



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC2015
10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE ESPÉCIES NATIVAS E ESTOQUE DE CARBONO EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Tales Henrique Dias **Chaves**¹; Paulo Sergio **Cordeiro Júnior**²; Lucas Zambelli Migliaccio **Miguel**³;
Monica Helena **Martins**⁴; Maria Teresa Vilela Nogueira **Abdo**⁵

Nº 15314

RESUMO - O Sistema Agroflorestal (SAF) é uma importante ferramenta para a recuperação de áreas degradadas contribuindo para a diminuição do processo erosivo, aumentando a matéria orgânica do solo, facilitando a infiltração de água e diminuindo o escoamento superficial. A inclusão de espécies arbóreas consorciadas com cultura agrícolas promove a cobertura do solo e a biodiversidade além de oferecerem alternativas de renda para os agricultores. O presente estudo foi realizado no Pólo Centro Norte- APTA ,Pindorama - SP e teve como objetivo avaliar o crescimento das espécies arbóreas de um SAF instalado em 2011 verificando o número de espécies vivas, diâmetros das mesmas, a biomassa e o estoque de carbono da vegetação arbórea após 4 anos. Os tratamentos com maior número de espécies vivas foram os tratamentos 1 e 3. O tratamento 4 , com manejo mais intensivo e menor proteção de solo apresentou menores valores para número de árvores vivas, biomassa e estoque de carbono. O estoque total de carbono para todas as árvores vivas do sistema agroflorestal em quatro anos (2011-2015) foi 5,83 t / ha e a biomassa total da árvore foi 12,99 t / ha.

Palavras-chaves: Estoque de carbono, espécies arbóreas nativas, plantio direto, sistema agroflorestal.

ABSTRACT- The Agroforestry System (AFS) is an important tool for the recovery of degraded areas contributing to the reduction of erosion, increasing soil organic matter, facilitating water infiltration and decreasing runoff. The inclusion of tree species intercropped with agricultural culture promotes land cover and biodiversity as well as provide alternative sources of income for farmers.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Agronomia, UNIRP, S.J. Rio Preto-SP; taleshenrique06@gmail.com

2 Colaborador, Bolsista Treinamento Técnico 1 Fapesp-IAC, Graduação em Agronomia, UNIRP, S.J.Rio Preto-SP.

3 Colaborador , Engenheiro Agrônomo, Bolsista no Polo Centro Norte-APTA, Pindorama– SP.

4 Colaboradora ,Engenheira Agrônoma, Bolsista no Polo Centro Norte-APTA, Pindorama– SP.

5 Orientador: Pesquisador do Polo centro Norte-APTA,Pindorama-SP; mtvilela@apta.sp.gov.br



This study was conducted in Polo Centro Norte- APTA, Pindorama-SP and aimed to evaluate the growth of tree species of a AFS installed in 2011 by surveying the number and diameter of living species, biomass and carbon stock of trees after 4 years. Biomass production (36.75 T) and carbon stock (16.54 T) were significantly higher in the treatment 2, right edge, probably due to fertilization of annual crops this treatment. Treatments with highest number of living species were the treatments 1 and 3. Treatment 4, with more intensive management and lower soil protection had lower values for number of live trees, biomass and carbon stocks. The total carbon stock for all living trees agroforestry system in four years (2011-2015) was 46.82 t / ha and total tree biomass was 104.04 t / ha.

Key-words: Carbon stock, native tree species, no tillage, agroforestry systems.

1 INTRODUÇÃO

Sistemas Agroflorestais são sistemas de produção que incluem a produção agrícola com diferentes culturas e espécies arbóreas o que promove a biodiversidade do ecossistema e otimiza o uso da terra além de oferecer alternativas de renda para o proprietário. Este sistema é uma estratégia prática para minimizar o uso intensivo da terra com monocultura, além de servir como uma estratégia para compor projeto de restauração florestal melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo pela ciclagem de nutrientes e controle de erosão (ABDO et al., 2008).

Em projetos de revegetação e restauração de áreas degradadas deve induzir o processo de sucessão natural, restaurando a estrutura e composição da floresta por meio da regeneração natural e os Sistemas Agroflorestais (SAFs) podem figurar como alternativa para essas situações sendo que a escolha acertada das espécies que serão plantadas e suas interações são determinantes para o sucesso desses projetos.

O comportamento das espécies nativas quanto à exigência de condições ideais para sua germinação e estabelecimento em áreas de florestas levou a separação do grande número de espécies da floresta tropical em grupos ecológicos cujo conceito tem sido fundamental para processos de restauração florestal e no manuseio de varias espécies faz-se um agrupamento por funções semelhante e de acordo com exigências principalmente na resposta à luz . O arranjo das espécies no campo deve atender suas exigências e o pegamento e monitoramento do crescimento



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

dessas espécies são formas de se avaliar se o modelo de plantio e a escolha das espécies dos diferentes grupos sucessionais foram acertados e a interação dessas espécies com as culturas.

A manutenção de áreas florestais nativas, plantios homogêneos ou mistos e sistemas agroflorestais têm atraído a atenção uma vez que pode contribuir significativamente para reduzir as emissões de carbono e mitigar a mudança climática reduzindo a emissão de carbono, a principal fonte de emissões de gases de efeito estufa em países tropicais. Essas áreas sequestram e estocam mais carbono do que qualquer ecossistema terrestre e muitos esforços têm sido feitos para preservá-las. Para quantificar a eficiência da redução das emissões de CO₂ é necessário realizar um levantamento, estimar os estoques de carbono na biomassa florestal e propor métodos relacionando-os com as estimativas do carbono florestal sequestrados e redução de emissões de CO₂. Projetos que medem a floresta relacionando-a com o desenvolvimento de técnicas e métodos para a estimativa do estoque de carbono de árvores individuais e os diferentes componentes da floresta são necessários (PAIXÃO et al., 2006).

Em 1998, foi realizada a estabilização de uma voçoroca no Polo Centro Norte-APTA, Pindorama-SP com a construção de quatro açudes a fim de minimizar a erosão provocada pelo escoamento da água da chuva (ABDO et al., 2013). Em fevereiro de 2011, na margem dos açudes foi plantado um sistema agroflorestal com 33 espécies de árvores nativas de diferentes espécies (ABDO et al., 2012) onde cada açude recebeu um manejo diferenciado interferindo de forma diferente no crescimento das árvores. Após quatro anos avaliou-se o crescimento das árvores e a influência dos manejos adotados na mortalidade, biomassa e no estoque de carbono das árvores.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O Polo Centro Norte- APTA é uma unidade de pesquisa com 532 ha onde 141 ha são fragmentos de floresta. A região apresenta problemas de erosão devido ao fato do solo nessa região ser classificado como argissolo, muito susceptível à erosão (VIEIRA et al., 1999). Em uma voçoroca de 700 m de comprimento e 15 m de profundidade foi realizado um trabalho de estabilização em 1998 com a construção de quatro açudes e plantado um SAF nas margens dos mesmos para recuperação da vegetação e proteção do solo.

De acordo com Lepsch e Valadares (1976), o Polo Centro Norte está localizado nas coordenadas 48 55 'W e 21 13' S, o clima é Koeppen Aw, tropical chuvoso e a altitude varia 498-594 m, com declividades de 2% e 10% .

2.2 Implantação do Sistema Agroflorestal

A seguir tem-se o esquema de plantio do SAF com diferentes manejos (Figura 1)



Figura 1. Manejo diferenciado adotado nos quatro açudes durante a instalação do sistema agroflorestal. (Adaptado de Abdo et al. 2012)

No plantio do SAF adotou-se manejo diferenciado partindo da menor interferência no solo (Açude1) para cultivo intensivo e sem proteção da vegetação (Açude 4) e foram escolhidas 33 espécies nativas (24 espécies pioneiras e 6 espécies climáticas) e 3 espécies comerciais: seringueira, urucum e acerola cujos nomes científicos e o arranjo aparecem na figura 2.

Jambo <i>Syzygium malaccense</i>	Algodão do mato <i>Guazuma crinita</i>	Paineira branca <i>Chorisia glaziovii</i>	Farinha seca <i>Albizia haslerii</i>	Araça pera <i>Psidium acutangulum</i>	Embaúba <i>Cecropia pachystachya</i>	Ângico vermelho <i>Anadenanthera macrocarpa</i>
Andá-assu <i>Joannesia princeps</i>	SERINGUEIRA	Maria mole <i>Dilodendron bipinnatum</i>	Ingá de metro <i>Inga edulis</i>	Ângico vermelho <i>Anadenanthera macrocarpa</i>	SERINGUEIRA	Andá-assu <i>Joannesia princeps</i>
Paineira barriguda <i>Ceiba samauma</i>	Jatobá <i>Hymenaea Courbaril</i>	ACEROLA	URUCUM	ACEROLA	Jequitibá vermelho <i>Cariniana Legalis</i>	Ároeira pim inteira <i>Schinus terebinthifolia</i>
Ângico vermelho <i>Anadenanthera macrocarpa</i>	SERINGUEIRA	URUCUM	SERINGUEIRA	URUCUM	SERINGUEIRA	Monjoleiro <i>Acacia polyphylla</i>
Jaracatiá <i>Jaracatia spinosa</i>	URUCUM	ACEROLA	Ipê Roxo sete folhas <i>Tabebuia Heptaphylla</i>	ACEROLA	URUCUM	Canudeiro <i>Mabea fistulifera</i>
Goiaba <i>Psidium guajava</i>	SERINGUEIRA	URUCUM	SERINGUEIRA	URUCUM	SERINGUEIRA	Pau d'alho <i>Galessia integrifolia</i>
ACEROLA	Espeteiro <i>Casearia gossypiosperma</i>	ACEROLA	URUCUM	ACEROLA	Espeteiro <i>Casearia gossypiosperma</i>	ACEROLA
Farinha seca <i>Albizia haslerii</i>	Algodão do mato <i>Guazuma crinita</i>	SERINGUEIRA	URUCUM	SERINGUEIRA	URUCUM	Pau ferro <i>Caesalpinia ferrea</i>
Canafistula <i>Pekophorum dubium</i>	ACEROLA	Geniparana <i>Gustavia Augsta</i>	ACEROLA	Jequitibá branco <i>Cariniana estrellensis</i>	ACEROLA	Camu-camu <i>Myrciaria dubia</i>
Embaúba <i>Cecropia pachystachya</i>	Pororoca <i>Rapanea guianensis</i>	Ingá mirim <i>Inga laurina</i>	Embaúba <i>Cecropia pachystachya</i>	Ingá de metro <i>Inga edulis</i>	Pau formiga <i>Triplaris americana</i>	Capixingui <i>Croton floribundus</i>

LEGENDA: Pioneiras Climáticas Acerola Seringueira Urucum

Figura 2. Nomes e distribuição das espécies dentro de cada parcela do Sistema Agroflorestal.



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

O Sistema Agroflorestal foi implantado à partir de 17 de fevereiro de 2011 onde cada margem dos açudes teve quatro parcelas compostas por 10 linhas com sete plantas, no espaçamento entre as linhas de 3,0 m no Tratamento 1 onde não haveria uso de implementos agrícolas e de 3,5 m nos tratamentos 2, 3 e 4 para facilitar tráfego implementos agrícolas e espaçamento entre as espécies na linha de 2 m. Nos tratamentos 2 e 3 foram utilizadas entre as linhas das árvores sementes de Milho Híbrido 2B710HR da Dow AgroSciences, no açude 2 o milho foi plantado no esquema de plantio direto e no tratamento 3 no esquema convencional.

2.3 Inventário das espécies arbóreas

As árvores foram inventariadas em janeiro de 2015 com. Com a altura medida com régua de madeira graduada a circunferência à altura do peito (CAP) medida com fita graduada. O diâmetro a altura do peito (DAP) foi calculado pela fórmula: $DAP = CAP / 3,1416$

2.4 Metodologia para determinação da biomassa das árvores por métodos indiretos

Estimou-se a biomassa das árvores pelo método indireto desenvolvido pelo ICRAF (AREVALO et al., 2002) onde à partir de um inventário e aplicando a metodologia a seguir com resultados obtidos em toneladas de carbono por hectare (TC / ha).

2.4.1 Biomassa das árvores vivas

Para estimar o carbono armazenado na biomassa de todas as árvores vivas foram considerados os dados das árvores que apresentaram DAP maior que 2,5 centímetros à altura do peito. Para cada indivíduo as seguintes informações foram registradas: nome, localização de espécies florestais por coordenadas geodésicas geradas por GPS de árvores (mortas ou vivas), altura em metros, CAP e DAP em centímetros.

2.4.2 Cálculo da biomassa arbórea viva (BA) (kg/árvore) das áreas florestais:

Para calcular a biomassa de cada uma das árvores vivas e mortas em pé, utilizou-se a seguinte equação: $BA \text{ (kg/árvore)} = 0,1184 \text{ DAP}^{2,53}$

Onde: BA = biomassa de árvores vivas e mortas em pé; 0,1184 = constante; DAP= diâmetro da altura do peito DAP (cm) e 2,53 = constante

Depois calculou-se a biomassa por hectare, relacionando a biomassa de todas as árvores e a área de cada parcela>(*Área das parcelas no tratamento 1 = 420 m² *Área das parcelas nos



tratamentos 2, 3 e 4= 490 m²). Árvores mortas em pé poderão ser determinadas pela mesma fórmula acima.

2.4.3 Cálculo do carbono arbórea viva (BA) (kg/árvore) das áreas florestais:

Calculou-se o estoque de carbono de cada árvore pela fórmula proposta por AREVALO et al.(2002) à partir da biomassa, já expressa em t/ha: $CBA (t/ha) = BAT * 0,45$

Onde: CBA (t/ ha) = carbono da biomassa das árvores ;BAT = Biomassa total de árvores vivas e árvores mortas e 0.45 = constante

2.4.4 Análise Estatística

Para o número de árvores vivas dentro de cada grupo sucessional foram considerados os valores de todas as árvores vivas na parcela e para os resultados de diâmetro, biomassa e estoque de carbono, foram considerados os dados apenas das árvores que apresentavam diâmetro à altura do peito $\geq 2,5$ cm (DAP). Todas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os dados apresentados foram coletados em janeiro de 2015.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foram avaliados os números de árvores vivas das espécies nativas (pioneiras e climáticas) e espécies comerciais (seringueira, acerola e urucum).

Tabela 1: Árvores vivas do Sistema Agroflorestal após quatro anos de plantio nos quatro tratamentos: coeficiente de variação (CV), média geral (MG), número de árvores vivas de espécies nativas, seringueira, urucum e acerola em janeiro de 2015.

Varição	Espécies Nativas	Seringueira	Urucum	Acerola
CV %	17.02	88.12	39.79	106.40
MG	15.56	2.40	6.65	1.43
Tratamento 1	15.75 a	4.75 a	7.75 a	1.87 a
Tratamento 2	14.50 a	1.12 b	6.37 a	0.62 a
Tratamento 3	17.25 a	2.00 b	8.75 a	1.87 a
Tratamento 4	14.75 a	1.75 b	3.75 b	1.37 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferenças significativas pelo método de Tukey ($p > 0,05$)

Os diferentes manejos adotados em cada açude influenciaram o pegamento das árvores e apresentaram diferenças estatísticas para as árvores de seringueira e urucum. Na tabela 1 pode-se



observar que houve diferença significativa para número de árvores vivas de seringueira que tiveram um melhor pegamento no tratamento 1. As mudas de urucum não tiveram um bom desenvolvimento do tratamento 4. O manejo diferenciado também influenciou o pegamento de mudas de seringueira e urucum que apresentaram valores estatisticamente diferentes entre si. Quando as árvores vivas são agrupadas o tratamento 1 e 3 são os tratamentos com maior porcentagem de árvores vivas e o tratamento 4 apresenta uma diferença significativamente menor para o pegamento das árvores (Tabela 2).

Tabela 2: Crescimento das árvores e estoque de carbono do sistema agroflorestal após quatro anos de plantio em quatro sistemas de plantio diferenciados: coeficiente de variação (CV), média geral (MG), árvores vivas (AV), média de diâmetro a altura do peito $\geq 2,5$ cm (DAP), média de altura das árvores (H), biomassa acumulada pelas árvores (B), estoque de carbono das árvores (C) em janeiro de 2015.

Varição	AV	DAP(cm)	H (cm)	B (T/ ha)	C (T/ha)
CV %	20,83	17,25	12,02	47,07	47,07
MG	26,06	7,22	3,68	3,25	1,46
Tratamento 1	30,12 a	7,01 a	3,11 a	3,30 ab	1,48 ab
Tratamento 2	22,62 bc	8,20 a	2,87 ab	4,59 a	2,06 a
Tratamento 3	29,87 ab	6,72 a	2,30 c	2,68 ab	1,21 ab
Tratamento 4	21,62 c	6,97 a	2,45 bc	2,42 b	1,08 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferenças significativas pelo método de Tukey ($p > 0,05$)

O tratamento 1 teve um manejo menos intensivo do solo sem exposição do mesmo à erosão já que a área foi roçada e as mudas foram plantadas em covas abertas após a roçada, sem revolvimento do solo. O tratamento 4, com revolvimento e menor proteção do solo uma vez que não houve cultura intercalar deixando-o exposto após preparo. No tratamento 3 a adubação da cultura intercalar parece ter favorecido o pegamento das árvores. Essa situação também influenciou a biomassa e o estoque de carbono das árvores no período avaliado com valores estatisticamente menores no tratamento 4.

4 CONCLUSÕES

O manejo diferenciado influenciou na taxa de mortalidade e crescimento de espécies arbóreas plantadas no Sistema Agroflorestal avaliado.



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

O pegamento, a biomassa produzida e conseqüentemente o estoque de carbono das espécies arbóreas apresentaram valores estatisticamente maiores em tratamentos que priorizaram manejo conservacionista e maior proteção do solo.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa PIBIC concedida ao aluno Tales Henrique Dias Chaves.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDO, M.T.V.N., VALERI S.V., MARTINS, A.L.M. 2008. Sistemas Agroflorestais e Agricultura Familiar: Uma Parceria Interessante. **Revista Tecnologia & Inovação-Agropecuária**.1(2): 51-59. Disponível em <http://www.dge.apta.sp.gov.br/Publicacoes/T&I/Av1n2/Artigo_Agroflorestais_5.pdf> Acesso em 03 jun 2015.

ABDO, M.T.V.N., MARTINS, A.L.M., FINOTO, E.L., FABRI, E.G., PISSARRA, T.C.T., BIERAS, A.C., LOPES, M.C. 2012. Implantação de Sistema Agroflorestal com seringueira, urucum e acerola sob diferentes manejos. **Revista Pesquisa & Tecnologia**.9(2): 1-16. Disponível em <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/julho-dezembro-2/1327-implantacao-de-sistema-agroflorestal-com-seringueira-urucum-e-acerola-sob-diferentes-manejos/file.html>> Acesso em 10 jun 2015.

ABDO, M.T.V.N., VIEIRA, S.R., MARTINS, A.L.M., SILVEIRA, L.C.P. 2013. Gully erosion stabilization in a highly erodible kandiuistalf soil at Pindorama, São Paulo state, Brazil. *Ecological Restoration*. 31(3):246-249. doi:10.3368/er.31.3.246

AREVALO, L.A., ALEGRE, J.C., VILCAHUAMAN, J.M. 2002. **Methodology for Estimating Carbon Stocks in Different Land Use Systems**. Colombo. EMBRAPA.. 38 p.

LEPSCH, I. F.; VALADARES, J. M. A. S. 1976. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Pindorama. **Bragantia**, 35(2): 13-40.

PAIXÃO, F.A, SOARES, C.P.B., JACOVINE, L.A.G., SILVA, M.L., LEITE, L.G., SILVA, G.F. 2006. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**. 30 (3): 411-420.

VIEIRA, S.R., MARTINS, A.L.M., SILVEIRA, L.C.P. 1999. **Relatório de Implantação do Projeto de Recuperação Ambiental da Estação Experimental de Agronomia de Pindorama**, Pindorama, São Paulo, 13p.