



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Estimativas de biomassa e carbono em sistema silvipastoril com núcleos arbóreos (PRVnúcleos)

Biomass and carbon measurements in silvipastoral system with tree nuclei (Voisin SSP+nuclei)

SILVA, André de Almeida^{1,5}; SCHIMIT FILHO, Abdon L.^{2,5} FANTINI, Alfredo C.^{3,5}; ZAMBIAZI, Daisy C.^{4,5}; SINISGALLI, Paulo A.^{5,5}

¹⁾ Doutorando Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (PPGA/UFSC) & Lab. de Sistemas Silvipastoris LASS/UFSC andre.silva.bio@hotmail.com ⁽²⁾ Orientador LASS PPGA/UFSC & Gund Institute for Ecological Economics Gund IEE/ UVM abdonfilho@hotmail.com; ⁽³⁾ Orientador LEMEF PPGA/UFSC alfredo.fantini@ufsc.br ⁽⁴⁾ Doutoranda LEMEF PPGA/UFSC daizyzamb@gmail.com; ⁽⁵⁾ Prof PROCAN USP psinisgalli@usp.br; ⁽⁶⁾ Redesigning Agroecosystems Reseach Group RAR/PPGA/UFSC Rod. Admar Gonzaga, 1346, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, Brasil.

Tema Gerador: Manejo de Agroecossistemas e Agricultura Orgânica

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o estoque de biomassa e carbono em sistema Voisin Silvipastoril com Núcleos Arbóreos (PRVnúcleos) em duas propriedades rurais familiares no município de Santa Rosa de Lima – SC. Em 2012, foram implantados 40 núcleos por hectare de pastagem com área de 25 m² cada e isolados com cerca eletrificada. Foram estimados 236.952 kg/ha de biomassa e 53.971 carbono kg/ha, além dos demais serviços ecossistêmicos de provisão, regulação e cênicos/culturais. O Sistema Silvipastoril com Núcleos Arbóreos proporciona o acúmulo de carbono e outros serviços ecossistêmicos se constituindo em uma importante alternativa que simultaneamente oportuniza a produção de bens e serviços enquanto viabiliza a restauração ecológica nas áreas de pastagem do Bioma Mata Atlântica. O PRVnúcleo se caracteriza como um importante sumidouro de carbono.

Palavras-chave: serviços ambientais; provisão; sistemas produtivos; áreas degradadas.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the biomass and carbon stock and the environmental services in Voisin Silvipastoral system with Tree Nuclei (PRVnuclei) in two family farms in the city of Santa Rosa de Lima - SC. In 2012, 40 nucleis per hectare were implanted with an area of 25 m² each and isolated with electrified fence. 236,952 kg / ha of biomass and 53,971 carbon kg / ha were estimated, in addition to environmental services: provision; regulation; scenic and sustaining. It's demostreted that Silvopastoral System with Tree Nuclei can be a important carbon sink while increasing the provision of other ecosystem services.

Keywords: environmental services; provision; production systems; degraded areas.

Introdução

A capacidade de medir com precisão o carbono sequestrado e armazenado nas florestas recebe cada vez mais atenção e traz reconhecimento quanto ao papel das florestas no ciclo global de carbono, principalmente quanto à mitigação de emissões de dióxido de carbono (BROWN, 2002). Segundo Brown, projetos florestais em diferentes fases



de implementação garantem a aquisição de experiências quanto à medição, monitoramento e contabilização dos créditos de carbono e precisão nas estimativas (BROWN, 2002).

O Sistema Silvipastoril (SSP), uma prática Agroflorestal, tem se mostrado eficiente no processo do ciclo global do carbono, bem como uma alternativa de recuperação da biodiversidade funcional do agroecossistema. O SSP pode ser definido como uma combinação natural de componentes arbóreos com pastagem e animais (SALMAN et al., 2012). Tal sistema influencia positivamente na oferta de serviços ecossistêmicos como prática agrícola diversificada e sustentável, uma opção mediante às atividades potencialmente degradantes, a exemplo da pecuária extensiva (MURADIAN et al., 2010).

A produção intensiva de leite a base de pasto em sistema Voisin Silvipastoril com Núcleos Arbóreos ou de diversidade (PRVnúcleos) é um sistema agroecológico de produção animal em que o agricultor maneja a frequência e a intensidade de pastoreio, aumentando substancialmente a produção forrageira e animal (SCHMITT FILHO, 2013). Essa prática de manejo gera serviços ecossistêmicos, sejam de provisão, de regulação, suporte, ou mesmo serviços cênicos/culturais.

Desse modo, os SSP, quando manejados corretamente, geram ativos ambientais simultaneamente aos bens e produtos. É neste cenário que o PRVnúcleos pode ser empregado como uma alternativa capaz de viabilizar bens e produtos além dos serviços ecossistêmicos de regulação, suporte e culturais.

O objetivo deste estudo foi avaliar a biomassa e o carbono sequestrado nas árvores do sistema Voisin silvipastoril com núcleos (PRVnúcleos) implantados nas pastagens dos projetos pilotos, e consecutivamente projetar um cenário de sequestro de carbono considerando a implantação de núcleos arbóreos (PRVnúcleos) em todas as pastagem do município de Santa Rosa de Lima.

Metodologia

Foram estudadas duas propriedades familiares que utilizam PRVnúcleo. Em 2012, foram implantados, em cada uma das duas propriedades, 40 núcleos por hectare, com 25 m² área cada, correspondentes a 10 % da área de pastagem. Cada núcleo, isolado com cerca eletrificada, tem 16 indivíduos arbóreos. Para este estudo foram avaliados 53 núcleos.

Os indivíduos arbóreos foram mensurados tomando as medidas de diâmetro à altura do peito (DAP) (indivíduos com altura maior que 1,3 m), e a altura total (h). Para medição da altura das árvores foi utilizada uma régua telescópicas de 15 metros, enquanto que para diâmetro foi utilizada uma fita métrica de 1,5 m. A biomassa foi estimada pela



equação proposta por Brown (1997) para espécies arbóreas da floresta tropical da América do Sul, e para o carbono foi utilizada a equação proposta por Miranda et al. (2011) para indivíduos arbóreos em reflorestamento, apresentadas na Tabela 1. Os Resultados foram sistematizados em gráficos por meio do software RStudio (RSTUDIO TEAM, 2015) e pacote ggplot2 (WICKHAM, 2009).

A partir das medições e estimativas na área do estudo, o estoque de biomassa e carbono foi estimado para a área de pastagem de todo o município de Santa Rosa de Lima, aproximadamente 3.900 hectares. Como critério de seleção das equações de biomassa e carbono foi utilizado o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}). A equação de determinação de biomassa é uma função exponencial que determina a biomassa por árvore de crescimento rápido em diâmetro (BROWN, 1997). A equação determina as estimativas de biomassa para árvores de até 80 centímetro de diâmetro, independente da altura. Após esse limite de diâmetro, as estimativas da biomassa por árvore divergem significativamente.

Tabela 1 – Equações utilizadas para de determinação de biomassa e carbono em árvores individuais.

| Variável | Equação |
|----------|--|
| Biomassa | $\ln \text{Biomassa (kg)} = -2,134 + 2,530 \times \ln (\text{DAP})^*$ |
| Carbono | $\ln \text{Carbono (kg)} = -3,59289 + 1,65173 \times \ln (\text{DAP}) + 1,19272 \times \ln (h)^{**}$ |

* Brown (1997) ** Miranda et al. (2011)

A equação de determinação de carbono também é uma função exponencial que determina o peso de carbono em indivíduos arbóreos em áreas de reflorestamento (MIRANDA et al., 2011). Estima-se o peso do carbono pela multiplicação do peso da biomassa de matéria seca de cada compartimento de biomassa pelo respectivo teor de carbono.

Resultados e discussão

Nos núcleos avaliados, foram medidas árvores de 25 espécies, com diâmetros entre 0,54 e 31,2 cm e altura entre 0,48 e 13,7 metros. O estoque de biomassa foi estimado em 236.952kg/ha e o estoque de carbono em 53.971 kg/ha, considerando a existência de 40 núcleos arbóreos por hectare. Com base em estudos realizados anteriormente na mesma área (SILVA et al., 2016), foi possível verificar um aumento de biomassa e carbono de 51.916 e 13.974 kg/ha respectivamente, demonstrando o potencial do PRV-núcleo para o sequestro de carbono.



Os núcleos apresentaram uma alta diversidade de espécies, incluindo *Mimosa scabrella*, *Euterpe edulis*, *Citharexylum myrianthum*, *Psidium cattleianum*, *Piptadenia gonocarpa*, *Schinus terebinthifolius*, entre outras. As espécies de maior densidade foram *Euterpe edulis* e *Mimosa scabrella*, com 146 e 123 indivíduos por hectare, respectivamente.

A estimativa de biomassa por espécie variou de 19 a 211.604 kg/ha, sendo que a espécie que apresentou maior acúmulo foi a *Mimosa scabrella*, seguida da *Citharexylum myrianthum* com 7.366 kg/ha. Considerando que a determinação de carbono é parte da biomassa, as espécies de maior acúmulo de carbono também foram a *Mimosa scabrella* com 48.539 kg/ha e a *Citharexylum myrianthum* com 1.895 kg/ha. A distribuição do acúmulo de biomassa variou de acordo com a distribuição das espécies e altura (Figura 1a e 1b).

As estimativas de biomassa são importantes para compreender a dinâmica do estoque de nutrientes e a contribuição do desflorestamento para a emissão de gases (BROWN et al., 1995). A dinâmica de acúmulo do carbono permite planejar sistemas produtivos regeneradores que viabilizem a restauração ecológica (AMADO et al., 2001).

O PRVnúcleo gera serviços de provisão como o açaí de juçara extraído da *Euterpe edulis*, lenha, carvão, madeira e sombra. A sombra evita perdas de 15 a 20% da produção de leite nos meses de verão além de efeitos na reprodução e saúde animal. Estes ganhos se caracterizam como serviço de provisão. Além do serviço de provisão o sistema viabiliza serviços de regulação (sequestro de carbono, purificação do ar, regulação do clima e controle de erosão), serviços de suporte e cênicos/culturais (Silva et al. 2016)

As espécies de rápido crescimento acumulam mais biomassa (CHAZDON, 2008) e isso é visível entre os indivíduos arbóreos presentes nos núcleos devido a distribuição dos mesmos em relação à altura (Figura 1a e 1b).

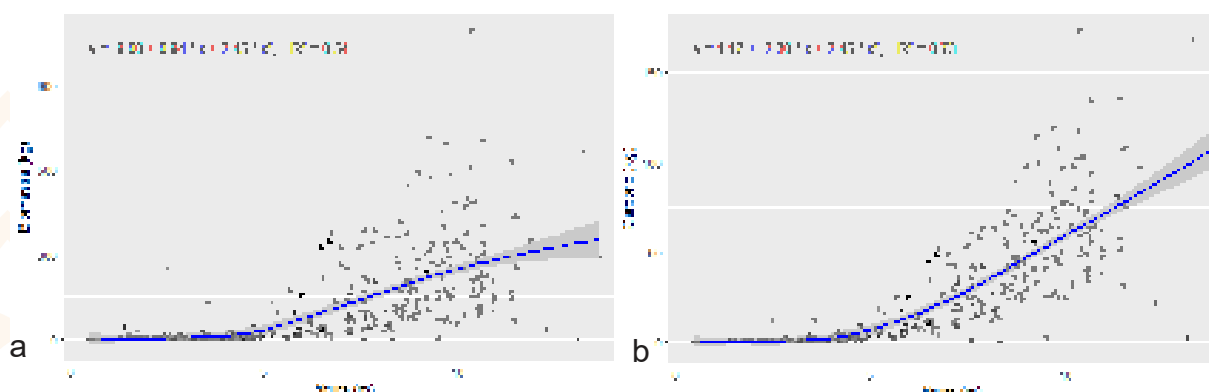


Figura 1 – Acúmulo de (a) biomassa e (b) carbono, em função da altura total, de árvores em sistema silvipastoril com núcleos.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



O estoque de carbono variou de 4.61 a 48.539 kg/ha, tendo a *Mimosa scabrella* como a espécie de maior acúmulo, seguida de *Citharexylum myrianthum* com 1.895 kg/ha. O acúmulo de carbono e altura total dos indivíduos arbóreos é positiva, revelando o maior potencial das espécies de crescimento rápido para esse fim (Figura 1b) (SILVA et al., 2016). Porém, também aumenta significativamente a variabilidade da estimativa do estoque de carbono. Como aproximadamente a metade da biomassa de uma árvore é composta por carbono (BROWN), as espécies arbóreas podem ser consideradas sumidouros de carbono.

O modelo e a disposição das espécies no sistema podem influenciar no acúmulo de biomassa, tanto pela composição quanto pela densidade de espécies (SHIMAMOTO, 2012). A utilização apenas de espécies pioneiras poderá contribuir para um maior acúmulo de biomassa no início da sucessão em um curto período de tempo, mas no longo prazo tende à estabilidade.

Com a implantação do PRVnúcleos podemos pensar em provisão de biomassa e carbono para as propriedades produtoras de leite do município de Santa Rosa de Lima. Atualmente, o município possui 3.900 hectares de pastagens (MACEDO, 2016). Portanto, a implantação dos núcleos arbóreos, com área de 25 m² em 10% da área total de pastagens, resultaria em 15.600 núcleos, totalizando 390 hectares de área arborizada. Com isso, seria possível acumular 92.412 ton de biomassa e 21.049 ton de carbono nos primeiros cinco anos de implantação dos núcleos.

Conclusão

O sistema PRVnúcleos apresentou uma quantidade de 236.952 kg/ha de biomassa e 53.971 kg/ha de carbono, o que contribui significativamente para o sequestro do carbono atmosférico. A implementação do sistema em todas as pastagens do município poderia gerar um ativo ambiental de 21.049 ton de carbono passível de ser negociado com beneficiários globais para amortizar os investimentos e financiar um Programa de Pagamento por Serviços Ecosistêmicos (PSE) para a agricultura familiar.

Referências bibliográficas

AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F.; BRUM, A.C.R. Potencial de plantas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, 2001, p.189-197.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. Forestry Paper 134. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 55p. 1997. (FAO Forestry Paper - 134), 1997.

BROWN, I.F.; MARTINELLI, L.A.; THOMAS, W.W.; MOREIRA, M.Z.; FERREIRA, C.A.C.; VICTORIA, R.I. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: an example from Rondônia, Brazil. *Forest Ecology Management*, v. 75, p. 175-189. 1995.

BROWN, I. F. Measuring, monitoring, and verification of carbon benefit for forest-based projects. *Philosophical Transactions of the Royal Society. Series, A Mathematical, Physical and Engineering Science*, London, v. 360, p. 1669-1683, 2002a.

CHAZDON, R. L. Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands. *Science*, v. 320, p. 1458. 2008.

IBGE – Instituto brasileiro de geografia e estatística. Cidades, Santa Rosa de Lima, SC. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&cod-mun=421560&search=santa-rosa-de-lima> = Acesso em: 06/07/2016.

MACEDO, R. C. *et al.* Land use and land cover mapping in detailed scale: a case study in Santa Rosa de Lima - SC. 2016.

MIRANDA, D.L.C. de; MELO, A.C.G. de; SANQUETTA, C.R. Equações alométricas para estimativa de biomassa e carbono em árvores de reflorestamento de restauração. *Revista Árvore*, V. 35, nº 3, Edição Especial, p. 679-689, 2011.

MA. Millenium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington DC. Disponível em português em: <http://www.maweb.org/documents/document.446.aspx.pdf>. Island Press. 2005.

MURADIAN, R.; CORBERA, E.; PASCUAL, U.; KOSOY, N.; MAY, P.H. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics*, 2010.

RStudio Team (2015). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

SALMAN, A, K. D. *et al.* Caracterização das unidades de produção familiar participantes do Projeto Silvipastoril em Rondônia. Circular Técnica 126, EMBRAPA, Porto Velho, RO. Outubro, 2012.

SHIMAMOTO, C. Y. Estimativa do crescimento e acúmulo de biomassa em espécies arbóreas, como subsídio a projetos de restauração da Mata Atlântica. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná - UFPR, 2012.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



SCHMITT FILHO, A. L. *et al.* Integrating Agroecology with Payments for Ecosystem Services in Santa Catarina's Atlantic Forest. Governing the Provision of Ecosystem Services. *Studies in Ecological Economics*. v. 4, p. 333-335. 2013.

SILVA, A.S et al. Determinação da biomassa e estoque de carbono em sistema voisin silvipastoril com núcleos (VoisinSSP+núcleos). Santa Rosa de Lima - SC. 2016.

WICKHAM, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlang, New York, 2009.