

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**ESTOQUE DE CARBONO EM PASTAGEM NATIVA E
CULTIVADA DE ÁREAS ALAGÁVEIS, DO VALE DO GUAPORÉ,
ESTADO DE MATO GROSSO**

Autor: Edimar Barbosa de Oliveira
Orientadora: Prof. Dr^a Maria Aparecida Pereira Pierangeli

“Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do estado de Mato Grosso Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

PONTES E LACERDA
NOVEMBRO/2012

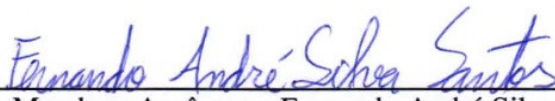
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**ESTOQUE DE CARBONO ORGÂNICO EM PASTAGEM NATIVA
E CULTIVADA DE ÁREAS ALAGÁVEIS DO VALE DO GUAPORÉ,
ESTADO DE MATO GROSSO**

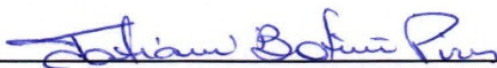
Autor: Edimar Barbosa de Oliveira



Orientadora: Profa Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli



Membro: Agrônomo Fernando André Silva Santos



Membro: Profa. Ma. Tatiani Botini Pires

PONTES E LACERDA
NOVEMBRO/2012

Primeiramente a Deus,
Ao meu pai José Barbosa
Minha mãe Amarilda do Carmo,
Minha Irmã Elisangela Barbosa,
Meu sobrinho Pedro Henrique,
Por ser o esteio de sustentação da minha vida,
Meu cunhado Wilian Ricardo,
Ao meu avô Sebastião Dorotéia de Oliveira (*inmemorium*)
Dedico-lhes de coração

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, que deu ao homem a “inteligência”, ferramenta de maior precisão para transformar o mundo.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, 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.

A Professora Dra Maria Aparecida Pereira Pierangeli por aceitar me orientar e me acompanhar nesta caminhada e por me conceder a primeira bolsa de estudo.

A FAPEMAT (Fundação de amparo a pesquisa do estado de Mato Grosso), pela bolsa de estudo.

Aos meus pais que são os principais responsáveis por estar realizando esse sonho.

Aos meus familiares, que sempre estiveram comigo, sempre me incentivaram e pedem a proteção divina e a serenidade para que possa seguir em frente.

A todos os meus amigos do Campex e da instituição Universidade do Estado de Mato Grosso, que sempre estão comigo nos momentos de alegria e tristeza.

A todos que foram peças fundamentais na realização desta pesquisa principalmente, Bruno Bonfim, Ednalva Oliveira, Eldânia Soares, Fabiana Gomes, Fernando André, Fernando Luiz, Jaqueline Ferro, Luiz Messias e Sebastião Santos.

Aos meus amigos de república, Roni (Cana Brava), Jhonatam (Mutante) e João Vitor(Pedro Neca).

*“Nunca ande por caminhos já traçados,
Pois eles sempre nos levam a lugares
onde outros já foram.”*

(Alexandre Graham Bell)

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar as alterações no estoque de carbono orgânico (ECO) do solo, em função da conversão de florestas e pastagens nativas de ecossistemas alagáveis em pastagens cultivadas. Foram coletadas amostras de solo, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 30-40 cm, entre os municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade e Pontes e Lacerda. As amostras indeformadas foram utilizadas para determinar a densidade do solo (Ds). Nas amostras deformadas foram determinados o carbono orgânico total (CO) pelo método Walkley-Black (oxidação úmida pelo dicromato de potássio), posteriormente titulado com sulfato ferroso amoniacal. O estoque de carbono (ECO) foi calculado a partir da expressão: $ECO = (CO \times Ds \times e)$, sendo “e” a espessura da camada. Foi determinado o carbono orgânico particulado (COP) associado a fração areia ($> 53\mu m$) e o carbono organo-mineral (COM) associada ao silte e argila ($< 53\mu m$). Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias de Scott-Knott ($p < 0,05$), utilizando-se o software Sisvar. O CO foi diferente entre todas as profundidades nas áreas de floresta nativa (FN) e pastagens naturais em uso (PNU). Os teores de CO nas profundidades de 10-20 e 30-40 cm foram semelhantes, diferindo da profundidade de 0-10 cm nas pastagens cultivadas (PC). Na FN foram observado um teor de CO maior nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, os quais foram diferentes das PC e PNU e não houve diferença entre as FN, PC e PNU nas profundidades de 30-40 cm. A densidade do solo foi semelhante para todas as profundidades nas áreas FN e PNU. Na profundidade de 0-10 cm foi observado menor valor na densidade do solo em pastagens cultivadas, diferindo das demais profundidades. Para FN, PC e PNU não foi observado diferença de densidade do solo entre todas as profundidades. O ECO foi diferente em todas as profundidades na FN, não havendo diferença em todas as profundidades na PC, e nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm foram semelhantes na PNU, diferindo da profundidade de 30-40 cm. A FN apresentou diferente ECOs dos ambientes de PC e PNU na profundidade de 0-10 cm. O ECO das FN, PC e PNU foram semelhantes nas profundidades de 10-20 e 30-40 cm. O COP na profundidade de 0-10 diferiu das profundidades de 10-20 e 30-40 cm na FN e PC, em todas as profundidades não houve diferença na PNU. O COP nas FN, PC e PNU, não se diferiu entre todas as profundidades. O COM diferiu-se para todas as profundidades na FN e não diferiu entre profundidades na PC. Nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm foram semelhantes nos ambientes de PNU, diferindo da profundidade de 30-40 cm. No ambiente de FN as profundidades de 0-10 e 10-20 cm se diferiram de PC e PNU, enquanto os ambientes FN e PC diferiram da PNU na profundidade de 30-40 cm. Conclui-se, que a conversão das florestas nativas e pastagens nativas em pastagens cultivadas, alteram tanto o estoque de carbono, como o teor de carbono orgânico do solo.

Palavras-chave: efeito estufa, impacto ambiental, pantanal do Guaporé, pecuária

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate changes in soil organic carbon stock (ECO) in function of the conversion of forests (NF) in cultivated pastures (CP) and utilization of native grasslands (PNU) in floodlands. Were collected soils samples at depths of 0-10, 10-20 and 30-40 cm, between the towns of Vila Bela da Santíssima Trindade and Pontes e Lacerda, southwest of Mato Grosso State. Undisturbed soil samples were used to determine soil density (Ds). In the disturbed samples were determined the total organic carbon (OC) by the Walkley-Black method (wet oxidation with potassium dichromate), subsequently titrated with ammonium ferrous sulfate. The soil carbon stock was calculated from the expression: $ECO = (COT \times e \times Ds)$, being "e" the layer thickness. It was determined the particulate organic carbon (COP) associated with the sand fraction ($>53\mu m$) and organo-mineral carbon (COM) associated with silt and clay ($<53\mu m$). The results were subjected to analysis of variance and mean comparison test of Scott-Knott ($p < 0.05$), using the software Sisvar. The CO was different from all depths in areas of native forest (NF) and natural pastures in use. The depths of 10-20 and 30-40 cm were similar, differing of the depth of 0-10 cm in cultivated pastures (PC). In areas of native forest were observed highest OC in the depths of 0-10 and 10-20 cm, which differed from the cultivated pastures and there was no difference in the depth of 30-40 cm. Soil bulk density was similar for all depths in areas of FN and PNU. In the depth of 0-10 cm was observed the lowest density of soil in cultivated pastures, differing from the other depths. For FN was not observed difference in soil density between all depths. The ECO showed difference at all depths in the FN, in cultivated pastures there was no difference at all depths analyzed, and the depths of 0-10 and 10-20 cm were similar in PC, differing of the depth of 30-40 cm. The environment of FN present different ECOs from environments of PC and PNU at the depth of 0-10 cm. The ECO of the FN, PC and PNU areas not differ at the depths of 10-20 and 30-40 cm. The COP at the depth of 0-10 differed from depths of 10-20 and 30-40 cm in FN and PC. The COP in the vegetation not differs between the depths. The COM differed to all depths in the FN and did not differ between depths for PC. The depths of 0-10 and 10-20 cm were similar in the PNU environments, differing of the depth of 30-40 cm. In the environment (FN) the depths of 0-10 and 10-20 cm differed of PC and PNU while the environments of FN and PC were different of PNU in the depth of 30-40 cm. It's concluded that the conversion of native forests in cultivated pastures and the utilization of native pastures in wetlands alter the carbon stock and the organic carbon of soils.

Keywords: Greenhouse, environmental impact, pantanal of Guaporé, livestock

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Ambientes alagáveis ou áreas úmidas: características, fragilidade e potencial.....	11
2.2 Utilização de áreas alagáveis para atividade pecuária: pastagens nativas, pastagens cultivadas, espécies de forrageiras utilizadas e capacidade de suporte	12
2.3 Efeito estufa e os gases do efeito estufa.....	16
2.4 Ciclo biogeoquímico do carbono	19
2.5 Estoque de carbono e uso do solo.....	21
2.6 Protocolo de Quioto	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

As áreas alagáveis estão entre os ambientes mais produtivos do mundo, desempenham funções ecológicas fundamentais, tais como proteção de solos e ciclagem de nutrientes e contribuem para a estabilidade climática local e regional (MORAES, 2008). Segundo Mitsch e Gosseling (2000) as áreas alagáveis fornecem gratuitamente recursos e serviços ambientais, recarregando os aquíferos, mantendo a qualidade da água e reduzindo a emissão de gases do efeito estufa.

De acordo com Cardoso et al. (2009), os ecossistemas alagáveis, a exemplo do Pantanal que tem como atividade principal a pecuária de corte, atividade esta que também vêm sendo explorada nos ecossistemas alagáveis do Vale do Guaporé, na região sudoeste do Estado de Mato Grosso, vem sofrendo com o desmatamento na busca pelo aumento da produtividade pecuária, despertando preocupações quanto a sustentabilidade desses ecossistemas alagáveis, pois essas ações vêm sendo realizadas sem considerarem as características peculiares desses ecossistemas, ações estas que podem contribuir para o desequilíbrio ambiental.

Nesses ambientes alagáveis em que a pecuária é a principal atividade econômica, as pastagens nativas apresentam baixos índices zootécnicos. Diante disso as alternativas para aumentar a oferta de forragens e aumentar a produtividade é a transformação das pastagens e florestas naturais em pastagens cultivadas, com isso, eleva-se o grau de preocupação, pelo fato dessas pastagens serem implantadas em solos arenosos, com baixa fertilidade e sem ter passado por nenhuma correção de acidez e adubação (CARDOSO et al., 2011). O mesmo autor ressalta que essas ações antrópicas promovem alterações nos atributos do solo, na maioria das vezes, causando impacto ambiental negativo. Segundo Paulino e Teixeira (2009) nos ecossistemas de pastagem, quando bem manejado, tem ganhado destaque no combate ao acréscimo do efeito estufa, atuando em benefício do sequestro de carbono no solo.

A compactação do solo eleva a densidade e reduz a macroporosidade do mesmo, aumentando a resistência do solo em relação ao crescimento do sistema radicular e reduzindo a oxigenação do solo, proporcionado pelo manejo incorreto das pastagens ao longo de muitos anos, resultando em degradação e apressando o processo de erosão dos solos, devido a excessiva utilização da pastagem, e conseqüente perda de cobertura vegetal, com isso se eleva a invasão de espécies indesejáveis (CONTE et al., 2011). Porém, tais estudos em áreas alagáveis são escassos.

O fracionamento físico é uma técnica que vem sendo estudada e se mostra muito adequada, pois possibilita a separação de diversos compartimentos orgânicos, respondendo distintamente de acordo com as práticas de manejo (FREIXO et al., 2002). Segundo Coser et al. (2012) o fracionamento físico determina o teor de carbono presente na fração maior que 53 μm (areia) da matéria orgânica, na qual esse carbono da matéria orgânica particulada apresenta tempo mais curto na ciclagem em relação ao carbono presente nos minerais se mostrando mais sensível às alterações de manejo do solo e o carbono das frações menores que 53 μm , interage com as partículas de silte e argila, formando complexos organo-minerais, protegendo-se e proporcionando maior tempo de ciclagem.

Segundo Siqueira Neto (2011) mais de 70% dos impactos negativos ao ambiente são responsáveis pela emissão dos gases causadores do efeito estufa (GEE) e no Brasil, isso está diretamente relacionado com a alteração do uso da terra e a atividade agropecuária, devido ao corte e queima da vegetação natural, seguida pelo cultivo do solo, alterando a dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS), contribuindo para o aumento das emissões de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) da biosfera para a atmosfera, elevando a temperatura e causando as mudanças climáticas globais.

Nos últimos 50 anos foi detectado um aumento na concentração de CO_2 atmosférico, sendo parte deste acréscimo atribuído à conversão de ecossistemas naturais para exploração agropecuária, atividade esta que resulta na redução do estoque de carbono orgânico no solo, com um importante reflexo na degradação ambiental (TEIXEIRA et al., 2008). O mesmo ressalta que a dinâmica e o sequestro de carbono orgânico do solo é importante na ciclagem de nutrientes, influenciando diretamente na qualidade do solo, e definindo a prática do manejo das atividades a ser explorada, atuando sobre a emissão de gases do efeito estufa

Estudar os ecossistemas alagáveis, como o do Vale do Guaporé, pode contribuir para mitigar as ações antrópicas exercidas sobre o mesmo, indicando técnicas de manejo adequados que resultem em uma maior conservação deste bioma, conciliando a atividade pecuária com a preservação ambiental, predizendo os reais impactos decorrentes da utilização dessas áreas, quando se substitui as florestas nativas por pastagens

O objetivo desse trabalho foi avaliar as alterações no estoque de carbono orgânico (ECO), carbono orgânico (CO), carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico mineral (COM) em função da conversão de florestas e pastagens nativas nos ecossistemas alagáveis em pastagens cultivadas no vale do Guaporé, região sudoeste do Estado de Mato Grosso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ambientes alagáveis ou áreas úmidas: características, fragilidade e potencial

Os sistemas alagáveis são áreas que ficam permanentemente ou temporariamente alagadas, conhecidos como, brejos, pântanos, pantanal, charcos, varjões e alagados, ou seja, definindo o sistema alagado como qualquer área coberta por água doce durante ou pelo menos uma parte do ano (SPELLMEIER, 2008). Segundo Carvalho et al. (2007), ecossistemas alagáveis, são pontos estratégicos de conservação, devido sua alta diversidade biológica.

Áreas alagadas ou *wetlands* são termos usados para caracterizar vários ecossistemas naturais que ficam inundados o ano todo ou parte do ano, sendo que as inundações podem ocorrer através das enchentes laterais dos rios, pela precipitação direta ou por águas subterrâneas, com isso mudando o ambiente físico-químico e são ainda habitats de transição, entre ambientes aquáticos e terrestres combinando com os atributos de ambos os ecossistemas, sendo ecossistemas lênticos, com maior ocorrência nos trópicos e latitudes temperadas, e nos trópicos essas planícies são tipicamente rasas, contendo diversas formas e tendo como destaque sua sazonalidade anual (COSTA, 2007).

Almeida Neto (2007) também define as áreas alagáveis como áreas inundadas ou saturadas por água superficial ou subterrânea, por tempo suficiente para que as vegetações adaptadas a esses ecossistemas suportem essas condições de solos saturados, pelo menos periodicamente.

Os sistemas alagáveis são de fundamental importância, pois possuem uma alta biodiversidade, exercendo inúmeros papéis importante no meio ambiente, atuando sobre o abastecimento dos aquíferos, diminuição de cheias, reduzindo a erosão, e do assoreamento, entre outros (COSTA, 2007).

Segundo Spellmeier (2008), os ecossistemas alagáveis são os mais produtivos do mundo, por produzirem oito vezes mais matéria orgânica em relação aos campos de cultivos, com grande capacidade de fixar energia solar e por conseguir estabilizar as condições climáticas de uma região. Esse autor ainda relata o potencial econômico destas áreas, seja pela produção de peixes, bem como por fornecer a matéria prima para indústria farmacêutica, o cultivo de arroz, além de serem explorada pelo turismo, devido à beleza natural e biodiversidade que estes apresentam.

As áreas alagáveis têm apresentado importante destaque na recuperação da qualidade das águas dos rios, sendo excelentes opções para melhorar a qualidade das águas dos mesmos, controlando a poluição, na qual as plantas aquáticas, como as macrófitas, têm grande potencial na remoção de nutrientes, compostos orgânicos, além de transformar nitrogênio em nitrato, contribuindo ainda para o fornecimento de substrato para os microrganismos que atuam na decomposição da matéria orgânica e na absorção de nutrientes, e dentre suas principais funções ecológicas, destaca-se o armazenamento do carbono global (BENASSI, 2006).

De acordo com Costa (2007), a antropização dos ambientes alagados, está direta ou indiretamente ligada ao homem, entre os meios de degradação destaca-se: a agropecuária, que ocasiona contaminação do solo e da água por agentes químicos. Esse autor ainda enfatiza que as principais ameaças para esses ecossistemas são: a drenagem, cultivo de lavouras de arroz e a pastagem para o gado. As atividades agrícolas contaminam esse ambiente, devido ao uso de agrotóxico e a atividade pecuária provoca a compactação do solo, devido o pisoteio dos animais, alterando a vegetação características deste ambiente. O mesmo autor destaca que no estado do Rio Grande do Sul o cultivo de arroz irrigado é uma das principais ameaça a esses sistemas alagados, levando em consideração que essa atividade reduz as áreas naturais, por consequência da retirada da vegetação, devido à drenagem, tendo como efeito a diminuição da quantidade de água para abastecer os lençóis freáticos, compactação do solo, eutrofização, erosão, envenenamento da fauna e da flora pela água contaminada por agrotóxico.

Tendo o Pantanal como referência, Moraes (2008) relata que esses ecossistemas são frágeis, sofrendo constantes ameaças e despertando atenção, por uma expansão agropecuária rápida e desordenada, cargas pesadas de agroquímica e aumentos erosivos dos solos, provocando intensas transformações, sendo o assoreamento do leito do rio Taquari um exemplo, fazendo com que 11.000 km² possam a ficar sujeitos ao alagamento permanente, ocasionando impactos, principalmente na flora e na fauna e também na pecuária.

2.2 Utilização de áreas alagáveis para atividade pecuária: pastagens nativas, pastagens cultivadas, espécies forrageiras utilizadas e capacidade de suporte

Dentre os ambientes alagáveis, o Pantanal é o bioma alagável que mais se destaca pela ocupação da atividade pecuária, principalmente a bovinocultura de corte, com predominância da raça Nelore, que vem sendo a base de sua economia desde o século XVIII, atividade que

sempre foi de forma extensiva nos amplos campos de pastagens naturais (ARAÚJO et al., 2005). Segundo Cardoso et al. (2009) essa atividade vem passando por pressão política, econômica e social, devido a necessidade de aumentar a produtividade, combinando também com a conservação do meio ambiente.

Esse sistema de produção pecuário, normalmente envolve três fases: cria, recria e engorda, mas a que mais predomina é a cria, na qual esse sistema utiliza pouca mão de obra, com baixo nível tecnológico e com isso a produtividade apresenta baixos índices zootécnicos, onde esse modelo de produção resulta na comercialização dos animais, como os bezerros desmamados entre 7 e 12 arrobas, para serem terminados em áreas de planalto (ARAÚJO et al., 2005). Porém, esse autor expõe que nos últimos anos vem ocorrendo uma modernização da estrutura produtiva na atividade pecuária, com a agregação de suplemento alimentar associado com as pastagens. Na busca por maior rentabilidade, produzem ainda o boi verde e o boi orgânico, por serem criados em pastagens naturais, com baixo custo de produção e com grande aceitação de mercado.

De acordo com Comastri Filho (1984) os biomas alagados como o pantanal sul mato-grossense podem ser divididos em dois tipos básicos em se tratando de inundação: Pantanal baixo e Pantanal alto: Pantanal baixo: refere-se às planícies inundadas pelos os rios, ficando essas áreas na sua maioria do tempo alagadas e não podendo ser utilizada para pastagens em função do nível elevado de água, não sendo recomendada a substituição das pastagens naturais, sendo as principais forrageiras, representadas por “capim-mimoso” (*Axonopus purpusii*), “grama-do-carandazal” (*Panicum laxum*), “mimoso-de-talo (*Hemarthria altissima*), “capim-felpudo” (*Paspalum plicatulum*), “grama-tio-pedro (*Paspalum oteroi*), “grama-boiadeira” (*Leersia hexandra*), capim-de-praia” (*Hymenachneam plexicaulis*). Dentre essas forragens, a grama-tio-pedro (*Paspalum oteroi*) se destaca por ser palatável e de qualidade media. Pantanal alto: refere-se a áreas que passam por pequenas inundações, favorecendo a permanência do rebanho no local o ano todo e é formado por diferentes vegetações, Cerrado, Coronal, Campo de cerrado e Campo limpo e Vazante.

Cerrado se caracteriza por uma vegetação de quatro metros de altura, conhecido como cordilheiras ou cordões arenosos, normalmente não é inundada, servindo de refugio para os animais em épocas de alagamento, com predominância de algumas espécies forrageiras (*Axonopus paraguayensis*-capim-fino, *Leptochlo avirgata* – capim-de-burro, *Setaria vulpiseta*– capim-de-mata, *Scleria sp.* – capim-navalha, *Thrasya petrosa* – capim-cabeleira, *Attalea phalerata* – acuri).

As áreas conhecida como Coronal se caracteriza pela predominância do capim corona (*Elyonurus muticus*) que recobre grandes áreas, essa gramínea não contribui muito para alimentação animal, por ser de baixa aceitabilidade e baixo valor nutritivo, considerada como uma invasora, por se sobre sair mais que as gramíneas de boa qualidade, como, as (*Axonopus purpusii*, *Mesosetum loliiforme*, *ichnanthus procurrens*, *Desmodium barbatum*, *Stylosanthes guianensis*).

Campo cerrado é uma zona de transição entre cerrado e o campo limpo, com a presença de árvores menores e forrageiras herbáceas, como, (*Mesosetum loliiforme*, *Elyonurus muticus*, *Panicum laxum*, *Axonopus purpusii*, *Eragrostis bahiensis*).

Campo limpo e a vazante são representada pela vegetação herbácea, constituída pelas gramíneas (*Axonopus purpusii*, *Panicum laxum*, *Reimaro chloa brasiliensis*–“capim mimosinho”, *Leersia hexandra*, *Hermathria altíssima*, *Hymena chneamplexicaulis*, etc.) e comumente muito inundável, sendo uma importante fonte alimento para o gado na época seca, principalmente quando as águas das vazantes baixam.

As principais espécies forrageiras que compõem as pastagens naturais no pantanal sul mato-grossense são: *Axonopus purpusii* (“capim-mimoso”) *Mesosetum loliiforme* (sem nome comum definido) *Panicum laxum* (“gramado-carandazal”). Podendo ter ocorrência das três espécies juntas, geralmente *Mesosetum* ocupa partes menos alagáveis no mesorelevo, *Axonopus* partes intermediárias, e *Panicum* as mais alagáveis (POTT, 1982).

Segundo Santos (2002), a adequada pressão de pastejo nas pastagens naturais pode ser estimada em função dos locais de preferência de pastejo, sendo necessário o mapeamento das invernadas, com objetivo de conhecer tipos de pastagens disponíveis e conhecer a proporção das áreas inundadas. Independente de épocas de cheia ou inundações a taxa de lotação deve ser leve a mediana, em invernadas com maior presença de campo limpo e baixadas, local de preferências para o pastejo, a capacidade de suporte é maior, com cerca de 1,8 ha/UA ou 0,55 UA/ha, já em áreas de coronal e campo cerrado a capacidade de suporte é menor, com cerca de 2,4 ha/UA ou 0,41 UA/ha.

Estimando a capacidade de suporte de bovinos e eqüinos em áreas de campo limpo na região da Nhecolândia, que se situa a maior parte do seu território no município de Curumbá-MS, Santos (2003) observou que a capacidade de suporte em anos de alagamento normal e de cheias foi em média de 0,5 UA/ha e em anos de seca foi de 0,2 UA/ha.

Com os baixos índices zootécnicos obtidos nas pastagens naturais, buscam-se alternativas para melhorar a produtividade da pecuária em ambientes alagados, e entre essas alternativas, a mais utilizada é a introdução de espécies cultivadas, como as gramíneas e

leguminosas, melhorando a qualidade das pastagens, aumentando a produção de massa seca e por apresentar baixos custos, além de contribuir na manutenção da composição física do solo, sendo importante também não eliminar todas as espécies nativas, pois em determinadas condições estas podem contribuir para melhorar a composição de forragem (BRUM et al., 2007).

Segundo Dias Filho (2006), em pastagens melhoradas nos ambientes alagados busca-se plantas que possuem boas adaptações em se desenvolver sob estresse hídrico, que se ajusta o seu comportamento fisiológico, respondendo as modificações desses ambientes, apontando maior aquisição de carbono. As plantas bem adaptadas a essas condições modificam a maioria de suas funções fisiológicas, para manter suas atividades principais, como, taxa de crescimento, taxa fotossintética, condutância estomática, taxa de transpiração e taxa de renovação foliar. As plantas adaptadas ao alagamento devem ter três características principais, que são: a formação de raízes adventícias, aerênquimas (espaços de ar), nas raízes, rizomas e parte aérea e a continuidade destes espaços.

Em estudos realizados por Dias Filho (2005), avaliando a tolerância de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola* sob o alagamento do solo, os resultados mostraram que o capim-marandu foi o menos resistente, enquanto que a *B. decumbens* e *B. humidicola* não apresentaram diferenças entre os tratamentos, mesmo não havendo diferenças entre os tratamentos o autor relata que *B. decumbens* apresentou tolerância moderada, enquanto que *B. humidicola* apresentou maior tolerância relativa.

As principais pastagens cultivadas implantadas nas áreas alagáveis como o Pantanal em pesquisa são: *Andropogon gayanus* (Andropogon), *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Braquiarião, brizantão, brizanta ou capim Marandu), *Brachiaria decumbens* (Decumbens ou braquiária), *Brachiaria dictioneura* (Dictioneura), *Brachiaria humidicola* (Humidicola), *Panicum maximum* cv. Colonião (Capim Colonião), *Panicum maximum* cv. Tanzânia (Capim Tanzânia), *Hyparrhenia rufa* (Jaraguá), *Setaria anceps* cv. Kanzungula (Setária, capim marangá ou capim do congo), onde aproximadamente 76% das áreas de pastagens cultivadas no Pantanal são espécies de braquiárias e 50% destas correspondem a *Brachiaria humidicola* (MORAES, 2008).

Dentre as espécies mais adaptadas para serem cultivadas nas áreas inundadas e que são mais exploradas segundo Dias Filho (2006) são: *Brachiaria arrecta* (capim tanner-grass), *Brachiaria humidicola* (quicuí-da-amazônia), *Brachiaria mutica* (capim-angola, bengô), *B. mutica* x *B. arrecta* (capim-tangola), *Hemarthria altissima* (capim-mimoso-de-talo,

hemártria), *Panicum repens* (grama-castela, capim-furachão), *Setaria anceps* (*Setarias phacelata*) (capim-setária).

A *Brachiaria humidicola* vem se expandido no Pantanal, por ser bem adaptada a solos úmidos dominantes na região, resistência ao pisoteio dos animais, e tolerante a secas prolongadas, e principalmente pela facilidade na aquisição de sementes, facilitando o plantio (SPECHT, 2011).

2.3 Efeito estufa e os gases do efeito estufa

O carbono é um elemento que faz parte de dois gases traços mais importante para o efeito estufa, metano e dióxido de carbono, este é o elemento químico mais abundante dentre os elementos dos ciclos biogeoquímicos, que envolvem a vida, a terra e a química. Ter conhecimento sobre o ciclo do carbono é começar a entender a relação entre a vida no planeta, na atmosfera, nos oceanos e nas rochas (TONELLO, 2007). O mesmo relata que conhecer o ciclo do carbono é fundamental para tentar compreender a biosfera e seus mecanismos de funcionamento básicos, sendo este o quarto elemento mais abundante no Universo, ficando atrás somente do hidrogênio (H), hélio (He) e o oxigênio (O), onde o mesmo é considerado para a formação da vida, um tijolo fundamental, pois o carbono, o hidrogênio e o oxigênio predominam nos organismos vivos e na matéria bruta, onde nestes organismos os átomos estão combinados para formação de moléculas complexas, como proteínas, polissacarídeos e lipídios.

O processo chamado efeito estufa ocorre em função de gases que formam a atmosfera terrestre e são relativamente transparentes à radiação solar, isso, enquanto absorvem grande parte da radiação emitida pela superfície aquecida da terra, fazendo com que sua superfície tenha temperatura maior do que se não houvesse atmosfera (XAVIER, 2004).

Segundo Tonello (2007), o efeito estufa pode ser dividido em efeito estufa natural e efeito estufa causado pelas ações antropicas. O efeito estufa natural decorre das concentrações dos gases do efeito estufa na atmosfera antes do aparecimento do homem, que a energia solar de comprimento de ondas curtas ultrapassa a atmosfera terrestre sem interação com os gases presentes nesta camada e quando atinge a superfície terrestre a energia é refletida e volta para atmosfera com comprimento de ondas mais longa, ou seja, a radiação infravermelha que interage parcialmente com os gases do efeito estufa nesta camada, onde parte desta irradiação

é absorvida pela atmosfera, consequentemente, aumentando a temperatura do ar. No entanto, o efeito estufa natural é importante, permitindo que a temperatura média da atmosfera terrestre seja de 15 °C. Segundo Carvalho (2010), se não existisse esses gases na atmosfera, a temperatura média da Terra seria de 33 °C menor, ou seja, a temperatura média da terra seria de -18 °C, o que inviabilizaria a vida na Terra.

De acordo com Tonello (2007), o efeito estufa causado pelas ações antrópicas vem colaborando para o aumento do aquecimento global, com isso diminuindo a eficiência com que a Terra se resfria, provocando alterações no clima do planeta. Esta intensificação do efeito estufa vem sendo observada desde a época pré-industrial, devido o aumento dos gases do efeito estufa, como o dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, em media de 30%, 145% e 15% respectivamente, tendo o dióxido de carbono aumentado numa média de 0,4 % ao ano⁻¹, e tornando-se o gás que mais vem recebendo destaque pelo seu agravamento na redução de efeito estufa: parte deste acréscimo sendo atribuídas as atividades humanas, principalmente pelo uso de combustíveis fósseis, mudanças no uso da terra e a agricultura, que aumentou o desmatamento das florestas, principalmente nos trópicos.

Os principais gases causadores do efeito estufa são CO₂, CH₄, N₂O, clorofluorcarbonos (CFCs), sendo o CO₂ considerado o gás que mais colabora para o efeito estufa, pela grande quantidade emitida, com cerca de 55% do total. Consequentemente a emissão de CH₄ para atmosfera é bem menor, mas seu potencial de aquecimento é de 23 vezes maior quando comparado CO₂ e as concentrações de N₂O e de CFCs na atmosfera são menores ainda, sendo o seu poder de aquecimento global é muito superior ao CO₂ (CARVALHO et al., 2010). Esses autores descrevem que uma grande concentração de CO₂ e outros gases do efeito estufa foram observados desde a época da revolução industrial (CARVALHO et al., 2010) e nos últimos 250 anos a concentração de CO₂ cresceu de 280 para 390 ppmv (partes por milhão em volume) na última década e atualmente estima-se um aumento de 2,2 ppmv ano⁻¹, o que equivale a 3,3 Pg ano⁻¹ (IPCC, 2007).

Segundo Mello (2007) universalmente, a antropização do planeta ocorre especialmente com a queima de combustíveis fósseis e a produção de cimento, responsáveis por 66% das emissões dos gases do efeito estufa para a atmosfera, sendo consideradas as maiores fontes desses gases, a agricultura e a mudança do uso da terra contribuem com 20 e 14% respectivamente do total desses gases emitidos na atmosfera. Segundo o mesmo autor, em se tratando de Brasil, a queima de combustíveis fósseis, agricultura, e mudança no uso da terra apresentam padrões diferentes dos observados globalmente, na qual a queima de combustíveis

fósseis é considerada a que menos contribui, enquanto que a mudança no uso da terra e a agricultura contribuem com mais de dois terços das emissões dos gases do efeito estufa.

Em virtude dessa alta contribuição nas emissões dos gases do efeito estufa, na conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP-15), realizada em Copenhague entre os dias 7 e 18 de dezembro de 2009, o governo brasileiro divulgou a meta de redução das emissões até 2020, entre 36,1% e 38,9%, assim deixando de emitir cerca de 1 bilhão de ton. de CO₂eq., através da implantação de um programa com ações voluntárias, como: redução da taxa de desmatamento em torno de 80% na Amazônia e 40% no Cerrado, aumentar o uso de bicomcombustíveis, oferta de hidrelétricas, fontes de alternativas de biomassa, fontes eólicas de energia e principalmente o uso de carvão de floresta plantada, adotar práticas sustentáveis na agricultura (AMARAL, 2011).

Esses pactos foram confirmados no artigo nº 12 da Lei que institui a Política Nacional sobre Mudanças do Clima – PNMC (Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009). Consta nesta legislação, que o Poder Executivo estabelecerá Planos Setoriais de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas visando à Consolidação de uma Economia de Baixo Consumo de Carbono em vários setores da economia, como a agricultura (BRASIL, 2009).

Em 09 de dezembro de 2010, foi publicado o Decreto nº 7390 que regulamenta os artigos sexto, 11 e 12 da Lei nº 12.187. Para efeito desta regulamentação, no caso específico da agricultura ficou estabelecido que fosse constituído o “Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura” (BRASIL, 2010).

Esse plano visa promover a mitigação da emissão de gases do efeito estufa na agricultura, melhorando a eficiência nos uso de recursos naturais, destacando-se as seguintes ações em sete programas:

1. Recuperação de pastagens degradada;
2. Adoção do sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPFs) e de Sistema agroflorestais (SAFs);
3. Ampliação do Sistema de Plantio Direto (SPD);
4. Ampliação do uso de Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN);
5. Aumento da Área de Floresta Plantada;
6. Tratamento de Dejetos Animais;
7. Adaptação às mudanças climáticas.

Nesse contexto, a determinação de estoque de carbono no solo é fundamental para a escolhas de estratégias de manejo agrícola do solo para consolidar as políticas públicas de diminuição das emissões de carbono orgânico para a atmosfera.

2.4 Ciclo biogeoquímico do carbono

O carbono participa na formação de dois gases traços mais importante para o efeito estufa, dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4) é o mais abundante elemento químico dentre os elementos dos ciclos biogeoquímicos que abrangem a vida (bio), terra (geo) e a química, onde entender seu ciclo é entender a relação entre a vida no planeta, atmosfera, oceanos, e nas rochas. Seu ciclo é composto por vários ciclos simples, o mais importante dentre esses ciclos é a fotossíntese-respiração que esta diretamente ligada com as plantas, animais e bactérias (CAMPOS, 2001).

A ocorrência de CO_2 atmosférico é em pequena proporção, em média de 0,03% em volume, desempenhando função fundamental no crescimento vegetal, seja na terra ou nos oceanos as plantas assimilam dióxido de carbono (CO_2) e liberam oxigênio (O_2), procedimento este chamado de fotossíntese, sendo a presença de luz vital na produção de biomassa (CAMPOS, 2001). Segundo o mesmo autor, as plantas possuem três vezes e meio mais carbono que a atmosfera. Portanto os vegetais são base para o reino animal, pode-se falar que sem dióxido de carbono não haveria vida na terra.

Os principais reservatórios no globo terrestre para o armazenamento de carbono são: oceanos, pedológico (solos), biótico (biomassa vegetal e animal) e o atmosférico, sendo todos esses compartimentos interligados entre si. O geológico (a crosta terrestre) é o maior reservatório, com média de 90.000.000 Pg (Petagramas), mesmo sendo em grande quantidade em sua maior parte não participa desse ciclo, a não ser em uma pequena fração de 5.000 Pg de carbono, sendo 4000 Pg em carvão e óleo e gás com 500 Pg de carbono. No oceano, o armazenamento de carbono está em torno de 38.000 Pg, principalmente na forma inorgânica. Já o reservatório pedológico contem em média 2.500 Pg de carbono dividido em 1550 Pg na forma orgânica e 950 Pg na forma inorgânica. A atmosfera é o compartimento que apresenta menor quantidade de carbono, com cerca de 760 Pg (CARVALHO, 2010). Segundo Fernandes (2008) a atmosfera é o compartimento que menos estoca carbono, mas é o mais dinâmico por participar da química da atmosfera, como o composto mais importante para o balanço global de energia.

Segundo Campos (2001), os ciclos geológicos do carbono levam centenas de milhares de anos para alterar a concentração de gás carbônico na atmosfera, de forma natural, com exceção a antropização, onde a matéria orgânica que fica inserida nas rochas se transforma em carvão mineral, petróleo, e gás natural, sendo a energia solar fixada pelas plantas há milhões

de anos atrás por meio destes materiais, e esta energia é explorada nos dias atuais como combustíveis fósseis para geração de energia.

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 água e conseqüentemente, 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 (BELIZÁRIO, 2008). Esse autor diz que o carbono orgânico estocado no solo é determinado pelo balanço anual da adição de carbono fotossintetizado e pela perda de carbono orgânico via oxidação pelos microorganismos, sendo os três principais processos responsáveis pelo sequestro de carbono nos solos, a humificação, agregação e sedimentação enquanto que a erosão, lixiviação, decomposição e volatilização são os principais processos responsáveis pela perda de carbono.

O carbono presente nos oceanos está na forma de carbono orgânico dissolvido, carbono inorgânico dissolvido e carbono orgânico particulado, sendo a maior parte de carbono inorgânico, aproximadamente 98%, especialmente o bicarbonato (90%), estocados nas profundidades dos mares por milhares de anos. Nos oceanos sua competência em retirar carbono da atmosfera é regulada pela interface água-atmosfera, que é dependente da velocidade do vento, temperatura, concentração de CO₂ na superfície da água do mar, taxa de fotossíntese e pH da água (FERNANDES, 2008). O mesmo autor descreve que a ciclagem do carbono contido nas rochas está ligada aos processos geológicos, como o intemperismo das rochas, movimentação das placas continentais e vulcanismo.

Segundo Rosera (2005), vários estudos têm como objetivo determinar quais os fatores que controlam os processos de troca de carbono entre os reservatórios. Para retirada de carbono da atmosfera o principal processo é a fotossíntese e a dissolução, e seu retorno para a atmosfera é feito pela oxidação da matéria orgânica (respiração ou queima) e os rios são considerados o principal transportador de carbono para os oceanos e estudos realizados nos principais rios temperados estimaram que o fluxo de carbono nos rios foi equivalente aos valores exportados para os oceanos.

2.5 Estoque de carbono e uso do solo

Para a produtividade e sustentabilidade de qualquer sistema agrícola, o solo é, portanto, um fator limitante (CUNHA et al., 2007). Segundo Costa et al. (2008), o estudo dos solos agrícolas esta em foco, por poder atuar como uma fonte de dreno dos gases do efeito estufa, dependendo do sistema de manejo adotado sobre eles, sistemas estes que pode aumentar a adição de resíduos vegetais e consequentemente a fixação de carbono no solo, se tornando uma alternativa importante para aumentar a capacidade de dreno de CO₂ atmosférico e contribuir para a mitigação do aquecimento global. Os mesmos autores relatam que o preparo do solo e o manejo de culturas afetam a taxa metabólica dos microrganismos que atuam sobre a decomposição da matéria orgânica.

O Manejo inadequado dentro das inúmeras atividades agrícolas altera as propriedades que definem a qualidade do solo, provocando mudanças no ambiente. Os efeitos da preservação de restos vegetais na colheita em canaviais apontam que o sistema de colheita mecanizada (onde não ocorre a queima dos resíduos vegetais) favorece o acúmulo de matéria orgânica e consequentemente contribui para o estoque de carbono, diminuindo as emissões dos gases do efeito estufa (CO₂, CH₄), quando comparado a sistemas de produção onde ocorre a queima dos restos vegetais (CANELLAS et al., 2007).

De acordo com Nascimento et al. (2009), a adoção de sistemas de manejo conservacionista em solos aerados, como o sistema de plantio direto (SPD), vem favorecendo um aumento nos estoques de carbono orgânico do solo, sendo este acúmulo mais significativo nas camadas mais superficiais dos solos, favorecido pelo maior aporte de palhadas vegetais no solo e, em solos de várzeas, com drenagem restrita, na falta de O₂, a decomposição da matéria orgânica ocorre em menor quantidade do que em solos aerados, sendo dependente de receptores de elétrons tais como, íon Fe²⁺, Mn e sulfato para que ocorra a oxidação parcial do carbono orgânico do solo.

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.

Estudos vêm mostrando que a conversão das florestas nativas em pastagens, aumenta o estoque de carbono nos solos da região amazônica, quando bem manejadas, de acordo com o tempo de implantação das forrageiras (CARVALHO et al., 2010).

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 das áreas de florestas nativas no que se refere ao sequestro de carbono nos sistemas solo-planta-atmosfera (CARVALHO et al., 2010). Esses autores descrevem que estimativas mostram que a conversão das florestas amazônicas em pastagens, emite cerca de 100 a 200 Mg ha⁻¹ de carbono para a atmosfera, em virtude dos processos da queima da biomassa aérea e do desmatamento.

Segundo Santi et al. (2007) é indispensável conhecer cada fator que colabora com a emissão ou mitigação dos gases do efeito estufa, sendo o solo visto como um fator importante, por exercer um excelente papel na dinâmica do carbono ambiental. No entanto, a forma de como manejar o solo e as culturas, representa a diferença entre cooperar ou não para o aumento do aquecimento global.

A degradação do solo é uma das principais ações antrópicas negativas, mais preocupante, no que se diz respeito ao meio ambiente, tendo em vista que afeta diretamente o homem. Uma das principais causas da degradação resulta do mau uso do solo, tendo como consequência a redução da matéria orgânica e, por conseguinte, alterações nas características físicas, químicas e biológicas do solo (JAKELAITIS et al., 2008).

COSTA et al. (2008) ressaltam que as alterações dos atributos do solo refletem e comprometem a biodiversidade, os recursos hídricos e a atmosfera, e no âmbito das mudanças climáticas globais, o solo e suas diferentes formas de uso e manejo estão em foco.

A modificação dos sistemas naturais pela atividade humana origina a “área alterada”, que tem sua capacidade de produção melhorada, conservada ou diminuída em relação ao sistema. Assim sendo, a alteração de uma área não significa necessariamente sua degradação. Essas alterações ocorrem juntamente com os processos que levam a perda da capacidade produtiva do sistema (WADT et al., 2003), tudo dependente do manejo adotado (CARVALHO et al., 2009). Assim, o conhecimento dos atributos do solo e suas implicações

com o sistema água-solo-planta são básicos para o entendimento e conservação do ambiente (RIGATTO et al., 2005).

Dentre os componentes do solo, a matéria orgânica é a que esta mais relaciona com os parâmetros de qualidade, físico, químico, ou biológico, potencializando características como a resistência do solo a erosão, taxa de infiltração e retenção de água, no solo, capacidade de troca catiônica, estoque de nutrientes, resistências a perturbações e a atividade biológicas (MIELNICZUK et al., 2003; VEZZANI, 2001). Sua perda pode interferir drasticamente nesses processos, dificultando o desempenho das funções do solo, provocando desequilíbrios no sistema e, conseqüentemente, desencadeando o processo de degradação (ROSCOE et al., 2006).

2.6 Protocolo de Quioto

O acréscimo desproporcional da concentração dos gases do efeito estufa (GEEs) na atmosfera no transcorrer dos últimos séculos, em virtude da atividade humana, levou a comunidade internacional a criar e formar mecanismos e instituições voltadas para a gestão deste problema. Entre estes mecanismos, o mais importante foi o Protocolo de Quioto, estabelecido em 1997, em Quioto no Japão. Este protocolo definiu metas e prazos para mitigação das emissões de GEEs por parte dos países industrializados (MINISTERIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA, 2008).

Segundo Campos (2001) o Protocolo de Quioto surgiu após varias Assembléias Gerais das Nações Unidas no período de 1990, devido a uma percepção da necessidade em desenvolver políticas e instrumentos legais internacionais sobre a questão da mudança climática. O mesmo autor define o Protocolo de Quioto como o começo de uma negociação, um consenso internacional de como diminuir as emissões e como isto pode ser implementado.

O Protocolo de Quioto estabelece alguns mecanismos de flexibilidade, dentre eles o mais importante é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), mecanismo este que permite que os países desenvolvidos financiem projetos de redução de emissões ou sequestro de carbono em desenvolvimento, como forma de cumprir seus compromissos, e ao mesmo tempo contribuir para um desenvolvimento sustentável dos mesmos, formando projetos, especialmente os que têm atividade que resulta no uso da terra e silvicultura (MULLER et al., 2009)

O MDL tem por escopo o alcance do desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento, a partir da implantação de tecnologias mais limpas nos mesmos, e a contribuição para que os países em desenvolvimento cumpram suas reduções de emissão dos gases causador do efeito estufa. Os projetos de MDL podem ser baseados em fontes renováveis e alternativas de energia, eficiência e conservação de energia ou reflorestamento. Tais projetos devem ser aprovados pelo governo do país anfitrião através da Autoridade Nacional Designada (AND), assim como pelo governo do país que comprará as reduções certificadas de emissões (RCEs) (TAKEDA e LAMBERT, 2009). Esses autores referem que o primeiro projeto do MDL, aprovado pelas Organizações das Nações Unidas (ONU), no mundo, foi o aterro sanitário de Nova Iguaçu no Estado do Rio de Janeiro, que utiliza tecnologias bem precisas de engenharia sanitária, tendo seus créditos negociados diretamente com os países baixos.

Na tentativa de encontrar mecanismos que possam corrigir ou parar o problema, aparece a necessidade da substituição da matriz energética existente, hoje baseada em sua maioria no petróleo e carvão. Perante isso, buscam-se então alternativas limpas e renováveis de energia através da biomassa, do sistema de energia eólica, solar, entre outros, em substituição à energia vinda de combustíveis fósseis (TAKEDA e LAMBERT, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O Vale do Guaporé compreende o sistema hidrográfico do rio Guaporé, que drena uma ampla superfície rebaixada, elaborada nas bordas sobre terrenos pré-cambrianos do Complexo Xingu, intrudidos por granitos, ocorrendo também rochas vulcânicas ácidas e sedimentos dos Grupos Aguapeí e Alto Paraguai, e da Formação Jauru. Essas litologias, a partir da porção central da Depressão, encontram-se recobertas por sedimentos quaternários semi-consolidados da Formação Guaporé. Encontra-se sob a influência do clima Tropical Continental, com características de Úmido a Subúmido. A pluviosidade na superfície rebaixada apresenta totais anuais de 1200 a 1500 mm (MOREIRA e VASCONCELOS, 2007). Os mesmos autores relatam que o trimestre mais chuvoso estende-se entre os meses de dezembro a fevereiro, e o período mais seco, de abril a outubro. O balanço hídrico na superfície rebaixada tem um excedente da ordem de 100 a 200 mm e déficits de 250 a 300 mm.

A pesquisa foi conduzida em áreas alagáveis, entre os municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade e Pontes e Lacerda no Vale do Guaporé, região Sudoeste do Estado de Mato Grosso. Foram selecionadas duas áreas alagáveis no período da seca, com três sistemas de vegetação: floresta nativa (FN), pastagens natural em uso (PNU) e pastagens cultivadas (PC) e coletadas as amostras entre setembro e outubro de 2011.

Para a coleta das amostras foram abertas mini trincheiras de 50 x 0,40 cm. Foram coletadas amostras indeformadas e deformadas nas profundidades de 0-10; 10-20; e 20-40 cm, totalizando 72 amostras, sendo as mesmas conduzidas ao Laboratório de Solos da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) para preparo e análise.

As amostras foram colocadas para secar ao ar e depois peneiradas (abertura de malha de 2 mm), trituradas em gral de porcelana e peneiradas novamente em peneira de 80 mesh. A determinação do carbono orgânico (CO) foi pelo método Walkley-Black (oxidação úmida), sendo pesados 0,5 g de solos em um erlenmeyer de 125 mL, adicionado 10 mL (pipetados) da solução de dicromato de potássio 0,4 N, com um branco incluso com 10 mL de solução de dicromato de potássio (para controle da solução) e em seguida tampava-se o erlenmeyer com papel alumínio e colocava-o na chapa aquecedora até a fervura branda por 5 minutos. Após sua retirada da chapa aquecedora, adicionava-se 80 mL de água destilada e 2 mL de ácidoortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina, em seguida era titulado com a solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 N, até que a cor azul desaparecesse dando lugar a cor verde e era anotado o volume de sulfato ferroso amoniacal gastos (EMBRAPA, 1997).

Cálculo

$$CO \text{ (g/kg)} = (40 - \text{volume gasto}) \times f \times 0,6$$

$$f = 40 / \text{volume sulfato ferroso gasto na prova em branco}$$

Para determinar a densidade aparente do solo foram utilizadas as amostras indeformadas, coletadas em anel volumétricas de aço de bordas cortantes e volume interno aproximado de 50 cm^3 , que era envolvido por papel filme. No laboratório foi feito o toailete e logo em seguida realizada a pesagem e colocado na estufa a 105°C , após 24 horas foi retirado, deixando-o esfriar e em seguida pesado novamente, sendo a densidade aparente obtida através do peso da amostra seca dividido pelo volume do anel (EMBRAPA, 1997).

Cálculo

$$\text{Densidade aparente (g cm}^{-3}\text{)} = a / b$$

$$a = \text{peso da amostra seca a } 105^\circ\text{C (g)}$$

$$b = \text{volume do anel ou cilindro (cm}^3\text{)}$$

O estoque de carbono (ECO) foi calculado a partir da expressão: $ECO = (CO \times Ds \times e)$, sendo “e” a espessura da camada (CARVALHO et al., 2009).

O fracionamento físico do carbono orgânico total foi realizado segundo a metodologia de Cambardella e Elliot (1992). Foram pesados 20 g de solo e a estas foram adicionados 60 mL de solução de hexametáfosfato de sódio (concentração de 5 g L^{-1}); as amostras foram homogeneizadas por 16 horas em uma mesa agitadora horizontal. Após a homogeneização a suspensão obtida foi vertida em peneira de $53\mu\text{m}$ e lavado com água destilada até ficar somente a fração areia. O material retido na peneira consiste no carbono orgânico particulado (COP) associado à fração areia, e o que atravessou a peneira corresponde ao carbono organo-mineral, associado às frações silte e argila. O material de solo retido na peneira, após a lavagem, foi transferido para latas de alumínio, sendo secados em estufa de circulação forçada

de ar a 50 °C até que apresentasse massa constante. Em seguida o material foi macerado em gral de porcelana.

Para determinar o carbono orgânico particulado (COP) foi utilizado o mesmo método do carbono orgânico total (EMBRAPA, 1997). Sendo o carbono orgânico mineralizado, obtido pela diferença do carbono orgânico total, menos o carbono orgânico particulado.

Os resultados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e posterior análise de variância e teste de comparação de médias de Scott-Knott ao nível de 5% utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados mostrados na tabela 1. Os teores de carbono orgânico total (COT) foram diferentes ($p < 0,05$) para as profundidades de 0-10, 10-20 e 30-40 cm na vegetação de floresta nativa, reduzindo-se os teores do CO de acordo com o aumento da profundidade, havendo uma redução dos teores de CO em média de 31% para as profundidades de 10-20 cm e 59% para a profundidade de 30-40 cm em comparação com a profundidade de 0-10 cm. Nas profundidades de 10-20 e 30-40 cm não houve diferença significativa nos teores de CO nas áreas de pastagens cultivadas, sendo essas profundidades diferentes da profundidade de 0-10 cm, ocorrendo uma redução nos teores de CO nas profundidades de 10-20 e 30-40 cm de 23% e 39%, respectivamente, em relação à profundidade de 0-10 cm. Nas pastagens naturais em uso os teores de CO foram diferentes nas profundidades de 0-10, 10-20 e 30-40 cm, havendo uma diminuição dos teores de CO de 29% para profundidade de 10-20 cm e 53% para as profundidades de 30-40 cm em relação à profundidade de 0-10 cm.

Os maiores teores de CO foram observados nas profundidades de 0-10 cm para todas as áreas estudadas. Segundo Cardoso et al. (2009) os maiores teores de CO nas camadas superficiais é devido as adições de carbono pela vegetação serem maiores, contribuindo para que maiores quantidades de matéria orgânica sejam estocadas, o que é refletido em aumento dos teores de carbono.

Nas pastagens cultivadas e pastagens naturais em uso, os teores de CO foram significativos nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, diferindo das áreas de floresta nativa, não havendo diferença entre as três áreas estudadas na profundidade de 30-40 cm. Esses resultados mostram que a conversão dos ecossistemas naturais em pastagens cultivadas e a submissão das pastagens nativas a atividade pecuária provoca redução nos teores de carbono no solo. Os teores de carbono orgânico apresentaram valores médios de todas as profundidades de $12,02 \text{ g kg}^{-1}$ nas áreas de florestas nativas, $8,92 \text{ g kg}^{-1}$ nas áreas de pastagens cultivadas e $7,88 \text{ g kg}^{-1}$ nas áreas de pastagens naturais em uso. Resultados semelhantes aos obtidos por Cardoso et al. (2009), que observou em seu trabalho redução nos teores de CO em floresta nativa, quando comparado com ambientes submetido a pastejo. De acordo com Cardoso et al. (2010) esses resultados podem ser atribuídos, principalmente, ao menor aporte de resíduos orgânicos nas pastagens, determinado pela marcante extração de biomassa aérea desses ecossistemas, imposta pela pressão de pastejo.

Tabela 2: Teores de carbono orgânico (CO), densidade do solo (DS) e estoque de carbono orgânico (ECO) sob diferentes usos em áreas alagáveis do Vale do Guaporé-MT

Áreas	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	30-40
	COT g kg ⁻¹		
FN (1)	17,10 aA (2)	11,86 aB	7,10 aC
PC	11,23 bA	8,65 bB	6,86 aB
PNU	10,77 bA	7,70 bB	5,16 aC
	DS (g cm ⁻³)		
FN	1,53 aA	1,64 aA	1,63 aA
PC	1,51 aA	1,65 aB	1,71 aB
PNU	1,56 aA	1,69 aA	1,65 aA
	ECO Mg ha ⁻¹		
FN	260,98 aA	174,93 Ab	116,55 aC
PC	169,19 bA	142,73 aA	117,78 aA
PNU	168,40 bA	132,50 aA	86,37 aB

(1) FN= Floresta nativa, PC= pastagens cultivadas, PNU= Pastagens natural em uso. (2) Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

Com relação à densidade do solo, averiguou-se que não houve diferença entre todas as profundidades para as áreas de floresta nativas e pastagem natural em uso. Para as áreas de pastagens cultivadas não houve diferença significativa entre as profundidades de 10-20 e 30-40 cm, que foram diferentes quando comparado com as profundidades de 0-10 cm, notando-se uma maior densidade nas profundidades de 10-20 e 30-40 nas áreas de pastagens cultivadas.

Quando se comparou as áreas de floresta nativa, pastagens naturais em uso e pastagens cultivadas, não foram observadas diferença entre as mesmas. Mesmo não havendo significância, nota-se que as áreas de pastagens natural em uso apresentaram numericamente maior densidade, seguida pelas áreas de pastagens cultivadas e por último as áreas de florestas nativas apresentando menor densidade, apresentando valores médios de 1,63 g cm⁻³, 1,62 g cm⁻³ e 1,60 g cm⁻³, respectivamente para as vegetações.

Esses resultados provavelmente estão associados à maior pressão mecânica sobre o solo, exercida pelo pisoteio dos animais. Podendo estar relacionado também com a textura desses solos. Segundo Sá e Santos Júnior (2005) é difícil relacionar a densidade do solo com o crescimento vegetal, uma vez que valores de densidade variam de solo para solo, em função da textura, solos arenosos apresentam naturalmente valores mais elevados em relação a solos argilosos e, dessa forma, por exemplo, uma densidade do solo de 1,5g cm⁻³ em solos argilosos pode significar um alto grau de compactação, enquanto em solos arenoso, pode significar solos soltos. Os solos das áreas analisadas apresentaram as seguintes proporções de areia, silte

e argila respectivamente: 74; 6 e 19 % nas pastagens cultivadas; 77; 7 e 14 % nas pastagens natural em uso; e 67; 13 e 19% nas florestas nativas. Verifica-se assim que os solos das áreas amostradas são de textura arenosa a média, a qual não favorece o acúmulo de matéria orgânica. Mesmo havendo aumento da densidade do solo nas pastagens cultivadas e pastagens naturais em uso, constata-se que os valores observados encontram-se abaixo do limite considerado como restritivo ao desenvolvimento do sistema radicular, que, para solos arenosos, seria de 1,70–1,75 g cm⁻³ segundo (ARSHADET et al., 1996).

O estoque de carbono orgânico (ECO) nas áreas de floresta nativa foi diferente para as profundidades de 0-10, 10-20 e 30-40 cm. Não foram observadas diferenças nas áreas de pastagens cultivadas para todas as profundidades. Nas áreas de pastagens naturais em uso não foi notado diferença entre as profundidades de 0-10 e 10-20 cm, sendo estas significativamente diferentes da profundidade de 30-40 cm, observando-se uma diminuição do ECO conforme aumento das profundidades. Quando se comparou o ECO na profundidade de 0-10 cm, averiguou-se que não houve diferença entre as pastagens cultivadas e pastagens naturais em uso, onde as mesmas diferiram significativamente da floresta nativa, não havendo diferença significativa entre as vegetações nas profundidades de 10-20 e 30-40 cm.

Na comparação dos diferentes sistemas de uso estudados, notou-se uma redução em média no ECO de 22% e 29%, nas áreas de pastagens cultivadas e pastagens naturais em uso, respectivamente, quando comparado às áreas de floresta nativas. Apresentando-se uma média de (ECO) de 184,16 Mg ha⁻¹ para as áreas de floresta nativas, 143,23 Mg ha⁻¹ para as pastagens cultivadas e 129 Mg ha⁻¹ para as áreas de pastagens naturais em uso. Esses resultados mostram que a conversão das áreas de florestas nativas em pastagens cultivadas e o uso das pastagens naturais nas áreas estudadas alteraram significativamente o ECO, podendo proporcionar impactos negativos ao ambiente.

Os resultados foram semelhantes aos obtidos por Cardoso et al. (2010), que constatou uma tendência na redução do estoque de carbono, com a conversão das florestas nativas em pastagens cultivadas e contudo diferentes dos resultados obtidos por D'Andréa et al. (2004), em seu trabalho observou valores significativos de aumento de ECO em todas as profundidades em pastagens, indicando maior possibilidade de acúmulo de C em relação à floresta de cerrado nativo.

Segundo Paulino e Teixeira (2009) isso pode estar relacionado ao sistema de manejo, onde as pastagens possuem grande capacidade de armazenar carbono no solo, quando bem manejada, sendo favorecido pelo sistema radicular das *Brachiaria* sp., o qual além de

abundante e volumoso, apresenta continua renovação e elevado efeito rizosférico (REID e GOSS, 1980).

Os dados apresentados na Tabela 2 mostram que nas áreas de floresta nativa e pastagem cultivadas foram encontrados maiores valores de carbono orgânico particulado (COP) na profundidade de 0-10 cm, os quais diferiram das profundidades de 10-20 e 30-40 cm. Nas áreas de pastagem natural em uso, o COP não se diferenciou entre as profundidades. Na média geral, não houve diferença significativa entre as vegetações, apresentando teores médios de (COP) de $1,86 \text{ g kg}^{-1}$, $1,75 \text{ g kg}^{-1}$ e $1,85 \text{ g kg}^{-1}$ nas áreas de floresta nativa, pastagem cultivada e pastagem natural em uso, respectivamente. Mesmo não havendo diferença entre as vegetações, houve uma tendência de redução de COP nas pastagens cultivadas.

Segundo Freixo et al. (2005) isso comprova a sensibilidade da fração particulada do carbono orgânico do solo, em apontar sistemas de manejo. Resultados estes semelhante aos obtidos por Nunes et al.(2008), quando comparou-se o sistema de plantio direto, observando-se uma redução de COP, em relação ao sistema de plantio convencional. Os mesmos autores dizem que isso se deve principalmente pelo revolvimento do solo, ocorrendo a trituração do material vegetal na superfície do solo, ruptura dos agregados, maior aeração e atividade microbiana, tornando a matéria orgânica mais exposta a decomposição pelos microrganismos.

Enquadrando o COP como importante parâmetro de qualidade do solo Conceição et al.(2005) relatam que o carbono da matéria orgânica particulada apresenta tempo de reciclagem mais curto do que aquele carbono derivado da matéria orgânica associada aos minerais, e mostra-se mais sensível às alterações de manejo do solo.

Tabela 2: Teores médios de carbono orgânico particulado (COP), carbono organo-mineral (COM), sob diferentes usos em áreas alagáveis na região do Vale do Guaporé-MT

Áreas	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	30-40
COP g kg ⁻¹			
FN(1)	3,51 aA(2)	1,71 aB	0,36 aB
PC	3,27 aA	1,4 aB	0,56 aB
PNU	2,88 aA	1,02 aA	1,64 aA
COM g kg ⁻¹			
FN	13,59 aA	10,15 aB	6,74 aC
PC	7,96 bA	7,24 bA	6,30 aA
PNU	7,89 bA	6,67 bA	3,52 bB

(1) FN= Floresta nativa, PC= pastagens cultivadas, PNU= Pastagens natural em uso. (2) Medias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

O carbono orgânico mineral (COM) nas áreas de floresta nativa apresentou diferentes valores para as três profundidades, enquanto que nas áreas de pastagens cultivadas não diferiram. Nas áreas de pastagens naturais em uso, os teores de COM foram semelhantes nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, diferindo da profundidade 30-40 cm, reduzindo-se significativamente à medida que aumentava as profundidades. Os teores médios de COM foram de 10,16 g kg⁻¹, 7,17 g kg⁻¹ e 6,02 g kg⁻¹, para as áreas de floresta nativa, pastagens cultivadas e pastagens natural em uso, respectivamente. Nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm foi observado um valor maior de COM para áreas de floresta nativa, que diferiu se das áreas de pastagens natural em uso e pastagens cultivadas. Na profundidade de 30-40 cm, foram obtidos teores de COM semelhantes para as áreas de floresta nativa e pastagens cultivadas, que foram diferentes das áreas de pastagens naturais em uso.

Com relação a esses valores médios obtidos, observa-se que a conversão das florestas nativas em pastagens cultivadas e o uso das pastagens naturais reduziram os teores de carbono orgânico-mineral. Esses valores foram diferentes dos obtido por Nunes et al. (2011), pois esses autores não observaram diferença, quando se comparou sistema de plantio direto como plantio convencional. Segundo Figueiredo et al. (2005) isso se deve à natureza dessa fração do CO, que, por constituir-se de interações com as argilas do solo, é o mais estável no sistema, e responde de maneira lenta aos efeitos de manejo de preparo de solo e culturas, especialmente nos solos argilosos e muito argilosos (FIGUEIREDO et al., 2010). Ressalta-se que a matéria orgânica ligada aos minerais (MOM) é dependente da quantidade de material orgânico que é transferido da matéria orgânica particulada (MOP) e da proteção coloidal exercida pelas superfícies minerais (BALDOCK e SKJEMSTAD, 2000).

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que a conversão das florestas nativas e pastagens naturais em pastagens cultivadas, diminuem os estoques de carbono orgânico, os teores de carbono orgânico particulado e carbono orgânico-mineral e a densidade do solo não foi alterada nas áreas alagáveis do Vale do Guaporé-MT.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA NETO, P. A. **Hidrogramas experimentais de áreas alagadas da micro bacia do rio Jacupiranguinha, baixo Ribeira do Iguape, SP.** Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007.

AMARAL, D. D do.; CORDEIRO, L. A. M.; GALERANI, P. R. Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação da Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – PLANO ABC. **Revista Brasileira de Geografia Física.** v. 4, n. 6, 2011.

ARAÚJO, A. P. C.; BICALHO, A. M. S. M.; FACINCANI, E. et al. Pantanal: Um espaço em transformação. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. p. 1159-1174.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J. & LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciências do. Solo**, v.31, n. 5, p. 1099-1108, 2007.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, R. Physical test for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A. J., eds. **Methods for assessing soil quality** Madison, Soil Science Society of America, 1996. p. 123-141.

BALDOCK, J. A.; SKJEMSTAD, J. O. Role of the soil matrix and minerals in protecting natural organic material from biological attack. **Organic Geochemistry**, v. 31, n. 07/08, p. 697-710, 2000.

BELIZÁRIO, M. H. **Mudança no estoque de carbono do solo devido ao uso agrícola da terra no sudoeste da Amazônia.** 2008. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz Queiros, Piracicaba, 2008.

BENASSI, R. F.; **Dinâmica espaço-temporal de um sistema de áreas alagáveis na planície de inundação do rio Jacupiranguinha, Vale do Ribeira de Iguape, SP.** 2006. 109 p. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.355p.

BRASIL. Decreto no 7.390, de 09 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 dez. 2010.

BRASIL. Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 2009. Edição Extra, p. 109.

BRUM, M. de; MARTINS, J. D.; BANDINELLI, D. G.; et al. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.855-861, 2007.

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivations e quence. **Soil Science Society of America Journal**. v. 56, n. 03, p. 777-783, 1992.

CAMPOS, C. P. **Conservação das florestas no Brasil, mudança do clima e o Mecanismo de Desenvolvimento limpo do Protocolo de Quioto**. 2001. 181 p. Tese (Mestrado em ciências em planejamento energético) Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

CANELLA, L. P.; BALDOTTO, M. A.; BUSATO, J. G.; et al. Estoque e qualidade da matéria orgânica de um solo cultivado com Cana-de-Açúcar por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 2, p: 331-340, 2007.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; et al. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Revista Brasileira Ciência Solo**, v. 35, n. 02, p. 613-622, 2011.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. S.; et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 631-637, 2009.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; SILVA, C. A.; et al. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.45, n.9, p.1028-1035, 2010.

CARVALHO, A. B. P.; OZORIO, C. P. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.1, n.2, p. 83-95, 2007.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; et al. Potencial de seqüestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 277-289, 2010.

CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; et al. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. **Soil Tillage Research**, v. 103, p. 342-349, 2009.

CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; et al. Conversion of cerrado into agriculture land in the south-western Amazon: carbon stocks and soil fertility. **Science. Agriculture**, v. 66, n. 2, p. 233-241, 2009.

CERRI, C. C.; CERRI, E. P. C. **Agricultura e aquecimento global**. 2007. Disponível em: <http://www.aquecimento.cnpm.embrapa.br/bibliografia/agr_e_aquec_Cerri_2007.pdf>. acesso em: 04/11/2012.

COMASTRI FILHO, J. A. **Pastagens nativas e cultivadas no pantanal mato-grossense**. EMBRAPA/UEPAE de Corumbá. Corumbá, 1984. 48 p. (Circular Técnica, 13).

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C. MIELNICZUK, J.; et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 5, 777-788, 2005.

CONTE, O.; WESP, V. de. L.; ANGHINONI, I.; et al. Densidade, agregação e frações de carbono de um argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de ofertas de forragem por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 579-587, 2011.

COSER, T. R.; FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; et al. Recuperações de carbono obtido por três métodos em frações da matéria orgânica de latossolo, sob consórcio milho-forrageiras, no cerrado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, Supplement1, p. 91-97, Mar. 2012.

COSTA, A. B. **Estruturada comunidade fitoplanctônica em sistema de áreas alagáveis, na planície de inundação do rio Jacupiranguinha, Vale do Ribeiro de Iguape – SP**. 2007. 225p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; et al. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciado por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 323-332, 2008.

CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; BENITES, V de. M.; et al.. A. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte a antropico da Amazônia (terra Preta). **Revista Acta Amazônica** v. 37, n. 1, p. 8, 2007.

DIAS FILHO, M. B. **Opções forrageiras para áreas sujeitas ao encharcamento ou alagamento temporário**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2006, 34p. (Documentos, 239).

DIAS FILHO, M. B. Opções Forrageiras para Áreas Sujeitas ao Encharcamento ou Alagamento Temporário. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 22. 2005. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 2005, p.71-93.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212p.

FERNANDES, Ê. B. **Emissões de CO₂, NO_x, e N₂O em solos sob diferentes cultivos na região do cerrado**. 2008. 151p. Tese (Doutorando em Ecologia), Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

FERREIRA, D. F. Analise estatística por meio do sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. 2000. **Anais...**Universidade Federal de São Carlos: São Carlos-SP, 2000. p. 255-258.

FIGUEIREDO, C.C.; RESCK, D.V.S. & CARNEIRO M. A. C. Labile and stable fractions of soil organic matter under management systems and native Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, p. 907-916, 2010.

FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. A.; GUIMARÃES, C. M.; et al. Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**,v. 26, n. 16, p: 425-434, 2002.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change -. **Climate change 2007**. Fourth Assessment Report on climate change impacts, adaptation and vulnerability of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University, 2007. 939p. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/38384888/Climate-Change-2007>>. Acessado em: 14/10/2012.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; et al. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p. 118-127, 2008.

MELLO, F. F. C. **Estimativas dos estoques de carbono dos solos nos Estados de Rondônia e Mato Grosso anterior a intervenção antrópicas**. 2007. 89 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”. ESALQ, Piracicaba, 2007.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; et al. Manejo de solo e culturas e sua relação com estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.209-248.

MINISTERIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Protocolo de Kyoto**. MCT, Brasília, DF, 2000. Disponível em: <www.mct.gov.br/upd_blod/0012/12425.pdf>. Acesso em: 09/09/2012.

MITSCH, W. J.; GOSSELINK, J. G. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. **Ecological Economics**, v. 35, p. 25-33, 2000.

MORAES, A. S. **Pecuária e Conservação do Pantanal: análise econômica de alternativas sustentáveis – o dilema entre benefícios privados e Sociais**. 2008. 265 p. Tese (Doutorado em Economia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

MULLER, M. D.; FERNANDES, E. N.; CASTRO, C. R. T de.; et al. Estimativa de acúmulo de biomassa e carbono em sistema Agrossilvipastoril na Zona da Mata Mineira. Ed. especial. **Pesquisa Floresta Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 11 a17, 2009.

NACIMENTO, P. C do.; BAYER, C.; SILVA NETTO, L. F da.; et al. Sistema de manejo e a matéria orgânica de solo de várzea com cultivo de arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1821-1827, 2009.

NUNES, R de. S.; LOPES, A. A de.C.; SOUZA, D. M. G de.; et al. Sistemas de manejo de carbono e nitrogênio em Latossolo de cerrado com a sucessão soja-milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 4, 1407-1419, 2011.

PAULINO, V. T.; TEIXEIRA, E. M. L. C. **Sustentabilidade de pastagens: manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa**. 2009. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1261419672.pdf>>. Acesso em: 20/09 2009.

POTT, A. **Pastagens das sub-regiões dos Paiaguás e da Nhecolândia do Pantanal matogrossense**. EMBRAPA. UEPAE de Corumbá..49 p. Corumbá - MS, 1982.(Circular Técnica, 10).

REID, J.B.; GOSS, M.J. Changes in the aggregate stability of asandy loam effect ed by growing roots of perennial ryegrass (*Loliumperene*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 31, n. 3, p. 325-328, 1980.

RIGATTO, A. R.; DEDECEK, A. R.; MATTOS, M. L. J. Influencia dos atributos do solo sobre a produtividade de *Pinus taeda*. Sociedade de Investigações Florestais, **Revista. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.701-709, 2005.

ROSCOE, R. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 304p.

ROSEIRA, M. F. F. L. **O papel das emissões de CO₂ para a atmosfera, em rios da bacia do Jiparana (RO), no ciclo regional do carbono**. 2005. 85 p. Dissertação (Mestrado em Química na agricultura e no Ambiente), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SÁ, M. A. C de.; SANTOS JUNIOR, J de. G dos. **Compactação do solo: consequência para o crescimento vegetal**. Local: Planaltina, DF. Embrapa Cerrado, 2005. 24 p.(Documento 136).

SANTI, A.; DALMAGO, G. A.; DENARDIN, J. E. **Potencial de seqüestro de carbono pela agricultura brasileira e a mitigação do efeito estufa**. Local: Passo Fundo, RS. Embrapa trigo, 2007. 8 p. (Documento 78).

SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P. P.; CRISPIM, S. M. A.; et al. **Simulações de estimativa da capacidade de suporte das áreas de campo limpo da sub-região da Nhecolândia, pantanal**. Boletim de Pesquisa. Embrapa Pantanal, Corumbá, MS, v. 52, p. 1-22, 2003.

SANTOS, S.; COSTA, C. Manejo sustentável das pastagens nativas; uma ação essencial para a implantação de um sistema orgânico de produção no pantanal. In: CONFERENCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE. Corumbá, Brasil. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002.

SIQUEIRA NETO, M. S.; PICCOLO, M de. C.; COSTA JUNIOR, C.; et al. Emissões de gases do efeito estufa em diferentes usos da terra no bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1. P.63-76, 2011.

SPECHT, L. **Avaliação da sustentabilidade da pecuária em uma propriedade multifuncional no pantanal**. 2011. 82 p. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SPELLMEIER, J. **Efeito do pastejo sobre a composição e estrutura da vegetação de um banhado no município de Estrela – RS**. 2008. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ambiente e desenvolvimento), Centro Grande do Sul, Lajeado, 2008.

TAKEDA, T de. O.; LAMBERT, J.M. Créditos de carbono implementação de mecanismos de desenvolvimento limpo. **Estudos, Goiânia**, v. 36, n. 3, p. 485-503, 2009.

TEIXEIRA, J. A. M.; SILVA, U. C.; VIANA, J. H. M.; et al. E. Estoque de carbono orgânico lábil e atividade da uréase em solos de cerrado influenciados pela época de amostragem e sistema de manejo e uso do solo. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2, 2008. **Anais...** Parla Mundi, Brasília, DF, 2008.

TONELLO, V. M. M.. **Principais aspectos do ciclo biogeoquímico do elemento carbono e seu contexto na atualidade**. 2007. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada), Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade Paulista. Piracicaba, 2007.

VEZZANI, F. M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. 2001. 184 p. Tese (Doutorado em ciências do solo), Faculdade Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

VIEIRA, F.C.B.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A.; DIECKOW, J. & MIELNICZUK, J. Carbon management index based on physical fractionation of soil organic matter in an Acrisol under long-term no-till cropping systems. **Soil Tillage Research.**, 96:195–204, 2007.

WADT, P. G. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2003. (Documentos, 90).

XAVIER, M. E. R.; KERR, A. S. Análise do efeito estufa em textos paradidáticos e periódicos jornalísticos. São Paulo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 3: 2004. p. 325-349.