



IMPACTO DO GADO INFLUENCIANDO O ESTOQUE DE CARBONO EM FLORESTAS RIPÁRIAS

G.F. Santos¹

T.C. De Marchi¹; G. Ganade²; A.F. Souza¹

1-Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Laboratório de Ecologia de Populações, Av. UNISINOS 950 - C.P. 275, 93022 - 000, São Leopoldo, RS - Brasil e - mail: tcdemarchi@gmail.com 2-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Departamento de Botânica Ecologia e Zoologia, Lagoa Nova, 59072 - 970, Natal, RN - Brasil

INTRODUÇÃO

O aumento do número de ungulados em áreas com acesso a ambientes florestais tem levado a mudanças na composição de espécies e restrições para a regeneração das florestas (Weisberg & Bugmann, 2003). O pisoteio e a herbivoria de grandes mamíferos exerce impacto sob o estabelecimento e recrutamento de plântulas arbóreas e herbáceas. Este recrutamento é um dos mecanismos mais importantes para o controle da regeneração das florestas, sendo que a intensidade dessa perturbação pode resultar em diferentes estruturas florestais (Alves & Metzger, 2006). Apesar de ser um fator de distúrbio comum poucos trabalhos discutem como o problema do gado afeta a estrutura de comunidades vegetais, os padrões de estoque de carbono, e riqueza e composição de espécies. Os estudos com impacto do gado estão relacionados a compactação do solo para o limite do crescimento das raízes (Krzic *et al.*, 1999). Em florestas ripárias os estudos estão relacionados a regeneração de áreas após o uso pela pastagem (Toniato & Oliveira - Filho, 2004).

A perda de espécies em ambientes florestais tem se tornado cada vez mais comuns com a crescente perturbação do homem, trabalhos têm se focado no papel que a diversidade de espécies teria sobre a capacidade dos ecossistemas capturarem carbono (Catovsky *et al.*, 002). Estudos realizados em campos têm reportado uma relação positiva entre a riqueza de espécies de plantas da comunidade e a capacidade desta acumular biomassa (Hector *et al.*, 999, Tilman *et al.*, 997). Trabalhos recentes têm demonstrado que a diversidade de espécies e diversidade funcional podem influenciar os processos ecossistêmicos de diferentes maneiras (Reich *et al.*, 007).

A maioria dos trabalhos estimam somente a biomassa de árvores que no geral abrangem + 40% da biomassa da floresta (Brown, 2002). Porém a biomassa está presente em todos os componentes da floresta como, no estrato regenerante, raízes das plantas, liteira e ainda na biomassa animal deste sistema. Este método, no entanto, pode subestimar a quantidade real de carbono estocado, existe a necessidade

de se medir o carbono estocado em todos os componentes do sistema incluindo áreas de sub - bosque florestal (Zhou *et al.*, 008).

OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo investigar possíveis diferenças de biomassa em dois ambientes de florestas ripárias distintas (florestas isoladas do gado à pelo menos 20 anos e florestas com presença de gado). Para isso foram investigados para áreas com e sem gado: (I) Os padrões de diversidade, riqueza, densidade, área basal e dominância de árvores e arbustos; (II) as alterações na biomassa, riqueza de espécies e riqueza funcional do estrato regenerante herbáceo; (III) As estimativas do estoque total de carbono do estrato arbóreo e herbáceo regenerante.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Área de estudo

A área de estudo está localizada no município de Eldorado do Sul (51°37'38.28" W e 30°11'4.14" S), composta por duas fazendas, uma possui criação extensiva de gado e a outra está isolada do gado a 20 anos por ser uma área destinada ao plantio de eucalipto (*Eucalyptus* spp.). Nestas fazendas foram selecionados cinco áreas de mata ciliar adjacentes as plantações de eucalipto (sem a presença do gado) e cinco adjacentes aos campos (com presença de gado).

2.2 - Procedimento amostral

Em cada fragmento foram aleatorizadas 10 unidades amostrais ao longo de um transecto de 200 metros, 5 delas próximas ao curso d'água e 5 distantes 20 metros do curso d'água. Em cada unidade amostral foram implementadas parcelas concêntricas de 10x10 metros, 5x5 metros e 1x1x1 metros. Nas parcelas de 10x10m foi realizado o levantamento de todas as espécies arbóreas com diâmetro

altura do peito (DAP) ≥ 5 cm, nas parcelas de 5x5 entraram no levantamento os arbustos onde foram medidos os DAS (diâmetro altura do solo) de todos indivíduos com DAP ≤ 5 cm. Todos os indivíduos tiveram sua altura medida por trena eletrônica e todas as espécies foram identificadas taxonômicamente segundo a classificação proposta pela APG II (2003) ou coletadas para posterior identificação com auxílio de bibliografia e/ou especialistas. Nas parcelas de 1 m³ (1m de largura x 1 m de comprimento x 1 m de altura) foi retirada toda a biomassa aérea viva e realizadas as identificações taxonômicas de todas as espécies presentes. A biomassa foi separada por grupos funcionais baseados nas seguintes formas de vida: árvores, arbustos, pteridófitas, briófitas, trepadeiras, gramíneas e herbáceas não - graminóides.

2.3 - Estimativas de biomassa arbórea

Para estimar a biomassa do estrato arbóreo foi utilizada a equação desenvolvida por Vogel (2005) para Floresta Estacional Decidual ($\log y = -0,882390231 + 2,409594057 \cdot \log \text{DAP}$). Esta equação possui um alto coeficiente de determinação ajustado ($r^2 = 0,99$) e um erro padrão de 3,4%. A biomassa verde foi transformada em seca sendo 40% da biomassa das árvores composta por água (Higuchi & Carvalho, 1995) para posterior comparação com a biomassa seca coletada do estrato herbáceo/regenerante. O estoque de carbono foi estimado segundo Higuchi & Carvalho (1995), sendo este considerado 50% da biomassa seca.

2.4 - Estimativas de biomassa do estrato herbáceo/regenerante

A biomassa contida no estrato herbáceo/regenerante foi mantida em estufa por 48 horas a 60°C para obtenção do peso seco total por grupo funcional, sendo este peso extrapolado por regra de três para 1 ha de floresta.

2.5- Procedimento analítico

Para comparar a composição de espécies entre as áreas com e sem presença de gado foi utilizada uma análise de agrupamento a partir da distância Euclidiana e o método de ligação simples. Esta análise foi realizada separadamente para os componentes arbóreo, arbustivo e herbáceo.

Possíveis diferenças na média de riqueza, dominância, diversidade, densidade e área basal do componente arbóreo e arbustivo foram comparadas entre as áreas com e sem gado através de teste t. Para analisar a diferença de biomassa total e riqueza do componente regenerante herbáceo foram realizados teste t. Para verificar possíveis diferenças no acúmulo de biomassa entre os ambientes e os grupos funcionais no estrato herbáceo/regenerante foi realizada uma Análise de Variância Fatorial. Foram comparadas a biomassa total seca do estrato arbóreo e herbáceo/regenerante para verificar o possível impacto do gado sob o acúmulo de biomassa e consequentemente o estoque de carbono. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o *software* Systat.

RESULTADOS

A riqueza, dominância, diversidade, densidade e área basal das espécies arbóreas não diferiram entre as áreas com e sem gado. Somente a riqueza e densidade de arbustos apresentaram diferenças entre as duas áreas comparadas.

A biomassa total do estrato regenerante herbáceo foi significativamente superior na área sem gado, sendo que a riqueza não apresentou diferença significativa entre os habitats.

Em relação a biomassa estocada nas parcelas de 1m³ a análise de variância mostrou uma diferença significativa entre os habitats ($F = 6,357$, $gl = 1; 64$, $P < 0,05$) entre os grupos funcionais de plantas ($F = 24,797$, $gl = 7; 64$, $P < 0,001$), e na interação habitat e grupo funcional ($F = 3,5$, $gl = 7; 64$, $P = 0,003$). Os grupos funcionais de árvores, arbustos, trepadeira, pteridófitas e epífita apresentaram maior biomassa na área intacta quando comparada com a área com gado, somente o grupo das gramíneas e herbáceas tiveram biomassa superior na área com gado.

Foram estimadas 101069,1 kg/ha de biomassa área viva de árvores nas áreas sem impacto do pastejo, já na área com gado a biomassa foi de 49413,62 kg/ha. Para o componente herbáceo/regenerante a estimativa para as áreas não impactadas foi de 21629,17 kg/ha contra 4456,82 kg/ha das áreas com impacto do gado. Desta forma, a Floresta sem presença do gado apresentou maior quantidade de biomassa viva na parte do estrato herbáceo/regenerante com 17% biomassa seca contra 8% de biomassa da área com gado. O estrato arbóreo apresentou 82% de biomassa seca em áreas sem gado contra 91% de biomassa seca da área com gado.

4-Discussão

A riqueza de espécies não apresentou diferença significativa para o componente herbáceo/regenerante quando comparada diretamente por teste t, porém a estimativa de riqueza para o estrato arbustivo e herbáceo foi claramente maior nas áreas não perturbadas pelo gado. A biomassa total seca do estrato regenerante herbáceo foi superior nas áreas não pastejadas, isto indica o efeito deletério desses grandes herbívoros nesses sistemas florestais. Estudos realizados em campos têm reportado uma relação positiva entre a riqueza de espécies de plantas da comunidade e a capacidade desta acumular biomassa (Hector *et al.*, 1999; Tilman *et al.*, 1997). Desta forma, parte da redução em biomassa registrada pode ter sido também influenciada pela perda de espécies vegetais do sistema.

A composição de espécies do estrato arbóreo foi relativamente similar entre as áreas com e sem presença do gado, revelando que as áreas comparadas são ambientes florestais que ainda não se diferenciaram. Isto indica que a comparação entre estes ambientes é válida já que estas são florestas com a mesma composição florística reforçando os resultados das alterações na comunidade vegetal do sub-bosque destes ambientes. A composição de espécies dos estratos arbustivo e herbáceo foi marcadamente diferente nas áreas com e sem presença de gado. Este resultado corrobora com um estudo do impacto do gado em florestas tropicais onde a estrutura e composição de espécies vem sofrendo com a perturbação causada pelo pastejo (Stern *et al.*, 2002). Isto se deve provavelmente ao fato de algumas espécies serem mais impalatáveis ao gado e/ou resistentes ao pisoteio.

A biomassa aérea viva da maioria dos grupos funcionais foi superior na floresta sem impacto do gado, demonstrando que em ecossistemas com maior funcionalidade o estoque de carbono é superior. Este resultado está de acordo com o encontrado para reflorestamentos de florestas tropicais em

que o estoque de carbono se mostrou dependente da diversidade funcional (Bunker *et al.*, 005). Os grupos de gramíneas e herbáceas foram os únicos grupos que tiveram biomassa superior na floresta com gado. De fato as gramíneas são conhecidas por competirem por recursos do solo com plântulas de lenhosas (Davis *et al.*, 1998). Outro fato relevante é que o grupo funcional das gramíneas, pode estar sendo influenciado pela maior luminosidade destas florestas, e ainda sementes destas plantas podem estar sendo dispersas para dentro da floresta pelo gado. O grupo das herbáceas, também apresentou biomassa superior na área com gado; este resultado pode estar relacionado com a abundância da espécie herbácea de Bromélia antiachanta que se caracteriza por ser uma planta de grande porte que contribuiu para a maior parte do peso seco em biomassa deste grupo. Esta espécie possui espinhos em toda a borda da folha o que possivelmente a torna impalatável para o gado.

CONCLUSÃO

Nossos resultados revelam que a presença do gado representa uma perda de aproximadamente 34% do estoque de carbono para o estrato arbóreo, enquanto que no estrato herbáceo/regenerante se tem uma perda de 65 % no estoque de carbono. Assim a presença do gado pode alterar de maneira significativa a capacidade de estoque de carbono nessas comunidades vegetais. Em florestas subtropicais de monções estudos observaram que o sub - bosque e a liteira em conjunto armazenam 38 - 44% do carbono deste sistema (Zhou, 2008). Estes resultados evidenciam a grande importância de se incluir estimativas de estoque de biomassa de sub - bosque de florestas para a previsão do estoque de carbono total do sistema, já que essas estimativas se encontram constantemente negligenciadas na literatura.

Agradecimentos:

Os autores agradecem à Aracruz Celulose S.A. pelo financiamento do projeto e pela CAPES pela bolsa concedida ao segundo autor.

REFERÊNCIAS

Alves, F.L. & Metzger, J.P. 2006. A regeneração florestal em áreas secundárias na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotropica*, 6 (2): 6 - 26.

APG II (Angiosperm Phylogeny Group). 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141: 399 - 346.

Brown, S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*, 116: 363 - 372.

Burger, D.M & Delitti, W.B.C. 1999. Fitomassa epigéa da Mata ciliar do Rio Mogi - Guaçu, Itapira-SP. *Revista Brasileira de Botânica*, 22 (3): 429 - 435.

Catovsky, S., Bradford, M.A. & Hector, A. 2002. Biodiversity and ecosystem productivity: implications for carbon storage. *Oikos*, 93: 443 - 448

Davis, M.A., Wrage, K.J. & Reich, P.B. 1998. Competition between tree seedlings and herbaceous vegetation: support for a theory of resource supply and demand. *Journal of Ecology*, 86: 652 - 661.

Hector, A., Schmid, B. & Belerkuhnlein, C. 1999. Plant diversity and productivity experiments in European grasslands. *Science*, 286: 1123 - 1127.

Higuchi, N. & Carvalho JR, J.A. 1995. Fitomassa e Conteúdo de Carbono de Espécies Arbóreas da Amazônia. In: Enéas Salati. (Org.). 1995. Emissão x Seqüestro de CO₂ - Uma Nova Oportunidade de Negócios para o Brasil. Rio de Janeiro: CVRD, v. 1, p. 125 - 154.

Krzic, M. Newman, R, F. 1999. Soil compacttion of forest plantations in interior British Columbia. *Jornal of Range Management*, 52: 671 - 677.

Reich, P.T., Tilman, D. 2004. Species and functional group diversity independently influence biomass accumulation and response to CO₂ and N. *Ecology*, 27: 10101 - 10106.

Rodrigues, R. R. & Nave, A. G. 2001. Heterogeneidade florística das Matas Ciliares. In: R.R. Rodrigues, & H.F. Leitão Filho (eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. 2 ed., São Paulo, Edusp. p. 45 - 71.

Stern, M., Quesada, M. & Stoner, K. E. 2002. Changes in composition and structure of a tropical dry forest following intermittent cattle grazing. *Revista de Biologia Tropical*, 50: 1021 - 1034.

Toniato, M. T, Z. & Oliveira - Filho, A. T. 2004. Variations in tree community composition and structure in a fragment of tropical semideciduous forest in southeastern Brazil related to different human disturbance histories. *Forest Ecology Management*, 198: 319 - 339.

Vogel, H.L.M., Schumacher, M.V. 2006. Quantificação da Biomassa em uma Floresta Estacional Decidual em Itaara, RS, Brasil. *Ciência Florestal*, 16: 419 - 425.

Weisberg, P.J. & Bugmann, H. 2003. Forest dynamics and ungulate herbivory: from leaf landscape. *Forest Ecology and Management*, 181: 1 - 12.

Zhou, C., Wei, X., Zhou, G., Yan, J., Wang, X., Wang, C., Liu, H., Tang, X., & Zhang, Q. 2008. Impacts of a large - scale reforestation program on carbon storage dynamics in Guangdong, China. *Forest Ecology and Management*, 255: 847 - 854.