

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E HUMANAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

LEANDRO JOSÉ MEDEIROS

**TEORES DE CARBONO EM ÁREAS DE PECUÁRIA NA AGRICULTURA
FAMILIAR NA REGIÃO DO ALTO GUAPORÉ (MT)**

PONTES E LACERDA-MT
DEZEMBRO/2018

LEANDRO JOSÉ MEDEIROS

**TEORES DE CARBONO EM ÁREAS DE PASTAGENS NA AGRICULTURA
FAMILIAR NA REGIÃO DO ALTO GUAPORÉ (MT)**

“Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

Orientador: Prof. Dr. Heitor Marcos Kirsch
Co-orientadora: Prof. Dr^a. Maria Aparecida
Pereira Pierangeli

PONTES E LACERDA-MT
DEZEMBRO/2018

LEANDRO JOSÉ MEDEIROS

**TEORES DE CARBONO EM ÁREAS DE PASTAGENS NA AGRICULTURA
FAMILIAR NA REGIÃO DO ALTO GUAPORÉ (MT).**

“Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Coordenação do Curso de Graduação em
Zootecnia da Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências para obtenção
do Título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

APROVADO EM: 04/12/2018



Prof.º Dr. Heitor Marcos Kirsch
Orientador/UNEMAT - Pontes e Lacerda



Profª Drª Maria Aparecida Pereira Pierangeli
Co-Orientadora/UNEMAT - Pontes e Lacerda



Prof. Dr. Edson Sadayuki Eguchi
Membro/UNEMAT - Pontes e Lacerda

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, aos meus pais, familiares e amigos.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

(José de Alencar)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades que surgiram ao longo da minha vida.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Pontes e Lacerda, em especial ao Departamento de Zootecnia, por tornar possível a realização deste trabalho de conclusão de curso, em especial aos professores por fazerem parte da minha formação, oferecendo todos os seus conhecimentos.

Ao Professor Dr Heitor Marcos Kirsch pelo empenho dedicado e elaboração deste trabalho, por aceitar me orientar e me acompanhar nesta caminhada.

À professora Dr^a Maria Aparecida Pereira Pierangeli pela co-orientação dedicação, apoio e confiança.

Aos meus pais, meu grande herói Antônio Medeiros de Araújo, e a minha guerreira Maria José Duarte Medeiros, que são os principais responsáveis por estar realizando esse sonho.

Aos meus irmãos Ronaldo, Leonardo, Reginaldo, Alessandro, Ricardo, Leone, Juliana, Renato, por estarem ao meu lado e sempre pedindo a proteção divina e a serenidade para que eu possa seguir em frente.

A minha namorada Ronayane, por nunca desistir de mim e pelo o apoio que sempre me deu em todas as minhas decisões, e por me ajudar na coleta de dados para o meu experimento no campo. Sua ajuda foi de grande importância.

Aos meus amigos da faculdade que fizeram, e fazem parte desse percurso percorrido até aqui, tanto dentro ou fora do âmbito de ensino. Amigos esses que não escolhemos, mas que foram escolhidos para trilharmos uns os caminhos dos outros: José Dener, Moises, Pamella, Vanessa, Welison, quero agradece a vocês que sempre estiveram comigo em todos os momentos.

E a todos que fizeram parte de minha formação de uma forma direta ou indiretamente, os meus sinceros agradecimentos

RESUMO

O desmatamento de áreas destinadas à atividade pecuária ocorre, em inúmeras vezes, em solos bastante frágeis. Tal ação pode estar ocasionando redistribuição nos regimes de temperaturas médias e na diminuição da biodiversidade. Além do mais, os impactos de tais transformações também implicam em reduções, muitas vezes expressivas, nos níveis de produção das pastagens utilizadas na criação do rebanho bovino, bem como em sua capacidade de retenção de carbono no solo. Todavia, tais efeitos podem ser eventualmente atenuados através das diferentes estratégias de adaptação adotadas na atividade agrícola, o que é extremamente relevante para regiões como o Centro-Oeste brasileiro onde se concentram alguns dos principais rebanhos bovinos do país. O objetivo desse estudo foi determinar os teores de carbono orgânico de solo (COS) em áreas de agricultores familiares nos municípios de Figueirópolis D'Oeste, Jauru e Pontes e Lacerda (MT), e assim foi avaliado a influência de suas atividades produtivas nos teores de armazenamento de carbono. Foram coletadas as amostras dos solos em cinquenta e duas propriedades rurais, nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm, com o auxílio de um trado tipo holandês, com três repetições nas áreas com pastagem e outras, na mesma quantidade, em áreas de vegetação nativa. Nas propriedades analisadas, na maioria foram constatados um teor de COS “médio” nas áreas de vegetação nativa e pastagens, tanto nas camadas de 0-20 cm, quanto na de 20-60 cm. Nas camadas de 0-20 cm 75% das propriedades, nas áreas de pastagem, apresentaram teores médios de COS. Nas profundidades de 20-60 cm foram constatados 65,38% das propriedades com resultado de COS “médio”. Mesmo nas áreas de vegetação nativa foram observados apenas 15 % de solos com teores de COS bom ou alto, indicando que mesmo em condições naturais os solos estudados não acumulam grandes quantidades de COS. Nas áreas convertidas em pastagem não houve solos enquadrados nessas classes de interpretação, reforçando a necessidade de adoção de manejos específicos nas áreas cultivadas para que os teores de COS sejam aumentados ou, pelo menos, mantidos.

Palavras-chave: Efeito Estufa; Mitigação; Ciclo do Carbono; Pecuária familiar.

ABSTRACT

The deforestation of areas destined to the livestock activity occurs, on numerous occasions, in very fragile soils. Such action may be causing redistribution in the regimes of average temperatures and in the diminution of the biodiversity. Moreover, the impacts of such transformations also imply reductions, often expressive, in the pasture production levels used in the rearing of the cattle herd, as well as in its soil carbon retention capacity. However, these effects may be attenuated through the different adaptation strategies adopted in the agricultural activity, which is extremely relevant for regions such as the Brazilian Midwest where some of the country's main cattle herds are concentrated. The objective of this study was to determine the levels of organic carbon in the areas of family farmers in the municipalities of Figueirópolis D'Oeste, Jauru and Pontes e Lacerda (MT), in order to evaluate the influence of their productive activities on the levels of carbon storage. Soil samples were collected at fifty-two rural farms, at depths of 0-20 cm and 20-60 cm, with the aid of a Dutch-type survey, with three replications in pasture areas and others, in the same amount, in areas of native vegetation. In the analyzed properties, a "medium" COS content was found in the native reserve and pasture areas, both in the 0-20 cm and the 20-60 cm layers. In the layers of 0-20 cm 75% of the properties, in the pasture areas, presented average contents of COS. At depths of 20-60 cm, 65.38% of the properties with a "medium" COS result were found. Even in the native vegetation areas, only 15% of soils with good or high COS levels were observed, indicating that even under natural conditions the soils studied do not accumulate large amounts of COS. In areas converted to pasture there were no soils framed in these classes of interpretation, reinforcing the need to adopt specific management in the cultivated areas so that the contents of COS are increased or at least maintained.

Keywords: Greenhouse Effect, Mitigation, Carbon Cycle, Family Livestock

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo do Carbono.....	13
Figura 2: Setores da economia responsáveis pelas emissões de CO ₂ no Brasil em 2010.....	14
Figura 3: Adoção do plantio direto na palha em detrimento ao sistema de preparo convencional do solo como prática atenuadora do aquecimento global.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Frequência da classificação dos teores médios de carbono orgânico do solo em área de mata nativa e pastagem, nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm, de propriedades pecuárias localizadas no sudoeste de Mato Grosso.	27
Tabela 2: Classificação dos tipos de produção de propriedades pecuárias localizadas no sudoeste de Mato Grosso.....	29
Tabela 3: Frequência da classificação dos teores médios de carbono orgânico identificados na área de mata nativa e pastagem das propriedades de gado leiteiro, nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm, de propriedades pecuárias localizadas no sudoeste de Mato Grosso.	30
Tabela 4: Frequência da classificação dos teores médios de carbono orgânico identificados na área de mata nativa e pastagem das propriedades de gado de corte, nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm, de propriedades pecuárias localizadas no sudoeste de Mato Grosso.	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 A DINÂMICA DO EFEITO ESTUFA	15
2.2 GASES DO EFEITO ESTUFA.....	16
2.3 O QUE É O SEQUESTRO DE CARBONO NO SOLO.....	17
2.3.1 Solo como armazenador de carbono.....	19
2.3.2 A atividade pecuária e agrícola no contexto das mudanças climáticas	21
2.3.3 A importância da agricultura familiar para os processos de mitigação às mudanças climáticas.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O aumento das taxas médias anuais das emissões dos gases que provocam o efeito estufa ao longo dos últimos 150 anos vem colocando os ecossistemas da Terra em uma trajetória de mudança sem precedentes. Segundo o último relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), o incremento observado nas emissões de gases de origem antropogênica, como o dióxido de carbono (CO₂) se concentraram acima dos 3% anuais, o que vem colocando os ecossistemas da Terra em uma trajetória de mudança que pode ser perigosa à própria sobrevivência da vida, ou mesmo irreversível, em suas dinâmicas climáticas, fazendo com que a temperatura do planeta possa aumentar até 4,8 graus Celsius até o final deste século (IPCC, 2014).

Vários estudiosos são enfáticos em afirmarem que as mudanças que ocorrerem no ambiente foram ocasionadas em razão das práticas de uso do solo, mesmo sendo locais, exercem um condicionamento importante sobre os principais ciclos climáticos, e, por isso, foram ligadas ao processo de aquecimento global. (ERMERT et al., 2012; HAZELL; WOOD, 2008; SMITH et al., 2008).

Ou seja, embora as práticas desse uso da terra variem consideravelmente em todo o mundo, elas têm desempenhado um importante papel na mudança do ciclo global do carbono e, possivelmente, no clima global. Análises recente estimam que entre 1850-2000, cerca de 35% das emissões antropogênicas de CO₂ podem ser atribuídos diretamente às mudanças do uso da terra, sobretudo as que ocorreram em regiões tropicais (HOUGHTON, 2003).

Portanto, ainda que não exclusivamente, tal característica está diretamente relacionada com as modificações impetradas sobre a cobertura vegetal em áreas que ao longo desse período, passaram a ser destinadas à exploração agrícola. Ao mesmo tempo, a capacidade do uso dos solos depende, em grande medida, da quantidade e da qualidade do estoque de carbono orgânico. Assim, alterações nas quantidades totais de carbono estocadas produzem efeitos importantes sobre a hidrologia e podem induzir substanciais mudanças nos níveis de produtividade nos cultivos e afetar diretamente a produção agrícola total, tanto quantitativamente, quanto qualitativamente.

Contudo, alguns estudos demonstraram que sistemas produtivos mais adequados de manejo da cobertura do solo podem aumentar em média o estoque de carbono em até 14% em áreas de pastagens em regiões de clima temperado e chegar aos 17% em tropicais, ao passo

que em locais degradados foi estimada uma redução entre 3% e 5% no potencial de armazenamento (OGLE; CONANT; PAUSTIAN, 2004). Maia et al. (2010) já haviam observado que algumas pastagens degradadas não diminuíram seu estoque total de carbono. Isso foi atribuído principalmente ao aumento na biomassa radicular com a mudança da vegetação nativa predominante para as pastagens, ou seja, tais níveis estariam associados a forma de manejo e de gestão de tais espaços em sua destinação à atividade produtiva (RODRIGUES, 2009).

Em outras palavras, desde a revolução industrial, as emissões globais de dióxido de carbono e sua consequente concentração atmosférica, em grande medida ocasionada pela queima e uso de combustíveis de origem fóssil e as profundas mudanças no uso e no cultivo da terra, exigem uma crescente necessidade de identificação de estratégias para mitigar a ameaça do aquecimento global (STEFFEN et al., 2007). Além do mais, a perda nos estoques de carbono pode ser amenizada e/ou corrigido com a mudança no uso da terra e sua gestão através de práticas agrícolas que são consideradas mais sustentáveis ambientalmente, como sugerem Balbino et al. (2011) e Salton et al. (2011).

Em razão disso, se justifica a significativa importância para investigações como essa que se propõe, cujo objetivo consiste em determinar a influência que a atividade pecuária exerce nos níveis de estocagem de carbono terrestre, especialmente a praticada pela agricultura familiar na região do Alto Guaporé, localizada no sudoeste do estado de Mato Grosso.

Na verdade, as localidades onde foi desenvolvida a pesquisa apresenta características essencialmente rurais. Especificamente nos municípios onde foi a coleta empírica dos dados, é possível encontrar um total de 1.302 estabelecimentos rurais em Pontes e Lacerda, outros 967 no município de Jauru e ainda, outros 717 em Figueirópolis D'Oeste, totalizando 2.986 propriedades, que ocupam juntas uma área total de 859.755 hectares (IBGE, 2017).

Para tanto, o presente trabalho buscou determinar os níveis de teores de carbono presentes em áreas de vegetação nativa e as destinadas à produção animal, além de verificar a variação nesses locais numa mesma propriedade e identificar os tipos de manejos utilizados pelos agricultores familiares.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O carbono (do latim carbo, carvão) é considerado o elemento químico fundamental dos compostos orgânicos. Existe uma grande variedade de compostos de carbono envolvidos no seu ciclo global, sendo os principais: o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), e os hidrocarbonetos (BARBOSA et al., 2013). Ele circula através dos oceanos, da atmosfera, do solo, e do subsolo, e torna-se disponível para os seres vivos através dos vegetais, pelo processo de fotossíntese (TITO; LEÓN; PORRO, 2009).

A sua decomposição biológica é um dos modos de reversão desse processo, quando ocorre a liberação do dióxido de carbono (CO_2) para a atmosfera. A esta somam-se as emissões de gases do efeito estufa (GEE) devido ao desmatamento, incêndios, gases industriais, e queima de combustíveis: ações antrópicas que contribuem com o desequilíbrio do ciclo de carbono (TITO; LEÓN; PORRO, 2009).

Ao passo que o principal processo de renovação do CO_2 consiste na sua absorção pelos oceanos e pela vegetação, especialmente as florestas (PAULINO; TEIXEIRA, 2010). A Figura 1 demonstra como esse ciclo ocorre na natureza.

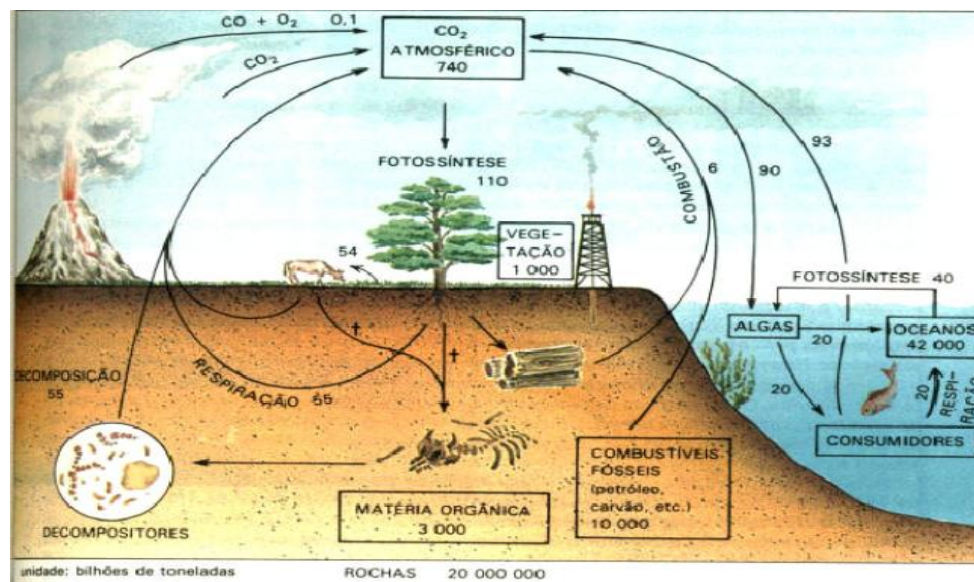


Figura 1: Ciclo do Carbono
Fonte: Santos (1999)

A captura de carbono através da fotossíntese ocorre quando as plantas absorvem energia solar e CO_2 da atmosfera, produzindo oxigênio e hidratos de carbono (açúcares, como

a glicose), que servem de base para seu crescimento. Através deste processo, elas fixam o carbono na biomassa da vegetação, e conseqüentemente constituem, junto com seus resíduos (madeira morta e serapilheira), um estoque natural de carbono (TITO; LEÓN; PORRO, 2009). Observa-se na Figura 1, que depois dos oceanos o maior estoque de C se encontra no solo, o qual pode atuar como reservatório e fonte de C para a atmosfera.

2.1 A DINÂMICA DO EFEITO ESTUFA

O efeito estufa se refere ao aumento da concentração de determinados gases na atmosfera, os chamados gases de efeito estufa (GEEs). Altas concentrações que se refletem na contribuição de cada setor nas emissões de GEE no Brasil em 2010, como pode ser observado na Figura 2, fazem com que a temperatura global se eleve, mas também podem ter outros efeitos complexos, dependendo dos gases envolvidos (TILIO NETO, 2010).

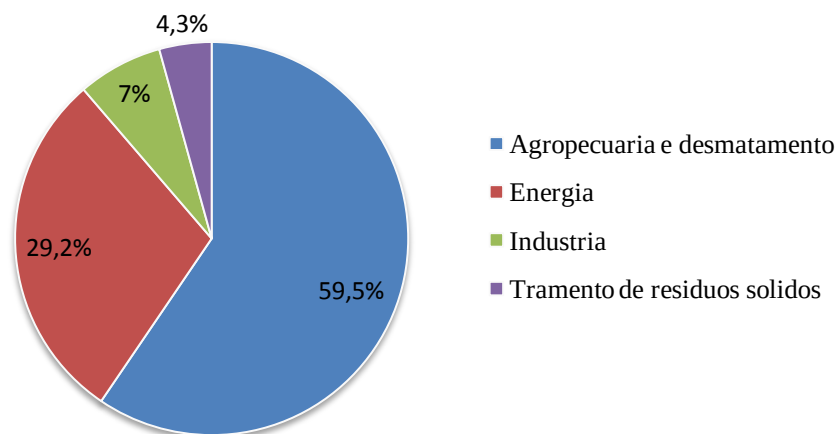


Figura 1: Setores da economia responsáveis pelas emissões de CO₂ no Brasil em 2010
Fonte: (SIRENE, 2016).

Em 2010, dos 59,5% de emissões de CO₂ referentes à agropecuária e desmatamento, 32% foram devido à agropecuária e 27,5% devido ao uso e mudanças no uso da terra. Já em 2014, esses setores contribuíram com 51% das emissões de CO₂-eq uma queda de 8,5% nas emissões num período de 4 anos, demonstrando um possível avanço nos esforços de diminuição de emissões de GEE (SIRENE, 2016).

O aumento das concentrações de gases de efeito estufa desde a época pré-industrial levou a um forçamento radiativo do clima, fazendo com que, de um modo geral, se aqueça e produzam alterações climáticas (SANTOS, 2000). O preocupante é que, mantendo-se a uma taxa constante de crescimento, as emissões de CO₂ deverão aumentar significativamente o nível de concentração do gás na atmosfera, chegando ao patamar de 500 mg dm⁻³ no fim do século XXI (SANTOS, 2000)

2.2 GASES DO EFEITO ESTUFA

Uma das mais graves ameaças que a humanidade atravessa é o aquecimento global causado pela elevação da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera. (RENNER, 2004). Estudos mostram que o aumento da concentração dos GEE, gerada em grande parte por atividades econômicas e industriais, poderá causar um aumento da temperatura média do planeta entre 3 a 5° C nos próximos 100 anos (BARBOSA et al., 2013). Se a concentração de CO₂ continuar aumentando, a elevação da temperatura da Terra causará um aumento no nível dos mares e uma profunda alteração na variabilidade de eventos hidrológicos, colocando em risco a vida no planeta (RENNER, 2004).

Segundo Siqueira Neto et al. (2011), a emissão dos gases que mais geram o efeito estufa, está diretamente ligada ao uso do solo e a exploração da atividade pecuária, atividade esta que resulta na mudança da dinâmica da matéria orgânica, e consequentemente nas mudanças climáticas globais. O revolvimento do solo para cultivo implica na exposição da fração lábil da matéria orgânica beneficiando a oxidação de carbono de composto orgânico para CO₂, por favorecer a ampliação da aeração, aumentando o contato dos restos de resíduos culturais e expondo a matéria orgânica protegida nos agregados aos microrganismos decompositores.

Enquanto nos países desenvolvidos as emissões de gases de efeito estufa se concentram basicamente no setor industrial e no consumo de combustíveis fósseis, no Brasil, a emissão a partir das queimadas, desmatamento e expansão agrícola é muito maior do que a industrial e da queima de combustíveis fósseis, além disso, o país tem sido considerado como um dos maiores emissores do mundo (BARBOSA et al., 2013).

Segundo Barbosa et al. (2013), o dióxido de carbono corresponde ao gás com efeito de estufa que apresenta menor *Global Warming Potential* (GWP), ou seja, Potencial de Aquecimento Global, pondo em evidência o fato de serem as elevadas concentrações atmosféricas deste gás que lhe conferem o estatuto de principal GEE. Apesar do CO₂ poder ter origem em atividades naturais, o aumento dos níveis de dióxido de carbono atualmente verificado na atmosfera, são fundamentalmente decorrentes das ações humanas

2.3 O QUE É O SEQUESTRO DE CARBONO NO SOLO

Para mitigar o aquecimento global, uma variedade de meios artificiais de captura e de sequestro do carbono, assim como processos naturais estão sendo estudados e explorados (MENDES, 2015). O sequestro de carbono foi consagrado pela Conferência de Quioto, em 1997, e consiste em uma dinâmica que captura parte desse gás da atmosfera, para armazená-lo no solo e tem como uma de suas finalidades a de conter e reverter o acúmulo de CO₂ na atmosfera, visando à diminuição do efeito estufa.

Ele começa a partir das plantas, através do processo da fotossíntese (BARRETO; FREITAS; PAIVA, 2009). Em geral, traz grandes vantagens para o solo, como melhorar a agregação, promove uma maior porosidade, melhorando com isso a infiltração e a armazenamento de água, fazendo com que as plantas encontrem condições ideais para desenvolverem o seu sistema radicular em profundidade, resistindo melhor ao veranico e absorvendo os nutrientes contidos nas camadas mais profundas.

Durante a fotossíntese, as plantas removem CO₂ da atmosfera e utilizam-no para construir seus tecidos, onde é retido até ser respirado de volta para a atmosfera (BRAGA, 2006). Na medida em que as plantas crescem e se desenvolvem, elas perdem suas folhas e frutos em razão dos diferentes estágios do seu ciclo de vida. Este material que foi construído pelo CO₂ adquirindo durante a fotossíntese, na medida em que está sujeito ao processo de decomposição, faz retornar parte de seu carbono para a atmosfera, novamente na forma de CO₂ (BRAGA, 2006).

Dentre os ecossistemas terrestres, as florestas são os maiores reservatórios de carbono, contendo cerca de 80% de todo o carbono estocado na vegetação terrestre e cerca de 40% do carbono presente nos solos. Por isso, as florestas desempenham por meio da assimilação,

estocagem e emissão, um importante papel no ciclo do carbono. Assim, o estabelecimento e o manejo adequado de florestas boreais temperadas e tropicais e de sistemas agroflorestais, são apontados como dinâmicas que poderiam aumentar o sequestro e a estocagem de carbono da biosfera (BARBOSA et al., 2013).

Em termos de área geográfica ocupada, as pastagens cultivadas correspondem ao tipo de uso da terra mais importante no Brasil e a maior parte dessas pastagens não se encontra em plena capacidade de produção vegetal. Portanto, a recuperação da capacidade produtiva de biomassa de pastagens degradadas pode se constituir em uma alternativa viável para o país em termos de aumento de estoque de carbono e de mitigação de emissão de CO₂ na atmosfera (OLIVEIRA 2012).

Para minimizar os seus impactos, estudiosos como Cerri e Cerri (2007), defendem a adoção das práticas de manejo menos agressivas na agricultura, tal como o sistema plantio direto, em substituição aos sistemas convencionais, conforme ilustrado na Figura 3.



Figura 2: Adoção do plantio direto na palha em detrimento ao sistema de preparo convencional do solo como prática atenuadora do aquecimento global

Fonte: Cerri e Cerri (2007).

O plantio direto é tido como uma das formas mais eficiente de manejo utilizada na agricultura no tocante à redução do efeito estufa. Isso ocorre porque ele facilita uma maior e melhor decomposição de palha no solo, promovendo assim o acúmulo de matéria orgânica, e, conseqüentemente, aumentando o estoque de carbono no solo. Já o plantio convencional não é tão eficiente, pois o uso de grades na remoção do solo acaba retirando quantidades consideráveis de matéria orgânica, fazendo com que a decomposição fique mais lenta e não

seja feita de modo adequado, liberando muitos gases do efeito estufa para a atmosfera (CERRI; CERRI, 2007).

No Brasil, a opção pela integração lavoura-pecuária, além de viabilizar economicamente a produção de grãos e a atividade pecuária, os sistemas de produção animal em pastagens sob plantio direto, podem, potencialmente, contribuir em grau de magnitude maior ainda no sequestro de carbono. Infelizmente, os solos dedicados à produção de forragem, sejam para corte ou pastejo, na maioria das nossas bacias leiteiras, estão degradados e erodidos. Esses solos hoje, sem a devida correção e reposição dos nutrientes só conseguem manter gramíneas pouco exigentes em fertilidade (MATOS, 2002).

A concentração de Matéria Orgânica (MO) nas camadas superficiais permite maior estabilidade do sistema poroso, aumentando a capacidade do solo em suportar cargas, sem sofrer compactação adicional, pois aumenta a força de união entre as partículas, aumentando a estabilidade dos agregados. Além disso, o aumento do estoque de MO no solo resulta na retirada de CO_2 da atmosfera, contribuindo para a mitigação do efeito estufa (ESCOBAR, 2008).

As emissões de CO_2 estão relacionadas com a respiração, que é geralmente estimulada pelo preparo do solo. O preparo reduzido do solo e principalmente o Plantio Direto (PD) podem diminuir as emissões de CO_2 , aumentando assim os estoques de C do solo, porém podem aumentar as emissões de N_2O . Suas emissões estão normalmente associadas à fertilização nitrogenada, sendo elas derivadas dos processos de nitrificação e desnitrificação (ESCOBAR, 2008).

2.3.1 Solo como armazenador de carbono

O solo é o maior reservatório do ecossistema terrestre, apresenta aproximadamente 4 vezes mais carbono que a vegetação e 3,3 vezes mais carbono que a atmosfera, constituído pelo carbono orgânico e mineral, o carbono orgânico representa um equilíbrio entre o carbono adicionado ao solo pela vegetação e o perdido para as águas e consequentemente, para os oceanos ou para atmosfera, sendo o solo e a vegetação os principais sumidouros de carbono do ecossistema terrestre, principalmente o solo nos primeiros 100 cm de profundidade (OLIVEIRA, 2012).

Esse autor relata que o carbono orgânico estocado no solo é determinado pelo balanço anual da adição de carbono fotos sintetizado e pela perda de carbono orgânico via oxidação pelos microrganismos, sendo os três principais processos responsáveis pelo sequestro de carbono nos solos, a mumificação, agregação e sedimentação enquanto que a erosão, lixiviação, decomposição e volatilização são os principais processos responsáveis pela perda de carbono. O armazenamento e ou sequestro de carbono têm sido um dos problemas para as mudanças climáticas e do efeito estufa que provoca o aquecimento global (RAMOS, 2011). Ele é dividido principalmente em cinco compartimentos: oceânico, geológico, pedológico (solo), biótico (biomassa vegetal e animal) e atmosférico (CARVALHO et al., 2009).

Além do fato das mudanças climáticas ocasionadas em razão do aumento da emissão de gases pelo homem poderem induzir processos que podem resultar em modificações nos regimes hídricos e na temperatura global, elas também influenciam diretamente a produtividade da grande maioria das culturas agrícolas (CARVALHO; CERRI; CERRI, 2009).

Como os ecossistemas armazenam o carbono na biomassa e no solo, mantendo o dióxido de carbono fora da atmosfera, a perturbação destes sistemas devido a fatores como as alterações do uso e ocupação do solo, ou então a propagação do fogo, podem conduzir à liberação de grandes quantidades de dióxido de carbono. Juntamente com a elevada produção de gases de efeito de estufa resultante da atividade humana, como, por exemplo, através da queima de combustíveis fósseis pelos meios de transporte e atividades industriais, eles contribuem não somente para o excesso destes gases na atmosfera, como também para a diminuição da fertilidade natural encontrada nos solos (CORTINHAS SIL, 2014).

No Brasil, já existem algumas experiências com projetos de armazenamento de carbono em biomassa florestal, reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, que tem como finalidade evitar e/ou reduzir o desmatamento em termos de quantidade e melhorar a qualidade de água disponível aos cultivos agrícolas (RAMOS, 2011).

Segundo Ramos (2011), a maior parte do CO₂ é fixada pela biomassa florestal, porém, estudos tem mostrado que o solo em sistemas bem manejados tem potencial para apresentar uma capacidade maior de estoque de carbono armazenado da forma estável dos que os existentes na natureza, e ainda, tem o potencial de continuar armazenando, dependendo apenas do manejo e das práticas conservacionistas realizadas nele. Isso ocorre porque, as florestas acumulam na biomassa e no solo a maior quantidade de carbono dos ecossistemas terrestres, podem sequestrar carbono em longo prazo (CORTINHAS SIL, 2014).

A remoção do dióxido de carbono da atmosfera ocorre por meio da fotossíntese nos vegetais, e sua liberação pela respiração, sendo que parte deste carbono removido é armazenado na madeira. Medições realizadas apontam que a concentração de CO₂ na atmosfera são menores durante o verão, quando ocorre maior atividade da fotossíntese, com maior crescimento dos vegetais, ao passo que maiores concentrações de CO₂ são registradas no inverno, devido a menor fotossíntese realizada pelas plantas, com consequente redução do crescimento (CALDEIRA et al., 2003).

2.3.2 A atividade pecuária e agrícola no contexto das mudanças climáticas

A pecuária representa um dos setores econômicos com maior impacto ambiental no Brasil, pois, está fortemente correlacionada com o desmatamento, sobretudo na região amazônica após a década de 1950. Ao longo desse período, grandes extensões de terras foram convertidas em novas áreas de produção agropecuária, com o intuito de ocupar o país de forma rápida (RIVERO et al., 2009).

Além disso, o crescimento populacional observado ao longo das últimas décadas, combinado com a pressão para a abertura de novas áreas para a atividade agrícola com a intensificação na exploração dessas para atender a demanda do mercado consumidor ao redor do mundo, invariavelmente resultaram num aumento nas taxas de degradação do solo em várias partes do mundo, como apontam BAI et al. (2008).

Esse fato é particularmente importante para a agropecuária de Mato Grosso, uma vez que ele é o principal segmento econômico e social e constitui-se na mais relevante atividade sustentável para a maioria dos municípios. A maior parte da renda, dos empregos, dos impostos e das taxas nesses locais é gerada ou se origina nas atividades agropecuárias. Em torno de 70% da população economicamente ativa nos municípios do estado está empregada no segmento agropecuário (FERRO; VECHI, 2014). Segundo o IBGE, Mato Grosso abateu 16,08 % dos bovinos no Brasil em 2017, demonstrando a grande importância do agronegócio na economia.

De maneira geral, solos antropizados apresentam teores de carbono orgânico do solo (COS) significativamente menores do que aqueles registrados em ambientes naturais (SALTON et al., 2011). Tais alterações, em regiões como a bacia Amazônica e o Cerrado

brasileiro, têm implicado em consequências que potencializam os processos de degradação, erosão e perda da fertilidade natural e/ou a estresses hídricos de suas áreas destinados à agricultura (NOBRE; SELLERS; SHUKLA, 1991; GORDON; PETERSON; BENNETT, 2008).

Em ecossistemas de vegetação rasteiras como as pastagens, a morte das raízes apresenta-se como a principal fonte de carbono para o solo, sendo as gramíneas forrageiras conhecidas pela sua alta capacidade de contribuir para o aumento do carbono no solo, onde esta elevada capacidade decorre da alta entrada de biomassa e da ausência de revolvimento do solo, contudo, mesmo aumentando o estoque de carbono com a conversão das florestas nativas em pastagens, quando bem manejada, é importante ressaltar a importância planta atmosfera das áreas de florestas nativas no que se refere ao sequestro de carbono nos sistemas solo (OLIVEIRA, 2012).

Todavia, há evidências empíricas que demonstram que pastagens bem manejadas podem apresentar níveis de estocagem de carbono superiores aos encontrados em vegetações nativas. Tal característica é atribuída ao tipo de cobertura vegetal presente em tais áreas, ou seja, a perda nos estoques de carbono pode ser amenizado e/ou corrigido com a mudança no uso da terra e sua gestão através de práticas agrícolas que são consideradas mais sustentáveis ambientalmente, como sugerem Balbino et al. (2011) e Salton et al. (2011).

Com a conversão da cobertura vegetal original em pastagens ocorre uma série de alterações nas propriedades físicas e químicas do solo, que podem ser de caráter positivo ou negativo, isto é, podem provocar a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, mas também podem acelerar a degradação dependendo do tipo de solo, da espécie vegetal e do sistema de manejo (ROSA; SANO; ROSENDO 2014).

Portanto, os pecuaristas que conseguirem manejar pastagens sem eliminar todas as estruturas arbóreas estratégicas, ou ainda, aqueles que conseguirem restabelecer estas estruturas a partir das matas ciliares, utilizando espécies de desenvolvimento relativamente rápido, como as de leguminosas fixadoras de nitrogênio (e inoculadas com micorrizas quando o solo for pobre em fósforo), possivelmente terão mais chances de sucesso em seus sistemas produtivos (EMBRAPA, 2007; GABOARDI JUNIOR, 2008). Isso está relacionado ao fato de que, ao permitirem o retorno adequado de material orgânico (sem queimar palhadas) para a superfície do solo, estarão protegendo-o contra impactos da radiação solar e das chuvas tropicais, melhorando sua fertilidade natural.

Esse fato é particularmente importante para a agropecuária de Mato Grosso, uma vez que ele é o principal segmento econômico e social e constitui-se na mais relevante atividade sustentável para a maioria dos municípios. A maior parte da renda, dos empregos, dos impostos e das taxas nesses locais é gerada ou se origina nas atividades agropecuárias. Em torno de 70% da população economicamente ativa nos municípios do estado está empregada no segmento agropecuário (FERRO; VECHI, 2014). Segundo o IBGE, Mato Grosso abateu 16,08 % dos bovinos no Brasil em 2017, demonstrando a grande importância do agronegócio na economia.

O setor agropecuário familiar é sempre lembrado por sua importância na absorção de emprego e na e contribui com 50% da produção de alimentos, especialmente voltada para o autoconsumo tendo em vista sua menor produtividade e incorporação tecnológica. Entretanto, é necessário destacar que a produção familiar, além de fator redutor do êxodo rural e fonte de recursos para as famílias com menor renda, também contribui expressivamente para a geração de riqueza, considerando a economia não só do setor agropecuário, mas do próprio país (GUILHOTO et al., 2007).

2.3.3 A importância da agricultura familiar para os processos de mitigação às mudanças climáticas

Ao longo dos anos a agricultura familiar no Brasil tem representado um papel importante para o crescimento socioeconômico do país. Ela se caracteriza por explorar e fazer a gestão de suas unidades produtivas com o trabalho da própria família, tendo como base relevante às atividades da: agropecuária, extrativismo pesca e outros.

No Brasil, hoje, a agricultura familiar produz a maior parte dos alimentos que abastecem a mesa dos brasileiros. Alguns estudos indicam que cerca de 70% dos alimentos que chegam à mesa das famílias brasileiras são produzidas na pequena propriedade rural familiar (GABOARDI JUNIOR, 2013). Neste caso, a propriedade rural supera a função econômica da exploração, para se constituir no espaço vital do indivíduo e da sua família (FERRO; VECHI, 2014).

O setor agropecuário familiar é sempre lembrado por sua importância na absorção de emprego e na e contribui com 50% da produção de alimentos, especialmente voltada para o

autoconsumo tendo em vista sua menor produtividade e incorporação tecnológica. Entretanto, é necessário destacar que a produção familiar, além de fator redutor do êxodo rural e fonte de recursos para as famílias com menor renda, também contribui expressivamente para a geração de riqueza, considerando a economia não só do setor agropecuário, mas do próprio país (GUILHOTO et al., 2007).

Em 1996 foi criado, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), para atender os trabalhadores rurais, as quais demandavam a formulação e a implantação de políticas de desenvolvimento rural específicas para o maior segmento da agricultura brasileira, porém, o mais fragilizado em termos de capacidade técnica e de inserção nos mercados agropecuários (MATTEI, 2014). Portanto, o PRONAF, se constituiu como uma das políticas públicas do Governo Federal para apoiar os agricultores familiares.

Segundo Pérsico (2011), o PRONAF financia projetos individuais ou coletivos, que gerem renda aos agricultores familiares e assentados da reforma agrária e possui as mais baixas taxas de juros dos financiamentos rurais. Além disso, apresenta as menores taxas de inadimplência entre os sistemas de crédito do país (MATTEI, 2014).

Segundo Gaboardi Junior (2013), os dados levantados pelo último Censo Agropecuário, realizado em 2006 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostram que, dos 80,25 milhões de hectares ocupados pela agricultura familiar, apenas 17% desse total é destinado à lavoura, enquanto 49% é ocupado por pastagens, o que demonstra a importância em compreender adequadamente as formas de manejo que esse grupo social pode representar em termos de impacto para a redução nas emissões de gases do efeito estufa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado nos municípios de Pontes e Lacerda, Jauru, Figueirópolis D'Oeste, na região do Alto Guaporé, na mesorregião Sudoeste do estado de Mato Grosso. Compreendeu na coleta de dados empíricos realizando visitas *in loco* em um universo empírico de cinquenta e dois estabelecimentos rurais de agricultura familiar. Um outro aspecto a ser considerado é o fato de que terem como principal forma de atividade produtiva, a criação de algum tipo de rebanho bovino.

No projeto foi realizada a aplicação de um questionário semiestruturado. Sua finalidade consistiu em caracterizar as formas de manejo utilizadas por esses, bem como avaliar os métodos de produção mais promissores e sustentáveis ambientalmente em termos de capacidade de retenção COS. Para avaliar os teores de COS, foram realizadas coletas dos solos dessas propriedades, sendo que, necessariamente, em locais em que foi possível identificar a presença de vegetação nativa e em locais onde se exercia a atividade produtiva.

As coletas de amostras de solo foram realizadas, de forma ao acaso, com o auxílio de um trado tipo holandês. Em cada propriedade, foram coletadas três amostras compostas nas áreas com pastagem e outras, na mesma quantidade, nas de vegetações nativas, nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm. No total, foram realizadas 52 coletas nos solos utilizados para a pastagem na criação de gado bovino, nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm. Foram igualmente realizadas as coletas nos solos, nos mesmos extratos de profundidade, nas áreas de vegetação nativa em cada uma dessas propriedades, com o objetivo de servirem de parâmetro de comparação para resultados finais. O objetivo dessa atividade foi a de identificar a qualidade e a quantidade desse componente, bem como o impacto da exploração pecuária realizada pelo agricultor sobre ela.

Nessa fase ainda, foi realizado o registro visual dos locais e as atividades nelas desenvolvidas, bem como das conversas informais colhidas ao longo da aplicação do questionário. Essas informações foram úteis para que se pudesse avaliar e propor, ao final da investigação, sistemas de cultivos agrícolas que potencializem a produtividade nas pastagens de gado aumentando sua eficiência produtiva.

A etapa seguinte foi a de organizar, de codificar e de tabular as informações colhidas em campo pelas entrevistas, bem como realizar as análises dos solos coletadas. Essas, por sua vez, foram analisadas no Laboratório de Análise de Solo da Universidade do Estado de Mato

Grosso (UNEMAT), no Campus de Pontes e Lacerda. Toda a metodologia de preparo das amostras e determinação do carbono orgânico do solo (COS), por meio de oxidação úmida com cromato de potássio, seguindo as instruções descritas em ((EMBRAPA, 1997)

A finalidade foi a de traçar um perfil das práticas produtivas associadas à pecuária que as famílias de agricultores na região do Alto Guaporé e como tais práticas impactam nos teores de COS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra a frequência com que os teores de COS são enquadrados nas classes de interpretação para fins de avaliação da fertilidade do solo (RIBEIRO et al., 1999). Os valores de referência para solos identificados como tendo “Baixos” teores médios de COS são aqueles que são iguais a 4,09, variando até 11,67 g/kg⁻¹. Já os solos com teores “Médios” são aqueles que apresentam teores de COS de 11,68, até 23,38 g/kg⁻¹; enquanto os classificados como “Bons”, apresentam teores entre 23,39 e 40,84 g/kg⁻¹; e, aqueles classificados como “Muito bons”, são aqueles cujos teores de COS são maiores que 40,84 g/kg⁻¹.

Tabela 1: Frequência da classificação dos teores médios de carbono orgânico do solo em área de mata nativa e pastagem, nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm, de propriedades pecuárias localizadas no sudoeste de Mato Grosso.

Teores médios de Carbono Orgânico	Extrato de Profundidade			
	Vegetação nativa		Pastagem	
	0-20 cm	20-60 cm	0-20 cm	20-60 cm
Baixo	9	19	11	17
Médio	35	28	39	34
Bom	6	5	2	1
Muito bom	2	0	0	0
Total	52	52	52	52

Fonte: Elaborado pelo Autor

De acordo com os dados da Tabela 1 é possível verificar que, nas áreas de vegetação nativa, nas profundidades de 0-20 cm e de 20-60 cm, 17 e 36% das propriedades, respectivamente apresentam teores baixos de COS. Nessas áreas, apenas 15% propriedades apresentaram teores de COS nas classes bom e muito bom, indicando que mesmo nas áreas de vegetação nativa não há muito acúmulo de COS. Tal fato pode ser em decorrência das condições climáticas locais que favorecem a decomposição da matéria orgânica ou mesmo da vegetação, já que as áreas de florestas da região, na maioria das vezes são constituídas de espécie semicaducifólias. Entre os principais problemas da pecuária brasileira estão a degradação das pastagens e dos solos; o manejo animal inadequado; a baixa reposição de

nutrientes no solo; os impedimentos físicos dos solos; e os baixos investimentos tecnológicos (BALBINO et al., 2011). Tais restrições trazem consequências negativas para a sustentabilidade da pecuária, tais como: baixa oferta de forragens, baixos índices zootécnicos e baixa produtividade de carne e leite por hectare, além de reduzido retorno econômico e ineficiência do sistema. Além do mais, as pastagens exercem um importante papel como ecossistema eficiente no sequestro de carbono e consequente efeito benéfico ao meio ambiente, amenizando o efeito estufa (MATOS, 2002).

Entre os principais problemas da pecuária brasileira estão a degradação das pastagens e dos solos; o manejo animal inadequado; a baixa reposição de nutrientes no solo; os impedimentos físicos dos solos; e os baixos investimentos tecnológicos (BALBINO et al., 2011). Tais restrições trazem consequências negativas para a sustentabilidade da pecuária, como: baixa oferta de forragens, baixos índices zootécnicos e baixa produtividade de carne e leite por hectare, além de reduzido retorno econômico e ineficiência do sistema. Além do mais, as pastagens exercem um importante papel como ecossistema eficiente no sequestro de carbono e consequente efeito benéfico ao meio ambiente, amenizando o efeito estufa (MATOS, 2002).

Já na área de pastagem, na profundidade de 0-20 e 20-60 cm, respectivamente, 21 e 36% das áreas de pastagens apresentaram baixos teores de COS enquanto teores bons foram verificados em apenas 3% das áreas analisadas. Segundo Carvalho (2010) pastagem degradada em solos com baixos níveis de fertilidade resulta em baixa produção de biomassa, menor entrada de material orgânico no solo, e, conseqüentemente, em redução dos estoques de COS.

O estudo também identificou que nas áreas de vegetação nativa, no extrato mais superficial de profundidade, 0-20 cm, pouco mais de dois terços delas, ou seja, em 67,30% das propriedades, apresentam teores de COS que podem ser classificados como “médios”, ao passo que, essa mesma classificação é identificada em 75% quando analisada nas áreas destinadas à pastagem.

É de conhecimento geral que as plantas de coberturas aqui no caso talvez seja devido ao sistema de manejo da pastagem, com pastejo contínuo que inibe as brotações e conseqüentemente o desenvolvimento do sistema radicular. (aquelas cultivadas geralmente na entressafra, especialmente para produção de massa vegetal destinada à cobertura da superfície do solo) são fundamentais para a proteção do solo, gerando efeitos diversos como: redução de erosão do solo, da temperatura e da amplitude térmica do solo, das perdas de águas por

evaporação e manutenção de umidade do solo, maior reciclagem e disponibilização de nutrientes para as plantas cultivadas em sequência, acúmulo de material orgânico (carbono) ao solo, além de expressivo impacto na redução da incidência de plantas daninhas (SALTON; TMAZI, 2014). Segundo os mesmos autores no caso de plantas “produtoras de raízes”, o objetivo é incluir no sistema de produção espécies que tenham como característica a produção de vasto sistema radicular, com crescimento rápido e contínuo. Tal sistema radicular pode proporcionar significativas melhorias ao solo, especialmente nos aspectos relacionados à estrutura e no acúmulo de matéria orgânica no solo.

Ao longo do trabalho de campo de coleta das amostras dos solos, foram identificadas, no total, quatro formas distintas e foram considerados dois grupos de combinações de atividades produtivas nas propriedades, conforme pode ser evidenciado na Tabela 2.

Tabela 2: Classificação dos tipos de produção de propriedades pecuárias localizadas no sudoeste de Mato Grosso

Tipo de atividade produtiva	Numero de propriedades	Total
Exclusivamente gado de corte	19	28
Predominantemente gado de corte, em consórcio com o gado de leite	9	
Predominantemente gado de leite, em consórcio com o gado de corte	9	24
Exclusivamente gado de leite	15	

Fonte: Elaborado pelo Autor

Contudo, para efeito de análise, foram considerados apenas dois grupos. No primeiro, conta totalizando 28 unidades produtivas foram aglutinadas aquelas que possuem exclusivamente, ou predominantemente como principal atividade produtiva, a criação de gado bovino destinado ao corte.

No segundo, onde estão concentradas as outras 24, são aquelas que, a partir do mesmo critério, possuem a criação de gado leiteiro como sua principal fonte de recursos. O tamanho delas é bastante variado, sendo que a menor com aproximadamente 10 hectares, e a maior com 300 hectares. A Tabela 3 mostra a classificação dos teores médios de COS identificados

na área de mata nativa e pastagem das propriedades de gado leiteiro, nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm (Ribeiro et al., 1999).

Observa-se na Tabela 3 que o número de propriedades com teores baixos de COS sobe de 8 para 25% quando se compara a vegetação nativa com as áreas de pastagens, na camada de 0-20 cm, mostrando que houve redução no COS com a implantação de pastagens (OLIVEIRA, 2005). Durante décadas, a pecuária nacional valeu-se da fertilidade natural devido aos altos teores de matéria orgânica dos solos recém-desmatados para implantar plantas forrageiras de alto potencial produtivo e consequentemente com alto requerimento em fertilidade do solo. No decorrer deste caminho de queda da fertilidade do solo, pecuarista sente necessidade de diminuir a lotação animal da área (OLIVEIRA, 2005).

Nas profundidades de 20-60 cm, na área de mata nativa 29,16 % das áreas são classificadas com baixos teores de COS enquanto nas áreas de pastagem, foram 21% das propriedades. No entanto, segundo estudos de Araujo et al. (2011) na transformação de áreas sob mata nativa em pastagens de *B. brizantha*, na região amazônica ocorreu incremento nos estoques de carbono nas camadas superficiais. Nesse contexto, é preciso considerar que fatores tais como o clima, composição vegetal (lignina, polifenóis etc), solo e sistemas de manejo são fatores que influenciam nos teores de MOS e, consequentemente, no COS. Tal fato dificulta a comparação de resultados, bem como o estabelecimento da causa do decréscimo/aumento dos teores de COS.

Tabela 3: Frequência da classificação dos teores médios de carbono orgânico identificados na área de mata nativa e pastagem das propriedades de gado leiteiro, nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm, de propriedades pecuárias localizadas no sudoeste de Mato Grosso.

Médias de teores de Carbono Orgânico	Extrato de profundidade			
	Vegetação nativa		Pastagem	
	0-20 cm	20-60 cm	0-20 cm	20-60 cm
Baixo	2	7	6	5
Médio	19	15	16	18
Bom	3	2	2	1
Muito bom	0	0	0	0
Total	24	24	24	24

Fonte: Elaborado pelo Autor

Segundo Oliveira (2005) quando as atividades de pastagem encontram-se degradadas, caracterizadas por grandes áreas de solos expostos, plantas daninhas, erosão no solo, sinais evidentes de deficiência nutricional nas plantas e nos animais, menor taxa de crescimento das plantas, mudança do hábito decrescimento das plantas e baixa produtividade. Nessas condições, o solo encontra-se exaurido.

A maioria das propriedades apresentam teores de COS classificados como sendo “médias”, em ambas as camadas pesquisadas. No entanto, essas características podem ser encontradas em cerca de 80% das áreas de mata nativa, enquanto nas áreas de pastagem ela foi alcançada em 66,66% das áreas, quando considerada apenas a camada de 0-20 cm. . Já nas profundidades de 20-60 cm, teores “médios” de MOS, puderam ser encontrados em 62,5% das áreas de mata nativa, e em 75% das áreas de pastagem.

Para Dias-Fiho (2014), teoricamente, a taxa de lotação quase sempre está relacionada com os níveis de degradação do solo. Quanto maior a taxa de lotação, maior o nível de degradação. As pastagens relativamente antigas, formadas em meados da década de 90, sugere que um bom manejo permite uma maior ciclagem dos nutrientes, possibilitando uma maior oferta de forragem (BRAZ et al., 2004).

Um dado interessante e que merece ser mencionado, está no fato que, há uma quantidade relativamente baixa de propriedades que apresentam teores de carbono que podem ser classificados como sendo “bons” na camada de 0-20 na vegetação nativa. Apenas 12% se encontram nesse estágio, fazendo com que os demais 88% ficassem abaixo do que foi esperado.

Essas características podem estar relacionadas ao fato de que na maioria das propriedades os locais destinados à preservação permanente não apresentarem uma separação física com a área de pastagem, fazendo com que se impeça o livre acesso a elas pelos animais leiteiros. Ao ser verificados os níveis de COS na profundidade de 20 a 60 cm, foi constatado o mesmo fato, tanto nas áreas de vegetação nativa quanto nas de pastagens (LEITE; PETRESE; SAGRILO, 2010).

Nas áreas de pastagens, os teores de COS, também não se destacaram. Somente foi possível observar níveis classificados como “bons” em 8% das áreas analisadas. Nas demais, outros 92% ficaram bem abaixo, ou seja, foi detectado baixos teores de COS nesses solos. Esses números são bem alarmantes, pois a conclusão que se tem é o decréscimo dos teores de COS em consequência de atividade agrícola praticada. Tal fato reflete manejo inadequado,

tais como falta de correção do solo ou taxa de lotação animal acima da capacidade da pastagem.

Hoje, 85% das pastagens do Brasil encontram-se degradadas, praticamente todas poderiam ser recuperadas, ajudando no combate ao aquecimento global, e aliviando a pressão de desmatamento de floresta nativa (SIMILI, 2012). Segundo o mesmo autor ainda, as gramíneas tropicais têm alta taxa de fotossíntese e com recuperação dessas áreas aumentaria em 5 vezes a ultimação COS pelas plantas.

Para garantir o sucesso no manejo das pastagens e na produção de leite é necessário vários cuidados, desde a escolha de gramíneas, fertilidades do solo, adubação, taxas de lotações, necessários de sombra e água próximas aos piquetes, animais adaptadas as condições de região, enfim, muitos componentes que interferem no sistema e que precisam ser gerenciados adequadamente (CORSI, 2000. SIMILI, 2012).

Dentre as propriedades que possuem a produção de leite como atividade principal, não foi possível observar nenhuma que apresenta o teor de COS classificado como sendo “muito bom” nas áreas de mata nativa, bem como nas destinadas às pastagens, independentemente dos extratos de profundidades. Na observação realizada na entrevista obtemos resultados das pastagens possivelmente isso está relacionado ao fato de serem solos bem degradados em razão da ocorrência da lixiviação, que acontece quando o solo fica exposto por causa do desmatamento, queimadas ou sobre pastoreio, ou ainda podendo ocorrer como consequência de chuvas. Como o solo está desprotegido, ele carrega consigo os materiais que se encontram nele e com isso podendo ocasionar erosões. Já nas áreas nativas pode ocorrer dos solos não alagarem e isso estar ocasionando a insuficiência do COS que fariam que essas áreas fossem mais férteis.

A Tabela 4 descreve a classificação dos teores médios de COS identificados na área de mata nativa e pastagem das propriedades que possuem como principal atividade produtiva a criação de gado de corte, nos extratos de profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm.

Na profundidade de 0-20 cm, 25 e 17 %, nas áreas de vegetação nativa e de pastagens, respectivamente, apresentaram baixos teores de COS. Na verdade, os trabalhos encontrados na literatura muitas vezes são contraditórios em relação às diferenças entre os teores de C encontrados em solos de mata nativa e pastagens. Muitos desses mostram que, pela maior parte de matéria orgânica proporcionada pelas raízes, os solos sob pastagens apresentam teores iguais ou superiores aos encontrados em ambientes de mata. (COSTA et al., 2009).

Tabela 4: Frequência da classificação dos teores médios de carbono orgânico identificados na área de mata nativa e pastagem das propriedades de gado de corte, nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm, de propriedades pecuárias localizadas no sudoeste de Mato Grosso.

Médias de teores de Carbono	Extrato de Profundidade			
	Vegetação nativa		Pastagem	
	0-20 cm	20-60 cm	0-20 cm	20-60 cm
Baixo	7	12	5	12
Médio	16	13	23	16
Bom	3	3	0	0
Muito bom	2	0	0	0
Total	28	28	28	28

Fonte: Elaborado pelo Autor

Pode-se observar maior frequência nas áreas de pastagem de teores de COS médios que nas de área nativa, tanto na profundidade de 0-20 cm, quanto na de 20-60 cm. De acordo com (CORSI, 2000), uma pastagem bem manejada pode levar a um maior controle do crescimento das plantas através do pastejo ao reduzir a vigor da rebrota e o ritmo de crescimento das plantas forrageiras, além do fato que um bom manejo na pastagem dificulta a degradação do solo e vários outros benefícios, contribuindo para a manutenção dos COS.

Neto e Pedreira (2004), ressaltam que pastagens bem manejadas, ao longo do tempo, podem apresentar uma quantidade COS mais elevados no solo. Teores de COS considerados como sendo “bons”, somente foram identificados nas áreas de vegetação nativa, em cerca de 10% das propriedades, tanto na profundidade de 0-20 cm, quanto na de 20-60 cm e assim mesmo Esse resultado possivelmente pode estar relacionado ao fato da ter havido um isolamento da área com cercas, evitando o acesso de animais na vegetação nativa.

Já na área de pastagem não foi possível identificar nenhum solo com teores bons de COS, tanto nas profundidades de 0-20 cm, quanto a 20-60 cm. Segundo Neto e Pedreira (2004), isso caracteriza uma pecuária de corte com baixo nível de utilização de recursos, baixa produção e retorno por área e consideram a atividade economicamente insustentável nesse tipo de área.

No tocante a solos com COS “muito bons”, a pesquisa os identificou em apenas 7,41% das propriedades, em áreas de vegetação nativa, na profundidade de 0-20 cm. Nos demais não houve a constatação de tal característica. Tal ausência, normalmente resulta em menor

reciclagem de nutrientes e consequentemente redução da fertilidade do solo (CARVALHO, 2010).

Com relação às pastagens nas profundidades de 0-20 de 20-60 nas áreas analisadas não foi encontrado solos com bons teores de COS, evidenciando a falta de manejo que propicie maior aporte de matéria orgânica no solo. Quando a atividade atinge esse estágio, as pastagens encontram-se degradadas, caracterizadas por grandes áreas de solos expostos, plantas daninhas, erosão no solo, sinais evidentes de deficiência nutricional nas plantas e nos animais, menor taxa de crescimento das plantas, mudança do hábito de crescimento das plantas e baixa produtividades nas áreas de pastagens. Nessas condições, o solo encontra-se exaurido, apresentando por vezes teores de matéria orgânica inferiores ao 1% (OLIVEIRA, 2005).

No entanto, é necessário enfatizar que vários são os fatores que favorecem a estabilização e, consequente, permanência da MOS no solo. Entre eles não se pode deixar de mencionar a mineralogia e teores de argila dos solos, conforme destacam Silva e Mendonça (2004). Segundo esses autores, áreas de solos cujos materiais de origem predominantes são quartzito ou arenitos, as águas dos córregos e rios são castanhas, de coloração escura, indicando que a drenagem carrega grande quantidade de MOS, não complexada aos colóides do solo. A cor escura das águas do rio Guaporé, provavelmente é reflexo da saída da MOS do sistema solo, em decorrência da predominância de solos arenosos no seu entorno.

Ao se considerar uma densidade do solo em torno de $1,25 \text{ Mg m}^{-3}$, conforme estimada por Gomes et al. (2016), as áreas de vegetação nativa armazenam em média 48 e 37 t de COS ha^{-1} , nas profundidades de 0-20 e 20-60, respectivamente. Já as áreas de pastagens armazenam em torno de 44 e 37 t de COS ha^{-1} , nas mesmas profundidades, respectivamente.

5 CONCLUSÃO

Esse estudo demonstra que as pastagens nas áreas estudadas podem apresentar respostas muitas vezes antagônicas, daquelas habitualmente esperadas, no comportamento da taxa de COS com a conversão da vegetação nativa em pastagem. A maioria das propriedades pesquisadas foi identificada o teor de COS médios nas camadas do solo analisadas em todas as profundidades nas áreas de vegetação nativa e pastagens muitas dessas áreas estão bem degradadas e isso dificulta o seu desenvolvimento.

Portanto, para que a pastagem não perca seus valores nutricionais, é sempre bom que o produtor esteja atento com possíveis danos que possam vir a ocorrer e assim ter uma estratégia de prevenção para que problemas futuros não venham interromper suas atividades. Dependendo da intensificação do uso de cada um desses fatores de produção e das capacidades de manejos do criador observam-se alterações significativas no potencial do sistema de produção.

Se se considerar uma densidade do solo em torno de $1,25 \text{ Mg m}^{-3}$, estima-se que as áreas de vegetação nativa armazenam em média 85 t de COS ha⁻¹, enquanto as áreas de pastagens armazenam em torno de 81, na profundidade de 0-60 cm.

REFERÊNCIAS

BAI, Z. G.; DENT, D. L.; OLSSON, L.; SCHAEPMAN, M. E. Proxy global assessment of land degradation. **Soil Use and Management**, v. 24, n. 3, p. 223–234, set. 2008.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; DE MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; DOS SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1–12, 2011.

BARBOSA, R. R. N.; SILVA, A. A.; GALVÃO, M.; GALVÃO, A. R. A.; NETO, C. F. O. Produção e sequestro de carbono na atmosfera. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 1783–1798, 2013.

BARRETO, L. V.; FREITAS, A. C. S.; PAIVA, L. C. Sequestro de carbono. **Enciclopédia Biosfera**, n. 7, p. 1–10, 2009.

BRAGA, G. J. Contribuição da pastagem para o sequestro de carbono. In: PEDREIRA, C. GU. S.; MOURA, J. C. DE; SILVA, S. C. DA; FARIA, V. P. DE (Ed.). **As pastagens e o meio ambiente**. Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 271–296.

BRAZ, S. R.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. T. R.; BODDEY, R. M. Degradação de Pastagens, Matéria Orgânica do Solo e a Recuperação do Potencial Produtivo em Sistemas de Baixo “Input” Tecnológico na Região dos Cerrados. **EMBRAPA Circular Técnica**, p. 02–03 p, 2004.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M. Determinação de carbono orgânico de “Acacia mearnsii de Wild”. plantados no Rio Grande do Sul. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v. 1, n. 2, p. 47–54, 2003

CARVALHO, J. L.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. SPD Aumento do sequestro de carbono pelo solo. **Visão Agrícola**, n. 9, p. 132–135, 2009.

CARVALHO, J. L. N. **Dinâmica do carbono e fluxo de gases do efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária na Amazônia e no Cerrado**. 2010. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Dinâmica, 2010.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. de; CERRI, C. E. P. Potential of soil carbon sequestration in different biomes of Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 277–289, dez. 2009.

CERRI, C. C.; CERRI, C. E. **Agricultura e aquecimento global**. Disponível em: <http://www.aquecimento.cnpm.embrapa.br/bibliografia/agr_e_aquec_Cerri_2007.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

CORSI, M. **Potencial das pastagens para produção de leite**. 3. ed. [s.l: s.n.]

CORTINHAS SIL, Â. F. dos R. P. **Alterações da paisagem e serviços de ecossistema: Quantificação e valoração do sequestro de carbono na bacia superior do Rio Sabor**. 2014. Instituto Politécnico de Bragança, 2014.

COSTA, O. V.; CANTARUTTI, R. B.; FONTES, L. E. F.; DA COSTA, L. M.; NACIF, P. G. S.; FARIA, J. C. **Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia**. 2009. 33 Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2009.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das Pastagens no Brasil. **Embrapa Amazônia Oriental**, p. 36 p, 2014.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**, p. 1–212, 1997.

ERMERT, V.; FINK, A. H.; MORSE, A. P.; PAETH, H. The Impact of Regional Climate Change on Malaria Risk due to Greenhouse Forcing and Land-Use Changes in Tropical Africa. **Environmental health perspectives**, v. 120, n. 1, p. 77–84, jan. 2012.

ESCOBAR, L. F. **Emissão de gases de efeito Estufa em sistemas de manejo em solo do Planalto Médio do Rio Grande Do Sul**. 2008. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2008.

FERRO, A. de S.; VECHI, J. B. de. Contextualização da agricultura familiar em mato grosso. In: 2ª Oficina de Concertação Estadual de Mato Grosso: integração ensino – pesquisa – ater – agricultura familiar, Sinop (MT). **Anais... Sinop (MT): EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL**, 2014.

GABOARDI JUNIOR, A. A importância da produção na agricultura familiar para a segurança alimentar. In: 2º Jornada - Questão Agrária e Desenvolvimento, Curitiba. **Anais...**

Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013.

GOMES, A. da S.; FERREIRA, A. C. de S.; PINHEIRO, É. F. M.; MENEZES, M. D. de; CEDDIA, M. B. The use of Pedotransfer functions and the estimation of carbon stock in the Central Amazon region. **Scientia Agricola**, v. 74, n. 6, p. 450–460, 2017.

GORDON, L. J.; PETERSON, G. D.; BENNETT, E. M. Agricultural modifications of hydrological flows create ecological surprises. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, n. 4, p. 211–219, abr. 2008.

GUILHOTO, J. J. M.; ICHIHARA, S. M.; SILVEIRA, F. G.; DINIZ, B. P. C.; AZZONI, C. R.; MOREIRA, G. R. C. Título : A importância da agricultura familiar no Brasil e em seus estados. **Anais do XXXV Encontro Nacional de Economia**, p. 18, 2007.

HAZELL, P.; WOOD, S. Drivers of change in global agriculture. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 363, n. 1491, p. 495–515, fev. 2008.

HOUGHTON, R. A. Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850–2000. **Tellus, Series B: Chemical and Physical Meteorology**, v. 55, n. 2, p. 378–390, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário**. 2017. <Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6635#resultado>>. Acesso em 08 dez. 2018.

IPCC. **Sumário para tomadores de decisão do 5º Relatório de Avaliação do IPCC, Grupo de Trabalho II – Impactos, Avaliação e Vulnerabilidade**. Cambridge, UK; New York, USA: Cambridge University Press: Cambridge University Press, 2014.

LEITE, L. F. C.; PETRESE, V. G.; SAGRILO, E. Sequestro de Carbono em Solos da Região Semiárida Brasileira Estimado por modelo de Simulação em Diferentes Sistemas Produtivos. **II Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas**, p. 11, ago. 2010.

MAIA, S. M. F.; OGLE, S. M.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Changes in soil organic carbon storage under different agricultural management systems in the Southwest Amazon Region of Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 106, n. 2, p. 177–184, 2010.

MATOS, L. L. De. **ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO DE LEITE E GARANTIA DE SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE LEITEIRA. Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil**, p. 156–183, 2002.

MATTEI, L. O Papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro contemporâneo. **Revista de Economia do Nordeste**, v. 45, n. sup. especial, p. 83–91, 2014.

MENDES, T. J. **Estimativa da variação do estoque de carbono do solo em diferentes cenários de uso e manejo agropecuário no estado do Maranhão**. 2015. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), 2015.

NETO, J. M. de S.; PEDREIRA, C. G. S. **Caracterização do grau de degradação de pastagens**. Piracicaba (SP): Fertilidade do solo para pastagens produtivas, 2004.

NOBRE, C. A.; SELLERS, P. J.; SHUKLA, J. Amazonian Deforestation and Regional Climate Change. **Journal of Climate**, v. 4, n. 10, p. 957–988, out. 1991.

OGLE, S. M.; CONANT, R. T.; PAUSTIAN, K. Deriving grassland management factors for a carbon accounting method developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Environmental management**, v. 33, n. 4, p. 474–484, 2004.

OLIVEIRA, E. B. de. Estoque de carbono em pastagem nativa e cultivada de áreas alagáveis, do Vale do Guaporé, estado de Mato Grosso. p. 1–40 p, 2012.

OLIVEIRA, P. P. A. Recuperação de pastagens degradadas parasistemas intensivos de produção de bovinos. **Embrapa**, p. 1–23, mar. 2005.

PAULINO, V. T.; TEIXEIRA, E. M. de L. C. Sustentabilidade de pastagens – Manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa. **PUBVET**, v. 4, p. 20, 2010.

RAMOS, M. R. **Potencial de armazenamento de carbono no solo visando pagamento por serviços ambientais**. 2011. Universidade Federal do Paraná, 2011.

RENNER, R. M. **Seqüestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. 2004. Universidade Federal do Paraná, 2004.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: Uma

análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, v. 19, n. 1, p. 41–66, 2009.

RODRIGUES, T. Agricultural explosion in Brazil: exploring the impacts of the Brazilian agricultural development over the Amazon. **International Journal of Sociology of Agriculture and Food**, v. 16, n. 1, p. 1–12, 2009.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1349–1356, 2011.

SALTON, J. C.; TMAZI, M. Sistema radicular da plantas e qualidade do solo. **EMBRAPA Agropecuária Oeste**, p. 1–6 p, 2014.

SANTOS, M. A. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa derivadas de hidrelétricas**. 2000. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

SIRENE, sistema de registro nacional de emissões **Emissões em dióxido de carbono equivalente por setor** 2016. Disponível em: <<http://sirene.mcti.gov.br/web/guest/emissoes-em-co2-e-por-setor>>. Acesso em: 20 Outubro. 2018.

SMITH, P.; MARTINO, D.; CAI, Z.; GWARY, D.; JANZEN, H.; KUMAR, P.; MCCARL, B. A.; OGLE, S. M.; O'MARA, F.; RICE, C.; SCHOLLES, R. J.; SIROTENKO, O.; HOWDEN, S. M.; MCALLISTER, T.; PAN, G.; ROMANENKOV, V.; SCHNEIDER, U. A.; TOWPRAYOON, S.; WATTENBACH, M.; SMITH, J. Greenhouse gas mitigation in agriculture. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences**, v. 363, n. 1492, p. 789–813, fev. 2008.

STEFFEN, W.; CRUTZEN, P. J.; MCNEILL, J. R. The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of Nature? **Ambio**, v. 36, n. 8, p. 614–621, dez. 2007.

TILIO NETO, P. de. As mudanças climáticas na ordem ambiental internacional. In: **Ecopolítica das mudanças climáticas: o IPCC e o ecologismo dos pobres**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010. p. 37–81.

TITO, M. R.; LEÓN, M. C.; PORRO, R. **Guia para determinação de carbono em pequenas propriedades rurais**. Belém: Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF) / Consórcio Iniciativa Amazônica (IA), 2009.