

Aris Verdecia Peña
(Organizadora)



TÓPICOS EM CIÊNCIAS DA SAÚDE



Pantanal Editora

2020

Aris Verdecia Peña
(Organizadora)

TÓPICOS EM CIÊNCIAS DA SAÚDE



Pantanal Editora

2020

Copyright[©] Pantanal Editora
Copyright do Texto[©] 2020 Os Autores
Copyright da Edição[©] 2020 Pantanal Editora
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora
Edição de Arte: A editora
Revisão: Os autor(es), organizador(es) e a editora

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Prof. Dr. Leandro Argente-Martínez – ITSON (México)
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Ma. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI
- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI
- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG
- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Bel. Ana Carolina de Deus

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
T673	Tópicos em ciências da saúde [recurso eletrônico] / Organizador Aris Verdecia Peña. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2020. 68 p. : il.
	Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-990641-9-7 DOI https://doi.org/10.46420/9786599064197
	1. Ciências da saúde. 2. Medicina. 3. Saúde. I. Peña, Aris Verdecia. CDD 610
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo dos livros e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es). O download da obra é permitido e o compartilhamento desde que sejam citadas as referências dos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000. Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).

<https://www.editorapantanal.com.br>.

contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

Com a realização do livro “Tópicos em Ciências da Saúde”, os autores fornecem aos leitores informações sobre o uso dos recursos naturais para o benefício da sociedade, a fim de melhorar sua saúde e divulgar formas e métodos conhecidos, para que pudessem enfrentar o problema. Situações atuais de nosso planeta Terra que tem sofrido muito devido à ação excessiva do próprio homem.

Todos esses cientistas através de suas contribuições também quiseram fornecer as ferramentas às pessoas encarregadas de desenhar e projetar políticas públicas de saúde para o benefício da humanidade.

No primeiro capítulo do trabalho, eles nos mostram como obter fontes seguras de água, depois nos falam sobre uma planta que talvez conheçamos, mas não como medicina alternativa, e no final do livro como reconhecer o risco de doenças cardiovasculares através da medição da gordura abdominal e ferramentas necessárias para evitar os danos psicossomáticos com os quais todos corremos risco devido a atual pandemia de Coronavírus – 19 que hoje acomete nosso planeta terra.

Por fim, esperamos que este e-book possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias na saúde. Assim, garantimos uma difusão de conhecimento fácil e rápido para a sociedade.

Aris Verdecia Peña

PRESENTACIÓN

Con la realización del libro “Temas en Ciencias de la Salud”, los autores proporcionan a los lectores información sobre el uso de los recursos naturales en beneficio de la sociedad, con el fin de mejorar su salud y dar a conocer formas y métodos conocidos, para que puedan enfrentar el problema, situaciones actuales de nuestro planeta Tierra que ha sufrido mucho debido a la acción desmedida del propio hombre.

Todos estos científicos, a través de sus contribuciones, también querían proporcionar las herramientas a las personas encargadas de trazar y diseñar políticas de salud pública en beneficio de la humanidad.

En el primer capítulo del trabajo, nos muestran cómo obtener fuentes seguras de agua, luego nos cuentan sobre una planta que podemos conocer, pero no como medicina alternativa, y al final del libro cómo reconocer el riesgo de enfermedad cardiovascular al medir la grasa abdominal y herramientas necesarias para evitar el daño psicossomático con el que todos estamos en riesgo debido a la actual pandemia de Coronavirus - 19 que hoy afecta a nuestro planeta Tierra.

Finalmente, esperamos que este libro electrónico pueda colaborar e instigar a más estudiantes e investigadores en la búsqueda constante de nuevas tecnologías de salud. De este modo garantizamos una difusión fácil y rápida del conocimiento a la sociedad.

Aris Verdecia Peña


SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
CAPÍTULO I	
Poços rasos: diagnóstico de uso da água em Presidente Médici, Rondônia, Brasil	6
CAPÍTULO II	
Nanopartículas de prata à base de amido de mesocarpo do babaçu (<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.): características e potencialidades	16
CAPÍTULO III	
Índice de adiposidade visceral (IAV) como indicador preditivo da gordura visceral: uma revisão integrativa da literatura	42
CAPÍTULO IV	
A educação em saúde na mitigação dos impactos psicossomáticos da pandemia do Covid-19: relato de experiência	55
ÍNDICE REMISSIVO	68

Nanopartículas de prata à base de amido de mesocarpo do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.): características e potencialidades

Recebido em: 19/04/2020

Aceito em: 03/05/2020

 10.46420/9786599064197cap2

Felipe Bastos Araruna¹

Fernanda Oliveira Sousa Araruna^{1,2}

Luciana Patrícia Lima Alves Pereira¹

Maria Cristiane Aranha Brito¹

Patrick Veras Quelemes³

Alyne Rodrigues de Araújo-Nobre³

Taiane Maria de Oliveira³

Durcilene Alves da Silva³

José Roberto de Souza de Almeida Leite^{3,4}

Wellyson da Cunha Araújo Firmo^{5*}

Denise Fernandes Coutinho¹

Marilene Oliveira da Rocha Borges¹

Antônio Carlos Romão Borges¹

INTRODUÇÃO

O amido é um carboidrato complexo armazenado em diversas células vegetais (Bancel et al., 2010), que é empregado em indústrias como: papel, têxtil, farmacêutica, biomédica e de polímeros como por exemplo no desenvolvimento de plásticos biodegradáveis (Bher et al., 2019).

Esse carboidrato pode ser isolado por diversos métodos, o comercial envolve etapas de trituração, separação de fibras, suspensão do amido em água, centrifugação, purificação, desidratação e secagem. Os métodos alcalinos, ácidos ou enzimáticos auxiliam na liberação quando o amido está associado a proteínas e fibras (Maniglia; Tapia-Blácido, 2016).

¹ Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Renorbio, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga, São Luís, MA 65065-545, Brasil.

² Faculdade Pitágoras São Luís – Turu I, Avenida São Luís Reis de França, n 32, Turu, São Luís-MA;

³ Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia, BIOC/TEC, Campus Ministro Reis Velloso, Universidade Federal do Piauí, UFPI, Parnaíba, PI, Brazil;

⁴ Núcleo de Pesquisa em Morfologia e Imunologia Aplicada, NuPMIA, Área de Morfologia, Faculdade de Medicina, Campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, DF, Brazil;

⁵ Universidade Ceuma, Rua Josué Montello, n° 1, Renascença II, São Luís, MA 65075-120, Brazil.

* Autor(a) de correspondência: well_firmo@hotmail.com.

O grão de amido é um polímero natural que se constitui de monômeros de D-glicose que estão ligados entre si por ligações (α -1,4) (amilose) com ramificações ocasionais (α -1,6) (amilopectina), e existe como grânulos semicristalinos (Zeeman et al., 2010). Depois de extraído, é uma substância química, geralmente branca, granular, orgânica, insípida e insolúvel em água fria, álcool ou outros solventes (Encyclopedia britannica, 2019).

Esse polímero é a principal fonte de carboidratos da alimentação humana, sendo produzido por todas as plantas e é utilizado como suprimento de reserva energética. Encontrado em grande quantidade em milho, batatas, arroz, trigo, mandioca e mesocarpo do coco babaçu (Vinhal et al., 2014).

O babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) pode chegar a aproximadamente 20 m de altura e costuma produzir mais de 300 a 500 frutos (cocos) em cada safra (Albiero et al., 2007; Teixeira, 2008) é dentre as palmeiras nativas do Brasil, aquela com o maior volume de pesquisas desenvolvidas (Portal macaúba, 2019). Pertence à família Arecaceae, que contém mais de 30 espécies descritas. A espécie mais importante é *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. A abundância natural se dá nos estados do norte e nordeste do país, sobretudo no Maranhão, Piauí e Tocantins. Há ocorrência de babaçuais também na Bolívia, Panamá, Guianas, Colômbia e Suriname. Sua principal finalidade econômica é a produção de óleo extraído da amêndoa, que corresponde a 7% do peso médio da fruta, com aplicações nas indústrias de biocombustíveis, alimentos e cosméticos (Baruque Filho et al., 2000; Ferreira et al., 2006; Teixeira, 2008; Vinhal et al., 2014). Sua ocorrência é justificada pela tolerância a climas com temperaturas elevadas e constantes e precipitações pluviométricas acima de 1.000 mm anuais (Silva, 2011).

O fruto (coco babaçu) tem formato elipsoidal, coloração castanha, pesando entre 90 a 280 g cada (Albiero et al., 2007; Teixeira, 2008). Composto por quatro partes: epicarpo fibroso (11%), mesocarpo (23%), intermediário constituído majoritariamente por amido, endocarpo (59%), camada de madeira dura, e amêndoa (7%) (Maniglia et al., 2014).

O uso de amido do mesocarpo de babaçu tem grande potencial biotecnológico para produção de nanopartículas de prata (AgNPs), visto que alguns métodos de fabricação AgNPs têm utilizado em suas rotas de sínteses materiais como Borohidreto de Sódio (NaBH₄), que são nocivos ao meio ambiente e ao homem (Batista et al., 2006). Deste modo, se faz necessário desenvolver nanopartículas (NPs) utilizando materiais ambientalmente corretos (Sharma et al., 2009; Parashar et al., 2011). Utilizar materiais biológicos em substituição a reagentes com potencial tóxico ao meio ambiente ou ao homem, nas sínteses de NPs, é considerada uma tentativa de encontrar condições mais amenas, que viabilizem

sua utilização em aplicações biológicas, com características como biocompatibilidade, diminuição da toxicidade das NPs, além de baixo custo de produção. Tais sínteses vêm sendo denominadas de “sínteses verdes” (Araruna et al., 2013; Rai, 2013).

Nanopartícula é todo material com forma definida cujo tamanho se encontre por volta de 100 nm, com propriedades físicas, químicas e biológicas que sejam diferenciadas de seus correspondentes na macro escala (Nair, Laurencin, 2007). O tamanho, a forma e, conseqüentemente, as propriedades finais das NPs são altamente dependentes dos parâmetros da síntese, como tempo de exposição, temperatura, concentração dos precursores, pressão e outros (Chaloupka et al., 2010).

Jung et al. (2018) produziram AgNPs utilizando amido solúvel adquirido da Duksan Pure Chemical Co., Ltd. (Ansan, Coréia) como agentes redutor e estabilizante em uma síntese de etapa única através de ultrassom e aplicou-as em embalagens de papel biodegradáveis e antibacterianas. Outro exemplo de síntese de AgNPs utilizando materiais naturais é desenvolvido por Butola e Verma (2019) que produziram AgNPs em tecidos de linho utilizando quitosana que apresentaram atividade antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

Um grave problema da saúde é o tratamento de doenças infecciosas, incidindo em todo o mundo. O ressurgimento da ameaça microbiana, enraizada nas várias tendências recentes, aumentou a vulnerabilidade de todas as nações ao risco de infecções, sejam elas emergentes ou bem estabelecidos (Heymann; Rodier, 2001), o problema agrava-se diante da habilidade que patógenos vêm mostrando no desenvolvimento de vários mecanismos de resistência a agentes antibacterianos. Além disso, alguns tratamentos para infecções complicadas incluem combinações de medicamentos, que apresentam efeitos adversos severos e não garantem resultados totalmente satisfatórios (de Araujo et al., 2019). A Organização Mundial de Saúde vem estimulando nos últimos anos o desenvolvimento de novos fármacos com ação antimicrobiana, por prever conseqüências desastrosas à saúde mundial em um futuro próximo (Who, 2000; Who, 2018). Como o surgimento de epidemias não tratáveis com os recursos medicamentosos atuais.

A nanobiotecnologia tem contribuído significativamente para o desenvolvimento de uma nova geração de antibióticos para micro-organismos resistentes através de AgNPs, devido às suas propriedades específicas como penetração, contato e especificidade de micro-organismos (Rai et al., 2009; Durán et al., 2016).

Levando em consideração a escassez de relatos de utilização do amido de mesocarpo do babaçu no desenvolvimento de NPs metálicas, em especial de prata e frente à necessidade

imediate do surgimento de novos antibióticos, visto o desenvolvimento, cada vez maior, de resistência por parte de diversas cepas bacterianas, este trabalho aborda as características e potencialidades da síntese de nanopartículas de prata (AgNPs) através de sínteses verdes produzidas com amido extraído do mesocarpo de babaçu (AgNP-AMB) com potencial antibacteriano, destacando o estudo pioneiro desenvolvido por Araruna et al. (2020).

CARACTERÍSTICAS DO AMIDO

O amido pode ser obtido de diversas fontes vegetais. É o polissacarídeo de reserva dos vegetais e está armazenado sob a forma de grânulos (Figura 1), que apresentam certo grau de organização molecular, conferindo-lhes caráter semicristalino, com graus de cristalinidade que variam de 20 a 45% (Whistler et al., 2012).

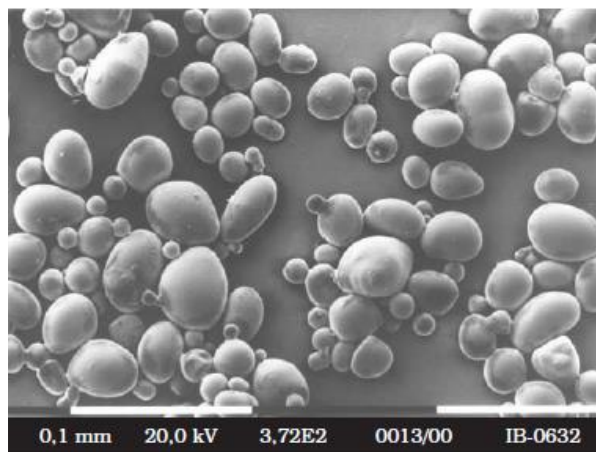


Figura 1. Microscopia eletrônica de varredura de grânulos de amido de batata. Fonte: Leonel (2007).

Constituído de polímeros de glicose, da amilose e da amilopectina, cujas estruturas, e conseqüente funcionalidades, são diferentes. A amilose (Figura 2a), polímero linear formado por unidades de D-glicose ligadas por ligações α -(1 \rightarrow 4), com grau de polimerização de 200 a 3000, dependendo da fonte do amido, e a amilopectina (Figura 2b), polímero altamente ramificado, formado por D-glicose ligadas por ligações α -(1 \rightarrow 4) e ramificações em α -(1 \rightarrow 6) (Ellis et al., 1998) formam grânulos de amido, com propriedades físico-químicas e funcionais variando de acordo com sua proporção e estrutura, o que norteia sua aplicação na indústria.

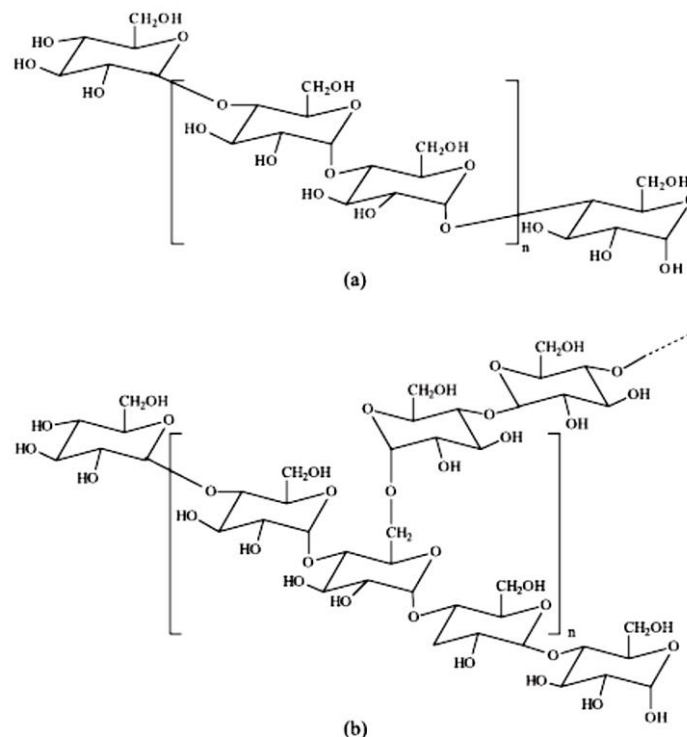


Figura 2. Estrutura química da Amilose (a) e da amilopectina (b). Fonte: Corradini et al. (2005).

A morfologia dos grãos de amido é proposta como forma de identificação da fonte dessas amostras. Os grãos de amido normalmente apresentam hilo e lamelas ou estriações. A forma desses grãos pode ser esférico, ovoide, poliédrica, alongada, dentre outras. Os hilos podem ser representados por pontos ou linhas ou, ainda, linhas cruzadas. As lamelas podem aparecer dando um aspecto de desenho interno aos grãos de amido. Os grãos de amido do mesocarpo de babaçu apresentam forma diferenciadas, podendo ser esféricos, poliédricos, alongados e com aspecto triangular. A distribuição de tamanho é variada. É possível observar em algumas regiões, parênquima preservado e conteúdo amilífero em algumas células, o que indica que no tecido íntegro desse mesocarpo, há presença de células com vários grãos de amido no seu interior, caracterizados como idioblastos amilíferos.

Muitos dos grãos não apresentam hilo e em alguns que apresentaram, encontra-se com formato variado, podendo ser em linha ou ramificado. Lamelas ou estriações não são observadas nos grãos de amido de mesocarpo de babaçu. É possível observar a coalescência de grãos, formando grãos maiores cujo padrão se repete, caracterizando um parâmetro também para identificação do mesocarpo de babaçu (de Oliveira, Akissue, 2009; Rocha, 2007).

Os grânulos de amido apresentam birrefringência quando observados em microscópio óptico sob luz polarizada, devido ao seu caráter semicristalino. A parte linear

das moléculas de amilopectina forma estruturas helicoidais duplas, estabilizadas por ligações de hidrogênio entre grupamentos hidroxila, compondo assim, as regiões cristalinas dos grânulos. As cadeias de amilose e as ramificações da amilopectina compõem a região amorfa (Mali et al., 2010).

A aplicação do amido na produção de NPs dar-se, dentre outras razões, por ser um polímero abundante, econômico, biodegradável e biocompatível. Recentemente, NPs à base de amido foram aplicadas na nanobiotecnologia com relevantes pesquisas relacionadas a entrega controlada de drogas (Chang et al., 2018) e embalagens (Orsuwan; Sothornvit, 2017). Tem sido empregado também na síntese de NPs metálicas (Khan et al., 2013), no entanto não há publicações utilizando amido de mesocarpo do babaçu para produção deste tipo de NPs, sobretudo de AgNPs.

O BABAÇU (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.)

O termo babaçu designa tanto a palmeira (Figura 3) quanto a amêndoa retirada do coco, e aplica-se a várias palmeiras nativas do Brasil. Também é conhecida popularmente por baguaçu, uauaçu, catolé, andaiá, andajá, indaiá, pindoba, pindobassu, aquaçu, coco-de-macaco, coco de palmeira, coco-naiá, coco-pindoba e coco-de-rosário. Em seu tempo áureo de produção foi considerada no Maranhão como o “ouro marrom”, mas assim como a borracha na Amazônia, a desorganização econômica enfraqueceu seu mercado (Anderson; Balick, 1988; Albiero et al., 2007; Carrazza et al., 2012; Pinheirando, 2014).



Figura 3. Palmeira e frutos do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng). Fonte: Araruna (2019).

O babaçu apresenta monocaule que pode chegar aos 20 m de altura e estipe liso, com até 41 cm de diâmetro. Suas folhas são grandes e pinadas, de 5,6 a 12 m de comprimento, dispostas em número variável de 7 a 22, localizadas no ápice do caule, com bainha de até 79 cm de comprimento; pecíolo com 0,4 a 1,5 m de comprimento e número de pinas variando entre 170 e 224 por lado, agrupadas e dispostas no mesmo plano. Apresenta inflorescência solitária interfoliar ereta ou pendular, predominantemente pistiladas e estaminadas, ou flores de ambos os sexos. Os frutos são oblongo-elipsoides lisos, com 11,3 x 6,3 cm de diâmetro, coloração marrom na maturidade, com polpa fibrosa e tegumento com 3 a 6 amêndoas; endosperma branco, oleoso, homogêneo e embrião branco-creme (Anderson, Balick 1988).

A principal espécie é *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng., e possui como sinônimos taxonômicos *Attalea glassmanii* Zona, *Orbignya phalerata* Mart., *Attalea lydiae* (Drude) Barb.Rodr., *Orbignya barbosiana* Burret, *Orbignya cuci* Kunth ex H. Wendl., *Orbignya huebneri* Burret, *Orbignya lydiae* Drude, *Orbignya macropetala* Burret, *Orbignya martiana* Barb.Rodr. e *Orbignya speciosa* (Mart.) Barb.Rodr. (Tropicos, 2019; Flora, 2019). É a palmeira oleaginosa mais importante do extrativismo vegetal brasileiro, adaptada às condições ecológicas da Amazônia oriental e nativa da zona de transição entre o cerrado e as florestas abertas do sul da Amazônia. No Maranhão, Piauí, Tocantins e Pará há muitas matas de predominância de babaçuais (Porro, 2019).

O potencial industrial do fruto do babaçu (coco), cujas partes são completamente utilizáveis (Figura 4), é vasto, desde cosméticos, obtenção de óleo comestível, margarinas, sabões, velas, carvão, etanol, ácido acético, metanol, alcatrão, celulose e papel. É possível obter rações, ácidos graxos e glicerinas da amêndoa. No entanto, industrialmente, basicamente carvão e o óleo têm sido produzidos (Lima et al., 2006; Soler et al., 2007; de Almeida et al., 2014). Do mesocarpo tem sido obtida a farinha, bastante utilizada na alimentação humana e animal. A cor acastanhada do pó de mesocarpo é atribuída à presença de taninos. Composto basicamente de amido e fibras, 50% e 10% (p/p), respectivamente.

Na prática popular, o mesocarpo é utilizado no tratamento de diversas doenças como: dismenorreia, constipação, obesidade, reumatismo, úlceras, doenças venosas e inflamatórias e finalmente, no tratamento de leucemias e tumores, visto que é rico em carboidratos e sais minerais. Pode-se encontrar no mesocarpo substâncias como tanino, açúcares, saponinas, esteroides e triterpenos (Azevedo et al., 2007a; Fortes et al., 2009; Silva, 2017).

Uma relevante aplicação química do mesocarpo foi descrita por Sousa Jr. E colaboradores (2017) onde utilizaram o mesocarpo de babaçu como matriz para ancoragem

do polímero catiônico tetrametil-2,6-bromoioneno com a finalidade de modificar a polaridade do mesocarpo, com vistas na sua aplicação como adsorvente para pesticidas em ambientes aquáticos, em especial, o paration metílico.

Podemos destacar as propriedades biológicas do mesocarpo apontando que estudos mostraram significativo aumento na produção de anticorpos auto-reativos anti-DNA, anti-miosina murina, anti-hemácias (Batista et al., 2006), anti-insulina (Barroqueiro et al., 2001; Guerra et al., 2001) e anti-L-tiroxina (Barroqueiro et al., 2001), devido ao efeito do mesocarpo sobre a produção de IFN- γ e sobre a inflamação (Brito, 2001; Azevedo et al., 2003; Nascimento et al., 2006; Azevedo et al., 2007b; Sousa, 2008); apresentando também atividade imunomoduladora (da Silva, Parente, 2001; Nascimento et al., 2006), analgésica e antipirética (Batista et al., 2006; Azevedo et al., 2007b).

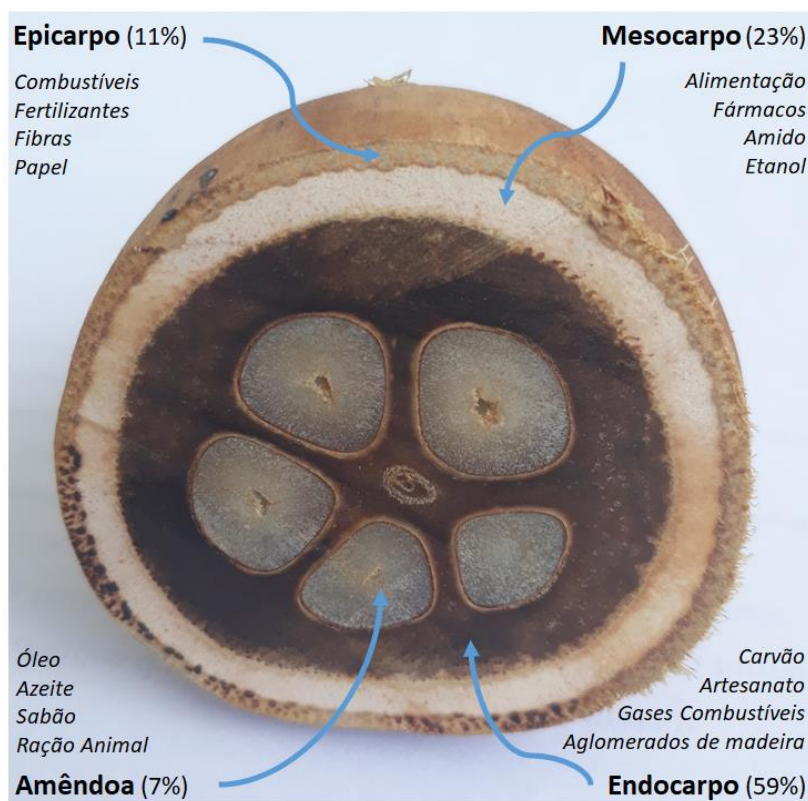


Figura 4. Corte transversal do coco de *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng., suas partes e utilizações. Fonte: Araruna (2019).

O extrativismo do babaçu, principalmente no estado do Maranhão é considerado ecológico, social e politicamente importante (Porro, 2019). O extrativismo oleífero constitui seu maior interesse econômico, sendo que seu mercado envolve o trabalho de milhares de famílias sobretudo no período de entressafra de produtos como milho e soja, permitindo a

manutenção dessas famílias, e contribuindo para conter o êxodo rural, além disso favorece consideravelmente na fertilidade do solo (Carvalho, 2007; Silva et al., 2012).

Em 2011, o babaçu era considerado o segundo produto florestal não madeireiro no país, alcançando R\$ 142 milhões anuais (IBGE, 2016). A produção de amêndoas de babaçu, que se aproximava de 200 mil toneladas anuais, resumiu-se a 60 mil toneladas em 2016. No final dos anos 80, sua produção anual era de cerca 20 mil toneladas, passando a mais de 30 mil toneladas entre 2004 e 2014, com queda observada apenas em 2015 e 2016. Apesar de sua importância econômica e social, é evidente a progressiva redução no número de mulheres que atuam na quebra do babaçu ou no tempo que elas dedicam à atividade, principalmente devido ao trabalho penoso e ao acesso a recursos de políticas sociais e compensatórias que viabilizam uma renda mínima, contemplando necessidades básicas de milhares de famílias, que antes dependiam fortemente do extrativismo para sua subsistência resultando no desinteresse, sobretudo por parte das jovens, em se dedicar a uma atividade que, para as gerações de suas mães e avós, era primordial para a sobrevivência familiar. Além disso, na última década intensifica-se a atuação de empresas que utilizam equipamentos para processamento integral do babaçu (Porro, 2019).

Recentemente foram desenvolvidas técnicas de extração e purificação do amido de mesocarpo do babaçu (Maniglia, Tapia-Blácido, 2016), o que favorece sua aplicação em áreas como a nanobiotecnologia, atuando no desenvolvimento de filmes nanoestruturados e NPs.

NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPS)

A expressão nano (de origem grega, significa anão ou muito pequeno) é utilizado para indicar, a bilionésima (10^{-9}) parte do metro (Alves, 2010). Assim, nanopartículas são estruturas cujo tamanho se encontram na escala manométrica (nm, nanômetro), ou seja, geralmente entre 1 a 100 nm (Rotello, 2004; Nair, Laurencin, 2007; Sugihara et al., 2018).

Suas aplicações são diversas, como descritas pela Cartilha sobre nanotecnologia da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI (Alves, 2010) (Figura 5.).

Setor	Tipo de produto/Observações
	Energia Sistemas fotovoltaicos; células solares; <i>grids</i> de energia; baterias; pás para geradores eólicos.
	Iluminação LEDs baseados em <i>quantum dots</i> para iluminação pública, domiciliar e automobilística.
	Automobilístico Pinturas especiais (não riscam, autolimpantes); catalizadores para conversores catalíticos para gases de escapamentos; eletrônica embarcada; tecidos antibacterianos.
	Esportes Raquetes de tênis (nanotubos de carbono); roupas esportivas antitranspirantes e bactericidas; calçados para esportes, quadros para bicicleta; tacos de <i>golf</i> ; luvas.
	Tecidos Tecidos resistentes a sujidades (efeito lótus), tecidos bactericidas; tecidos técnico e não tecidos.
	Embalagens Embalagens com propriedades de barreira (umidade, gases); embalagens inteligentes; sensíveis a gases de decomposição de alimentos; recipientes bactericidas.
	Cosméticos Protetores solares; produtos para recuperação da pele; produtos contendo cores físicas (índices de refração); produtos para maquiagem.
	Fármacos Novas formas de administração de fármacos (nanoemulsões e nanopartículas); <i>drugs-delivery</i> ; terapia de cânceres.

Figura 5. Aplicações industriais de nanopartículas. Fonte: Adaptada de Alves (2010).

Uma infinidade de rotas de síntese foi reportada nos últimos anos, produzindo NPs com tamanhos, formas e aplicações diferentes (Figura 6). Elas são produzidas basicamente

de dois modos: “de cima para baixo” (*top-down*) e “de baixo para cima” (*bottom-up*). O conceito de *bottom-up*, constrói dispositivos a partir de átomos e moléculas ligados quimicamente. As estruturas são observadas como versáteis “blocos de construção” para obtenção de dispositivos nanométricos, por exemplo, a funcionalização de um substrato com moléculas de propriedades e funções específicas. No *top-down* impõe-se uma estrutura no sistema por meio da definição de padrões e sua criação utilizando partes maiores. Entre os métodos *top-down*, destacamos as técnicas nanolitografia, sonólise e a coevaporação (Nair, Laurencin, 2007; Alves, 2010). Os físicos e engenheiros costumam utilizar os processos *top-down*, enquanto que químicos e biólogos usam mais os processos *bottom-up*.

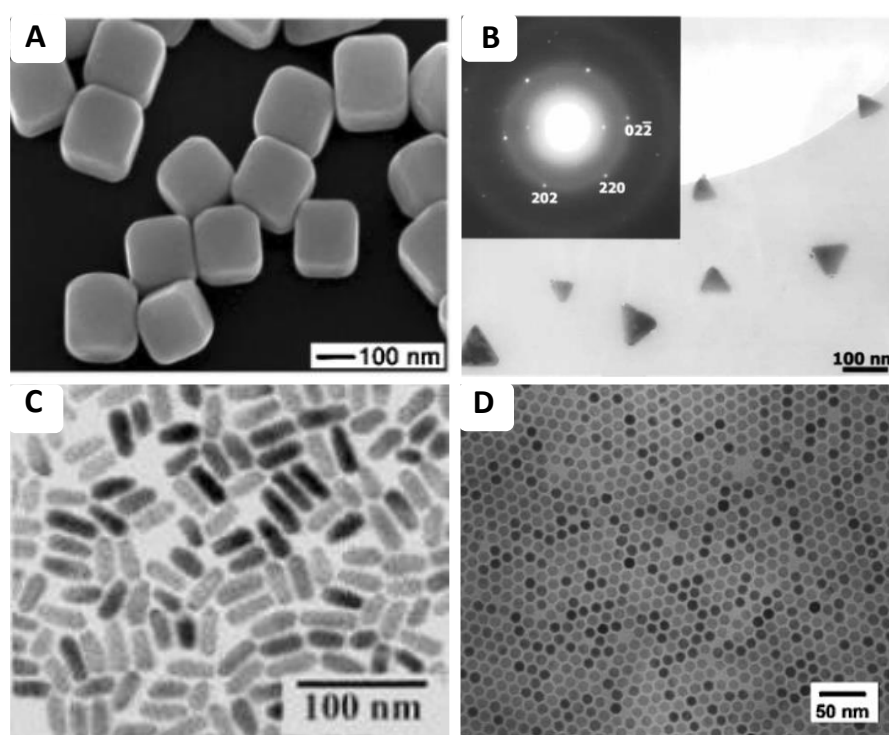


Figura 6. Microscopia Eletrônica de Transmissão de: (A) nanocubos de prata; (B) NPs de Silício; (C) nanocristais de CdSe e (D) NPs de Fe_2O_3 . Fonte: Adaptada de Masala e Seshadri (2004).

As nanopartículas podem ser classificadas em várias categorias, incluindo nanopartículas inorgânicas, nanopartículas orgânicas e nanopartículas combinadas orgânicas/inorgânicas. Nanopartículas inorgânicas consistem em metal ou óxidos metálicos, como prata, ouro, sílica sintética amorfa, óxido de zinco, dióxido de titânio, óxidos de alumínio e materiais à base de carbono. Nanopartículas orgânicas são geralmente poliméricas (Bouwmeester et al., 2014).

Recentemente, tem aumentado o interesse no desenvolvimento de nanopartículas baseadas em biomateriais. Estudos mostraram uma variedade de nanopartículas preparadas a partir de substâncias, como polissacarídeos, lipídios, proteínas, minerais e surfactantes (McClements, 2014).

A composição de nanopartículas tem um efeito considerável em suas propriedades físico-químicas (por exemplo, densidade, reologia, refração índice e polaridade); propriedades protetoras (por exemplo, atividade antioxidante) conferindo-lhes características de encapsulamento (por exemplo, capacidade de carga, comportamento de encapsulamento e eficiência de retenção) e liberação controlada de substâncias (McClements, Li, 2010). Dentre estes materiais, o amido é um dos mais promissores e úteis, porque é facilmente disponível na natureza e com boa relação custo-benefício (Inceoglu; Menciloglu, 2013).

No desenvolvimento de NPs metálicas, o método mais utilizado é o processo envolvendo a redução do sal de prata, isto se dá pela simplicidade do método além da disponibilidade e preço deste metal. É uma abordagem *bottom-up*, que envolve a redução de um sal iônico em um meio apropriado, utilizando-se, geralmente, agentes redutores como: boridreto de sódio, citrato de sódio, ácido cítrico, ácido gálico, dentre outros (Guzman et al., 2012).

Os íons metálicos liberados pela dissociação do sal no solvente passam por um processo de nucleação (envolvendo altas energias de ativação) e posteriormente, o crescimento desses núcleos. Na etapa de crescimento, o processo é controlado por difusão e envolve baixas energias de ativação. Nesta etapa serão definidos o tamanho, a forma e a distribuição das NPs, parâmetros estes que podem ser controlados pelas condições de síntese tais como, a concentração dos reagentes, pH, pressão e temperatura (Ju-Nam; Lead, 2008). Este processo tem baixo custo de produção para volumes elevados, entretanto, alguns utilizam reagentes tóxicos, gerando materiais perigosos (Thakkar et al., 2010).

Recentemente, a nanotecnologia tem buscado de maneira mais incisiva alinhar-se a uma conduta global de utilização de uma “química verde”, cujo principal objetivo é minimizar a utilização de materiais inseguros ou tóxicos (Roy et al., 2019). Além disso, busca implementar processos de produção sustentáveis (Sharma et al., 2009). Esse tipo de síntese envolve três etapas principais nas quais incluem: (1) a seleção de um solvente pouco volátil como meio de dispersão dos íons, que não reaja com os mesmos e que quando descartado não cause impactos ambientais negativos; (2) a seleção de um agente redutor ambientalmente correto, desde sua produção (geração de subprodutos) até o descarte, ou seja, causador de alterações mínimas ao meio ambiente e (3) a seleção de um estabilizante não tóxico à maioria

dos seres vivos (que não cause alterações fisiológicas ou genéticas) (Raveendran et al., 2003; Albrecht et al., 2006).

Os agentes redutores e/ou estabilizantes mais utilizados para a produção de AgNPs via "química verde" são: micro-organismos (bactérias e fungos), quitosana, extratos vegetais, algas marinhas, gomas naturais e amido (Quelemes et al., 2013).

Nos últimos anos, foram desenvolvidos numerosos trabalhos utilizando amido para produção de AgNPs (Venediktov et al., 2010; Gao et al., 2011; Kakkar et al., 2012; Oluwafemi et al., 2013; Kumar et al., 2014; Zhao et al., 2015; Raghavendra et al., 2016; Arce et al., 2017; Jung et al., 2018; Abdelsalam et al., 2019). No entanto, não há relatos de sínteses de AgNPs à base de amido do mesocarpo de babaçu (AMB).

CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS

As AgNPs devem ser caracterizadas físico-quimicamente quanto ao seu tamanho, forma e potencial Zeta. Para tanto, utiliza-se de algumas técnicas como: espectroscopia ultravioleta visível (espectroscopia UV-vis), Espalhamento Dinâmico de Luz (EDL ou DLS), Potencial Zeta, Índice de Polidispersão (IPD ou PDI) e Microscopia de Força Atômica (MFA ou AFM).

ESPECTROSCOPIA UV-VIS

A espectroscopia UV-vis usa a luz com comprimento de onda de 300 a 800 nm (faixa de energia do visível e ultravioleta). Quando irradiadas com luz, NPs metálicas têm absorções bem definidas em regiões distintas do espectro visível, denominadas bandas “plasmom”. Esta ressonância é decorrente da alta razão superfície/volume destas NPs e ocorre devido à oscilação coletiva dos elétrons de condução em resposta à excitação óptica promovida pela aplicação de um campo eletromagnético externo (Figura 7). Ele é dependente do material, tamanho da NPs, de sua forma, bem como do solvente utilizado (Xia; Halas, 2005; Gómez et al., 2008; Sun et al., 2016). As diversas colorações das NPs podem ser atribuídas ao conhecido efeito “plasmom”, assim como suas formas podem ser analisadas em espectros característicos. Por exemplo: NPs de prata de forma esférica tendem a apresentar picos em 420 nm. Além disso, o aumento no tamanho das partículas resulta em um deslocamento da banda do “plasmom” de superfície do metal para a região espectral de maior comprimento de onda (Padilha, 2013).

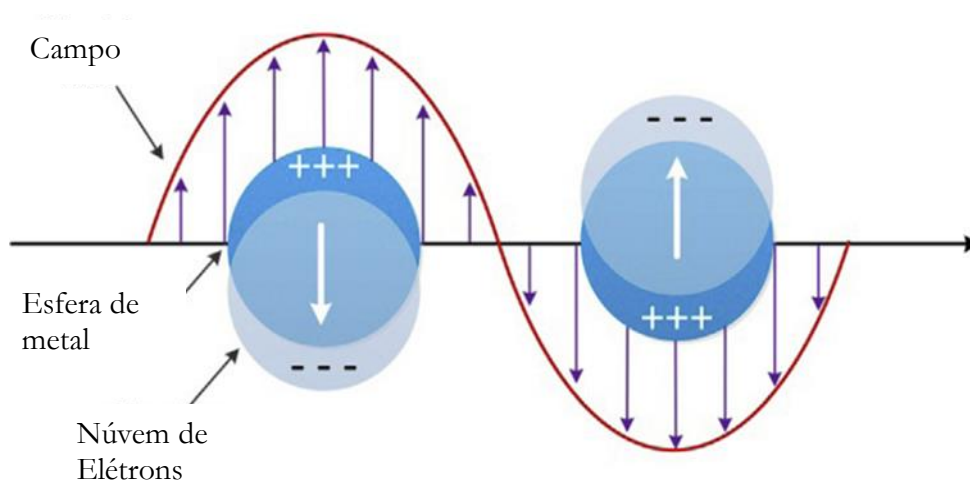


Figura 7. Efeito de ressonância de *Plasmon*. Fonte: Sun et al. (2016).

ESPALHAMENTO DINÂMICO DA LUZ

O espalhamento dinâmico da luz (*Dynamic Light Scattering* - DLS) mede o tamanho das partículas em regiões submicrométricas, incluindo NPs. A intensidade da luz espalhada por um conjunto de partículas sofre flutuações ao longo do tempo, devido ao movimento Browniano. A flutuação da intensidade de luz espalhada ocorre com maior velocidade quanto menor as partículas contidas na dispersão, pois estas se movimentam mais rapidamente. Desse modo, é possível utilizar a teoria de Stokes-Einstein e obter uma estimativa do tamanho do raio hidrodinâmico das partículas, cujos valores são ligeiramente maiores que o raio real da partícula (Nomura et al., 2014).

POTENCIAL ZETA

O potencial ζ , pode ser simplificado como uma medida da estabilidade de uma partícula e indica o potencial que é necessário para penetrar a camada de íons circundante na partícula para desestabilizá-la (Yoval et al., 2013). As partículas em suspensão possuem uma carga de superfície, pela presença de grupos ionizáveis ou adsorção de espécies carregadas. Assim, o potencial ζ é função da carga superficial da partícula, de qualquer camada adsorvida na interface com o meio e da natureza e composição do meio que a circunda. Ele pode ser determinado experimentalmente e se correlaciona com a repulsão eletrostática entre partículas e com a estabilidade da suspensão. Quanto maior o potencial ζ mais provável que a suspensão seja estável, pois as partículas carregadas repelem umas às outras. Para medida da estabilidade de partículas são desejáveis valores do potencial ζ menores ou igual

a -30 mV ou maiores ou igual a 30 mV, a fim de evitar a aglomeração, sendo que a velocidade de aglomeração é aumentada quanto mais próximo de zero for o potencial ζ (Padilha, 2013).

ÍNDICE DE POLIDISPERSÃO - IPD

O IPD é um parâmetro adimensional que é uma medida da amplitude da dispersão dos tamanhos detectados. Assim, valores abaixo de 0,1 podem ser definidos como "Monodisperso", isto é, eles têm uma dispersão estreita de tamanhos. Valores acima de 0,7 são considerados muito polidispersos para a análise DLS (Eaton et al., 2017).

MICROSCOPIA DE FORÇA ATÔMICA

A microscopia de força atômica (MFA ou AFM) é uma técnica de microscopia altamente versátil, particularmente adequada para o estudo de NPs e micro-organismos, porque combina uma resolução muito melhor, quando comparada à microscopia óptica, além de necessitar de pouca ou nenhuma preparação da amostra. Em comparação com a microscopia eletrônica de varredura convencional, as amostras podem ser estudadas em estado mais natural, pois não há necessidade de digitalizar no vácuo ou para um revestimento condutor. Portanto, a AFM tem sido amplamente aplicada a estudos de morfologia bacteriana (Doktycz et al., 2003; Wright; Armstrong, 2006). Enquanto o Microscópio Eletrônico de Varredura não é adequado para inspeção de grandes amostras e não é capaz de alto rendimento, devido ao tempo de aquisição lento, a AFM pode gerar imagens que variam de dezenas de micrômetros a dezenas de nanômetros em tamanho (Eaton et al., 2008).

ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE AGNPS

Nos últimos 10 anos, as pesquisas relacionadas ao uso de AgNPs com efeito antibacteriano cresceram significativamente e demonstraram grande contribuição científica a exemplo do trabalho de Quelemes e colaboradores (2013) onde produziram AgNPs à base de goma do cajueiro com significativa atividade antibacteriana significativa frente a *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Destacamos alguns outros exemplos como: Le Thi e colaboradores (2018) desenvolveram hidrogéis *in situ*, ricos em catecol e AgNP com grande potencial para aplicações biomédicas, como tratamento de feridas e revestimento de superfície, devido às suas excelentes atividades antibacterianas e biocompatibilidade. Lee e colaboradores, (2018) produziram membranas nanofibrosas de quitosana/poliuretano

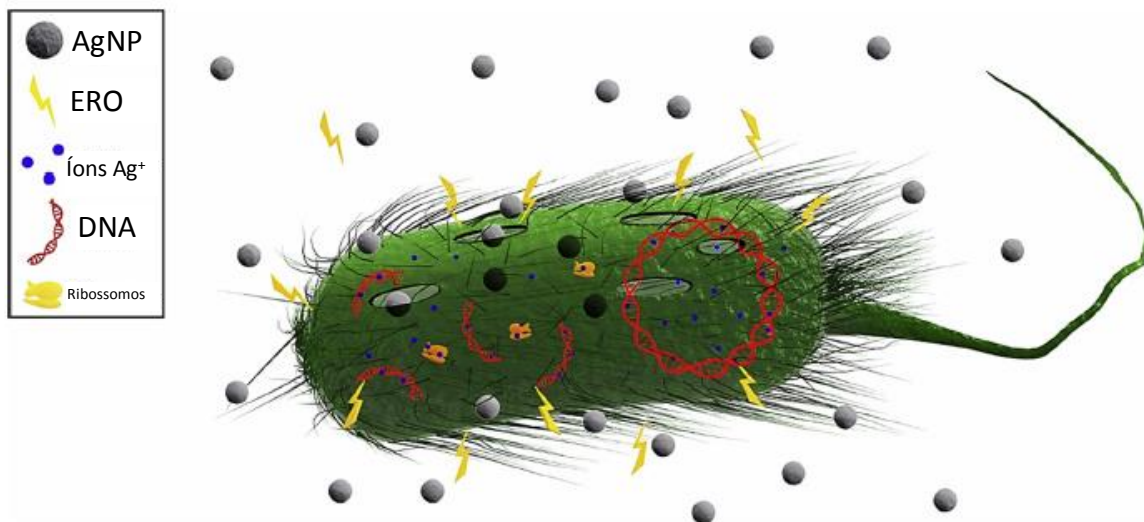
incorporadas a AgNPs com efeito antibacteriano contra *Porphyromonas gingivalis*. Soto e colaboradores (2019) relataram um método ecológico e de baixo custo para produzir AgNPs com extrato liofilizado de resíduos de uva e laranja. Os extratos de uva exibiram atividade contra *E. coli*.

Embora bem documentados, os mecanismos de ação sobre as bactérias não estão totalmente elucidados (Tran et al., 2010). Os principais prováveis mecanismos de ação das AgNPs foram descritos por Durán e colaboradores (2016) em artigo de revisão que resume as pesquisas mais recentes sobre o assunto, onde diferentes mecanismos são propostos, como: a interação entre a membrana bacteriana e sua ruptura, interferência na cadeia respiratória, geração de radicais livres, oxidação de componentes celulares essenciais, entre outros. De Araujo e colaboradores (2019), bem como Roy e colaboradores (2019b) descrevem ainda que os prováveis mecanismos de ação das AgNPs estão relacionados à morte por dano na membrana bacteriana, aumentando sua permeabilidade ou interferindo na síntese proteica e prolongando a fase de latência (Figura 8). Deste modo, nota-se a dificuldade das bactérias adquirirem resistência frente a NPs metálicas, pois estas agem sobre uma ampla variedade de alvos nesses micro-organismos (Durán et al., 2016; Gordienko et al., 2019).

Araruna e colaboradores (2020) experimentaram três rotas de síntese de AgNPs, realizadas pela mistura de 1mM de AgNO_3 e 0,01% (m/v) de amido de mesocarpo de babaçu (AgNPs-AMB), sendo expostas a três diferentes catalisadores com tempos de exposição ao micro-ondas, autoclave e banho-maria foi respectivamente 3, 15 e 60 min. As amostras foram caracterizadas por microscopia óptica, infravermelho, espectroscopia UV-vis, espalhamento dinâmico de luz, potencial Zeta, índice de polidispersão (IPD) e microscopia de força atômica. A atividade antibacteriana foi avaliada pela determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) em *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 e *Escherichia coli* ATCC 25922. A rota de síntese por autoclave apresentou grau de conversão mais eficiente de nitrato de prata em AgNPs seguida pela rota por micro-ondas. A caracterização química indica a formação de NP de forma esférica, bem dispersas e estáveis durante um ano de armazenamento. Os tamanhos das AgNPs-AMB formadas em ordem crescente foram por autoclave (119,1 nm), micro-ondas (124,2 nm) e banho-maria (181,7 nm). O potencial Zeta nas três rotas foi negativo, em média -25 mV. O tempo de exposição foi inversamente proporcional ao IPD das sínteses por banho-maria (0,188), autoclave (0,384) e micro-ondas (0,395). As amostras apresentaram atividade antibacteriana promissora. A melhor CIM para *S. aureus* foi 13,5 $\mu\text{gAg/mL}$ e para *E. coli* foi 6,75 $\mu\text{gAg/mL}$.

As AgNPs-AMB produzidas via micro-ondas mostraram-se mais promissoras, pois apresentaram o melhor efeito antibacteriano frente a *S. aureus* e *E. coli*, sobretudo para a bactéria Gram-negativa; o menor tempo de síntese (3 min), além do uso de um equipamento doméstico, econômico e acessível. Assim, os três métodos de sínteses ambientalmente corretos, rápidos, econômicos e eficientes foram desenvolvidos para produzir AgNPs-AMB com potencial antibacteriano.

A



B

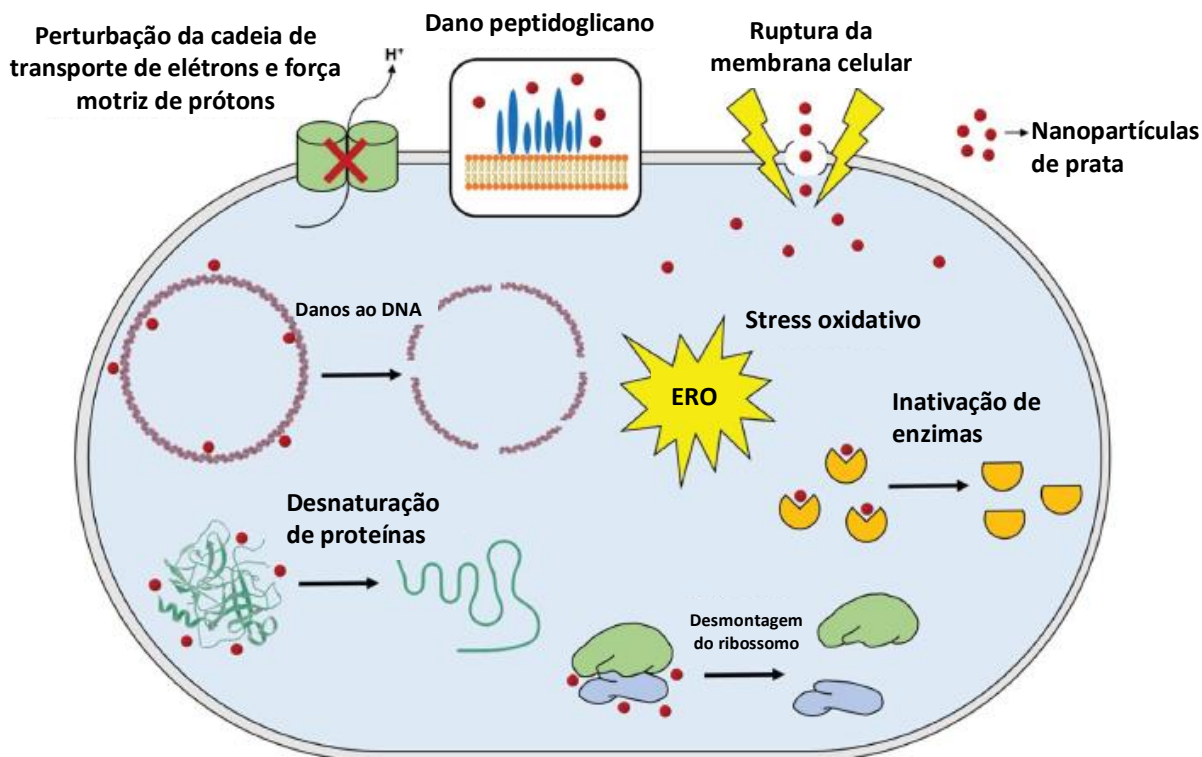


Figura 8. Prováveis mecanismos de ação antibacteriana de Nanopartículas de Prata. Fonte: (A) de Araujo et al. (2019) e (B) Roy et al. (2019).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelsalam NR, Fouda MM, Abdel-Megeed A, Ajarem J, Allam AA, El-Naggar ME (2019). Assessment of silver nanoparticles decorated starch and commercial zinc nanoparticles with respect to their genotoxicity on onion. *International journal of biological macromolecules*, 133: 1008–1018
- Albiero D, Maciel AJ da S, Lopes AC, Mello CA, Gamero CA (2007). Proposta de uma máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a agricultura familiar. *Acta amazônica*, 37: 337–346
- Albrecht MA, Evans CW, Raston CL (2006). Green chemistry and the health implications of nanoparticles. *Green chemistry*, 8: 417–432
- Alves OL (2010). Cartilha sobre nanotecnologia. Brasília: ABDI Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
- Anderson AB, Balick MJ (1988). Taxonomy of the Babassu complex (*Orbignya* spp.: Palmae). *Systematic Botany*, 32–50
- Araruna FB, Araruna FOS, Pereira LPLA, Brito MCA, Quelemes PV, Araújo-Nobre AR, Oliveira TM, Silva, DA, Leite JRSA, Coutinho DF, Borges MOR, Borges ACR (2020). Green syntheses of silver nanoparticles using babassu mesocarp starch (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) and their antimicrobial applications. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 13: 100281.
- Araruna, FB. Sínteses verdes de nanopartículas de prata utilizando amido do mesocarpo de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.). Tese, Doutorado em Biotecnologia, Universidade Federal do Maranhão-UFMA. São Luís-MA. 2019.
- Araruna, FOS. Obtenção e caracterização do amido do mesocarpo do coco babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) como agente espessante para o auxílio na alimentação de pacientes com disfagia. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Biotecnologia, Universidade Federal do Piauí-UFPI. Parnaíba-PI. 2015.
- Araruna FB, Quelemes PV, de Faria BEF, Kuckelhaus SAS, Marangoni VS, Zucolotto V, Silva DA, Santos Júnior JR, Leite JRSA, Eiras C (2013). Green synthesis and characterization of silver nanoparticles reduced and stabilized by cashew tree gum. *Advanced Science, Engineering and Medicine*, 5: 890–893
- Arce VB, Santillán JMJ, Arboleda DM, Muraca D, Scaffardi LB, Schinca DC (2017).

- Characterization and stability of silver nanoparticles in starch solution obtained by femtosecond laser ablation and salt reduction. *The Journal of Physical Chemistry, C* 121: 10501–10513
- Azevedo APS, Farias JC, Costa GC, Ferreira SCP, Aragão-Filho WC, Sousa PRA, Pinheiro MT, Maciel MCG, Silva LA, Lopes AS, Barroqueiro ESB, Borges MOR, Guerra RNM, Nascimento FRF (2007a). Anti-thrombotic effect of chronic oral treatment with *Orbignya phalerata* Mart. *Journal of Ethnopharmacology*, 111: 155–159
- Azevedo APS, Ferreira SCP, Chagas AP (2003). Effect of babassu mesocarp treatment on paw edema and inflammatory mediators' liberation. *Rev Ciên Saúde*, 5: 21–28
- Babaçu. http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_content&view=article&id=502:babacu&catid=37:letra-b&Itemid=1. Accessed 17 Feb 2020f
- Bancel E, Rogniaux H, Debiton C, Chambon C, Branlard G (2010). Extraction and proteome analysis of starch granule-associated proteins in mature wheat kernel (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Proteome Research*, 9: 3299–3310
- Batista CP, Torres OJM, Matias JEF, Moreira ATR, Colman D, Lima JHF, Macri MM, Rauen Júnior RJ, Ferreira LM, Freitas ACT (2006). Effect of watery extract of *Orbignya phalerata* (babassu) in the gastric healing in rats: morphological and tensiometric study. *Acta cirurgica brasileira*, 21: 26–32
- Barroqueiro ESB, Chagas AP, Nascimento FRF, Guerra RNM (2001). B cell, macrophage activation and the diabetogenic effect of babassu mesocarp. *Rev Bras Med Trop*, 34: 72–78
- Baruque Filho EA, Maria da Graca AB, Sant'Anna Jr GL (2000). Babassu coconut starch liquefaction: an industrial scale approach to improve conversion yield. *Bioresource technology*, 75: 49–55
- Bher A, Unalan IU, Auras R, Rubino M, Schvezov CE (2019). Graphene modifies the biodegradation of poly (lactic acid)-thermoplastic cassava starch reactive blend films. *Polymer Degradation and Stability*, 164: 187–197
- Bouwmeester H, Brandhoff P, Marvin HJP, Weigel S, Peters RJB (2014). State of the safety assessment and current use of nanomaterials in food and food production. *Trends in food science & technology*, 40: 200–210
- Brito R de (2001). F. Avaliação de auto-reatividade induzida pelo tratamento com o Babaçu. Monografia-Especialização] São Luis: Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão
- Butola BS, Verma D (2019). Facile synthesis of chitosan-silver nanoparticles onto linen for

- antibacterial activity and free-radical scavenging textiles. *International journal of biological, macromolecules* 133: 1134–1141
- Carrazza LR, Ávila JCC, Silva ML da (2012). Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do Babaçu
- Carvalho JDV (2007). Cultivo de babaçu e extração do óleo. Dossiê Técnico Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília–CDT/UnB Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas–SBRT
- Chaloupka K, Malam Y, Seifalian AM (2010). Nanosilver as a new generation of nanoproduct in biomedical applications. *Trends in biotechnology*, 28: 580–588
- Chang R, Li M, Ge S, Yang J, Sun Q, Xiong L (2018). Glucose-responsive biopolymer nanoparticles prepared by co-assembly of concanavalin A and amylopectin for insulin delivery. *Industrial crops and products*, 112: 98–104
- Chang R, Yang J, Ge S, Zhao M, Liang C, Xiong L, Sun Q (2017). Synthesis and self-assembly of octenyl succinic anhydride modified short glucan chains based amphiphilic biopolymer: Micelles, ultrasmall micelles, vesicles, and lutein encapsulation/release. *Food hydrocolloids*, 67:14–26
- Corradini E, Lotti C, Medeiros ES de, Carvalho AJF, Curvelo AAS, Mattoso LHC (2005). Estudo comparativo de amidos termoplásticos derivados do milho com diferentes teores de amilose. *Polímeros*, 15: 268–273
- da Silva BP, Parente JP (2001). An anti-inflammatory and immunomodulatory polysaccharide from *Orbignya phalerata*. *Fitoterapia*, 72: 887–893
- de Almeida CSC, dos Santos APSA, Júnio JMFG, et al (2014). Indução da resposta imune com células tumorais MCF7 pré-tratadas com mesocarpo de babaçu. *Cadernos de Pesquisa* 30–39
- de Araujo AR, Ramos-Jesus J, de Oliveira TM, Carvalho AMA, Nunes PHM, Daboit TC, Carvalho AP, Barroso MF, Almeida MP, Plácido A, Rodrigues A, Portugal CC, Socodato R, Relvas JB, Delerue-Matos C, Silva DA, Eaton P, Leite JRSA (2019). Identification of Eschweilenol C in derivative of *Terminalia fagifolia* Mart. and green synthesis of bioactive and biocompatible silver nanoparticles. *Industrial Crops and Products*, 137: 52–65
- de Oliveira F, Akissue G (2009). Fundamentos de farmacobotânica e de morfologia vegetal. Atheneu
- Doktycz MJ, Sullivan CJ, Hoyt PR, Pelletier DA, Wu S, Allison DP (2003). AFM imaging of bacteria in liquid media immobilized on gelatin coated mica surfaces. *Ultramicroscopy*,

97: 209–216

- Durán N, Durán M, De Jesus MB, Seabra AB, Fávoro WJ, Nakazato G (2016). Silver nanoparticles: A new view on mechanistic aspects on antimicrobial activity. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 12: 789–799
- Eaton P, Fernandes JC, Pereira E, Pintado ME, Malcata FX (2008). Atomic force microscopy study of the antibacterial effects of chitosans on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Ultramicroscopy*, 108: 1128–1134
- Eaton P, Quaresma P, Soares C, Neves C, Almeida MP, Pereira E, West P (2017). A direct comparison of experimental methods to measure dimensions of synthetic nanoparticles. *Ultramicroscopy*, 182: 179–190
- Ellis RP, Cochrane MP, Dale MFB, Duffus CM, Lynn A, Morrison IM, Prentice RD, Swanston JS, Tiller SA (1998). Starch production and industrial use. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77:289–311
- Encyclopaedia britannica. starch | Definition, Formula, Uses, & Facts | Britannica. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/starch>>. Acesso em: 17 fev. 2020
- Ferreira E de C, Matias JEF, Campos ACL, Tâmbara Filho R, Rocha LCA, Timi JRR, Sado HN, Sakamoto DG, Tolazzi ARD, Soares Filho MP (2006). Análise da cicatrização da bexiga com o uso do extrato aquoso da *Orbignya phalerata* (babaçu): estudo controlado em ratos. *Acta Cirúrgica Brasileira*, 21: 33–39
- Flora, Flora do Brasil - *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. Disponível em: <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/BemVindoConsultaPublicaConsultar.do?invalidatePageControlCounter=1&idsFilhosAlgas=%5B2%5D&idsFilhosFungos=%5B1%2C10%2C11%5D&lingua=&grupo=5&familia=null&genero=&especie=&autor=&nomeVernaculo=&nomeCompleto=Arecaeae+Attalea+speciosa+Mart.+ex+Spreng.&formaVida=null&substrato=null&ocorreBrasil=QUALQUER&ocorrencia=OCORRE&endemismo= TODOS&origem= TODOS®iao=QUALQUER&estado=QUALQUER&ilhaOceanica=32767&domFitogeograficos=QUALQUER&bacia=QUALQUER&vegetacao= TODOS&mostrarAte=SUBESP_VAR&topcoesBusca= TODOS_OS_NOMES&loginUsuario=Visitante&senhaUsuario=&contexto=consulta-publica>. Acesso em: 17 fev. 2020.
- Fortes TS, Azevedo APS, Barroqueiro ES (2009). Desenvolvimento do Tumor de Ehrlich em Camundongos após incubação in vitro com mesocarpo de babaçu. *Revista de Ciências da Saúde*, 11: 11–18

- Gao X, Wei L, Yan H, Xu B (2011). Green synthesis and characteristic of core-shell structure silver/starch nanoparticles. *Materials Letters*, 65: 2963–2965
- Gómez LA, De Araújo CB, Brito-Silva AM, Galembeck A (2008). Solvent effects on the linear and nonlinear optical response of silver nanoparticles. *Applied Physics B*, 92: 61
- Gordienko MG, Palchikova VV, Kalenov SV, Belov AA, Lyasnikova VN, Poberezhniy DY, Chibisova AV, Sorokin VV, Skladnev DA (2019). Antimicrobial activity of silver salt and silver nanoparticles in different forms against microorganisms of different taxonomic groups. *Journal of hazardous materials*, 378: 120754
- Guerra RNM, Barroqueiro ESB, Chagas AP (2001). Increase of self-antibodies and glucose levels in mice treated with babassu (*Orbignya phalerata*). *Scand J Immunol*, 54: 66
- Guzman M, Dille J, Godet S (2012). Synthesis and antibacterial activity of silver nanoparticles against gram-positive and gram-negative bacteria. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 8: 37–45
- Heymann DL, Rodier GR (2001). Hot spots in a wired world: WHO surveillance of emerging and re-emerging infectious diseases. *The Lancet infectious diseases*, 1: 345–353
- Ibge (2016). Estatística da Produção Agrícola. Brasília: IBGE
- Inceoglu F, Menciloglu YZ (2013). Transparent low-density polyethylene/starch nanocomposite films. *Journal of applied polymer science*, 129: 1907–1914
- Ju-Nam Y, Lead JR (2008). Manufactured nanoparticles: an overview of their chemistry, interactions and potential environmental implications. *Science of the total environment*, 400: 396–414
- Jung J, Raghavendra GM, Kim D, Seo J (2018). One-step synthesis of starch-silver nanoparticle solution and its application to antibacterial paper coating. *International journal of biological macromolecules*, 107: 2285–2290
- Kakkar R, Sherly ED, Madgula K, Keerthi Devi D, Sreedhar B (2012). Synergetic effect of sodium citrate and starch in the synthesis of silver nanoparticles. *Journal of Applied Polymer Science*, 126: E154–E161
- Khan Z, Singh T, Hussain JI, Obaid AY, Al-Thabaiti SA, El-Mossalamy EH (2013). Starch-directed green synthesis, characterization and morphology of silver nanoparticles. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 102: 578–584
- Kumar B, Smita K, Cumbal L, Debut A, Pathak RN (2014). Sonochemical synthesis of silver nanoparticles using starch: a comparison. *Bioinorganic chemistry and applications*, 2014:
- Lee D, Lee SJ, Moon J-H, Kim JH, Heo DN, Bang JB, Lim HN, Kwon IK (2018). Preparation of antibacterial chitosan membranes containing silver nanoparticles for

- dental barrier membrane applications. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 66: 196–202
- Le Thi P, Lee Y, Hoang Thi TT, Park KM Park KD (2018). Catechol-rich gelatin hydrogels in situ hybridizations with silver nanoparticle for enhanced antibacterial activity. *Materials Science and Engineering: C*, 92: 52–60
- Leonel M (2007). Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. *Food Science and Technology*, 27: 579–588
- Lima AM, Vidaurre GB, Lima R de M, Brito EO (2006). Utilização de fibras (epicarpo) de babaçu como matéria-prima alternativa na produção de chapas de madeira aglomerada. *Revista Árvore*, 30: 645–650
- Mali S, Grossmann MVE, Yamashita F (2010). Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. *Semina: Ciências Agrárias*, 31: 137–155
- Maniglia BC, Lucas A de A, Tapia-Blácido D (2014). Produção e caracterização de biofilmes do resíduo da extração do óleo de babaçu. *CIBIA 105*
- Maniglia BC, Tapia-Blácido DR (2016). Isolation and characterization of starch from babassu mesocarp. *Food Hydrocolloids*, 55: 47–55
- Masala O, Seshadri R (2004). Synthesis routes for large volumes of nanoparticles. *Annu Rev Mater Res*, 34: 41–81
- McClements DJ (2014). Nanoparticle-and microparticle-based delivery systems: Encapsulation, protection and release of active compounds. *CRC press*
- McClements DJ, Li Y (2010). Review of in vitro digestion models for rapid screening of emulsion-based systems. *Food & function*, 1: 32–59
- Nair LS, Laurencin CT (2007). Silver nanoparticles: synthesis and therapeutic applications. *Journal of biomedical nanotechnology*, 3: 301–316
- Nascimento FR, Barroqueiro ES, Azevedo APS, Lopes AS, Ferreira SC, Silva LA, Maciel MC, Rodriguez D, Guerra RN (2006). Macrophage activation induced by *Orbignya phalerata* Mart. *Journal of ethnopharmacology*, 103: 53–58
- Nomura DA, Enoki TA, Goldman C, Lamy MT (2014). Espalhamento dinâmico de luz. Apostila para a 2a Escola de Colóides da USP 1–18
- Oluwafemi OS, Vuyelwa N, Scriba M, Songca SP (2013). Green controlled synthesis of monodispersed, stable and smaller sized starch-capped silver nanoparticles. *Materials Letters*, 106: 332–336
- Organization WHO (2000). WHO report on global surveillance of epidemic-prone infectious diseases. World Health Organization

- Orsuwan A, Sothornvit R (2017). Development and characterization of banana flour film incorporated with montmorillonite and banana starch nanoparticles. *Carbohydrate polymers*, 174: 235–242
- Padilha AF (2013). Microscopia eletrônica de transmissão. Departamento de engenharia metalúrgica e de materiais da EPUSP
- Parashar UK, Kumar V, Bera T, Saxena PS, Nath G, Srivastava SK, Giri R, Srivastava A (2011). Study of mechanism of enhanced antibacterial activity by green synthesis of silver nanoparticles. *Nanotechnology*, 22: 415104
- Pinheirando (2014). Pinheiro em pauta: O Babaçu no Maranhão – 1ª parte. In: Pinheiro em pauta. <http://pinheiroempauta.blogspot.com/2014/09/o-babacu-no-maranhao-1-parte.html>. Acesso em: 17 Fev 2020.
- Porro R (2019). A economia invisível do babaçu e sua importância para meios de vida em comunidades agroextrativistas. *Bol Mus Para Emílio Goeldi Ciênc hum*, 169–188
- Portal Macaúba (2018). As palmeiras nativas do Brasil e a produção de óleo., [s.d.]. Disponível em: <<http://www.portalmacauba.com.br/2018/04/as-palmeiras-nativas-do-brasil-e.html>>. Acesso em: 17 fev. 2020
- Quelemes PV, Araruna FB, De Faria BEF, Kuckelhaus SAS, Silva DA, Mendonça RZ, Eiras C, Soares MJS, Leite JRSA (2013). Development and antibacterial activity of cashew gum-based silver nanoparticles. *International journal of molecular sciences*, 14: 4969–4981
- Raghavendra GM, Jung J, Seo J (2016). Step-reduced synthesis of starch-silver nanoparticles. *International journal of biological macromolecules*, 86: 126–128
- Rai M (2013). Nanobiotecnologia verde: biossínteses de nanopartículas metálicas e suas aplicações como nanoantimicrobianos. *Ciência e Cultura*, 65: 44–48
- Rai M, Yadav A, Gade A (2009). Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnology advances*, 27: 76–83
- Raveendran P, Fu J, Wallen SL (2003). Completely “green” synthesis and stabilization of metal nanoparticles. *Journal of the American Chemical Society*, 125: 13940–13941
- Rocha T de S (2007). Estudo da hidrólise enzimática do amido de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*): efeito do tamanho dos grânulos
- Rotello VM (2004). Nanoparticles: building blocks for nanotechnology. Springer Science & Business Media
- Roy A, Bulut O, Some S, Mandal AK, Yilmaz MD (2019). Green synthesis of silver nanoparticles: biomolecule-nanoparticle organizations targeting antimicrobial activity. *RSC advances*, 9: 2673–2702

- Sharma VK, Yngard RA, Lin Y (2009). Silver nanoparticles: green synthesis and their antimicrobial activities. *Advances in colloid and interface science*, 145: 83–96
- Silva AJ (2011). Extrativismo do coco babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) no município de Miguel Alves-PI: Caminhos para o desenvolvimento local sustentável
- Silva MCP da (2017). Micro/nanopartículas poliméricas e biodegradáveis de mesocarpo de babaçu: ação imunomoduladora na polarização de macrófagos e efeito antileishmania. UFMA.
- Silva NR da, Ferreira ACH, Faturi C, Silva GF, Missio RL, Neiva JNM, Araújo VL, Alexandrino (2012). Desempenho em confinamento de bovinos de corte, castrados ou não, alimentados com teores crescentes de farelo do mesocarpo de babaçu. *Ciência Rural*, 42: 1882–1887
- Soler MP, Vitali A de A, Muto EF (2007). Tecnologia de quebra do coco babaçu (*Orbignya speciosa*). *Food Science and Technology*, 27: 717–722
- Soto KM, Quezada-Cervantes CT, Hernández-Iturriaga M, Luna-Bárceñas G, Vazquez-Duhalt R, Mendoza S (2019). Fruit peels waste for the green synthesis of silver nanoparticles with antimicrobial activity against foodborne pathogens. *LWT* 103: 293–300
- Sousa AIP (2008) Efeitos do mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata*, Mart.) sobre a bioquímica sanguínea em animais com tumor de ehrlich. UFMA.
- Sousa Jr MRA, da Silva AT, Santana A (2017). Modificação Química do mesocarpo do coco babaçu com o polímero tetrametil-2, 6-bromoioneno para adsorção do pesticida paration metílico. UFMA
- Sugihara T, Mie M, Kobatake E (2018). Application of elastin-based nanoparticles displaying antibody binding domains for a homogeneous immunoassay. *Analytical biochemistry*, 544: 72–79
- Sun L, Chen P, Lin L (2016). Enhanced molecular spectroscopy via localized surface plasmon resonance. *Applications of Molecular Spectroscopy to Current Research in the Chemical and Biological Sciences* 383
- Teixeira MA (2008). Babassu—A new approach for an ancient Brazilian biomass. *Biomass and Bioenergy*, 32: 857–864
- Thakkar KN, Mhatre SS, Parikh RY (2010). Biological synthesis of metallic nanoparticles. *Nanomedicine: nanotechnology, biology and medicine*, 6: 257–262
- Tran HV, Dai Tran L, Ba CT, Vu HD, Nguyen TN, Pham DG, Nguyen PX (2010). Synthesis, characterization, antibacterial and antiproliferative activities of

- monodisperse chitosan-based silver nanoparticles. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 360: 32–40
- Tropicos- *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. <http://legacy.tropicos.org/name/50237823>. Accessed 17 Feb 2020e
- Venediktov EA, Ganiev RF, Padokhin VA (2010). Preparation and stabilization of silver nanoparticles in liquid water-soluble starch matrix. In: *Doklady Chemistry*. Springer, pp 82–84
- Vinhal JO, Lima CF, Barbosa LC (2014). Analytical pyrolysis of the kernel and oil of babassu palm (*Orbignya phalerata*). *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 107: 73–81
- Who (2000). WHO report on global surveillance of epidemic-prone infectious diseases. [s.l.] World Health Organization, 2000.
- Who (2018). Antimicrobial resistance. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>>. Acesso em: 17 fev. 2020.
- Whistler RL, BeMiller JN, Paschall EF (2012). Starch: chemistry and technology. *Academic Press*
- Wright CJ, Armstrong I (2006). The application of atomic force microscopy force measurements to the characterisation of microbial surfaces. *Surface and Interface Analysis: An International Journal devoted to the development and application of techniques for the analysis of surfaces, interfaces and thin films* 38: 1419–1428
- Xia Y, Halas NJ (2005). Shape-controlled synthesis and surface plasmonic properties of metallic nanostructures. *MRS bulletin*, 30: 338–348
- Yoval LS, Palacios LM, Soberanis MP, Guzmán LOS (2013). Potencial zeta como una herramienta para determinar la aglomeración de las partículas en la reducción del volumen del lodo a disponer. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53: 1689–99
- Zeeman SC, Kossmann J, Smith AM (2010). Starch: its metabolism, evolution, and biotechnological modification in plants. *Annual review of plant biology*, 61: 209–234

Aris Verdecia Peña

Graduada em 1993 como Médica na Universidad de Ciencias Médicas I de Santiago de Cuba, Cuba. Com especialização em Oftalmologia (2005 – Universidad de Ciencias Médica de la Habana, Cuba) e Medicinal Geral (1998 – Policlínico Ernesto Guevara, unidad docente de la Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba, Cuba) e Medicine Familiar (2016 – Universidad Minas Gerais, Brasil). Mestre em 2010 em Medicina Bioenergética e Natural pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba, Cuba. Desde 2018 é Professora na Universidad de Ciencias Médicas, Facultad de Medicina II, Santiago de Cuba ministrando as disciplinas Principal Integradora e Introdução na Medicina General Integral. Tem trabalhado como Medica desde 1993 nas seguintes instituciones: Policlínico Eduardo Mesa Yull, 1993-1994-Cuba; Policlínico Ernesto Guevara de la Serna, 1994 hasta la fecha-Cuba. Tem realizado Misiones de Cooperación ou contratos de trabalhos: 2002-2005, Hospital Walvis Bay. Namibia; 2007-2008, Centro Oftalmológico, San Kits y Nevis; 2008-2009, Centro Oftalmológico Maria Auxiliadora, Paraguay e 2013-2016-PSF Dumaville, Esmeralda, Minas Gerais, Brasil



ISBN 978-659906419-7



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br