



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE UNB PLANALTINA

SAMARA MARTINS SILVA

**QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL EM ÁREA
DE CERRADO NO BRASIL CENTRAL**

PLANALTINA - DF

2013

SAMARA MARTINS SILVA

**QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL EM ÁREA DE
CERRADO NO BRASIL CENTRAL**

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

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Gabriela Bielefeld Nardoto

Planaltina - DF

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Samara Martins

Quantificação de carbono de um sistema agroflorestal em área de cerrado no Brasil Central. / Samara Martins Silva. Planaltina - DF, 2012. f.58.

Monografia - Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientadora: Gabriela Bielefeld Nardoto

1.Cerrado. 2. Carbono. 3. Ecologia Isotópica. 4. Sistema Agroflorestal. 5. Conservação do Solo I. Silva, Samara Martins. II. Título.

SAMARA MARTINS SILVA

**QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL EM ÁREA DE
CERRADO NO BRASIL CENTRAL**

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

Banca Examinadora:

Planaltina-DF, 27 de Fevereiro de 2013.

Prof^a. Dr^a. Gabriela Bielefeld Nardoto – UnB

(Orientadora)

Dra. Ieda de Carvalho Mendes – EMBRAPA Cerrados

Examinadora Externa

Dr. Alexandre de Siqueira Pinto – UnB

Examinador Interno

**Aos meus pais José e Dorair,
pela sabedoria, motivação e
pela condução à vida,
dedico este trabalho com infinito meu amor e gratidão.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a essa força maior que rege o universo, as interações entre o planeta e os seres vivos, que dá origem a vida e que permite aos seres humanos a deslumbrante experiência de estar vivo. Agradeço pela oportunidade de experiência de vida neste plano espiritual, por conhecer e conviver com pessoas tão incríveis e por acreditar em um futuro melhor.

Agradeço meus amados pais pelo constante incentivo e presença na minha vida apesar da distância e por todos os nossos esforços e sacrifícios feitos para a realização deste sonho. Agradeço pela oportunidade de realização profissional e pessoal, e também pela oportunidade de ter pessoas como vocês tão dignos e exemplares. Meu amor por vocês é incondicional, obrigada por tudo.

À Kleyne, por ter me abrigado em sua casa sem ao menos me conhecer, e teve a boa vontade e paciência em me acolher em sua residência esse tempo todo! (risos). Sem sua ajuda a realização do sonho da minha família não seria possível. Agradecerei-te infinitamente por isso.

A Mauricio Hoffman que permitiu e auxiliou o desenvolvimento desta pesquisa em sua propriedade, meus fiéis agradecimentos. Agradeço também ao Ray e a Natália (companheiros de projeto) que me ajudaram em todos os passos de nossa iniciação científica. Foram muito gratificantes todos os momentos que passamos juntos nesses anos, foi um prazer conhecer e conviver com pessoas como vocês.

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Gabriela Bielefeld Nardoto, que me auxiliou em tudo que foi necessário para a excelente condução desta pesquisa, e que mostrou uma forma diferente de enxergar e vivenciar a ciência na UnB. Por ser meu exemplo de pesquisadora, tenho muito em quem me espelhar e me orgulho disso.

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP) pela disponibilização do Laboratório de Ecologia Isotópica para a análise das amostras de solo coletadas.

Fiéis agradecimentos à Gabriela Teixeira, Viviane Miranda e Simone Mitre pelo auxílio fornecido durante as análises do Laboratório de Ecologia de Ecossistemas – IB.

Agradeço a UnB pela oportunidade de aprendizado, aos professores, aos alunos, aos amigos e companheiros de farra. A todos que me fizeram “ser feliz longe de casa” esses quatro anos! Brasília, cidade avião, capital do meu país. Recebeu-me de braços abertos, fez conhecer as gírias desse “planalto central”, ficar perdida andando pelas quadras, perder e pegar ônibus errados, entender que o pertinho de brasiliense é muito longe, compreender as diferenças e tentar minimizar as desigualdades. Obrigada Brasília, você me tornou mais madura.

Aos meus companheiros de turma (Jhon, Laury, Mabby, Amanda Nunes, Taiane, Sabrina, Kaio, Edmo, Layra, Fábio, João Paulo, Weber, Adriana, Martha, Amanda Zaia, Alexandre Coutinho, Vinicius Turra, Jaciane, Gabriela, Ângela e Winnie) que me aguentaram todos esses anos bêbada, chata, arrogante, caroneira, sensível, preguiçosa e que não aguentavam mais me ouvir falar que “estava indo pra Minas Gerais no feriado”. Obrigada vocês tornaram meus dias mais leves e sobretudo mais felizes. Desde já saudosa de todos os pioneiros da Segunda Turma do curso de Gestão Ambiental desta universidade.

Ao Cerrado, por permitir que a natureza se revelasse para o desenvolvimento desta pesquisa de forma holística, contribuindo para o conhecimento em rede e a vida que aos poucos vai se revelando promissora, sobretudo em relação ao futuro que ainda está por vir.

"E se não achar meu caminho, basta-me crer procurá-lo de coração."

Honestino Guimarães (1947 – 1973?)

“A semente não pode saber o que lhe vai acontecer, a semente jamais conheceu a flor, e a semente não pode nem mesmo acreditar que traga em si a potencialidade para transformar-se em uma bela flor. Longa é a jornada. E sempre será mais seguro não entrar nela, porque o percurso é desconhecido, e nada é garantido, mil e uma são as incertezas da jornada, muitos são os imprevistos - e a semente sente-se em segurança, escondida no interior de um caroço resistente. Ainda assim ela arrisca, esforça-se; desfaz-se da carapaça dura que é a sua segurança, e começa a mover-se. A luta começa no mesmo momento: a batalha com o solo, com as pedras, com a rocha. A semente era muito resistente, mas a plantinha será extremamente delicada, e os perigos serão muitos. Não havia perigo para a semente, a semente poderia ter sobrevivido por milênios, mas para a plantinha os perigos são muitos. O brotinho lança-se, porém, ao desconhecido, em direção ao sol, em direção à fonte de luz, sem saber para onde, sem saber por quê. Enorme é a cruz a ser carregada, mas a semente está tomada por um sonho e segue em frente. Semelhante é o caminho para o homem. É árduo. Muita coragem será necessária.”

Osho

“O que é escrito sem esforço, em geral é lido sem prazer.”

Samuel Johnson

RESUMO

Quantificação de carbono de um sistema agroflorestal em área de cerrado do Brasil central

A conversão da vegetação nativa em pastagem ou área agrícola, e os tradicionais usos da terra fazem dos sistemas agroflorestais (SAFs) uma alternativa de uso do solo, capazes de recuperar áreas degradadas, promover o desenvolvimento rural e alavancar níveis de produtividade com melhorias na qualidade da matéria orgânica do solo e acúmulo de carbono no sistema. Os SAF's podem fornecer serviços ambientais com potencial de serem convertidos em créditos de carbono, aumentando o valor agregado da propriedade agrícola. O objetivo deste trabalho foi investigar a dinâmica de carbono e quantificar a biomassa epígea em um SAF localizado em área de Cerrado do Brasil Central. Foram realizadas medidas de $\delta^{13}\text{C}$ e concentração de C foliar, serapilheira e do solo (0-20 cm de profundidade), estimou-se o estoque de carbono no solo e quantificou-se a biomassa epígea através do uso de equações alométricas específicas para verificação do carbono armazenado na estrutura da vegetação do SAF. O teor médio de carbono orgânico no solo foi de $2,4 \pm 0,5\%$ e o estoque de carbono do solo foi de $43,6 \text{ Mg C.ha}^{-1}$, nos primeiros 20 cm de profundidade, respectivamente. O $\delta^{13}\text{C}$ da serapilheira foi de $-28,4\%$, o do solo da pastagem degradada adjacente à área do SAF usada como testemunha foi de $-15,2\%$ e o do solo do SAF foi, em média, $-20,4 \pm 0,8 \%$. Após 10 anos de conversão no uso do solo com mudança na predominância de plantas do tipo C4 (gramíneas) para plantas do tipo C3 (arbóreas plantadas), cerca de 40% da matéria orgânica incorporada nos primeiros 20 cm de solo são provenientes das espécies plantadas no SAF. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ foliar variam entre $-33,4$ e $-27,8 \%$ com média de $-30,7\%$, indicando uma grande variação na eficiência no uso da água entre as espécies arbóreas e consequentemente na assimilação de carbono. A biomassa epígea do SAF, segundo a equação alométrica utilizada para florestas tropicais da Amazônia Central, ficou estimada em $39,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ enquanto a equação alométrica para SAFs em áreas de Cerrado indicou uma biomassa para o SAF em estudo de $28,4 \text{ Mg ha}^{-1}$. Conclui-se que a maior quantidade de carbono armazenada no SAF se encontra na biomassa epígea, quando comparado a sistemas tradicionais de uso da terra e áreas nativas de cerrado enquanto o solo superficial do SAF não apresenta maiores quantidades de carbono quando comparados a sistemas tradicionais de uso da terra assim como de áreas de cerrado nativo.

Palavras-Chave: Cerrado, carbono, ecologia isotópica, conservação do solo.

ABSTRACT

Quantification of carbon agroforestry system in cerrado area of central Brazil

The conversion of native forest to pasture or croplands, with traditional practices, make the agroforestry systems (AFS) an alternative land use, able to recover degraded areas, to promote sustainable rural development, but also increasing the productivity with improvements to the quality of soil organic matter and carbon accumulation in the system. The AFS's can also provide environmental services with potential to be converted into carbon credits, increasing the value of agricultural property. The objective of this study was to investigate the carbon dynamics and estimate the aboveground biomass in an AFS located in an area of the Cerrado of Central Brazil. The foliar C and $\delta^{13}\text{C}$, as well as the fine litter and soil were measured. The aboveground biomass was estimated through the use of specific allometric equations for verification of carbon stored in vegetation structure of the AFS. The content of soil organic carbon was about $2.4 \pm 0.5\%$ in the first 20 cm depth, and the carbon stock of soil between 0 and 20 cm depth was about $43.6 \text{ Mg C}\cdot\text{ha}^{-1}$. The average fine litter $\delta^{13}\text{C}$ was -28.4 ‰ , the soil $\delta^{13}\text{C}$ of an adjacent degraded pasture used as a control was -15.2 ‰ and the soil $\delta^{13}\text{C}$ of the AFS was on average $-20.4 \pm 0.8 \text{ ‰}$ (0-20 cm depth). After 10-year period of land use onversion with change from the predominance of C4-type plants (grass) to C3 type plants (planted AFS trees), about 40% of organic matter incorporated in the firsts 20 cm of soil are already derived from the species planted in the AFS. The foliar $\delta^{13}\text{C}$ for the tree species varied between -33.4 and -27.8 ‰ with an average of -30.7 ‰ , indicating a large variation in the efficiency of water use among the species and consequently in carbon assimilation. The aboveground biomass according with the allometric equation used for tropical forests of Central Amazonia, was estimated as 39.5 Mg ha^{-1} while the allometric equation for AFSs in Cerrado areas indicated a biomass for the studied SAF of about 28.4 Mg ha^{-1} . In general, higher amount of carbon is stored in the aboveground biomass in the AFS compared with traditional systems of land use as well as with native Cerrado areas while the soil from the AFS seems to storage less amounts of carbon when compared with traditional systems of land use as well as areas of native Cerrado.

Keywords: Cerrado, carbon isotope ecology, agroforestry, soil conservation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Área de abrangência do Sítio Dagrofloresta em amarelo, localizado na região administrativa de Planaltina - DF, com destaque para a área em verde onde foram realizados os experimentos e coletas. Adaptado de Alves (2012) 25
- Figura 2 – Variação da média mensal de precipitação e temperatura de Janeiro/2011 à Janeiro/2012 para a estação meteorológica da Embrapa Cerrados. Fonte: Embrapa Cerrados. Adaptado de Alves (2012). 25
- Figura 3 – Média da concentração de carbono orgânico (%) por intervalo de profundidade de solo (0-5; 5-10; 10-20 cm) no SAF do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF. 33
- Figura 4 – Estoque de carbono por intervalo de profundidade de solo (0-5; 5-10; 10-20 cm) no SAF do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF. 34
- Figura 5 – Média da concentração de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) por intervalo de profundidade de solo (0-5; 5-10; 10-20 cm) no SAF do Sítio Dagrofloresta, Planaltina – DF. 34
- Figura 6 – Média dos valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) para SAF, pastagem e serapilheira no intervalo de 0 a 5 cm de solo do SAF no Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF. 35
- Figura 7 – Porcentagem média de carbono de origem C_3 por profundidade de solo do SAF do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF. 36
- Figura 8 – Histograma com o número de amostragem dos dados realizado no SAF do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF. 37
- Figura 9 – Distribuição do número de indivíduos por classes de altura (metros) no SAF do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF. 38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Lista de estudos comparativos sobre estoque de carbono no solo sob diferentes usos da terra em diferentes ecossistemas naturais e manejados para o intervalo entre 0-20 cm de profundidade.....23
- Tabela 2 – Lista de estudos comparativos sobre estoque de carbono na biomassa epígea em áreas naturais e manejadas em diferentes biomas brasileiros.....24
- Tabela 3 - Lista de espécies arbóreas do SAF no Sítio Dagrofloresta, localizado na região administrativa de Planaltina – DF.....28
- Tabela 4 – Equações alométricas utilizadas para o cálculo da biomassa epígea do SAF estudado.....32
- Tabela 5 – Características físico-químicas do solo estudado no Sistema Agroflorestal do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF.....33

SUMÁRIO

1. Introdução.....	15
2. Objetivos.....	17
3. Revisão Bibliográfica	18
3.1 Mudanças no Uso da Terra.....	18
3.2 Mudanças Climáticas.....	18
3.3 Agrofloresta com foco em Sistemas Agroflorestais de Alta Diversidade.....	19
3.4 Utilização da metodologia de isótopos estáveis de carbono.....	20
3.5 Estoque de Carbono.....	22
3.6 Equações Alométricas utilizadas para estimativa de biomassa.....	23
3.7 Comercialização e Valoração Financeira de Carbono no Brasil.....	24
4. Material e Métodos	25
4.1 Área de Estudo.....	25
4.2 Amostragem de Solo e Planta.....	27
4.3 Análises.....	30
4.3.1 Análises Laboratoriais.....	30
4.3.2 Isótopos Estáveis.....	30
4.3.3 Carbono do Solo.....	31
4.3.4 Estimativa de Biomassa Epígea.....	31
5. Resultados.....	32
5.1 Solo.....	32
5.2 Plantas.....	37
6. Discussão	39
6.1 Solo.....	39
6.2 Plantas.....	42
7. Conclusão.....	44
8. Considerações Finais.....	45

9. Referências 45

1. Introdução

O meio ambiente e a sociedade coexistem em uma relação de causa e efeito, logo as ações da sociedade causam efeitos positivos ou negativos no meio ambiente, gerando um ciclo que novamente retorna para a sociedade que é diretamente afetada. Para Capra et al. (2002) a construção de uma sociedade sustentável para as futuras gerações depende da reconstrução e repensamento da base de instituições sociais e das tecnologias utilizadas nessa época, de forma a ultrapassar o transecto comum existente entre a sociedade atual e os sistemas ecológicos da natureza.

Na atual conjuntura global, as formas tradicionais de uso dos recursos naturais, sobretudo na agricultura, refletem o comportamento de uma sociedade fragilizada e dominadora do meio ambiente e de seus recursos. As alterações climáticas em ocorrência são resultado tanto do desmatamento de sistemas florestais para transformação em sistemas agrícolas e/ou pastagem quanto da queima de combustíveis fósseis, resultando na transferência de carbono (CO₂) da biosfera para a atmosfera, contribuindo para a ocorrência do aquecimento global, de acordo com Nobre et al. (2007) e IPCC (2007).

O uso de técnicas agrícolas tradicionais trazem inúmeros prejuízos ao meio ambiente e conseqüente impactos nos serviços ecossistêmicos. Entre as conseqüências da elevação da temperatura global destacados pelo Panel Intergovernamental on Climate Change (IPCC, 2007) está a diminuição de até 30% da biodiversidade dos ecossistemas e o decréscimo da produtividade agropecuária, como resultados das mudanças no clima.

Dentro do cenário atual de desmatamento, a conversão da vegetação nativa em pastagem ou área agrícola acompanhado pela intensificação e melhoramento das técnicas agrícolas, o manejo de sistemas agroflorestais (SAF) de alta diversidade vem sendo considerada uma alternativa de uso sustentável do solo, capaz de alavancar níveis de produtividade do sistema com grandes melhorias na qualidade da matéria orgânica do solo. Os mais variados sistemas de uso da terra, como exemplo os agroecossistemas, os sistemas silviculturais e/ou agroflorestais sob ótimas condições de manejo, possuem capacidade de estoque de até 228 t/ha de carbono, incluindo o carbono retido no solo até 100 cm de profundidade (DIXON et al., 1995).

Os SAFs chegaram ao Brasil como alternativa para o fortalecimento da agricultura sustentável com práticas mais adequadas ao meio ambiente e à saúde humana com métodos agrícolas alternativos às técnicas adotadas pela agricultura convencional. Os SAFs são mecanismos de fácil implantação, de uso sustentável do solo e demais recursos ambientais.

São capazes de alavancar níveis de produtividade das lavouras de pequenos agricultores com consequentes melhorias na qualidade da matéria orgânica do solo (CARDOSO et al., 2005), auxiliando na promoção do desenvolvimento sustentável.

Os sistemas agroflorestais consistem na promoção da agricultura alternativa aos meios convencionais e são baseados na relação biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas. Desta forma, o uso de SAF de alta diversidade surge como uma opção estratégica para produtores familiares, graças à diversificação da produção e rentabilidade (EMBRAPA, 2011).

Os SAF's podem fornecer serviços socioambientais com potencial geração de renda a exemplo do pagamento por serviços ambientais (como crédito de carbono), e assim aumentar o valor agregado da propriedade agrícola. Além da geração de renda, os SAFs podem auxiliar na recuperação de áreas degradadas e podem ser potencialmente utilizados como corredores ecológicos na integração entre propriedades rurais, matas ciliares e reserva legal auxiliando no fluxo gênico de espécies, segundo Paula et al. (2009).

A quantidade de carbono presente no solo está amplamente relacionada ao processo de decomposição da biomassa por atividades bacterianas, segundo Tito et al. (2009) e a quantidade de carbono na biomassa aérea decorrente do processo de fotossíntese. A biomassa aérea e solo atuam como reservatórios no SAF capazes de promover a acumulação de grandes quantidades de carbono em seus compartimentos.

Alguns fatores como luminosidade, temperatura, concentração atmosférica de CO₂, umidade relativa do ar, idade da folha, capacidade fotossintética da folha, disponibilidade de água, também influenciam o funcionamento estomático e, portanto, a produção fotossintética como base de armazenamento de carbono no sistema, de acordo com Martinelli et al. (2009).

Por exemplo, plantas que habitam ambientes áridos geralmente apresentam valores menos negativos de $\delta^{13}\text{C}$ (razão isotópica entre $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$), quando comparadas com plantas de ambientes mais úmidos. Da mesma forma, plantas que crescem em ambientes com alta luminosidade geralmente apresentam valores menos negativos de $\delta^{13}\text{C}$, quando comparadas com plantas que vivem em ambientes mais sombreados.

Tais tendências evidenciam a influência de fatores tanto ambientais quanto hereditários, na composição isotópica de carbono das plantas. Sendo assim, a aplicação da metodologia isotópica de carbono é capaz de gerar informações importantes relacionadas tanto à ecologia como à fisiologia das plantas e fornecer informações relevantes sobre o funcionamento do meio ambiente.

A composição isotópica de carbono é um instrumento capaz de fornecer informações indiretas sobre a relação fotossíntese e respiração, e, portanto sobre a produção primária de uma determinada área. Através da composição isotópica de carbono do solo pode-se inferir também sobre o processo de decomposição da matéria orgânica do solo (MARTINELLI et al., 2009). Desta forma, o uso da metodologia isotópica combinado com a estimativa da biomassa aérea através do uso de equações alométricas e da quantificação de carbono orgânico no solo, foi aqui utilizado na tentativa de entender a dinâmica de carbono de um SAF implantado em uma área de pastagem degradada na região do Cerrado do Brasil Central.

Diante do exposto acima, a quantificação de carbono em SAFs em áreas de Cerrado visa contribuir para um aumento de dados relativos ao funcionamento das plantas em sistemas agroflorestais nesta região, bem como auxiliar no conhecimento para maior integração entre economia, meio ambiente e sociedade.

2. Objetivos

O objetivo do presente trabalho foi investigar a dinâmica de carbono com ênfase no estoque e fluxo de carbono no sistema solo-planta em um Sistema Agroflorestal (SAF) em região de Cerrado do Brasil Central.

Para tanto, foram mensurados os valores de carbono orgânico no solo superficial (0-20 cm de profundidade) e estimada a biomassa epígea do SAF. Através da metodologia isotópica, foi estimada a dinâmica da matéria orgânica proveniente do SAF com série histórica de 10 anos de implementação do sistema.

3. Revisão Bibliográfica

3.1 Mudanças no Uso da Terra

As mudanças no uso da terra atingem o Cerrado de forma rápida e fazem do segundo maior bioma brasileiro detentor de terras férteis e profundas, sendo o principal atrativo para terras agricultáveis do país. Ocupando 21% do território nacional, o Cerrado é considerado a última fronteira agrícola do planeta, segundo Borlaug et al. (2002). O Cerrado é uma das áreas prioritárias para conservação no mundo, possuindo alto grau de endemismo e perda de habitats, sendo considerado um *hotspot*, segundo Myers et al. (2000), necessitando assim de

maior atenção quanto a políticas públicas de preservação ambiental a fim de assegurar a manutenção da biodiversidade no bioma.

Estudos recentes mostraram que utilizando imagens do satélite (sensor MODIS) do ano de 2002, ficou comprovado que 55% das áreas de Cerrado do país já foram desmatadas ou transformadas por ação antrópica segundo Klink e Machado (2005). A conversão do cerrado em pastagens ou plantio de leguminosas trazem inúmeros prejuízos ambientais. A fragmentação dos habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação dos ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios nos ciclos biogeoquímicos do carbono e do nitrogênio e possivelmente modificações climáticas regionais, são alguns exemplos dos danos causados pela conversão do cerrado, segundo Klink e Machado (2005).

3.2 Mudanças Climáticas

As mudanças climáticas já em ocorrência são apenas evidências obtidas por meio de observações em todos os continentes e na maior parte dos oceanos que mostram muitos sistemas naturais afetados por mudanças locais ou regionais, com o aumento de temperatura e/ou precipitação (IPCC, 2007). De acordo com Nobre et al. (2001) os vários cenários de mudanças climáticas para o país modelado em função dos diversos cenários de emissões de gases do efeito estufa (GEE, principalmente o dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, CO₂, CH₄ e N₂O) para os próximos 100 anos, indicam a possibilidade de impactos climáticos significativos nos ecossistemas brasileiros, sobretudo os já fragilizados pelo incorreto uso dos recursos naturais.

Pode-se destacar o Cerrado, amplamente impactado no pós década de 1960, com a revolução verde no Centro-Oeste brasileiro. Nobre et al. (2001) enfatiza que o Cerrado possuirá maior evaporação, principalmente em regiões onde houver aumento de temperatura superiores a 3°C, resultando em menores quantidades de água disponível no solo e a prejudicar as práticas agrícolas nesta região. A partir desse novo contexto, influenciado pelas mudanças no clima e no uso do solo, é enfatizada a importância da necessidade de práticas econômicas em consenso com resiliência natural dos ecossistemas e a formulação de políticas públicas de adaptação a essas transformações.

3.3 Agrofloresta com foco em Sistemas Agroflorestais de Alta Diversidade

Os impactos antrópicos das práticas agrícolas sobre os ecossistemas estão sendo percebidos e necessitam ser modificados por sistemas que evitem ou atenuem os danos ao meio natural. Para Viana et al. (1997), a busca de sistemas de produção apropriados em termos socioambientais e viáveis economicamente são elementos centrais nas estratégias voltadas para o desenvolvimento rural sustentável.

Os sistemas Agroflorestais surgem como alternativa para o meio rural nas formas econômica e sustentável, capaz de promover o desenvolvimento das atividades agrícolas em conformidade com o desenvolvimento sustentável. Os SAFs são formas de uso e manejo sustentável dos recursos naturais nas quais espécies lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras) são utilizadas integralmente em associação deliberada com cultivos agrícolas ou com animais no mesmo terreno, de maneira simultânea ou em sequência temporal em determinado local e espaço de tempo, (OTS et al, 1986). Antes, porém, é necessário compreender a realidade do local a ser implantado o SAF e, sobretudo ser definida e observada sua finalidade. Combe et al. (1982) enfatiza que antes de novas técnicas agroflorestais serem difundidas, é importante empreender estudos de caso de aplicações de sucesso existentes a fim de obter os melhores resultados de sua implantação.

No Brasil, a implantação dos sistemas agroflorestais ocorre principalmente na agricultura familiar e tem sido fortemente estudados (Penereiro, 1999; Kitamura e Rodrigues, 2000; Kato et al., 2006). Os SAFs possibilitam vários benefícios ambientais como o aumento da incorporação de matéria orgânica assim como a incorporação de nitrogênio no sistema, auxiliando na recuperação de áreas degradadas, a produção de diversificados cultivos, melhoria na qualidade do solo, importante sistema de fixação de carbono (na biomassa vegetal e no solo) contribuindo para a geração de serviços ambientais dentro do sistema.

Penereiro et al. (1999) resume a poda como o rejuvenescimento de árvores e arbustos em estágios de maturidades; indivíduos que tenham cumprido as suas funções de melhoria do solo e substituídos por seus sucessores tem a sua biomassa cortada para ser distribuída sobre o solo.

A poda promove mudanças na estratificação, disponibilidade de luz e biomassa sendo utilizada como ferramenta de manejo para efetuar correções necessárias no sistema. De acordo com Götsch et al. (1995), a poda proporciona sobre as plantações efeitos como: rejuvenescer a comunidade; acelerar e direcionar o processo de sucessão do sistema e

prolongar o período da fase juvenil de espécies pioneiras de ciclo curto. Os fatores influenciados pela poda são: luz, espaço e matéria orgânica.

Desta forma, pode-se dizer que a poda realizada em SAFs tem o papel de promover mudanças em alguns componentes das estruturas biótica e abiótica, bem como suas funções e propriedades. Esta ferramenta pode ser utilizada para beneficiar pontos identificados no sistema (ex: planta mais exigente), favorecendo núcleos de crescimento que incrementem o avanço sucessional. Com este tipo de manejo disponibiliza-se a biomassa do sistema, influenciando a produção de matéria orgânica, que por sua vez favorece a dinamização da biota do solo e o desenvolvimento vegetal, principalmente em consórcios mais desenvolvidos, dispensando o uso de fertilizantes (GÖTSCH, 1995).

3.4 Utilização da metodologia de isótopos estáveis de carbono

A utilização da metodologia de isótopos estáveis em estudos ambientais se dá nas seguintes áreas da ecologia: produtividade primária e interações tróficas; podendo ser utilizada também em estudos relativos ao futuro da Amazônia e em mudanças globais, além de auxiliar no entendimento dos ciclos biogeoquímicos conforme Domingues et. al. (2006). Os isótopos existentes na atmosfera são o Hidrogênio (^1H e ^2H), Nitrogênio (^{14}N e ^{15}N), Carbono (^{12}C e ^{13}C), Oxigênio (^{16}O , ^{17}O e ^{18}O) e Enxofre (^{32}S e ^{34}S), sendo aplicados a este estudo a razão entre os isótopos estáveis de carbono. Os isótopos estáveis de Carbono se apresentam sob duas formas: o ^{12}C e o ^{13}C . O ^{12}C é o mais estável, sendo mais leve e mais abundante (98,9%); já o ^{13}C é menos abundante e ocorre somente 1,11% na natureza. No funcionamento das plantas, os isótopos estáveis auxiliam nos processos de difusão de CO_2 e carboxilação.

A maioria das espécies vegetais existentes no planeta possui a primeira molécula produzida no processo fotossintético formado por três átomos de carbono e são também conhecidas como plantas C_3 . Em algumas plantas a primeira molécula produzida no processo fotossintético pode conter quatro átomos de carbono, constituindo as plantas do tipo C_4 , conforme Domingues et.al. (2006). As plantas do tipo C_4 compreendem espécies gramíneas e as plantas do tipo C_3 podem ser exemplificadas por espécies arbóreas e arbustivas. Em estudos anteriores os valores de $\delta^{13}\text{C}$ encontrados em plantas do tipo C_4 variam entre -11‰ e -15‰ enquanto as plantas do tipo C_3 variam entre -24‰ e -38‰, de acordo com Martinelli et al. (2009).

A diferença no fracionamento isotópico entre as plantas C₃ e C₄ deve-se primariamente as diferenças no fracionamento isotópico entre as enzimas RuBisCO (Ribulose bifosfato carboxilase/oxigenase), e a PEP carboxilase (fosfoenol piruvato) e secundariamente as diferenças na abertura estomática, respiração, vazamento de CO₂ pelas células da bainha de plantas C₄. Existe também a relação dos fatores do ambiente com a composição do $\delta^{13}\text{C}$ das plantas: intensidade de luz, variação na fonte de CO₂, altitude e disponibilidade de água.

As determinações das quantidades isotópicas das amostras são feitas nos espectrômetros de massa para posterior determinação das razões isotópicas para o elemento. As plantas do tipo C₃ apresentam grande variabilidade nos teores de $\delta^{13}\text{C}$ e possuem tendência a índices menos negativos em ambientes áridos ou com alta luminosidade, quando comparados a ambientes úmidos ou de baixa luminosidade, podendo também ser influenciados por fatores ambientais e hereditários. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ das plantas dependem dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ da fonte de carbono, uma vez que os valores de carbono presentes na folha são resultados da absorção de CO₂ da atmosfera segundo Domingues et al. (2006).

A matéria orgânica decorrente da produção pelas plantas ocasiona o acúmulo de carbono orgânico quando incorporada ao solo em diferentes sistemas florestais, a quantidade de plantas do tipo C₃ e C₄ integrantes do sistema podem influenciar o valor de $\delta^{13}\text{C}$ da matéria orgânica.

3.5 Estoque de Carbono

Os SAFs acumulam carbono na biomassa e auxiliam na promoção dos serviços ambientais. Segundo Caldeira et al. (2001), o acúmulo de biomassa num sistema florestal ou agroflorestal é afetado por fatores ambientais. Os SAFs em comparação com sistemas florestais homogêneos, a exemplo das florestas de *Eucalyptus*, estocam carbono na biomassa armazenado em grande quantidade propiciando a manutenção da biodiversidade, enquanto as florestas artificiais são capazes de fixar mais carbono nos primeiros anos após sua implantação (MURILLO, 1997).

É necessário observar que o aumento de biomassa aérea e subterrânea num plantio de árvores é elevado nos dez primeiros anos, sendo que nesse caso apresenta incremento lenhoso e foliar mais rápido até os 20 anos (BROWN e LUGO, 1990). Os SAFs são dinâmicos principalmente nos primeiros anos de implantação (SMITH, 1996). Em comparação com diversos sistemas agrícolas e agropecuários de uso da terra, os SAFs são os que possuem a capacidade de acumular mais ativo da de biomassa, segundo Osterroht et al. (2002).

No Brasil há a necessidade de serem realizados estudos relativos ao estoque de carbono nos biomas, para melhor entendimento do ciclo deste elemento no ecossistema. Na tabela 1 foi feita uma compilação de dados de estoque de carbono no solo ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) sob diferentes usos do solo.

Tabela 1 - Lista de estudos comparativos sobre estoque de carbono no solo sob diferentes usos da terra no bioma Cerrado para o intervalo entre 0-20 cm de profundidade.

Uso do solo	Estoque de Carbono ($\text{Mg C}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Referência*
Cerrado nativo	39,8	(1)
Consórcio Eucalipto- arroz	25,0	(2)
Consórcio Eucalipto- soja	29,3	(2)
Consórcio Eucalipto- pastagem	26,6	(2)
Cerrado Sentido Restrito	22,7 a 30,4	(3)
formações florestais nativas	53,0	(4)
formações savânicas nativas	46,0	(4)

*(1) Corazza et al. (1999); (2) Neves et al. (2002); (3) Lilienfein et al. (2001); Miranda (2012).

3.6 Equações Alométricas utilizadas para estimativa de biomassa

No Brasil, existem poucos estudos sobre quantificação de carbono em Sistemas Agroflorestais, sobretudo no Cerrado. Na Tabela 2 encontra-se uma compilação dos principais estudos sobre estimativa do estoque de carbono na biomassa epígea em áreas nativas e manejadas em diferentes biomas brasileiros.

Tabela 2 – Lista de estudos comparativos sobre estoque de carbono na biomassa epígea em áreas naturais e manejadas em diferentes biomas brasileiros.

Bioma	Cobertura Vegetal	Biomassa epígea (Mg.ha⁻¹)	Estoque de carbono (Mg C.ha⁻¹)	Referência *
Pantanal	Cerradão	198,0	-	(1)
Mata Atlântica	Agricultura convencional	7,2	-	(2)
	SAF	32,3	-	(2)
	Capoeira	70,8	-	(2)
Mata Atlântica	SAF	-	35 a 50	(3)
Cerrado	Floresta estacional decídua	39,2	19,6	(2)
	SAF	-	53 a 160	(4)
Amazônia	Floresta de terra-firme	190- a 360	95 a 180	(5)
	SAF	153,2	74,3	(6)

* (1) Salis et al. (2004); (2) Froufe et al. (2011); (3) Sgrott et al. (2010); (4) Kurzatkowski et al. (2007); (5) Vieira et al. (2004); (6) Bolfe et al. (2009).

3.7 Comercialização e Valoração Financeira de Carbono no Brasil

A necessidade de valoração dos serviços ambientais reforça a necessidade de práticas econômicas que estejam em conformidade com a capacidade de regeneração e recuperação natural dos ecossistemas frente as alterações climáticas já em ocorrência e são reconhecidas e incentivadas por Protocolos Internacionais, a exemplo do sequestro de carbono incentivado pelo Protocolo de Kyoto. Este reconhecimento possibilita que áreas cultivadas e florestadas possam ser capitalizadas na forma de serviços ambientais e créditos de carbono (WALSH, 1999; IPCC, 2007).

Assim, Homma et al. (2003) destaca o surgimento de um novo ciclo econômico, baseado no comércio de serviços ambientais, onde a ecologia deixa de ser uma ação filantrópica, humanitária ou de simples preservação ambiental. O sequestro de carbono em SAFs representam um dos principais objetivos da política internacional do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Atualmente, por exemplo, o mercado internacional de créditos de carbono vem ganhando força por meio de sua inserção em importantes bolsas de valores, como a Chicago Climate Exchange (CCX, 2005) e a Bolsa de Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&F, 2007). No entanto, os produtores agroflorestais assim como outros produtores que tenham por objetivo a venda dos créditos de carbono advindos de suas atividades, não podem depender exclusivamente do mercado de carbono como fonte principal de financiamento. Os SAFs devem gerar renda aos produtores rurais e a venda dos créditos de carbono deve ser apenas um incentivo ao reflorestamento de longo prazo.

4. Material e Métodos

4.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada nas proximidades da BR-020, km-54, em uma propriedade rural particular (“Sítio Dagrofloresta” - <http://www.dagrofloresta.com.br>), inserida na Região Administrativa de Planaltina-DF (15°34'51" S, 47°22'42" W), dentro da sub-bacia do Ribeirão Santa Rita (Figura 1). O clima segundo Köppen é classificado como Aw, com duas estações bem definidas (seca e chuvosa) e ocorrência de veranicos durante a estação chuvosa. Precipitação anual média de 1500 mm, mais de 90% da precipitação acontece entre outubro e abril (Figura 2). O experimento se localiza em uma área de latossolo vermelho de acordo com Santos et al. (2006), que inicialmente foi cerradão (fitofisionomia do Cerrado, caracterizada pela grande proporção de estrato lenhoso em relação aos outros; RIBEIRO e WALTER, 1998).



Figura 1 - Área de abrangência do Sítio Dagrofloresta em amarelo, localizado na região administrativa de Planaltina - DF, com destaque para a área em verde onde foram realizados os experimentos e coletas. Adaptado de Alves (2012).

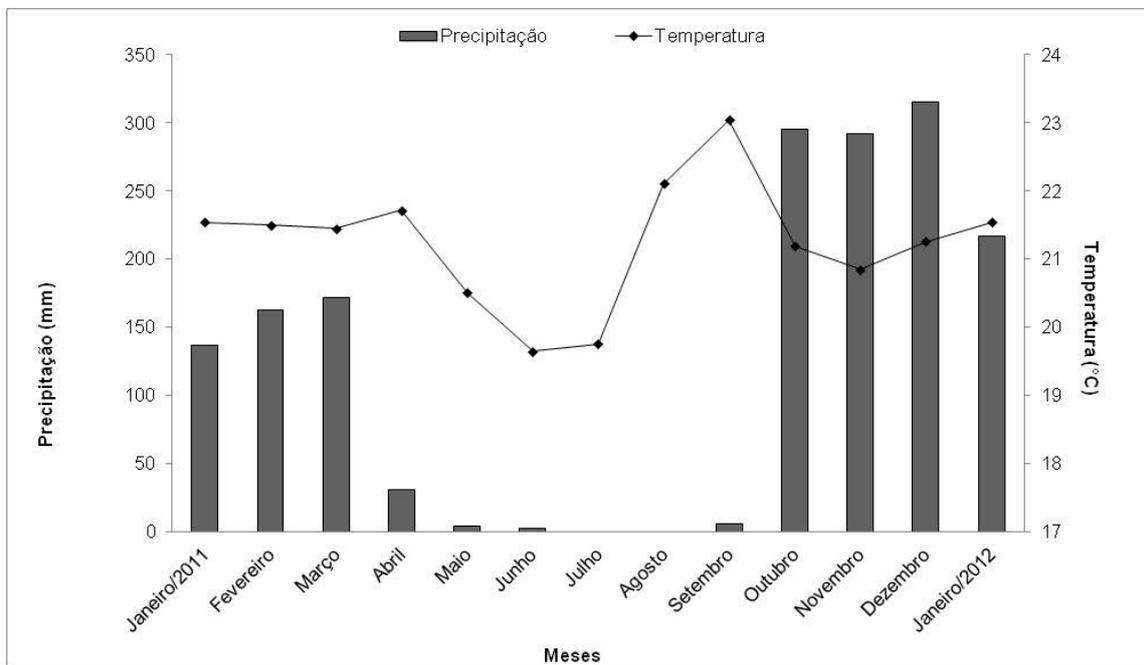


Figura 2 – Variação da média mensal de precipitação e temperatura de Janeiro/2011 à Janeiro/2012 para a estação meteorológica da Embrapa Cerrados. Fonte: Embrapa Cerrados. Adaptado de Alves (2012).

A área do SAF foi uma área de cerradão desmatada há mais de vinte anos, seguida de implantação de um pomar convencional de laranja e depois convertida em pastagem. Em 2000, a área estava dominada por *Brachiaria decumbens* (braquiária), que foi manejada por capina seletiva juntamente com leguminosas como *Mucuna pruriens* (mucuna) e *Canavalia ensiformis* cv. (feijão de porco). Em 2001, iniciou-se a implementação do SAF (20x20m), plantando-se espécies por semeadura direta como *Cajanus cajan* (feijão-guandu), *Pennisetum purpureum* (capim elefante) e *Leucaena spp* (leucena), juntamente com espécies frutíferas, madeiras de lei e algumas nativas do Cerrado. Somente as amoreiras foram plantadas por estaca. Classifica-se este SAF como simultâneo por comportar o plantio de espécies de diferentes estratos (gramíneas, arbustos e arbóreas) na mesma época (HOFFMANN, 2005).

O manejo do *Pennisetum purpureum* foi feito de 2001 a 2006, de forma mais intensa no período chuvoso devido ao incremento de biomassa neste período. A partir de 2006 as *Morus nigra* (amoreiras) e as *Leucaena spp* eram dominantes, com extrato arbóreo bem desenvolvido promovendo a saída do *Pennisetum purpureum* do sistema.

As podas das árvores deste consórcio foram feitas a partir de 2007, quando as suas copas estavam proporcionando bastante sombra. Nas podas, cortava-se aproximadamente 50% da biomassa destas plantas e o resíduo era depositado sobre o solo do SAF. No ano de 2010 começou o domínio do consórcio de *Inga sp.* (Ingá) até a finalização do estudo em janeiro/2012.

4.2 Amostragem de Solo e Planta

Para este estudo, foram feitas coletas de amostras de solo para análise isotópica de carbono e concentração de carbono do solo em março/2011. Cinco perfis de solo (0-5, 5-10, 10-20 cm de profundidade) foram coletados de forma aleatória na área do SAF, e um perfil de solo foi coletado em uma área de pastagem degradada com predomínio de braquiária, adjacente à área do SAF para ser usada como testemunha. Esta área de pastagem possui o mesmo histórico da área onde foi implementado o SAF.

Em março/2011, também foram coletadas na área do SAF cinco amostras de serapilheira em quadrantes de 25 x 25 cm, e para determinar a concentração de carbono assim como o $\delta^{13}\text{C}$ na biomassa epígea, coletou-se folhas maduras e expandidas de três indivíduos das 31 espécies arbóreas do SAF em junho/2011 (Tabela 3).

Tabela 3 - Lista de espécies arbóreas do SAF no Sítio Dagrofloresta, localizado na região administrativa de Planaltina – DF.

Família	Nome Científico	Nome Comum
<i>Lauraceae</i>	<i>Persea americana</i>	Abacate
<i>Moraceae</i>	<i>Morus nigra</i>	Amora
<i>Fabaceae</i>	<i>Albizia polycephala</i>	Angico
<i>Fabaceae</i>	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Angico Jacaré
<i>Fabaceae</i>	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico Vermelho
<i>Fabaceae</i>	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá
<i>Fabaceae</i>	<i>Dipteryx alata</i>	Baru
<i>Rubiaceae</i>	<i>Coffea arábica</i>	Café
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Spathodea campanulata</i>	Espatódea
<i>Moraceae</i>	<i>Psidium guajava</i>	Goiaba
<i>Annonaceae</i>	<i>Anona muricata</i>	Graviola
<i>Fabaceae</i>	<i>Schizolobium parahybae</i>	Guapuruvu
<i>Fabaceae</i>	<i>Ínga edulis</i>	Ingá
<i>Fabaceae</i>	<i>Inga marginata</i>	Ingá Colar
<i>Fabaceae</i>	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Ipê
<i>Moraceae</i>	<i>Artocarpus integrifolia</i>	Jaca
<i>Caesalpinioie</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá
<i>Rubiaceae</i>	<i>Genipa americana</i>	Jenipapo

<i>Anacardiaceae</i>	<i>Mangifera indica</i>	Manga
-	-	Nativa 1
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus pérsica</i>	Pêssego
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Hevea brasiliensis</i>	Seringueira
<i>Fabaceae</i>	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna
<i>Rubiaceae</i>	<i>Bixa orellana L.</i>	Urucum
<i>Fabaceae</i>	<i>Cassia occidentalis</i>	Fedegoso
<i>Fabaceae</i>	<i>Clitoria racemosa</i>	Sombreiro Mexicano
<i>Fabaceae</i>	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Copaíba
<i>Fabaceae</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena
<i>Musaceae</i>	<i>Musa spp.</i>	Banana
<i>Rosaceae</i>	<i>Cydonia oblonga</i>	Marmelo

4.3 Análises

4.3.1 Análises Laboratoriais

O material foliar e a serapilheira foram primeiramente secos em estufa a 65 °C por 72 h e depois moídos a fino pó. As amostras de solo foram secas ao ar e destorroadas em peneira de 2 mm. Destas foram removidas as raízes e resto da serapilheira, para finalmente serem moídas utilizando um cadinho e pilão de cerâmicas até obter um fino pó. Esta preparação foi feita no laboratório de Triagem da Faculdade UnB Planaltina.

Já as análises de Ca (por resina trocadora de íons), Mg (por resina trocadora de íons), H+Al (Acidez potencial, método pH SMP), CTC (capacidade de troca catiônica) foram realizadas no Laboratório de Solos, ESALQ/USP.

4.3.2 Isótopos Estáveis

Do material previamente preparado, foi pesada uma sub-amostra de 1,5 a 2 mg do material vegetal ou de 10 a 30 mg de solo acondicionadas em cápsula de alumínio.

Essas cápsulas foram introduzidas num analisador elementar (Carla Erba modelo 1110, Milão, Itália), que por combustão determina a concentração de C total. O gás proveniente da combustão é então purificado numa coluna de cromatografia gasosa e introduzido diretamente num espectrômetro de massas para razões isotópicas ThermoQuest-Finnigan Delta Plus (Finnigan-MAT, Califórnia, EUA). Estas análises foram realizadas no laboratório de Ecologia Isotópica, CENA/USP. A abundância natural de ^{13}C é expressa como desvios por mil (‰) de um padrão internacionalmente reconhecido, através da equação:

$$\delta = (R \text{ amostra} / R \text{ padrão} - 1) \times 1000$$

Onde R é a razão molar $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ na amostra e no padrão.

O padrão usado para o carbono é o Peedee Belemnite (PDB; rocha calcária da região do Grand Canyon, EUA). A atropina foi utilizada como material de referência para o material foliar e TROPICAL usado para o solo. O erro analítico aceitável para C, e ^{13}C é de 0,15 % e 0,30 ‰, respectivamente.

Para estimar a conversão da matéria orgânica no solo foi utilizado o modelo de mistura para duas fontes de composições isotópicas distintas, utilizando os valores de $\delta^{13}\text{C}$ para as

fontes serapilheira e solo da pastagem (área testemunha de pastagem degradada localizada nas proximidades do SAF) e para o produto do solo do SAF. Conforme Martinelli et al. (2009), na equação abaixo as duas fontes distintas A e B se unem para a formação do produto C, sendo observado abaixo:

$$A = \frac{\delta^{13}\text{C}_c - \delta^{13}\text{C}_b}{\delta^{13}\text{C}_a - \delta^{13}\text{C}_b}$$

Onde,

a: solo da pastagem; b: serapilheira; c: solo do SAF.

A equação de mistura utilizada acima necessita de duas fontes presentes que necessitam divergir isotopicamente para medidas acima do erro padrão da análise (MARTINELLI et al., 2009).

4.3.3 Carbono do Solo

Para o cálculo do estoque de carbono no solo foi feito uma amostragem da densidade aparente do solo (EMBRAPA, 1999). Para o cálculo do estoque de carbono no solo (0-20 cm de profundidade) foi utilizada a densidade aparente do solo e o teor de carbono orgânico no solo.

4.3.4 Estimativa de Biomassa Epígea

Em todos os indivíduos lenhosos presente no SAF com ≥ 5 cm de circunferência foi feita a medição da CAP (circunferência na altura do peito) e a estimativa da altura dos indivíduos no mês de novembro de 2012. Na conversão da circunferência da altura do peito (CAP) para o diâmetro da altura do peito (DAP), utilizou-se o site <http://lmq.esalq.usp.br/conversao.html>, para posterior utilização nas equações alométricas. A estimativa da altura foi feita usando uma trena levada por escalador até atingir a altura máxima do fuste mais alto do indivíduo em questão. A partir daí foi feita uma estimativa da altura (em metros) dos indivíduos menores ao redor do indivíduo mais altos presente no SAF. A biomassa foi então estimada a partir do método indireto usando-se duas equações alométricas (Tabela 4): 1. específica para SAFs em áreas de Cerrado e 2. geral para florestas tropicais.

Tabela 4 – Equações alométricas utilizadas para o cálculo da biomassa epígea do SAF estudado.

Equações Alométricas Utilizadas para Quantificação da Biomassa Epígea	
Utilizada para Sistemas Agroflorestais Kurzatkowski et al. (2007)	Utilizada para Florestas Tropicais Vieira et al. (2004)
$(1) V = (\delta DAP^2) / 4xHxFF$	$(2) \ln Biomassa = a + a^1 \ln DAP + a^2 [\ln (DAP)]^2 + a^3 [\ln (DAP)]^3$
Sendo: V= volume $\delta = \sim 3,142$ DAP= Diâmetro da Altura do Peito H= altura total FF= Fator de Correção (0,65)	Sendo: $a = -0,370$ $a^1 = 0,333$ $a^2 = 0,933$ $a^3 = -0,122$ DAP= Diâmetro da Altura do Peito

Para o cálculo do carbono armazenado assumiu-se que 50% da biomassa seca era composta de carbono (VIEIRA et al., 2004).

5 Resultados

5.1 Solo

O solo do SAF apresentou uma textura médio-argilosa (Tabela 5). Os valores de P disponível, bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Características físico-químicas do solo estudado no Sistema Agroflorestal do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF.

Parâmetro	Profundidade (0-20 cm)
Argila (%)	38,8 ± 2,0
pH em CaCl ₂	4,4 ± 0,3
pH em H ₂ O	5,4 ± 0,1
P (mg.dm ⁻³)	15,6
K (mmolc.dm ⁻³)	3,9
Ca (mmolc.dm ⁻³)	40,8
Mg (mmolc.dm ⁻³)	11,4
H+Al (mmolc.dm ⁻³)	42,0
CTC (mmolc.dm ⁻³)	97,6

O teor médio de carbono no solo do SAF entre 0 e 20 cm de profundidade foi de 2,4% enquanto para a pastagem degradada usada como testemunha, a concentração média de carbono no solo ficou em 1,8%. As maiores concentrações de carbono no solo do SAF foram encontradas no intervalo de 0 a 5 cm de profundidade (Figura 3).

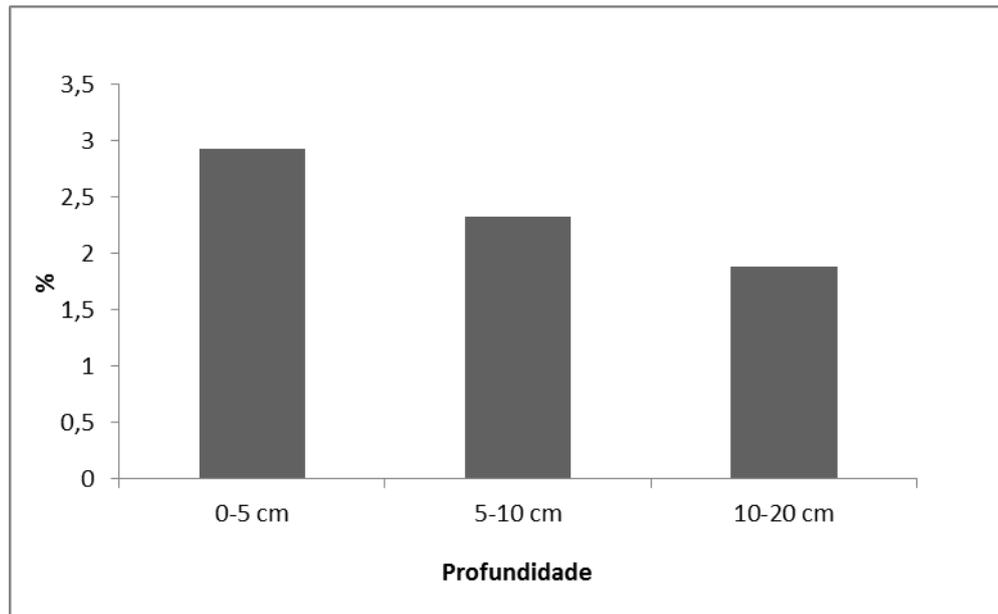


Figura 3 – Média da concentração de carbono orgânico (%) por intervalo de profundidade de solo (0-5; 5-10; 10-20 cm) no SAF do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF.

A densidade aparente do solo do SAF para o intervalo de 0-20 cm de profundidade ficou em média $1,0 \text{ g.cm}^{-3}$, variando de $1,2 \text{ g.cm}^{-3}$ no intervalo de 0-5 cm a $0,8 \text{ g.cm}^{-3}$ para 10-20 cm de profundidade.

O estoque médio de C orgânico no solo do SAF foi de $43,6 \text{ Mg C.ha}^{-1}$ para os primeiros 20 cm de profundidade. Na comparação entre os intervalos de profundidade amostrados, entre 5 a 10 cm houve um decréscimo no estoque de carbono quando comparado aos outros intervalos de profundidade (Figura 4).

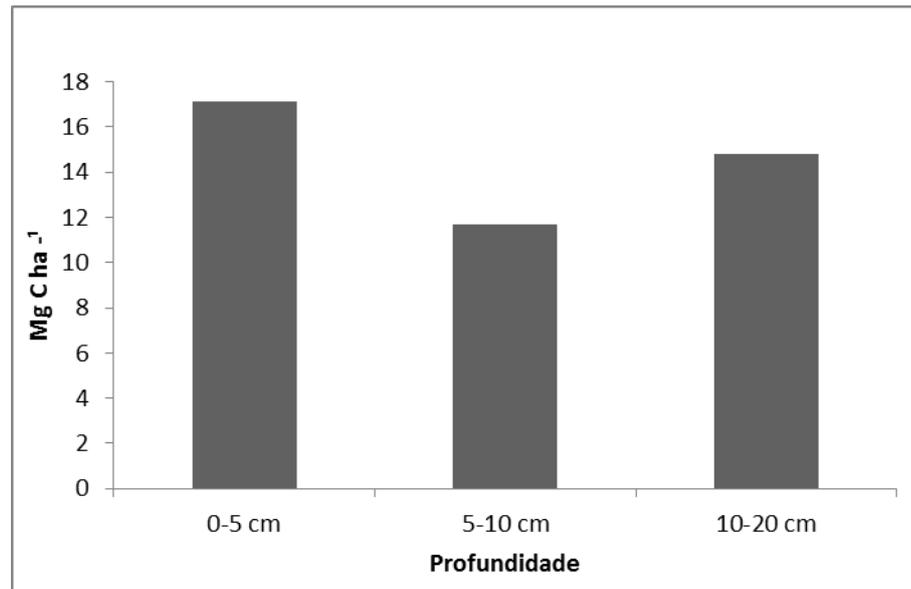


Figura 4 – Estoque de carbono por intervalo de profundidade de solo (0-5; 5-10; 10-20 cm) no SAF do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF.

O valor médio de $\delta^{13}\text{C}$ no solo do SAF entre 0 e 20 cm de profundidade foi de -20,3‰. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ do solo aumentaram com o aumento da profundidade do solo (Figura 5).

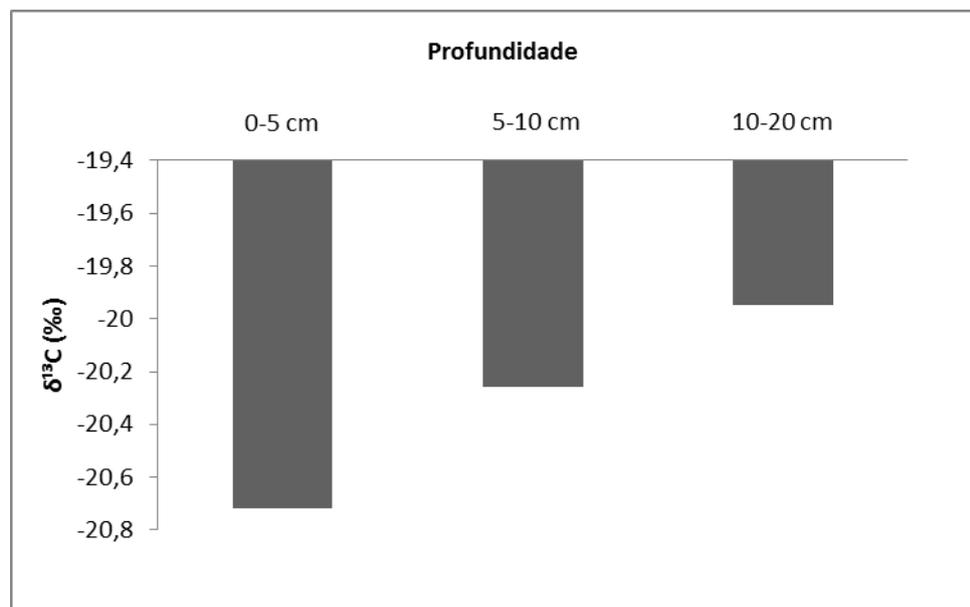


Figura 5 – Média da concentração de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) por intervalo de profundidade de solo (0-5; 5-10; 10-20 cm) no SAF do Sítio Dagrofloresta, Planaltina – DF.

O valor de $\delta^{13}\text{C}$ médio da serapilheira foi $-28,4\text{‰}$ e do solo da pastagem degradada adjacente à área de SAF foi de $-15,2\text{‰}$ (Figura 6). Os cálculos provenientes do modelo de mistura isotópica utilizando o valor médio de $\delta^{13}\text{C}$ da serapilheira, da pastagem e do solo do SAF mostraram aproximadamente que 39% da matéria orgânica incorporada nos primeiros 20 cm de solo do SAF são provenientes do SAF estabelecido (100% composto de plantas do tipo C_3) há aproximadamente 10 anos no local. Na comparação entre os intervalos de profundidade do solo amostrado nota-se que a maior incorporação de carbono ocorreu no perfil de 0 a 5 cm de profundidade (Figura 7).

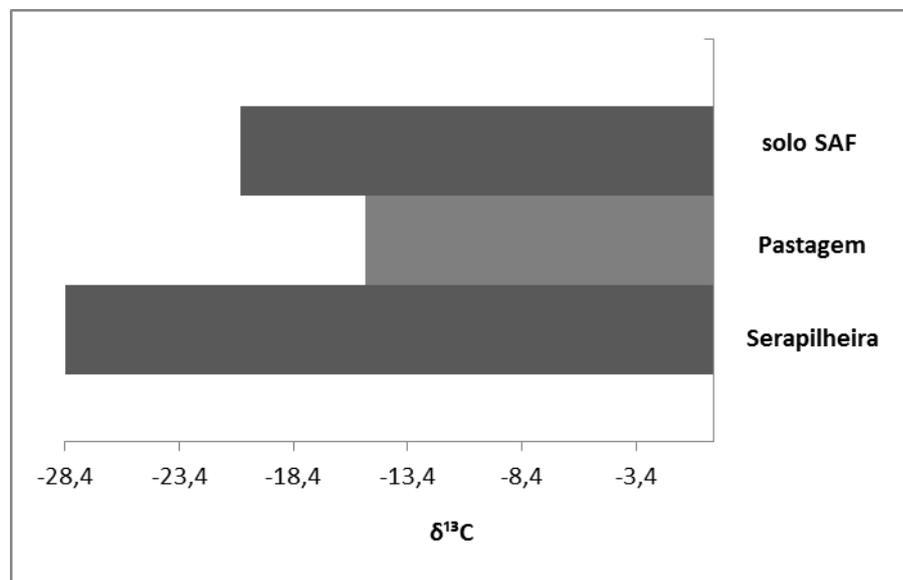


Figura 6 – Média dos valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) para SAF, pastagem e serapilheira no intervalo de 0 a 5 cm de solo do SAF no Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF.

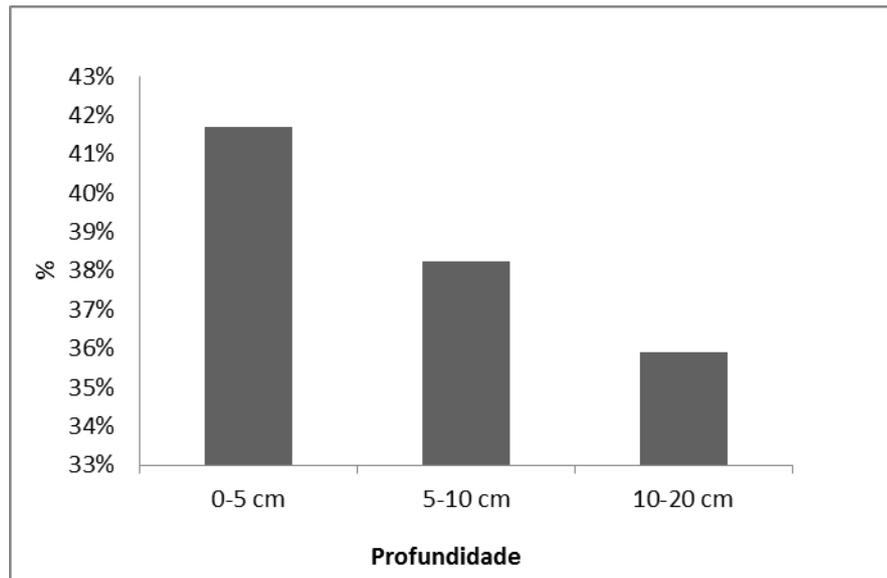


Figura 7 – Porcentagem média de carbono de origem C_3 por profundidade de solo do SAF do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF.

5.2 Plantas

Os valores de $\delta^{13}C$ foliar das espécies arbóreas variaram entre -33,4 e -27,8‰ com média de -30,7‰. No entanto a maioria dos indivíduos apresentaram valores de $\delta^{13}C$ foliar próximos do valor médio (Figura 8).

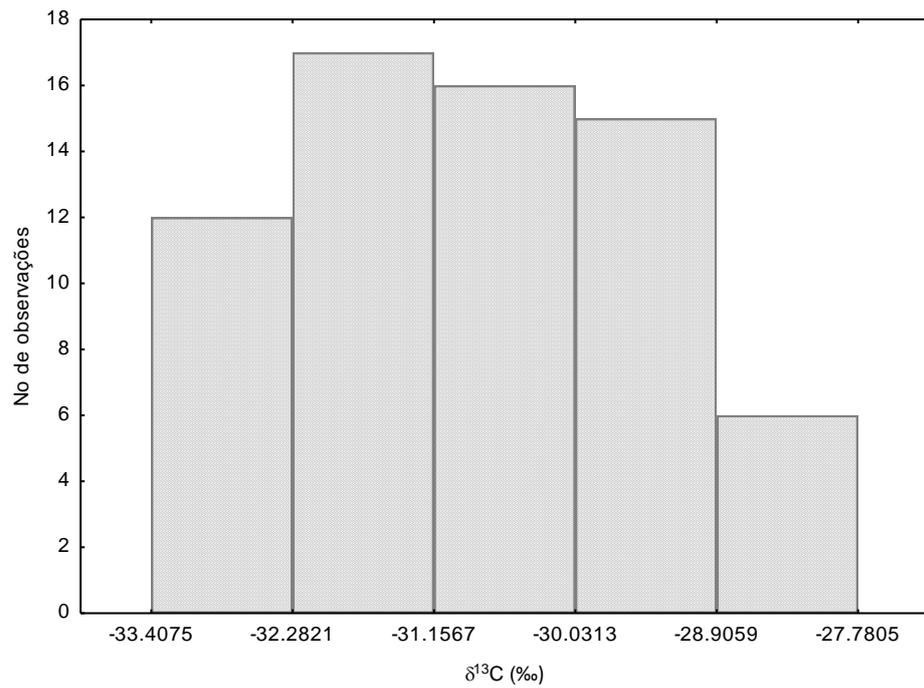


Figura 8 – Histograma com o número de amostragem dos dados realizado no SAF do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF.

As maiores médias de DAP foram para as espécies *Schizolobium parahybae* (14,4 cm), *Musa spp.* (11,1 cm) e *Persea americana* (9,5 cm) e *Parapiptadenia rigida* (8,0 cm) e as maiores médias nos níveis de altura para *Schizolobium parahybae* (10,7 m), *Hevea brasiliensis* (8,0 m), *Parapiptadenia rígida* (8.0 m) e *Persea americana* (8,0 m). Em relação às classes de altura do total de 110 indivíduos amostrados, aproximadamente um terço dos indivíduos se encontram na classe de 1 a 4 metros de altura (Figura 9).

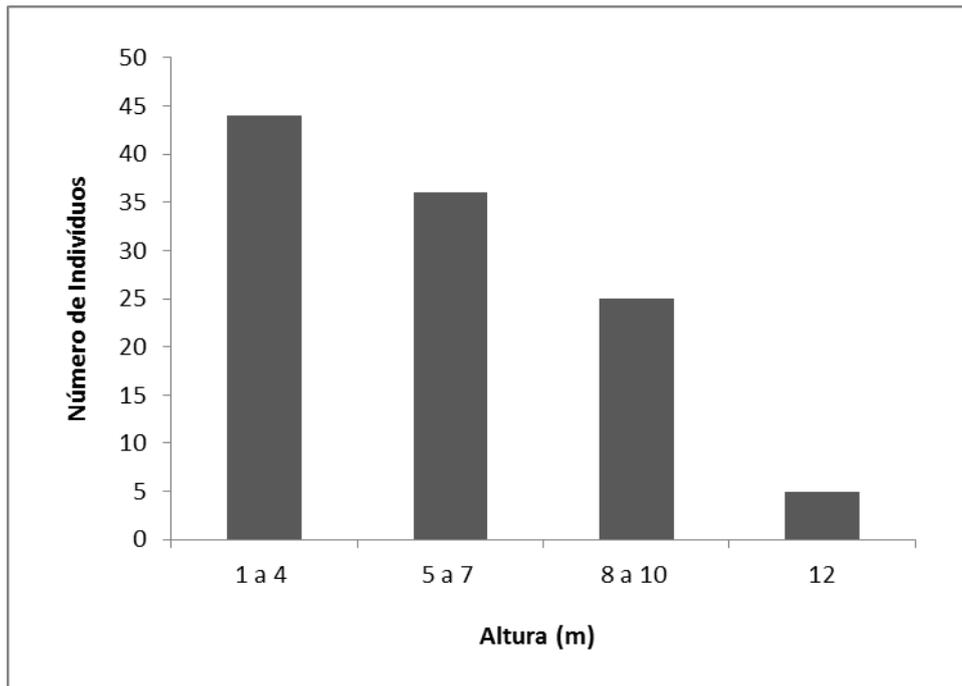


Figura 9 – Distribuição do número de indivíduos por classes de altura (metros) no SAF do Sítio Dagrofloresta, na região administrativa de Planaltina – DF.

Segundo a equação alométrica utilizada para florestas tropicais da Amazônia Central, a biomassa epígea do SAF estudado ficou estimada em $39,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ enquanto a equação alométrica para SAFs em áreas de Cerrado indicou uma biomassa para o SAF em estudo de $28,4 \text{ Mg ha}^{-1}$. Apesar das diferenças encontradas entre as duas equações alométricas utilizadas (Tabela 2), o carbono estocado na biomassa epígea do SAF após 10 anos de implantação ficou entre e $14,2$ e $19,2 \text{ Mg C ha}^{-1}$.

6 Discussão

6.1 Solo

Para Bustamante et al. (2012) é relevante o conhecimento dos valores de carbono na biomassa e matéria orgânica do solo para determinação de estoque de carbono no Cerrado, sobretudo para a melhor compreensão de funcionamento e ciclagem no sistema.

A composição físico-química dos perfis amostrados no SAF se encontram na mesma faixa de ocorrência dos valores encontrados por Mendes et al. (2012) em áreas de cerrado sentido restrito e cerradão na Reserva Ecológica da Embrapa Cerrados, Planaltina - DF. Em comparação com características físico-químicas em solos sob sistema de uso agroflorestral, observou-se semelhança nos dados de pH em água, K, e H+AL, em sistema agroflorestrais do

Cerrado piauiense. Esses fatores promovem melhor decomposição da matéria orgânica, em consequência da absorção pela vegetação de K e P, disponibilizando nutrientes em solução para o solo segundo Iwatta et al. (2011).

É relevante observar que a concentração de H+Al é razoavelmente menor quando comparada a áreas nativas de cerrado sentido restrito, cerradão e mata de galeria e a concentração de P disponível no solo foi de aproximadamente três vezes maior do que o solo de mata de galeria e oito a dez vezes maior que os solos de cerrado sentido restrito e cerradão estudados por Mendes et al. (2012).

O estoque de carbono no solo do SAF estudado ficou na faixa encontrada em áreas de formação savânicas do bioma Cerrado (LILIENFEEIN et al., 2001; CORAZZA et al., 2009; MIRANDA, 2012), mas inferior ao encontrado em áreas com formações florestais do Cerrado (ver MIRANDA, 2012 para uma revisão).

Já Neves et al. (2002), encontraram um estoque de carbono (0-20 cm de profundidade) de 25 Mg C.ha⁻¹ em um sistema de consórcio de eucalipto com arroz assim como consórcio de eucalipto e soja; de 29,3 Mg C.ha⁻¹ em um consórcio de eucalipto e pastagem e de 26,6 Mg C.ha⁻¹ em um sistema de eucalipto e pastagem mais gado bovino. A incorporação de carbono no solo origina-se no processo de deposição da serapilheira sobre a superfície do solo, cujo material teve seu carbono incorporado através do processo de fotossíntese realizada pelas plantas e transformado em matéria orgânica. Geralmente, uma fração da matéria orgânica produzida pelas plantas é maior que a taxa de decomposição da matéria orgânica acaba sendo incorporada ao solo, levando ao acúmulo de carbono orgânico neste compartimento do sistema. O SAF em questão apresentou baixa incorporação de carbono no solo quando comparado aos sistemas de uso da terra (agricultura e pastagem) com sistemas de plantio direto de milho, por exemplo (NUNES et al., 2011). Essa variação no estoque de carbono orgânico pode ocorrer devido à produção de diferentes quantidades e qualidades de resíduos vegetais produzidos por diferentes culturas em sistemas de uso do solo diversos. No entanto, condições de diferentes culturas e diversos tipos de uso do solo associados à variação das condições microclimáticas podem gerar diferenças nas taxas de decomposição da matéria orgânica e na velocidade nas reações químicas em ocorrência no solo, conduzindo a diferentes teores de carbono orgânico em cada área (MARCHÃO et al., 2009; LOSS et al., 2010).

O SAF do Sítio Dagrofloresta apresenta em sua composição alta diversidade de espécies do Cerrado e exóticas, maximizando benefícios como a ciclagem de nutrientes e a dinâmica de carbono dentro do sistema. Comparado com outras áreas de Cerrado sob

diferentes usos do solo, Corbeels et al. (2006) enfatiza que a média de incremento de carbono orgânico (CO) do solo é de 0,83 Mg C ha⁻¹.ano⁻¹ no intervalo de solo de 0-20 cm, sob sistema de Plantio Direto (PD). Foi diagnosticado também, que a introdução de um segundo cultivo, influenciou ganhos na produtividade primária líquida, com aumento de CO sob plantio direto. Em comparação, o SAF do Sítio Dagrofloresta apresentou teor médio de C orgânico no solo de 2,4 g kg⁻¹ para os primeiros 20 cm de profundidade, o dobro do normalmente encontrado em pastagens degradadas, segundo Coebeela et al. (2006).

A mudança de uso da terra no histórico de implementação do SAF do Sítio Dagrofloresta, resulta da transição de plantas do tipo C₄ para plantas do tipo C₃. As mudanças na composição isotópica de fluxo associados a mudanças nas taxas fotossintéticas segundo Ometto et al. (2002), decorrentes da variação no tipo de vegetação, refletem a dinâmica de carbono em ocorrência no sistema.

Levando em conta o histórico de uso do solo na área de SAF estudada, verificam-se diferentes proporções de plantas que utilizam o ciclo fotossintético C₃ (SAF, laranjal) ou C₄ (pastagem) ao longo do tempo. Como normalmente o solo acumula carbono de forma relativamente contínua, camadas mais profundas normalmente contêm carbono incorporado em tempos passados (DOMINGUES et al., 2006). Desta forma, quando variações na composição isotópica do carbono em perfis de solo são avaliadas, podemos obter informações sobre o histórico de mudanças na cobertura vegetal de uma região. Portanto, o valor de $\delta^{13}\text{C}$ da matéria orgânica acumulada no solo refletirá tal proporção. No SAF estudado pôde-se constatar que o intervalo de 0-5 cm de profundidade apresentou valores mais negativos de $\delta^{13}\text{C}$ em comparação com os demais intervalos, indicando uma incorporação mais recente de carbono de origem C₃ (árvores plantadas no SAF).

A influência das plantas do tipo C₃ é representada pelo valor do $\delta^{13}\text{C}$ contido na serapilheira amostrada do SAF com -28,4‰, enquanto a influência das plantas do tipo C₄ no sistema ainda pode ser notada no solo do SAF com aproximadamente -20,4‰ (figura 6), valor intermediário a -14,0‰ encontrados em pastagens o que também foi observado por Martinelli et al. (2007). Após 10 anos de implantação do SAF a quantidade de carbono de origem C₃ no intervalo de 0-5cm já representa 42% do carbono estocado nesta camada superficial do solo.

6.2 Plantas

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ das plantas no SAF variaram entre -33,4 e -27,8‰ com média de -30,7‰, quando comparados a outras regiões brasileiras de cerrado com -38,0‰, onde os

valores frequentes são de -32‰ (MARTINELLI et al., 2009). Em comparação a áreas da Amazônia como Manaus, Santarém e São Gabriel da Cachoeira que apresentaram variação entre -24,0‰, com valores frequentes de -30‰, apresentando maior disparidade entre os valores. A similaridade dos dados de $\delta^{13}\text{C}$ obtidos no SAF com os dados em áreas de cerrado refletem as condições ambientais do bioma, com ênfase na sistemática de abertura e fechamento de estômatos das plantas devido à marcada sazonalidade climática. Tais condições ambientais na região de Cerrado, onde o SAF do Sítio Dagrofloresta está inserido condicionam a abertura dos estômatos das plantas para a realização da fotossíntese de forma divergente ao condicionamento em áreas da Amazônia. Plantas sobre condições ambientais diferentes, realizam fotossíntese em intensidades divergentes e consequentemente não acumulam carbono na mesma proporção.

Em comparação com plantas introduzidas depois da conversão de pastagem para SAF, os valores apresentados pelo SAF referentes à $\delta^{13}\text{C}$ foliar médio são -30,7‰, na comparação com -12,6‰ para gramíneas C4 e -30,2‰ para espécies arbóreas C₃ na Amazônia, segundo Martinelli et al. (2007). As variações na composição isotópica do carbono em ecossistemas florestais estão associadas a diversos fatores, ambientais e ecofisiológicos que determinam as nuances nas respostas fotossintéticas das plantas.

Segundo Coletta et al. (2009) em áreas de cerrado sentido restrito no Estado de São Paulo, não houveram diferenças significativas no $\delta^{13}\text{C}$ foliar entre as plantas de topo e as de meio do dossel. Já com relação à variação sazonal, o $\delta^{13}\text{C}$ foliar de ambos os estratos tenderam a ser mais enriquecidos em $\delta^{13}\text{C}$ ao longo da estação seca, mas este fato não foi confirmado estatisticamente. A grande variação nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ foliar aqui encontrados (-33,4 e -27,8 ‰) indicam variações consideráveis na composição isotópica das folhas, devido à própria variabilidade entre as espécies. Essa variação sugere a existência de estratégias distintas empregadas pelas plantas na assimilação de carbono e mecanismos de economia de água.

Os maiores valores de DAP e classes de altura do SAF, em média foram para as espécies *Schizolobium parahybae* (14,4 cm), *Musa spp.* (11,1 cm) e *Persea americana* (9,5 cm) e *Parapiptadenia rigida* (8,0 cm) e as maiores médias nos níveis de altura para *Schizolobium parahybae* (10,7 m), *Hevea brasiliensis* (8,0 m), *Parapiptadenia rígida* (8,0 m), os indivíduos no SAF estão inseridos na classe de altura que varia entre 1 a 4 metros de altura, contendo 45 indivíduos. Em comparação com áreas da Amazônia que apresentam 80% da floresta amostrada com DAP entre 10 a 29,9 cm e altura da floresta relativamente baixa

segundo Vieira et al. (2004), os valores de DAP e altura das espécies amostradas do SAF do Sítio Dagrofloresta se mostraram similares aos DAPs encontrados em áreas de florestas tropicais altamente relevantes para o estoque de carbono no ecossistema.

A biomassa epígea do SAF do Sítio Dagrofloresta ficou entre 28,4 e 39,5 Mg C.ha⁻¹ comparação com áreas de floresta amazônica que apresentaram valores máximos entre 120 a 180 Mg.ha⁻¹ (VIEIRA et al., 2004). Em áreas de cerrado sentido restrito os valores médios ficam em torno de 40 Mg C.ha⁻¹, cerrado denso 51 Mg C.ha⁻¹ e cerrado ralo 21,8 Mg C.ha⁻¹ (OTTMAR et al., 2001).

Para Kurzatkowski et al. (2007) o plantio das árvores com espaçamento adequado para cada espécie possibilita o crescimento rápido e a formação das altas copas de árvores, o que reflete na quantidade total do crescimento da biomassa e seqüestro de carbono. Sendo a introdução de espécies madeireiras nativas, excelente alternativa para o armazenamento de carbono na biomassa epígea. Espécies introduzidas no SAF Dagrofloresta como *Parapiptadenia rigida* (14,4 cm), *Musa spp.* (11,1 cm), apresentam grandes taxas de incremento de carbono na biomassa, possuindo as maiores médias de DAP das espécies nativas introduzidas neste sistema.

Os dados mostram que os SAFs são excelentes mecanismos para promover a recuperação de áreas degradadas, assim como possuem a capacidade de estocar quantidades relativamente altas de carbono em sua estrutura. Os valores encontrados para o carbono orgânico e os valores de $\delta^{13}\text{C}$ evidenciam a notória importância da prática e desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais para o desenvolvimento sustentável das atividades agropecuárias em propriedades rurais.

Destaca-se a capacidade dos SAFs na capacidade de armazenamento (observado pelas razões isotópicas de carbono nas folhas das espécies plantadas) e estoque de carbono na biomassa epígea (estimativa feita utilizando equações alométricas para o cálculo de biomassa). No entanto, a capacidade do SAF em estocar carbono no solo é similar quando comparado com áreas nativas de Cerrado assim como com outros sistemas de produção consorciados.

7. Conclusão

Levando em consideração o histórico de uso do solo (conversão cerradão-pastagem) na área onde foi implementado o SAF aqui estudado e baseando nos resultados aqui obtidos,

conclui-se que a implementação do SAF levou a uma mudança significativa na dinâmica de carbono no sistema solo-planta na área em questão, resultante da transição de plantas do tipo C₄ (pastagem) para plantas do tipo C₃ (SAF), como pode ser visto através da metodologia isotópica.

Após 10 anos de implantação do SAF, a quantidade de carbono estocado na biomassa epígea do SAF apresentou níveis similares em relação aos valores encontrados para áreas nativas de cerrado sentido restrito e cerradão. Em relação ao estoque de carbono no solo, a quantidade de carbono armazenado nos primeiros 20 cm de solo apresentou valores similares aos encontrados em áreas com diferentes usos do solo, tanto em áreas manejadas como de formações savânicas nativas do Cerrado (cerrado sentido restrito e cerradão).

8. Considerações Finais

As atividades agroecológicas, mais especificamente os SAFs em região de Cerrado, além do auxílio na recuperação de áreas degradadas, podem ser importantes na retenção do carbono no sistema solo-planta, sendo passíveis de incorporação ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e inserção na prática de comercialização dos créditos de carbono. Desta forma, poderiam ser mais incentivados a serem implementados em áreas com histórico de degradação do uso do solo, com reais possibilidades de vendas dos créditos de carbono, ajudando na promoção do desenvolvimento rural sustentável.

Conjuntamente a este estudo foi realizado a investigação da dinâmica de N e medição da taxa de decomposição de serapilheira dentro do mesmo SAF (ALVES, 2012). Posteriormente os resultados serão integrados permitindo melhor conhecimento sobre a dinâmica de N, C e decomposição de serapilheira em sistemas agroflorestais em áreas de cerrado.

O sistema solo-planta-serapilheira do SAF contribuíram significativamente para o entendimento do SAF quanto mecanismo eficaz na acumulação de carbono e eficiente na ciclagem de nutrientes dentro do sistema, configurando-o como alternativa sustentável de produção agrícola, tecnologia social de fácil implementação em propriedades rurais e instrumento de gestão ambiental rural.

Este estudo visa contribuir com a mudança de paradigmas quanto a produção rural sustentável através da viabilidade produtiva e financeira dos SAFs que auxiliam na melhoria nas condições sociais e econômicas do meio ambiente rural brasileiro, com a Política

Nacional de Agroecologia. O presente estudo também pode colaborar com atividades práticas rurais agroecológicas de pagamento por serviços ambientais de carbono e valoração ambiental.

A contextualização da gestão ambiental para o presente estudo pode ser evidenciada nas abordagens técnicas adotadas na discussão e nos resultados onde há uma integração sistêmica de todas as variáveis envolvidas nesta pesquisa a exemplo da mudança no uso da terra, quantificação de carbono e Sistemas Agroflorestais no Cerrado. A função social do gestor ambiental pode ser configurada neste caso pela implementação de atividades futuras como decorrência dos resultados práticos deste estudo, a exemplo a comercialização da futura extração de madeira nativa do SAF e de espécies frutíferas, o pagamento por serviços ambientais de carbono (valoração ambiental) e auxílio futuro no Cadastro Ambiental Rural do Sítio Dagrofloresta e difusão das técnicas, resultados e possibilidades econômicas e sociais na comunidade, entre outros.

9. Referências

ALVES, R. P. **Dinâmica de nitrogênio em sistema agroflorestal na Região de Cerrado (Brasil Central)**. 2012. 61 p. Dissertação de Graduação. Faculdade UnB de Planaltina – UnB, Planaltina – DF, 2012.

BM&F (Bolsa De Mercadorias e Futuros). Mercado de Carbono. 2007. Disponível em: <http://www.bmf.com.br/> , acesso em: setembro de 2012.

BOLFE, E. L. Sistemas Agroflorestais e sua potencialidade como serviços ambientais na agricultura familiar. **EMBRAPA**. 2007

BOLFE, E. L., FERREIRA, M. C., BATISTELLA, M. Biomassa epígea e estoque de carbono de agroflorestas em Tomé-Açu, PA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 4 (2009): 2171-2175.

BORLAUG, N.E. 2002. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (ed.). **Global warming and other eco-myths**. p. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA.

BROWN, S.; LUGO, A. Forest Tropical Secondary. **Journal of Tropical Ecology**, v.6, p.1-32, 1990.

BUSTAMANTE, M. M. C., NARDOTO, G.B., PINTO, A. S., RESENDE, J. C. F., TAKAHASHI, F. S. C., VIEIRA, L. C. G. Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. **Brazilian Journal of Biology**, 2012, vol. 72, n. 3 p. 655-671.

CALCULADORA DE CONVERSÃO – ESALQ/USP, disponível em <http://lmq.esalq.usp.br/conversao.html>, acessada em outubro de 2012.

CALDEIRA, M.V.W., SCHUMAKER, M.V., NETO, R.M.R, WATZLAWICK, L.F.; SANTOS, E.M. 2001. Quantificação da biomassa acima do solo de *Acácia mearnsii* De Wild., procedência Batemans Bay - Austrália. **Ciência Florestal**, 11 (2): 79-91.

CAPRA, F. **As Conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável**. Editora Cultrix, 2002.

CARDOSO, I., SOUZA, H., & MENDONÇA, E. (2005). Biodiversidade, recurso genético e cuidados fitossanitários. **Revista Ação Ambiental**, 31, 18-20.

CARVALHO, A. M. D., COELHO, M. C., DANTAS, R. A., FONSECA, O. P., JÚNIOR, R. G., FIGUEIREDO, C. C. Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no-tillage systems in the Brazilian savanna. **Crop & Pasture Science**. V 63 (10) p. 7, 2013.

CCX (Chicago Climate Exchange). About CCX. 2007. Disponível em: <<http://https://www.theice.com/ccx.jhtml>> acesso em: outubro de 2012.

COLETTA, L. D., NARDOTO, G. B., LATANSIO-AIDAR, S. R., & ROCHA, H. R. D. (2009). Isotopic view of vegetation and carbon and nitrogen cycles in a cerrado ecosystem, southeastern Brazil. **Scientia Agricola**, 66(4), 467-475.

COMBE, J. Técnicas agroflorestais em países tropicais: potenciais elimitações. **Agroforestry Systems**, v. 1, p. 13-27, 1982.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte de depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 425-432, abr./ jun. 1999.

CORBEELS, M., SCOPEL, E., CARDOSO, A., BERNOUX, M., DOUZET, J.M., SIQUEIRA NETO, M.S. Soil carbon storage potential of direct seeding mulch-based cropping systems in the Cerrados of Brazil. **Global Change Biol.** 12, 1773–1787, 2006.

DIXON, R. K. Sistemas agroflorestales y gases invernadores. **Agroforesteria en las Américas**, n. 2 (7), p. 22-27, 1995.

DIXON, R. K., WINJUM, J. K., SCHROEDER, P. E. Conservation and sequestration of carbon: the potencial of forest and agroforest management practices. **Global Environmental Change**, p. 159-173, 1993.

DOMINGUES, T. F., COLETTA, L. D., VIEIRA, S. A., OMETTO, J. P. H. B. **O uso da metodologia isotópica em estudos ambientais**. Relatório Final. Piracicaba. 39 p. 2006.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370 p.

EMBRAPA. **Metodologia para Estimar o Estoque de Carbono em Diferentes Sistemas de Uso da Terra**. Colombo. EMBRAPA. 2002.

EMBRAPA. **SISAP** – Amazônia Oriental, 2011, <http://www.cpa.embrapa.br/publicacoes/portifolio-cpa-pt.pdf/view>, acessado em 12 de setembro de 2012.

FROUFE, L.C.M. Potencial de Sistemas Agroflorestais multiestrata para seqüestro de carbono em áreas de ocorrência de Floresta Atlântica. **Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo**, v. 31, n. 66, p. 143-154, abr/jun 2011.

GÖTSCH, E. **O Renascer da agricultura**. AS-PTA, Rio de Janeiro. 22p., 1995.

HOFFMAN, M. R.; **Sistema Agroflorestal Sucessional – Implantação mecanizada. Um estudo de caso**. Dissertação de Graduação – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2005. 57 p.

HOMMA, A. K. O. **História da Agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 274 p.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change. 2007. Disponível em:<<http://www.ipcc.ch>>.

IPCC, <http://www.ipcc.ch/ipccreports/index.htm>, Assessment Reports, acessado em maio de 2012.

IWATA, B. D. F., LEITE, L. F. C., ARAÚJO, A. S. F., NUNES, L. A. P. L., GEHRING, C. & CAMPOS, L. P. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.7, p.730–738, 2012.

KATO, O. R.; KATO, M. S. A.; CARVALHO, C. J. R.; FIGUEIREDO, R. DE O.; CAMARÃO, A.; SÁ, T. D. DE A.; DENICH, M.; VIELHAUER, K. **Uso de agroflorestas no manejo de florestas secundárias**. In: VI CBSAF, Campos dos Goytacazes, 2006. Anais. Campos dos Goytacazes: UENF, 2006, p.119-138.

KITAMURA, P. C.; RODRIGUES, G. S. **Valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais**. In: III CBSAF, Manaus, 2000. Anais. Manaus: Embrapa, 2000, p.115-121. .

KLINK, C.A., MACHADO, R.B. Conservation of Brazilian Cerrado. **Conservation**

Biology, v.19, p.707-713, 2005.

KURZATKOWSKI, D. "Potencial do seqüestro de carbono nos sistemas agroflorestais: análise dos quatro sistemas implantados no município de Pium – TO". **Revista Carbono Social**, v.1, p. 75-80, 2007.

LILIENFEIN, J., WILCKE, W., ZIMMERMANN, R., GERSTBERGER, P., ARAÚJO, GM. and ZECH, W., 2001. Nutrient storage in soil and biomass of native Brazilian Cerrado. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, vol. 164, no. 5, p. 487-495

LOSS, A., PEREIRA, M. G., SCHULTZ, N., DOS ANJOS, L. H. C., & DA SILVA, E. M. R. Quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso do solo e épocas de avaliação. **Bragantia**, 69 (4), p. 913-922, 2010.

MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BRUNET, D.; BALBINO, L.C.; VILELA, L.; BROSSARD, M. Carbon and nitrogen stocks in a Brazilian clayey Oxisol: 13-year effects of integrated crop-livestock management systems. **Soil and Tillage Research**, v.103, p.442-450, 2009.

MARTINELLI, L. A., OMETTO, J. P. H. B., ISHIDA, F. Y., DOMINGUES, T. F., NARDOTO, G. B., OLIVEIRA, R. S., EHLERINGER, J. R. **The Use of Carbon and Nitrogen Stable Isotopes to Track Effects of Land-Use Changes in the Brazilian Amazon Region. Stable Isotopes as Indicators of Ecological Change**, 2007. c. 19, p. 301-318.

MARTINELLI, L. A., OMETTO, J. P. H. B., FERRAZ, E. S., VICTORIA, L. R., DE CAMARGO, P. B., MOREIRA, M. Z. **Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis**. 2009. Editora Oficina de Textos. 144 p.

MAY, P. H., BOHRER, C. B., TANIZAKI, K., DUBOIS, J. C. L., LANDI, M. P. M., CAMPAGNANI, S., NETO, S. N. O. AND DA VINHA, V. G. **"Sistemas agroflorestais e reflorestamento para captura de carbono e geração de renda."** VI Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica - ECOECO (2005).

MENDES, I. C., F, F. M., CHAER, G. M. & JUNIOR, B. D. R. Biological functioning of Brazilian Cerrado soils under diferente vegetation types. **Plant and Soil**. v.350 n. 1-2. 2012.

MIRANDA, S. C. **Variação espacial e temporal da biomassa vegetal em áreas de Cerrado**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G. A. B., KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. V. 403. p. 83-858. 2000.

MONTAGNINI, F., NAIR, P. K. R. Carbon Sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. **Agroforest Systems**. 61:281-295. 2004.

MURILLO, M.A. 1997. Almacenamiento y fijación de Carbono en ecosistemas forestales. **Revista Forestal Centroamericana**, 6(19):9-12

NARDOTO, G.B. **Abundância Natural de ^{15}N na Amazônia e Cerrado – implicações para a ciclagem de Nitrogênio**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

NEVES, C. M. N. D., SILVA, M. L. N., CURTI, MACEDO, N. R. L. G., TOKURA, A. M. Estoque de carbono em Sistemas Agrossilvopastoril, Pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 28, n. 5, p. 1038-1046, set, 2004.

NOBRE, C.A. Mudanças Climáticas Globais: possíveis impactos das mudanças climáticas nos ecossistemas do país. 2001.

NOBRE, C.A.; Sampaio, G.; Salazar, L. Mudanças climáticas e Amazônia. **Ciência e Cultura**, v.59, p.22-27.2007.

NUNES, R. D. S., LOPES, A. A. D. C., SOUZA, D. M. G. D., MENDES, I. D. C. Sistemas de manejo e os estoques de carbono e Nitrogênio em latossolo de cerrado com a Sucessão soja-milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 35:1407-1419, 2011

OMETTO, J. P. H. B., LAWRENCE B. FLANAGAN, LUIZ A. MARTINELLI, MARCELO Z. MOREIRA, NIRO HIGUCHI, AND JAMES R. EHLERINGER. Carbon isotope discrimination in forest and pasture ecosystems of the Amazon Basin, Brazil. **Global Biogeochem. Cycles** 16, no. 4 (2002): 1109.

OSTERROOHT, V. M. 2002. Manejo de SAF's. **Agroecologia Hoje**,15: 12-13.

OTS; CATIE. **Sistemas Agroflorestales:Princípios e aplicaciones en lós trópicos**. San José – Costa Rica: CATIE, 1986.

OTTMAR, R. D, VIHANEK, R. E, MIRANDA, H. S, SATO M., ANDRADE, S. M. A. (2001) Stereo photo series for quantifying Cerrado Fuels in Central Brazil, v. 1. **General Technical Report**. Portland, OR, 87 p.

PAULA, M. G., VIEIRA, A. L. M., RESENDE, A. S., CAMPELLO, E. F.C., Florística do sistema agroflorestal implantado com a função de corredor ecológico em Seropédica, RJ. **Embrapa Agrobiologia**, 2009.

PENEREIRO, F. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), 1999. 136p. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, 1999.

RIBEIRO, J. F., WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. ed. Cerrado ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA/CPAC, 1998. p. 89-166.

SALIS, S. M. **Distribuição das espécies arbóreas e estimativa da biomassa aérea em savanas florestadas, Pantanal da Nhecolândia, estado do Mato Grosso do Sul**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2004.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A. OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. il. Inclui apêndices.

SÍTIO DAGROFLORESTA, - <http://www.dagrofloresta.com.br> acessado em Dezembro de 2012.

SGROTT, F. A. **Acúmulo de carbono no solo e na biomassa de três espécies arbóreas associadas a fungos micorrízicos arbusculares (FMAs)**. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2010.

SMITH, N. 1996. Home gardens as a springboard for agroforestry development in Amazonia. **International Tree Crops Journal**, 9: 11-30.

TITO, M. R. (2009). Guia para determinação de carbono em pequenas propriedades rurais. **ICRAF**.

TRIVELIN, C. O. **Fracionamento dos isótopos estáveis de carbono na fixação do CO₂ atmosférico por plantas C₃, C₄ e com aplicações**. 2009. 26 p.

VIANA, V. M.; MATOS, J. C. S.; AMADOR, D. B. **Sistemas agroflorestais e desenvolvimento rural sustentável no Brasil**. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26., Rio de Janeiro: SBCS, 1997.

VIEIRA, S., DE CAMARGO, P. B., SELHORST, D., DA SILVA, R., HUTYRA, L., CHAMBERS, J. Q., BROWN, F. I., HIGUCHI, N., DOS SANTOS, J., WOFSEY, S. C., TRUMBORE, S. E., & MARTINELLI, L. A. (2004). Forest structure and carbon dynamics in Amazonian tropical rain forests. **Oecologia**, 140(3), 468-479. .

WALSH, M. J. Maximizing financial support for biodiversity in the emerging Kyoto protocol markets. **The Science of the Environment**, v.240, p. 45-56, 1999.

ANEXO 1

Lista de espécies com respectivo Diâmetro da Altura do Peito (DAP) e Altura estimada em metros do SAF no Sitio Dagrofloresta, localizado na região administrativa de Planaltina – DF.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	DAP (cm)	ALTURA (m)
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	2,8	3
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	3,5	5
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	6,7	5
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	3,0	4
Annonaceae	<i>Anona muricata</i>	Graviola	6,2	7
Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	5,3	5
Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	2,6	2
Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	3,3	4
Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	2,5	3
Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	3,7	4
Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	3,2	3
Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	2,3	2
Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	2,1	4
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i>	Seringueira	4,1	8
Fabaceae	<i>Schizolobium parahybae</i>	Guapuruvu	16,3	12
Fabaceae	<i>Schizolobium parahybae</i>	Guapuruvu	22,2	12
Fabaceae	<i>Schizolobium parahybae</i>	Guapuruvu	24,6	12
Fabaceae	<i>Schizolobium parahybae</i>	Guapuruvu	9,1	12
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Amora	7,0	5
Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Angico Jacaré	3,7	3

Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Angico Jacaré	4,0	4
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico Vermelho	4,6	6
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico Vermelho	5,4	4
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico Vermelho	6,4	6
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico Vermelho	5,5	6
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico vermelho	6,1	6
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico Vermelho	10,2	10
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico Vermelho	12,2	10
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico Vermelho	4,4	10
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico Vermelho	10,5	10
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico Vermelho	10,8	10
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Angico Vermelho	11,3	10
Fabaceae	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá	2,4	3
Fabaceae	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá	2,9	7
Fabaceae	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá	3,5	4
Fabaceae	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá	3,9	5
Fabaceae	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá	5,7	5
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Guapuruvu	9,4	12
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Guapuruvu	4,8	4
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá Branco	1,6	2
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá Branco	4,8	6
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá Branco	9,2	8
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá Branco	7,5	10
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá Branco	10,8	8
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá Branco	9,8	8

Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá Branco	3,8	5
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá Branco	6,8	8
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá Branco	4,8	5
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá Branco	8,7	5
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	9,2	10
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	6,4	10
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	3,0	3
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	5,0	5
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	4,9	5
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	4,6	6
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	3,7	5
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	14,6	10
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	12,4	10
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	3,2	5
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	4,3	4
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	7,9	10
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	5,1	6
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	11,8	10
Fabaceae	<i>Zygia sanguínea</i>	Ingá Vermelho	7,1	10
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Jatobá	6,4	5
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Jatobá	1,9	2
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Jatobá	3,3	3
Fabaceae	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna	4,4	5
Fabaceae	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna	2,7	4
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Abacate	12,6	8

Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Abacate	6,3	8
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	4,4	6
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	5,1	8
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	7,1	8
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	7,9	8
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	6,6	6
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	Amora	2,5	2
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	Amora	8,8	6
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	Amora	14,5	7
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	Amora	3,3	3
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	Amora	1,6	2
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	Amora	7,3	2

ANEXO 2

Lista das espécies arbóreas com respectivo $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e concentração de carbono foliar para o SAF no Sítio Dagrofloresta, localizado na região administrativa de Planaltina – DF.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	C (‰)
<i>Caesalpinioideae</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	-30,04	49,51
<i>Caesalpinioideae</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	-33,02	48,60
<i>Caesalpinioideae</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	-32,91	50,85
<i>Fabaceae</i>	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico Vermelho	-32,29	48,99
<i>Fabaceae</i>	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico Vermelho	-29,89	51,19
<i>Fabaceae</i>	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico Vermelho	-29,13	53,07
<i>Fabaceae</i>	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Angico Jacaré	-31,78	45,07
<i>Fabaceae</i>	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Angico Jacaré	-29,09	48,27
<i>Fabaceae</i>	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Angico Jacaré	-32,35	45,18
<i>Fabaceae</i>	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Angico Jacaré	-31,54	44,69
<i>Fabaceae</i>	<i>Zygia sanguinea</i>	Ingá Vermelho	-33,41	49,74
<i>Fabaceae</i>	<i>Zygia sanguinea</i>	Ingá Vermelho	-31,83	47,56
<i>Fabaceae</i>	<i>Zygia sanguinea</i>	Ingá Vermelho	-31,81	47,25
		Nativa	-33,05	43,77
		Nativa	-30,77	48,34
<i>Fabaceae</i>	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá	-29,15	45,07
<i>Fabaceae</i>	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá	-30,63	45,77
<i>Fabaceae</i>	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Araribá	-30,42	45,33
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Mangifera indica</i>	Manga	-30,30	44,86
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Mangifera indica</i>	Manga	-28,25	44,77
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Mangifera indica</i>	Manga	-28,30	45,26

<i>Leguminosae</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	-29,16	45,14
<i>Leguminosae</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	-29,74	44,71
<i>Leguminosae</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	-27,78	46,68
<i>Leguminosae</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	-27,90	45,46
<i>Moraceae</i>	<i>Artocarpus integrifolia</i>	Jaca	-31,40	40,98
<i>Moraceae</i>	<i>Artocarpus integrifolia.</i>	Jaca	-31,78	40,83
<i>Moraceae</i>	<i>Artocarpus integrifolia.</i>	Jaca	-33,08	40,56
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Spathodea campanulata</i>	Espatódia	-32,14	44,18
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Spathodea campanulata</i>	Espatódia	-31,47	45,18
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Spathodea campanulata</i>	Espatódia	-29,55	42,78
<i>Fabaceae</i>	<i>Schizolobium parahybae</i>	Guapuruvu	-31,79	47,38
<i>Fabaceae</i>	<i>Schizolobium parahybae</i>	Guapuruvu	-29,85	48,86
<i>Fabaceae</i>	<i>Schizolobium parahybae</i>	Guapuruvu	-30,26	47,87
<i>Fabaceae</i>	<i>Copaifera sp</i>	Copaíba	-29,69	51,07
<i>Fabaceae</i>	<i>Copaifera sp</i>	Copaíba	-29,52	50,82
<i>Fabaceae</i>	<i>Copaifera sp</i>	Copaíba	-30,13	50,11
<i>Fabaceae</i>	<i>Copaifera sp</i>	Copaíba	-30,22	44,66
<i>Fabaceae</i>	<i>Ingá marginata</i>	Ingá Colar	-32,02	46,57
<i>Fabaceae</i>	<i>Ingá marginata</i>	Ingá Colar	-32,99	46,66
<i>Fabaceae</i>	<i>Ingá marginata</i>	Ingá Colar	-33,23	45,54
<i>Rubiaceae</i>	<i>Coffea arabica</i>	Café	-31,02	43,61
<i>Rubiaceae</i>	<i>Coffea arabica</i>	Café	-31,44	42,58
<i>Rubiaceae</i>	<i>Coffea arabica</i>	Café	-32,42	43,80
<i>Moraceae</i>	<i>Morus nigra</i>	Amora	-29,62	41,54
<i>Moraceae</i>	<i>Morus nigra</i>	Amora	-32,31	39,51

<i>Moraceae</i>	<i>Morus nigra</i>	Amora	-31,77	39,22
<i>Fabaceae</i>	<i>Dipteryx alata</i>	Baru	-31,44	48,48
<i>Fabaceae</i>	<i>Dipteryx alata</i>	Baru	-31,38	47,13
<i>Fabaceae</i>	<i>Dipteryx alata</i>	Baru	-30,82	47,19
<i>Rubiaceae</i>	<i>Alibertia sp</i>	Marmelada	-29,36	45,86
<i>Rubiaceae</i>	<i>Alibertia sp</i>	Marmelada	-30,69	43,53
<i>Lauraceae</i>	<i>Persea americana</i>	Abacate	-31,36	46,82
<i>Lauraceae</i>	<i>Persea americana</i>	Abacate	-31,09	46,16
<i>Leguminosae</i>	<i>Clitoria racemosa</i>	Sombrero Mexicano	-29,23	45,58
<i>Leguminosae</i>	<i>Clitoria racemosa</i>	Sombrero Mexicano	-30,62	45,87
<i>Annonaceae</i>	<i>Anona muricata.</i>	Graviola	-32,34	42,71
<i>Annonaceae</i>	<i>Anona muricata.</i>	Graviola	-30,65	43,01
<i>Fabaceae</i>	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna	-29,27	47,00
<i>Fabaceae</i>	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipiruna	-30,22	44,70
<i>Musaceae</i>	<i>Musa sp.</i>	Banana	-29,63	43,17
<i>Musaceae</i>	<i>Musa sp.</i>	Banana	-28,63	45,37
<i>Fabaceae</i>	<i>Cassia occidentalis</i>	Fedegoso	-30,83	49,32
<i>Bixaceae</i>	<i>Bixa orellana</i>	Urucum	-31,27	44,98
<i>Rubiaceae</i>	<i>Tocoyena sellowiana</i>	Jenipapo bravo	-28,34	45,17
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus persica</i>	Pêssego	-31,61	41,98
