

Caracterização química e física de resíduos industriais de dendê tenera e híbrido manicoré

Larissa Silva Fonseca¹, Raquel Bombarda Campanha², Marcos Enê Chaves Oliveira³, Simone Mendonça⁴

Resumo

A produção do dendê tem aumentado no Brasil, sendo que o estado do Pará concentra a maior parte da sua produção e processamento. O objetivo do trabalho foi caracterizar e comparar os resíduos gerados em diferentes indústrias, épocas do ano, e origens para, então, apontar possíveis usos deste resíduo agroindustrial. Diferentes lotes de fibras de prensagem e efluente líquido (POME – *Palm oil mil efluente*) gerados do processamento do dendê (*Elaeis guineensis*) variedade tenera ou do híbrido interespecífico (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*) BRS Manicoré, originária de duas empresas, foram comparados. As fibras de dendê híbrido apresentaram maior variação na composição que as de dendê tenera. Não existe um padrão na distribuição de tamanho de partícula das fibras, variando muito entre as amostras analisadas. As fibras possuem alta umidade (31,2 a 34,2%) necessitando de rápido processamento para que não ocorra multiplicação de microrganismos, e também relevante teor residual de extrato etéreo (em torno de 9,1–11,8% em base seca), indicando potencial para melhoria nos processos e/ou oportunidade para utilização desta fibra para extração de substâncias lipossolúveis. No POME, a composição foi mais influenciada pelo local de processamento (empresa) que pela sazonalidade ou origem genética da matéria-prima. O alto teor de sólidos e principalmente matérias graxas indicam a importância de tratamentos adequados para minorar os impactos ambientais, tais como a produção de biogás ou cultivo de microalgas.

¹ Graduanda em Farmácia, Universidade de Brasília, larissa.fonseca@colaborador.embrapa.br

² Química, mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, analista da Embrapa Agroenergia, raquel.campanha@embrapa.br

³ Engenheiro Químico, doutor em Engenharia Mecânica, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, marcos-ene.oliveira@embrapa.br

⁴ Farmacêutica, doutora em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, pesquisadora da Embrapa Agroenergia, simone.mendonca@embrapa.br

Introdução

A demanda mundial pelo óleo de dendê aumentou 167% entre 1998 e 2010. O dendê é a oleaginosa cultivada de maior produtividade, com rendimento de até 4 a 6 ton de óleo por hectare/ano. Grande parte desta produtividade deve-se ao fato dos investimentos em melhoramento genético que resultou no aumento de 300% na produtividade média desta espécie. Dois óleos são extraídos desta palmeira, o óleo de palmiste, extraído da amêndoa e óleo de palma, extraído da polpa que se caracteriza pela cor que vai do amarelo ao vermelho devido à presença de grande quantidade de carotenoides, que são pigmentos com propriedades antioxidantes. Existem duas espécies no gênero *Elaeis* de interesse econômico: *E. guineensis* e *E. oleifera*, originárias da África e da América do Sul, respectivamente. A Embrapa, fazendo uso da hibridação interespecífica entre o caiaué (*E. oleifera*) e o dendê de origem africana (*E. guineensis*) desenvolveu o híbrido BRS Manicoré, cultivar tão produtiva quanto à de dendê *guineensis* e com características do caiaué, como baixo porte e resistência à anomalia do amarelecimento fatal. Seu óleo apresenta maiores teores de ácidos graxos insaturados e metabólitos bioativos como carotenoides, tocoferóis e tocotrienóis, os quais possuem importante poder antioxidante.

O aumento da demanda por óleo de palma, resultará em maior geração de resíduos desta indústria. A extração do óleo de dendê gera diversos subprodutos, como cachos, fibra de prensagem, torta de palmiste, entre outros. A incorporação desses subprodutos como ingredientes na ração de ruminantes têm sido estudada, mas outras aplicações podem ser sugeridas a partir da melhor caracterização deste material. A fibra, conhecida também como torta de dendê, é o resíduo da prensagem do mesocarpo de dendê. O POME (palm oil mill effluent) é uma suspensão coloidal composta principalmente de água, resultante do processo de separação do óleo de dendê. Devido à crescente preocupação mundial com o meio ambiente, estudos visando o aproveitamento desses resíduos se tornam essenciais para uma economia sustentável.

Ainda não existem estudos caracterizando os resíduos do híbrido interespecífico, o que seria um importante passo para indicar possíveis usos para agregação de valor a este resíduo agroindustrial. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e comparar as diferentes fibras de prensagem oriunda do processamento do híbrido BRS Manicoré com aquelas oriundas do dendê tenera (*Elaeis guineensis*), provenientes de duas unidades de processamento.

Materiais e métodos

Foram analisados três diferentes lotes da fibra de dendê híbrido (FDH), coletado na empresa X, localizada na região metropolitana de Belém-PA, sendo o lote 1 em março/2015, o lote 2 em agosto/2015 e lote 3 em março/2016; e dois lotes da fibra de dendê tenera/guineensis (FDG) coletadas também na empresa X, em março/2016 e maio/2016. Uma alíquota foi utilizada para a determinação de umidade – amostra seca ao (ASA) e granulometria. O restante do material foi seco em estufa com circulação e renovação de ar durante 5 dias a temperatura ambiente e posteriormente moídas em moinho de facas tipo Willye (STAR FT-60, Fortinox). A determinação da granulometria consistiu no fracionamento da amostra utilizando peneiras com malhas de 2,0, 0,85, 0,425, 0,30, 0,15 mm de abertura, com agitação mecânica por 10 minutos. As análises da fibra quanto ao teor de matéria seca (MS), cinzas, extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB). A partir dos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), e lignina (LIG) foram calculados os valores de hemicelulose (HCEL) e celulose (CEL) (NOGUEIRA et al., 2005).

Dois lotes do POME oriundos da empresa X, um de dendê híbrido e outro de dendê guineensis, foram coletados em março/2016; e um lote de dendê guineensis da empresa Y, distante 120 km de Belém-PA foi coletado em novembro/2015. Estas amostras foram analisadas quanto ao teor de sólidos totais, sólidos solúveis e sólidos suspensos de acordo com metodologia empregada na análise de efluentes industriais (Métodos 2540B e 2540D – APHA, 1999). Uma alíquota do material foi liofilizada e teve o teor de cinzas (NOGUEIRA et al., 2005) e o teor de extrato etéreo (AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY, 2005) (Method Am5-04) determinados.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de todas as amostras de fibra comparadas entre si por teste de Tukey a 5% de probabilidade, e a comparação por teste T quando se comparou o conjunto de fibras de dendê híbrido contra as de dendê tenera (*Elaeis guineensis*). Foi utilizado o software Excel 2010.

Resultados e discussão

As amostras de fibra de dendê foram recebidas com umidade (ASA) variando entre 31,2 e 34,16%, evidenciando a necessidade da pré-secagem deste resíduo para adequado armazenamento. Apenas as amostras com menos de 10% de

umidade são estáveis suficientes para serem armazenadas à temperatura ambiente.

A distribuição granulométrica (em porcentagem de cada fração) das amostras de fibra está apresentada na Tabela 1. Houve grande variação de distribuição do tamanho de fibras entre os lotes avaliados. A maior parte do material (36 a 63%) era composta por fibras bem alongadas, que formavam novelos e acumulavam na peneira com 2 mm de abertura. Outra parte do material (15 a 37%) apresentou granulometria média entre 2 e 0,425 mm; e uma última fração foi composta basicamente por um pó muito fino, menor que 0,425 mm, representando 19 a 35% do material.

Os resultados de cinzas, extrato etéreo, proteína, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido estão apresentados na Tabela 2. Foram realizados dois testes de comparação de médias, Tukey (comparação das 3 fibras de híbrido entre si) e teste T (comparação da média dos resultados do dendê híbrido x dendê guineensis).

Tabela 1. Distribuição percentual das fibras de dendê híbrido e guineensis de acordo com a granulometria.

Amostra	%Grossa	%Média	%Fina
FDH - Lote 1 (março2015)	61	20	19
FDH - Lote 2 (agosto2015)	38	37	25
FDH - Lote 3 (março2016)	57	23	19
FDG - Lote 1 (março2016)	63	15	22
FDG - Lote 2 (maio2016)	36	29	35

FDH: fibra de dendê híbrido, FDG: fibra de dendê guineensis.

Médias seguidas da mesma letra minúscula e maiúscula na coluna, indicam semelhança estatística entre os lotes e as fibras, respectivamente. FDH: fibra de dendê híbrido; FDG: fibra de dendê guineenses.

A comparação dos diferentes lotes de fibra de prensagem do dendê híbrido mostrou que o segundo e o terceiro lote podem ser considerados semelhantes quanto aos resultados de cinzas, extrato etéreo, proteína e FDN. O resultado de lignina variou de 22,69 a 25,21%, sendo que o primeiro e o terceiro lote são semelhantes. Na comparação das fibras do dendê híbrido e a fibra do dendê

guineense, quanto a sua composição, observou-se que o extrato etéreo, proteína, FDN, celulose e hemicelulose são semelhantes estatisticamente.

Tabela 2. Composição das fibras de prensagem de dendê híbrido e guineensis.

Amostras	Cinzas (%)	Extrato Etéreo (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)	Proteína (%)	Celulose (%)	Hemicelulose (%)
FDH - Lote 1	3,26± 0,09 ^b	6,09± 0,03 ^b	78,78± 0,34 ^a	56,17± 0,37 ^a	22,69± 0,29 ^b	5,19± 0,27 ^b	45,49± 1,00 ^a	21,75± 1,09 ^a
FDH - Lote 2	5,23± 0,16 ^a	11,24± 0,12 ^a	70,14± 0,86 ^b	56,10± 0,62 ^a	25,21± 0,47 ^a	7,78± 0,35 ^a	35,64± 0,85 ^b	12,98± 2,93 ^b
FDH - Lote 3	5,90± 0,31 ^a	9,86± 0,11 ^a	70,26± 0,52 ^b	52,16± 0,32 ^b	23,90± 0,63 ^b	8,41± 0,02 ^a	25,04± 0,74 ^c	18,10± 0,25 ^a
Média	4,86± 1,15 ^B	9,06± 2,18 ^A	72,66± 4,23 ^A	54,65± 2,12 ^A	23,91± 1,20 ^A	7,78± 1,55 ^A	35,39± 8,89 ^A	17,61± 4,12 ^A
	FDG - Lote 1	6,05± 0,03 ^a	10,96± 0,33 ^b	74,87± 0,52 ^a	51,99± 0,71 ^a	20,39± 0,01 ^a	6,57± 0,13 ^b	27,77± 0,63 ^a
FDG - Lote 2	6,23± 0,15 ^a	11,80± 0,21 ^a	71,95± 0,83 ^b	51,75± 0,80 ^a	18,95± 1,16 ^a	8,69± 0,22 ^a	29,47± 1,25 ^a	19,82± 0,17 ^b
Média	6,16± 0,16 ^A	11,38± 0,55 ^A	72,22± 1,96 ^A	51,55± 0,84 ^B	19,67± 1,26 ^B	7,84± 1,18 ^A	28,62± 1,29 ^A	21,35± 1,90 ^A

O teor de extrato etéreo para as amostras foi de 9,1 a 11,8% (com exceção do Lote 1, que apresentou 6,1%), indicando boa eficiência na extração de óleo pela indústria, uma vez que inicialmente o mesocarpo pode apresentar até 70% de extrato etéreo em base seca. No entanto, ainda há espaço para melhorias no processo, uma vez que na literatura geralmente são relatados teores em torno de 6%.

Os teores de proteína mostraram-se semelhantes aos valores relatados por Fariani et al. (2015) (5,20%), assim como os valores de celulose (22,50%). Porém, os valores encontrados por Fariani et al. (2015) para FDN (43,40%), FDA (36,30%), lignina (9,2%) e hemicelulose (7,10%) foram bem diferentes. Segundo Thambirajah e Kuthubutheen (1989), a fibra de prensagem do dendê apresenta valores altos para fibra (78%) e aproximadamente 22% de lignina, aproximando-se mais dos resultados encontrados neste trabalho. Essa diferença pode estar relacionada com diversos fatores, como a variedade do dendê, método de extração do óleo e sazonalidade.

O terceiro lote da fibra de dendê híbrido apresentou 25,04% de celulose e a fibra de dendê guineensis apresentou em média 28,62% de celulose. Teores de celulose e hemicelulose variaram entre os diferentes lotes de dendê híbrido analisados, indicando que materiais desta origem genética ainda apresentam grande variação na composição. As fibras de dendê guineensis, mesmo sendo originários de empresas diferentes, não apresentaram a mesma amplitude de variação. Em relação à sazonalidade, os únicos parâmetros que parecem ter sido afetados foram os teores de lignina e hemicelulose, sendo que a lignina é maior que a hemicelulose nos meses mais chuvosos (março).

A determinação da concentração de sólidos totais no POME envolve todos os compostos particulados e dissolvidos como metais, sais inorgânicos, óleos e graxas e matéria orgânica presentes no efluente. Óleos e graxas consistem no conjunto de substâncias que um determinado solvente consegue extrair da amostra e que não se volatilizam durante a evaporação do solvente a 100 °C. É importante parâmetro nos efluentes, uma vez que sua alta concentração nas águas naturais poderia causar seu acúmulo nas superfícies, podendo trazer sérios problemas ecológicos por dificultar as trocas gasosas que ocorrem entre a massa líquida e a atmosfera, especialmente a de oxigênio. No presente trabalho, o teor de graxas foi calculado a partir do resultado de extrato etéreo determinado no POME liofilizado e do teor de sólidos totais.

Tabela 3. Composição do Pome.

Amostras	Sólidos Totais (mg/L)	Sólidos Suspensos (mg/L)	Sólidos Solúveis (mg/L)	Cinzas (%)	Extrato Etéreo (%)	Matéria Graxa (mg/L)	pH
Lote 1 - Híbrido	130.140± 9.051 ^a	76.333± 7.178 ^a	53.473± 2.303 ^a	4,38± 0,08 ^c	33,06± 0,58 ^b	43.024,30	4,87
Lote 2 - Guineensis	126.970± 13.506 ^a	85.800± 6.147 ^a	46.233± 3.590 ^a	6,04± 0,06 ^b	46,31± 1,00 ^a	58.799,80	4,76
Lote 3 - Guineensis	81.680± 57 ^b	12.160± 4.024 ^b	58.200± 7.201 ^a	15,97± 0,04 ^a	18,15± 0,55 ^c	14.824,90	4,76

*Média ± desvio padrão

**Letras diferentes indicam médias diferentes (p<0,05).

O local de coleta (empresa) foi o fator que mais impactou nas diferenças de composição do POME. A origem genética do material parece não ter sido um fator relevante nos parâmetros analisados.

Como mostrado na Tabela 3, lote 2 foi o que apresentou maior teor de sólidos suspensos, extrato etéreo e matéria graxa. De acordo com Rupani e colaboradores (2010), o POME fresco apresenta pH ácido (entre 4 e 5), alta concentração de matéria orgânica, alto teor de sólidos totais (40.500 mg L^{-1}), óleo e graxa (4.000 mg L^{-1}), sólidos suspensos (18.000 mg L^{-1}). Todos os lotes diferiram dos valores encontrados na literatura, sendo que o lote 3 do POME apresentou os valores mais próximos.

Conclusões

As fibras de híbrido de dendê apresentaram maiores variações quanto à granulometria e à composição bromatológica quando comparada à fibra de dendê guineenses. Em relação à sazonalidade, houve pequena influência na composição do dendê híbrido, sendo o teor de lignina maior e o teor de hemicelulose menor nos meses mais chuvosos (março). A composição do POME é mais afetada pelas condições de processamento do que pela origem genética e época de coleta.

Apoio Financeiro

Esse trabalho foi financiado pela FINEP.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**: selected analytical methods approved and cited by the United States Environmental Protection Agency. Washington, D.C; American Water Works Association : Water Pollution Control Federation, 1999.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official Methods and recommended practices of the AOCS**. Champaign, IL: AOCS, 2005.

FARIANI, A.; ABRAR, A.; MUSLIM, G.; WARLY, L. Supplementation of fermented palm press fibre on digestibility of rice straw and rumen bacteria profile. **Pakistan Journal of Nutrition**, Punjab, v. 14, n. 2, p. 80-83, 2015.

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. de. **Manual de laboratório**: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. p. 201-329.

RUPANI, P. F.; SINGH, R. P.; IBRAHIM, M. H.; ESA, N. Review of current palm oil mill effluent (pome) treatment methods: vermicomposting as a sustainable practice. **World Applied Sciences Journal**, Faisalabad, v. 11, n. 1, p. 70-81, 2010.

THAMBIRAJAH, J. J.; KUTHUBUTHEEN, A. J. Composting of palm press fibre. **Biological Wastes**, Oxon, v. 27, n. 4, p. 257-269, 1989.