



## Estimativa de biomassa e carbono em clones de *Eucalyptus* e *Corymbia*

Guilherme Mendes Soares<sup>1</sup>, Emerson Delano Lopes<sup>2</sup>, Marcelo Luiz de Laia<sup>3</sup>, Rafael Fernandes de Abreu<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (guilhermemsoares@yahoo.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (emerson.lopes@ifnmg.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (marcelolaia@gmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (rafaelfernandes71@yahoo.com)

### Resumo

A emissão de gases do efeito estufa tornou-se um grave problema da atualidade, pelo fato de estar ligado ao aquecimento global, sendo o gás carbônico um dos principais gases desse efeito. Dentre as consequências do aumento das concentrações do CO<sub>2</sub> atmosférico, está a variação do ciclo de chuvas e dos índices pluviométricos. Conhecer com detalhes os fatores que determinam fixação de CO<sub>2</sub> em diferentes situações de uso e manejo das florestas plantadas é fundamental dentro do contexto das mudanças climáticas. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou quantificar, aos 12 meses de idade, a biomassa total e o acúmulo de carbono na madeira, casca, galhos e nas folhas. Para isso, foi instalado um experimento na empresa Aperam Bioenergia, na cidade de Itamarandiba – MG, onde foram avaliados três clones (híbrido de *Eucalyptus urophylla*; híbrido tri-cross de *E. urophylla* x *E. grandis* x *E. camaldulensis*; e híbrido de *Corymbia citriodora* x *C. toreliana*) implantados em três espaçamentos de plantio (3 x 3 m; 3 x 1,5 m; e 3 x 1 m). Os resultados revelaram que nos espaçamentos mais adensados houve maior produção de biomassa e acúmulo de carbono. Os clones de *E. urophylla* e o tri-cross de *E. urophylla* x *E. grandis* x *E. camaldulensis* proporcionaram as maiores produções de biomassa e acúmulo de carbono.

Palavras-chave: Biomassa. Carbono. Aquecimento global.

Área Temática: Tecnologias Ambientais.

### Estimates of biomass and carbon in clones of *Eucalyptus* and *Corymbia*

#### Abstract

The emission of greenhouse gases has become a serious problem today, because to be linked to global warming, carbon dioxide being one of the main gases that effect. Among the consequences of rising concentrations of atmospheric CO<sub>2</sub>, is the change in the cycle of rainfall and rainfall. To know in detail the factors that determine CO<sub>2</sub> fixation in different situations of use and management of planted forests is essential within the context of climate change. In this sense, the present study aimed to quantify, at 12 months, the total biomass and carbon accumulation in the wood, bark, branches and leaves. For this, an experiment in Aperam Bioenergia was installed in the city of Itamarandiba - MG, where they were evaluated three clones (hybrid of *Eucalyptus urophylla*; hybrid tri-cross *E. urophylla* x *E. grandis* x *E. camaldulensis*; and hybrid of *Corymbia citriodora* x *C. toreliana*) deployed in three planting spacing (3 x 3 m; 3 x 1.5 m and 3 x 1 m). The results revealed that the denser spacing was greater production of biomass and carbon accumulation. The *E. urophylla* clones and x tri-cross of *E. urophylla* x *E. grandis* x *E. camaldulensis* showed the highest production of biomass and accumulation of carbon.



*Key words: Biomass. Carbon. Change Climate.*

*Theme Area: Environmental technologies.*

## 1 Introdução

A emissão de gases de efeito estufa tornou-se um grave problema da atualidade, pelo fato de provocarem o aquecimento do planeta. Pesquisas realizadas por vários cientistas, como os do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) têm demonstrado que o acúmulo desses gases traz sérios danos ao meio ambiente e ao homem (TSUKAMOTO, 2002).

Em consequência do desenvolvimento industrial e tecnológico e também do crescimento demográfico, quase ocorreu a duplicação da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, de 280 ppm (partes por milhão) antes da era industrial, elevou-se para cerca de 379 ppm, em 2005. Se o cenário de desenvolvimento continuar, esse nível poderá chegar a 970 ppm em 2100 (IPCC, 2007).

Ainda são incertas as consequências do aumento das concentrações do CO<sub>2</sub> atmosférico, como a fixação líquida de carbono pelas plantas e a decomposição da matéria orgânica do solo, logo, conhecer com detalhes os fatores que determinam as perdas de CO<sub>2</sub> em diferentes situações de uso e manejo é fundamental para a compreensão do fenômeno de aquecimento global e das mudanças climáticas (ROCHA, 2002).

O tema das mudanças climáticas motivou a realização da primeira Conferência Mundial sobre o Clima em 1979. Posteriormente, foi estabelecido o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e em seguida, em 1992, foi estabelecida a Convenção do Clima que objetiva a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera em um nível que minimize a interferência antrópica no sistema climático. Os temas abordados nessa conferência têm continuado a ser discutidos em reuniões anuais nas chamadas COP (Conferência das Partes), e um dos produtos destas conferências foi o Protocolo de Quioto (CORTE & SANQUETTA, 2007), além da discussão sobre a importância das florestas nativas e plantadas para o sequestro de carbono e a mitigação do efeito estufa.

Tendo em vista esse foco, o Brasil poderá assumir uma posição privilegiada em relação aos países que buscam reverter o processo de mudança climática global, tanto do ponto de vista das reduções de emissões quanto do sequestro de carbono, já que possui ótimas condições climáticas e tecnológicas para a produção florestal (ROCHA, 2002).

O interesse nas florestas plantadas é evidente tendo em vista a elevada taxa de crescimento e de fixação de gás carbônico. O gênero *Eucalyptus* tem grande importância para o sequestro de carbono atmosférico, diante de seu alto crescimento e produtividade. Diante dessa constatação, observa-se a necessidade de projetos na área de mensuração e manejo florestal, para a estimativa do estoque de carbono em árvores individuais e nos diversos componentes da floresta, bem como de estudos de viabilidade econômica, incluindo o sequestro de carbono (PAIXÃO et al. 2006).

Os resultados de estudos dessa natureza são de extrema importância para os projetos que objetivam o atendimento do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), pois irão subsidiar o monitoramento de planos de manejo florestal voltado ao sequestro de carbono, definir as linhas gerais de projetos de recuperação florestal de áreas degradadas, e definir alternativas de manejo florestal, entre outros.

Nesse sentido, o presente trabalho objetiva quantificar, aos 12 meses de idade, a produção de biomassa e de carbono nos diferentes compartimentos da biomassa aérea



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

(madeira, folhas, galhos e casca) em um plantio experimental conduzido na empresa Aperam Bioenergia, em diferentes espaçamentos de plantio.

### 2 Metodologia

O experimento foi instalado em campo no mês de setembro de 2014, em propriedade da empresa Aperam Bioenergia localizada no município de Itamarandiba, Minas Gerais. A temperatura média da região é de 21,2°C, sendo o clima definido como tropical de altitude, com duas estações bem definidas. O índice pluviométrico médio é de 1.130 mm anuais e a umidade relativa do ar média anual é de 60 a 70%.

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados (DBC) utilizando três clones: híbrido de *Eucalyptus urophylla* (clone 1); híbrido tri-cross de *E. urophylla x E. grandis x E. camaldulensis* (clone 2); e híbrido de *Corymbia citriodora x C. toreliana* (clone 3) implantados em três espaçamentos: 3 x 3 m; 3 x 1,5 m; e 3 x 1 m, em 6 repetições (blocos). Nessas repetições foram instaladas parcelas de 54 m<sup>2</sup> para cada tratamento, sendo medidas 6, 12 e 18 plantas nos espaçamentos 3 x 3 m, 3 x 1,5 m e 3 x 1, respectivamente. Nas parcelas foram realizadas medições de altura e do diâmetro a altura do peito (DAP), utilizando vara graduada e fita diamétrica, respectivamente.

Foram selecionadas para amostragem completa quatro árvores de diâmetro médio por tratamento, totalizando 36 árvores no experimento. Todas as árvores amostradas foram derrubadas e submetidas à cubagem rigorosa da madeira e da casca, por meio da fórmula de Smalian. Dessas árvores amostra, foram retirados discos de 2,5 cm de espessura, a 0, 25, 50, e 75% da altura total, e um disco extra na altura do DAP. Esses discos foram utilizados para determinação da densidade básica da madeira e das cascas de acordo com o método de imersão em água, descrito pela NBR 11941 (2003). A densidade básica média de cada árvore foi calculada como sendo a média ponderada da densidade de cada disco. Para o cálculo da densidade foi utilizada a expressão:

$$DB = \frac{M_s}{V_v}$$

em que DB = densidade básica (g cm<sup>-3</sup>); Vv= volume dos corpos-de-prova verdes (cm<sup>3</sup>); e Ms = massa dos corpos-de-prova absolutamente secos (g).

A biomassa de madeira e das cascas foi determinada, multiplicando-se o valor do volume das árvores amostra pela densidade da madeira.

Para a determinação da biomassa das folhas e galhos, cada árvore amostra sofreu a desfolha e o desgalhamento, sendo os materiais separados e devidamente ensacados e pesados. Para determinação da biomassa seca foi retirada uma subamostra das folhas e galhos que seguiram para secagem em estufa a 60°C até a obtenção de peso constante.

Para a estimativa de carbono presente na madeira, cascas, galhos e folhas, dos clones estudados, foram utilizados dados estimados obtidos por Alves (2007).

### 3 Resultados

Os resultados da produção de biomassa aos 12 meses de idade são apresentados na Tabela 1, onde se observa que os valores de biomassa total variaram de 5,008 a 12,858 t ha<sup>-1</sup>. A maior obtenção de biomassa ocorreu nos espaçamentos 3 x 1 m para todos os clones estudados, uma vez que esse espaçamento tem maior densidade de plantas (3333 plantas/por



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

hectare), sendo seguido pelos espaçamentos 3,0 x 1,5 m (2222 plantas/por hectare) e 3,0 x 3,0 m (1111 plantas/por hectare).

O clone 2 apresentou, no espaçamento 3 x 3 m, a maior produção de biomassa aérea total, cabendo ao clone 1 a maior produção nos espaçamentos 3 x 1,5 m e 3 x 1 m. Já o clone 3 obteve os menores valores de ganho de biomassa total do experimento.

Tabela 1 - Biomassa dos componentes da parte aérea

Espaçamento	Biomassa ( $t\ ha^{-1}$ )		
	1	2	3
Madeira			
3,0 x 3,0	2,712	3,601	1,628
3,0 x 1,5	4,021	4,138	2,155
3,0 x 1,0	6,070	5,610	4,042
Casca			
3,0 x 3,0	0,741	1,008	0,509
3,0 x 1,5	0,976	1,033	0,625
3,0 x 1,0	1,531	1,392	0,959
Folha			
3,0 x 3,0	2,380	2,364	1,612
3,0 x 1,5	3,136	2,641	2,736
3,0 x 1,0	2,982	3,042	3,580
Galho			
3,0 x 3,0	1,470	1,464	1,259
3,0 x 1,5	2,259	1,433	1,598
3,0 x 1,0	2,275	1,722	2,290
Total			
3,0 x 3,0	7,303	8,437	5,008
3,0 x 1,5	10,392	9,245	7,114
3,0 x 1,0	12,858	11,766	10,871

Para a estimativa de carbono presente na parte aérea dos clones do experimento (Tabela 2) foram utilizadas estimativas obtidas por Alves (2007), que estudando clones de eucalipto observou valores médios de carbono de 46,97%, 35,64%, 34,74% e 38,95% para madeira, cascas, galhos e folhas, respectivamente.

Tabela 2 - Carbono alocado nos componentes da parte aérea

Espaçamento	Carbono ( $t\ ha^{-1}$ )		
	1	2	3
Madeira			
3,0 x 3,0	1,273	1,691	0,764
3,0 x 1,5	1,888	1,943	1,012
3,0 x 1,0	2,851	2,635	1,898
Casca			
3,0 x 3,0	0,264	0,359	0,181
3,0 x 1,5	0,347	0,368	0,222
3,0 x 1,0	0,545	0,496	0,341
Folha			
3,0 x 3,0	0,092	0,092	0,062
3,0 x 1,5	0,122	0,102	0,106
3,0 x 1,0	0,116	0,118	0,139
Galho			
3,0 x 3,0	0,510	0,508	0,437
3,0 x 1,5	0,784	0,497	0,555



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

3,0 x 1,0	0,790	0,598	0,795
Total			
3,0 x 3,0	2,141	2,651	1,446
3,0 x 1,5	3,143	2,912	1,896
3,0 x 1,0	4,303	3,847	3,175

Ficou evidenciado no estudo que a quantidade de carbono alocada nos espaçamentos 3 x 1 m foi superior para todos os clones estudados, sendo seguidos pelos espaçamentos 3 x 1,5 m e 3 x 3 m. O clone 2 apresentou o maior acúmulo de carbono no espaçamento 3 x 3 m, cabendo ao clone 1 a maior produção de carbono nos espaçamentos 3 x 1,5 e 3 x 1 m. O clone 3 obteve os menores valores de acúmulo de carbono do experimento.

É comum na literatura encontrar dados de quantificação da biomassa total da parte aérea para idades superiores aos 48 meses. Entretanto, registros sobre idades inferiores a essas são importantes para a seleção de materiais genéticos aptos a serem utilizados em programas de reflorestamento com objetivo de rápido acúmulo de biomassa e carbono.

## 4 Conclusões

A análise dos resultados deste experimento demonstrou que para todos os clones estudados, os espaçamentos 3 x 1 m, proporcionaram maior produção de biomassa e alocação do carbono nos componentes da parte aérea.

O clone 1 (*E. urophylla*) e o clone 2 (*E. grandis x E. urophylla x E. camaldulensis*) apresentaram os valores mais elevados para biomassa e carbono.

Apesar dos dados terem sido obtidos para uma curta idade, a compreensão dos processos dinâmicos de produção da biomassa florestal e da alocação de carbono são grande relevância para a seleção das técnicas silviculturais e de materiais genéticos aptos a serem utilizados em projetos florestais vocacionados para a produção de biomassa em ciclos mais curtos e para captação de carbono.

## 5 Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES, CNPq, à FAPEMIG, e a Aperam Bioenergia S/A, pelo suporte financeiro e/ou logístico.

## 6 Referências

ALVES, A.A.C. Quantificação da produção da biomassa e do teor de carbono fixado por clones de eucalipto, no polo gesseiro do Araripe-PE.75 p. Recife, 2007

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Normas técnicas NBR 11941. Brasília: 2003. 6p.

DALLA CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R. Quantificação do estoque de carbono fixado em reflorestamentos de *Pinus* na área de domínio da Floresta Ombrófila Mista no Paraná. *Cerne*, Lavras, v. 13, n. 1, p. 32-39, jan./mar. 2007.



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELO, L.E.G. 1971. **Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas.** Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2/3:67-74.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 pp.

PAIXÃO, F. A. et al. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, v.30, n.3, p. 411-420, 2006.

ROCHA, M. T. O aquecimento global e os instrumentos de mercado para a solução do problema. In: SANGUETA, C. R. et al. (Ed.). **As florestas e o carbono.** Curitiba: 2002. p. 1-34.

SOARES C. P. B. **Modelos para estimar a biomassa da parte aérea de um povoamento de *Eucaliptus grandis*, na região de Viçosa, Minas Gerais.** 1995. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Fixação de carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do cerrado de Minas Gerais.** 2003. 98 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.