

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO DAS SEMENTES DE
Platymiscium floribundum Vog. (SACAMBU),
COLHIDAS NA FASE DE DESENVOLVIMENTO E NA ÉPOCA DE MATURAÇÃO FISIOLÓGICA***

Maria Isabel VALLILO**
Miriam F. S. CARUSO***
Emy TAKEMOTO***
Sabria-Aued PIMENTEL***

RESUMO

Frutos de *Platymiscium floribundum* Vog. - Fabaceae (sacambu) foram colhidos no Parque Estadual Alberto Löffgren, na cidade de São Paulo, em agosto e novembro de 2004, correspondendo a diferentes condições climáticas e de amadurecimento. As sementes foram analisadas com o objetivo de se avaliar os teores de lipídios, ácidos graxos e tocoferóis, em duas épocas de colheita. Os lipídios foram extraídos com éter etílico por soxhlet. A identificação e quantificação dos ácidos graxos e tocoferóis foram feitas por cromatografia a gás (CG), com detetor de ionização de chama e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), com detetor de fluorescência, respectivamente. Obteve-se maior teor de lipídios (23,6 g 100 g⁻¹) no estágio de maturação fisiológica das sementes. Não se observou diferenças relevantes no perfil de ácidos graxos nas duas épocas de colheita; no entanto, os teores de alfa e gama tocoferóis, expressos mg 100 g⁻¹, apresentaram mudanças consideráveis com o amadurecimento das sementes, havendo um aumento na concentração de 27,7 para 42,8 alfa (α) tocoferóis e de 68,9 para 88,1 gama (γ) tocoferóis, o mesmo não ocorrendo com beta (β) e delta (δ) tocoferóis, que permaneceram praticamente inalterados com o amadurecimento das sementes.

Palavras-chave: *Platymiscium floribundum*; sementes; óleo vegetal; ácidos graxos; tocoferóis.

1 INTRODUÇÃO

Estudos básicos sobre a composição química de frutos e sementes de espécies arbóreas, nativas ou exóticas, tornam-se progressivamente necessários à medida que se constata a crescente demanda de madeiras e de outros produtos de florestas tropicais com potencial valor econômico.

Nesse contexto, podemos deduzir que informações sobre dispersão de sementes florestais, dormência, além da avaliação da composição

ABSTRACT

Platymiscium floribundum Vog. - Fabaceae (sacambu) fruits have been collected in the Parque Estadual Alberto Löffgren in São Paulo city, in August and November 2004, corresponding both to different climatic conditions and of maturity. The seeds have been analyzed in order to determine lipids, fatty acids and tocopherols rates, in the two seasonal maturation phases. The lipids have been extracted with ethyl ether for soxhlet. Fatty acids and tocopherol identification and quantification have been made by gas chromatograph (GC), with flame ionization detector and high performance liquid chromatography (HPLC) with fluorescence detector, respectively. The results showed high level of lipid (23.6 g 100 g⁻¹) in the phase of greatest maturation of fruits. No considerable difference was observed in the profile of fatty acids in the two phases studied; however, the level of alpha and gamma tocopherols, expressed in mg 100 g⁻¹, has presented considerable changes by the ripeness of the fruits, increasing the concentration from 27.7 to 42.8 (alpha) and from 68.9 to 88.1 (gamma); the same did not happened with beta and delta tocopherols, that had practically remained unchanged by the ripening of the fruits.

Key words: *Platymiscium floribundum*; seeds; vegetable oil; fatty acids; and tocopherols.

química nos vários estádios de amadurecimento das sementes colaboram para o conhecimento fundamental das espécies e dos fatores bióticos e abióticos que afetam seu desenvolvimento, fornecendo subsídios para o aproveitamento desses produtos como recurso alimentar para o homem e avifauna. Além disso, servem como fonte alternativa para as indústrias agroquímicas, produtoras de óleos, e também, para aquelas que, atualmente, estão produzindo combustível verde (biodiesel).

(*) Parte do trabalho apresentada na VI Reunião do Instituto Adolfo Lutz, realizada em São Paulo-SP, no período de 3 a 6 de outubro de 2005. Aceito para publicação em setembro de 2007.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: maria-vallilo@ig.com.br.

(***) Instituto Adolfo Lutz, Caixa Postal 355, 01246-902, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: spimentel@ial.sp.gov.br; E-mail: micaruso@ial.sp.gov.br; E-mail: etakemot@ial.sp.gov.br

Nessa perspectiva, este trabalho apresenta dados sobre o teor e as características físicas e químicas do óleo extraído das sementes de *P. floribundum* Vog., sacambu, espécie nativa brasileira da família Fabaceae (subfamília Faboideae), com ocorrências nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, estendendo-se pela floresta pluvial da encosta Atlântica até Santa Catarina (Joly, 1975; Lorenzi, 1992). Em algumas regiões, é popularmente conhecida como rabugem, jacarandá-do-litoral, jacarandá, jacarandá-vermelho.

Segundo Lorenzi (1992), essa espécie floresce nos meses de março a abril. Os frutos, na forma de vagem (FIGURA 1), amadurecem nos meses de outubro a dezembro, produzindo anualmente poucas sementes viáveis.

Observações feitas pelos pesquisadores Dr. João Batista Baitello e Osny Tadeu de Aguiar registradas nas exsicatas depositadas no Herbário Dom Bento Pickel do Instituto Florestal, sob os números SPSF 7244 (03/11/1982) e SPSF 026 050 (04/11/1999), com espécies coletadas no Parque Estadual Alberto Löfgren em São Paulo, relatam a presença de indivíduos com flores amarelas brilhantes e frutos verdes, quando jovens, e marrons, na fase mais madura, nos meses de maio a julho.

Dados da literatura têm demonstrado que na época próxima à maturidade fisiológica dos frutos, os nutrientes amido, hemicelulose, lipídios e proteínas são acumulados nas sementes. As variações nos teores desses elementos, bem como na taxa de respiração, são alguns índices bioquímicos mais relevantes e mais estudados no processo de maturação de sementes florestais (Pinã-Rodrigues & Aguiar, 1993).

Algumas hipóteses tentam explicar a perda de germinação de sementes. Uma delas são os estudos com sementes de *Pinus* realizados por Kaloyeras (1958), que demonstram a existência de relação entre a perda do poder germinativo e o desenvolvimento da rancidez do óleo. Mirov *apud* Kaloyeras (1958), atribuiu esse fato à presença de ácidos graxos insaturados, principalmente do ácido linoléico, que é oxidado

nos processos bioquímicos da respiração das sementes, provocando a rancidez do óleo e a perda do vigor germinativo das sementes, quando armazenadas em condições ambientes de temperatura e de luz.

Destacando a importância fitoquímica da espécie, Militão *et al.* (2005; 2006) e Falcão *et al.* (2005) relatam a presença de isoflavonóides com potencial farmacológico e atividades biológicas antivirais, antifúngicas, bem como resultados promissores para a prevenção de câncer.

A escassez de valores referentes à qualidade do óleo das sementes de *P. floribundum* objetivou sua caracterização química, através de técnicas cromatográficas, esperando que os resultados obtidos possam contribuir para o entendimento dos processos de maturação fisiológica e conservação das sementes e, criar possibilidades de sua utilização para fins industriais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Frutos de *P. floribundum* (FIGURA 1) foram colhidos de aproximadamente 20 indivíduos adultos, no Parque Estadual Alberto Löfgren pertencente ao Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, situado na zona norte da cidade de São Paulo entre as coordenadas geográficas de 23° 27' 38" S e 46° 38' 12" W, e altitude média de 775 m (Silva, 2005).

Para obtenção das amostras, a coloração dos frutos foi utilizada como índice visual da maturidade fisiológica (Silva, 2005).

Os frutos foram levados à Seção de Silvicultura desse Instituto, onde as sementes foram beneficiadas, testadas quanto à germinação e posteriormente armazenadas em câmara fria (T = 5 °C; UR = 80%), conforme estudos feitos por Silva (2005). Para as análises físico-químicas do óleo das sementes foi utilizado, aproximadamente, 1 kg de frutos de cada época de colheita.

VALLILO, M. I. *et al.* Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica.

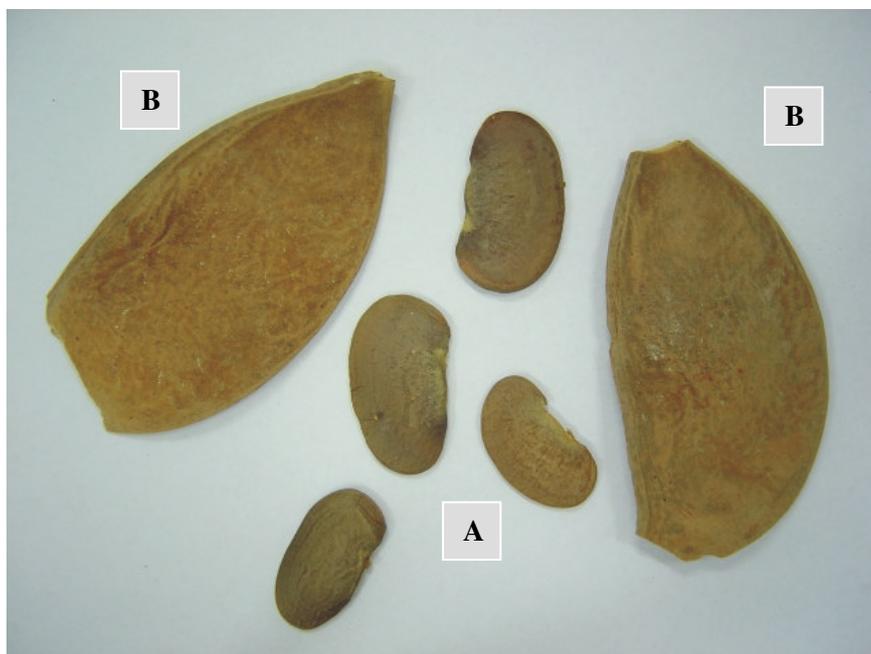


FIGURA 1 – *P. floribundum* Vog. (sacambu): A – sementes e B – frutos.

2.2 Métodos

Para extração do óleo, as sementes foram retiradas dos frutos manualmente com auxílio de bisturi, trituradas e homogeneizadas em processador doméstico.

A determinação dos ácidos graxos que compõem o óleo foi feita após extração a quente em extrator de Soxhlet e éter etílico - PA, conforme descrito em métodos físico-químicos e para análise de alimentos (Instituto Adolfo Lutz, 2005).

Para a quantificação dos tocoferóis, o óleo foi extraído a frio com éter etílico - PA, segundo Stansby & Lemon (1937).

A esterificação dos ácidos graxos foi realizada conforme o recomendado pela International Union of Pure and Applied Chemistry - IUPAC (1987), método 2301. Esses foram analisados em cromatógrafo a gás, marca Shimadzu, modelo GC-17A, com detetor de ionização de chama. Os componentes foram separados em coluna capilar de sílica fundida SP-2560 23 de 100 m, com diâmetro interno de 0,25 cm e espessura do filme de 0,25 μm .

Foram obedecidas as seguintes condições de operação: temperatura programada da coluna: 45 °C (4 min), taxa de aquecimento 13 °C min^{-1} até 175 °C (27 min), taxa de aquecimento 4 °C min^{-1} até 215 °C (35 min); temperatura do injetor: 220 °C; temperatura do detetor: 220 °C; gás de arraste: hidrogênio; velocidade linear do gás de arraste de 15 cm s^{-1} ; razão de divisão da amostra 1:50.

Os ácidos graxos foram identificados através da comparação dos tempos de retenção das amostras com padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos. A quantificação foi feita por normalização de área.

Os tocoferóis foram separados e quantificados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), de acordo com o método AOCS Ce 8-89 (American Oil Chemists' Society, 1998).

Os índices de saponificação e de refração a 40 °C foram feitos conforme a técnica recomendada (Instituto Adolfo Lutz, 2005). O índice de iodo foi determinado pelo método AOCS Cd 1-25 (American Oil Chemists' Society, 1998).

Os reagentes químicos utilizados no trabalho foram de grau analítico, e as determinações foram feitas em triplicatas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise quantitativa do óleo das sementes de *P. floribundum* permitiu identificar e quantificar, através da técnica da cromatografia a gás, onze compostos entre ácidos graxos saturados (AGS), de estrutura química C16:0, C18:0, C20:0, C22:0 e C24:0, e ácidos graxos insaturados (AGI), de estrutura C16:1, C18:1, C18:2, C18:3; C20:1, C22:1 (FIGURA 2).

O teor mais elevado de lipídio foi obtido quando as sementes atingiram a maturidade fisiológica (23,6 g 100 g⁻¹), que é superior ao encontrado por Oliveira *et al.* (2005) para *Platymiscium pubescens* Micheli, espécie de cerrado (4,67 g 100 g⁻¹). Nas sementes colhidas em desenvolvimento de *P. floribundum* (agosto de 2004), o valor encontrado foi de 13,0 g 100 g⁻¹ (TABELA 1).

TABELA 1 – Teores de lipídios e sua composição em ácidos graxos, do óleo das sementes de *P. floribundum* (sacambu), colhidas em fase de desenvolvimento (16/08/04) e na época de maturação fisiológica (01/11/04), expresso em % de óleo.

Data	16/08/04		01/11/04	
Lipídios	13%		23,6%	
Ácidos graxos	m ± dp	CV	m ± dp	CV
Palmítico (C16:0)	4,93 ± 0,05	0,94	4,00 ± 0,10	2,64
Palmitoléico (C16:1, ω-7)	0,13 ± 0,01	1,05	0,09 ± 0,01	5,63
Esteárico (C18:0)	0,64 ± 0,01	1,60	1,00 ± 0,01	0,90
Oléico (C18:1, ω-9)	21,1 ± 0,4	1,80	21,40 ± 0,83	3,90
Linoléico (C18:2, ω-6)	43,64 ± 0,81	1,86	40,84 ± 1,52	3,73
Linolênico (C18:3, ω-3)	4,60 ± 0,01	2,06	4,13 ± 0,21	5,10
Araquídico (C20:0)	0,32 ± 0,01	2,10	0,43 ± 0,02	4,34
Gadoléico (C20:1, ω-9)	0,54 ± 0,01	2,03	0,50 ± 0,03	5,48
Behênico (C22:0)	5,52 ± 0,13	2,27	5,52 ± 0,27	4,81
Erúico (C22:1, ω-9)	2,30 ± 0,05	2,33	1,92 ± 0,09	4,93
Lignocérico (C24:0)	4,43 ± 0,06	1,30	4,04 ± 0,18	4,34
AGS	15,8		15,0	
AGI	72,2		68,9	

m = média de três determinações; dp = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; AGS = ácidos graxos saturados; AGI = ácidos graxos insaturados.

Essa diferença era esperada, visto que no processo fisiológico da maturação das sementes, o maior acúmulo dos componentes ocorre no estágio, estruturalmente, mais maduro das sementes, onde os metabólitos primários estão em concentrações elevadas. A diferença encontrada nos teores de lipídios, entre as duas espécimens do mesmo gênero e família botânica, deve-se, provavelmente, a diferenças entre as espécies. Por outro lado, sabe-se que a fertilidade do solo, estágio de maturação das sementes, carga genética e condições climáticas, podem causar variações significativas, tanto no conteúdo de lipídios quanto na

composição de ácidos graxos dos óleos (Senanayake & Shahidi, 2000; Rahamatalla *et al.*, 2001).

No entanto, não foram observadas diferenças relevantes quanto ao perfil em ácidos graxos do óleo, nas duas fases de maturação fisiológica (FIGURA 2 e TABELA 1), mas se observou a predominância de ácidos graxos insaturados (AGI) nas duas fases fisiológicas das sementes como 72,21 g 100 g⁻¹ e 68,88 g 100 g⁻¹, respectivamente. Os ácidos oléico – C18:1 (ω-9), com teores entre 21,1 e 21,4 g 100 g⁻¹, e linoléico – C18:2 (ω-6), com teores entre 40,8 a 43,6 g 100 g⁻¹, destacam-se como componentes majoritários do óleo.

VALLILO, M. I. *et al.* Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica.

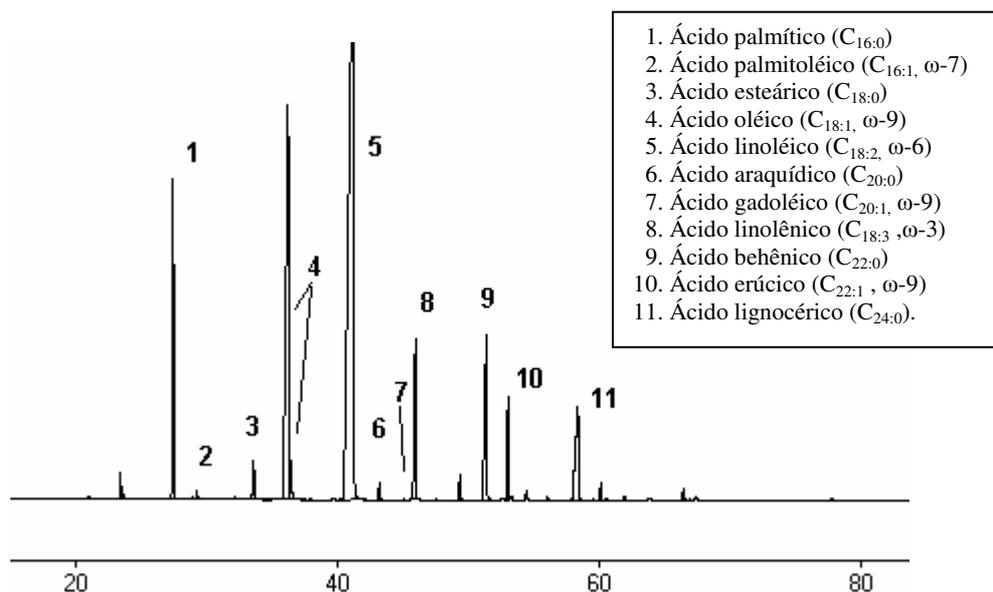


FIGURA 2 – Perfil cromatográfico de ésteres metílicos dos ácidos graxos do óleo das sementes de *P. floribundum*, na fase de maturação fisiológica, obtido por CG com detetor de ionização de chama.

Comparando-se os resultados obtidos por Mayworm *et al.* (1998), com espécimens dessa mesma família botânica (Fabaceae), mas de ocorrência em “caatinga”, como *Erythrina velutina* Willd, *Canavalia brasiliensis* (Mat.) Benth. e *Poecilanthe ulei* (Harms) Arroyo & Pudd., podem-se observar variações significativas quanto aos teores de óleo (11,2; 1,2 e 21,1 g 100 g⁻¹, respectivamente). Com relação aos ácidos graxos, o principal componente observado nessas espécies é o ácido oléico, o qual apresentou variação significativa entre elas de 51,0; 53,5 e 35,0 g 100 g⁻¹, respectivamente.

Na espécie *P. floribundum*, de ocorrência em floresta pluvial de Mata Atlântica, predominou o ácido linoléico (TABELA 1). Esse resultado vem corroborar com as afirmações feitas por Senanayake & Shahidi, (2000) e Rahamatalla *et al.* (2001), em relação à variação da composição química em indivíduos da mesma família botânica, mas de gêneros, espécies e biomas diferentes.

Segundo Vianni & Braz-Filho (1996), o ácido oléico é um dos ácidos graxos mais amplamente distribuído na natureza e produzido no organismo humano. Por outro lado, o homem é incapaz de biossintetizar alguns ácidos graxos da família dos ω-6 e ω-3 (ácidos graxos poliinsaturados), como é o caso dos ácidos linoléico e linolênico, considerados ácidos graxos essenciais. Como mostra a TABELA 1, os valores desses componentes obtidos no óleo das sementes da

espécie *P. floribundum* foram similares àqueles encontrados no óleo de soja indicado no Codex Alimentarius (2005).

Analisando-se as propriedades físico-químicas do óleo para uso como alimento, verificou-se que os índices de refração (n_D^{40} 1,467) e de iodo ($I_I = 111$ g 100 g⁻¹) do óleo de *P. floribundum*, no estágio em que as sementes atingiram a maturidade fisiológica estão, segundo o Codex Alimentarius (2005), próximos ao óleo de girassol ($n_D^{40} = 1,467 - 1,469$) e de milho ($I_I = 108-116$ g 100 g⁻¹) e praticamente iguais ao do óleo de *Lecythis pisonis* Camb. (sapucaia), ou seja: n_D^{40} 1,465 e $I_I = 117$ g de iodo 100 g⁻¹, (Vallilo *et al.*, 1999). No entanto, o índice de saponificação (157 mg KOH 100 g⁻¹ de óleo), é inferior ao apresentado pelas sementes dessas espécies reportadas na literatura e àquelas listadas na Resolução nº 270 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2005), que fixa os padrões de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais, para fins alimentícios.

Quanto à presença de tocoferóis (vitamina E) na fração lipídica não saponificável do óleo (FIGURA 3), os valores encontrados para os isômeros alfa (α) e gama (γ) tocoferóis, aumentaram com o amadurecimento das sementes. No entanto, o inverso ocorreu com os isômeros beta (β) e delta (δ) tocoferóis, que diminuíram antes das sementes atingirem a maturidade fisiológica, conforme mostra a TABELA 2.

VALLILO, M. I. *et al.* Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica.

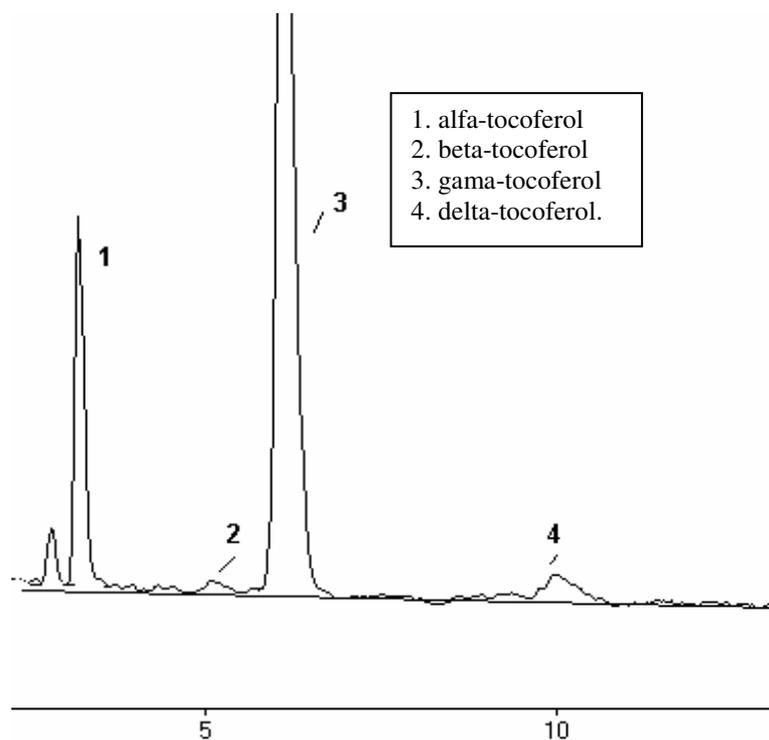


FIGURA 3 – Perfil cromatográfico dos tocoferóis presentes no óleo das semente de *P. floribundum*, na fase de maturação fisiológica, obtido por CLAE com detetor de fluorescência.

TABELA 2 – Teores de diferentes tocoferóis no óleo das sementes de *P. floribundum* Vog. (Fabaceae), colhidas em fase de desenvolvimento (18/08/2004) e na época de maturação fisiológica (01/11/2004).

Tocoferóis	18/08/2004 (mg 100 g ⁻¹)	01/11/2004 (mg 100 g ⁻¹)
Alfa (α)	27,7	42,8
Beta (β)	0,8	0,0
Gama (γ)	68,9	88,2
Delta (δ)	2,4	1,8

Comparando-se os resultados obtidos por Firestone (1999) para óleos de mesa, verificou-se que os valores de alfa e gama-tocoferóis encontrados no óleo de *P. floribundum* estão próximos aos dos óleos de girassol (40,0 – 95,0 mg 100 g⁻¹) e de gergelim (52,1 – 98,3 mg 100 g⁻¹), enquanto os teores de beta e de delta-tocoferóis se aproximam aos do óleo de gergelim (0 – 2,1 mg 100 g⁻¹, respectivamente).

No óleo de *P. floribundum* destaca-se o gama-tocoferol, encontrado em maior quantidade nas duas épocas de colheita.

A importância da presença de tocoferóis em concentrações relativamente elevadas no óleo das sementes de *P. floribundum* deve-se à sua propriedade antioxidante, que, de certa maneira, contribuem para a estabilidade oxidativa de óleos poliinsaturados.

VALLILO, M. I. *et al.* Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica.

Sabe-se, através da literatura, que a atividade antioxidante decresce do composto delta para alfa-tocoferol, sendo este último o que apresenta maior atividade de vitamina E, cuja função em processos fisiológicos no metabolismo humano é combater a formação de radicais livres e, por conseguinte, o envelhecimento celular (Hemeda & Klein, 1990; Six, 1994).

4 CONCLUSÕES.

A utilização das sementes de *P. floribundum*, como fonte nutricional, mostra-se promissora em decorrência de seu teor lipídico, presença de ácidos graxos insaturados e essenciais, e tocoferóis no óleo. Esses nutrientes apresentaram níveis similares aos óleos de espécies vegetais, de amplo uso na alimentação humana e/ou animal, como o da soja.

Os resultados indicam que os teores de lipídio, e de alfa e gama-tocoferóis são dependentes da maturação das sementes, que ao atingirem a maturidade fisiológica, apresenta maior potencial de exploração comercial.

A presença de antioxidantes naturais, alfa e gama-tocoferóis, no óleo, provavelmente colaboram para a sua estabilização oxidativa.

Complementando este estudo e visando avaliar o potencial alimentício das sementes de *P. floribundum*, estudos posteriores devem ser realizados com esta possível fonte alimentar, com relação às proteínas e a fatores tóxicos e antinutricionais.

5 AGRADECIMENTOS

À Seção de Silvicultura do Instituto Florestal de São Paulo, pela doação das sementes.

À Sra. Sebastiana Dutra de Souza Revoredo da Silva, Oficial de Apoio a Pesquisa Científica e Tecnológica, pelo auxílio no trabalho de laboratório.

Ao Marcelo Rouanet, do Instituto de Saúde, pela revisão do texto em inglês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 5th ed. Champaign, 1998. (A.O.C.S Official Method Ce 8-89).

BRASIL. Resoluções RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1, p. 372-373.

CODEX ALIMENTARIUS (FAO/WHO). **Codex standards for named vegetable oils, CODEX STAN 210 (revision 2005)**. Rome, 2005.

FALCÃO, M. J. C. *et al.* Cytotoxic flavonoids from *Platymiscium floribundum*. **Journal of Natural Products**, Washington, D.C., v. 68, p. 423-426, 2005.

FIRESTONE, D. **Physical and characteristics of oils fats and waxes**. Champaign: AOCS Press, 1999, p. 56-101.

HEMEDA, H. M.; KLEIN, B. R. Effects of naturally antioxidants on peroxidase activity of vegetable extracts. **Journal of Food Science**. Chicago, v. 55, n. 1, p. 184-185, 1990.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos e para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF: ANVISA, 2005. 1018 p.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY - IUPAC. **Standard methods for analysis of oils, fats and derivatives**. 7th ed. Boston: Blackwell Scientific Publications, 1987. (Method 2.301). (Report of IUPAC Working Group WG 2/87).

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. Ilustração de Irina Gemtchujnikov. 2 ed. São Paulo: Nacional: Editora da Universidade de São Paulo, 1975. 777 p.

KALOYERAS, S. A. Rancidity as a factor in the loss of viability of pine and other seeds. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**. Champaign, v.35, p.176-179, 1958.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MAYWORM, M. A. S. *et al.* Seeds of species from the "caatinga": proteins, oils and fatty acid contents. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 299-303, 1998.

VALLILO, M. I. *et al.* Caracterização química e físico-química do óleo das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. (sacambu), colhidas na fase de desenvolvimento e na época de maturação fisiológica.

MILITÃO, G. C. G. *et al.* Antimitotic properties of pterocarpans isolated from *Platymiscium floribundum* on sea urchin eggs. **Letter Planta Med.**, Stuttgart, v. 71, p. 683-685, 2005.

MILITÃO, G. C. G. *et al.* Induction of apoptosis by pterocarpans from *Platymiscium floribundum* in HL-60 human leukemia cells. **Life Science**, Tucson, v. 78, n. 20, p. 2409-2417, 2006.

OLIVEIRA, G. de. *et al.* Purificação e caracterização de α -galactosidases de sementes de *Platymiscium pubescens* Micheli. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 535-543, 2005.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, T. B. Maturação e dispersão In: AGUIAR, T. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 215-274.

RAHAMATALLA, A. B. *et al.* Changes in fatty acids composition during seed growth and physicochemical characteristics of oil extracted from four safflower cultivars. **Plants Food for Human Nutrition**, London, v. 56, n. 4, p. 385-395, 2001.

SENANAYAKE, N. S. P. J.; SHAHIDI, F. Lipid components of borage (*Borago officinalis* L.) seeds and their changes during germination. **The Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 77, n. 1, p. 55-61, 2000.

SILVA, M. C. C. de. **Fenologia, maturação fisiológica e aspecto da germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. no Parque Estadual Alberto Löfgren, Instituto Florestal, São Paulo, SP.** 2005. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

SIX, P. Current research in natural food antioxidants. **Food Technology**, Chicago, v. 5, n. 6, p. 679-687, 1994.

STANSBY, M. E.; LEMON, J. M. Quantitative determination of oil in fish flesh. **Indian Engineering Chemistry**, Easton, v. 9, n. 7, p. 341-3, 1937.

VALLILO, M. I. *et al.* *Lecythis pisonis* Camb nuts oil characterization, fatty acids and minerals. **Food Chemistry**, Barking, v. 66, p. 197-200, 1999.

VIANNI, R.; BRAZ-FILHO, R. Ácidos graxos naturais: importância e ocorrência em alimentos. **Química Nova**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 400-407, 1996.