

# RADIOESTERILIZAÇÃO EM AMOSTRAS DE *MANSOIA ALLIACEA*: PERFIL QUÍMICO E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Bárbara Fonseca de Castro<sup>1</sup>, Dominique Fernandes de Moura do Carmo<sup>1</sup>, Renata Takeara<sup>1</sup>, Márcio Tadeu Pereira<sup>2</sup> e Geone Maia Corrêa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – Universidade Federal do Amazonas  
Rua Nossa Senhora do Rosário, 3683 – Tiradentes – Itacoatiara/AM

<sup>2</sup>Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Belo Horizonte-MG, Brazil.

b.fzanes@gmail.com, dominiquefmc@ufam.edu.br, rtakeara@ufam.edu.br,  
mtp@cdtn.br, geonemaia@ufam.edu.br,

## Resumo:

A Organização Mundial de Saúde (OMS) reconhece a importância das plantas medicinais como alternativa para a cura e alívio das doenças. Porém, os fitoterápicos são sensíveis a contaminações microbianas. Nesse contexto, este trabalho buscou avaliar a influência da radiação gama (método de esterilização de fitoterápicos) sobre os constituintes químicos dos extratos das folhas da espécie *Mansoia alliacea*, além de analisar atividade antimicrobiana. Após coleta e obtenção dos extratos, foram realizados acompanhamento por cromatografia de camada fina (CCF) das amostras obtidas. Os resultados mostraram que os extratos não são afetados pela irradiação gama. Para o teste de atividade antimicrobiana, o extrato obtido em metanol apresentou inibição para os microrganismos *Escherichia coli* ATCC 25922 e *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

**Palavras-chave:** Radiação gama; *Mansoia alliacea*; Atividade antimicrobiana.

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas medicinais vêm sendo uma alternativa para a população desde os tempos antigos, com a finalidade de tratar e curar enfermidade. O conhecimento empírico das plantas pela população através de alívio e cura de doenças, por meio da ingestão de ervas e folhas, talvez tenha sido uma das primeiras formas de utilização desses produtos. (PEREIRA & CARDOSO, 2012).

Os avanços expressivos da química tornaram possível a descoberta de formulações terapêuticas notáveis. Segundo a ANVISA, as plantas consideradas medicinais são aquelas que contêm as substâncias ou classes de substâncias responsáveis pela ação terapêutica. E um dos aspectos importantes é o valor medicinal de cada planta que só é apresentado quando a mesma é usada de maneira correta, devido ao risco de intoxicação e surgimento de vários efeitos colaterais (CARNEIRO *et al.*, 2014)

É importante observar que alguns fármacos foram desenvolvidos usando as contribuições mais recentes da Química Medicinal, desse modo há necessidade do estudo da espécie *Mansoia alliacea* o qual desperta bastante interesse não só pelas atividades biológicas, mas também por seus metabólitos secundários. O estudo das folhas desta



espécie visa analisar os efeitos da radiação gama sobre a integridade química dos extratos obtidos, detecção das principais classes químicas de compostos, bem como a atividade antimicrobiana e antioxidante.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A preocupação com a contaminação microbiana da matéria prima vegetal é alvo de estudos constantes. De acordo com a literatura a radiação gama pode aumentar a atividade fisiológica das células vegetais e de microrganismos fotossintéticos. A alteração da atividade fisiológica é devida a alguns fatores, tais como, o aumento da proliferação celular, a melhora da taxa de germinação ou crescimento e aumento da resistência ao “stress” (SILVA, 2014).

A descontaminação microbiana é a diminuição ou remoção de microrganismos presentes em um determinado material. O tratamento por radiação gama (radioesterilização) têm sido uma alternativa para aumentar o tempo de conservação/armazenamento, através do bloqueio do brotamento de bulbos, atraso da maturação e diminuição da contaminação microbiológica de alimentos e produtos fitoterápicos (PIRES *et al.*, 2013).

O  $Co^{60}$  se destaca como principal fonte da radiação gama através do bombardeamento por nêutrons do isótopo  $Co^{59}$  e apresenta tempo de meia vida de 5,3 anos, energia da radiação de 1,17 e 1,33 MeV. A faixa de aplicação do  $Co^{60}$  depende das especificações técnicas do objeto a ser examinado ou tratado (CAMARGO, 2012).

A radiação gama é formada por ondas eletromagnéticas e devido à alta energia que possui, é capaz de penetrar na matéria de forma mais efetiva que as radiações alfa e beta. A irradiação é o processo de aplicação de energia radiante a um alvo qualquer, no caso, um determinado alimento ou material vegetal (FRANÇA & BARBOSA, 2011). A irradiação em doses que varia de 0.5 a 10 kGy, pode ou não desencadear mudanças físico-químicas em materiais de origem vegetal, sendo estas mudanças peculiares a cada espécie. Porém não se torna radioativo por não deixar resíduo no material irradiado (SANTOS *et al.*, 2014).

Segundo estudos feitos por Milagres (2014) a radiação gama pode ser usada para a conservação da polpa de pimenta Dedo-de-Moça por 21 dias, nas doses de 4,5 a 6,0 kGy, sem afetar os compostos bioativos e qualidade sensorial da espécie, sendo usada com finalidade de esterilizá-los ou preservá-los com a inativação de microrganismos, parasitas, insetos e outras pragas (SANTOS *et al.*, 2014).

### 2.1 Espécie

*Mansoa alliacea*, é uma espécie pertencente à família Bignoniaceae que é conhecida popularmente como cipó d’alho, essa espécie possui odor característico de alho e tem ampla ocorrência na Amazônia (ZOGHBI *et al.*, 2009).



Casca, folha, caule e raiz são utilizadas para tratamentos de artrite, epilepsia, febre, dor de cabeça, tônico reconstituente, fixador de perfumes, culinária e como repelente de insetos (FERREIRA & GONÇALVES, 2007). Suas folhas são usadas na forma de chá no tratamento de tosse, enjoo, constipação e reumatismo. *Mansoa alliacea* é tipicamente de origem amazônica sendo encontrado especificamente na região norte entre os estados do Amazonas e Pará e nordeste no estado do Maranhão (ZOGHBI *et al.*, 2009).

A literatura disponibiliza algumas citações de estudos evidenciando a atividade da *Mansoa alliacea* como inibidora do crescimento dos fungos *Microsporum gyseum* e *Tricophyton mentagrophytes*. Estudos químicos já foram realizados com esta espécie e descrevem a presença de alcaloides, cumarinas, quinonas, esteroides, triterpenos, óleos essenciais e flavonoides (ZOGHBI *et al.*, 2009; LAMEIRA & AMORIM, 2009).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Coleta do material

As folhas da espécie *Mansoa alliacea* (*cipó-alho*) foram coletadas no município de Itacoatiara-AM, (S03°01'50,5"- W 58°32'37,3") após a coleta o material foi armazenado em estufa com circulação de ar à 60°C para secagem. Em seguida, o material vegetal foi triturado em moinho de facas e armazenado em sacolas de papel. Posteriormente, deu-se início ao preparo do extrato através do método de maceração. O material vegetal foi depositado no herbário da Universidade federal do Amazonas - HUAM sob o número de exsicata 8651.

#### 3.2 Preparação dos extratos

O material seco 593 g foi submetido à maceração exaustiva com solventes em ordem crescente de polaridade, a saber: hexano (Hex), clorofórmio (CHCl<sub>3</sub>), acetato de etila (AcOEt) e metanol (MeOH). As extrações foram realizadas por um período de 24 h com três repetições para cada solvente utilizado. Após esse processo, obteve-se soluções em hexano, clorofórmio, acetato de etila e metanol, essas soluções foram filtradas e os solventes evaporados em rota-evaporador rotatório à pressão reduzida, sendo obtidos os extratos, FHCA, FCCA, FACA e FMCA das folhas de *M. alliacea*.

#### 3.3 Teste Antimicrobiano

Os extratos foram pesados e diluídos com uma solução de água destilada, 2% de Dimetil-Sulfóxido (DMSO) e 2% de Tween80. As concentrações finais das soluções preparadas foram de 20 mg/mL.

##### 3.3.1 Cultivo das bactérias e preparação do inóculo

Inicialmente, foram separadas 9 placas de Petri as quais foram devidamente esterilizadas em autoclave durante (15) minutos a 120°C. Posteriormente, em uma superfície horizontal e de maneira uniforme, foram adicionados nas placas estéreis o meio recém preparado (solução de Ágar Mueller-Hinton 0,036 g/mL). As bactérias utilizadas neste trabalho foram *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella* e *Escherichia*



*coli* ATCC 25922. Para o cultivo foram colocadas em incubação na estufa a 37°C por 24 horas, após esse tempo foi observado o crescimento da cultura.

Para a preparação do inóculo, foram separados 3 tubos com tampa, em cada tubo foram adicionado 15 mL de água destilada estéril (água destilada na presença de luz UV), posteriormente, com o auxílio de uma alça microbiológica as bactérias cultivadas foram transferidas cuidadosamente para o seu respectivo tubo. A absorbância foi medida em aparelho de espectrofotômetro visível no (625nm) entre 0,08 ou 0,1 de absorbância, o que corresponde  $1,5 \times 10^8$  UFC/mL com turvação 0,5 na escala MacFarland, Tabela 1.

**Tabela 1:** Absorbância dos inóculos bacteriano

	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	<i>Salmonella</i>	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
Branco	0	0	0
Absorbância	0,172	0,168	0,152

Fonte: O autor (2018).

### 3.3.2 Método de difusão de poços

As placas contendo ágar Mueller-Hinton a temperatura ambiente com turvação 0,5 da escala de MacFarland foram agitadas por 2 minutos e, em seguida, deixadas em repouso em temperatura ambiente por 3 minutos.

Posteriormente, poços de 5 mm de diâmetro foram obtidos, em seguida em cada poço devidamente identificado, foram adicionados 50µL dos extratos testados. As placas foram incubadas em estufa a 37°C por 24 horas. Após a incubação, mediu-se em milímetros o halo de inibição do crescimento, utilizando uma régua milimétrica. Para o controle negativo foi utilizado 50µL de Dimetil-Sulfóxido (DMSO).

### 3.4 Irradiação

Alíquotas dos extratos obtidos (50 mg) foram transferidos para quatro micro tubos do tipo ependorff separadamente e codificados, a saber: extratos em hexano FHCA 1, FHCA 5, FHCA 10, FHCA 20, para extratos em clorofórmio FCCA<sub>1</sub>, FCCA<sub>5</sub>, FCCA 10, FCCA 20, para os extratos em acetato de etila FACA<sub>1</sub>, FACA 5, FACA 10, FACA 20 e para os extratos em metanol FMCA 1, FMCA 5, FMCA 10, FMCA 20 o que corresponde a doses de 1,0; 5,0; 10,0 e 20,0 KGy respectivamente, para amostras radiadas. Os micros tubos foram enviados para o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDNT-MG) em Belo Horizonte, para a realização da irradiação. As amostras foram irradiadas em equipamento do tipo Irradiador Panorâmico Múltipropósito de Categoria II, Modelo/número de série IR-214 e tipo GB-127, com fonte de Cobalto<sup>60</sup> estocada a seco em atividade máxima de 2.200 TBq ou 60.000 Ci. As amostras irradiadas e não irradiadas foram analisadas e comparadas por CCF.

### 3.5 Avaliação em placas cromatográficas



Para realização de ensaio em placas cromatográficas primeiramente foram pesados 5 mg dos extratos irradiados e não irradiados de cada fração, em seguida foram transferidos para vidros onde foram adicionados 1000µL de solventes adequados para sua total solubilização. Em seguida, com um auxílio de um capilar de 5µL as soluções foram aplicadas em cromatofolhas de alumínio de sílica gel 60 F254.

Para eluição das placas cromatográficas foram utilizados os seguintes sistemas: butanol, ácido acético e água (BAW) na proporção (4:5:1); acetato de etila, ácido fórmico, ácido acético e água (AAAH) na proporção de (10:1,1:1,1:2,2) e Hexano:Acetato de etila (Hex:Ac) na proporção (8:2.). Para detecção das classes das substâncias presentes em nas amostras, os reveladores utilizados foram NP/PEG, Vanilina, e DPPH e Dragendorff.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Obtenção dos extratos

Os extratos secos obtidos das extrações foram: extrato em hexano, clorofórmio, acetato de etila e em metanol, conforme observado na **tabela 2**.

**Tabela 2:** Rendimentos dos extratos de *Mansoa alliacea*

Extrato	Massa (g)	Rendimento (%)
FMCA	2,2011 g	0,37
FHCA	2,1538g	0,36
FCCA	2,2355g	0,38
FACA	1,0053g	0,17

Fonte: O autor (2018).

O rendimento percentual de extração da *Mansoa alliacea* variou de 0,17% a 0,38%, o potencial do rendimento do extrato ocorre com diferentes solventes, o menor rendimento obtido foi para o extrato em acetato de etila e o maior para o extrato em clorofórmio.

A extração ocorreu conforme a polaridade dos solventes e os constituintes da espécie. Este rendimento baixo pode ser justificado pelo fato de que os metabólitos secundários representam cerca de 1% de todo carbono total dos vegetais e que podem ainda estar distribuídos em compostos polares ou apolares (FUMAGALI *et al.*, 2008). Para a espécie em estudo, podemos inferir que os compostos apolares e polares estão em maiores concentrações quando comparados aos compostos de média polaridade.

### 4.2 Avaliação em placas cromatográficas CCF.

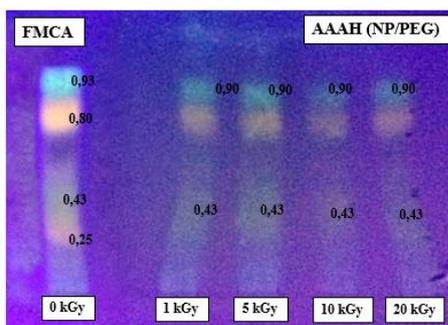
A Figura 1 mostra o perfil dos flavonoides revelados com NP/PEG observado em câmara escura UV (365 nm).

Para grupos fenólicos os resultados revelaram mancha de cor amarela e laranja, podendo confirmar a presença de compostos fenólicos. Foi possível ainda obter os fatores de retenção ( $R_f$  0,25 e 0,43), azul brilhante ( $R_f$  0,93) no extrato metanólico 0 kGy (amostra não irradiada). Na FMCA irradiada com 1kGy as manchas apresentadas foram



amarelas (Rf 0,43) e azul brilhante (Rf 0,93). As amostras irradiadas a 5 e 20 KGy apresentaram perfil químico semelhante, sendo observados os mesmos valores de (Rf 0,43) e azul brilhante (Rf 0,90). Manchas de coloração amarela e azul brilhante encontradas em FMCA para as amostras irradiadas e não irradiada mostram que a técnica de esterilização por raios gama não interferem na integridade química do material analisado até a dosagem de 20 kGy.

**Figura 1:** Placa cromatográfica dos extratos FMCA, identificação de flavonoides

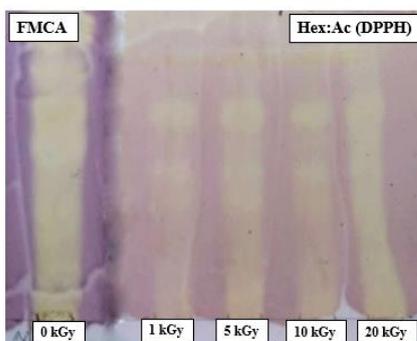


Fonte: O autor (2018).

A mancha amarela indica reação positiva para flavonoides, também foram observadas manchas fluorescentes de cor azul brilhante sugerindo a presença de outras substâncias fenólicas. Arruda *et al.*, (2012) em estudos anteriores com a família *Bignoniaceae* revelaram a presença de flavonoides e outras classes de compostos fenólicos. Dessa forma, destacamos a detecção dessas classes de compostos nos estudos realizados com *Mansoa alliacea* coletada no município de Itacoatiara-AM.

Estas análises permitem concluir que não houve alteração na composição química com doses de variação de 1 até 20 kGy de radiação gama. Dessa forma, pode-se inferir que a radiação gama pode ser utilizada como técnica de descontaminação de agentes microbianos sem alterar as propriedades químicas do material vegetal estudado.

**Figura 2:** Placa cromatográfica para detecção da atividade antioxidante em amostras irradiadas e não irradiada de FMCA



Fonte: O autor (2018).



A Figura 2, apresenta placas reveladas com DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), estes ensaios químicos confirmam atividade antioxidante nos extratos de *Mansoa alliacea*. Nos extratos de FMCA das amostras irradiadas e não irradiada, manchas com coloração amarela resulta em confirmação de atividade antioxidante, nas amostras de 0 a 20 kGy. Pode-se observar que não houve indícios de alteração no perfil químico das amostras dos extratos FMCA irradiadas e não irradiada.

Patel e colaboradores (2013) detectaram no extrato em metanol da espécie, fenóis e flavonoides e recomendam novos estudos para isolamento e caracterização dos compostos antioxidantes. Assim, Faccin *et al.*, (2017) afirma em seus estudos que os compostos fenólicos foram encontrados nos extratos de *M. alliacea*, concluindo que a espécie possui atividade antioxidante devido os compostos fenólicos e os flavonoides encontrados em estudo.

### 4.3 Teste antimicrobiano

A partir dos resultados obtidos no teste de sensibilidade antimicrobiana conforme a Tabela 3, foi observada que não houve atividade para os extratos em hexano e em clorofórmio frente aos microrganismos (*E. coli* ATCC 25922, *Salmonella* e *P. aeruginosa* ATCC 27853, o extrato em metanol também não apresentou atividade para o microrganismo (*Salmonella*). Porém, para os dois microrganismos (*E. coli* ATCC 25922, e *P. aeruginosa* ATCC 27853) houve atividade com inibição de halos, (15 mm) e (7 mm), respectivamente, conforme da Figura 3.

**Tabela 3:** Avaliação preliminar de atividade antimicrobiana de extratos em hexano, clorofórmio e em metanol da espécie *Mansoa alliacea*.

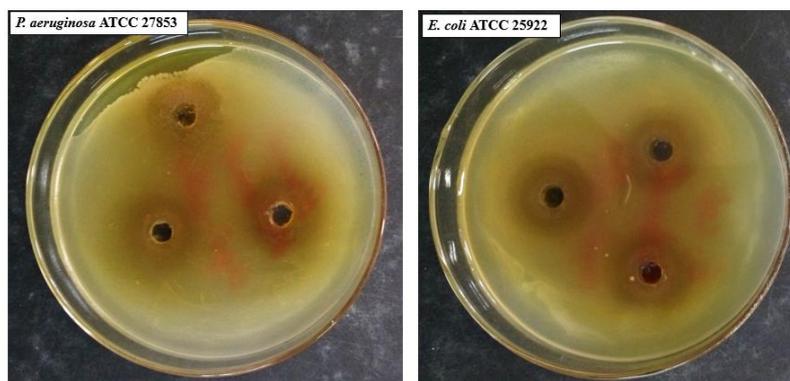
Espécie/Solvente	Microrganismo	Avaliação Preliminar de Atividade Antimicrobiana	Halo (mm)
Cipó alho/Hexano	<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	-
	<i>Salmonella</i>	-	-
	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	-	-
Cipó alho/ Clorofórmio	<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	-
	<i>Salmonella</i>	-	-
	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	-	-
Cipó alho/Metanol	<i>E. coli</i> ATCC 25922	+	(15 mm)
	<i>Salmonella</i>	-	-
	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	+	(7 mm)

Fonte: O autor (2018).

Italf (2016) apresentou em seu trabalho inibição com extrato das folhas da espécie *Mansoa alliacea*, com solvente hexano contra o microrganismo *P. aeruginosa* inibição com halos 25 mm, o qual está de acordo os resultados dos estudos realizados por Guilhon *et al.*, (2012). Para o extrato em etanol apresentou potencial, com zona de inibição de 22,4 mm contra *P. aeruginosa*, entre outras bactérias.



**Figura 3:** Teste de sensibilidade antimicrobiana, extratos em metanol apresentou inibição positiva para microrganismos *P. aeruginosa* e *E. coli*.



Fonte: O autor (2018).

Foram relatados atividade antimicrobiana contra microrganismos ATCC (American Type Culture Collection) para as bactérias Gram-positivas (*Staphylococcus aureus* ATCC 6535 e *Bacillus subtilis* ATCC 6638), e Gram negativo (*Escherichia coli* ATCC 8739 e *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027), observando halos de inibição (atividade positiva) com bactérias Gram positivas nos extratos e frações obtidas a partir do óleo essencial das folhas, Oliveira (2013). Os resultados obtidos neste trabalho com o extrato em metanol, são semelhantes aos da literatura consultada.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste trabalho mostraram por análise em CCF que as amostras de *Mansoa alliacea* irradiadas não apresentaram alterações na composição química em comparação com as amostras não irradiadas. Estes resultados contribuíram para mostrar que os compostos presentes nos extratos da espécie *M. alliacea*, possivelmente, poderão ser utilizados no desenvolvimento de novos fitoterápicos, aumentando o tempo de prateleira dos medicamentos, exercendo suas atividades biológicas sem causar danos à saúde, e sobretudo desenvolver um fármaco que pode ter sua carga microbiana eliminada por doses de até 20 kGy, sem afetar a integridade química dos constituintes desta espécie.

Esses estudos permitiram ainda detectar a presença das classes de substâncias como: terpenos, esteroides, flavonoides e demais compostos fenólicos. Testes químicos com o extrato em metanol revelou atividade antioxidante quando revelados com o reagente de DPPH.

Em relação aos estudos da atividade antimicrobiana, pode-se dizer que os extratos das folhas da espécie apresentaram mínimas quantidades de sensibilidade frente à microrganismos *E. coli* ATCC 25922, *Salmonella*, *P. aeruginosa* ATCC 27853, recomendando assim estudos mais detalhados com variedades de concentrações e diferentes fracionamentos dos extratos de *M. alliacea*, a partir das folhas da espécie. Contudo, o extrato em metanol apresentou halo de inibição para os microrganismos



*Escherichia coli* ATCC 25922 (15 mm) e *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 (7 mm), testados a concentração de 20 mg/mL.

De acordo com os experimentos realizados e pesquisas feitas na literatura, *M. alliacea* é uma espécie de grande valor medicinal, devido seu amplo espectro de propriedades terapêuticas, estudos com esta espécie necessitam ser avaliados para agregar valor econômico a um possível medicamento fitoterápico.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, A.L.A.; SOUZA, D.G.; VIEIRA, C.J.B.; OLIVEIRA, R.F.; PAVAN, F.R.; FUJIMURA, C.Q.L.; RESENDE, U. M.; CASTILHO, R.O. Análise fitoquímica e atividade antimicrobacteriana de extratos metanólicos de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. (Bignoniaceae). Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu. Vol.14, n. 2, p. 276-281, 2012.

CAMARGO, A. C. de. Efeitos físico-químico da radiação gama no amendoim e a utilização da sua película como oxidante natural. Dissertação de Mestrado em Ciências. Piracicaba, 2012.

CARNEIRO, F. M.; SILVA. M. J. P.; BORGES. L. L. Tendências dos estudos com plantas medicinais no Brasil. Revista Sapiência - UEG/Campus de Iporá. Vol. 3, n. 2, p.44-75, Jul/Dez 2014.

FACCIN, H.; LOOSE, R. F.; VIANA, C.; LAMEIRA, O. A.; CARVALHO, L. M. Determination of phenolic compounds in extracts of Amazonian medicinal plants by liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry. Analytical Methods, Vol. 9, 1141–1151, 2017. Disponível em: <www.rsc.org/methods> Acesso em 18/06/18.

FERREIRA, M. G. R.; GONÇALVES, E. P. Tipo de estacas e crescimento de cipó-alho (*Mansoa alliacea*) (Lam.) A. Gentry. Técnica Circular, Porto velho- RO, 2007.

FRANÇA, C. L.; BARBOSA, K. M. Uso da radiação gama com fonte de cobalto 60 na desinfestação de acervos documentais. Rev. Brasileira de Arqueometria. Vol. 3, n. 7, 2011.

FUMAGALI, E.; GONÇALVES, R. A. C.; MACHADO, M. F. P. S.; VIDOTI, G. J.; OLIVEIRA, A. J. B. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: O exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. Rev. Braz J. Pharmacogn. Vol. 18, n. 4, p. 627-641, Out./Dez. 2008.

GUILHON, G. M. S. P.; ZOGHBI, M. G. B.; ARAUJO, I. S. Uetanabaro APT. Volatile and non-volatile compounds and antimicrobial activity of *Mansoadifficilis* (Cham.) Bureau & K. Schum. (Bignoniaceae). Quim. Nova Vol. 35, 2249-2253, 2012.

ILTAF, Sundas.; KHAN, Zaheer-Ud-Din.; RAFIQUE, Rizwana.; PARVEEN, Anjum. Evaluation of antibacterial activity of leaf extracts of *Mansoa alliacea* (Lam.) A.H. Gentry, *Tecomaria capensis* (Thunb.) Spach and *Tecoma stans* (L.) Juss. Ex H. B. & K. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES). Vol. 9, n. 1, p. 69-75, 2016.



LAMEIRA, O.A.; AMORIM, A.C.L. Substâncias ativas de plantas medicinais. In: LAMEIRA, O.A.; PINTO, J.E.B.P. (Ed). Plantas medicinais: do cultivo, uso e manipulação à recomendação popular. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. p. 73-82.

MILAGRES, R. C. R. M. Efeitos da radiação gama do  $Co^{60}$  na conservação e qualidade de in natura e em polpa. Tese de Doutorado – Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

OLIVEIRA, M. C.; ARIZACA, J. F.; ZAVALA, T. V.; BORDA, E. O. Physicochemical properties and bioactivities in vitro of essential oil *Mansoa alliacea* (Lam.) A. Gentry – A review. El Cepasimad. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Facultad de Ingeniería, Puerto Maldonado, Madre de Dios, Perú, Vol. 2, n. 1, p. 96-102, 2013.

PATEL, I. SIPA, S.RATHOD, D. SHRIMALI, G. PATEL, S. RAMI, E. Phytochemical studies on *Mansoa alliacea* (Lam.). BioMedScDirectPublications. *International Journal of Advances in Pharmaceutical Research*. Vol. 4, p. 1823-1829, 2013.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*. Vol. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

PIRES, J. A.; ATHUR, V.; HARDER, M. N. C. Envelhecimento precoce de cachaça com irradiação gama  $Co^{60}$  através da extração de composto da usa. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. Vol.15, n. 1, p. 43-47, 2013.

SANTOS, G. H. F.; et al. Influência Da Radiação Gama Na Ação Antioxidante De Extratos Brutos De Folhas De *Anacardium occidentale* Linn. International Joint Conference. Gramado - RS. SBPR (Sociedade brasileira de proteção radiológica). p. 1-14, 26-29, Agosto, 2014.

SILVA, T. M. Estudos Fitoquímicos e dos Efeitos da Radiação Gama em *Echinodorus macrophyllus* (Chapéu-de-couro) e em Óleos Essenciais de *Inga laurina* e *Eucalyptus grandis* (Eucalipto). Tese de Doutorado-Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. *Farmacognosia: da Planta ao Medicamento*. 5.ed. Editora da UFSC: Santa Catarina, 2007.

ZOGHBI, M. D. G.; OLIVEIRA, B. J.; GUILHON, G. M. S. P. The genus *Mansoa* (Bignoniaceae): a source of organosulfur compounds. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*. Belém. Vol. 19, n. 3, p. 795-804, Jul/Set, 2009.

