



EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE SEMENTES DE *MUCUNA COCHINCHINENSIS* A PARTIR DE DIÓXIDO DE CARBONO EM CONDIÇÕES PRESSURIZADAS

Vitor Augusto dos Santos Garcia¹, Ana Carolina de Araújo Abdala², Simone Belorte de Andrade³, Camila da Silva⁴, Lucio Cardozo Filho⁵

RESUMO: A extração de óleos vegetais utilizando um solvente em condições supercríticas apresenta-se como uma alternativa aos métodos clássicos de extração, devido às características dos solventes em condições pressurizadas, o qual proporciona maior capacidade de solvatação, facilitando o processo de extração. A literatura relata que o óleo obtido das sementes de *Mucuna* apresenta grande percentual de ácidos graxos insaturados, dentro os quais os ácidos graxos ômega 3 e 6. Neste contexto, o presente trabalho buscou avaliar o rendimento da extração do óleo da variedade *Mucuna cochinchinensis* (Cinza), utilizando dióxido de carbono como solvente em condições pressurizadas. Os experimentos foram realizados em temperatura de 40 a 60 °C, pressão de 150 a 250 bar e fluxo de solvente constante de 3 mL/min, sendo obtida a cinética de extração em cada condição experimental. Os resultados reportam que o maior percentual em óleo obtido foi de 2,74 %, em temperatura de 40 °C e pressão de 250 bar. A análise dos ácidos graxos presentes nos óleos de *Mucuna cochinchinensis* obtidos indicaram a presença dos ácidos graxos considerados essenciais (linoléico e linolênico), com elevados teores de ácido ômega 6 (C18:2) (≈ 43).

PALAVRAS-CHAVE: *Mucuna cochinchinensis*, ômega-3, ômega-6, dióxido de carbono supercrítico.

1 INTRODUÇÃO

A *Mucuna cochinchinensis* é uma leguminosa, da família Fabaceae, típica de regiões tropicais, originária da Ásia, que possui altos teores de proteínas, lipídeos, minerais entre outros nutrientes, com capacidade nutricional comparada à soja (CHIKAGWA-MALUNGA *et al.*, 2009). Sua semente pode servir como alimento humano, ou para produção de fármacos, sendo necessário passar por alguns tratamentos como radiações ionizantes, extrações supercríticas, etc., para manter níveis ótimos ou eliminar compostos fenólicos, taninos, ácido fítico e L-dopa (CHIKAGWA-MALUNGA *et al.*, 2009).

¹ Acadêmico do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná. Bolsista CAPES. garcia.vitoraugusto@gmail.com

² Acadêmica do Curso de Pós-Graduação em Bioenergia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Toledo – Paraná. Bolsista CAPES. ac.abdala@hotmail.com

³ Acadêmica do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná. Bolsista CAPES. siba_15@hotmail.com

⁴ Orientadora, Professora Doutora docente do Curso de Tecnologia em Alimentos da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Umuarama – Paraná. Camiladasilva.eq@gmail.com

⁵ Orientador, Professor Doutor docente do Curso de Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – Paraná. cardozo@deq.uem.br

O óleo das sementes de *Mucuna* é rico em ácidos graxos essenciais, os quais abrangem as famílias de ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, conforme relata a literatura na área (SIDDHURAJU e BECKER, 2005). Em humanos, os ácidos linoléico (C18:2n-6, AL) e alfa-linolênico (C18:3n-3, AAL) são necessários para manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos. Esses ácidos graxos também participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular, sendo denominados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo. A incorporação de ácidos graxos essenciais em produtos da indústria alimentícia e farmacêutica é amplamente praticada (PEDERSSETTI *et al.*, 2010).

Os métodos convencionais aplicados para extração do óleo de *Mucuna* utilizam solventes orgânicos, que apresentam como inconveniente a degradação térmica e a necessidade de etapas posteriores para a remoção do solvente. A tecnologia envolvendo fluidos supercríticos é um promissor processo para extrair compostos de valor a partir de plantas naturais, evitando a degradação térmica e à presença de resíduos de solventes nos extratos (RISCO *et al.*, 2011).

O dióxido de carbono é o fluido mais utilizado na extração em condições pressurizadas por ser de fácil manipulação, possuir baixa temperatura (31,1 °C) e pressão crítica (73,8 bar), ser miscível em outros solventes, não ser tóxico, ser inerte, não inflamável, não corrosivo e ter custo moderado, o que o torna um solvente ideal para produtos naturais (HUISDEN *et al.*, 2010) e por possuir uma solubilidade seletiva com compostos lipofílicos de baixo peso molecular como ácidos graxos livres, ésteres, monoglicerídeos e alguns diglicerídeos.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o rendimento da extração do óleo de *Mucuna cochinchinensis*, utilizando dióxido de carbono supercrítico como solvente em diferentes condições de extração e a quantificação dos óleos obtidos em termos de ácidos graxos totais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Nas extrações foram utilizadas sementes de *Mucuna cochinchinensis* (Pró Sementes/São Paulo) e CO₂ como solvente (Air Liquide/São Paulo). Na quantificação dos óleos utilizou-se padrões cromatográficos, solvente e derivatizantes de procedência Sigma Aldrich.

Preparação das Amostras

As sementes de *Mucuna cochinchinensis* foram trituradas em um triturador elétrico (IKA, A11 B) e colocadas em peneiras da série Tyler de tamanhos 16 a 200 mesh. As massas retidas em cada peneira foram pesadas em balança analítica (Marte, AM 220).

Extração do Óleo

O aparato experimental utilizados nas extrações é apresentado na Figura 01. Para as extrações foram selecionadas as partículas com diâmetro médio de 0,6 mm, nas condições encontradas na Tabela 1. Aproximadamente 60 g de sementes de *Mucuna* foram introduzidas no extrator. O óleo extraído foi coletado através de recipiente de vidro âmbar, previamente pesado em balança analítica. A massa de óleo extraída foi pesada a cada 10 minutos e após duas horas a cada 20 minutos. A extração por fluido supercrítico de sólidos é realizada pelo contato contínuo do substrato sólido com o solvente

supercrítico. O rendimento de extração foi calculado pela razão entre a massa de óleo extraído e da matéria-prima utilizada.

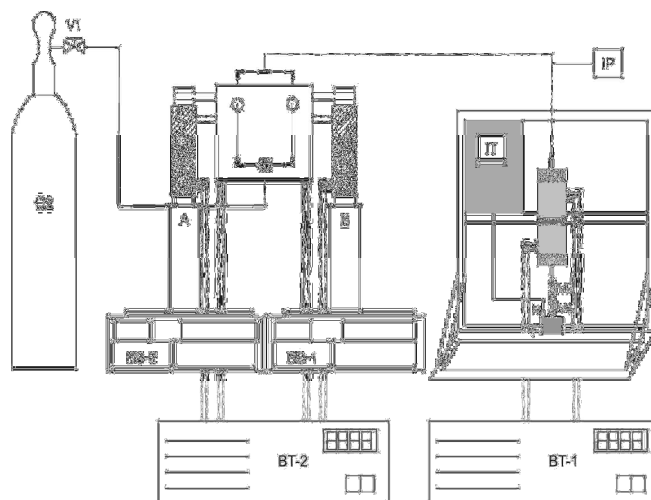


Figura 01. Aparato Experimental: C2: Cilindro de Dióxido de Carbono; V1 e V2: Válvula Macrométrica; V3: Válvula Micrométrica; A e B: Bomba tipo Seringa; BS-1 e BS-2: Controlador da bomba seringa; IP: Indicador de Pressão; IT: Indicador de Temperatura; BT-1 e BT-2: Banho Termostático.

Quantificação do óleo

Para a análise dos ácidos graxos totais presente nos óleos obtidos das sementes de *Mucuna pruriens* foi necessária a reação de derivatização dos triglicerídeos de acordo com a IUPAC 2.301.

Após a etapa de derivatização das amostras foi determinado o percentual de ácidos graxos totais utilizando um cromatógrafo gasoso Agilent GC 7890 A acoplado a espectro de massas MS 8990, equipado com uma coluna capilar ZB-WAX (Zebron), (30 m x 0,25 mm d.i.). As condições foram: injeção split, 1:50; temperatura da coluna: 120 °C, programada até 180 °C numa taxa de 15 °C/min, a uma taxa de 5 °C/min foi elevada até 210 °C e novamente programada até 240 °C numa taxa de 10 °C/min e foi mantida nesta temperatura por 5 minutos; gás de arraste: hélio, a 1,5 mL/min; temperatura do injetor: 250 °C. As análises foram realizadas em duplicata.

A identificação dos picos foi realizada através da comparação do espectro de massas com a biblioteca de dados e a quantificação por padronização interna.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o rendimento em óleo de acordo com as condições experimentais estudadas. O cálculo do rendimento de extração foi realizado com o tempo de extração fixo (300 min), a fim de permitir uma comparação direta entre os resultados obtidos em diferentes condições experimentais. O tempo total de extração variou de acordo com as condições experimentais, visando uma extração completa de acordo com o solvente.

Tabela 1. Condições experimentais e rendimento do óleo.

Condição Experimental	T(°C)	P (bar)	ρ (Kg/cm ³)	Rendimento (%)*
01	40	150,0	0,78	1,97
02	60	176,7	0,68	1,74
03	60	244,1	0,78	2,61
04	40	250,0	0,88	2,74

*100g/extrato

Amostras (1, 3) que foram extraídas em uma mesma densidade, porém em temperatura e pressão diferentes, apresentaram rendimentos diferenciados, indicando que a densidade não atua como fator isolado. Quando comparado os resultados das condições (2, 3) realizadas com a mesma temperatura, podemos observar que com o aumento da pressão observamos maior rendimento na extração de óleo devido a maior solvatação dos analitos presentes na amostra, diminuindo desta forma o tempo de extração.

As cinéticas das extrações apresentada na Figura 2, indicam que o maior rendimento de óleo das sementes de *Mucuna* foi apresentado em temperatura de 40 °C e pressão de 250 bar, na qual podemos observar que a taxa inicial de extração é superior quando comparada com as demais condições, evidenciando um alto poder de solvatação do solvente, nestas condições, efeito este constatado no trabalho de Arias *et al.* (2009).

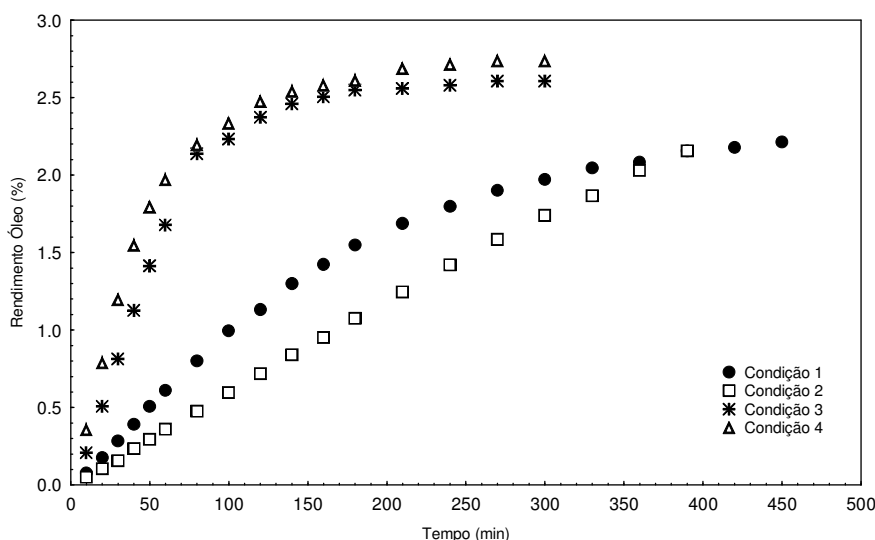


Figura 02. Resultados da extração em condições pressurizadas de *Mucuna* cinza utilizando CO₂ como solvente

Na Tabela 2 estão apresentados os principais ácidos graxos encontrados nas amostras analisadas.

Tabela 02. Composição química dos óleos de *Mucuna pruriens* obtidos sob diferentes condições de temperatura e pressão com o fluido CO₂ supercrítico.

Ácidos Graxos	Condição			
	1	2	3	4
Palmitico	20 ±0,1	20 ±0,9	21 ±0,3	20 ±0,3
Palmitoléico	0,3 ±0,7	0,3 ±1,1	0,3 ±0,3	0,3 ±0,5
Esteárico	9,3 ±0,1	9,0 ±0,1	9,2 ±0,1	9,2 ±0,1
Oléico	16 ±0,1	16 ±0,1	16 ±0,1	17 ±0,5
Linoléico	43 ±0,4	43 ±0,8	43 ±0,2	42 ±0,6
Linolênico	8,8 ±0,2	8,7 ±0,0	8,9 ±0,1	8,8 ±0,1
Eicosanoico	2,0 ±0,0	1,9 ±0,2	1,9 ±0,1	2,0 ±0,2
Behênico	3,0 ±0,1	2,9 ±0,3	3,1 ±0,2	2,9 ±0,5
Lignocérico	0,7 ±0,0	0,7 ±0,2	0,7 ±0,5	0,8 ±0,2
Total Saturados	35,0	34,5	35,9	34,9
Total Insaturados	68,1	68,0	68,2	68,1
Total Poliinsaturados	51,8	51,7	51,9	50,8

O ácido graxo majoritário em todas as condições operacionais foi o linoléico (ômega-6), que apresentou maior porcentagem relativa entre todos os ácidos graxos identificados. Foram observadas as menores porcentagens relativas para os ácidos palmitoléico (C16:1) e eicosanoico (C20:0). Tal comportamento foi verificado para todas as condições de extração, sendo que as concentrações dos ácidos graxos são semelhantes.

Os óleos extraídos das sementes de *Mucuna cochinchinensis*, apresentaram razões de ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados (AGPI/AGS) superiores a 1,4 consideradas adequadas para alimentos, uma vez que o Departamento de Saúde e Seguridade Social da Inglaterra estabelece que valores menores a 0,45 são pouco aconselháveis para a saúde em relação às doenças cardíacas.

O ácido linoléico empregado na alimentação humana, esta presente tanto em espécies vegetais como animais, principalmente em leguminosas, sendo a sua concentração muito dependente de espécie e de fatores sazonais. Devido ao alto conteúdo de ômega-6 o óleo de *Mucuna cochinchinensis*, pode ser aceitável como substituto de óleos insaturados, ou até mesmo comercializados na forma de mistura com óleos vegetal comumente comercializado, tais como a soja, milho, canola e girassol.

4 CONCLUSÃO

A extração do óleo de *Mucuna cochinchinensis* com dióxido de carbono supercrítico e a quantificação de ácidos graxos presentes é reportada neste trabalho. Os resultados obtidos demonstram que na faixa operacional avaliada, os maiores rendimentos em óleos (2,74%) foram obtidos em temperatura de 40 °C, pressão 250 bar e tempo de extração de 330 minutos. Constatou-se que os óleos obtidos nas diferentes condições de extração, apresentaram percentuais de ácido linoléico e linolênico, que compreendem cerca de 45% da composição do óleo das sementes de *Mucuna cochinchinensis* obtidas por extração supercrítica.

REFERÊNCIAS

- ARIAS, M.; PENICHER, I.; YSAMBERTT, F. BAUZA, R.; ZOUGAGH, M.; RIOS, A. Fast supercritical fluid extraction of low and high density polyethylene additives: Comparison with conventional reflux and automatic soxhlet extraction. *The Journal of Supercritical Fluids* 50 (2009), 22 – 28.
- CHIKAGWA-MALUNGA, S. K.; ADESOGAN, A. T.; SOLLENBERGER, L. E.; BADINGA, L. K.; SZABO, N. J.; LITTELL, R. C. Nutritional characterization of *Mucuna pruriens*: 1. Effect of maturity on the nutritional quality of botanical fractions and the whole plant. *Animal Feed Science and Technology* 148 (2009), 34 – 50.
- HUISDEN, C. M.; ADESOGAN, A. T.; GASKIN, J. M.; COURTNEY, C. H.; RAJI, A. M.; KANG, T. Effect of feeding *Mucuna pruriens* on helminth parasite infestation in lambs. *Journal of Ethnopharmacology* 127 (2010), 669 – 673.
- PEDERSSETTI, M. M.; PALÚ, F. SILVA, E. A.; ROHLING, J. H.; CARDOZO-FILHO, L.; DARIVA, C. Extraction of Canola Seed (*Brassica napus*) Oil using Compressed Propane and Supercritical Carbon Dioxide. *Journal of Food Engineering* 102 (2010), 189 – 196.
- RISCO, M. R. G.; VICENTE, G.; REGLERO, G. FORNARI, T., Fractionation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) by supercritical fluid extraction and chromatography. *The Journal of Supercritical Fluids* 55 (2011), 949 – 954.
- SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Nutritional and antinutritional composition, in vitro amino acid availability, starch digestibility and predicted glycemic index of differentially processed *Mucuna* beans (*Mucuna pruriens* var. *utilis*): an under-utilised legume. *Food Chemistry* 91 (2005), 275 - 286.