



Dendrocronologia na análise do crescimento em diâmetro, volume, biomassa e dióxido de carbono no Cerrado

Ricardo Oliveira GASPAR¹, Ilvan Medeiros LUSTOSA JUNIOR^{1*}, Maísa Isabela RODRIGUES¹,
Juliana Baldan Costa Neves ARAÚJO¹, Moisés Silveira LOBÃO²

¹ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

² Departamento de Engenharia Florestal, universidade Federal do Acre, Rio Branco, Brasil.

* E-mail: ilvanjunior@gmail.com

Recebido em outubro/2015; Aceito em janeiro/2016.

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo determinar a idade de espécies amostradas, incremento médio anual em diâmetro, volume e a taxa de sequestro de carbono e dióxido de carbono por ha.ano⁻¹ para um fragmento caracterizado como Cerrado. Foram abatidas 120 árvores das 15 espécies que apresentaram maior participação no volume total e área basal. Posteriormente, foi realizada a pesagem das toras em campo e delas retirados discos de madeira na altura do DAP (diâmetro medido à 1,30 m do solo). As amostras foram digitalizadas em scanner EPSON TX 300F, com uma escala digitalizada junto à amostra. A distância entre os anéis de crescimento foi determinada utilizando-se o software Image Tool Alpha 3. A espécie que apresentou o maior número de anéis de crescimento por árvore foi *Astronium fraxinifolium* com 22 anéis de crescimento. Portanto, possuindo idade estimada em 23,07 anos, sendo a árvore mais velha amostrada no respectivo fragmento. Os incrementos em diâmetro, volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono mostram que a taxa de crescimento do cerrado é baixa. O maior incremento periódico anual verificado para as espécies que fizeram parte da amostra foi o da espécie *Pterodon emarginatus*, com 15,8 cm.ano⁻¹, com aproximadamente 10 anos de idade. A espécie com o menor incremento periódico anual foi a *Lafoensia pacari*, aos 9 anos de idade, com 1,6 cm.ano⁻¹. A partir do uso da dendrocronologia, conclui-se que o Cerrado apresenta taxa de crescimento em diâmetro compatível com outros estudos realizados em Cerrado e até mesmo com estudos realizados em outros biomas.

Palavras-chave: anéis de crescimento, volumetria, modelagem.

Using dendrochronology to growth analysis in diameter,
volume, biomass and carbon dioxide in the cerrado

ABSTRACT: The study aimed to determine the age of sampled species, the annual average increment in diameter and the annual sequestration volume and rate of carbon and carbon dioxide per ha.year⁻¹ for a fragment characterized as Cerrado. On hundred and twenty trees of the 15 species that showed greater participation in the total volume and basal area were harvested. Subsequently, the weighing of logs was performed in the field, of which the wooden disks were removed at the DBH height (diameter measured at 1.30 m above the ground). The samples were scanned in EPSON TX 300F scanner, with a scale scanned together with the sample. The distance among the growth rings was determined through the use of the Image Tool Alpha 3 software. The species that showed the greatest number of growth rings per tree was *Astronium fraxinifolium*, totaling 22 growth rings. Therefore, it has an estimated age of 23.07 years and is the oldest tree sampled in the respective fragment. The increments in diameter, volume, biomass and carbon dioxide prove that the growth rate in Cerrado is low. The greatest annual periodic increment found for the species that were part of the sample was the one of the *Pterodon emarginatus* species, totaling 15.8 cm.year⁻¹, with approximately 10 years old. The species with the smallest annual periodic increment was *Lafoensia pacari*, at 9 years old, totaling 1.6 cm.year⁻¹. From the use of dendrochronology, we conclude that the Cerrado has growth rate in diameter compatible with other studies carried out in Cerrado environments, even with studies carried out in other biomes.

Keywords: growth rings, volumetry, modelling.

1. INTRODUÇÃO

Os anéis de crescimento são reconhecidamente um dos principais arquivos biológicos das condições climáticas e ambientais do passado (SANTOS et al. 2013). A dendrocronologia é definida como o estudo dos anéis de crescimento, que possibilita

a determinação da idade de árvores ou peças de madeira que podem incluir aplicação das informações obtidas para estudos ambientais e históricos. (KAENNEL; SCHWEINGRUBER, 1995; BOTOSSO; MATOS, 2002).

A técnica dendrocronológica de contagem de anéis é a mais precisa para determinar idade de árvores. Contudo, em

muitas espécies de regiões tropicais, os anéis de crescimento não ficam tão evidenciados quanto em espécies de clima temperado ou pouco se conhece sobre a periodicidade com que são formados. Por isso, é prudente empregar outros métodos para dar sustentação aos métodos clássicos de datação dendrocronológica para obter informações precisas sobre a periodicidade de formação da madeira e a idade que alcançam as árvores tropicais (BOTOSSO; MATOS, 2002). O Cerrado, juntamente com a Floresta Atlântica, é considerado um hotspot de biodiversidade, ou seja, uma região com altas taxas de endemismo e que sofre fortes pressões pela ação antrópica (BEGON et al. 2006; MYERS et al. 2000). Este Bioma ocupava cerca de 2 milhões de km², e em termos percentuais era o equivalente a 23,92% do território nacional, e teve as suas áreas nativas descaracterizadas devido à intensa ação antrópica a que foi submetido (IBGE, 2004). Estima-se que apenas 20% do Cerrado ainda são considerados livres de alta fragmentação registradas em seus remanescentes (WWF, 2012). Quase 50% da cobertura original do Cerrado já foi devastada, sendo que a maior parte da vegetação remanescente encontra-se modificada por atividades antrópicas como agropecuária (MMA 2011).

Segundo Aquino et al. (2007), existe uma carência de estudos sobre as populações vegetais do cerrado, que de acordo com Walter (2006), possui 11.049 espécies de fanerógamas. Dessa forma, gerar informações por meio de estudos que permitam identificar padrões florísticos, conhecer a abundância, dominância, frequência e contribuição volumétrica de espécies do cerrado são de grande importância para a conservação desta formação vegetal (NERI et al., 2007). Como a área e taxa de desmatamento aumentaram, os valores de emissão de gases de efeito estufa também devem ser maiores para os dias atuais. Portanto, estudos que permitam detalhar e quantificar a biomassa e dos teores de carbono estocados no cerrado em nível de espécie podem contribuir de maneira significativa para recuperação de áreas degradadas de Cerrado com espécies de maior potencial de absorção de CO₂ e estocagem de carbono.

Partindo desse pressuposto, objetivou-se com o presente estudo determinar a idade das espécies amostradas no bioma Cerrado, incremento médio anual em diâmetro, volume e a taxa de sequestro de carbono e dióxido de carbono por ha.ano⁻¹ para o fragmento, com base no levantamento feito em uma reserva legal de Cerrado localizada no município de Curvelo, em Minas Gerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

A área está localizada no Planalto Central e no ponto geodésico do estado de Minas Gerais, ao redor do município de Curvelo (18° 45' S; 44°25' W), a uma altitude de cerca de 600 m e, aproximadamente, a 700 km do Oceano Atlântico. O clima é subtropical com uma estação seca bastante pronunciada nos meses de abril a outubro, sendo janeiro e fevereiro os meses de maior precipitação. A pluviosidade média anual está entre 1.100 e 1.200 mm. A temperatura média do mês mais quente é de 26° C e, no mês mais frio, 21° C. Os solos predominantes na região são argilosos, de baixa fertilidade natural e com baixos teores de matéria orgânica. As classes de solo mais comuns são os Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo e os Cambissolos, com textura argilosa e média, e teores de argila entre 30 e 40 %.

2.2. Coleta das amostras

Os dados foram obtidos por meio de inventário florestal que determinou as variáveis de decisão para escolha das espécies a serem amostradas. Foram abatidas 120 árvores das 15 espécies que apresentaram maior participação no volume total e área basal. Posteriormente, foi realizada a pesagem das toras em campo e delas retirados discos de madeira na altura do DAP (diâmetro medido à 1,30 m do solo). As espécies selecionadas (Tabela 1) contribuem com 74,22% do número de indivíduos (973); 73,38% da basal (5,4608 m²) e com 70,73% do volume total (20,1615 m³) amostrados em 10 parcelas de inventário florestal.

As amostras foram digitalizadas em scanner EPSON TX 300F, com uma escala digitalizada junto à amostra. A distância entre os anéis de crescimento foi determinada utilizando-se o software Image Tool Alpha 3. Após a digitalização da amostra foi feita a calibração do software e a medição da distância entre anéis com precisão de 0,01 unidades de distância determinando os valores de largura dos mesmos, segundo metodologia de Chagas (2009), os resultados foram exportados para o Microsoft Excel para demais análises como incremento periódico em diâmetro, volume, carbono e dióxido de carbono.

2.3. Determinação do Incremento Periódico Anual (IPA)

As estimativas de incremento periódico médio anual (IPA), em DAP, em mm.ano⁻¹, foram obtidas da seguinte forma (Equação 1):

Tabela 1. Lista das espécies suprimidas para determinação de biomassa e estoque de carbono no Cerrado, município de Curvelo - MG

Família	Nome científico	Nome popular
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	Gonçalo Alves
Bombacaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum) A. Rob.	Paineira
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Capitão-do-campo
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	Lixeira, sambaiba
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	Cabelo-de-negro
Leguminosae Caesalpinioideae	<i>Sclerobium</i> sp.	Pau-doutor, pau-bosta
Leguminosae Mimosoideae	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Barbatimão
Leguminosae	<i>Acosmium</i> sp.	Sucupira branca
Papilionoideae	<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	Sucupira
Lithraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Pacari
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Murici, orelha -de-burro
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	Grão-de-galo
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	Quina
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Pau-terra-grande
	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Pau-terrinha



Figura 1. Amostras de espécies de cerrado na qual foram realizadas a contagem e medição das distancias dos anéis de crescimento

$$IPA_i = \frac{\left[\frac{\sum_{k=1}^K (D_{j+1} - D_j)}{K} \right]}{10T} \quad (1)$$

em que:

IPA - incremento periódico médio anual, em diâmetro, em cm.ano⁻¹;

D - diâmetro do do j-ésimo anel de crescimento;

j - número do j-ésimo anel de crescimento;

T - intervalo de tempo, em anos;

10 - fator de conversão de cm para mm.

As estimativas de incremento periódico médio anual (IPA), em volume, carbono e dióxido de carbono foram estimadas da mesma forma.

2.4. Estimativa da altura total em cada anel de crescimento

Para se determinar a altura total da árvore associada ao seu respectivo anel de crescimento foram testados os seguintes modelos hipsométricos (Tabela 2). Os dados para ajustar referem-se aos DAP's e HT's das árvores abatidas. O incremento em biomassa foi estimado por meio da equação ajustada com dados das árvores abatidas e pesadas no projeto "Sequestro de Carbono em florestas e sua dinâmica nos solos em região de cerrado e desenvolvimento de um sistema de queima de gases na carbonização para geração de energia, como subsídio à elaboração de projetos de M.D.L. no Estado de Minas Gerais" (FAPEMIG, 2010). A Equação 2 é empregada para a obtenção de biomassa total:

$$BT = 0,100220 + DAP^{2,254946} \cdot Ht^{0,094532} \cdot \exp(-0,039862 \cdot Tx) \quad (2)$$

em que:

BT - total de biomassa na madeira, nos galhos e nas folhas das árvores amostra;

DAP - diâmetro com casca medido a 1,30m do solo;

Tabela 2. Relação dos modelos hipsométricos

Nº	Modelos
1	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP + \varepsilon$
2	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP + \beta_2 \cdot DAP^2 + \varepsilon$
3	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot 1/DAP^2 + \varepsilon$
4	$\ln Ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln DAP + \varepsilon$
5	$\ln Ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot 1/DAP + \varepsilon$

Fonte: Soares et al. (2011).

Ht - altura total das árvores-amostra;
Tx - variável binária (0 ou 1), Tx = 0, Biomassa total (Fuste + Galhos + Folhas), Tx = 1 Biomassa de Fuste + Galhos;

2.5. Cálculo do incremento em volume, carbono e dióxido de carbono

De posse da equação hipsométrica (Equação 3) foi estimada a altura total de cada indivíduo no respectivo anel de crescimento. Portanto, cada anel de crescimento possui o par de dados DAP e altura. Para estimar o volume associado com cada anel de crescimento, utilizou-se a equação ajustada pelo Centro Tecnológico de Minas Gerais para Cerrado, CETEC, (1995), para Cerrado.

$$V = 0,000066 \times DAP^{2,475293} \times Ht^{0,300022} \quad (3)$$

em que:

V - volume total com casca em m³;

DAP - diâmetro medido a 1,30 m do solo;

Ht - altura total.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo hipsométrico de número 5 foi o que apresentou melhor ajuste, fundamentado nas estatísticas coeficiente de determinação, erro padrão da estimativa e melhor distribuição de resíduos, com R² equivalente a 73,16%, e S_{yx} de ± 0,1582 Ln (m). A idade, os incrementos em diâmetro, volume, carbono e dióxido de carbono do fragmento de cerrado foram baseados na amostra de 31 árvores de 15 espécies diferentes (Tabela 3). Os incrementos em diâmetro, volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono mostram que a taxa de crescimento do cerrado é baixa. O maior incremento periódico anual verificado para as espécies que fizeram parte da amostra foi o da espécie *Pterodon emarginatus*, com 15,8 cm.ano⁻¹, com aproximadamente 10 anos de idade. A espécie com o menor incremento periódico anual foi a *Lafoensia pacari*, aos 9 anos de idade, com 1,6 cm.ano⁻¹. Braga e Rezende (2007), analisaram o incremento periódico anual, em intervalo de 11 anos, onde encontraram IPA de 0,20 cm.ano⁻¹ para a comunidade de Mata de Galeria do Catetinho, localizada em área de Cerrado, em de Brasília, DF. Os autores supracitados encontraram 0,85 cm.ano⁻¹ de IPA, como maior taxa de incremento, para a espécie *Copaifera langsdorffii*.

Felfili (1995) encontrou incremento de aproximadamente 25 mm.ano⁻¹ em uma mata de galeria localizada em Brasília-DF após 6 anos de monitoramento. Já Drummond et al. (1996) encontraram estimativas de incremento em volume de 14,1 e 8,2 m³.ha.ano⁻¹, para as matas de Salão Dourado e Mombaça,

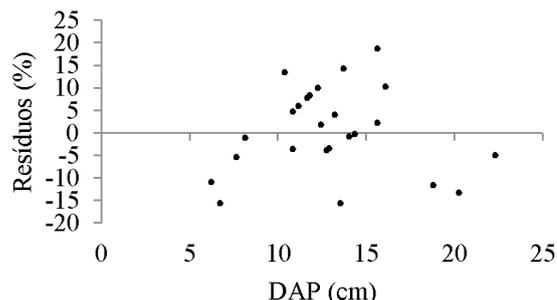


Figura 2. Distribuição dos resíduos percentuais das equações que estimam altura total em cada anel de crescimento

Tabela 3. Informações sobre idade e crescimento de um fragmento de cerrado em que: Arv. = número da árvore no campo, IPA = Incremento Periódico Anual em cm.ano^{-1} , Anéis = número de anéis de crescimento do indivíduo, Idade = idade da árvore em anos, V = crescimento em volume em $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, BT = crescimento em biomassa em $\text{Kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, C = crescimento em carbono em $\text{Kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e CO_2 = crescimento em dióxido de carbono em $\text{Kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$

Nome científico	Arv.	IPA	Anéis	Idade	V	BT	C	CO_2
<i>Acosmium</i> sp.	520	7,9200	20	20,35	0,001762	1,259836	0,629918	2,311799
	1404	3,8588	17	18,04	0,000187	0,202436	0,101218	0,371471
<i>Astronium fraxinifolium</i>	609	3,7455	22	23,07	0,000273	0,260456	0,130228	0,477937
	992	4,9333	6	7,14	0,000062	0,115760	0,057880	0,212419
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	5	5,8800	10	11,12	0,000274	0,308754	0,154377	0,566563
	321	5,1333	6	6,86	0,000062	0,115940	0,057970	0,212750
<i>Curatella americana</i>	613	6,1571	14	14,94	0,000530	0,489110	0,244555	0,897518
	819	4,8000	5	6,54	0,000051	0,106114	0,053057	0,194719
<i>Eriotheca gracilipes</i>	660	3,6000	7	7,78	0,000022	0,052473	0,026237	0,096289
	1243	3,8556	18	18,93	0,000203	0,214025	0,107013	0,392736
	1440	3,6133	15	15,66	0,000112	0,139056	0,069528	0,255168
<i>Erythroxylum suberosum</i>	225	4,5556	9	9,57	0,000082	0,126157	0,063078	0,231498
	488	7,9750	8	8,73	0,000427	0,462528	0,231264	0,848739
<i>Lafoensia pacari</i>	717	3,1200	5	5,83	0,000005	0,023200	0,011600	0,042572
	1061	1,6000	8	9,00	0,000001	0,006475	0,003238	0,011882
<i>Pouteria torta</i>	325	3,9375	16	17,42	0,000191	0,208359	0,104180	0,382339
	1062	3,6667	6	7,09	0,000019	0,051364	0,025682	0,094252
<i>Pterodon emarginatus</i>	220	6,3636	11	12,07	0,000403	0,411275	0,205638	0,754690
<i>Pterodon emarginatus</i>	1292	15,8000	9	9,63	0,003576	2,614365	1,307182	4,797359
<i>Qualea grandiflora</i>	1410	3,9000	10	12,10	0,000096	0,136482	0,068241	0,250444
	1435	4,7000	16	17,11	0,000308	0,306500	0,153250	0,562428
<i>Qualea parviflora</i>	883	4,2875	16	16,70	0,000217	0,231396	0,115698	0,424612
	988	3,0889	9	10,29	0,000027	0,055404	0,027702	0,101666
	1216	5,3800	10	11,49	0,000230	0,268226	0,134113	0,492195
<i>Sclerolobium</i> sp.	168	6,2143	14	14,55	0,000503	0,469069	0,234534	0,860741
<i>Solanum</i> sp.	533	4,5600	10	11,18	0,000124	0,166637	0,083319	0,305779
	689	6,0667	21	22,71	0,001087	0,828107	0,414054	1,519577
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	543	5,8308	13	13,45	0,000357	0,360549	0,180275	0,661608
	544	3,3200	15	15,84	0,000088	0,115829	0,057915	0,212547
	563	5,3200	10	11,50	0,000223	0,261834	0,130917	0,480465
<i>Terminalia argentea</i>	534	5,3636	11	12,16	0,000244	0,275859	0,137929	0,506200
Média		5,1144	-	-	0,000379	0,343341	0,171671	0,630031

respectivamente, com idades de 27 e 25 anos. Em estudos por Mews et al. (2011), em área de Cerrado típico, município de Nova Xavantina, região Nordeste de Mato Grosso, foi encontrado IPA da comunidade, considerando todos os indivíduos de todas as espécies, em um período de quatro anos, de $0,31 \text{ cm.ano}^{-1}$. Ao comparar-se a espécie *Lafoensia pacari*, a que apresentou menor IPA para o estudo em questão, com os resultados obtidos pelos Autores supracitados, percebeu-se que num período de 4 anos, esta espécie apresentou um IPA de $0,21 \text{ cm.ano}^{-1}$.

Quando se faz um comparativo da fixação de carbono entre os mais diversos biomas brasileiros, nota-se uma discrepância ainda maior em relação aos valores das taxas. Ao monitorar uma região de transição Cerrado-Floresta Amazônica em três estratos topológicos (alto, médio e baixo), Miguel et al. (2011) encontraram incremento periódico anual em diâmetro de $0,20$; $0,25$ e $0,35 \text{ cm.ano}^{-1}$, respectivamente, em sete anos de monitoramento.

De acordo com Lang e Knight (1983), o incremento é altamente variável entre espécies e entre classes de tamanho. Contudo, Swaine et al., (1987), afirmaram que para árvores individuais, as taxas de crescimento variam muito pouco ao longo do tempo, apresentando correlação entre medidas sucessivas do mesmo indivíduo. No que se refere à fixação de carbono, a espécie *Pterodon emarginatus* foi a que apresentou a maior taxa de crescimento em carbono para o presente estudo (Tabela 3). Figueiredo (2011), quando analisou a dinâmica do estoque de carbono em áreas de Mata Atlântica, encontrou

incremento periódico em carbono de $0,994 \text{ ton.ha}^{-1}$ em 14 anos de monitoramento.

Há algumas disparidades nos valores em levantamentos de estoque de carbono, porém, deve-se levar em consideração a fitofisionomia na qual o levantamento foi realizado. Para a fitofisionomia Cerradão no estado de São Paulo, Melo et al. (2009) encontraram valores de carbono fixado em $15,2 \text{ Mg.ha}^{-1}$. Lopes et al. (2010) avaliando o potencial de sequestro de carbono em formações vegetais do Cerrado não encontraram diferenças entre formações vegetais e a formação que obteve maior potencial de sequestro de carbono foi o Cerradão com um estoque em torno de $9,90 \text{ Mg.ha}^{-1}$ de carbono e de $36,33 \text{ Mg.ha}^{-1}$ de CO_2 .

Segundo Paiva et al. (2011), o Cerrado merece atenção especial, principalmente na fitofisionomia sentido restrito, que representa cerca de 70% do bioma, e cuja conversão indiscriminada para outros fins pode acarretar em grandes modificações no estoque de carbono presente no ecossistema. Outro fator que deve ser levado em consideração, quando se analisa a fixação de carbono como biomassa florestal é o estágio em que o tipo de vegetação se encontra. Vegetação que se encontram em fase de crescimento tem uma maior capacidade de absorção de carbono, em contrapartida, em vegetação que são consideradas como estáveis, exercem a função de reservatório de carbono (SOUZA e SOARES, 2013). Apesar de ser uma metodologia inovadora, principalmente quando se trata de florestal nativa, a dendrocronologia se mostrou uma

técnica eficiente como fonte de informações, propondo-se como alternativa no subsídio de práticas de manejo sustentável, bem como para o fomento de políticas voltadas para conservação do Bioma Cerrado.

4. CONCLUSÕES

O Cerrado em estudo apresenta taxa de crescimento em diâmetro compatível com outros estudos realizados em Cerrado e até mesmo com estudos realizados em outros biomas. O estudo do crescimento por meio de anéis de crescimento, possibilita conhecer a dinâmica mesmo em áreas nas quais não se têm estudos de monitoramento. Ainda existem poucos estudos que abordam a dinâmica em cerrado com foco em variáveis quantitativas como incremento em diâmetro, volume, carbono e dióxido de carbono. As taxas de incremento em volume, carbono e dióxido de carbono estão abaixo de resultados encontrados em outros estudos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, F. G.; WALTER, B. M. T.; RIBEIRO, J. F. Woody community dynamics in two fragments of “cerrado” *stricto sensu* over a seven-year period (1995-2002), MA, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 1, p.113-121, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-84042007000100011>
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology de from individuals to ecosystems**. Blackwell Publishing. 738p. 2006.
- BOTOSSO, P. C.; MATTOS, P. P. de. **A idade das árvores: importância e aplicação**. Colombo: Embrapa Florestas, 25 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 75). 2002.
- BRAGA, F. M. S.; REZENDE, A. V.; BRAGA, F. M. S.; REZENDE, A. V. Dinâmica da Vegetação Arbórea da Mata de Galeria do Catetinho, Brasília-DF. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p.138-148, 2007.
- CETEC. **Desenvolvimento de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas do estado de Minas Gerais e outras regiões do país**. Belo Horizonte: 1995.
- CHAGAS, M. P. **Caracterização dos anéis de crescimento e dendrocronologia de *Grevillea robusta* A. Cunn, *Houvenia dulcis* Thunb., *Persea americana* Mill., *Tabebuia pentaphylla* Hemsl. e *Terminalia cappata* L. nos municípios de Piracicaba e Paulínia, SP**. 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo - ESALQ, Piracicabaca, 2009.
- FAPEMIG - FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS **Sequestro de Carbono em florestas e sua dinâmica nos solos em região de cerrado e desenvolvimento de um sistema de queima de gases na carbonização para geração de energia, como subsídio à elaboração de projetos de M.D.L. no Estado de Minas Gerais**. Relatório técnico não publicado. Belo Horizonte, MG, 46p. 2010.
- FELFILI, J. M. Growth, recruitment and mortality in the Gama gallery forest in central Brazil over a six-year period (1985-1991). **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 67-83, 1995. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467400008415>
- FIGUEIREDO, L. T. M. **Dinâmica do estoque de carbono do fuste das árvores de uma Floresta Estacional Semidecidual**. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de biomas**. IBGE, 2004.
- KAENNEL, M.; SCHWEINGRUBER, F. H. **Multilingual glossary of dendrochronology: terms and definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian**. Birmensdorf: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research; Berne: Paul Haupt Publ. 467 p. 1995.
- LANG, G. E.; KNIGHT, D. H. Tree growth, mortality, recruitment, and canopy gap formation during a 10-year period in a tropical moist forest. **Ecology**, Durham, v. 64, p. 1075-1080, 1983. <http://dx.doi.org/10.2307/1937816>
- LOPES, R. B.; MIOLA, D. T. B. Sequestro de carbono em diferentes fitofisionomias do cerrado. **Synthesis Revista Digital FAPAM**, v.2, n. 2, p. 127-143. Pará de Minas – MG. Novembro. 2010.
- MELO, A. C. G.; SOUSA, H.; CONTIERI, W. A.; MALICIA, L. C. Biomassa, Fixação de Carbono e Estrutura da Vegetação de Cerrado em restauração aos seis anos, Assis, SP. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo. v. 21, n. 1, p. 73-78, 2009.
- MEWS, H. A.; MARIMON, B. S.; MARACAHIPES, L.; FRANCAZAK, D. D.; MARIMON-JUNIOR, B. H. Dinâmica da comunidade lenhosa de Cerrado Típico na região Nordeste do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 73-82, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000100007>
- MIGUEL, A.; MARIMON, B.S.; OLIVEIRA, E.A.; MARACAHIPES, L.; MARIMON-JUNIOR, B.H. Dinâmica da comunidade lenhosa de uma floresta de galeria na transição Cerrado-Floresta Amazônica no Leste de Mato Grosso, em um período de sete anos (1999 a 2006). **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 53-62, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000100005>
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2011. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite: Monitoramento do Bioma Cerrado**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. IBAMA, Brasília. 65p.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. DA; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000. <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>
- Neri, A.V. **Composição florística e estrutura de área de Cerrado no município de Senador Modestino Gonçalves e análise comparativa de Cerrado em Minas Gerais**. Viçosa, MG. 69 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa. 2003.
- PAIVA, A. O.; REZENDE, A.V.; PEREIRA, R. S. Estoque de carbono em Cerrado sensu stricto do Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p.527-538, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000300015>
- SANTOS, L. S.; LISI, C. S.; CAMPELO, F.; VIEIRA, J.; NABAIS, C. Aplicação das características das células vegetais como subsídio para a dendrocronologia. **64º Congresso Nacional de Botânica**. Belo Horizonte, 10-15 de Novembro de 2013.
- SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: Estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013. 322 p.
- SWAINE, M. D. L. Population dynamics of tree species in tropical forest. In: HOLM-NIELSEN, L. B.; NIELSEN, I. C.; BALSLEV, H. **Tropical forest: botanical, dynamics, speciation and diversity**. London: Academic, 380 p. 1987.
- WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. Brasília, DF. 373 f. Tese (Doutorado em Ecologia) -Universidade de Brasília. 2006.
- WWF – BRASIL. **Produção e exportação de soja brasileira e o cerrado 2001–2010**. Disponível em: < http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/wwf_soja_cerrado_web.pdf>. Acesso em 10 de ago 2015.