



# TEORES DE CARBONO EM ESPÉCIES VEGETAIS DA CAATINGA E DO CERRADO

*Carbon fractions in plant species of caatinga and cerrado*

Gislaine Vieira<sup>[a]</sup>, Carlos Roberto Sanquetta<sup>[b]</sup>, Maria Lucia Wambier Klüppel<sup>[c]</sup>,  
Laércio da Silveira Soares Barbeiro<sup>[d]</sup>

<sup>[a]</sup>Farmacêutica, Mestranda em Manejo Florestal, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR Brasil, e-mail: gigi\_farma@hotmail.com

<sup>[b]</sup>Engenheiro Florestal, professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: sanquetta@ufpr.br

<sup>[c]</sup>Professora adjunta de Bioquímica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: mlwkluppel@hotmail.com

<sup>[d]</sup>Graduando do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: laerciofloresta@gmail.com

---

## Resumo

As mudanças climáticas e o aquecimento global são atualmente grandes preocupações mundiais. As maiores fontes de emissão de gases de efeito estufa incluem a queima de combustíveis fósseis, os desmatamentos e as queimadas, todas liberando CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Uma maneira de reverter essa situação é a fixação de carbono nas florestas. No entanto, ainda são poucos os estudos sobre esse tema. Neste trabalho, foi feita a determinação dos teores de carbono das espécies do Cerrado e da Caatinga em diversos compartimentos das árvores: folhas, galhos, raízes, cascas e fustes. Os dados correspondem a 30 amostras do bioma da Caatinga e 30 amostras do bioma do Cerrado. As amostras foram preparadas em campo e encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de carbono, pelo método de combustão. Os teores médios de carbono para as espécies do Cerrado foram: 43,24% para a folhagem, 42,06% para os galhos, 40,09% para as raízes, 41,01% para os fustes e 40,60% para as cascas. Já para o bioma da Caatinga foram encontrados os seguintes resultados: 47,39% para a folhagem, 44,68% para os galhos, 44,38% para as raízes, 43,75% para os fustes e 44,60% para as cascas. Nas espécies estudadas, as análises estatísticas mostraram que existem diferenças entre tais teores para os dois biomas analisados, sendo esses sempre maiores nas espécies da Caatinga. A folhagem foi o compartimento que apresentou maior valor de teores de carbono, tanto para o Cerrado como para a Caatinga. Concluiu-se que os teores de carbono são sempre inferiores aos sugeridos pelo IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

**Palavras-chave:** Sequestro de carbono. Biomassa. Combustão. Dióxido de carbono. Mudanças climáticas.

---

## **Abstract**

*Nowadays one of the key issues of the contemporary world is the effect of the Global Warming caused by GHG emissions. Major GHG emissions include burning of fossil fuels, deforestation and biomass burning, all emitting CO<sub>2</sub> to the atmosphere. One manner to mitigate the Greenhouse Effect is to sink carbon in forests. However, studies on this issue are still scarce. The objective of this paper was to determine the carbon fractions in tree species of Cerrado and Caatinga, taking into consideration the different biomass pools: foliage, branches, roots, trunk, and bark. Data came from 30 samples taken in the Caatinga biome and the other 30 in the Cerrado biome. Samples were prepared in the field and brought to laboratory for carbon fraction determinations by combustion method. Mean carbon fractions for Cerrado were: 43.24% to foliage, 42.06% to branches, 40.09% to roots, 41.01% to trunk, and 40.60% to bark. For Caatinga biome the results were: 47.39% for foliage, 44.68 to branches, 44.38% to roots, 43.75% to trunk, and 44.60% to bark. For the species studied the statistical analyses showed that there were significant differences between both biomes and that species of Caatinga proved high values. Foliage was by far the biomass pool with greater carbon fractions, both for Cerrado and Caatinga. It was concluded that determined carbon fractions were always smaller than values recommended by IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).*

**Keywords:** Carbon sink. Biomass. Combustion. Carbon dioxide. Climate change.

## **INTRODUÇÃO**

Mudanças climáticas são processos naturais, consideradas as eras geológicas em escala de tempo de milhares de anos. Entretanto, a velocidade e intensidade com que estão ocorrendo mudanças no sistema climático da Terra a partir da Revolução Industrial tem sido objeto de preocupação de cientistas e líderes mundiais, principalmente nas duas últimas décadas. O efeito estufa é um fenômeno físico, que acontece naturalmente, ocasionado pela presença de gases na atmosfera, a qual é composta principalmente de oxigênio (21%) e nitrogênio (78%). Os principais gases de efeito estufa (GEE) são o vapor d'água, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (CHANG, 2004). Em concentração natural, esses GEEs são benéficos ao planeta e representam menos de um milésimo da atmosfera total. Sem esses gases, que atuam como um cobertor natural ao redor da terra, a radiação infravermelha térmica solar absorvida pela Terra se dissiparia no espaço e a superfície do nosso planeta seria 33°C mais fria do que é hoje (CHANG, 2004).

Os cientistas têm alertado que o aumento das emissões dos chamados gases de efeito estufa (GEE) interferem no balanço radiativo da atmosfera, ou seja, a porcentagem da radiação solar que passa pela atmosfera é refletida pela superfície da terra e está levando, a longo prazo, a um aumento da temperatura média da terra (KOHLMAIER et al., 1998, apud KOEHLER et al., 2002). As maiores fontes de emissão dos gases de efeito estufa pelo ser humano incluem a queima de combustíveis fósseis, os desmatamentos e as queimadas, todas liberando CO<sub>2</sub> para a atmosfera (KOEHLER et al., 2002). Como consequência, a concentração deste gás tem crescido sobremaneira, provocando o chamado Aquecimento Global ou Efeito Estufa Antrópico.

O conceito de sequestro de carbono foi consagrado na Conferência de Kyoto, em 1997, que tinha como objetivo conter e reverter o acúmulo de GEEs na atmosfera, de modo a reduzir o efeito estufa antrópico (CHANG, 2004). Em princípio, sequestro de carbono aplica-se à preservação de áreas florestais com riscos de serem destruídas, à recuperação de florestas degradadas, e ao estabelecimento de novas plantações florestais, assim como à implantação de sistemas agro-florestais com espécies nativas ou exóticas (CHANG, 2004).

Os ecossistemas acumulam na sua biomassa o carbono retirado da atmosfera durante o processo de fotossíntese. As plantas absorvem gás carbônico e, usando água e energia da luz solar, convertem o gás carbônico em glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ). O oxigênio ( $O_2$ ) é liberado durante a produção de biomassa (RENNER, 2004).

A quantificação do carbono nos ecossistemas é um tema de grande atenção (BOSCOLO; BUONGIORNO, 1997; CUMMINGS; WARD, 1994; FEARNESIDE et al., 1999; KAUFFMAN; CUMMINGS; WARD, 1994; WOONER; PALM, 1998), pois é fundamental para desenvolver estratégias de combate ao Aquecimento Global.

A variável biomassa deve ser determinada e estimada de forma fidedigna, caso contrário não haverá consistência na quantificação do carbono fixado nos ecossistemas florestais (SANQUETTA; BALBINOT, 2004). O conhecimento dos reais teores de carbono de um bioma é um dos pontos-chave na elaboração de projetos ambientais voltados ao sequestro de carbono. Geralmente é adotado um valor fixo, de 50% (IPCC, 2003), o que pode induzir graves erros de estimativas (KOEHLER et al., 2002).

Existem vários métodos de determinação de teores de carbono, sendo considerado o mais exato aquele que se fundamenta no processo de combustão. A combustão é uma reação química exotérmica desencadeada pela presença de ignição (fogo) sobre um determinado material combustível, em presença de oxigênio, o que se costuma ser chamada de “triângulo do fogo”.

Esta pesquisa foi desenvolvida com espécies vegetais do bioma Cerrado e do bioma Caatinga, dois dos mais importantes do país. Houghton (1994; FEARNESIDE 1994, apud KOEHLER et al., 2002), comentam que diferentes biomas armazenam quantidades diferentes de carbono dentro da sua biomassa, variando também com os locais dentro de um mesmo bioma. O Cerrado é o segundo maior bioma em extensão, inferior em superfície apenas ao bioma Amazônia, ocupando uma área de aproximadamente 204 milhões de hectares, o que corresponde a aproximadamente 24% do território nacional. É provavelmente a maior savana do mundo, abrigando uma rica biodiversidade e um grande potencial econômico.

Já a Caatinga ocupa uma área de 734.478 km<sup>2</sup>, e é o único bioma exclusivamente brasileiro. Representa um grande patrimônio biológico para a região semiárida e, também, um potencial expressivo para o desenvolvimento de atividades produtivas, apesar da baixa precipitação pluviométrica.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar os teores de carbono das espécies dos biomas do Cerrado e da Caatinga em diversos compartimentos das árvores, como raízes, folhas, galhos mortos e vivos, casca e fuste. O enfoque da pesquisa é avaliar estatisticamente as diferenças entre os biomas, as espécies componentes e os compartimentos da biomassa, visando produzir informação útil na formulação de projetos de créditos de carbono.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Áreas de estudo

Os dados foram coletados em áreas de estudo que fazem parte de projetos desenvolvidos pela Universidade Federal do Paraná, Curso de Engenharia Florestal. As amostras utilizadas para o presente trabalho foram coletadas nos biomas Caatinga e Cerrado, sendo que a primeira área situada em três regiões distintas, todas no Estado da Bahia, nos municípios de Campo Alegre de Lourdes, Remanso e Casa Nova. A segunda localiza-se no Vale do Paranapanema, sudoeste do Estado de São Paulo.

### Procedimento de campo

Foram abatidos 60 exemplares arbóreos, sendo 30 espécies do bioma do Cerrado e 30 espécies do bioma da Caatinga. As espécies utilizadas neste estudo foram amostradas em repetição (número variável por espécie). Essas árvores foram separadas e identificadas em todos os seus

componentes, ou seja, raízes, folhas, galhos mortos e vivos, fustes (troncos) e cascas. Uma vez que foram amostrados 5 compartimentos, o resultado foi um total de 300 amostras empregadas nesta pesquisa. Esse material foi pesado na sua forma verde (úmida) no campo, utilizando dinamômetro, com precisão de 50 g. Parte do material foi retirada para pesagem a seco, as quais foram acondicionadas em cartuchos de papel e enviadas ao laboratório.

### Procedimento de laboratório

As amostras trazidas para o laboratório foram pesadas individualmente, obtendo-se, assim, o peso verde de cada componente (Figura 1). Estas foram secadas em estufa à temperatura de 70°C, até peso constante. Após a secagem realizou-se a determinação do peso seco de cada amostra. Cada componente passou pelo processo de fracionamento em partes pequenas com a ajuda de machados, sendo posteriormente trituradas em moinho de seis facas com peneiras metálicas (Figura 2) até adquirir a consistência de pó. Cuidados foram tomados para evitar contaminação das amostras, mediante a limpeza do moinho com jato de ar comprimido a cada amostra moída. O pó obtido foi armazenado em potes de plástico identificados, e usados na determinação dos teores de carbono (Figura 3).

A determinação dos teores de carbono nas amostras foi efetuada pelo método de combustão seca, empregando o analisador marca LECO modelo C-144, de fabricação americana (Figura 4), o qual está sediado no Laboratório de Inventário Florestal da UFPR. Por esse método, a amostra de material sólido é levada à combustão total, sendo que um sensor infravermelho detecta a quantidade de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) gerado pela combustão, relacionando-a automaticamente com a quantidade de carbono elementar existente na amostra através de estequiometria.

Antes do início das análises, foram efetuados todos os procedimentos de calibração do equipamento, inclusive da temperatura que deve permanecer em 1000°C até o término das análises.

As amostras foram pesadas em balança analítica usando porções de 100 mg de cada amostra colocadas em recipiente de cerâmica (cadinho em forma de barquinha). Individualmente foi introduzido o recipiente no analisador, para realizar-se a combustão completa da amostra. O controle da queima completa foi realizado através da observação da curva de combustão (mostrada no vídeo do computador) e do tubo externo ao equipamento contendo perclorato de magnésio. Ao final da combustão da amostra o resultado em carbono (% da amostra) é emitido diretamente pelo computador.



FIGURA 1 - Pesagem das amostras



FIGURA 2 - Moinho de facas utilizado para moagem



FIGURA 3 - Amostras para análise de carbono



FIGURA 4 - Analisador de carbono LECO C-144

### Análise estatística

A verificação de diferenças significativas nos teores de carbono entre os biomas, espécies e compartimentos da biomassa vegetal foi feita através de avaliações estatísticas. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey para comparação das médias dos teores de carbono em cada situação, utilizando-se o nível de significância de 1%.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Teores de carbono das espécies do Cerrado

Os resultados obtidos consistem de análises de teores de carbono em 30 árvores das espécies do Cerrado. Verificaram-se os seguintes resultados apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Valores estatísticos de teores de carbono em espécies do Cerrado

Compartimento	Média	Teores de carbono (%)			
		Desvio Padrão	CV %	Máximo	Mínimo
Folhagem	43,24	2,03	4,69	48,33	39,05
Galhos	42,06	0,79	1,89	43,47	40,14
Raízes	40,45	1,39	3,44	43,40	36,96
Fuste	41,01	1,37	3,35	43,71	38,13
Casca	40,60	2,33	5,74	46,87	37,26

Os teores médios de carbono para as espécies do Cerrado analisadas variaram de 40,60% para a casca a 43,24% para a folhagem. O desvio-padrão, o coeficiente de variação, e os valores máximos e mínimos mostram que existem diferenças entre as amostras analisadas. As maiores variações (segundo o CV%), foram para cascas e folhagem, ao passo que nos galhos as variações foram bem menores. Em raízes e fuste as variações foram intermediárias.

Entre as espécies do Cerrado também foram verificadas diferenças em termos de teores de carbono, conforme mostra a Figura 5. Considerando as espécies e seus respectivos compartimentos, o que apresentou o maior teor de carbono foi a folhagem, com 48,33%, na espécie *Anadenanthera falcata*, e o menor teor de carbono encontrado foi o oriundo das raízes, com 36,97%, na espécie *Chorisia speciosa*.

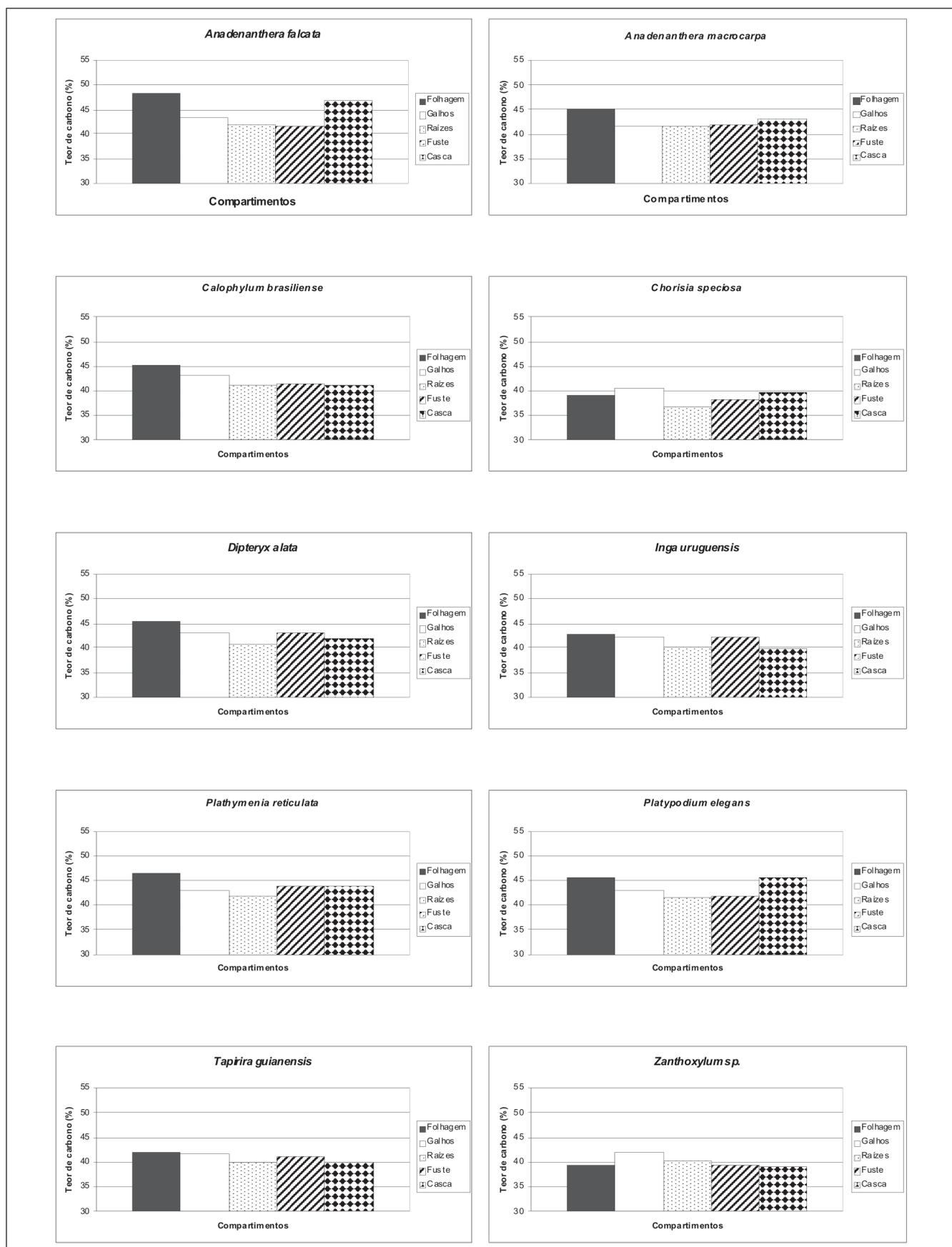


FIGURA 5 - Valores de teores de carbono em espécies do Cerrado

### Teores de carbono em espécies da Caatinga

Os resultados dos teores de carbono obtidos são de 30 espécies arbóreas do bioma da Caatinga. Na Tabela 2 podem-se observar os resultados obtidos.

TABELA 2 - Valores estatísticos de teores de carbono em espécies da Caatinga

Compartimento	Teores de carbono (%)				
	Média	Desvio Padrão	CV %	Máximo	Mínimo
Folhagem	47,39	3,06	6,46	51,39	42,16
Galhos	44,68	1,49	1,89	48,02	41,45
Raízes	44,38	1,71	3,34	48,20	40,86
Fuste	43,75	1,90	4,34	46,32	36,81
Casca	44,60	2,17	4,87	48,33	40,02

No bioma da Caatinga pode-se observar que os teores médios de carbono para as espécies analisadas variaram de 43,75% para o fuste e 47,39 para a folhagem. Para as espécies da caatinga as variações entre os valores máximos e mínimos foram entre 51,39 para a folhagem e 40,02 para as cascas.

A Figura 6 mostra as diferenças dos teores de carbono entre as espécies da caatinga e seus respectivos compartimentos, a espécie que mais apresentou valor carbônico foi a *Byrsonima sericea* com 50,28% na folhagem, já a espécie *Annona coriacea* apresentou menor quantidade de carbono no fuste, com 40%.

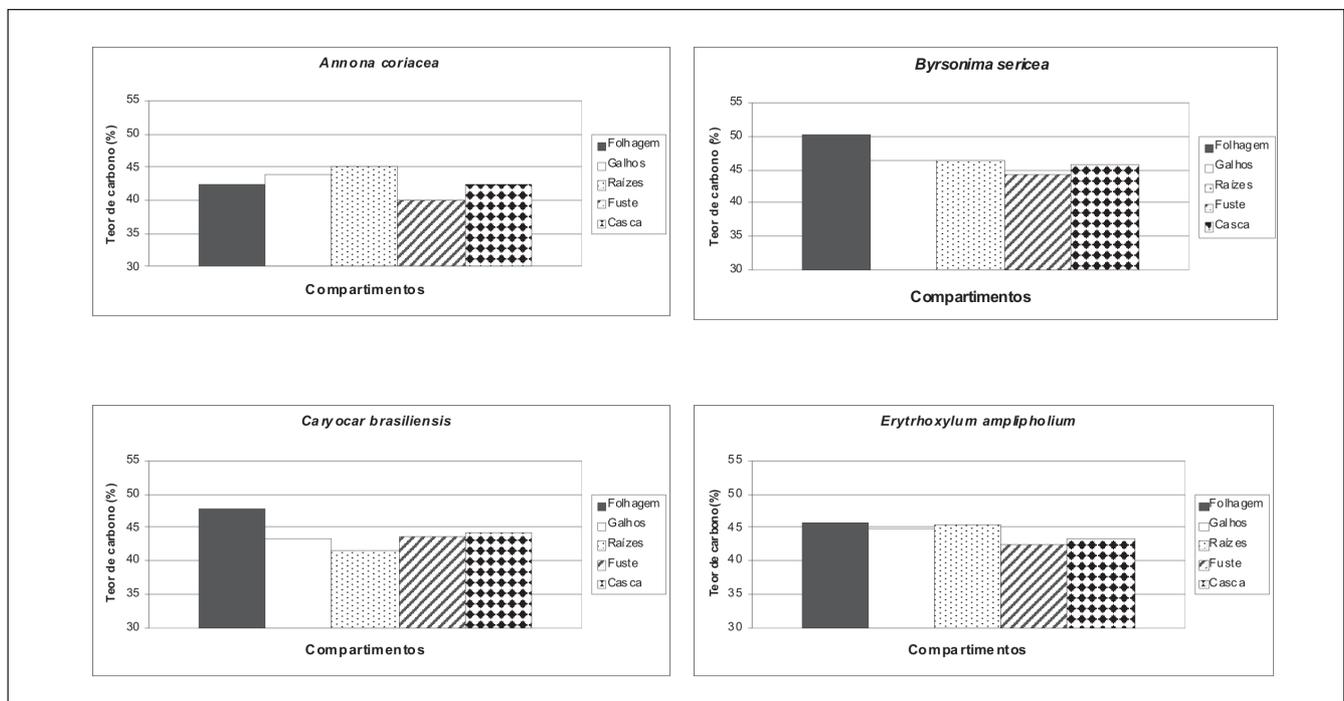


FIGURA 6 - Valores de teores de carbono em espécies da Caatinga

(Continua)

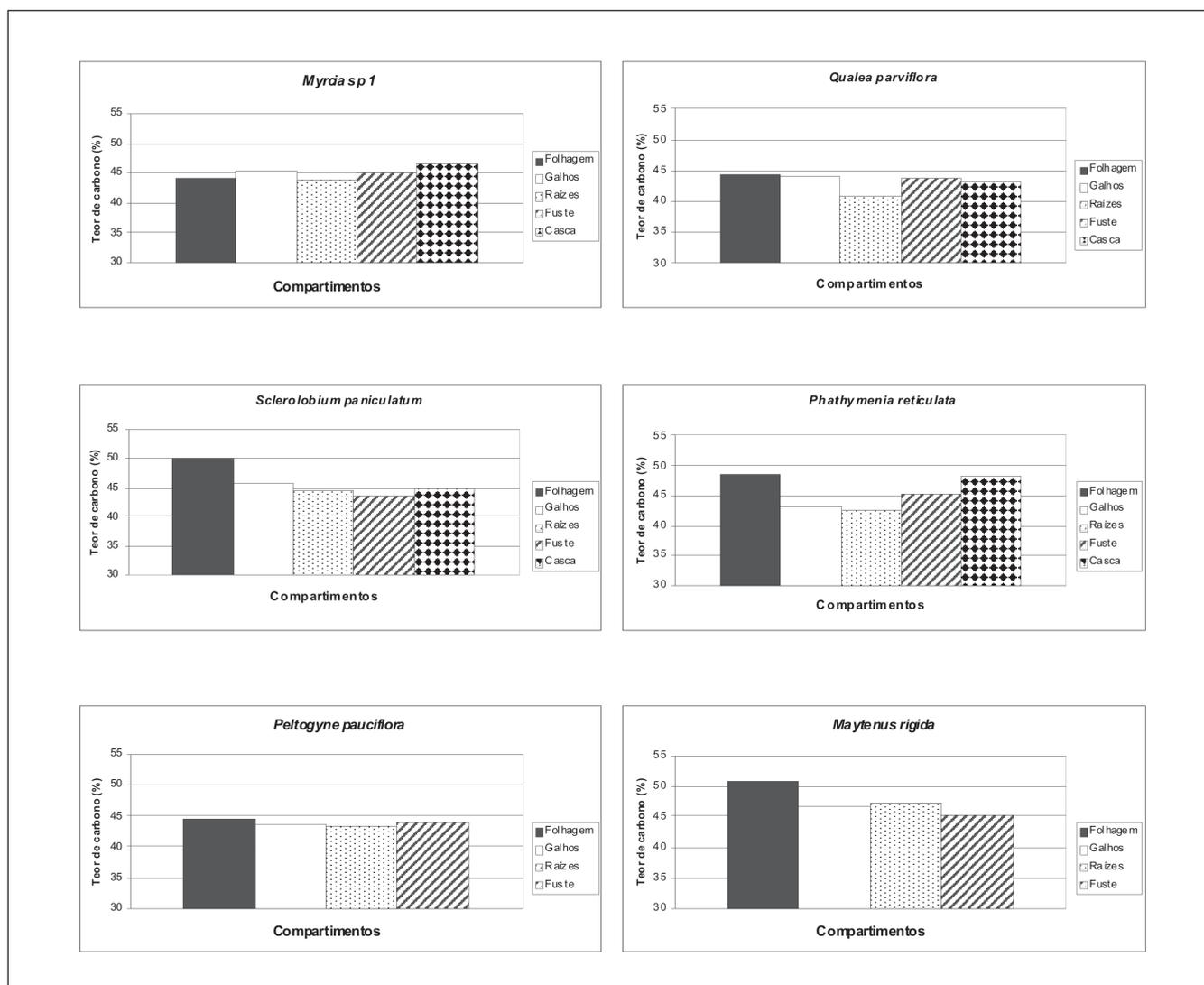


FIGURA 6 - Valores de teores de carbono em espécies da Caatinga

(Conclusão)

### Comparação entre os dois biomas

Conforme se vê na Figura 7, nas espécies analisadas, o bioma da Caatinga apresenta valores de teores de carbono superiores aos do bioma Cerrado, em todos os compartimentos. Em média, os valores foram 44,81 % na Caatinga e 42,09% para o Cerrado. Isso se deve, possivelmente, a vários fatores, sejam eles ambientais, genéticos, entre outros. Na Caatinga, as condições de crescimento das árvores são muito mais adversas, por causa do clima semiárido, fato que impõe maior massa específica aos tecidos vegetais, pelo crescimento mais lento. Por outro lado, o Cerrado favorece o crescimento das árvores, com isso, estas crescem com maior rapidez, repercutindo em menor massa específica e menor teor de carbono.

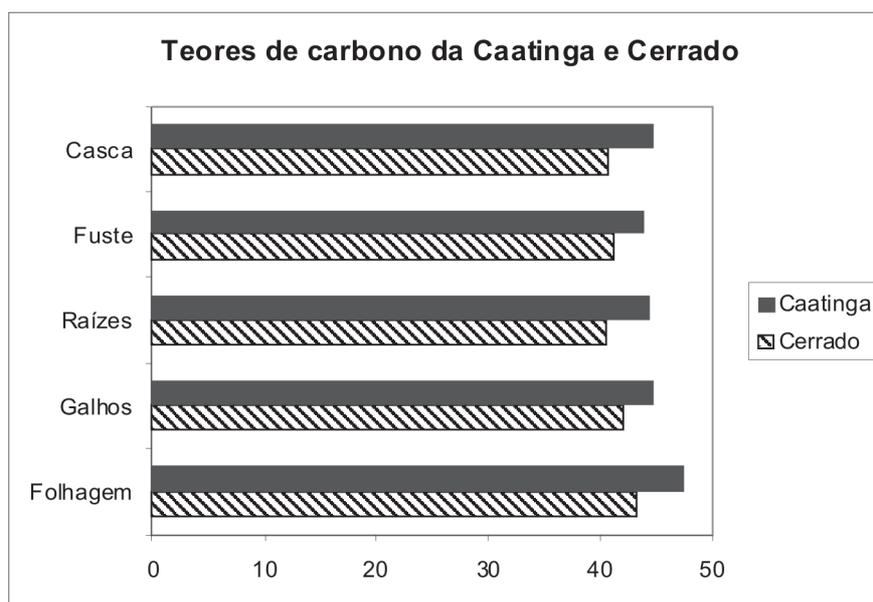


FIGURA 7 - Comparação de valores carbônicos entre os biomas do Cerrado e da Caatinga

TABELA 3 - Média dos teores de carbono dos dois biomas e dos cinco compartimentos comparada pela ANOVA e Teste de Tukey

Bioma	Folhagem	Galhos	Raízes	Fuste	Casca
Cerrado	43,89a	42,37ab	40,63c	41,43ab	42,12ab
Caatinga	46,86a	44,66b	44,08b	43,66b	44,76b
Geral	45,38a	43,51b	42,36b	42,54b	43,44b

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 1% de probabilidade, ou seja, as médias **a** diferem das médias **b**, que diferem, por sua vez, das médias **c**.

As comparações através da ANOVA indicaram que os biomas apresentaram diferenças significativas em termos de teores de carbono ao nível de 1% de probabilidade. A média da Caatinga foi de 44,81%, enquanto a do Cerrado foi de 42,09%. As diferenças entre os compartimentos também foi significativa, a 1%, apresentando a folhagem valor mais elevado que os demais compartimentos pelo Teste de Tukey (Folhagem: 45,38%; Galhos: 43,51%; Casca: 43,44%; Fuste: 42,54%; Raízes: 42,36%). Uma análise fatorial demonstrou não existir interação significativa entre bioma e compartimento, (TABELA 3).

De acordo com as informações da Tabela 3, diferenças significativas ocorreram, em caráter geral, para ambos os biomas, apenas para a folhagem, que apresentou média maior. Os menores teores no Cerrado foram para as raízes, que apresentaram média inferior. No caso da Caatinga não houve essa constatação.

Em projetos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, o IPCC (2003) recomenda um valor referencial de 50% para o teor de carbono. Entretanto, a partir dos resultados desta pesquisa, verificou-se que nenhum valor se aproximou desta recomendação.

Em ambos os biomas, a folhagem, ou seja, a massa fotossinteticamente ativa foi o compartimento que apresentou os maiores teores de carbono em comparação com os demais. Isso pode ser atribuído ao uso do carbono imediato no processo metabólico e à imediata alocação desse elemento nesse compartimento responsável pela produtividade primária da planta. Outros autores também obtiveram resultados semelhantes, conforme se constata nos parágrafos seguintes.

Em *Araucaria angustifolia*, Weber et al. (2003) encontraram teores médios de carbono para o fuste de 44,1%, para a folhagem 44,0%, galhos mortos 42,9%, galhos vivos 41,7%, raízes 40,5% e casca 40,1%. Weber et al. (2006), trabalhando com outras seis espécies da Floresta Ombrófila Mista, encontraram os seguintes teores médios de carbono: 42,2% para *Myrsine ferruginea*, 41,8% em *Ocotea porosa*, 41,3% em *Ilex paraguariensis*, 41,0% em *Mimosa scabrella*, 40,7 % em *Symplocos uniflora* e 39,9% em *Styrax leprosus*.

Em *Mimosa scabrella*, Urbano (2007) encontrou valores para os teores de carbono de 45,46% para as folhas, 44,69% para a casca, 44,13% para galhos inferiores a 4 cm de diâmetro, 43,94% para galhos superiores a 4 cm de diâmetro e 43,68% para o fuste.

Em *Nectandra grandiflora*, Vieira et al. (2008) encontraram que a média dos teores de carbono para folhagem foi de 44,1%, para galhos vivos 42,7%, raiz 42,4% e fuste 42,1%, a média ponderada dos teores de carbono ficou estimada em 42,3%, valor inferior ao sugerido como default pelo IPCC. A folhagem apresentou teores de carbono significativamente maiores que os demais compartimentos pela ANOVA e Teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Os resultados provaram inequivocamente que não é possível fazer generalizações acerca dos teores de carbono, como, às vezes, sugerem as literaturas citadas. Ao contrário, é imprescindível determinar corretamente esses montantes e diferenciá-los para os distintos biomas, espécies e compartimentos, pois as diferenças, aparentemente pouco expressivas, podem repercutir em sérios problemas numéricos no momento de formular projetos de créditos de carbono. Essa afirmação vem ao encontro das argumentações feitas por Koehler et al. (2002)

## CONCLUSÕES

- Os teores de carbono para as espécies vegetais estudadas, da Caatinga e do Cerrado, sempre foram inferiores ao valor default do IPCC;
- as espécies analisadas da Caatinga possuem teores de carbono mais elevados que as do Cerrado, possivelmente devido às condições ambientais menos favoráveis;
- em ambos os biomas a folhagem apresentou os maiores teores de carbono;
- ocorreram variações estatísticas dos teores de carbono entre biomas, espécies e compartimentos.

## REFERÊNCIAS

BOSCOLO, M.; BUONGIORNO, J. Managing a tropical rainforest for timber, carbon storage and tree diversity. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v. 76, n. 4, p. 246-254, 1997.

CHANG, M. Y. **Seqüestro florestal do carbono no Brasil: dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas**. Curitiba, 2004. 276 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiental e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

FEARNSIDE, P. M. et al. Tropical forest burning in Brazilian Amazonia: measurement of biomass loading, burning efficiency and charcoal formation at Altamira, Pará. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 123, n. 1-3, p. 65-79, 1999.

FEARNSIDE, P. M. Biomassa das florestas amazônicas brasileiras. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO<sub>2</sub> – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1., 1994. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 95-124.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Good practice guidance for land-use change and forestry**, 2003. Available from: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/>>. Access from: 12 Aug. 2008.

KAUFFMAN, J. B.; CUMMINGS, D. L.; WARD, D. E. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along vegetation gradient in the Brazilian cerrado. **Journal of Ecology**, London, v. 82, p. 519-531, 1994.

KOEHLER, H. S.; WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F. Fontes e níveis de erros nas estimativas do potencial de fixação de carbono. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba, [s.n.], 2002. p. 251-264.

HOUGHTON, R. A. As florestas e o ciclo de carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO<sub>2</sub> – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1., 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 38-76.

RENNER, R. M. **Seqüestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. 2004. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Ed.). **Fixação de carbono: projetos, perspectivas e atualidades**. Curitiba: UFPR/ECOPLAN, 2004. p. 77-93.

URBANO, E. **Quantificação e estimativa aérea da biomassa e do carbono fixado em árvores de bracatingais nativos da região metropolitana de Curitiba**. 2007. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

VIEIRA, G.; BARBEIRO L. S. S.; SANQUETTA, C. R. Estoque individual de biomassa e carbono em *Nectandra grandiflora* (canela-amarela). **Rev. Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 547-557, 2009.

WEBER, K. S. et al. Variação nos teores de carbono orgânico em povoamento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Rev. Bras. Florestal**, Brasília, v. 76, n. 1, p. 23-28, 2003.

WEBER, K. S. et al. Teores de carbono orgânico de seis espécies naturais do ecossistema da Floresta Ombrófila Mista. **Rev. Ambientia**, Guarapuava, v. 2, n. 2 p. 167-177, 2006.

WOOMER, P. L.; PALM, C. A. An approach to estimating carbon stocks in tropical forests and associated land uses. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v. 77, n. 3, p. 181-190, 1998.

Recebido: 28/08/2008

Received: 08/28/2008

Aprovado: 23/03/2009

Approved: 03/23/2009

Revisado: 09/11/2009

Reviewed: 11/09/2009