com a sua classificação entre lenhosas e frutíferas, cultura de grãos e produção de carne.

Posteriormente, colocadas todas as informações em planilhas eletrônicas separadas para cada atributo e, então, reunidas em uma única matriz, onde está estruturado uma base de dados principal, com informações de todas as espécies, culturas e produção animal.

6.3. ESTIMATIVA DE CO₂ EQUIVALENTE

Calculou-se para cada SAF o total de carbono presente na biomassa viva (acima e baixo do solo), na matéria orgânica morta e no solo de acordo com as equações fundamentais do SAF utilizadas no estudo de MARTINELLI, 2017, p. 22). Para estimar-se o carbono presente na biomassa viva, foram verificados todos os indivíduos de espécies arbóreas e arbustivas com altura acima de 1,50 metros, sendo a circunferência medida com fita métrica, assim como a altura das plantas com o auxílio de hastes de podão, com quatro módulos de 3m. Após essa etapa, foram verificadas as densidades básicas da madeira g/cm³ de cada espécie com o auxílio da literatura: IPCC (2007), LORENZI (2002).

Em relação a cultura de grãos foram estimadas as emissões para o ar, solo e água por meio de algoritmos determinados pelo IPCC (2007), bem como, as emissões entéricas dos animais, seus dejetos e pelo uso de fertilizantes. Para calcular a biomassa acima do solo foi utilizado o método indireto em que a equação permite calcular a biomassa total de uma árvore através da medição de seu diâmetro. Estas equações são geradas por meio de uma técnica estatística chamada Análise de Regressão.

Para calcular o total de carbono presente na serapilheira foram coletadas amostras *in loco*, com o auxílio de um gabarito de madeira de 0,25 x 0,25 m. Totalizando 4 amostras por sistema. Esse procedimento foi baseado na metodologia presente na literatura (AREVALO; ALEGRE; VILCAHUAMAN, 2002).

Para estimar o carbono presente no solo foram utilizados dados secundários, escolheu-se os trabalhos de (ROCHA *et al.*, 2014) e LEITE (2012) por corresponderem ao bioma, clima e vegetação da área de estudo deste trabalho. Para diminuir a incerteza da estimativa, utilizou – se o protocolo de média horizontal de acordo com Rico *et al.*,

(2013), em que os valores totais de estoques de carbono orgânico foram quantificados a partir das seguintes profundidades em centímetros: 0-10; 10-20; 20-30. Por fim, para calcular o CO₂ equivalente total de cada SAF aplicou-se o fator de conversão 44/12 (relação dos pesos estequiométricos do CO₂ com relação ao elemento carbono). AREVALO *et al.*, (2002).

7. OBJETIVO DE ESCOPO

O objetivo é mensurar os impactos ambientais do SAF devido ao seu potencial em capturar e estocar dióxido de carbono. A função do SAF é de recuperar a área degradada, conservar a biodiversidade e preservar o meio ambiente. O público-alvo abrange o poder público para impulsionar e criar políticas públicas, a comunidade científica e o produtor rural.

A fronteira desse estudo será considerada desde a produção da muda, implantação do sistema (preparo do solo) até a retirada dos produtos provindos dos sistemas. O transporte de insumos foi incluído no processo de análise.

7.1. INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA (ICV)

Os dados coletados foram convertidos para valores de 1ha e ajustados de acordo com as entradas e saídas do SAF, conforme a estrutura do inventário (Figura 3).

FIGURA 3: LIMITES DO SISTEMA SAF

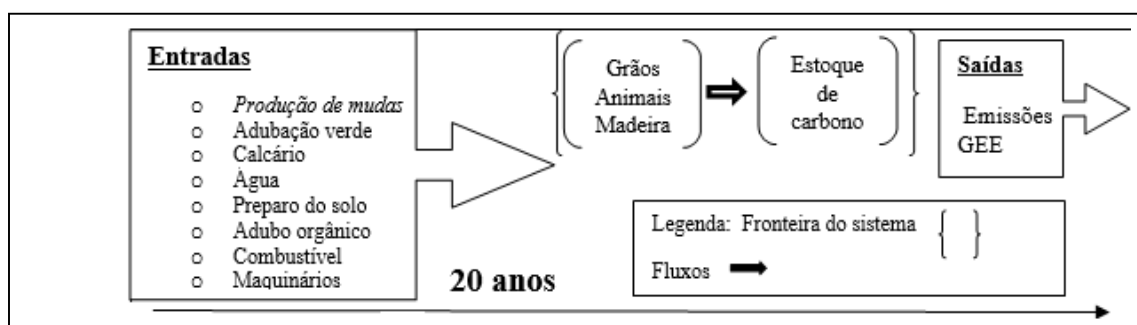


Figura 3: Limites dos sistemas SAF / **Fonte:** elaboração própria, com base nos dados da pesquisa

Os dados utilizados no inventário foram provenientes da segunda parte da coleta de dados, em que foram identificadas e quantificadas as entradas e as saídas dos sistemas. Essas informações quantitativas de entradas (corretores de solo, adubo orgânico, combustível e maquinários) foram informadas pelo responsável da propriedade priorizando os dados primários.

E por fim, a fronteira do sistema também inclui o fluxo de transporte com insumos para as fases de produção.

7.2. AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA (AICV)

Para avaliação do impacto, foi selecionada a categoria Potencial de Aquecimento Global, incidindo na totalidade de GEE (CO₂, CH₄ e N₂O) emitidos durante o ciclo de vida do sistema de produto, convertidos em CO₂ equivalente (CO₂ eq) em relação a 1 hectare. O fator de caracterização utilizado para equivalência dos GEE foi do *International Panel of Climate Change* (IPCC, 2007) para 100 anos. Em que cada kg de CO₂, CH₄ e N₂O liberado para a atmosfera equivale a 1 kg, 25 kg e 298 kg de dióxido de carbono, respectivamente. Para estimar os impactos ambientais foi utilizado o *software* SimaPro 8.2.0 (Pré Consultants) e para a transparência dos cálculos, as fórmulas e os fatores de emissão foram disponibilizadas nos anexos A,B e C.

8. INTERPRETAÇÃO

Após a realização dos cálculos, os resultados foram obtidos a partir do ICV e AICV e apresentados na forma de tabelas e figuras analisados na sequência.

8.1. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os sistemas agroflorestais estudados possuem biodiversidade de arranjos e ao longo do seu ciclo de vida são capazes de estocar carbono na biomassa viva e na matéria orgânica morta. Entretanto, diversos elementos influenciam na quantidade de carbono como: a altura e diâmetro das árvores, volume, idade, densidade, fatores climáticos e vegetativos. Na tabela 1, foram sintetizados os resultados das aplicações das formulas para calcular a biomassa viva acima e abaixo do solo, assim como a matéria orgânica morta e o peso estequiométrico (CO_2 carbono equivalente). Foi possível observar nos sistemas agroflorestais de que forma eles contribuem ao estudo a fim de entender a sinergia deste sistemas agroflorestais.

Ao analisar os dados apresentados na Tabela 1, verifica-se que em cada sistema agroflorestal as quantidades de árvores presentes em 1 hectare são distintas. Dentre os sistemas analisados os SAFs I e II se destacam por possuírem um grande número de árvores. Quando observada a idade de cada sistema, se constata que os SAFs I e II correspondem aproximadamente a mesma idade e apresentam altura, diâmetro e circunferência similares.

Além disso, nota-se que a média da densidade básica da madeira (DBM) dos SAFs I, II, variam entre 0,74 a 0,81 g/cm^3 podendo ser classificadas entre média-leve e média-pesada quando variam de 0,50 a 0,65 g/cm^3 e 0,65 a 0,80 g/cm^3 respectivamente conforme a classificação de STERNADT (2001). Se compararmos os resultados da DBM deste estudo com o trabalho de MARTINELLI, (2017), verifica-se que a DBM dos cinco sistemas agroflorestais localizados no município de Bonito-MS variou pouco, uma vez que sua DBM foi de 0,51 a 0,80 g/cm^3 . Isso significa que o diâmetro e a circunferência entre as espécies que compõem os SAFs analisados neste estudo, possuem mais semelhanças do que diferenças, em relação ao trabalho de MARTINELLI, (2017).

TABELA 1: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS ANALISADOS:

Característica do SAF	SAF I	SAF II
Densidade da plantação	346,6 árvores ha⁻¹	489,3 árvores ha⁻¹
Composição	Nativas (57,4%)	Nativas (68,04%)
	Exóticas (43,6%)	Exóticas (32,06%)
Idade no sistema	12	14
altura média (m)	3,65	5,02
Diâmetro médio (cm)	14,32	15,42
Circunferência médio (cm)	48,02	50,02
Densidade média (g/cm³)	0,74	0,81
Método do desbaste	Manual	Manual
Fertilização	Adubação verde	Adubação verde
Controle de Pragas	MIP	MIP
Método de colheita	Manual	Manual

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da pesquisa

Mip: Manejo integrado de pragas

Ademais uma das formas de mitigar os GEE é através das florestas principalmente por meio da biomassa modificada de acordo com o desenvolvimento das espécies. Assim, um dos locais onde ocorre a maior capacidade de armazenar carbono é na biomassa acima do solo (BROWN, 1997). Na Figura 5, demonstra-se o potencial dos sistemas agroflorestais estudados em acumular carbono na biomassa viva (acima e abaixo do solo). Em cada SAF uma quantidade diferente de carbono foi sequestrada, isso ocorre em consequência das informações contidas na tabela 1, sendo o SAF II o que mais sequestrou toneladas de carbono por hectare, pois no SAF I a biomassa acima do solo é de 56,07 t C ha⁻¹ e a biomassa abaixo do solo é de 12,42 t C ha⁻¹. Em relação ao SAF II, a biomassa acima do solo foi de 78,25 t C ha⁻¹ e a biomassa abaixo do solo foi de 16,06 t C ha⁻¹.

Para todos os SAFs as quantidades de carbono foram convertidas em CO₂ eq ha⁻¹

FIGURA 5: QUANTIDADE DE CARBONO SEQUESTRADO NA BIOMASSA VIVA NOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

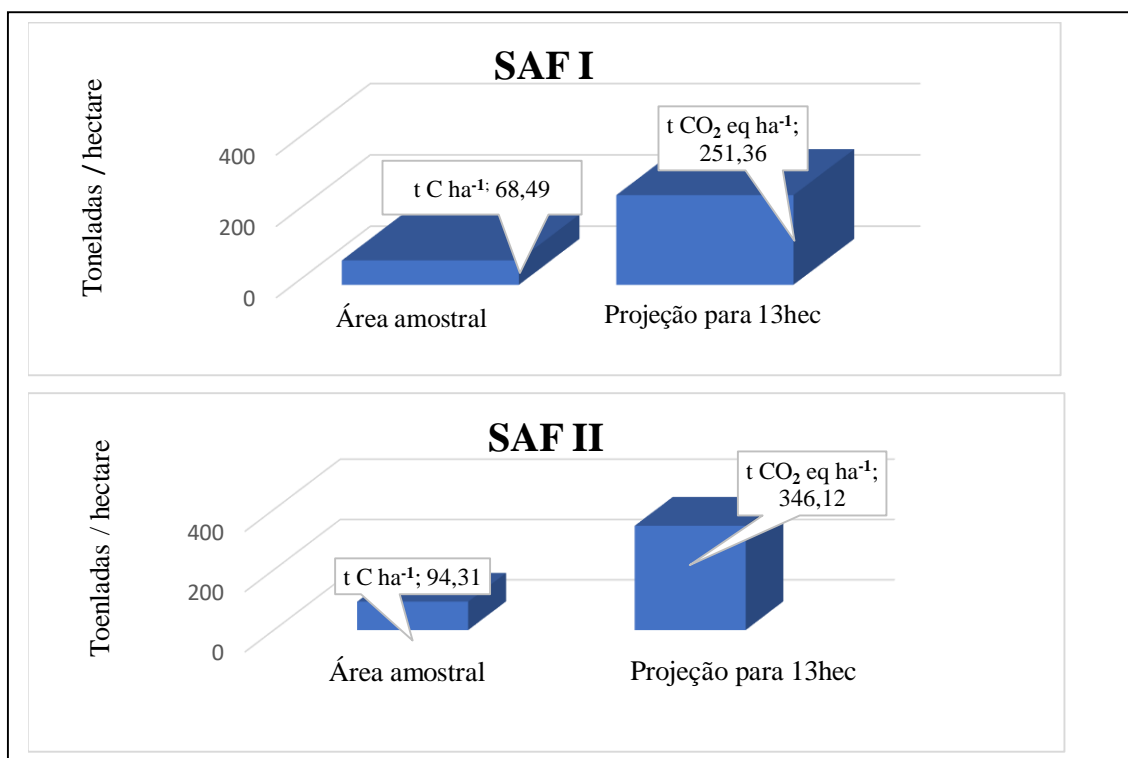


Figura 5: Quantidade de carbono e CO₂ eq em t por ha⁻¹ acumulados na biomassa viva (acima e abaixo do solo) nos sistemas agroflorestais

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da pesquisa

Além de analisar a quantidade de carbono acumulada na biomassa viva também se calculou o total de carbono acumulado na matéria orgânica morta. Apesar dos fatores edafoclimáticos influenciarem na quantidade de carbono estocado na serapilheira (matéria orgânica morta), as diferenças foram grandes quando comparada com a biomassa viva, isso ocorreu devido à maior presença de biomassa viva do que serra pilheira nos SAFs estudados. Na Figura 6, os dados revelam a quantidade de carbono acumulada na matéria orgânica morta dos SAFs em análise.

FIGURA 6: QUANTIDADE DE CARBONO SEQUESTRADO NA MATÉRIA ORGÂNICA MORTA NOS SAFs

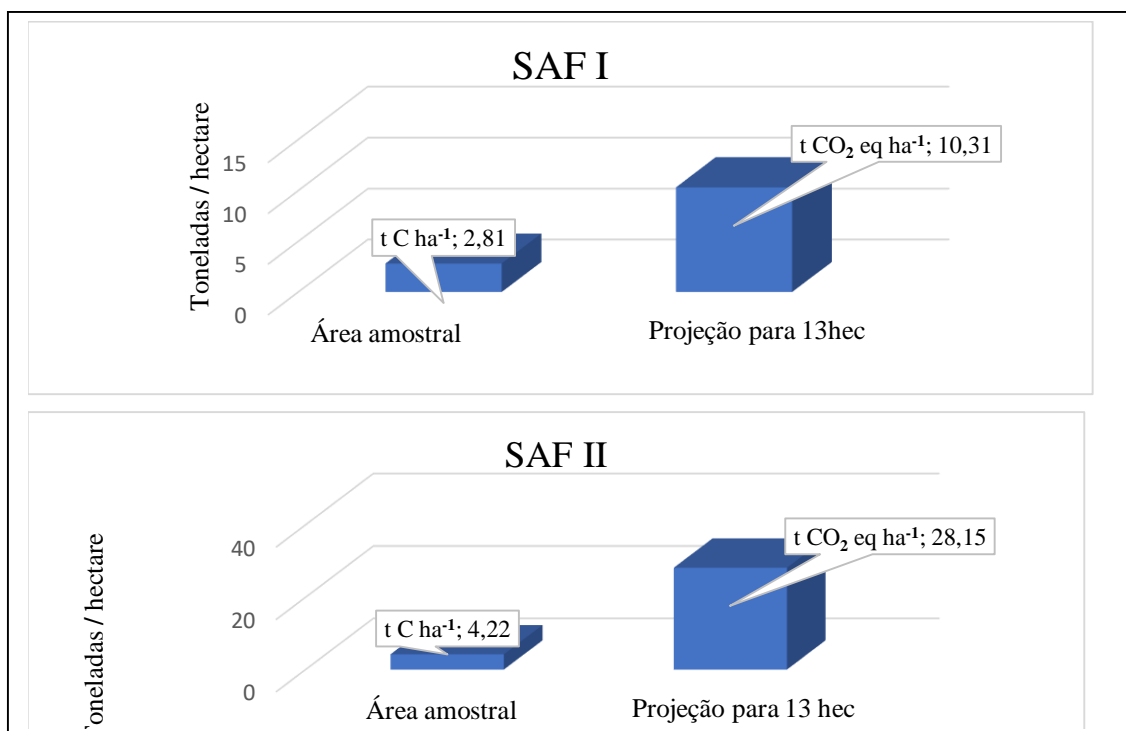


Figura 6: Quantidade de carbono e CO₂ eq em t por ha⁻¹ acumulados na serra pilheira em sistemas agroflorestais
Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da pesquisa

Ao observar a figura 7 verificamos que as profundidades influenciam na quantidade de carbono estocado no solo. Considerando as profundidades de 0-10 cm; 10-20 cm e de 20-40 cm os totais de carbono estocados foram 29,01 t ha⁻¹; 22,16 t ha⁻¹ e 40,18 t ha⁻¹, respectivamente. De acordo com o IPCC (2006) o teor de carbono no solo das florestas geralmente varia entre 20 a 300 t C ha⁻¹ considerando 1 metro de profundidade. No Brasil, quando a profundidade é de 0-30 cm em áreas florestais o estoque médio é de 60 t C ha⁻¹ claro que essa variabilidade depende do tipo de floresta e das condições edafoclimáticas. Cabe lembrar que, todos os valores de carbono calculados para estimar os estoques foram convertidos em CO₂ eq ha⁻¹ (BROWN 1997, p 57).

FIGURA 7: CARBONO NO SOLO ENCONTRADO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES

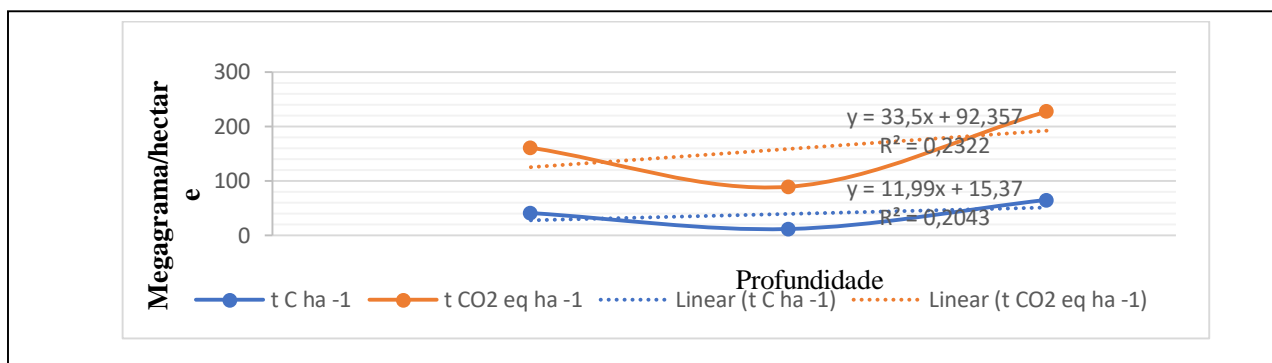


Figura 7: Estoque de carbono no solo em diferentes profundidades
Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da pesquisa

8.2. ANÁLISE DO INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

A produção de mudas corresponde a primeira fase para implantação de um sistema agroflorestal ou de um arranjo agroflorestal (AA). As mudas foram produzidas em um viveiro com dimensão de 420 m² localizado na cidade de Dourados-MS na própria chácara Santa União. Para produzir uma muda são adicionados 20 gramas de adubo verde, 150 gramas de solo, além de ser acrescido 0,5 litro de água por dia. As mudas são retiradas do viveiro com aproximadamente 6 meses, pesando 420 gramas.

O preparo do solo representa a segunda etapa desta fase da cadeia produtiva. Nos dois SAFs estudados, as áreas foram niveladas e gradeadas. Para isso foi utilizado um trator de 85 CV com consumo médio de 8 litros de diesel por hora (densidade do combustível 0,84 kg⁻¹) (NEMECEK; KAGI, 2007). A execução dessa etapa totalizou 4,5 horas.

Em seguida inicia-se o processo de calagem nos SAFs I e II, onde adiciona-se respectivamente 1000 e 1900 kg de calcário por hectare. Após o preparo do solo, plantação das mudas e sementes ocorreu o processo de adubação por meio da aplicação do adubo verde e dos desbastes. As adubações aconteceram durante os dois primeiros anos. Os SAFs I e II utilizaram respectivamente, 900 e 1800 kg por hectare anualmente.

Nestes sistemas não foram aplicados fungicidas, inseticidas e herbicidas químicos, pois as pragas são combatidas por meio do sistema MIP (manejo integrado de pragas).

A fase de colheita depende do ciclo produtivo de cada espécie ocorrendo manualmente. Convém salientar que desde a implantação do sistema até a coleta dos dados em nenhum dos sistemas foram extraídas espécies lenhosas. Na Tabela 2 estão

destacados os totais de entradas e saídas dos sistemas agroflorestais desde a implantação até a fase atual dos sistemas conforme descrito na Tabela 2.

TABELA 2: TOTAL DE ENTRADAS E SAÍDAS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Preparo das mudas. Entradas - Insumos agrícolas	SAF I	SAF II
Calcário dolomítico g	340	680
N ₂ O g	65,2	146,3
Água l	5842	10042,3
Solo g	72588,2	117021,3
Mudas	460	802
Saídas - produtos	SAF I	SAF II
100% das mudas	460	802
Fluxo - Transporte do produto Final	SAF I	SAF II
Transporte, caminhão de carga 3.5 - 7.5 ton. EURO3 (GLO) t Km-1	6,9	13,2
Preparo do solo. Entrada - Insumos agrícolas	SAF I	SAF II
adubação verde 1/Kg ha	2670	4020
desbaste 1/Kg ha	1050	2115
Calcário dolomítico kg 1/ha	1000	1400
Diesel kg 1/ ha	32,52	31,02
Saídas - produtos	SAF I	SAF II
Produção total de frutas 1/t ha	71	164
Produção total de milho 1/t ha	7,3	12,3
Produção total de feijão 1/t ha	2,5	3,4
Produção total de mandioca 1/t ha	16	16,4
Produção total de plantas medicinais 1/t ha	8,5	14,2
Produção total de plantas ornamentais 1/t ha	12,2	13
Total de produtos colhidos 1/t ha	117,5	223,3
Fluxo - Transporte do produto final	SAF I	SAF II
Transporte, caminhão de carga > 32 ton. EURO3 (GLO) 1/t Km	145,2	225

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da pesquisa

Ao analisar os dados na Tabela 2, constata-se que o SAF II foi o que utilizou maior quantidade de insumos para manejar o sistema. Cabe ressaltar, que dentre os dois SAFs analisados este é o que possui o maior número de árvores totalizando 490 unidades ha⁻¹.

Em relação ao uso de insumos o SAF I foi o que menos utilizou e, coincidentemente, comporta o menor número de árvores contendo 346 unidades ha⁻¹.

Deste o período de implantação dos sistemas agroflorestais várias culturas ao longo dos anos foram plantadas e colhidas (Tabela 2), tais como frutas, grãos, plantas medicinais e ornamentais em que a quantificação foi obtida por entrevistas auxiliada por um roteiro (Apêndice i). Esses produtos são comercializados e consumidos pelos proprietários dos lotes e vendidos nas feiras da cidade para promover renda familiar e segurança alimentar. Para tanto, verificou-se que os SAF II foi o que mais produziu produtos em toneladas por hectare até sua idade atual, 14 anos, respectivamente.

8.3. Análise do Impacto do Ciclo de Vida

A avaliação do desempenho ambiental dos sistemas agroflorestais pode ser observada na Figura 8. Fica evidente a identificação individual das emissões líquidas de cada sistema, sendo essas emissões simbolizadas por valores negativos, além de verificar qual fase da produção que mais contribuiu para o aumento do aquecimento global ao longo do ciclo de vida.

A fim de obter as emissões líquidas dos dois sistemas subtraiu-se o total sequestrado de CO₂ eq na biomassa acima e abaixo do solo, serapilheira e no solo (Figuras 5, 6 e 7) que correspondem aos impactos positivos por não causarem danos ao meio ambiente, pelo total de emissões denominados como impactos negativos (Figura 8). Por esse motivo, a Figura 8, mostra os desempenhos de cada SAFs, que são representados por sinais negativos, pois os sistemas são ambientalmente positivos para a atmosfera.

FIGURA 8: DESEMPENHO DE CADA SAF

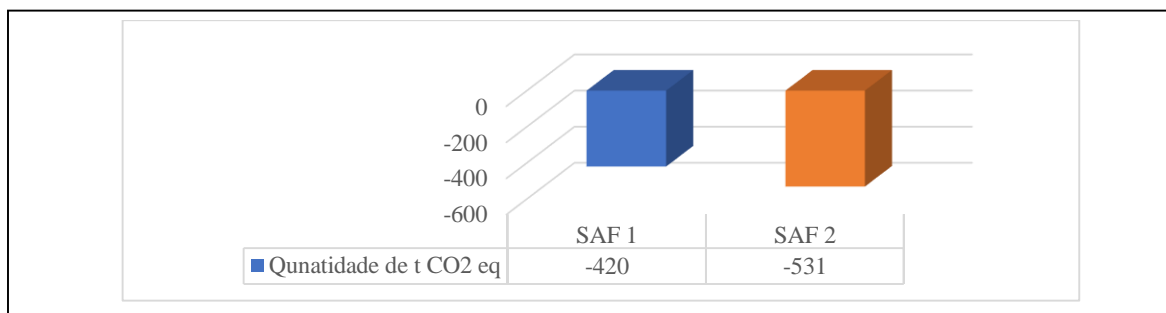


Figura 8: Avaliação do desempenho ambiental dos sistemas agroflorestais

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da pesquisa

O preparo do solo foi a fase que mais contribuiu para a geração de emissões, tendo como destaque o calcário utilizado para corrigir a acidez do solo e posteriormente, a queima de combustível fóssil oriundo da utilização de máquinas agrícolas, já os fluxos de

transportes, aplicação de adubo verde associado ao desbaste e produção de mudas são irrelevantes quando comparados com o calcário e o diesel.

O ato de comparar diretamente os resultados deste estudo com outros trabalhos seria incoerente, uma vez que, dificilmente os estudos utilizam o mesmo método, categoria de impacto, unidade funcional e a fronteira do sistema. Em especial, este estudo se difere dos outros principalmente por usar como unidade funcional 1 hectare SAF durante todo o ciclo de vida do sistema, enquanto que os estudos que empregam a avaliação do ciclo de vida para analisar florestas e pomares comumente determinam como unidade funcional 1 m³ de madeira ou 1 kg de fruto produzido, isso faz com que os impactos de cada estudo sejam divergentes (BRUNORI et al., 2017).

9. Considerações Finais

Ao mensurar a categoria de impacto (Potencial de Aquecimento Global) verificou-se que este tipo de prática agricultável não causa impactos negativos para o meio ambiente, o que significa que o balanço de carbono nos sistemas é positivo, além disso este estudo de caso demonstrou que o sistema agroflorestal é um sistema de manejo produtivo que pode contribuir para a mitigação dos Gases Efeito Estufa.

As comparações dos dois sistemas agroflorestais demonstram que estes acumulam diferentes quantidades de carbono na biomassa viva, serapilheira e no solo. O SAF que obteve o maior desempenho ambiental foi o II com (-) 531,00 t CO₂ eq ha⁻¹ e o menor foi o I com (-) 420 t CO₂ eq ha⁻¹. Isso é demonstrado quanto os SAFs “respiram”, sendo que no caso das florestas o processo respiratório se faz mediante o fluxo de expirar (expelir) O₂ e inspirar CO₂.

Nos sistemas avaliados as emissões de GEE foram pouco relevantes para o meio ambiente. Quando consideradas todas as fases de produção dos sistemas os montantes de emissões foram 0,82 e 1,23 t CO₂ eq ha⁻¹ para os SAFs I e II, isso não representa 1% do acúmulo de carbono. Dessa forma, os resultados indicam que esse tipo de sistema seria uma opção adequada para otimizar o uso da terra.

Outro ponto importante a ser observado é que embora o SAF II tenha sido o mais viável ambientalmente, também foi o que mais emitiu gases, principalmente na etapa de preparo de solo. Isso ocorreu por ser o sistema que possui a maior densidade de espécies, com árvores grandes, copas grandes, uma verdadeira floresta, exigindo maiores quantidades de insumos para o manejo.

A principal contribuição deste estudo de caso é demonstrar aos tomadores de decisões que a criação e a intensificação de políticas públicas voltadas para incentivar a adoção de sistemas agroflorestais são viáveis ambientalmente, e que investir neste tipo de manejo sustentável tende a amenizar a crise ecológica global para as gerações futuras.

Neste estudo de caso confirmou-se a hipótese central do trabalho, de que os sistemas agroflorestais apresentam condições sustentáveis de preservar o meio ambiente com a demonstração de seus respectivos dados quanto a quantidades de emissões de GEE nos SAFs, seus respectivos impactos ambientais nos SAFs, a estimativas de seus sequestros de carbono nos SAFs e a sua análise de viabilidade econômica nos SAFs.

Com os resultados obtidos neste estudo de caso, pode-se notar que existe a possibilidade de produzir alimentos e, contribuir para a redução da fome da população local emitindo baixa quantidade de poluentes para a atmosfera.

Ademais esses resultados contribuem para despertar no mínimo o interesse de mudança das práticas agricultáveis das grandes empresas detentoras das tecnologias de monocultura.

10. REFERENCIAL TEÓRICO

ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; ALVES, F. V. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com ênfase na produção de carne**. In: II CONGRESO COLOMBIANO Y I SEMINARIO INTERNACIONAL SILVOPASTOREO, 2012, Medellín. Anais... Medellín, Colômbia: Universidad Nacional de Colombia. Disponível em: <http://www.unalmed.edu.co/~biorum/memorias.html>. 18p. 2012. Acesso em: 03. Maio. 2018.

ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Interação lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 47).

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. I. O potencial agroecológico dos sistemas agroflorestais na América Latina. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, v. 8, n. 2, 2011.

ARCO-VERDE, M. F. Sustentabilidade Biofísica E Socioeconômica De Sistemas Agroflorestais Na Amazônia Brasileira. 2008. 185 p. **Tese** (Doutorado em ciências florestais) - Universidade Federal Do Paraná, Curitiba. 2008.

AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMAN, J. M. Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra – Colombo : **Embrapa Florestas**, 2002. Disponível em: http://www.professoremerson.com/biblioteca/meioambiente/metod_embropa.pdf Acesso em: 03. Abr. 2017.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. Agricultura sustentável por meio da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). **Informações Agronômicas IPNI**, n. 138, p. 1-18, jul. 2012.

BAITZ, M.; ALBRECHT, S.; BRAUNER, E.; BROADBENT, C.; CASTELLAN, G.; CONRATH, P.; FAVA, J.; FINKBEINER, M.; FISCHER, M.; FULLANA I PALMER, P.; KRINKE, S.; LEROY, C.; LOEBEL, O.; MCKEOWN, P.; MERSIOWSKY, I.; M??GINGER, B.; PFAADT, M.; REBITZER, G.; ROTHER, E.; RUHLAND, K.; SCHANSSEMA, A.; TIKANA, L. LCA's theory and practice: Like ebony and ivory living in perfect harmony? **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 18, n. 1, p. 5–13, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/Brasil (2017). **Recuperação de áreas degradadas**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protetidas.html>.

Acesso em: 10. Abril.2018

BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. Rome: FAO, 1997. 55 p.

BRUNORI, A. M. E.; SDRINGOLA, P.; DINI, F.; ILARIONI, L.; NASINI, L.; REGNI, L.; PROIETTI, P.; PROIETTI, S.; VITONE, A.; PELLERI, F. Carbon balance and Life Cycle Assessment in an oak plantation for mined area reclamation. *Journal of Cleaner Production*, v. 144, p. 69–78, 2017.

BUNGENSTAB, D, J. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta : a produção sustentável / editor técnico**. 2. ed. – Brasília, DF : Embrapa, 2012. 239 p.

COBUCCI, T.; WRUCK, F. J.; KLUTHCOUSKI, J.; MUNIZ, L. C.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; CARNEVALLI, R. A.; TEIXEIRA, S. R.; MACHADO, A. A.; TEIXEIRA NETO, M. L. Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 240, p. 64-79, 2007.

CORRÊA NETO; MESSERSCHIMDT; STEENBOCK & MONNERAT. Livro: *Agroflorestando o mundo de facão a trator*. p. 12. 2016.

DELONGE, M. S.; MILES, A.; CARLISLE, L. Investing in the transition to sustainable agriculture. *Environmental Science & Policy*, v. 55, Part 1, p. 266–273, 2016.

FIETZ. R. C; COMUNELLO. E; FLUMIGNADN D. L.; Deficiências hídricas na região de Dourados, MS, XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA. 2013^a. Fortaleza. 1 CD-ROM.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. Publicado em: 21/01/2015. **FAO: Se o atual ritmo de consumo continuar, em 2050 mundo precisará de 60% mais alimentos e 40% mais água.** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/fao-se-o-atual-ritmo-de-consumo-continuar-em-2050-mundo-precisara-de-60-mais-alimentos-e-40-mais-agua/>. Acesso em: 12 abril. 2018.

GUINÉE, J. B. Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 6, n. 5, p. 255, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2006. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familiar.pdf. Acesso em: 20. Out. 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate change: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/New York, NY, USA 2017.

KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SALTON, J. C.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DASILVA, V.; MÜLLER, M. Conceitos e modalidades da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015a. p. 21-33. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

LEITE, L. F. C.; IWATA, B. D.; ARAUJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; GEHRING, C.; CAMPOS, L. P. Agroforestry systems and its effects on chemical attributes of an Ultisol in the “Cerrado” of Piauí State, Brazil. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 730–738, 2012.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. v. 13 p. 45, 2002.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: **o estado da arte e inovações tecnológicas**. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Suplemento especial. Edição dos Anais da 46. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá. v.38, p. 133-146, jul. 2009.

MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G.; ARAUJO, A. R.; FERREIRA, A. D. Soil carbon contents in integrated crop-livestock and crop-livestock-forest systems in the Brazilian Cerrado. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEM, 1.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 323

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Potencial para adoção da estratégia de integração ILPF, 2016

MARTINELLI, G.C. Sistemas agroflorestais biodiversos: uma análise sob a perspectiva ambiental e econômica. 2017. 109 p. **Dissertação** (Mestrado em agronegócios) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS. 2017.

MUNIZ, L. C.; FIGUEIREDO, R. S.; MAGNABOSCO, C. U.; WANDER, A. E.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Análise econômica da integração lavoura e pecuária com a utilização do System Dynamics. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina.

Conhecimentos para a agricultura do futuro. Brasília, DF: Sober; Londrina: Ed. da Universidade Estadual de Londrina: Iapar, 2007. 1 CD-ROM.

NAIR, P.K.R (2014). Grand challenges in agroecology and land use systems. **Frontiers in Environmental Science**. 2:1. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2014.00001/full>. Acesso em: 16. Set. 2018.

NEMECEK, T.; KAGI, T. Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems - **ecoinvent report** (2007) No. 15. 360.

PADOVAN, M. P; NASCIMENTO, J. S; PEREIRA, Z. V; ALVES, J. C; RAMOS, F. S. Estado da arte de sistemas agrofloreais em bases agroecológicas em Mato Grosso do Sul, região Centro Oeste do Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

RICO, Andreu et al. Uso de medicamentos veterinários, aditivos alimentares e probióticos em quatro grandes espécies de aquicultura comercializadas internacionalmente cultivadas na Ásia. **Aquicultura**, v. 412, p. 231-243, 2013.

ROCHA, G.P.; FERNANDES, L.A.; CABACINHA, C.D.; LOPES, I.D.P.; RIBEIRO, J.M.; FRAZÃO, L.A.; SAMPAIO, R.A. Caracterização e estoques de carbono de sistemas agrofloreais no Cerrado de Minas Gerais. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.44, n.7, p.1197-1203, 2014.

ROCHA, G. L. A evolução da pesquisa em forragicultura e pastagens no Brasil. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, v. 45, n. 1, p.5-51, 1988.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro:Embrapa Solos, 353p, 2013.

SALTON, J. C. (Ed.). PEZARICO, C. R.; TOMAZI, M.; COMAS, C. C.; RICHETTI, A.; MERCANTE, F. M.; CONCENÇO, G. **20 Anos de Experimentação em Interação Lavoura-Pecuária na Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015b. 167 p. (Documentos 130).

SILVA, S. M. Estoque de carbono em sistemas de restauração ambiental na região sudoeste de Mato Grosso do Sul. 2013. 41 p. **Dissertação** (Mestrado em biologia geral)-Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados. 2013.

YU, C. M. Sequestro florestal de carbono no Brasil – dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas. 2004. 293 p. **Tese** (Doutorado em meio ambiente e desenvolvimento) Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2004.

ZAMAGNI, A. Life cycle sustainability assessment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 17, n. 4, p. 373–386, 2012.

ZIMMER, A. H.; ALMEIDA, R. G.; VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N. Uso da ILP na melhoria da produção animal. In: SIMPAPASTO – SIMPÓSIODE DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, Maringá. Anais... Maringá: UEM/Sthampa, p. 39-79. 2011.

11. ANEXOS

Anexo A: Equações utilizadas para calcular emissões e suas respectivas referências.

Fonte	Equação	Referencia	Tier
Equação 11.12 - emissão anual de CO ₂ para a aplicação de calcário	$CO_2-C = (M_{\text{limestone}} \cdot EF_{\text{limestone}}) + (M_{\text{dolomite}} \cdot EF_{\text{dolomite}})$	IPCC 2006	1
Equação 2.1 - emissões de gases de efeito estufa de combustível	$GHG_{\text{fuel}} = \text{fuel consumption}_{\text{fuel}} \cdot EF$	IPCC 2006	1
Emissões provenientes da aplicação de fertilizante químico	$N_2O \text{ emission (kg N}_2\text{O-N} \times \text{ha)}$ $= 0.0125 \times N \text{ applicationa (kg N} \times \text{ha)}$	Bouwman, 1995	
Equação 10.25 - emissões diretas para a gestão do esterco	N_2O_D $[N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)}] \cdot EF_{3(s)} \cdot 44/28$	IPCC 2006	1

Fonte: MARTINELLI, 2017

Anexo B: Emissões consideradas, fator de emissões e referências utilizadas para o cálculo

Emissões	Destino	Elementos	Fator de emissão	Referência
Emissões de gases decorrentes da combustão	Ar	Carbon dioxide	3.17E+00	HENRIKSSON <i>et al.</i> , (2014)
		Methane	1.78E-04	
		Dinitrogen monoxide	1.22E-03	
		NMVOG	5.18E-03	
		Ammonia	2.00E-05	
		Nitrogen oxides	4.41E-02	
		Particulates, < 2.5 um	4.04E-03	
		Particulates, > 10 um	2.69E-04	
		Particulates, >2.5um, and < 10um	1.79E-04	
		Carbon monoxide	1.14E-02	
		Sulfur dioxide	1.01E-03	
		Cadmium	1.00E-08	
		Chromium	5.01E-08	
		Copper	1.70E-06	
		Nickel	7.02E-08	
		Zinc	1.00E-06	
		Benzo(a)pyrene	3.00E-08	
		PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	3.36E-06	
		Selenium	1.00E-08	
		Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	5.99E-14	
Benzene	7.30E-06			

Fonte: MARTINELLI, 2017

Anexo C: Origem dos processos para avaliação do impacto ambiental (potencial e aquecimento global).

	Origem das emissões	Fonte
Entrada na natureza		
Occupation, forest, unspecified	10000 m ²	
Carbon dioxide, in air	calculado	Primária
Water, river, BR	Cadeia produtiva retirada de ecoinvent v. 3.2	
Energy, gross caloric value, in biomass	calculado	SBS (2008)
Entrada da tecnosfera		
Manure, from, cows, at a farm/RER mass	calculado	IPCC (2006)
Lime {GLO} market for	calculado	IPCC (2006)
Diesel {RoW} market for	calculado	IPCC (2006)
Muda	calculado	secundária
Extrusion, plastic pipes {GLO} market for	Cadeia produtiva retirada de ecoinvent v. 3.2	
Nitrogen fertiliser, as N {GLO} market for	calculado	Bouwman,1995
Potassium fertiliser, as K ₂ O {GLO} market for		
Phosphate fertiliser, as P ₂ O ₅ {GLO} market for		
Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton EURO3 {GLO}	Cadeia produtiva retirada de ecoinvent v. 3.2	
Transport, freight, lorry >32 metric ton EURO3 {GLO}	Cadeia produtiva retirada de ecoinvent v. 3.2	
Saídas		
Emissão para o ar	Calculado	

Fonte: MARTINELLI, 2017