



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE PLANALTINA**

SUELLEN RIBEIRO LOPES DE MENDONÇA

**ESTIMATIVAS DE CARBONO NO SOLO E NA SERAPILHEIRA DE MATA
RIPÁRIA SOB MODELOS DE REGENERAÇÃO NO CERRADO DO DISTRITO
FEDERAL**

**PLANALTINA - DF
2015**

SUELLEN RIBEIRO LOPES DE MENDONÇA

**ESTIMATIVAS DE CARBONO NO SOLO E NA SERAPILHEIRA DE MATA
RIPÁRIA SOB MODELOS DE REGENERAÇÃO NO CERRADO DO DISTRITO
FEDERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção de título de bacharel em Gestão Ambiental.

Orientadora: Dr.^a Eloisa Aparecida Belleza Ferreira

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Gabriela Bielefeld Nardoto

**PLANALTINA – DF
2015**

FICHA CATALOGRÁFICA

Mendonça, Suellen Ribeiro Lopes

Estimativas de Carbono no Solo e na Serapilheira de Mata Ripária sob Modelos de Regeneração no Cerrado do Distrito Federal / Suellen Ribeiro Lopes de Mendonça. Planaltina - DF, 2015. 46 f.

Monografia - Faculdade UnB de Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental

Orientadora: Eloisa Aparecida Belleza Ferreira

Co-Orientadora: Gabriela Bielefeld Nardoto

1. Estoque de Carbono 2. Mata de Galeria 3. Serviços Ambientais. I. Mendonça, Suellen.
II. Título.

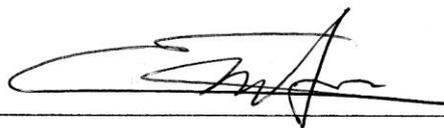
SUELLEN RIBEIRO LOPES DE MENDONÇA

**ESTIMATIVAS DE CARBONO NO SOLO E NA SERAPILHEIRA
DE MATA RIPÁRIA SOB MODELOS DE REGENERAÇÃO NO
CERRADO DO DISTRITO FEDERAL**

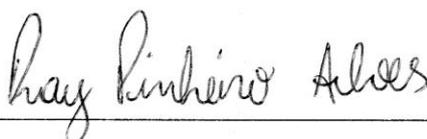
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção de título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina-DF, 30 de Novembro de 2015.



Dr.^a Eloisa Aparecida Belleza Ferreira- Embrapa Cerrados
(Orientadora)



Mestre Ray Pinheiro Alves
(Examinador)



Prof. Dr. Cícero Célio, de Figueiredo- UnB/FAV
(Examinador)

Dedico este trabalho a minha avó, Ana Santana *in memoriam*, a minha mãe, minha tia Marilene pelo apoio nas minhas decisões e ao meu sobrinho Davi, que sofreu com meu mal humor na elaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me concedido a vida e a oportunidade de cursar a faculdade.

A toda minha família, mas principalmente aos meus pais por sempre terem me oferecido a melhor educação acessível a eles e as minhas irmãs, Letícia e Laíse, e cunhados, José Marcos e Ricardo, pelo apoio.

A Embrapa Cerrados e a UnB - Campus Planaltina, pois sem elas não seria possível a elaboração desse trabalho.

Aos meus amigos Fernanda Rodrigues, Luciano Gomes e Thais Rodrigues pela amizade, por sempre me incentivarem a terminar o curso e pela ajuda na elaboração deste trabalho, ao tirar dúvidas, aguentar meus desesperos e mau humor. Além de muitas vezes ficarem acordados comigo até de madrugada quase virando a noite, mesmo tendo que trabalhar no outro dia, me ajudar nos finais de semana, fazer e preparar as amostras. Até as broncas eu agradeço, pois tentaram me alertar de alguma atitude que fiz que eles acharam inadequado e mesmo assim me apoiaram em muitas decisões. Muito obrigada por serem meus amigos e terem a preocupação de brigar na tentativa de mostrar erros ou diferenças de opinião.

Nas idas a campo gostaria de agradecer ao senhor Nelson, Luciano e Milton, funcionários da Embrapa Cerrados, aos estagiários Cid Arley, Renilton, Stefany e Eduardo pela ajuda no preparo das amostras de solo e serapilheira para posterior análises laboratoriais. Assim como Carlos pela ajuda com o mapeamento da área e a vários outros funcionários da instituição e estagiários que me ajudaram na elaboração deste trabalho.

As minhas orientadoras Eloisa Belleza Ferreira e Gabriela Nardoto pela ajuda e paciência em me ensinar a escrever, tirando dúvidas e dando sugestões a respeito da escrita e do trabalho. A Dra. Alexsandra, Dra. Karina, doutoranda Fabiana Ribeiro, Juaci Malaquias e Dr. Marcos Carolino, assim como aos outros pesquisadores que sempre me ajudavam quando tive dúvidas, o meu muito obrigada.

Agradeço a todos que me ajudaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

RESUMO

Mudanças climáticas são processos naturais, que ocorrem em escalas de tempo de milhares de anos e eras geológicas. O que tem preocupado cientistas e líderes mundiais, no entanto, é a velocidade e intensidade em que estão ocorrendo tais mudanças no sistema climático global. Ações antrópicas provocam aumento nas concentrações dos gases do efeito estufa e consequentemente o aumento da temperatura média Terrestre. É notável a necessidade da restauração de florestas como um dos processos mitigatórios; estudos alternativos buscam quantificar os serviços ambientais prestados pelos reflorestamentos com espécies nativas na eficácia do sequestro de carbono (C) e sua fixação. A capacidade de fixar C no solo depende do ciclo de carbono no sistema solo-planta e envolve uma complexa rede biogeoquímica, que inclui nutrientes, água, oxigênio e temperatura. A produção de serapilheira é a principal via de entrada de C para o solo dentro do processo de sucessão em regeneração de florestas. Estudos em Matas Ripárias no Cerrado são raros, ocasionando poucas informações sobre a magnitude do sequestro de carbono em ambientes sob regeneração. Com isso, o presente trabalho teve por objetivo estimar os estoques de C no solo e serapilheira em diferentes modelos de regeneração de Mata Ripária no Distrito Federal na região central do Brasil. A área de estudo está localizada às margens do rio Jardim, bacia hidrográfica do Rio São Francisco, no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina, DF e os tratamentos avaliados foram NCL: Nucleação de Anderson implantado em janeiro de 2012 LRD: Linha de Recobrimento e Diversidade instalado em 2012; POUSIO: controle em pousio desde 2006, com ocorrência espontânea de *brachiaria* sp, arbustos e arbóreas; REGE: área em estágio avançado de regeneração que consiste no modelo de anéis hexagonais, implantado em 1998. MATA: Mata de Galeria onde não houve perturbação. Foram retiradas amostras de solo e serapilheira e coletas de solo tipo deformada e indeformada, para obter a densidade, pH, teores de Al, Mg, Ca, C no solo. A serapilheira foi coletada com o auxílio de um gabarito de metal. As áreas estudadas apresentaram grandes quantidades de estoque de C, mostrando que solos de áreas ripárias têm bom potencial de armazenamento de C. Os resultados encontrados sugeriram alta heterogeneidade entre as parcelas referentes ao solo e manejo.

Palavras Chave: *Estoque de Carbono, Mata de Galeria, Serviços Ambientais.*

ABSTRACT

Climate change is a natural process that occurs in geological time scales of thousands of years. What has concerned scientists and world leaders, however, is the speed and intensity at which these changes are occurring in the global climate system. Anthropogenic activities are increasing the concentration of greenhouse gases and, consequently, increasing Earth's average temperature. Forest restoration can help with the mitigation of such changes. Alternative studies seek to quantify the environmental services provided by reforestation with native species in the effectiveness of carbon storage (C) and its fixation. The capacity to fix carbon (C) in the soil depends on the carbon cycle in the soil-plant system, involving a complex biogeochemical chain, which includes water, oxygen, and temperature. Within the forest regeneration process, the litterfall production is the major route of entry of C in the soil. Studies in Riparian Forest at Cerrado are rare and limited information is available on the magnitude of carbon sequestration under regeneration environments. This study's objective was to estimate the C stocks in soil and litterfall in different Riparian Forest regeneration models in Distrito Federal, central region of Brazil. The study area is located on the banks of river Jardim, part of São Francisco Basin, in the Tabatinga rural settlement (Planaltina- DF). The following treatments were assessed NCL: Anderson Nucleation implemented in January 2012; LCD: Plant Cover and Diversity Line installed in 2012; POUSSIO: fallow control since 2006, with spontaneous occurrence of *Brachiaria* sp, shrubs and tree; REGE: area in an advanced stage of regeneration consisting of hexagonal ring models, implemented in 1998; MATA: gallery forest where there was no disturbance. Soil and Litterfall, soil and "disturbed" and "undisturbed" soil were sampled in order to estimate its density, pH, Al, Mg, Ca and C (in the soil) content. Samples were taken with the aid of a metal template. The studied areas revealed to have large amount of C stored, showing that riparian areas of soil have good storage potential.

Keywords: *Carbon Inventory, Gallery Forest, Environmental Services.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização, delimitação da área de estudo e distribuição dos tratamentos analisados neste trabalho	20
Figura 2 - Disposição das mudas no método de Anderson 3x3 m. As letras indicam abreviação no nome das espécies plantadas em cada núcleo.	21
Figura 3 - Disposição do plantio em Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade. As letras indicam abreviação no nome das espécies plantadas em cada linha.	21
Figura 4 - Modelo de distribuição das mudas em campo para espécies pioneira (P), secundárias (S) e clímax (C) em anéis hexagonais com 9 espécies. Os números referem as diferentes espécies.	22
Figura 5 – Observando de frente, na esquerda peneira de 100 mesh (0,149 mm) e almofariz utilizados para macerar as amostras de solo e serapilheira. Na direita amostras de solo após peneiradas.	23
Figura 6 – Observando de frente, na esquerda balança semi analítica utilizada para pesar as amostras de serapilheira vinda do campo e após serem secas. Na direita foto do gabarito utilizado para coleta das amostras de serapilheira.	24
Figura 7 – Observando de frente, na esquerda balança de precisão utilizada para pesar as amostras laboratoriais de solo e serapilheira. Na direita Analisador vario Macro cube CHNS - Elementar utilizado para fazer as análises.	26
Figura 8 – Foto do barranco, mostrando possível presença de Plintossolo na MATA.	30
Figura 9 – Estoque de carbono no solo nas diferentes profundidades em Mg ha ⁻¹	35
Figura 10 – Estoque de serapilheira e de carbono na serapilheira em Mg ha ⁻¹	36
Figura 11 - Estoque de biomassa do estrato herbáceo e de carbono no estrato herbáceo (Mg ha ⁻¹).	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Textura em g Kg^{-1} do solo nos diferentes manejos e profundidade	25
Tabela 2 – Densidade (g cm^{-3}) do solo nas diferentes profundidades e tratamentos.....	28
Tabela 3 - Valores das propriedades químicas do solo e a densidade nas profundidades de 0-30 cm e 0-100 cm.	31
Tabela 4 - Quantidade de Carbono no solo em g Kg^{-1} nas diferentes profundidades nos modelos de regeneração.	33
Tabela 5 - Quantidade de Carbono na serapilheira e biomassa do estrato herbáceo em g Kg^{-1}	33

SUMÁRIO

Resumo	6
ABSTRACT	7
1 Introdução.....	11
1.1 Objetivo.....	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
2 Revisão Bibliográfica.....	13
2.1 Mudança climática.....	13
2.2 o Carbono.....	13
2.3 O Cerrado.....	15
2.4 Efeitos da Recuperação de Matas Ripárias	17
3 Material e Métodos.....	19
3.1 histórico da área de estudo.....	19
3.2 Área de Estudo.....	19
3.3 Coleta de amostras	23
3.3.1 Solo.....	23
3.3.2 Serapilheira e biomassa do estrato herbáceo	24
3.4 Análises Laboratoriais	24
3.5 Estoque de C	26
3.5.1 Solo.....	26
3.6 Serapilheira e Estrato Herbáceo.....	26
3.7 Análise Estatística.....	27
4 Resultados e Discussão	28
4.1 Atributos químicos do SOLO	28
4.2 Concentração de Carbono solo no solo, serapilheira e extrato herbáceo.....	32
4.3 Estoque de Carbono no solo serapilheira e estrato herbáceo	34
5 Conclusão.....	38
6 Referências.....	39
7 Anexos.....	45

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é considerado um dos *hotspots* de biodiversidade existentes no planeta (BUSTAMANTE, 2012). Esse bioma teve sua vegetação original reduzida em cerca de 50% pela expansão da fronteira agrícola brasileira nos últimos 30 anos. Alterações no uso da terra de solos nativos ocasionam a liberação do carbono orgânico estocado na camada superficial, além do tipo de manejo influenciar a absorção e liberação de carbono (C). As atividades humanas perturbam o ciclo biogeoquímico do C ocasionando as mudanças climáticas (OLIVEIRA, 2007; SILVA & TOMMASELLI, 2007).

Essas mudanças climáticas são processos naturais, considerando as escalas de tempo de milhares de anos e eras geológicas. Entretanto, a velocidade e intensidade com que estão ocorrendo essas mudanças no sistema climático da Terra, a partir da Revolução Industrial, é que tem sido objeto de preocupação de cientistas e líderes mundiais, principalmente nas duas últimas décadas (VITOUSEK et al., 1997).

Tendo em vista as ameaças do aquecimento global causado pelo agravamento do efeito estufa, surgiu a demanda para restauração de florestas com estudos que buscam quantificar os serviços ambientais prestados pelos reflorestamentos com espécies nativas na fixação e eficácia no sequestro de C atmosférico (NOGUEIRA, 2013). O interesse em monitorar e aplicar práticas de recuperação vem aumentando nos últimos anos, e isso se deve aos prováveis benefícios advindos dessas práticas, tanto para o meio natural como para o meio antrópico (FERREIRA, 2009; FARIA, 2013; PINTO et al., 2005).

A principal via de entrada nesse sistema são as folhas por meio da fotossíntese (ADUAN, VILELA & KLINK, 2003). A produção de serapilheira e a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais constituem a principal via de entrada de C no sistema solo-planta, ocorrendo com mais intensidade no estágio juvenil da planta (FERNANDES et al. 2006). A presença da serapilheira é importante devido ao fato dela promover uma cobertura para o solo protegendo contra as ações da chuva e erosão, além de ser importante fonte de C e nutrientes (NARDOTO, 2000). O sequestro de C por meio da vegetação ocorre de forma natural, sendo um meio que os organismos utilizam para fixar C na matéria lenhosa após a decomposição no solo (ADUAN, VILELA & KLINK, 2003).

Assim as mudanças no uso do solo afetam diretamente a quantidade de C estocado, por meio das alterações causadas pelas erosões e processos oxidativos. O reflorestamento aparece

como a alternativa mais eficiente de se recuperar essa quantidade estocada de C, mas essa taxa também é dependente de alguns fatores como, o clima, o tipo de solo, a composição das espécies, o manejo florestal adotado e a composição química da serapilheira (FEREZ, 2010).

A fixação de C caracteriza-se, no primeiro estágio, pela absorção de nutrientes por meio das raízes e por sua distribuição nas diferentes partes da planta, sendo que a taxa de absorção é maior no período em que as árvores se encontram em estágio juvenil, o que corresponde ao período de maior produtividade dentro do processo de sucessão (FERNANDES *et al.* 2006; FARIA, 2012). Entretanto, a disponibilidade de serapilheira aumenta quando as árvores ficam adultas ou fecham suas copas, promovendo a ciclagem dos materiais lábeis e contribuindo para a formação da matéria orgânica do solo (VITAL *et al.* 2004).

Entender e quantificar os estoques de C nas áreas em processo de recuperação é importante para o investimento em tecnologia e conhecimentos para inovar os modelos de manejos sustentáveis (FARIA, 2012).

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo Geral

Estimar os estoques de C no solo e serapilheira em diferentes modelos de regeneração de Mata Ripária no Distrito Federal na região central do Brasil.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Estimar os estoques de C no solo em diferentes modelos de regeneração de Mata Ripária na região central do Brasil.

- Estimar os estoques de C na serapilheira em diferentes modelos de regeneração de Mata Ripária na região central do Brasil.

- Estimar os estoques de C no estrato herbáceo em diferentes modelos de regeneração na Mata Ripária na região central do Brasil.

- Comparar diferentes modelos de regeneração de Mata Ripária em termos de sequestro de C no sistema solo-serapilheira na região central do Brasil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MUDANÇA CLIMÁTICA

A atmosfera terrestre é composta em sua maioria por gases de oxigênio (O) (21%) e nitrogênio (N) (78%), onde o C é o nono elemento mais abundante, sendo encontrado na atmosfera, oceanos, depósitos de combustíveis fósseis, na biomassa e solo terrestre. Por ser um elemento fundamental na matéria orgânica combina-se ao O, formando o Dióxido de Carbono (CO₂), o principal Gás do Efeito Estufa (GEE) (SILVA & TOMMASELLI, 2007).

O efeito estufa consiste no aumento de temperatura associado ao aumento nas concentrações dos GEE, por ações antrópicas. Em grande parte associada, a países desenvolvidos, que têm causado impacto no balanço de radiação solar do Planeta, ocasionando o aquecimento da Terra (LIMA, 2002).

O solo é valorizado por possuir um dos maiores potenciais de sequestro de C no mundo, isso ocorre por ser o maior reservatório de C terrestre (GARCÍA-OLIVA; MASERA, 2004). Houghton (2010) afirma que as alterações no uso da terra de solos nativos ocasionam a liberação do C orgânico estocado na camada superficial na forma de CO₂, além do tipo de manejo influenciar na absorção e liberação de C. As atividades antrópicas, como alterações no uso da terra e queima de combustíveis fósseis, perturbam o ciclo biogeoquímico do C ocasionando as mudanças climáticas (OLIVEIRA, 2007; SILVA & TOMMASELLI, 2007).

Essas perturbações antrópicas ocorrem de duas maneiras distintas, primeiramente, a maior perturbação é resultante da queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) e da utilização de rochas carbonatadas para a produção de cimento. A outra perturbação antropogênica, e que causa a emissão de quantidades significativas de C para a atmosfera (cerca de 30% do emitido pelos combustíveis fósseis) ocorre por meio de mudanças na cobertura vegetal, oriundas de diferentes formas de uso da terra e associadas ao desmatamento (ROSCOE, 2003).

2.2 O CARBONO

O C presente no solo está incluído nos resíduos vegetais, animais e microbianos em vários estágios de decomposição, está incluso também nos advindos de queimadas e cinzas das vegetações (FEREZ, 2010).

O C torna-se disponível para os seres vivos através dos vegetais, pelo processo de fotossíntese, a decomposição biológica é um dos modos de reversão desse processo liberando

CO₂ para a atmosfera. O principal processo de renovação do C é na absorção pelos oceanos e pela vegetação, especialmente nas florestas (TEIXEIRA, 2011). As matas ripárias têm papel importante também na qualidade da água assim como em outros serviços ambientais prestados como armazenamento de C na biomassa vegetal e conseqüentemente no solo (AQUINO *et al.*, 2012; ADUAN *et al.*, 2003 TEIXEIRA, 2011).

As Matas ciliares como de galeria, consideradas matas ripárias, são classificadas pelo Código Florestal Brasileiro como Áreas de Preservação Permanente-APP (BRASIL, 2012). Por apresentar diversas funções ambientais, toda a vegetação natural presente ao longo das margens dos rios, e ao redor de nascentes e reservatórios, deve ser preservada devendo respeitar uma extensão específica definida por lei, no caso do Brasil, o Código Florestal de 2012 (SILVA *et al.*, 2012). Dentre as maneiras encontradas para promover o sequestro de C estão incluídas as atividades de Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Silvicultura – LULUCF (Land use, land use change and forestry) (MULLER *et al.* 2007).

De acordo com Lal (2006), o solo apresenta mais C, em relação ao estocado na vegetação e cerca do dobro em comparação com a atmosfera. Assim, a implantação de manejos inadequados pode mineralizar a matéria orgânica do solo e transferir grandes quantidades de gases do efeito estufa para a atmosfera (FEREZ, 2010). A alteração da cobertura vegetal reside na estruturação e regulação da atividade biológica do solo, além de estar diretamente ligada com a capacidade de acúmulo de água e pela manutenção da fertilidade do solo. Em locais de clima quente, a decomposição da matéria orgânica é bastante acelerada, havendo situações em que os estoques de C do solo são reduzidos em mais de 50% em menos de 10 anos de cultivo (TEIXEIRA, 2011).

Conforme Lal *et al.* (1998) existem três principais processos responsáveis pelo sequestro de C nos solos: (1) humificação, (2) agregação e (3) sedimentação. Enquanto que os processos responsáveis pelas perdas de carbono nos solos, são a erosão, a decomposição, a volatilização e a lixiviação. Assim, a presença da serapilheira é importante devido ao fato de promover uma cobertura para o solo que o protege contra as ações da chuva e erosão, além de ser importante fonte de C e nutrientes (NARDOTO, 2000).

Com isso, o interesse em monitorar e aplicar práticas de recuperação de paisagens naturais vem aumentando nos últimos anos. Isso se deve aos prováveis benefícios advindos dessa prática, tanto para o meio natural como para o meio antrópico (FERREIRA, 2009; PINTO *et al.*, 2005; FARIA, 2012). O sequestro de C por meio da vegetação ocorre de forma

natural e é um meio que os organismos fazem para fixar CO₂ da matéria lenhosa, após a decomposição, no solo (ADUAN *et al.* 2003).

A produção de serapilheira é a principal via de entrada de C para o ecossistema através das folhas por meio da fotossíntese, além de promover também a devolução de nutrientes (ADUAN *et al.* 2003). A fixação de C caracteriza-se, no primeiro estágio, por meio da absorção de nutrientes pelas raízes e por sua distribuição nas diferentes partes da planta, sendo que a taxa de absorção é maior no período em que as árvores se encontram em estágio juvenil, o que corresponde ao período de maior produtividade dentro do processo de sucessão (FERNANDES *et al.* 2006; FARIA, 2012). Entretanto, a disponibilidade de serapilheira aumenta quando as árvores ficam adultas ou fecham suas copas, favorecendo a ciclagem dos materiais lábeis e contribuindo para a formação da matéria orgânica do solo (VITAL *et al.* 2004).

A produção de serapilheira providência a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais e constitui a principal via de entrada no sistema solo-planta, ocorrendo com mais intensidade no estágio juvenil da planta. Após esse período, de acordo com Poggiani e Schumacher (2000), a devolução dos nutrientes associa-se à lixiviação pelas folhas, ramos e troncos e pela ação da chuva, além da contribuição dos herbívoros e da dispersão de frutos e sementes (KIMMINS, 1993).

Dessa maneira, a importância de se conservar os biomas é indiscutível, porém devido a quantidade de solos hoje degradados, é urgente também que nos preocupemos em tornar produtivas essas áreas que hoje são denominadas áreas marginais, com baixa produtividade. Aumentar as plantações florestais para que as florestas nativas sofram menos com as pressões existentes sobre as mesmas é uma boa estratégia, pois além da preservação do solo, da água e da biodiversidade, também contribuem para a captação de C atmosférico (OLIVEIRA, 2007).

2.3 O CERRADO

O Cerrado é reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade, com mais de 10.000 espécies de plantas, sendo 4.400 endêmicas (IBAMA, 2008). Esse bioma teve sua vegetação original reduzida entre 40% e 50% podendo chegar a 60% de área nativa do seu total, promovida pela expansão da fronteira agrícola brasileira, especialmente para a produção de soja, milho e pecuária (SANO *et al.*, 2009). Em face disso, atualmente apenas 20% de sua área encontra-se conservado (IBAMA, 2008).

Diante deste quadro, os autores Sampaio & Pinto (2005), afirmam que surge a demanda por estudos sobre recuperação de áreas degradadas. Embora, de acordo com Barbosa (2008), autores usam o termo degradação de forma genérica, como perda de biodiversidade e de áreas nativas do cerrado e não necessariamente, no sentido de perda de resiliência. Com base nisso é necessária uma definição dos termos utilizados, segundo Carvalheira (2007), tem-se que:

- Restauração: é a reposição das exatas condições ecológicas da área degradada, ou ao estado que encontrava-se antes. A restauração de um ecossistema é extremamente difícil e onerosa, só justificável para ambientes raros.
- Reabilitação: é quando se tem o retorno da função produtiva da terra, não do ecossistema, por meio da revegetação. Retorno de uma área a um estado biológico apropriado.
- Recuperação: consiste na estabilização de uma área degradada sem o estreito compromisso ecológico, mas, ambiental. É um processo genérico que abrange todos os aspectos de projetos que visem a obtenção de uma nova utilização para um sítio degradado. Tem por objetivo alcançar a estabilidade e a sustentabilidade do meio físico e biológico.
- Regeneração: para Corrêa (2007), quando o ambiente se recupera sozinho, pois a degradação não afetou de forma intensa o sistema, de tal forma que prejudicou sua capacidade de regeneração ou depuração (resiliência), diz que ele foi perturbado e a intervenção humana apenas acelera o processo.

Em um estudo realizado por Eiten (1977) e Ribeiro et al. (1981) é afirmado que o termo cerrado é utilizado para designar um conjunto de ecossistemas, conhecidos como savanas, matas, campos e matas ripárias, que ocorrem no Brasil Central. Matas Ripárias são identificadas como tipos de vegetação arbórea vinculada às margens de cursos de água (DIAS *et al.*, 2014), que auxiliam na manutenção dos ecossistemas aquáticos, pois possibilitam uma melhor infiltração da água no solo, facilitando o reabastecimento dos lençóis freáticos, mantêm a qualidade da água, dificultando o escoamento superficial de partículas e sedimentos, fornecem sombra garantindo a estabilidade térmica da água, dificultam os processos erosivos devido à chuva, servem de abrigo e alimento para fauna aquática e por fim servem de corredores ecológicos ligando outros ecossistemas (SILVA *et al.*, 2012).

A mata de galeria e a mata ciliar fazem parte da mata ripária no cerrado, são os tipos de vegetação florestal associados a cursos de água que podem ocorrer em terrenos bem drenados

ou mal drenados desse bioma (OLIVEIRA & FELFILLI, 2005). A mata de galeria possui dois subtipos: não-inundável e inundável. Ela acompanha rios de pequeno porte e córregos dos planaltos, formando corredores fechados sobre o curso de água. Localizando-se em sua maioria nos fundos de vales ou nas cabeceiras de drenagem. Os solos são geralmente Cambissolos, Plintossolos, Argissolos, Gleissolos ou Neossolos, podendo ocorrer também em Latossolos semelhante ao das áreas de cerrados adjacente (OLIVEIRA, 2012).

Mata ciliar é a designação dada à vegetação que ocorre nas margens de rios e mananciais. Assim, refere-se a ela como uma espécie de “cílio”, que protege os cursos de água do assoreamento, e caso esteja degradada deve-se levar em conta sua importância e ser imediatamente regenerada.

2.4 EFEITOS DA RECUPERAÇÃO DE MATAS RIPÁRIAS

Sistemas naturais, de acordo com Daily et al. (1997), trazem benefícios ao ambiente entre eles estão: manutenção da qualidade do ar e controle da poluição, regulando a composição dos gases atmosféricos; controle da temperatura e do regime de chuvas, através do ciclo de C e evapotranspiração da vegetação que ajudam a manter a umidade relativa do ar; regulação do fluxo de águas superficiais e controle das enchentes; formação e manutenção do solo e da fertilidade do solo, pela decomposição da matéria orgânica e interações entre raízes, bactérias e micorrizas; degradação de dejetos industriais e agrícolas e ciclagem de minerais; redução da incidência de pragas e doenças pelo controle biológico; e polinização de plantas agrícolas e silvestres.

Mesmo tendo o conhecimento de como regenerar uma área degradada, a hipótese dela se tornar igual a floresta original é errônea. Assim, a regeneração deve levar em consideração também pesquisas e sistemas de plantio de árvores onde a dinâmica de espécies e estratégias sejam levados em consideração (SOUZA,2002). De acordo com Pinto et al. (2005) e Simões (2001) regenerar matas ripárias em conjunto como outras atividades de preservação formam um manejo adequado da bacia hidrográfica, garantindo assim a quantidade e qualidade do manancial hídrico e a biodiversidade.

Quanto ao impacto das atividades agropecuárias sobre a redução de estoques de C, Junior (2008) revela que o solo em plantio convencional (PC) e plantio direto (PD) com associação a um sistema de cultivo com baixo aporte de resíduos vegetais, apresentam balanço negativo de C em relação ao cerrado, comprovando que a prática da semeadura direta, não é uma estratégia potencial de mitigação das emissões de CO₂, em comparação ao

plantio convencional. Esses estudos corroboram com os feitos por Calonego (2012), em um Argissolo Vermelho distroférico de textura média com diferentes manejos, onde evidenciou-se que as intervenções humanas através de práticas agropecuárias, reduzem o estoque de C no solo a patamares muito inferiores ao encontrado em condições de mata nativa típica de cerrado. O estoque de C no solo sofre influência significativa do sistema de uso do solo, esse mesmo autor encontrou em mata nativa uma média de 32,55 Mg ha⁻¹ enquanto que no outro manejo avaliado (pastagem) observou 11,68 Mg ha⁻¹, nas camadas de 0-20 cm de profundidade, comprovando que a intervenção humana através do cultivo de plantas, independentemente do sistema de manejo, reduz o montante de C armazenado no solo, além disso, as condições edafoclimáticas também influenciam no armazenamento de C no solo

Em um trabalho realizado com reflorestamento de matas ciliares do Vale do Paranapanema, SP, com precipitação média de 1350mm em 33 áreas com solos variando de Latossolo, Areia Quartzona, Terra Roxa e Podzólico, Melo e Durigan (2006) mostram que matas ciliares nativas estocam cerca de 60% a mais de C em sua biomassa em domínios do cerrado, afirmar que a idade não é o único fator também depende do tipo de solo para ocorrer um maior incremento no estoque de C.

Manejos de regeneração podem ter grande potencial de sequestro de C, mas o fato de matas ripárias serem poucos estudadas deixa em aberto o seu real potencial de armazenamento de C na serapilheira e solo. Com base nisso, esse estudo tem interesse em estimar o armazenamento de C no solo e na serapilheira de uma mata ripária na região central do Brasil.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 HISTORICO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende dois projetos de restauração ecológica implantados em épocas distintas em um dos fragmentos degradados de Mata Ripária localizados no DF. O primeiro experimento foi implantado em 1998, sob responsabilidade de pesquisadores da Embrapa Cerrados e foi um trabalho inserido no projeto: “Conservação e recuperação da biodiversidade em Matas de Galeria do bioma Cerrado”, desenvolvido em parceria com as Universidades de Brasília (UnB), DF e de Uberlândia (UFU), MG (FONSECA et al., 2001).

O segundo projeto, intitulado Aquaripária, desenvolvido pela Embrapa Cerrados financiado pelo CNPq, tem como objetivo avaliar métodos de restauração ecológica em zonas ripárias, e propõe alternativas sustentáveis de desenvolvimento do bioma Cerrado. Devido a isso, em 2012, foram realizados dois novos experimentos em área adjacente ao primeiro experimento, com diferentes modelos de regeneração: linha de recobrimento e diversidade (LRD) e nucleação (NCL) (LEITE, 2012) (Lista de espécies plantadas nos experimentos em anexo).

3.2 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado nas proximidades do Rio Jardim, bacia do Rio São Francisco, no Núcleo Rural de Tabatinga (Planaltina- DF), fazenda 90, na região do Brasil central, (Figura 1) com coordenadas geográficas 15,749783 S e 47,59778 W, com aproximadamente 9 hectares. O Distrito Federal (DF), localizado na região central do Cerrado brasileiro, apresenta clima estacional, com período chuvoso, entre outubro e abril, e período seco, de maio a setembro, em que há baixa umidade relativa do ar (WALTER, 2001). A área selecionada está inserida na zona rural, mas esta adjacente à malha urbana do DF, com altitude de aproximadamente 1160 m (OLIVEIRA et al. 2011).

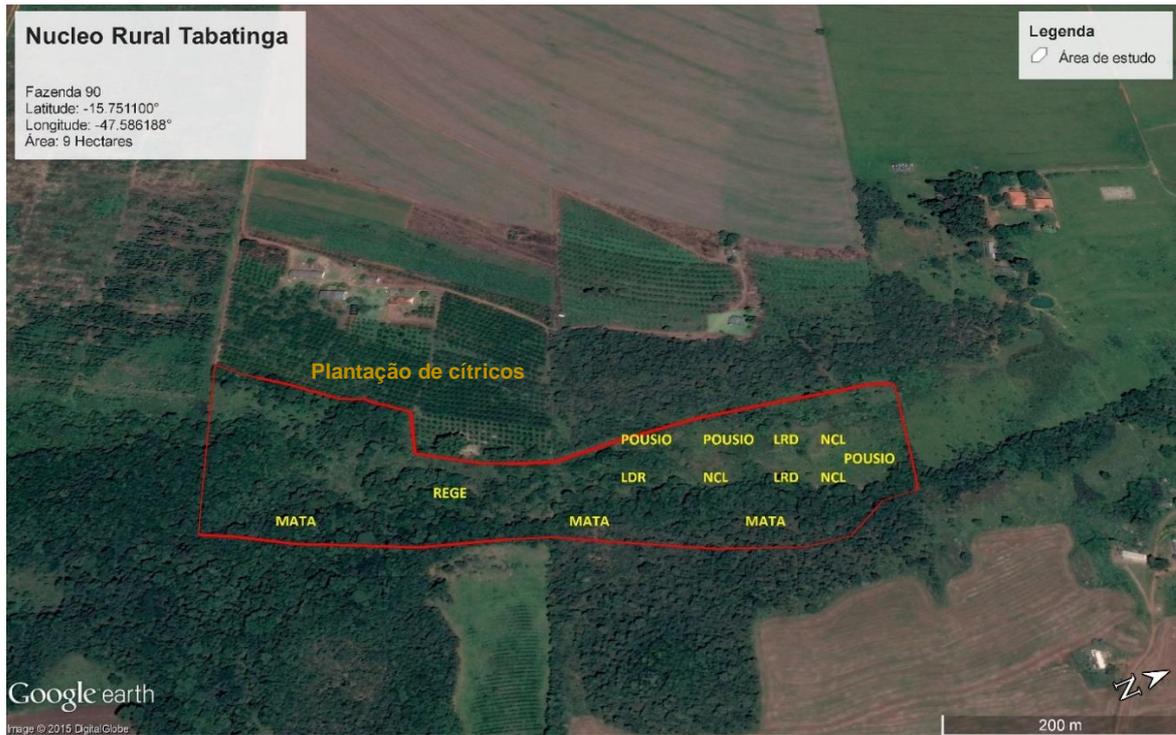


Figura 1 - Localização, delimitação da área de estudo e distribuição dos tratamentos analisados neste trabalho

Fonte: Elaborado pela autora

Foram avaliados os seguintes modelos de regeneração de mata ripária denominados tratamentos:

- Nucleação (NCL): Instalado em 2012, onde foi utilizada uma adaptação do modelo de Anderson (1953), com espaçamento de 3 metros entre núcleos. Compostos por espécies arbóreas pioneiras e clímax em que os núcleos são constituídos em forma de cruz, sendo assim, nas extremidades são plantadas espécies arbustivas, cujo objetivo é atração de fauna, e no meio uma espécie arbórea (Figura 2);

(biotitaxisto) como adubação de cobertura e fonte de K, Mg e Ca (em torno de 700 g planta⁻¹). A montante do experimento, especialmente acima da REGE existe uma plantação de cítricos irrigada manejada com adubação nitrogenada de periodicidade trimestral (Figura 1)

3.3 COLETA DE AMOSTRAS

3.3.1 Solo

Foram realizadas coletas de amostras de solo deformadas e indeformadas nos seguintes intervalos de profundidade: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm e 80-100 cm. As amostras de solo do tipo deformadas foram feitas com auxílio de um trado modelo holandês, sendo que em cada parcela foram feitas dez coletas em cada profundidade, para formar uma amostra composta. Essas amostras foram identificadas e secas ao ar, posteriormente peneiradas em peneira de 2 mm, por fim, maceradas em almofariz até a passagem de todo material em peneira de 100 mesh (0,149mm) (Figura 5).



Figura 5 – Observando de frente, na esquerda peneira de 100 mesh (0,149 mm) e almofariz utilizados para macerar as amostras de solo e serapilheira. Na direita amostras de solo após peneiradas.

Fonte: Elaborado pela autora

As coletas das amostras de solo do tipo indeformadas foram feitas com auxílio de um trado com encaixe para cilindros inox de volume conhecido (98,17477 cm³), que foram colocados para secar em estufa a 105°C por 24 horas. Para obtenção da densidade (D_{solo}) foi utilizada a equação matemática:

$$D_{\text{solo}} = M_{\text{ss}}/V$$

Onde:

D_{ss} – Densidade do solo seco (g cm⁻³);

M_{solo} – Massa seca da amostra (g);

V – Volume do solo amostrado (cm³).

3.3.2 Serapilheira e biomassa do estrato herbáceo

As coletas de serapilheira e biomassa do estrato herbáceo foram realizadas por intermédio de um gabarito de metal com dimensões de 50x50 cm (Figura 6), que foi lançado ao acaso três vezes dentro de cada parcela, compondo 9 amostras por tratamento. Toda a serapilheira que se encontrava dentro da área do gabarito foi separada cuidadosamente do solo e coletada com auxílio de trincha e espátula. Toda a biomassa herbácea viva e morta em pé foi cortada rente ao solo e coletada manualmente. As amostras foram encaminhadas para o laboratório, pesadas em balança semi analítica modelo ARD110, secas em estufa a 65°C por 72 horas e posteriormente pesadas novamente e moídas. Por fim, foram maceradas em almofariz e peneirados à fino pó, até a passagem de todo material em peneira de 100 mesh (0,149 mm) (Figura 5) para serem encaminhadas à análise laboratorial.



Figura 6 – Observando de frente, na esquerda balança semi analítica utilizada para pesar as amostras de serapilheira vinda do campo e após serem secas. Na direita foto do gabarito utilizado para coleta das amostras de serapilheira.

Fonte: Elaborado pela autora

3.4 ANÁLISES LABORATORIAIS

As análises das características físicas e químicas do solo foram feitas de acordo com os métodos da EMBRAPA (1997). A partir das amostras deformadas do solo, as seguintes análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Química de Solo, da Embrapa Cerrados: pH em H₂O (acidez ativa), Fósforo (P) (extrator Mehlich I), Potássio (K) (Fotômetro de chama), Cálcio (Ca) (Absorção Atômica), Magnésio (Mg) (Absorção Atômica), Alumínio trocável (Al) (Titulometria), Acidez potencial (H+Al) (Titulometria). A análise textural de solo (Tabela 1) foi efetuada pelo método da pipeta (DAY, 1965), por dispersão da amostra com NaOH 1mol L⁻¹ e agitação rápida (6.000 rpm) por 15 minutos (Tabela 1). O

tamanho limite dos complexos organos-mirerais primários segue diferentes esquemas de classificação, a fração argila compreende partículas <2 µm, enquanto que silte varia entre 2-20 µm e entre 2-5 µm. A fração areia varia de 20-20.000 µm ou 50-2.000 µm (CHRISTENSEN, 1992). Para a determinação da textura do solo foram utilizadas a classificação da EMBRAPA (2006).

Tabela 1 – Textura em g Kg⁻¹ do solo nos diferentes manejos e profundidade

Trat¹	MATA	REGE	NCL	LRD	POUSIO
0-30 cm					
Areia	167	182	48	64	62
Argila	317	255	324	323	306
Silte	516	564	628	613	632
30-100 cm					
Areia	182	187	46	62	44
Argila	314	252	325	327	318
Silte	504	562	628	611	638

¹Tratamentos. MATA: Mata ripária preservada; REGE: Área em estágio avançado de regeneração com 18 anos de idade; NCL: Regeneração feita pelo modelo de nucleação com 3 anos de idade; LRD: Regeneração feita pelo modelo de linha de recobrimento e diversidade com 3 anos de idade e POUSIO: Área sem perturbação direta desde 2006.

As amostras maceradas de solo, serapilheira e biomassa herbácea foram pesadas em balança de precisão Mettler Toledo, modelo AB265-S (Figura 7), aproximadamente, 3 mg de cada repetição de serapilheira e biomassa herbácea e 50 mg para as de solo, O padrão utilizado foi o sulfanilamida (N = 16,25% e C = 41,81%), onde foram pesados 50 mg deste padrão, cada dez amostras de solo, serapilheira e estrato herbáceo, foram dispostas em folhas de Zinco de 2,5x2,5 cm para serem analisadas em analisador modelo vario Macro cube, CHNS Elementar (Figura 7).

Esse equipamento queima a amostra em uma câmara de combustão em alta temperaturas (aproximadamente 1000° C). Os gases provenientes analisados passam por um sensor de termocondutividade e são convertidos em porcentagens de carbono.



Figura 7 – Observando de frente, na esquerda balança de precisão utilizada para pesar as amostras laboratoriais de solo e serapilheira. Na direita Analisador vario Macro cube CHNS - Elementar utilizado para fazer as análises.

Fonte: Elaborado pela autora

3.5 ESTOQUE DE C

3.5.1 Solo

A partir do percentual do carbono obtido pela CHNS e densidade do solo seco foram calculados os estoques de carbono no solo, onde:

$$\text{Estoque de C} = \Sigma [C * D_{\text{solo}} * e].$$

Assim:

Σ Estoque de C - Somatório do estoque de C considerando as profundidades amostradas calculado pela camada equivalente (*Camada*) (Mg ha^{-1})

C – Teor de C (g Kg^{-1})

D_{solo} – Densidade do solo (g cm^{-3})

e – espessura da camada amostrada (cm)

3.6 SERAPILHEIRA E ESTRATO HERBÁCEO

Os cálculos para estoque de C na serapilheira e estrato herbáceo foram feitos a partir dos teores de C obtidos na análise elementar, com valores da massa de C extrapolados para hectare.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos das análises laboratoriais de solo, serapilheira e estrato herbáceo foram submetidos a análise estatística utilizando o programa SAS versão 9.2. Os resultados relativos ao solo foram calculados pela média ponderada para as profundidades 0-30cm e 0-100 cm. Os valores das variáveis textura, D_{solo} , pH em H_2O , Al, H+Al, P, K, Ca, Mg, N, teores de C e estoques de C no solo foram submetidos ao teste t-student onde as médias das 15 amostras independentes foram comparadas aos pares após realização de testes de normalidade e homogeneidade.

Os dados de estoque de C na serapilheira e biomassa herbácea foram submetidos, inicialmente, ao teste de normalidade. Em seguida, os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) com modelo aninhado que é utilizado para delineamentos que não podem ser totalmente casualizado, por não ser uma repetição clássica, aceitando o experimento não ser completamente independente, considerando pseudos amostras. Por se tratar de repetições dentro da própria parcela o delineamento utilizado foi aleatório dentro de cada parcela resultando em 45 amostras possibilitando grau de liberdade suficiente para o teste, onde cada gabarito lançado é considerado uma pseudo réplica. Sendo assim, são 09 pseudo réplicas por tratamento. As médias de cada repetição foram comparadas pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

Foram observadas diferenças quanto ao pH, K, Ca e Al entre os tratamentos. Os valores encontrados na MATA para o pH foram inferiores aos outros tratamentos na camada de 0-30 cm, mostrando que ainda há resquícios da última adubação de manutenção e/ou correção do solo, nos tratamentos REGE, NCL, LRD e POUSIO, quando toda a área, hoje em regeneração, era utilizada como pastagem.

O mesmo raciocínio serve para o Ca que apresentou valores elevados em NCL, LRD e POUSIO na profundidade de 0-30 cm, confirmando que há efeito dos corretivos ou pó de rocha na superfície do solo (Tabela 3). Um estudo realizado por Matias (2009), em Latossolo Amarelo distrófico em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do Sul do Estado do Piauí, corroborou os valores de pH em água obtidos no presente estudo na MATA, REGE, NCL e POUSIO em relação ao cerrado nativo e área recém desmatada avaliadas por esse autor.

A REGE se diferenciou de NCL na profundidade de 0-5 cm e 5-10 cm, já na profundidade de 10-20 cm MATA, REGE e NCL se diferenciaram estatisticamente. Enquanto que nas demais profundidades apenas MATA e REGE apresentaram diferenças estatísticas, porém na última camada coletada REGE e NCL se diferenciaram da MATA, como observado na Tabela 2, isso pode ter ocorrido devido à grande presença de matéria orgânica proveniente tanto da vegetação plantada devido a instalação dos experimentos (REGE e NCL) como da altura do lençol freático pode ter contribuído para menor mineralização de C. O alto teor de argila, de maneira geral, pode ter proporcionado a proximidade dos valores da densidade dos tratamentos.

Tabela 2 – Densidade (g cm^{-3}) do solo nas diferentes profundidades e tratamentos.

Prof. ¹	MATA	REGE	NCL	LRD	POUSIO
0 - 5 cm	1,03 ab	0,88 b	1,11 a	1,12 ab	0,97 ab
5 - 10 cm	1,03 ab	0,87 b	1,03 a	1,08 ab	0,95 ab
10 - 20 cm	1,01 a	0,83 b	1,05 c	1,07 ac	0,90 abc
20 - 30 cm	1,08 a	0,90 b	1,07 a	1,08 a	0,93 ab
30 - 40 cm	1,17 a	0,92 b	1,13 a	1,09 a	0,95 ab
40 - 60 cm	1,17 a	0,93 b	1,06 ab	1,08 a	1,11 ab
60 - 80 cm	1,22 a	0,89 b	1,05 ab	1,08 ab	1,13 ab
80 - 100 cm	1,41 a	0,95 b	1,12 b	1,14 ab	1,20 ab

¹Profundidades coletadas. Letras diferentes analisadas na mesma linha significa que teve diferença significativa pelo teste t - student ($p < 0,05$). MATA: Mata ripária preservada; REGE: Área em estágio avançado de regeneração com 18 anos; NCL: Regeneração feita pelo modelo de nucleação com 3 anos de idade; LRD: Regeneração feita pelo modelo de linha de recobrimento e diversidade com 3 anos de idade e POUSIO: Área sem perturbação direta desde 2006.

Já Silva et al., (2014), no trabalho realizado em diferentes profundidades envolvendo sistemas de restauração ambiental (sistema agroflorestal - SAF, vegetação nativa e um reflorestamento - REF, em Latossolo Vermelho distrófico) na Região Sudeste de Mato Grosso do Sul, em 2012, também apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados, observando média da densidade na profundidade 0-5 cm de 1,43 g cm⁻³ na vegetação nativa, 1,45 g cm⁻³ no SAF e 1,37 g cm⁻³ no REF. Os altos valores observados de acordo com Silva et al. (2014) no SAF devem-se ao trânsito de maquinários pesado nas plantações causando compactação e comprometendo a estrutura do solo, entretanto esse alto valor nas áreas de vegetação nativa é decorrente do elevado teor de argila (430 g Kg⁻¹), além de a quantidade de matéria orgânica fazer com que diminua a densidade (MAFRA et al. 2008).

No entanto, as diferenças nas densidades também podem ser explicadas pela heterogeneidade do solo quanto a classe e níveis categóricos. No local de estudo, por ocasião da coleta de amostras foram identificadas espessuras e profundidades em diferentes condições de saturação por água, e horizontes hísticos, que necessitam de estudos mais detalhados para definição de classes e categorias.

Em alguns dos pontos amostrais identificou-se um horizonte superficial de constituição orgânica, contendo pelo menos 80 g kg⁻¹ de C, com espessura \geq 40 cm. Mas em geral, encontrou-se horizonte hístico ou húmico em torno de 20-40 cm de espessura, o que é insuficiente para definir a classe dos Organossolos.

De modo geral, no Bioma Cerrado as classes de solos presentes nas matas ripárias são: Plintossolo Háptico, Gleissolo Melânico, Latossolo Vermelho Amarelo, Cambissolo Háptico e Neossolo Flúvico, mas podem ocorrer manchas de Organossolo em condições de alagamento por longos períodos (RIBEIRO & WALTER, 2008). De acordo com Mapa Pedológico da Bacia do Rio Jardim na escala de 1:50.000, nas proximidades do local avaliado em “barranco de rio” sob mata de galeria também foi encontrado Plintossolo Háptico (Figura 8) (REATTO et al. 2000).



Figura 8 – Foto do barranco, mostrando possível presença de Plintossolo na MATA.

A caracterização em escala mais fina em termos de classes de solo e níveis categóricos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) poderia contribuir para isolar os efeitos da heterogeneidade do solo e do manejo da regeneração. No entanto, esse estudo não teve como foco a caracterização dos solos. As características morfológicas observadas em campo necessitariam ser descritas de forma completa, com registros exatos e designação dos horizontes diagnósticos.

Tabela 3 - Valores das propriedades químicas do solo e a densidade nas profundidades de 0-30 cm e 0-100 cm.

Trat ¹	pH _{H₂O}	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	Ca (cmol dm ⁻³)	Mg (cmol dm ⁻³)	Al (cmol dm ⁻³)	H+Al (cmol dm ⁻³)
0-30 cm							
MATA	4,37b	2,64a	59,28a	0,26b	0,20a	3,18a	12,14a
REGE	4,78a	6,76a	36,56b	0,38b	0,39a	1,70b	11,95a
NCL	4,89a	4,47a	67,39a	1,41a	0,60a	1,37ab	9,58a
LRD	5,06a	3,58a	65,05ab	1,37ab	0,48a	1,49b	10,07a
POUSIO	4,96a	5,33a	82,50a	1,00a	0,44a	1,75ab	11,71a
0-100 cm							
MATA	4,53b	1,68a	38,52ab	0,17a	0,12a	2,87a	10,25a
REGE	4,94a	3,55a	23,07b	0,20a	0,18a	1,29b	9,84a
NCL	4,88a	2,54a	37,55a	0,57a	0,27a	1,43b	9,29a
LRD	5,02a	2,24a	34,72ab	0,57a	0,21a	1,47b	9,82a
POUSIO	4,85ab	3,79a	43,32a	0,46a	0,19a	1,82ab	12,38a

¹ Tratamentos. Letras iguais analisadas na mesma linha não teve diferença insignificativa pelo teste t - student (p <0,05.). MATA: Mata ripária preservada; REGE: Área em estágio avançado de regeneração com 18 anos de idade; NCL: Regeneração feita pelo modelo de nucleação com 3 anos de idade; LRD: Regeneração feita pelo modelo de linha de recobrimento e diversidade com 3 anos de idade e POUSIO: Área sem perturbação direta desde 2006.

4.2 CONCENTRAÇÃO DE CARBONO SOLO NO SOLO, SERAPILHEIRA E EXTRATO HERBÁCEO

As quantidades de C no solo variaram entre 14,7 g Kg⁻¹ e 59,1 g Kg⁻¹ no intervalo de 0-100 cm e foram encontradas diferenças estatísticas entre MATA e NCL pelo teste t apenas na camada mais profunda coletada (Tabela 4). Isso pode ter ocorrido devido a variabilidade pedológica quanto a classificação dos solos entre e dentro dos tratamentos, o que já foi discutido anteriormente.

No entanto, as diferenças nas densidades podem ser explicadas pela heterogeneidade do solo quanto a classe e níveis categóricos, há de se observar que para avaliação de densidade são coletadas amostras indeformadas em apenas 03 anéis volumétricos por tratamento (01 por parcela). No caso das amostras deformadas para avaliação de C, são coletadas 10 sub amostras que vão compor uma amostra composta por cada parcela. Ou seja, as amostras deformadas podem ser muito mais representativas da variabilidade local do que as amostras indeformadas.

Nesse estudo, as quantidades de C do solo são maiores do que aqueles encontrados por outros autores em sistemas florestais não ripários. Silva et al (2014), realizaram estudo em uma região com presença de Latossolo Vermelho distrófico e encontraram quantidades menores de C que no presente estudo, e ainda relatou diferenças estatísticas entre as quantidades de C dentre os manejos estudados: sistema agroflorestal (de 0-5 cm C = 11,4 g Kg⁻¹), vegetação nativa (de 0-5 cm C = 5,5 g Kg⁻¹) e um reflorestamento (de 0-5 cm C = 9,2 g Kg⁻¹) variando de 6,3 g Kg⁻¹ a 14 g Kg⁻¹ no sistema agroflorestal, 3,3 g Kg⁻¹ a 5,5 g Kg⁻¹ na vegetação nativa e 6,2 g Kg⁻¹ a 9,2 g Kg⁻¹ no reflorestamento. O mesmo ocorre em um trabalho realizado por Nogueira (2013) nos fragmentos florestais localizados no entorno da UHE de Camargos - MG (média das quantidades de C no solo variaram entre 6 g Kg⁻¹ e 26 g Kg⁻¹).

Silva et al. (2014), trabalharam em transição de floresta estacional semidecídua/cerrado e encontraram quantidade média de 5,5 g Kg⁻¹ de C no solo. Já Nogueira (2013), avaliou em vegetação semidecídua com quantidade média em torno de 17 g Kg⁻¹ de C. Portanto, pode-se sugerir que as características do solo e da vegetação podem ter sido um fator determinante para os autores terem encontrado concentrações mais reduzidas do que neste trabalho, levando em consideração que, neste estudo, há indicativos de que, especialmente o solo da área do POUSSO trata-se de uma transição Gleissolo/Organossolo. Além disso, Organossolos e

Gleissolos compreendem solos com preponderância de características devidas ao grande acúmulo de material orgânico resultante de acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita (Jacomine, 2008). De acordo com Soares (2011), Organossolos são responsáveis por grande parte do estoque de C nos solos.

Tabela 4 - Quantidade de Carbono no solo em g Kg⁻¹ nas diferentes profundidades nos modelos de regeneração.

Prof. ¹	MATA	REGE	NCL	LRD	POUSIO
0-5 cm	37,2 a	59,1 a	30,1 a	33,4 a	48,1 a
5-10 cm	29,5 a	50,2 a	26,4 a	30,2 a	44,6 a
10-20 cm	26,4 a	45,1 a	25,1 a	28,2 a	39,6 a
20-30 cm	23,4 a	41,7 a	20,5 a	24,8 a	34,5 a
30-40 cm	21,7 a	37,2 a	20,6 a	21,9 a	37,7 a
40-60 cm	19,8 a	28,9 a	19,8 a	23,4 a	38,0 a
60-80 cm	16,7 a	27,4 a	21,5 a	21,8 a	31,6 a
80-100cm	14,7 b	28,0 ab	20,3 a	21,4 ab	34,7 ab

¹ Profundidades coletadas. Letras diferentes analisadas na mesma linha significa que teve diferença significativa pelo teste t - student (p <0,05). MATA: Mata ripária preservada; REGE: Área em estágio avançado de regeneração com 18 anos de idade; NCL: Regeneração feita pelo modelo de nucleação com 3 anos de idade; LRD: Regeneração feita pelo modelo de linha de recobrimento e diversidade com 3 anos de idade e POUSIO: Área sem perturbação direta desde 2006.

Na Tabela 5, observam-se as quantidades de C na serapilheira que variaram de 313,3 g Kg⁻¹ a 418,2 g Kg⁻¹ com médias MATA 418,2 g Kg⁻¹, REGE 350,7 g Kg⁻¹, NCL 346,9 g Kg⁻¹, LRD 313,3 g Kg⁻¹ e POUSIO 354,4 g Kg⁻¹. Verificou-se que o tratamento MATA e REGE se comportaram de modo diferenciado em relação aos outros tratamentos.

Já o carbono na biomassa do estrato herbáceo variou 388,6 g Kg⁻¹ a 405,2 g Kg⁻¹ e apresentou diferenças significativas entre NCL (405,2 g Kg⁻¹) e POUSIO (388,6 g Kg⁻¹).

Tabela 5 - Quantidade de Carbono na serapilheira e biomassa do estrato herbáceo em g Kg⁻¹.

Trat ¹	MATA	REGE	NCL	LRD	POUSIO
SERAPILHEIRA					
C na serapilheira	418,2a	350,7a	346,9b	313,3b	354,4b
BIOMASSA DO ESTRATO HERBÁCEO					
C na biomassa	-	402,0ab	405,2a	392,5bc	388,6c

¹ Tratamentos. Letras iguais analisadas na mesma linha não teve diferença significativa pelo teste Tukey (p <0,05.). MATA: Mata ripária preservada; REGE: Área em estágio avançado de regeneração com 18 anos; NCL: Regeneração feita pelo modelo de nucleação com 3 anos; LRD: Regeneração feita pelo modelo de linha de recobrimento e diversidade com 3 anos e POUSIO: Área sem perturbação direta desde 2006.

O trabalho realizado por Nogueira (2013) no entorno da UHE de Camargos – MG apresentou quantidades de C na serapilheira entre 274 g Kg⁻¹ e 406 g Kg⁻¹, em seus

fragmentos de estudo localizados no cerrado *sensu stricto*. Já nos fragmentos em processo de restauração observou-se quantidades de C de até 371 g Kg⁻¹, com média de teor de C de 293 g Kg⁻¹. Moraes (2012), em trabalho realizado na sub-bacia 9 da bacia do Rio São Francisco, com predominância de Latossolo, encontrou quantidades de C na serapilheira no cerrado sentido restrito na parcela referente ao processo de regeneração o fragmento 1, onde variou de 336,6 g Kg⁻¹ a 496,7 g Kg⁻¹, com média em torno de 434,5 g Kg⁻¹ de C.

4.3 ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO SERAPILHEIRA E ESTRATO HERBÁCEO

Observou-se que na profundidade de 0-30 cm a quantidade de C armazenado no solo variou de 78 Mg ha⁻¹ a 112 Mg ha⁻¹, e não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos, (Figura 9). No intervalo de profundidade de 0-100 cm os estoques de C variaram de 231 Mg ha⁻¹ a 374 Mg ha⁻¹. Embora o POUSIO tenha apresentado maiores valores absolutos de estoque de C (374 Mg ha⁻¹), não foram observadas diferenças estatísticas significativas, isso provavelmente ocorre devido à alta variabilidade do solo no local de estudo.

Esses valores são maiores que os encontrados por Nogueira (2013) em estudo realizado em fragmentos florestais, localizados no entorno de UHE de Camargos - MG, observou-se no fragmento em restauração na profundidade de 0-100 cm, em Latossolo Vermelho típico, estoque de C entre 136,9 Mg ha⁻¹ e 208,3 Mg ha⁻¹ e de 172,5 Mg ha⁻¹ a 223,1 Mg ha⁻¹ no fragmento conservado. De acordo com esse mesmo autor, para Latossolos, os valores de estoque de C são altos e podem ter ocorrido devido ao alto teor de argila (até 440 G Kg⁻¹) e à ausência de revolvimento do solo, uma vez que o revolvimento intensivo do solo causa redução nos estoques de C no solo.

O NCL, LRD e POUSIO antes da instalação do experimento foram utilizados para pastagem, após 2006 não tiveram mais essa função, porém os tratamentos ainda mostram presença de muitas gramíneas no estrato herbáceo, especialmente o gênero *Brachiaria* sp. A associação de gramíneas com o lençol freático alto pode ter contribuído para aumentos dos teores de C em relação aos sistemas de sequeiro. Rosa et al. (2014) apresentam em solos sob pastagens cultivadas, na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, que a 0-30 cm de profundidade, a pastagem melhorada possui, em média, estoque de C de 68.28 Mg ha⁻¹ enquanto que a pastagem degradada apresenta estoque de 59.35 Mg ha⁻¹.

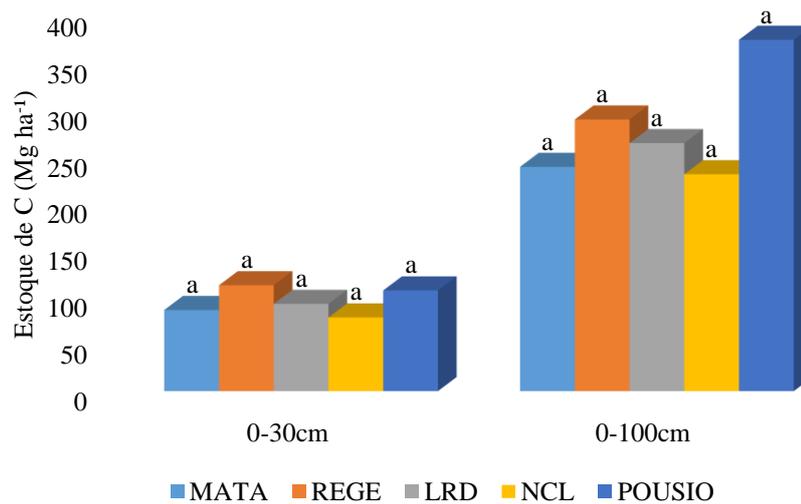


Figura 9 – Estoque de carbono no solo nas diferentes profundidades em Mg ha^{-1} .

Tratamentos. Letras diferentes analisadas na mesma linha significa que teve diferença significativa pelo teste t ($p < 0,05$). MATA: Mata ripária preservada; REGE: Área em estágio avançado de regeneração com 18 anos de idade; NCL: Regeneração feita pelo modelo de nucleação com 3 anos de idade; LRD: Regeneração feita pelo modelo de linha de recobrimento e diversidade com 3 anos de idade e POUSIO: Área sem perturbação direta desde 2006.

O tratamento MATA apresentou estoque de serapilheira de $12,97 (\pm 2,11) \text{ Mg ha}^{-1}$, REGE $10,12 (\pm 5,02) \text{ Mg ha}^{-1}$, POUSIO $7,02 (\pm 4,56) \text{ Mg ha}^{-1}$, NCL $(\pm 4,31) 6,16 \text{ Mg ha}^{-1}$ e LRD $5,98 (\pm 3,43) \text{ Mg ha}^{-1}$. Verificou-se que o MATA apresenta maiores estoques de serapilheira que NCL e LRD, sendo que não foram observadas diferenças significativas entre os demais manejos. Não foram observadas diferenças estatísticas entre MATA, REGE e POUSIO (Figura 10). Moraes (2012), em trabalho realizado na sub-bacia 9 da bacia do Rio São Francisco, com predominância de Latossolo em cerrado *sensu stricto*, estimou o estoque de serapilheira entre 3 e 9 Mg ha^{-1} . Esses dados que estão dentro do intervalo observado nesse estudo que variam de $5,98 \text{ Mg ha}^{-1}$ a $12,97 \text{ Mg ha}^{-1}$.

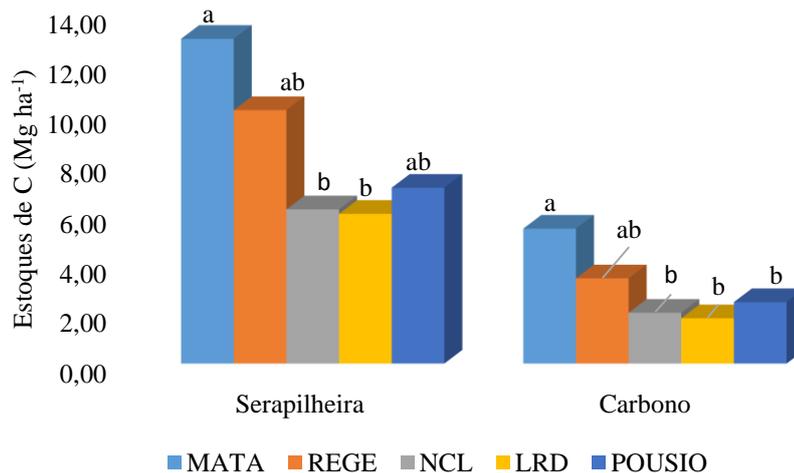


Figura 10 – Estoque de serapilheira e de carbono na serapilheira em Mg ha⁻¹.

Tratamentos. Letras iguais analisadas na mesma linha não teve diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). MATA: Mata ripária preservada; REGE: Área em estágio avançado de regeneração com 18 anos de idade; NCL: Regeneração feita pelo modelo de nucleação com 3 anos de idade; LRD: Regeneração feita pelo modelo de linha de recobrimento e diversidade com 3 anos de idade e POUSIO: Área sem perturbação direta desde 2006

Em um estudo realizado por Barros (2011) desenvolvido em área de agricultura familiar no Nordeste Paraense foram avaliados três sistemas de produção: (1) derruba-e-queima com plantio de mandioca; (2) plantio monoespecífico de paricá; (3) sistema silvopastoril com paricá e pastagem, que foram comparados com um fragmento de floresta secundária. Estimou-se que o estoque de serapilheira no sistema silvopastoril ($7,70 \pm 0,86 \text{ Mg ha}^{-1}$) foi significativamente maior do que nos sistemas com paricá e mandioca ($3,46 \pm 0,33 \text{ Mg ha}^{-1}$; $1,66 \pm 0,25 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente), mas não diferiu significativamente do estoque na floresta secundária ($6,21 \pm 0,53 \text{ Mg ha}^{-1}$), fato que ocorreu de forma semelhante entre MATA e REGE.

O teor de C na serapilheira / estrato herbáceo e estoque de serapilheira apresentaram diferenças estatísticas, isso é ocasionado pela quantidade de dias que essa serapilheira está disposta para decomposição assim como também depende da espécies arbóreas e gramíneas presentes na área.

Em se tratando do estoque de biomassa herbácea, a REGE foi a única que apresentou diferenças estatisticamente entre os outros tratamentos, como observado na Figura 11. A MATA apresentou estoque de biomassa do estrato herbáceo abaixo de níveis detectáveis, isso pode ter ocorrido devido ao alto grau de sombreamento no solo pelo dossel da vegetação arbórea ocasionando assim a supressão de herbáceas no local (Figura 11). Os estoques de biomassa herbácea encontrados foram: REGE $1,62 (\pm 0,64)$, NCL $5,79 (\pm 3,38)$, LRD $8,73$

($\pm 1,66$) e POUSIO 7,09 ($\pm 4,43$). Os menores valores do estoque de biomassa de estrato herbáceo foram evidenciados na REGE que se diferenciou dos outros manejos de regeneração.

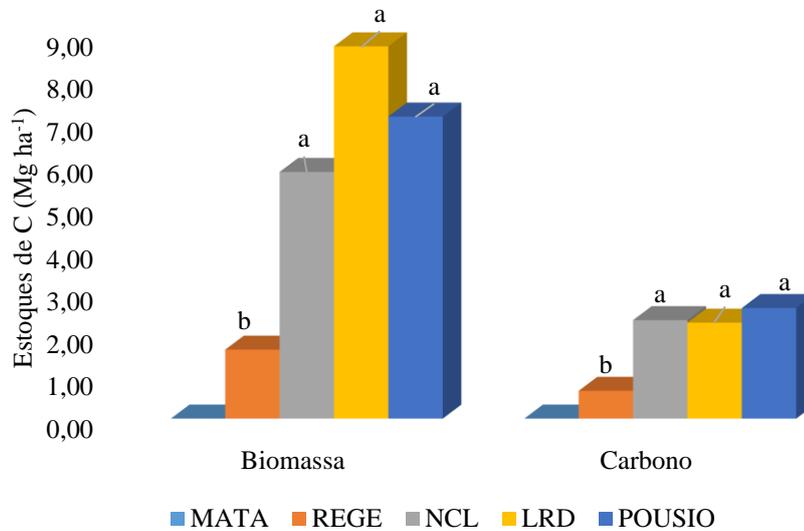


Figura 11 - Estoque de biomassa do estrato herbáceo e de carbono no estrato herbáceo (Mg ha⁻¹). Tratamentos. Letras iguais analisadas na mesma linha não teve diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). MATA: Mata ripária preservada; REGE: Área em estágio avançado de regeneração com 18 anos de idade; NCL: Regeneração feita pelo modelo de nucleação com 3 anos de idade; LRD: Regeneração feita pelo modelo de linha de recobrimento e diversidade com 3 anos de idade e POUSIO: Área sem perturbação direta desde 2006.

Isso pode ter ocorrido devido à grande quantidade de sombreamento promovido pelas árvores próximas da fase adulta, fato que ainda não ocorre nos outros tipos de manejo, observando ainda grande quantidade de gramíneas invasoras nos tratamentos NCL, LRD e POUSIO.

As análises estatísticas (Figura 11) mostraram que a REGE teve diferenças estatísticas se comparada aos outros manejos de regeneração e ao POUSIO. Esse fato pode ter ocorrido devido à proximidade do estrato arbóreo da fase adulta, ocasionado pelo maior tempo de regeneração, promovendo o fechamento das suas copas aumentando o sombreamento e evidenciando consideráveis diminuição no estoque de biomassa herbácea. (Vital *et. al.* 2004).

5 CONCLUSÃO

A heterogeneidade do solo e os eventos de manejo da adubação podem ter feito com que muitas das análises estatísticas não tivessem significância, evidenciando a importância de ter cuidado ao escolher uma área para a implantação de experimentos, pois isso pode alterar os resultados.

As áreas estudadas apresentaram grandes quantidades de estoque de C, mostrando que solos de áreas ripárias têm grande potencial de armazenamento de C.

Os manejos em regeneração ainda mostram evidências da adubação e correção feitas antes e após a instalação do experimento.

6 REFERÊNCIAS

- ADUAN, Roberto Engel; VILELA, Marina de Fátima; KLINK, Carlos Augusto *Ciclagem de Carbono em Ecossistemas Terrestres: O Caso do Cerrado Brasileiro*. Serie Documentos 105, EMBRAPA Cerrados. Planaltina- DF, 30p. 2003.
- AQUINO, Fabiana de Góis; ALBUQUERQUE, Lidiomar Barbosa; ALONSO, Araci Molnar; LIMA, Jorge Enoch Furquim Wernerck e SOUSA, Evie dos Santos de. *Cerrado: Restauração de Matas de Galeria e Ciliares*. Embrapa Cerrados, Brasília – DF 1ª ed. 40p. 2012.
- BARBOSA, Antônio Clarê Carrijo. *Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração Através da Utilização de Sementes e Mudas de Três Espécies Arbóreas do Cerrado, no Distrito Federal*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF, 88p. 2008.
- BARROS, Jocélia Marciel; VASCONCELOS, Steel Silva; SANTIAGO, Willen Ramos e LEMOS, Elane Cristina de Melo. *Estoque de Raízes e Serapilheira em Diferentes Sistemas de Produção Agropecuária na Amazônia Oriental*. Anais- XV Seminário de Iniciação Científica da Embrapa, Belém-PA ,2011.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (ed.). *Methods of soil analysis*. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd. ed. Madison: Wisconsin, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. (Agronomy Series, 5).
- BRASIL Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. *Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.*
- BUSTAMANTE, MMC; Nardoto, GB; Pinto, AS; Resende, JCF; Takahashi, FSC; e Vieira, LCG. *Potential Impacts of Climate Change on Biogeochemical Functioning of Cerrado Ecosystems*. Revista Brasileira de Biologia, vol. 72, n 3 (suppl.), p. 655-671 2012.
- CALONEGO, Juliano Carlos; SANTOS, Carlos Henrique dos; TIRITAN, Carlos Sérgio; CUNHA-JÚNIOR, José Roberto. *Estoques de Carbono e Propriedades Físicas de Solos Submetidos a Diferentes Sistemas de Manejo*. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 128-135, mar.-jun., 2012.
- CARVALHEIRA, M.S. *Avaliação do Estabelecimento de Plântulas de Cerrado (Sentido Restrito) a partir do Plantio Direto de Sementes na Recuperação de uma Área Minerada da Fazenda Água Limpa- UnB*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília- DF. 47p. 2007.
- CORRÊA, R.S. *Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração no Cerrado- Manual para Revegetação*. Editora Universa. Brasília- DF. 186p. 2006.
- CHRISTENSEN, B.T. *Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates*. Adv. Soil Sci., v.20, 1992

DAILY, G. C.; ALEXANDER, S.; EHRLICH, P. R.; GOULDER, L.; LUBCHENCO, J.; MATSON, P. A.; MOONEY, H. A.; POSTEL, S.; SCHNEIDER, S. H.; TILMAN, D.; WOODWELL, G. M. *Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. Issues in Ecology*, v. 1, n. 2, p. 1-18, 1997.

DAY, P.R. *Particle fractionation and particle-size analysis*. In: BLACK, C.A.(ed.) *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965

DIAS, Roseli Mendonça; SALVADOR, Nemésio Neves Batista; BRANCO, Magno Botelho Castelo. *Identificação dos Níveis de Degradação de Matas Ripárias com o Uso de SIG*. Floresta e Ambiente abr/jun; 21(2):150-161. 2014.

EITEN, G. *Delimitação do conceito de Cerrado*. *Arquivos do Jardim Botânico, Rio de Janeiro* 21: 125-134. 1977.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - *Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ)*. *Manual de métodos de análise de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. - 2. ed. rev. atual. - Rio de Janeiro, 212p 1997.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -. *Centro Nacional de Pesquisa de Solos*. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 312p 2006.

FARIA, Regiane Aparecida Vilas Bôas, *Estoque de Carbono e Atributos Florísticos e Edáficos de Ecossistemas Florestais em Processo de Recuperação*. Universidade de Lavras. Tese de Doutorado. Biblioteca da UFLA. Minas Gerais: Lavras, 2012.

FEREZ, Ana Paula Cervi. *Efeito de Práticas Silviculturais Sobre as Taxas Iniciais de Sequestro de Carbono em Plantios de Restauração de Mata Atlântica*. Dissertação de Mestrado da Universidade de São Paulo. ESALQ/USP. São Paulo: Piracicaba, 2010.

FERNANDES, Milton Marques; PEREIRA, Marcos Gervasio, MAGALHÃES, Luis Mauro Sampaio; CRUZ, Adriano Rosa; GIÁCOMO, Rômulo Guimarães. *Aporte e Decomposição de Serapilheira em Áreas de Floresta Secundária, Plantio de Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia Benth.*) e Andiroba (*Carapa guianensis Aubl.*) na Flona Mário Xavier, RJ*. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 163-175, 2006.

FERREIRA, Wendy Carniello *Estoque de Biomassa e Carbono e parâmetros indicadores de Recuperação de Mata Ciliar*. Dissertação de Doutorado Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG 163p. 2009.

FIGUEROA, Enrique A.; ESCOSTEGUY, Pedro A. V. & WIETHÖLTER, Sirio. *Dose de Esterco de Ave Poedeira e Suprimento de Nitrogênio à Cultura do Trigo*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.16, n.7, Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. p.714–720, 2012.

FONSECA, Carlos Eduardo Lazarini da; RIBEIRO, José Felipe; SOUZA, Camilo Cavalcante de; REZENDE, Rosana Pinheiro e BALBINO, Vanessa Karla. *Recuperação da Vegetação de Matas de Galeria: Estudo de Caso no Distrito Federal e Entorno*. In: *Cerrado: Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria*. EMBRAPA Cerrados, Planaltina- DF 2001.

GARCÍA-OLIVA; Felipe & MASERA, Omar R. *Assessment and Measurement Issues Related to Soil Carbon Sequestration in Land-Use, Land-Use Change, and Forestry (LULUF)*

Projects Under the Kyoto Protocol. Publicado em Kluwer Academic. Climatic Change 65: 347–364, 2004.

HOUGHTON, R. A. *How well do we know the flux of CO₂ form land-use change?* Tellus Serie B-Chemical and Physical Meteorology, Elstocolmo, v. 62B, p. 337-351, 2010.

IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. *O Bioma Cerrado* 2008. <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acessado em: outubro de 2015.

JACOMINE, Paulo Klinger Tito. *A nova classificação brasileira de solos*. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, Recife, vols. 5 e 6, p.161-179, 2008.

JUNIOR, Ciniro Costa. *Estoque de Carbono e Nitrogênio e Agregação do Solo Sob Diferentes Sistemas de Manejo Agrícola no Cerrado, em Rio Verde (GO)*. Dissertação de Mestrado. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP. 130p. 2008.

KIMMINS, J. P. *Forest ecology*. New York: Collier Macmillan Canada, 1987. São Paulo: Ed. UNESP, 184 p. 1993.

LAL, R.J., KIMBLE, J.M., FOLLETT, R., STEWART, B.A. *Soil Processes and the Carbon Cycle*. CRC Press, Boca Raton, FL, 1998.

LAL, R. *Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands*. *Land Degradation and Development*, v.17, p. 197–209, 2006.

LEITE, Thiago. Programa Aquariparia. Embrapa Cerrados, Planaltina - DF 2012. <http://www.aquariparia.org/index.php/projetos/aquariparia-cnpq> Acessado em Outubro de 2015.

LIMA, M. A. de. *Agropecuária Brasileira e as Mudanças Climáticas Globais: Caracterização do Problema, Oportunidade e Desafios*. Cadernos de Ciência & tecnologia, Brasília, V.19, n.3, p. 451-472 set/dez 2002.

MAFRA, A.L; GUEDES, S.F.F; KLAUBERG FILHO, O.; SANTOS, P.J.C.; ALMEIDA, J. A.; ROSA, J.D. *Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais*. Revista *Árvore*, 32: 217-224, 2008.

MATIAS, Maria da Conceição Bezerra da Silva; SALVIANO, Adeodato Ari Cavalcante; LEITE, Fernando de Carvalho e ARAÚJO, Sérgio Ferreira de. *Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do Estado do Piauí*. Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá, v. 31, n. 3, p. 517-521, 2009.

MELO, Antônio Carlos Galvão de & DURIGAN, Giselda. *Fixação de Carbono em Reflorestamento de Matas Ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil*. Scientia Forestalis Paranapanema - SP. n. 71, p. 149-154, agosto 2006.

MORAIS, Vinícius Augusto. *Modelagem e Especialização do Estoque de Carbono no Cerrado Sensu Stricto em Minas Gerais* Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais. Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG. 123p. 2012.

- MULLER, Marcelo Dias; FERNANDES, Elizabeth Nogueira; CASTRO, Carlos Renato Tavares de; PACIULLO, Domingos Sávio Campos e ALVES, Frederico de Freitas. *Estimativas do Acúmulo de Biomassa e Carbono por Sistemas Silvopastoril Implantando em Área Montanhosa na Zona da Mata Mineira*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 23 – EMBRAPA Gado de Leite, Juiz de Fora – MG, 23p. 2007.
- NARDOTO, Gabriela Bielefeld. *Efeito de queimadas na mineração de Nitrogênio e em processos de ciclagem de nutriente em uma Área de Cerrado stricto sensu*. Universidade de Brasília- Dissertação de Mestrado. Brasília- DF, 2000.
- NOGUEIRA, Mariana de Oliveira Gonçalves. *Estoque de Carbono na Biomassa e no Solo em Ecosistema Florestal em Processo de Recuperação*. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal de Lavras-MG. Lavras- MG. 143p. 2013.
- OLIVEIRA, Carlos Henke de; SAITO, Carlos Hiroo; FETTER, Raquel *Projeto Aquariparia* <http://www.ecoa.unb.br/aquariparia/>. Acessado em outubro de 2011.
- OLIVEIRA, Eliana Carvalho Lemos de. & FELFILI, Jeanine Maria. *Estrutura e Dinâmica da Regeneração Natural de uma Mata de Galeria no Distrito Federal, Brasil*. Acta. Botânica Brasília 19(4): 801-811. 2005.
- OLIVEIRA, Rafaela Silva de. *Estoque de Carbono e Nitrogênio na Fitomassa Aérea de Leguminosas Utilizadas em Recuperação de Área no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro*. Dissertação de Monografia. Instituto Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica- RJ. 27p, 2007.
- OLIVEIRA, Rodrigo Ordene. *Sequestro de Carbono em um Projeto de Restauração de Mata de Galeria no Jardim Botânico de Brasília/DF*. Dissertação de Mestrado-Universidade Católica de Brasília, Brasília-DF. 45p, 2012.
- PINTO, Lilian Vivela Andrade; BOTELHO, Soraya Alvarenga; OLIVEIRA-FILHO, Ary Teixeira de e DAVIDE, Antonio Claudio. *Estudo da Vegetação como Subsídios para Propostas de Recuperação das Nascentes da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG*. Revista Árvore. Viçosa – MG, v. 29 n.5 p. 775-793, 2005.
- POGGIANI, Fábio; SCHUMACHER, Mauro. *Ciclagem de Nutrientes em Florestas Nativas*. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.) *Nutrição e Fertilização Florestal*. Piracicaba: IPEF. p. 287-308. 2000.
- REATTO A., CORREIA J.R.; SPERA S.T.; CHAGAS C.S.; MARTINS E.S.; ANDAHUR, J.P.; GODOY M.J.S.; ASSAD M.L.C.L. *Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do Rio Jardim-DF, escala 1:50.000*. Boletim de Pesquisa nº 18, 63 p. 2000
- REZENDE, Rosana Pinheiro. *Recuperação de Matas de Galeria em Propriedades Rurais do Distrito Federal e Entorno*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia- Universidade de Brasília. Brasília- DF, 145p. 2004.
- RIBEIRO, J.F; SANO, S.M e SILVA, J.A. da. *Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do Cerrado*. p. 124-133 In: Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil, Teresina, Brasil. 1981.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G.; ATTANASIO, C.M. *Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP*. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 55, p. 7-21, 2007.

- ROSA, Roberto; SANO, Edson Eyji; ROSENDO, Jussara dos Santos. Estoque de Carbono em Solos Sob Pastagem Cultivadas na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Revista Sociedade e Natureza. Uberlândia - MG, 26(2), mai/ago. 2014
- ROSCOE, Renato. *Rediscutindo o papel dos ecossistemas terrestres no sequestro de carbono*. Caderno de Ciência & Tecnologia, Brasília, V.20, n.2, p. 209-223 maio/ago 2003.
- SAMPAIO, J. C. & PINTO, J. R. R. *Estabelecimento Inicial de Espécies Nativas do Bioma Cerrado em Plantios de Recuperação de Área Degradada no Distrito Federal, DF*. Anais VI Simpósio Nacional e Congresso Latino-americano de Recuperação de Áreas Degradadas. Curitiba – PR 545p.2005.
- SANTOS, Everaldo dos. *Carbono, Nitrogênio e Relação C/N em Gleissolo e Cambissolo Sob Diferentes Tipologias Vegetais na Área de Ocorrência da Floresta Ombrófila Densa, Antonina – PR*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. 104p. 2007.
- SANO, Edson Eyji; ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luís Silva, FERREIRA, Laerte Guimarães e BEZERRA, Heleno da Silva. *Mapeamento da cobertura vegetal natural e antrópica do bioma Cerrado por meio de imagens Landsat ETM+*. Anais- XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal-RN. INPE, P. 1199-1206. 25-30 Abril, 2009.
- SILVA JÚNIOR, César Da; SASSON, Sezar; CALDINI JÚNIOR, Nelso. *Biologia*- volumes. Editora Saraiva. São Paulo 8ª edição. 2011.
- SILVA, Roseane Karla Soares da, FELICIANO, Ana Lícia Patriota, MARANGON, Luiz Carlos, LIMA, Rosival Barros de Andrade, SANTOS, Wedson Batista dos. *Estrutura e Síndromes de Dispersão de Espécies Arbóreas em um Trecho de Mata Ciliar, Sirinhaém, Pernambuco, Brasil*. Pesquisa Florestal Brasileira. Recife- PE, 12p., 2012.
- SILVA, Sergilaine Matos; BRITO, Marcelo; SALOMÃO, Gisele Brito; CARNEIRO, Leandro Flávio; PEREIRA, Zefa Valdivina e PADOVAN, Milton Parron. *Estoque de Carbono no Solo em Sistemas de Restauração Ambiental na Região Sudeste do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil*. Anais- I Seminário de Agroecologia da América do Sul. Dourados –MS. Novembro. 2014.
- SILVA, Tatiane Carvalho da; TOMMASELLI, José Tadeu Garcia. *Estimativa do Armazenamento de Carbono das Espécies Arbóreas do Parque do Povo*. Geografia em Atos. 18p. 2007.
- SIMÕES, L.B. *Integração entre um Modelo de Simulação Hidrológica e Sistema de Informação Geográfica na Delimitação de Zona Tampão Riparia*. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu-SP 177p. 2001.
- SOARES, Paula Fernanda Chaves. *Variação de Atributos e Dinâmica de Carbono e Nitrogênio em Organossolos em Função de Uso e Manejo Agrícola no Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica – RJ. 87p. 2011.
- SOUZA, Camilo Cavalcante de. *Estabelecimento e Crescimento Inicial de Espécies Florestais em Plantios de Recuperação de Matas de Galeria do Distrito Federal*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília – DF. 91p. 2002

TEIXEIRA, Erika Maria de Lima Celegato. *Estoque de Carbono em Pastagens com Diferentes Sistemas de Uso de Manejo*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Zootecnia, Agencia Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. 88p.2011.

VITAL, Ana Rosa Tundis; GUERRINI, Iraê Amaral; FRANKEN, Wolfram Karl. *Produção de Serapilheira e Ciclagem de Nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em Zona Ripária*. Revista *Árvore*, Viçosa- MG, V.28, n.6, p.793-800, 2004.

VITOUSEK, Peter M; ABER, John D; HOWARTH, Robert W; LIKENS, Gene E; MATSON, Pamela A; SCHINDLER, David W; SCHLESINGER, William H. e TILMAN, David G. *Human Alteration of the Global Nitrogen Cycle: Sources and Consequences*. *Ecological Applications* 7:737–750. 1997

WALTER, B.M.T. *A Pesquisa Botânica na Vegetação do Distrito Federal, Brasil*. In CAVALCANTI, T.B. & RAMOS, A.E. *Flora do Distrito Federal, Brasil*. Brasília, DF, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, v.1. p.59-77, 2001.

7 ANEXOS

Listas de espécies plantadas nos diferentes manejos de regeneração.

Espécies	Nome popular
<i>Alibertia macrophylla</i> (Schum).	Marmelada de cachorro
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A, DC,	Guatambu-da-mata
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Mirindiba
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Camb,	Guanandi
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf,	Copaíba
<i>Croton urucurana</i> Baill,	Sangra d'água
<i>Genipa americana</i> L,	Jenipapo
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam,	Mutamba
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart, Ex DC) Mattos	Ipê-roxo
<i>Inga laurina</i> (Sw,) Willd,	Ingá
<i>Maclura tinctoria</i> (L,) D, Don ex Steud	Moreira
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Miconia chamissois
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl,) Kuntze	Pororoca
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl	Pau-pombo
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC,) Cogn	Quaresmeira
<i>Tococa formicaria</i> Mart	Tococa formicaria