

VIABILIDADE DO USO DE COPRODUTOS DE MORINGA OLEIFERA LAM. PARA PROCESSO DE COMPOSTAGEM

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.III-033>

Jonas Franke Raupp, Caroline da Costa Silva Gonçalves, Priscila Ferri Coldebella, Kleber Gomes Ramirez, Fernanda Rubio

Instituto Federal do Paraná, Campus Foz do Iguaçu/PR.

RESUMO

A *Moringa oleifera* Lam. possui inúmeras propriedades nutricionais além de ter grande potencial como coagulante no tratamento de efluentes. No entanto seus coprodutos como cascas e valvas de frutos maduros não apresentam destino e valor agregado. Dessa forma este trabalho visou avaliar a viabilidade de coprodutos de *Moringa oleifera* na realização de compostagem. Os frutos foram colhidos em plantas de diferentes localidades de Foz do Iguaçu/PR e depois de secos em estufa de ar forçado a 40 °C por 24 h. Todas as partes dos frutos foram quantificadas e analisadas quanto aos seguintes parâmetros: Sólidos Totais (ST), Sólidos Fixos (SF), Sólidos Voláteis (SV), umidade, pH, condutividade elétrica (CE), e relação carbono e nitrogênio (C/N). Foi mensurado que são produzidos entre 3,87 kg e 2,93 kg de coprodutos por kg de sementes descascadas. As análises laboratoriais indicam que os coprodutos possuem parâmetros dentro do indicado na bibliografia para a realização de compostagem, no entanto propõe-se que sejam feitas futuras pesquisas com esses produtos, realizando o processo de compostagem de forma a verificar a qualidade do composto produzido para sua utilização como fertilizante, além de se analisar outros parâmetros, como a fitotoxicidade pré e pós compostagem desses coprodutos.

PALAVRAS-CHAVE: Coprodutos, Resíduos orgânicos, Estabilização

INTRODUÇÃO

A *Moringa oleifera* Lam. é a espécie mais cultivada da família Moringaceae, nativa das regiões sub-himalaias da Índia, Paquistão, Bangladesh e Afeganistão (FAHEY, 2005), foi introduzida em muitas partes do mundo, como Afeganistão, Bangladesh, Sri Lanka, África, Ásia Ocidental e nas Américas, do México ao Peru, Ilhas do Caribe, Paraguai e Brasil (FERREIRA et al., 2008), isso porque trata-se de uma planta pouco exigente em relação à fertilidade ou à umidade do solo, além de possuir rápido crescimento (VERSIANI, 2008). Seus frutos (Figura 1) são simples do tipo cápsula loculicida com três valvas e possui sementes globosas, de coloração castanho média e com três asas de coloração castanho claro (RAMOS et al., 2010).

A *Moringa oleifera* possui várias propriedades que justificam a produção em larga escala desse vegetal. Suas folhas se destacam por apresentar betacaroteno, vitamina C, proteína, cálcio, ferro, fósforo (ALVES et al., 2005), podendo ser utilizadas como suplemento alimentar para pessoas desnutridas e com avitaminose (VERSIANI, 2008). Outras partes também podem ser consumidas, como flores (ALVES et al., 2005), frutos verdes (cozidos) e sementes maduras (torradas) (CHAWLA et al., 1988; HERDES, 1994 apud ALVES et al., 2005), consistindo, portanto, em uma alternativa para alimentação em regiões carentes do Brasil e do mundo.

As sementes de *Moringa oleifera* são utilizadas no tratamento de água por possuírem propriedades coagulantes (PINHEIRO, 2021; SOUZA et al., 2017; STROHER et al., 2013; VIEIRA et al., 2010), relacionadas a uma proteína catiônica dimérica de alto peso molecular (NDABIGENGESERE; NARASIAH; TALBOT, 1995). A utilização de sementes de *Moringa oleifera* possui algumas vantagens em relação aos coagulantes químicos, como ser um produto de baixo custo, não afetar o pH da água e produzir lodo biodegradável e em menor volume (GHEBREMICHAEL, 2004), sendo uma possível alternativa para a clarificação de águas em regiões afastadas que não possuem saneamento básico. Ademais, as sementes também são ricas em lipídios, variando de 25% (SILVA et al., 2020) a 40% (OLIVEIRA et al., 2012), seu óleo pode ser utilizado para consumo humano, bem como para aplicações não alimentares, como biodiesel, cosméticos e lubrificantes para máquinas delicadas (LEONE et al., 2016). Além disso, a torta resultante da extração de seu óleo não perde suas propriedades coagulantes (PEREIRA et al., 2011).

Apesar de um extensivo potencial produtivo, atualmente os coprodutos da *Moringa oleifera*, como cascas e frutos não apresentam valor agregado, sendo dispensados após a colheita das sementes. Promover e difundir o uso de resíduos orgânicos na estabilização via compostagem é algo que embora seja muito estudado, não tem sido implementado com os coprodutos de *Moringa oleifera*, o que trata-se de uma novidade, visto que não foram encontradas referências, sob a forma de artigos, sobre o assunto. Portanto, consiste em uma inovação passível de ser realizada e que tem potencial de ser executada. É importante considerar que não há estudos relevantes sobre a viabilidade econômico-financeira da cultura da

Moringa oleifera no Brasil, e que a planta não é explorada economicamente no país na escala que poderia ser (NETO, 2017).

Uma das alternativas utilizadas para gerenciamento de resíduos orgânicos em grande escala, visando reduzir o potencial poluidor desses, é a compostagem, que é um processo controlado de transformação de material orgânico, por meio da ação de micro-organismos aeróbios (FEITOSA, 2010). No entanto, deve-se considerar, para que o processo ocorra adequadamente, dentre outros fatores, o potencial hidrogeniônico (pH), a temperatura, a relação Carbono/Nitrogênio (C/N) e a umidade da pilha, permitindo a sobrevivência dos micro-organismos que tornam o processo viável (PIMENTEL, 2015).

OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo avaliar a viabilidade de coprodutos de *Moringa oleifera* Lam., especificamente valvas e cascas para o processo de compostagem.

METODOLOGIA

Os frutos de *Moringa oleifera* Lam. foram coletados em indivíduos adultos em dezembro de 2021, em diferentes localidades de Foz do Iguaçu, Paraná: Centro Estadual de Educação Profissional Manoel Moreira, nas coordenadas 25°33'25.6"S 54°34'50.1"W; Itaipu Refugio Biológico nas coordenadas 25°26'45.9"S 54°35'02.2"W; Av. Javier Koelbl, 753, nas coordenadas 25°33'47.5"S 54°34'15.6"W; e Rua das Hortênsias, 833, nas coordenadas 25°34'53.5"S 54°34'34.6"W. As análises laboratoriais se deram no Instituto Federal do Paraná, campus Foz do Iguaçu.

Foram separadas 1 kg, aproximadamente, de cápsulas provindas de duas diferentes plantas: 1) localizada no Centro Estadual de Educação Profissional Manoel Moreira, 2) plantas localizadas em Itaipu Refúgio Biológico Bela Vista, mas apenas cápsulas maduras viáveis foram escolhidas, isso é, sem danos, insetos e partes em estágio de putrefação. Depois de secas em estufa a 40 °C durante 24 h, essas cápsulas foram pesadas ainda inteiras, em seguida o pericarpo, composto por três valvas, foi removido manualmente e as sementes foram descascadas com auxílio de alicates (Figura 1). Foi feita a pesagem de suas partes: sementes descascadas, cascas e valvas, assim como a medição aproximada de seus volumes.

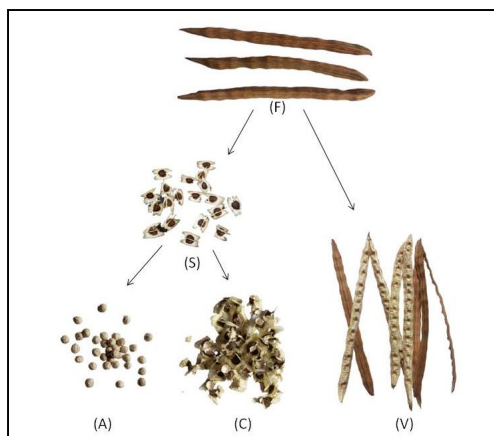


Figura 1: Composição dos frutos de *Moringa oleifera* Lam. Frutos inteiros (F), sementes inteiros (S), sementes descascadas (A), cascas (C) e valvas (V). Fonte: Jonas Franke Raupp

As valvas e cascas foram secas a 60°C em estufa de ar forçado por 24 h e seguidamente foram trituradas em moinho de facas. Feito isso, esses coprodutos foram caracterizados quanto ao Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Totais (ST), Sólidos Fixos (SF), Sólidos Voláteis (SV), umidade e relação Carbono e Nitrogênio (C/N).

As determinações de sólidos totais (ST), sólidos fixos (SF), sólidos voláteis (SV) e umidade (U) foram realizados segundo a metodologia apresentada por AOAC (2005). Para tanto, valvas e cascas, já triturados, pesados em capsulas de porcelana, em triplicata de 5,00 g em balança precisão e submetidas a secagem a 105 °C durante 24 h para a determinação de ST e umidade. Consecutivamente, as amostras foram colocadas em um forno mufla sob uma temperatura de 550 °C durante 8 h para a determinação de SF e SV.

Em conformidade com AOAC (2005), para a determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e da condutividade elétrica (CE), 10 gramas das amostras (valvas e cascas) foram postas em béqueres de 100 mL, acrescentando-se 50 mL de água destilada. Tais soluções foram misturadas durante 15 minutos em agitador magnético e mantidas em repouso por mais 15 minutos, para então determinar o potencial hidrogeniônico por meio de um potenciômetro de bancada digital e da condutividade elétrica com a utilização de condutivímetro de bancada.

A quantificação do carbono ocorreu, conforme AOAC (2005), pelo acondicionamento das amostras em forno mufla. O Nitrogênio Kjeldahl foi determinado por meio da digestão das amostras em ácido sulfúrico por aproximadamente 8 h (AOAC, 2005) (Figura 4) e por meio da destilação em destilador de nitrogênio e proteínas (MANTOVANI et al., 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma das etapas do experimento foi quantificar os produtos dos frutos da *Moringa oleifera*: valvas, sementes (sem casca) e cascas de semente. Para tanto, foi avaliado frutos de duas plantas adultas, localizadas em ambientes diferentes.

Os materiais foram quantificados em relação à massa (Tabela 1) e em relação ao volume (Tabela 2). Foram coletadas massas próximas de frutos em ambas as plantas: 0,994 g (planta 1) e 1,196 g (planta 2), que se aproximaram também em relação ao volume: 35.100 cm³ (planta 1) e 32.400 cm³ (planta 2), evidenciando dessa forma a baixa densidade dos frutos: 0,000028 g/cm³ (planta 1) e 0,000036 g/cm³ (planta 2).

Tabela 1: Porcentagem de massa de sementes, coprodutos, valvas e cascas de frutos da planta 1 e planta 2

	Planta 1		Planta 2	
	(g)	(%)	(g)	(%)
Massa Total	0,994	100	1,196	100
Sementes	0,204	20,52	0,304	25,41
Coprodutos	0,790	79,47	0,892	74,58
Valvas	0,700	70,42	0,768	64,21
Cascas	0,090	9,05	0,124	10,37

A proporção de massa das sementes (sem casca) variou levemente de uma planta para a outra, de 20,52%, na planta 1, à 25,41%, na planta 2. O volume das sementes também foram semelhantes para os diferentes frutos, porém representam uma fração muito pequena do volume total, 1,4% na planta 1 e 1,2% na planta 2.

A maior porcentagem de coprodutos dos frutos dessa planta foi de valvas, tanto em relação a massa, 70% na planta 1 e 64,2% na planta 2, quanto ao volume: 88%, na planta 1 e 92,5% na planta 2.

Tabela 2: Porcentagem de volume de sementes, coprodutos, valvas e cascas de frutos da planta 1 e planta 2

	Planta 1		Planta 2	
	(cm ³)	(%)	(cm ³)	(%)
Massa Total	35100	100	32400	100
Sementes	500	1,42	400	1,23
Coprodutos	34600	98,58	32000	98,77
Valvas	31000	88,32	30000	92,59
Cascas	3600	10,26	2000	6,17

A fração de massa dos coprodutos variou de 79,47% na planta 1 para 74,58% na planta 2, o que significa que na produção de 1 kg de sementes descascadas, foram produzidos entre 3,87 kg (planta 1) e 2,93 kg (planta 2) de coprodutos. Já em relação ao volume, essa fração é maior, os coprodutos são aproximadamente 99% dos frutos de ambas as plantas (Figura 2).



Figura 2: Volume de sementes, cascas e valvas de frutos da planta 1 (a) e da planta 2 (b)

A fração dos frutos representada pelas cascas de semente demonstrou a menor variação de uma planta para a outra, consistindo em 9,05% da massa dos frutos da planta 1, e 10,37% da planta 2. O volume das cascas, no entanto, foi maior na planta 1 (10%), que na planta 2 (6%).

Tais variações tem relação, possivelmente, com genética da planta, condições climáticas, manejo do solo (AYERZA, 2011).

Desta forma, observa-se que uma produção em larga escala de *Moringa oleifera* Lam., tendo em vista a utilização de suas sementes para clarificação de água (PINHEIRO, 2021; SOUZA et al., 2017; STROHER et al., 2013; VIEIRA et al., 2010), ou mesmo utilização de óleo (LEONE et al., 2016) e torta (PEREIRA et al., 2011) resulta na geração de grande quantidade de materiais sem valor agregado, dispensando mais de 70% da massa e 98% do volume da produção. Além disso, o consumo das valvas na alimentação é inviável, visto que as referências indicam apenas o consumo do fruto verde e cozido (CHAWLA et al., 1988; HERDES, 1994 apud ALVES et al., 2005) justificando a compostagem como alternativa para gerenciamento desses coprodutos.

Na Tabela 3 estão indicados para as valvas e cascas de semente de *Moringa oleifera* Lam., os valores de umidade, sólidos totais (ST), fixos (SF) e voláteis (SV).

Tabela 3: Valores de umidade, sólidos totais (ST), sólidos fixos (SF), sólidos voláteis (SV)

Amostras	Umidade (%)	ST (%)	SF (%)	SV (%)
Cascas	3,76	96,24	5,01	94,98
Valvas	4,14	95,85	6,03	93,96

Conforme observado na Tabela 3, ambos os coprodutos, valvas e cascas, apresentam taxas muito baixas de umidade, 3,75% para as cascas e 4,14% para as valvas. Segundo Ferreira Borba e Wizniewsky (2013), o teor ótimo de umidade para a compostagem está entre 50 e 60%, não podendo ser inferior a 40%, pois, dessa forma, há inibição da atividade microbiana, desacelerando o processo. Mas, para se manter a umidade das leiras é necessário que se façam irrigações periódicas, evitando também o excesso de água, que resulta em decomposição lenta, lixiviação de nutrientes, obstrução de espaços vazios, resultando em condições anaeróbicas e liberação de odores (BEUREN, 2019). Desta forma, a baixa umidade dos coprodutos não interfere em um futuro processo de compostagem, já que os mesmos serão irrigados na construção e manejo das leiras, ou mesmo agregados com resíduos ricos em umidade.

Segundo Moravia (2007) os sólidos voláteis (SV) representam uma estimativa da matéria orgânica presente nos sólidos, ao passo que os sólidos fixos (SF) representam a matéria inorgânica ou mineral. Nos coprodutos em questão mais de 93% dos sólidos totais (ST) representa SV enquanto que os SF representam uma fração muito pequena, para as valvas esse valor é de 6,03%, semelhante ao de Silva et al. (2018), que constatou que 7,24% de valvas maduras e secas do fruto corresponde a cinzas. Quanto às de sementes, os SF retratam 5% dos ST, valor próximo ao constatado por Aprelini,

Botaro e Novack (2013), que obtiveram um valor de 2,95% de cinzas. Tais valores de cinzas são próximos de outros produtos vegetais, tais como grama (3%) e cavacos de madeira (8%) (SANTOS, 2019), bambu (2,34) (PEGO; BIANCHI; VEIGA, 2019), e fibra de coco (8,58) (FERREIRA et al., 2016).

O potencial hidrogeniônico (pH) (Tabela 4) para as valvas ficou em torno de 7,26, valor superior ao obtido por Silva et al. (2018), que obteve um pH de 5,74. O pH das cascas foi de aproximadamente 6,64. Esses coprodutos possuem pH dentro da faixa ideal para a realização de compostagem, que segundo Fernandes (2012), é entre 5,5 e 8,0. No processo de compostagem, inicialmente os resíduos possuem caráter ácido em decorrência da produção de ácidos orgânicos, chegando a ser menor que 5, mas o pH se eleva rapidamente ao passar pela fase termófila, em decorrência da hidrólise de proteínas e liberação de amônia, obtendo um composto final com pH em torno de 8 ou 8,5 (FEITOSA, 2010; FERNANDES, 2012)

Tabela 4: Valores de potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE)

Amostras	pH	CE (mS cm ⁻¹)
Cascas (%)	6,64	2,83
Valvas (%)	7,25	1,18

Na Tabela 4 também estão apresentados os valores de condutividade elétrica (CE). Esse parâmetro reflete a salinidade do substrato, sendo recomendado que não ultrapasse 4 mS cm⁻¹ (MASSUKADO; SCHALCH, 2010). O excesso de sais altera a capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os íons necessários ao seu crescimento e desenvolvimento (PARIDA; DAS, 2005). Nesse trabalho, a CE dos coprodutos de *Moringa oleifera* permaneceram dentro desses limites, sendo, para valvas e cascas, respectivamente 1,18 e 2,83 mS cm⁻¹.

No entanto, esses valores, de pH e CE, são de materiais que não foram compostados, variando ao longo do processo de compostagem, portanto seria necessário estudos visando caracterizar o composto final de compostagem realizada com coprodutos de *Moringa oleifera*.

Para se produzir um composto de qualidade é recomendado que a relação C/N seja em torno de trinta carbonos para cada nitrogênio (30:1) (BEUREN, 2019; COTTA et al., 2015; OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008) e isso é necessário pois é nessa proporção que os microrganismos absorvem estes dois nutrientes, como explicado por Oliveira, Sartori e Garcez (2008), o protoplasma microbiano tem uma relação C/N próxima de 10, mas, para efetuar a síntese de 10 carbonos com um nitrogênio, e assim constituir o seu protoplasma, os microrganismos necessitam de 20 carbonos, aproximadamente, para obter energia.

Conforme é demonstrado na Tabela 5, os valores de C/N variaram para cascas e valvas. As últimas possuem uma relação C/N de aproximadamente 33:1. Costa et al (2015) considera aceitáveis relações C/N entre 25:1 e 35:1, o que torna as valvas viáveis para esse processo. Por outro lado, as cascas possuem uma relação C/N de 18:1, aproximadamente, próxima de resíduos como esterco bovino (18:1) e suíno (19:1) e bagaço de laranja (18:1) (RICCI; NEVES, 2004). No entanto, as cascas representam apenas 9-10% dos frutos de *Moringa oleifera* Lam., como verificado na Tabela 1, em comparação com 65-70% de valvas, de modo que tais coprodutos não diminuirão a relação C/N da pilha de forma substancial.

Tabela 5: Valores e carbono, nitrogênio e relação carbono e nitrogênio (C/N) para cascas e valvas

Amostras	Carbono (%)	Nitrogênio (%)	Relação C/N
Cascas	52,75	2,98	17,7
Valvas	52,20	1,58	33,1

Apesar das relações C/N dos coprodutos de *Moringa oleifera* Lam. serem favoráveis em um processo de compostagem, principalmente levando em consideração a densidade, volume produzido e propriedades físico-químicas das valvas, de forma a impedir a dispersão dos coprodutos, uma opção possível seria a inclusão de material úmido, que ajude na agregação dos resíduos, mas que deva ser selecionado de forma a não alterar significativamente a relação C/N das leiras.

CONCLUSÕES

Os coprodutos de *Moringa oleifera* Lam., especialmente as valvas, representam a maior fração de seus frutos, sendo mais de 70% da massa e 98% do volume da produção, o que justifica-se o uso desses coprodutos, sem valor agregado, para uso em processos de estabilização por compostagem. Apesar da baixa umidade dos coprodutos estudados, isso não interferirá em um futuro processo de compostagem, visto que as leiras devem ser irrigadas ou mesmo ser inserido resíduos úmidos ricos em micro-organismos.

Os valores da relação Carbono/Nitrogênio (C/N), potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) dos coprodutos estudados se mostraram dentro do recomendado pela bibliografia.

Propõe-se que sejam feitas futuras pesquisas analisando os valores dos parâmetros: relação C/N, pH e CE no composto final, após serem devidamente compostados, além de se levar em conta outras avaliações tais como testes de fitotoxicidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, M.C.S. et al. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa oleifera* L. em diferentes locais de germinação e submetidas à pré-embebição. *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, p.1083-1087, 2005.
2. APRELINI, L. O.; BOTARO, V. R.; NOVACK, K. M. Caracterização química da fibra da casca da semente da *Moringa oleifera* Lam. p. 4, 2013.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis. 18 ed. Gaithersburg: AOAC. 3000 p., 2005.
4. AYERZA, R. Seed yield components, oil content, and fatty acid composition of two cultivars of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) growing in the Arid Chaco of Argentina. *Industrial Crops and Products*, v. 33, n. 2, p. 389–394, 2011.
5. BEUREN, F. Utilização de diferentes tipos de resíduos agroindustriais como substrato na compostagem de biossólido industrial. Santa Cruz do Sul: 2019.
6. COSTA, A. R. S. et al. O processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos | The process of composting and its potential in the recycling of organic waste. *Revista Geama*, p. 246–260, 2015.
7. COTTA, J. A. DE O. et al. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 20, n. 1, p. 65–78, mar. 2015.
8. FAHEY, J. *Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. *Genetically Engineered Mice Handbook, Research Methods For Mutant Mice*. p. 157–164, 2005.
9. FEITOSA, W. B. DA S. Caracterização e alternativas de tratamento de resíduos sólidos produzidos em pequenas comunidades de região semiárida. Campina Grande, 2010.
10. FERNANDES, M. J. C. Avaliação do processo a implementar numa central de compostagem: formulação de misturas de resíduos. p. 202, Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.
11. FERREIRA, A. et al. Caracterização Energética da Fibra da Casca do Coco com Posterior Produção de Briquete. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, XXI, Fortaleza, 2016.
12. FERREIRA, A. G.; BORBA, S. N. S.; WIZNIEWSKY, J. G. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS. *Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM*, v. 8, p. 307–317, 2013.
13. FERREIRA, P. M. P. et al. *Moringa oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential. *Revista de Nutrição*, v. 21, n. 4, p. 431–437, 2008.
14. GHEBREMICHAEL, K. A. *Moringa seed and pumice as alternative natural materials for drinking water treatment*. Tese (Pos-doutorado) - Department of Land and Water Resources Engineering - Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden, 2004
15. GOOGLE MAPS. (On-Line). Disponível em: . Acesso em: 7 de fevereiro de 2022.
16. LEONE, A.; SPADA, A.; BETTEZZATI, A.; SCHIRALDI, A.; ARISTIL, J.; BERTOLI, S. *Moringa oleifera* Seeds and Oil: Characteristics and Uses for Human Health. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 17, n. 12, p. 2141, 2016.
17. MANTOVANI, J. R. et al. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 1, p. 53–59, 2005.
18. MASSUKADO, L.M.; SCHALCH, V. Avaliação da qualidade do composto proveniente da compostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares. *Revista DAE*. São Paulo, n. 183, p. 9-15. 2010.
19. MORAVIA, W.G. Estudos de caracterização, tratabilidade e condicionamento de lixiviados visando tratamento por lagoas. Belo Horizonte, 2007. 174f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos

- Hídricos) – Belo Horizonte, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2007.
20. NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K. S.; TALBOT, B. G. Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using Moringa oleifera. *Water Research*, v. 29, n. 2, p. 703–710, 1995.
 21. NETO, A. S. F. C. Análise de viabilidade econômico-financeira da produção e exportação de óleo de semente e pó de folha de moringa oleifera, 2017. 61f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência, Tecnologia e Inovação) - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
 22. OLIVEIRA, D. S. et al. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de Moringa Oleífera Lam. *HOLOS*, v. 1, p. 49, 9 mar. 2012.
 23. OLIVEIRA, E. C. A.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. Compostagem. Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
 24. PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 60, n. 3, p. 324–349, 2005.
 25. PEGO, M. F.; BIANCHI, M. L.; VEIGA, T. R. L. A. Avaliação das propriedades do bagaço de cana e bambu para produção de celulose e papel. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 62, 31 dez. 2019.
 26. PEREIRA, D. F. et al. Aproveitamento da torta da Moringa oleifera Lam para tratamento de água produzida. *Exacta*, v. 9, n. 3, p. 323-331, 2011.
 27. PIMENTEL, B. G. DE S. APLICAÇÃO PROJETUAL DA SIMULAÇÃO DA COMPOSTAGEM. p. 245, 2015. PINHEIRO, Alessandro Lucas Ribeiro. Coagulação de efluente de tintas por meio de sementes de Moringa oleifera Lam. Foz do Iguaçu, 2021. Projeto de Conclusão de Curso Técnico Integrado em Meio Ambiente – Instituto Federal do Paraná, Campus Foz do Iguaçu, 2021. RAMOS, L.M.; COSTA, R.S.; MÔRO, F.V. SILVA, R.C.. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de Moringa (Moringa oleifera Lam.). *Comunicata Scientiae*, v. 1, n. 2, p. 156–156, 2010.
 28. RICCI, M. DOS S. F.; NEVES, M. C. P. Sistemas de Produção 02 Cultivo do Café Orgânico. Seropédica-RJ: 2004. SANTOS, M. A. Avaliação do potencial de utilização dos resíduos da poda e corte de arbóreos e gramíneas (massa verde) na geração de energia térmica. Mestrado em Biocombustíveis—Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2019. SILVA et al. Caracterização físico-química da folha, das vagens verde e madura e da amêndoa madura da moringa oleifera lam. 2018.
 29. SILVA, S. D. N. et al. Composição físico-química de sementes de moringa oriundas de dois estados do nordeste brasileiro. *Revista de Agroecologia no Semiárido*, v. 4, n. 5, p. 63, 11 out. 2020. SOUZA, B. F. B. DE et al. Aplicação da moringa oleifera como coagulante no tratamento de efluente simulado de laticínio. *Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 23, n. 2, p. 118–125, 2017.
 30. STRÖHER, A. P. et al. Utilização de coagulantes naturais no tratamento de efluente proveniente de lavagem de jeans. *Engevista*, v. 15, n. 3, mar. 2013.
 31. VERSIANI, Luís César Freire. Caracterização das propriedades coagulantes e adsorventes de íons Cd(II) em soluções aquosas apresentadas por biomateriais derivados da Moringa oleifera. 2008. 1-109 f (Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Ouro Preto, 2018. VIEIRA, A. M. S. et al. Use of Moringa oleifera Seed as a Natural Adsorbent for Wastewater Treatment. *Water, Air, and Soil Pollution*, v. 206, n. 1–4, p. 273–281, 2010.