

Teor de carbono em três espécies arbóreas provenientes de reflorestamento em Mato Grosso

Carbon text in three forest species proceeding from reforestation in Mato Grosso

Zaíra Morais dos Santos Hurtado de Mendoza¹
Pedro Hurtado de Mendoza Borges²
Walmir da Silva Moreira³

¹ Profa. Dra. Departamento de Engenharia Florestal – FENF/UFMT. Cuiabá, MT,
78060-900. E-mail: zaira@ufmt.br

² Prof. Dr. Departamento de Solos e Engenharia Rural – FAMEV/UFMT. Cuiabá, MT,
78060-900. E-mail: pborges@ufmt.br

³ Prof. Dr. Departamento de Engenharia Florestal – FENF/UFMT. Cuiabá, MT,
78060-900. E-mail: wmoreira@bol.com.br

RESUMO **ABSTRACT**

O presente trabalho teve como objetivo determinar o teor médio de carbono em diferentes partes das árvores das espécies Caixeta (*Simarouba amara* Aubl), Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl) e Teca (*Tectona grandis* L.f.), provenientes de reflorestamento do Projeto Poço de Carbono da Peugeot, localizado no município de Cotriguaçu, Mato Grosso. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas com três repetições. O teor de carbono encontrado nas espécies estudadas diferiu significativamente no lenho e na casca. O maior teor de carbono na casca foi para a parte aérea das árvores, independentemente da espécie. O lenho de *S. amara* apresentou maior teor de carbono absorvido.

Para a *T. impetiginosa* foi observada a melhor distribuição do teor de carbono nas diferentes partes da árvore. Nas espécies *T. impetiginosa* e *T. grandis*, o teor de carbono variou apenas em função do tipo de tecido, sendo o maior valor observado no lenho. As espécies *S. amara* e *T. impetiginosa* podem ser promissoras para reflorestamento com a finalidade de sequestro de carbono

*In the present work the carbon text was determined in the wood and the bark for the species Caixeta (**Simarouba amara** Aubl), Ipê-roxo (**Tabebuia impetiginosa** (Mart. Ex. DC) Standl) and Teca (**Tectona grandis** L.f.), proceeding from reforestation of Project Carbon Well directed by Peugeot, localized in the municipal district Cotriguaçu, Mato Grosso. The completely random design in split plot schema with three repetitions was adopted. The carbon text found in the studied species differed significantly in the wood and in the bark. The biggest carbon text in bark corresponded to the aerial part (stem and branches), independently of the species. The wood of the **S. amara** presented the greater carbon text. The better distribution in the different parts of tree was observed for the **T. impetiginosa**. The carbon text for the **T. impetiginosa** and **T. grandis** varied just as function of woody set, being the largest value observed in the log. The species **S. amara** and **T. impetiginosa** can be promising to reforestation with the purpose of carbon kidnapping.*

PALAVRAS-CHAVE **KEY WORDS**

dióxido de carbono
madeira
casca

carbon dioxide
wood
bark

INTRODUÇÃO

Alguns gases da atmosfera, principalmente o dióxido de carbono (CO₂), funcionam como uma capa protetora, impedindo que o calor absorvido da irradiação solar retorne ao espaço, criando assim uma situação de equilíbrio térmico sobre o planeta durante o dia e a noite. A essa particularidade benéfica da camada de ar em volta do globo chamamos de “efeito estufa”, e ela é imprescindível para a manutenção da vida sobre a terra. Entretanto a concentração de dióxido de carbono na atmosfera vem aumentando desordenadamente, o que poderá, segundo alguns especialistas, causar uma alteração climática em todo o planeta. Esse aumento desordenado da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera e o conseqüente aquecimento global têm sido originados, principalmente, pelas atividades antrópicas relacionadas com o desmatamento, queimadas, industrialização e geração de energia através da queima de carbono mineral (SALOMÃO, 1994; MURILLO, 1997). De acordo com Fearnside (2003), em todo o mundo, o desmatamento nos trópicos libera uma alta emissão de gases do efeito estufa, além disso, a derrubada de árvores ocasiona um aumento considerável da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera pela queima e também pela sua decomposição natural.

Quimicamente as árvores são consideradas grandes consumidoras de dióxido de carbono, o que as torna uma alternativa viável para minimizar os danos causados às florestas, que é extensivo a todo o planeta. Devido a essa possibilidade, nos últimos anos várias empresas multinacionais e organizações não governamentais de diversos países tentam cumprir o protocolo de Kyoto, através da compensação de carbono, regulamentada pelo MDL (mecanismo de desenvolvimento limpo). Nesse contexto, o Brasil é um país que se destaca na implantação de projetos de reflorestamento e manejo florestal, que visem ao armazenamento de carbono ou mesmo à compensação da emissão dele. Segundo Yu (2002), a produtividade das florestas tropicais é maior do que as de clima temperado, e o Brasil oferece condições edafoclimáticas ótimas para a área florestal. O mesmo autor relata também, que no Brasil foram implantados, prioritariamente, quatro projetos de sequestro de carbono, sendo um deles, “O Projeto Poço de Carbono da Peugeot”, localizado no estado de Mato Grosso. O reflorestamento desse projeto

foi realizado com plantios mistos de espécies autóctones e somente uma exótica, contemplando uma área de aproximadamente 5.000 ha. Dentre as quarenta espécies nativas utilizadas nesse projeto, as que apresentaram melhor crescimento em altura e em diâmetro foram a caixeta (*Simarouba amara* Aubl) o ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl) e a teca (*Tectona grandis* L.f), sendo esta última a única exótica plantada.

Atualmente existem alguns estudos científicos sobre o carbono estocado em florestas nativas e plantadas, podendo-se referenciar, nesses casos, os trabalhos de Brown e Lugo (1992); Fearnside (1996); Higuchi *et al.* (1998); Potter (1999); DeFries *et al.* (2000); Caldeira e Schumacher (2001); Houghton *et al.* (2001); Osterroht (2002); Soares e Oliveira (2002); Santos *et al.* (2004) dentre outros. Porém, no caso de reflorestamento com o propósito de sequestro de carbono, poucos estudos técnicos são encontrados. O tema abordado motivou a realização deste trabalho, que teve como objetivo determinar o teor de carbono absorvido, em diferentes partes da árvore, de três espécies provenientes de reflorestamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O material arbóreo para pesquisa foi coletado na Fazenda São Nicolau, localizada no município de Cotriguaçu, noroeste do Estado de Mato Grosso. Selecionaram-se duas áreas experimentais, compostas por 1 hectare cada uma, e ambas apresentaram as seguintes características: latitude 9º 48' 24" S, longitude 58º 39' 16,89" W, altitude de 260 m, solo argissolo vermelho-amarelo, relevo com declividade média de 3%, clima do tipo AWI (tropical) e precipitação média de 2750 mm.

Na primeira área experimental, foram selecionadas aleatoriamente 10 árvores da espécie *S. amara* e 10 árvores da espécie *T. impetiginosa*. Essas espécies foram plantadas de forma consorciada, no espaçamento de 3 m entre linha e de 2 m entre plantas, sendo duas linhas de ipê e uma de caixeta. Na segunda área experimental, foram selecionadas também 10 árvores da espécie *T. grandis*, plantadas de forma individualizada, no espaçamento de 3 m entre linha e de 3 m entre plantas. Todas as espécies tinham quatro anos de idade, DAP de 15 a 17 cm e apresentavam bom estado fitossanitário.

Após seleção, identificação e derrubada, efetuou-se o desdobro das 30 árvores, as quais foram separadas em tronco, galhos e raiz. Concomitante a essa etapa, as árvores receberam uma codificação formada por quatro dígitos, sendo sequencialmente identificados a espécie, o tipo de tecido, a parte da árvore e o número da árvore. Em seguida, o material foi todo embalado e trazido ao Laboratório de Tecnologia Química de Produtos Florestais da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Cuiabá, para as análises técnicas.

Primeiramente as amostras foram secas até peso constante e depois separadas as cascas e os lenhos. Terminada a etapa de preparação do material, determinou-se o teor de carbono para cada parte individual das árvores (raízes, troncos e galhos) e para cada tipo de tecido (casca e lenho), conforme metodologia proposta por Tedesco *et al.* (1995).

Na coleta de dados, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em um esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. Para simplificar a análise dos dados e facilitar a interpretação dos resultados, optou-se por dividir o procedimento estatístico em cinco etapas (Tabela 1). Na análise de variância e na comparação das médias dos tratamentos foram aplicados, respectivamente, os testes F (Fischer) e Tukey, para 1% de probabilidade (PIMENTEL GOMES, 1990). No processamento analítico e gráfico dos dados, foi utilizado o programa STATISTICA 8.0 (STATSOFT, 2010) e a planilha eletrônica EXCEL.

Tabela 1 - Parcelas e subparcelas em cada etapa do procedimento estatístico adotado para análise dos dados.

Etapa do Processamento	Parcelas	Subparcelas
Primeira (No lenho das árvores)	Espécie	Partes da árvore
Segunda (Na casca das árvores)	Espécie	Partes da árvore
Terceira (Na espécie <i>S. amara</i>)	Tipo de tecido	Partes da árvore
Quarta (Na espécie <i>T. impetiginosa</i>)	Tipo de tecido	Partes da árvore
Quinta (Na espécie <i>T. grandis</i>)	Tipo de tecido	Partes da árvore

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2, são apresentados os principais resultados da análise de variância para cada etapa do processamento estatístico. Conforme essa Tabela, houve diferença significativa entre os teores de carbono dos tratamentos principais das cinco etapas analisadas. No entanto os teores de carbono dos tratamentos secundários diferiram significativamente, somente na segunda, terceira e quinta etapas. Comparando-se os teores de carbono dos tratamentos secundários dentro dos tratamentos principais e vice-versa (Interação A x b), a segunda, terceira, quarta e quinta etapas evidenciaram diferenças altamente significativas.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para cada etapa do processamento estatístico, em função dos tratamentos principais e secundários.

Etapa do Processamento	Fontes de Variação	F _{cal}	F _{1%}	Obs.	CV (%)
Primeira (No lenho das árvores)	Tratamentos Principais (A)	83,86	5,49	**	2,94
	Tratamentos Secundários (b)	1,83	5,14	NS	2,77
	Interação A x b	2,18	3,72	NS	-
Segunda (Na casca das árvores)	Tratamentos Principais (A)	35,04	5,49	**	3,90
	Tratamentos Secundários (b)	23,06	5,14	**	6,23
	Interação A x b	5,38	3,72	**	-
Terceira (Na espécie <i>S. amara</i>)	Tratamentos Principais (A)	139,33	8,29	**	4,62
	Tratamentos Secundários (b)	11,88	5,29	**	6,73
	Interação A x b	7,66	5,29	**	-
Quarta (Na espécie <i>T. impetiginosa</i>)	Tratamentos Principais (A)	177,59	8,29	**	2,53
	Tratamentos Secundários (b)	1,30	5,29	NS	2,32
	Interação A x b	6,53	5,29	**	-

Etapa do Processamento	Fontes de Variação	F _{cal}	F _{1%}	Obs.	CV (%)
Quinta (Na espécie <i>T. grandis</i>)	Tratamentos				
	Principais (A)	221,07	8,29	**	2,53
	Tratamentos Secundários (b)	10,72	5,29	**	3,63
	Interação A x b	10,93	5,29	**	-

Legenda: ** Diferença significativa para 1%, de acordo com o Teste F (Fischer)
NS Diferença não significativa para 1%, de acordo com o Teste F

Os teores médios de carbono no lenho para as espécies *S. amara* e *T. impetiginosa* foram estatisticamente semelhantes, no entanto esses valores diferiram significativamente com os encontrados na espécie *T. grandis* (Tabela 3). Pela própria tabela deduz-se que os referidos teores para as partes da árvore não apresentaram diferenças significativas, ao serem comparados tanto dentro de cada espécie, quanto com a média das três espécies. Analisando-se as partes da árvore separadamente, os teores de carbono estimados nas extremidades (raízes e galhos) de *S. amara* e de *T. impetiginosa* foram superiores, respectivamente, 7,80% e 8,17% aos encontrados na *T. grandis*. O tronco da árvore foi a parte que apresentou a maior variabilidade entre as espécies, sendo o teor de carbono na *S. amara* 3,83% e 10,03% superior ao determinado para *T. impetiginosa* e para *T. grandis*, respectivamente.

Tabela 3 - Teores médios de carbono no lenho para as três espécies estudadas em diferentes partes da árvore

Espécie	Partes da árvore			Médias
	Raiz	Tronco	Galhos	
<i>S. amara</i>	44,67 a A	46,13 a A	45,29 a A	45,37 A
<i>T. impetiginosa</i>	45,01 a A	44,36 a B	43,94 a A	44,44 A
<i>T. grandis</i>	41,34 a B	41,51 a C	40,98 a B	41,27 B
Médias	43,68 a	44,00 a	43,40 a	43,69

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, de acordo com o Teste de Tukey para 1%.

O teor médio de carbono encontrado na casca para a espécie *T. impetiginosa* foi superior ao determinado nas espécies *S. amara* e *T. grandis*, respectivamente, 3,29% e 8,07% (Tabela 4). Nessa tabela, pode-se verificar que, independentemente da espécie, o referido teor na casca das raízes foi inferior ao estimado na casca do tronco (8,67%) e dos galhos (9,57%). Analisando-se as partes da árvore dentro de cada espécie, o teor médio de carbono não apresentou diferença significativa somente para a espécie *T. impetiginosa*, observando-se na casca das raízes das espécies *S. amara* e *T. grandis*, os menores teores de carbono (Tabela 4). Comparando-se as espécies dentro de cada parte da árvore, o teor médio de carbono no tronco das três espécies foi estatisticamente semelhante (Tabela 4). No entanto esse teor nas raízes da espécie *T. impetiginosa* foi 12,22% e 12,30% superior ao determinado, respectivamente, para as espécies *S. amara* e *T. grandis*. Por outro lado, o teor médio de carbono nos galhos da espécie *T. impetiginosa* não apresentou diferenças significativas em relação às espécies *S. amara* e *T. grandis*, porém o teor médio de carbono nos galhos da espécie *S. amara* foi 10,62% superior ao estimado para a espécie *T. grandis*.

Tabela 4 - Teores médios de carbono na casca para as três espécies estudadas em diferentes partes da árvore

Espécie	Partes da árvore			Médias
	Raiz	Tronco	Galhos	
<i>S. amara</i>	35,12 b B	40,28 a A	42,80 a A	39,40 B
<i>T. impetiginosa</i>	40,01 a A	41,38 a A	40,83 a AB	40,74 A
<i>T. grandis</i>	35,09 b B	39,01 a A	38,25 ab B	37,45 C
Médias	36,74 b	40,23 a	40,63 a	39,20

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, de acordo com o Teste de Tukey para 1%.

O teor médio de carbono determinado no lenho da espécie *S. amara* foi 13,15% superior ao encontrado na casca (Tabela 5). Pela própria Tabela deduz-se que o teor médio de carbono nas raízes foi inferior ao do tronco (7,68%) e ao dos galhos (9,43%). Considerando-se o tipo de tecido, o teor médio de carbono na madeira das três partes da árvore não apresentou diferenças significativas, no entanto o referido

teor na casca das raízes foi inferior ao do tronco (12,83%) e ao dos galhos (17,95%). Comparando-se cada parte da árvore, em função do tipo de tecido, o teor médio de carbono nos galhos não evidenciou diferenças significativas, porém este teor no lenho foi superior ao da casca para as raízes em 21,38% e para o tronco em 12,68% (Tabela 5).

Tabela 5 - Teores médios de carbono no lenho e na casca para *Simarouba amara* em diferentes partes da árvore.

Tecido	Partes da árvore			Médias
	Raiz	Tronco	Galhos	
Lenho	44,67 a A	46,13 a A	45,29 a A	45,37 A
Casca	35,12 b B	40,28 a B	42,80 a A	39,40 B
Médias	39,89 b	43,21 a	44,05 a	42,38

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, de acordo com o Teste de Tukey para 1%.

O teor médio de carbono no lenho e na casca da espécie *T. impetiginosa* apresentou diferença estatística, sendo superior no lenho em 8,33%, no entanto este parâmetro não apresentou diferenças estatísticas ao se comparar as três partes da árvore estudadas, tanto como valor médio, quanto ao se considerar o tipo de tecido dentro de cada parte da árvore (Tabela 6). De acordo com a referida Tabela, ao se comparar cada parte da árvore dentro dos tipos de tecidos, o teor médio de carbono na madeira das raízes, tronco e galhos foi superior ao determinado na casca dessas partes em 11,12%, 6,73% e 7,09% respectivamente.

Tabela 6 - Teores médios de carbono na madeira e na casca para *Tabebuia alba* em diferentes partes da árvore.

Tecido	Partes da árvore			Médias
	Raiz	Tronco	Galhos	
Lenho	45,01 a A	44,36 a A	43,94 a A	44,44 A
Casca	40,01 a B	41,38 a B	40,83 a B	40,74 B
Médias	42,51 a	42,87 a	42,39 a	42,59

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, de acordo com o Teste de Tukey para 1%.

Os teores médios de carbono para o lenho e para a casca da espécie *T. grandis* diferiram estatisticamente, sendo na madeira 9,27% superior (Tabela 7). Nessa tabela, observa-se que o teor médio de carbono determinado nos galhos não diferiu estatisticamente com os teores correspondentes às raízes e ao tronco, no entanto, entre estas duas partes, houve diferenças significativas, sendo esse teor no tronco 5,08% superior ao das raízes. Analisando-se o tipo de tecido, em função das partes, o teor de carbono médio de carbono no lenho das três partes foi semelhante, porém o referido teor na casca das raízes foi inferior ao do tronco (10,07%) e ao dos galhos (8,28%). Considerando-se as partes da árvore dentro de cada tipo de tecido, o teor médio de carbono no lenho foi superior ao da casca em 15,14% para as raízes, 6,00% para o tronco e 6,65% para os galhos (Tabela 7).

Tabela 7 - Teores médios de carbono na madeira e na casca para *Tectona grandis* em diferentes partes da árvore.

Tecido	Partes da árvore			Médias
	Raiz	Tronco	Galhos	
Lenho	41,34 a A	41,51 a A	40,98 a A	41,28 A
Casca	35,09 b B	39,01 a B	38,25 a B	37,45 B
Médias	38,22 b	40,26 a	39,61 ab	39,36

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, de acordo com o Teste de Tukey para 1%.

Para as três partes da árvore das espécies *S. amara*, *T. impetiginosa* e *T. grandis*, o teor médio de carbono no lenho foi superior ao da casca (Tabelas 5, 6 e 7). Essas diferenças possivelmente ocorreram devido à estrutura anatômica e à composição química desses tecidos. Nas referidas tabelas, verifica-se, ainda, que na casca foram encontradas as maiores variações do teor médio de carbono entre as espécies e partes da árvore. Isso concorda com os resultados obtidos por Soffiatti e Angyalossy-Alfonso (1999), que, ao estudarem duas espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae), observaram que a casca apresentou uma estrutura anatômica e uma composição química mais heterogênea do que o lenho, mostrando inclusive teores de carbono superiores.

Na figura 1, pode-se observar o teor médio de carbono em cada parte da árvore das espécies estudadas, independentemente do tipo

de tecido. De acordo com a figura, a espécie *T. impetiginosa* apresentou a melhor proporção do teor de carbono entre as diferentes partes da árvore, no entanto, nas espécies *S. amara* e *T. grandis*, houve diferenças, sendo o referido teor em relação à média da espécie inferior nas raízes e superior na parte aérea da árvore (tronco e galhos). Contudo os maiores teores médios de carbono foram obtidos para as espécies *T. impetiginosa* e *S. amara*.

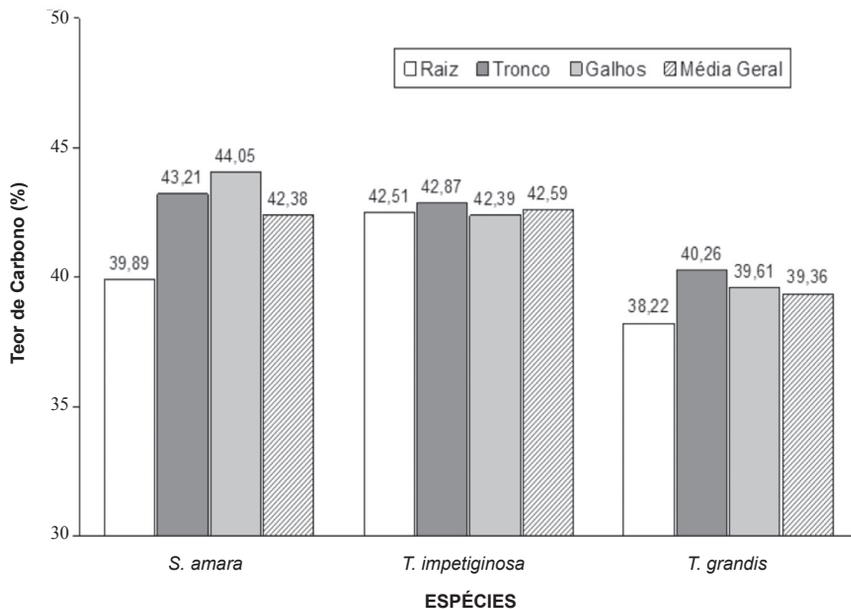


Figura 1 - Teores médios de carbono para cada espécie nas diferentes partes da árvore.

Os teores médios de carbono determinados neste trabalho para as espécies *S. amara*, *T. impetiginosa* e *T. grandis* foram inferiores aos verificados por alguns autores, tais como: Caldeira (2001), Houghton (2001) e Peter *et al.* (1996). Essas diferenças podem ter sido originadas, principalmente, pela diferença de espécies, idades e condições climáticas. Dentre esses fatores, Potter (1999) ressalta que cada espécie tem seu tipo de crescimento e que, em árvores de pouca idade, o meristema apical, responsável pelo crescimento em altura está mais ativo, formando copa e raiz, que são locais de absorção, translocação e transformação

de nutrientes para o seu metabolismo interno; entretanto o meristema cambial, responsável pelo crescimento em diâmetro e, consequentemente, pelo acúmulo de biomassa no tronco, ainda não começou o seu desenvolvimento com elevada intensidade, por isso o tipo de espécie e a idade dela são pontos importantes quando se determina o teor de carbono assimilado. Por outro lado, Marcati *et al.* (2001) mencionam que as condições climáticas são fatores importantíssimos ao se quantificar carbono, pois as variações ambientais influenciam consideravelmente a estrutura anatômica dos tecidos vegetais, o que provavelmente interferirá de forma direta, no teor de carbono estocado pelas árvores.

Os teores médios gerais de carbono determinados para as espécies *S. amara* (42,38%) e *T. impetiginosa* (42,59%) foram inferiores a 45%, valor sugerido por Murillo (1997), Higuchi *et al.* (1998), Thibau (2000) e Santos *et al.* (2004) para estimar o estoque de carbono de nativas, em função da biomassa seca. O teor médio geral de carbono para a espécie *T. grandis* de 39,36% foi também inferior ao determinado por Kraenzel *et al.* (2003) de 49,5%, avaliando árvores dessa espécie com 20 anos de idade no Panamá. No presente trabalho, foi verificado, ainda, que os teores médios gerais de carbono foram inferiores ao valor de 50%, proposto por Busnardo *et al.* (1985), Fearnside (1997), Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável-FBDS (2002) e Soares e Oliveira (2002) para estimar a quantidade de carbono estocada numa floresta, em função da biomassa.

CONCLUSÕES

O teor de carbono no lenho não variou, em função das partes da árvore.

Para todas as espécies, o teor de carbono no lenho foi superior ao da casca.

Analisando-se a casca separadamente, o menor teor de carbono foi na raiz, independentemente da espécie.

O lenho de *S. amara* apresentou maior teor de carbono absorvido.

T. impetiginosa mostrou a menor variação no teor de carbono dentro das diferentes partes da árvore.

Nas espécies *T. impetiginosa* e *T. grandis*, o teor de carbono diferiu apenas em função do tipo de tecido, observando-se o maior valor no lenho.

As espécies *S. amara* e *T. impetiginosa* podem ser promissoras em projetos de reflorestamento com a finalidade de sequestro de carbono.

REFERÊNCIAS

BUSNARDO, C. A.; GONZAGA, J. V.; BENITES, E. P.; BORSSATTO, I. Quantificação para fins energéticos da biomassa florestal de povoamentos de *Eucalyptus saligna* de primeira e segunda rotação. *Espaço Florestal*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 37-43, jan./abr. 1985.

BROWN, S.; LUGO, A. Aboveground biomass estimates for tropical moist forest of the Brazilian Amazon. *Interciencia*, v. 17(1), p. 8-18, 1992.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V. Estimativa da biomassa e conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) sub-espécie *maidenii*. *Revista Ciência Florestal*, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 45-53, jan./abr. 2001.

DEFRIES, R. S.; HANSEN, M. C.; TOWNSHEND, J. G.; JANETOS, A. C.; LOVELAND, T. R. A new global 1-Km data set of percentage tree cover derived from remote sensing. *Global Change Biology*, Florida, EUA, v. 6, n. 3, p. 247-254, set./dez. 2000.

FEARNSIDE, P. M. Amazonian deforestation and global warning: Carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon forest. *Forest Ecology and Management*, Florida, EUA, v. 80, n. 1, p. 21-34, jan./abr. 1996.

_____. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: net committed emissions. *Climate Change*, Florida, EUA, v. 35, n. 3, p. 321-360, set./dez. 1997.

_____. Homem e ambiente na Amazônia. In: A FLORESTA AMAZÔNICA NAS MUDANÇAS GLOBAIS, 2003, Manaus. *Anais...* Manaus: INPA, 2003. 134p.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (FBDS). *Emissões e remoções de dióxido de carbono por mudanças nos estoques de florestas plantadas*. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 2002. 45p.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 28, n. 2, p. 153-165, 1998.

HOUGHTON, R. A.; LAWRENCE, K. T.; HACKLER, J. L.; BROWN, S. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. *Global Change Biology*, Florida, EUA, v. 7, n. 7, p. 731-746, 2001.

KRAENZEL, M.; CASTILLO, A.; MOORE, T.; POTVIN, C. Carbon storage of harvest age teak (*Tectona grandis*) plantations in Panamá. *Forest Ecology and Management*, Florida, EUA, v. 17, n. 3, p. 213-225, set./dez. 2003.

MARCATI, C. R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae - Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 53-61, set. 2001.

MURILLO, M. A. Almacenamiento y fijación de Carbono en ecosistemas forestales. *Revista Forestal Centroamericana*, Turrialba, Costa Rica, v. 19, n. 6, p. 9-12, nov./dez. 1997.

OSTERROOHT, M. VON. Manejo de sistemas agroflorestais. *Agroecologia Hoje*, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 12-13, 2002.

PETER, A.; MACDICKEN, K.; CHANDLER, D. Comparative inventory of sequestered carbon in a plantation of *Eucalyptus camaldulensis* and in 17 year-old natural regeneration in Brazil's Cerrado In: FOREST-96. *Anais...* Belo Horizonte, 1996.

PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba, SP: Nobel, 1990. 468p.

POTTER, C. S. Terrestrial biomass and the effects of deforestation on the global carbon cycle. *Bioscience*, Florida, EUA, v. 49, n. 4, p. 769-778, out./dez. 1999.

RADAMBRASIL. *Levantamento de recursos naturais*. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1982. 540p. (Folha SC 21 Juruena).

SALOMÃO, C. C. Eucalipto. Vilão ou herói? *Revista Brasileira de Silvicultura*, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 427-434, out. 1994.

SANTOS, S. R. M.; MIRANDA, I. S.; TOURINHO, M. M. Estimativa de biomassa de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 34, n. 1, p. 1-8, 2004.

SOARES, C. P. B.; OLIVEIRA, M. L. R. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 16, n. 5, p. 533-539, set./out. 2002.

SOFFIATTI, P.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Estudo anatômico comparativo do lenho e da casca de duas espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 35-46, ago. 1999.

STATSOFT. *Statistica 8.0*. Disponível em: <<http://www.statsoft.com/>>. Acesso em: 29 jan. 2010.

TEDESCO, M. J. *et al.* *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Boletim Técnico. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, 1995. 174p.

THIBAU, C. E. *Produção sustentada em florestas: conceitos e tecnologias, biomassa energética, pesquisas e constatações*. Belo Horizonte: CVRD, 2000. 512p.

YU, C. M. Seqüestro de carbono florestal: oportunidades e riscos para o Brasil. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, Curitiba, n. 102, p. 85-101, jan./jun. 2002.