Silva Lusitana ***14****(2): 149 - 154, 2006*
© EFN, Lisboa. Portugal

Avaliação do Conteúdo de Carbono na Matéria Seca de Diferentes Componentes de Árvores de *Eucalyptus globulus* e de *Pinus pinaster*

Domingos Lopes* e José Aranha**
* Professor Auxiliar
**Professor Associado
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Departamento Florestal, Apartado 1013, 5000-911 VILA REAL

Sumário. Este estudo foi desenvolvido em dois povoamentos florestais na zona Norte de Portugal, um de *Eucalyptus globulus,* em Amarante, e outro de *Pinus pinaster*, em Boticas. Foram instaladas 31 parcelas de amostragem na mancha de eucalipto e 34 na de pinhal, onde se recolheram amostras de ramos, troncos e folhas. As amostras foram pesadas e colocadas em estufa para desidratação total. Posteriormente foram trituradas para a realização de análises químicas (determinação do conteúdo de carbono, por quilograma de matéria seca). O conhecimento do teor de carbono tem importância acrescida pelo facto da quase generalidade dos estudos de fixação de carbono serem efectuados com base nesse valor médio. Muitos autores assumem, o princípio de que 50% da matéria seca é carbono. Com este estudo pretende-se averiguar se o valor anterior está ou não ajustado, independentemente da espécie em análise ou dos diferentes componentes da árvore em cada espécie. Os resultados obtidos permitiram concluir a ocorrência de variações relativamente àquele valor verificando-se diferenças estatisticamente significativas no teor de carbono, não só entre espécies como entre os diferentes componentes da árvore, dentro de cada espécie.
Palavras-chave: Carbono; *Pinus*; *Eucalyptus*

Carbon Evaluation for Different Parts of *Pinus pinaster* and *Eucalyptus globulus*

Abstract. Samples of branches, stem and leaves were collected in 31 sampling plots of *Eucalyptus* and 34 sampling plots of *Pinus pinaster*. Chemical analyses were done to determine the carbon content in each one of these components (the percentage of carbon per kilogram of dry biomass). The knowledge of this value is very important because carbon sequestration estimations are done using it. Many authors assume, in a simplistic way, that a kilogram of a dry biomass has 50% of carbon. Accordingly, one of the main goals of this study was to verify if in fact the previous assumption is correct and if there are no differences between values assigned to different components of the analysed tree. The obtained results allowed concluding that the previous simplification is abusive because the medium carbon content values vary, not only among the different components of the tree, but also among the analysed species.
Key words: Carbon; *Pinus*; *Eucalyptus*

1º Autor E-mail: dlopes@utad.pt

Évaluation de la Quantité du Carbone des Différents Composants d'Arbre de *Pinus pinaster* et de *Eucalyptus globulus*

Résumé. Cette étude a été réalisée à partir de deux peuplements situés au Nord du Portugal, l'un de *Eucalyptus globulus*, à Amarante et l'autre de *Pinus pinaster* à Boticas. On a installé 31 parcelles d'échantillonnage pour le peuplement d'eucalyptus et 34 pour celui de la pineraie, d'où l'on a recueilli des échantillons de branches, de troncs et de feuilles. Les différents échantillons ont été pesés et mis en serre pour une déshydratation totale. Par la suite, ceux-ci ont été triturés afin de réaliser les analyses chimiques qui permettront de déterminer son contenu en carbone, par kilogramme de matière sèche. Cette valeur est d'extrême importance étant donné que les différentes analyses de fixation de carbone sont effectuées en tenant compte de cette valeur moyenne. Nombreux sont les auteurs qui admettent, de façon simpliste, que 50% de la matière sèche est du carbone. Ce travail a pour objectif de vérifier si la valeur antérieure est ou non correcte pour les deux espèces en étude, ainsi que pour leur différents composants. D'après les résultats obtenus, on conclura que la simplification mentionnée ci-dessus est incorrecte parce que l'on vérifie des différences significatives d'un point de vue statistique entre la teneur en carbone, non seulement entre les espèces mais aussi entre les différents composants de l'arbre de chacune des espèces.
Mots clés: Carbone; *Pinus*; *Eucalyptus*

Introdução

Na maioria das vezes a determinação da quantidade de carbono fixado pela matéria verde resulta de extrapolação de valores médios de carbono por matéria seca, previamente estabelecidos. É, por isso, fundamental encontrar valores, o mais precisos possível, de forma a que essas extrapolações se aproximem da realidade e os modelos de circulação do carbono resultem fiáveis.

De forma simplificada muitos autores consideram que, em termos gerais, 50% da matéria seca é carbono (ATJAY *et al*., 1979, GOWER *et al*., 1997, GOETZ e PRINCE, 1998) enquanto ABER *et al*. (1995) já distinguem um valor de 45% diferenciado para a folhada.

Outros autores pormenorizam ainda mais a informação disponibilizada aos diferentes componentes de uma árvore, com RITSON e SOCHACKI (2003), a apresentarem valores de 52,0% para a folhada, 50,2% para ramos mortos, 50,6% para ramos vivos e folhas, 49,7% para ramos e 48,1% para raízes. Também BAUER *et al*. (2000) apresentam valores de 47,8% para as folhas, 47,5% para os ramos, 46,6% para o tronco e 46,5% para as raízes para povoamento de *Fagus sylvatica,* em Collelongo, na Itália. Os mesmos autores apresentam ainda valores de percentagens de carbono por quilograma de matéria seca, para povoamentos onde o *Pinus sylvestris* é dominante de ainda diferentes em Åheden, na Suécia, de 49,7% para as folhas e 48,4% para o tronco, valores estes mais elevados do que os encontrados para a *Fagus sylvatica* e mais próximos dos 50%.

Com este trabalho pretendeu averiguar-se em que medida o teor médio de carbono, na matéria seca do pinheiro bravo do eucalipto, se aproxima dos 50%, e se existem diferenças ao nível dos diferentes componentes da árvore.

Metodologia

Foram instaladas 34 parcelas de amostragem em povoamentos de

pinheiro bravo, localizados no Vale do Tâmega, mais propriamente numa área rectangular que se localiza entre as vilas de Boticas e Vidago. Na sua maioria as parcelas eram de 500 m², mas para parcelas jovens, normalmente associadas a elevadíssimas densidades, optou-se por instalar parcelas quadradas de 100m², pela facilidade óbvia de instalação e execução do trabalho de medição das árvores e recolha de dados.

O povoamento de eucalipto localiza-se junto à aldeia de Aboim, no concelho de Amarante, onde foram instaladas 31 parcelas circulares de 500m².

A idade média dos povoamentos é de 7 ± 2 anos para o eucalipto e de 35 ± 14 anos para o pinheiro bravo.

Em ambos os povoamentos foram medidos os diâmetros à altura do peito, de todas as árvores das parcelas, recorrendo a uma suta de Bitterlich, e determinou-se a árvore média para se proceder à recolha de amostras de ramos, de tronco e de folhas .

As folhas, sem sinais de decadência, foram retiradas da zona média da copa e conservadas em sacos de plástico. Os ramos foram também retirados da parte activa da copa e igualmente mantidos dentro de sacos de plástico. As amostras de tronco foram obtidas por verrumagem e conservadas dentro de tubos de plástico. Todas as amostras foram convenientemente etiquetadas.

Com a maior brevidade possível todo o material foi tratado, isto é, seco em estufa até desidratar completamente e triturado para posterior análise química. As análises foram realizadas no laboratório de solos da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Resultados

O Quadro 1 disponibiliza a informação referente aos teores de carbono encontrados na biomassa seca para as duas espécies florestais em estudo e para os três componentes analisados (tronco, ramos e folhas).

A análise combinada dos valores permite afirmar que a percentagem média de carbono por matéria seca de eucalipto é de 46,4% enquanto para o pinheiro bravo se situa nos 47,5%. Contudo, se generalizarmos esta abordagem, independentemente da espécie, verifica-se que o tronco apresenta um valor médio de 42,5%, os ramos de 50,1% e as folhas de 48,6%.

Quadro 1 - Percentagem de carbono por quilograma de matéria seca para os diferentes componentes das espécies florestais em estudo

	Parte da Planta	Quant. Carbono Média por Quilograma de Matéria Seca (%)	Desvio Padrão (%)
Eucalipto	Tronco	40,4	2,023
	Ramos	49,1	2,647
	Folhas	49,7	2,484
Pinheiro	Tronco	44,3	2,750
	Ramos	50,8	2,419
	Folhas	47,5	2,390

As duas espécies evidenciam comportamentos diferenciados quanto à percentagem de carbono por quilograma de matéria seca (Figura 1). No eucalipto verifica-se um aumento na percentagem de carbono do tronco para os ramos e dos ramos para as folhas, enquanto no pinheiro esta tendência inverte-se para a componente folhas. Por outro lado no pinheiro os teores de carbono são superiores aos que se verificaram para o eucalipto, tendência esta que se inverte para as folhas, obtendo-se aqui valores inferiores aos do eucalipto.

Para validar esta observação efectuou-se uma análise de variância para averiguar se existiam diferenças significativas no conteúdo de carbono entre as duas espécies em análise, bem como entre as diferentes componentes das árvores observadas (Quadro 2). Da sua análise é possível concluir que há diferenças estatisticamente significativas entre o teor de carbono da matéria seca, não só entre as duas espécies como entre as componentes da mesma espécie. Atendendo a que as espécies eram apenas duas, procedeu-se de seguida a um teste múltiplo de médias de Tukey apenas com o objectivo de averiguar entre que componentes da árvore se mantinham as diferenças no teor de carbono (Quadro 3).

Da análise do Quadro 3 constata-se que a diferença no teor de carbono é estatisticamente significativa para todas as componentes em análise.

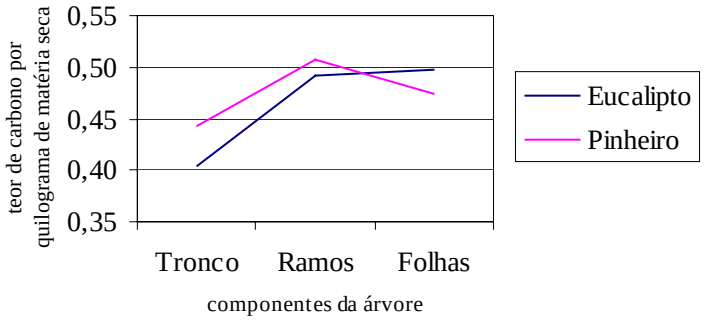


Figura 1 – Teor de carbono por quilograma de matéria seca, para as diferentes componentes da árvore, no eucalipto e no pinheiro bravo

Quadro 2 - Quadro Anova para a percentagem de carbono por quilograma de matéria seca para as espécies eucalipto e pinheiro bravo e as componentes tronco, ramos e folhas

Origem Variação	GL	Somatório dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P_Value
Espécie	1	0,006862	0,006862	11,1413	0,001
Componente	2	0,209392	0,104696	169,9845	0,0001
Espécie*Componente	2	0,030942	0,015471	25,1184	0,0001
Resíduo	186	0,114560	0,000616		

Quadro 3 - Teste de Tukey para averiguação das diferenças significativas entre o teor de carbono das diferentes componentes da árvore em análise

Componente	GL	Média			
Tronco	64	0,424563	a		
Folhas	64	0,486098		b	
Ramos	64	0,500802			c

Na tentativa de encontrar um valor ponderado do teor de carbono, para ambas as espécies procuraram-se valores para a distribuição da biomassa de cada componente em análise (Figura 2) e para a biomassa total de uma árvore de cada espécie. No caso do pinheiro recorreu-se a informação obtida pelo abate de 30 árvores que serviram de ajuste a equações alométricas para estimativa da biomassa parcelar para a espécie (LOPES e ARANHA, 2004). No caso do eucalipto recorreu-se a dados obtidos nas medições de biomassa em povoamentos de Amarante, com base em equações hipsométricas disponibilizadas por FABIÃO (1986). O resumo de toda a informação recolhida encontra-se resumido na Figura 2.

Tendo por base a informação disponibilizada pela Figura 2, com a distribuição percentual da biomassa pelas componentes em análise, em cada uma das espécies, e ainda a informação disponibilizada pelo Quadro 1 e Figura 1, com a percentagem de carbono por quilograma de matéria seca, foi possível apresentar um valor ponderado para o teor de carbono médio para cada espécie. No caso do teor de carbono por quilograma de matéria seca da raiz, assumiu-se o valor de 48,1% apresentado por RITSON e SOCHACKI (2003). Os resultados apontam para valores de 45,7% para o pinheiro e de 42,2% para o eucalipto, bastante diferentes dos 50% referidos na bibliografia consultada.

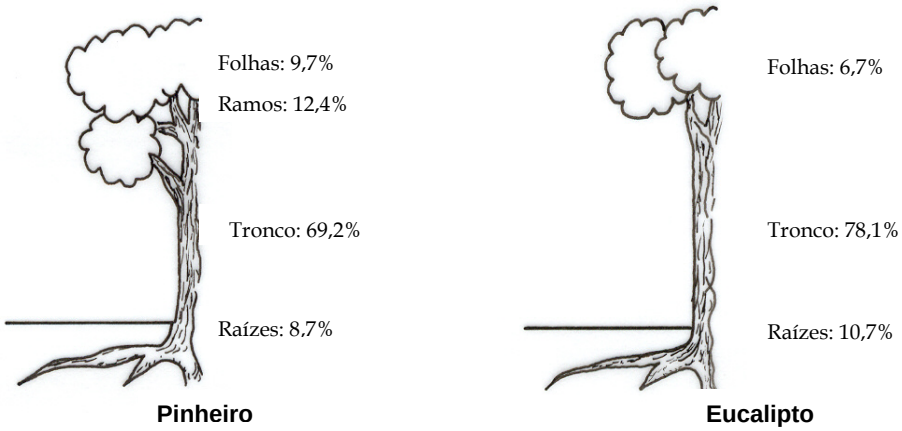


Figura 2 – Distribuição percentual da biomassa pelas diferentes componentes da árvore

Conclusões

Deste estudo conclui-se ser abusiva a generalização de alguns autores ao considerarem que a percentagem de carbono, por quilograma de matéria seca, é sempre de 50%. Ainda que as médias obtidas para os diferentes componentes da árvore analisados se situem em valores próximos daquela ordem de grandeza, a verdade é que as diferenças existentes demonstram ser estatisticamente significativas.

A segunda conclusão é a de que para além das diferenças entre os vários elementos da árvore verificam-se ainda diferenças significativas entre as duas espécies analisadas. O eucalipto apresenta menores valores de teor de carbono em relação aos ramos e ao tronco, mas maiores valores ao nível das folhas, comparativamente ao pinheiro bravo.

Se houver necessidade de utilizar um valor médio para ambas as espécie propõe-se o valor de 45,7% para o pinheiro e de 42,2%, para o eucalipto, em substituição dos 50% normalmente utilizados.

Bibliografia

ABER, J.D., OLLINGER, S.V., FEDERER, C.A., REICH, P.B., GOULDEN, M.L., KICKLIGHTER, D.W., MELILLO, J.M., LATHROP JR., R.G., 1995. Predicting the effects of climate change on water yield and forest production in the northeastern United States. *Climate Research* **5** : 207-222.

ATJAY, G.L., KETNER, O., DUVIGNEAUD, O., 1979. *Terrestrial primary production and phytomass.* pp. 129-182 *in* B. Bolin, E.T. Degens, S. Kempe, and P. Ketner, editors. The Global Carbon Cycle. John Wiley and Sons, New York, USA.

BAUER, G. A., PERSSON, H., PERSSON, T., MUND, M., HEIN, M., KUMMETZ, E., MATTEUCCI, G., VAN OENE, H., SCARASCIA-MUGNOZZA, G., SCHULZE, E.-D., 2000. Linking plant nutrition and ecosystem processes. In Carbon and Nitrogen cycling in European Forest Ecossystems. *Ecological Studies* **142** : 63-98.

FABIÃO, A.M., 1986. C*ontribuição para o estudo da dinâmica da biomassa e da produtividade primária líquida em eucaliptais – região litoral do centro de Portugal.* Tese de doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

GOETZ, S.J., PRINCE, S., 1998. Variability in carbon exchange and light utilisation among boreal forest stands: implications for remote sensing of net primary production. *Canadian Journal of Forest Research* **28** : 375-389.

GOWER, S.T., VOGEL, J.G., NORMAN, J.M., KUCHARIK, C.J., STEELE, S.J., STOW, T.K., 1997. Carbon distribution and above-ground net primary production in aspen, jack pine and black spruce stands in Saskatchewan and Manitoba, Canada. *Journal of Geophysical Research* **102**(D24): 29029-29041.

LOPES, D., ARANHA, J., 2004. A proposed methodology to estimate the carbon sequestration in a *Pinus pinaster* stand. Poster presented in the *Portuguese-Spanish IGBP seminar 2004*, 15-17 April, Évora, Portugal.

RITSON, P., SOCHACKI, S., 2003. Measurement and prediction of biomass and carbon content of *Pinus pinaster* trees in farm forestry plantations, south-western Australia. *Forest Ecology and Management* **175** : 103-117.

Entregue para publicação em Junho de 2004
Aceite para publicação em Maio de 2006