



Nanopartículas de prata estabilizadas em extrato de *Bauhinia forficata* (pata-de-vaca) como tratamento auxiliar da diabetes.

*Eduardo Feitosa da Conceição*¹, *Maria Inilda Rocha de Albuquerque*², *Tacyane Araújo da Silva*³, *Raíssa Gomes da Silva*⁴, *Verônica Inácio de Oliveira*⁵, *Deuzuita dos Santos Freitas Viana*⁶, *Vicente Galber Freitas Viana*⁷

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

A síntese de nanopartículas de prata, estabilizadas em extrato de *Bauhinia forficata* pode, em princípio, apresentar propriedades biocompatíveis, permitindo a sua utilização para remediação do diabetes *mellitus*. Nesse contexto, objetivou-se com esse trabalho desenvolver nanopartículas de prata estabilizadas em extrato de *Bauhinia forficata* através da síntese verde. Para o preparo das nanopartículas de prata, 1000 mL de uma solução de nitrato de prata 1 mmol L⁻¹ foi aquecida sob agitação magnética numa chapa aquecedora até entrar em ebulição. Atingida a temperatura de ebulição, foi misturado 2 mL de citrato de sódio 1% na solução de nitrato de prata. A mistura foi mudando de cor até atingir a coloração amarela. Essa coloração indica a redução da prata com formação de nanopartículas. Após síntese, foi adicionado à solução contendo as nanopartículas o extrato aquoso das folhas de *Bauhinia forficata* previamente produzido para estabilização. A caracterização das nanopartículas obtidas e estabilizadas foi realizada por espectroscopia no Ultravioleta Visível (UV-Vis). As leituras foram feitas na faixa de comprimento de onda de 200 a 600 nm. Os resultados obtidos mostraram que as nanopartículas sintetizadas apresentaram pico de absorção com comprimento de onda em torno de 400 nm, o que evidencia a formação da prata em escala nanométrica com morfologia esférica e tamanho médio de partícula estimado entre 10 a 14 nm. Diante disso, pode-se verificar que o extrato aquoso das folhas de *Bauhinia forficata* se mostrou eficiente no processo de estabilização das NPs Ag através da síntese verde.

Palavras-chave: Extratos vegetais, Nanoestruturas, Hiperglicemia.



Silver nanoparticles stabilized in Bauhinia forficata (paw palm) extract as an auxiliary treatment for diabetes.

ABSTRACT

The synthesis of silver nanoparticles stabilized in *Bauhinia forficata* extract can, in principle, present biocompatible properties, allowing its use for remediation of diabetes mellitus. In this context, the objective of this work was to develop silver nanoparticles stabilized in *Bauhinia Forficata* extract through green synthesis. To prepare the silver nanoparticles, 1000 mL of a 1.0 mmol.L⁻¹ silver nitrate solution was heated under magnetic stirring on a heating plate until it boiled. When the boiling temperature was reached, 2 mL of 1% sodium citrate was mixed with the silver nitrate solution. The mixture changed color until it turned yellow. This coloration indicates the reduction of silver with formation of nanoparticles. After synthesis, the aqueous extract of *Bauhinia Forficata* leaves previously produced for stabilization was added to the solution containing the nanoparticles. The characterization of the obtained and stabilized nanoparticles was performed by UV-Vis spectroscopy. Readings were taken in the wavelength range of 200 to 600 nm. The results obtained showed that the synthesized nanoparticles presented an absorption peak with a wavelength around 400 nm, which shows the formation of silver on a manometric scale with spherical morphology and an estimated average particle size between 10 and 14 nm. Therefore, it can be seen that the aqueous extract of *Bauhinia Forficata* leaves was efficient in the stabilization process of Ag NPs through green synthesis.

Keywords: Plant extracts, Nanostructures, Hyperglycemia.

Instituição afiliada – ¹Graduando do Curso de Química Licenciatura pela Universidade Estadual do Maranhão, Brasil. ²Graduanda do Curso de Química Licenciatura pela Universidade Estadual do Maranhão, Brasil. ³Graduanda do Curso de Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade Estadual do Maranhão, Brasil. ⁴Graduanda do Curso de Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade Estadual do Maranhão, Brasil. ⁵Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade Estadual do Maranhão, Brasil. ⁶Prfa. Dra. do Departamento de Química e Biologia da Universidade Estadual do Maranhão, Brasil. ⁷Prof. Dr. do Instituto Federal do Piauí, Brasil.

Dados da publicação: Artigo recebido em 01 de Agosto e publicado em 08 de Setembro de 2023.

DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n4p1569-1593>

Autor correspondente: eduardocxfc@gmail.com



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o número de pessoas acometidas pela diabetes tem crescido de forma alarmante em todo o mundo. Diante disso, novas alternativas terapêuticas têm sido buscadas para o tratamento dessa doença. Uma alternativa, diz respeito ao uso de nanopartículas de prata (NPsAg) estabilizadas em extratos vegetais que mostram progresso promissor no tratamento dessa patologia (IDF, 2021; Virgem-Ortiz *et al.*, 2015).

As NPsAg estabilizadas em extratos vegetais têm sido amplamente utilizadas em aplicações antidiabéticas, tendo provado ser uma potente fonte de agentes eficazes no tratamento dessa doença e gerado expectativas quando ao surgimento de uma terapia antidiabética. No diabetes experimental, essas nanoestruturas mostram efeitos favoráveis nos níveis glicêmicos (Aguiar *et al.*, 2021; Prabhu *et al.*, 2018).

Cruz (2021), em um estudo cujo objetivo foi sintetizar e estabilizar AgNPs a partir do extrato aquoso das folhas de *Eryngium carlinae* demonstrou que as mesmas tiveram efeito hipoglicemiante em ratos diabéticos. Balan *et al.* (2016), constataram que AgNPs sintetizadas e estabilizadas a partir do extrato das folhas de *Lonicera japonica* apresentaram inibição γ -glicosidases, podendo ser um tratamento adjuvante em pacientes com diabetes.

Os extratos vegetais são bastante empregados como adjuvantes a terapia de enfermidades. O extrato de *Bauhinia forficata* é um dos mais utilizados como adjuvante no tratamento do diabetes. Estudos mostram, que os constituintes dessa planta reduzem os níveis glicêmicos, podendo servir de base para o desenvolvimento de novos agentes hipoglicemiantes (Sousa *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2012).

Diante do exposto, a síntese de nanopartículas de prata, estabilizadas em extrato de *Bauhinia forficata* pode, em princípio, apresentar propriedades biocompatíveis, permitindo a sua utilização para remediação do diabetes *mellitus*, fornecendo dados úteis para uma possível terapia nova, mais específica e menos dolorosa, em comparação as drogas e métodos usados em pacientes diabéticos hoje, além de propiciar um novo modelo de desenvolvimento de medicações de baixo consumo, acessíveis e de alto índice terapêutico para a população de renda mais baixa, a qual é a mais afetada pela doença. Assim, objetivou-se com este trabalho desenvolver nanopartículas de prata estabilizadas em extrato de *Bauhinia forficata* através da síntese verde.

2 METODOLOGIA

2.1 Tipo de pesquisa e localização da área de estudo

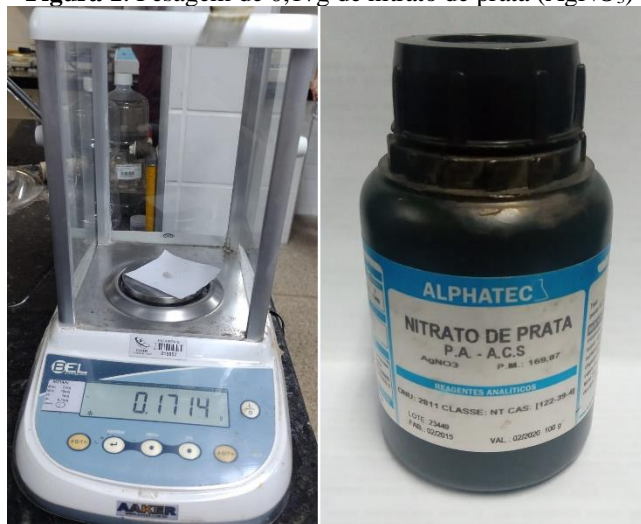
O estudo trata-se de uma pesquisa experimental com abordagem qualitativa que foi realizado nos Laboratórios de Química e Biologia da Universidade Estadual do Maranhão, campus Caxias. Localizada na Praça Duque de Caxias s/n, Morro do Alecrim, sob as coordenadas geográficas 4°51'56.2"S 43°21'19.0"W, no município de Caxias/MA.

2.2 Síntese das nanopartículas de prata (NPsAg)

2.2.1 Solução de nitrato de prata 1 mmol L⁻¹

Para o preparo da solução aquosa de nitrato de prata (AgNO₃) 1mmol L⁻¹, foram pesados 0,17g de AgNO₃ e esta massa foi dissolvida em 1 litro de água deionizada. A solução obtida foi identificada e acondicionada em um frasco âmbar até o uso (Almeida; Barbanti, 2015).

Figura 1. Pesagem de 0,17g de nitrato de prata (AgNO₃)



Fonte: Dos autores (2023)

2.2.2 Solução de citrato de sódio 1%

Para a preparo da solução aquosa de citrato de sódio 1%, foi pesado 1g de citrato de sódio e dissolvido em 100 mL de água deionizada contido em um balão volumétrico de 100 mL. A solução obtida foi identificada e acondicionada em um frasco âmbar até o uso (Almeida; Barbanti, 2015).

Figura 2. Pesagem de 1g de citrato de sódio



Fonte: Dos autores (2023)

2.2.3 Procedimento experimental

Para a síntese das nanopartículas de prata, 1000 mL da solução de nitrato de prata 1 mmol L⁻¹ foi aquecida sob agitação magnética numa chapa aquecedora até entrar em ebulição. Atingida a temperatura de ebulição, foi gotejado 2mL de citrato de sódio 1% na solução de nitrato de prata. O gotejamento ocorreu numa taxa de uma gota por segundo, sob aquecimento e agitação magnética. A mistura foi mudando de cor até atingir a coloração amarela. Essa coloração indica a redução da prata com formação de nanopartículas. Após atingir essa coloração, foi desligado o aquecimento da chapa aquecedora. No entanto, a solução foi mantida em agitação magnética (Turkevich *et al.*, 1951).

2.3 Preparo do extrato de *Bauhinia forficata* (Pata-de-vaca)

2.3.1 Coleta das folhas

As folhas de *Bauhinia forficata* foram coletadas em uma residência localizada no município de Caxias, Maranhão, durante o mês de janeiro. Seguindo as orientações e dados da pesquisa fitoquímica realizada por Silva, Miranda e Conceição (2010). Após coleta, as folhas foram devidamente armazenadas e transferidas para o Laboratório de Biologia Vegetal – “LABIVE”, da Universidade Estadual do Maranhão, campus Caxias, para a realização do experimento (Figura 3).

Figura 3. Folhas de *Bauhinia forficata* coletadas no município de Caxias/Maranhão



Fonte: Dos autores (2023)

2.3.2 Procedimento experimental

O extrato foi preparado por decocção, a partir das folhas frescas. Para tanto, 5g das folhas de *Bauhinia forficata* foram pesadas e colocadas em um béquer de 1000 mL e adicionados 500 mL de água deionizada. Em seguida, a mistura foi aquecida a uma temperatura de 85 °C por 5 minutos em forno micro-ondas. Após o tempo de aquecimento, o extrato foi devidamente tampado e deixado sob bancada para resfriamento. Posteriormente, o extrato obtido foi filtrado, identificado e armazenado em recipiente plástico devidamente higienizado de 500 mL até o uso (Figura 4).

Figura 4. Preparo do extrato aquoso das folhas de *Bauhinia forficata* (Pata-de-vaca)



Fonte: Dos autores (2023)

2.4 Estabilização das nanopartículas de prata

Foram diluídos 10 mL do extrato aquoso das folhas de *Bauhinia forficata* em 100 mL de água deionizada e adicionados em 200 mL da solução contendo as NPs de prata para estabilização. Posteriormente, a solução foi estocada em um recipiente plástico devidamente higienizado de 500 mL, onde foi etiquetada, coberta com papel alumínio para evitar o contato com a luz e armazenada sob refrigeração. Para avaliar a estabilidade de síntese, foi conduzido um estudo na qual foi analisado, por análises de espectroscopia no UV-Vis, o comportamento das nanopartículas desenvolvidas com relação ao tempo de envelhecimento (180 dias) (Almeida *et al.*, 2018).

2.5 Caracterização das nanopartículas de prata

A caracterização das AgNPs sintetizadas e estabilizadas, foi realizada através da técnica de espectroscopia no Ultravioleta Visível (UV-Vis). Foi utilizado um espectrofotômetro de marca Shimadzu UV- 1800 (Shimadzu, Kyoto, Japão) na obtenção dos espectros ultravioleta-visível (UV-Vis), efetuando-se a varredura em comprimento de onda de 200 a 600 nm em cubetas de quartzos (caminho óptico: 10 mm). A partir dos espectros puderam-se retirar parâmetros importantes, tais como o pico de absorção plasmônica de superfície (SPR) das nanopartículas, o valor máximo de absorção óptica e o comprimento de onda no máximo de absorção (Figura 5).

Figura 5. Espectrofotômetro UV-Vis utilizado na caracterização das AgNPs



Fonte: Dos autores (2023)

3 RESULTADOS

3.1 Síntese das nanopartículas de prata

A síntese das nanopartículas de prata aconteceu após a mistura da solução contendo nitrato de prata com a solução de citrato de sódio, onde alguns minutos depois observou-se uma mudança de coloração no meio reacional que passou progressivamente de incolor, para amarelo pálido, em seguida, para um amarelo mais intenso e, posteriormente, para uma coloração alaranjada conforme pode-se visualizar na figura 6.

Figura 6. Síntese das NPsAg observada pela mudança de coloração da solução



Fonte: Dos autores (2023)

A mudança de coloração da solução indica redução dos íons Ag^+ na mistura levando a formação da prata metálica (Ag^0), através de uma reação de oxirredução, sendo a primeira evidência de formação das NPsAg. Essa mudança acontece em razão da interação da luz com o sistema nanoparticulado de prata, que acaba resultando em uma oscilação coletiva dos elétrons na superfície das NPs formadas, culminando em um fenômeno conhecido como Ressonância Plasmônica de Superfície (SPR) (Lopes, 2017; Bonatto; Silva, 2014; Dada *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2018; Ahmed *et al.*, 2016).

A coloração amarela é tipicamente característica de soluções de NPs de prata e indica que a suspensão de Ag^0 é bastante estável, ou seja, as nanopartículas formadas não se agregam para a formação de partículas maiores (Melo Júnior *et al.*, 2012). Já a coloração castanha está relacionada ao aumento da concentração de nanopartículas maiores dispersas no meio reacional (Jain; Mehata, 2017; Carson *et al.*, 2020).

De acordo com Melo Júnior *et al.* (2012), o aumento das partículas de prata resulta em uma mudança de coloração da solução que sai de amarelo para laranja conforme pode-se visualizar na figura 6. Ainda segundo os autores citados, Essa modificação da tonalidade continua acontecendo apontando a formação de partículas ainda maiores até que a prata atinja a escala macroscópica, sendo necessário a estabilização das mesmas para que tal situação não aconteça.

3.2 Estabilização das nanopartículas prata

Foi adicionado à solução de nanopartículas de prata o extrato aquoso das folhas de *Bauhinia forficata* previamente produzido para a realização do processo de estabilização (Figura 7). Esse processo constitui-se um dos pontos mais importantes no curso de preparação dessas nanoestruturas, uma vez que impossibilita à agregação instantânea entre uma partícula e outra, permitindo a formação de sistemas coloidais nanoestáveis (Oliveira, 2005; Ratyakshi; Chauhan, 2009).

Figura 7. Processo de estabilização das nanopartículas prata



Fonte: Dos autores (2023)

A agregação é um fenômeno que ocorre durante a fase de síntese e/ou em etapas posteriores em que as partículas se juntam formando aglomerados chamados de agregados. Esse fenômeno é causado pela combinação de forças atrativas de Van der Waals e movimentos Brownianos que se estabelecem no meio reacional afetando a estabilidade das nanopartículas, fazendo com que as suas propriedades e características, tais como tamanho e morfologia, por exemplo, que são fundamentais para determinar suas aplicações, sejam facilmente alteradas (Kvitek, *et al.*, 2008; Murray, 2000).



Para Klabunde (2009), a obtenção de suspensões coloidais estáveis é um dos principais desafios enfrentados durante a síntese de NPs metálicas. Isso acontece devido ao tamanho reduzido dessas nanoestruturas que as tornam instáveis por apresentarem altos valores de energia superficial, o que facilita termodinamicamente a agregação instantânea das mesmas para a geração metal-metal a fim de minimizar a área total e com isso baixar a tensão de superfície do sistema (El-shishtawy; Asiri; Al-otaibi, 2011; Garcia, 2011).

Diante disso, para evitar o fenômeno da agregação faz-se uso dos denominados agentes estabilizantes no curso de preparação das nanopartículas metálicas, que vão se aderir à superfície das mesmas formando uma espécie de camada auto organizada, evitando, assim, a interação entre uma partícula e outra (Alvarez *et al.*, 2017; Sharma *et al.*, 2009). Dentre os agentes estabilizantes que são utilizados, os extratos vegetais são aqueles considerados os mais vantajosos, visto que apresentam baixa ou nenhuma taxa de toxicidade (Melo Júnior *et al.*, 2012; Murdock *et al.*, 2008).

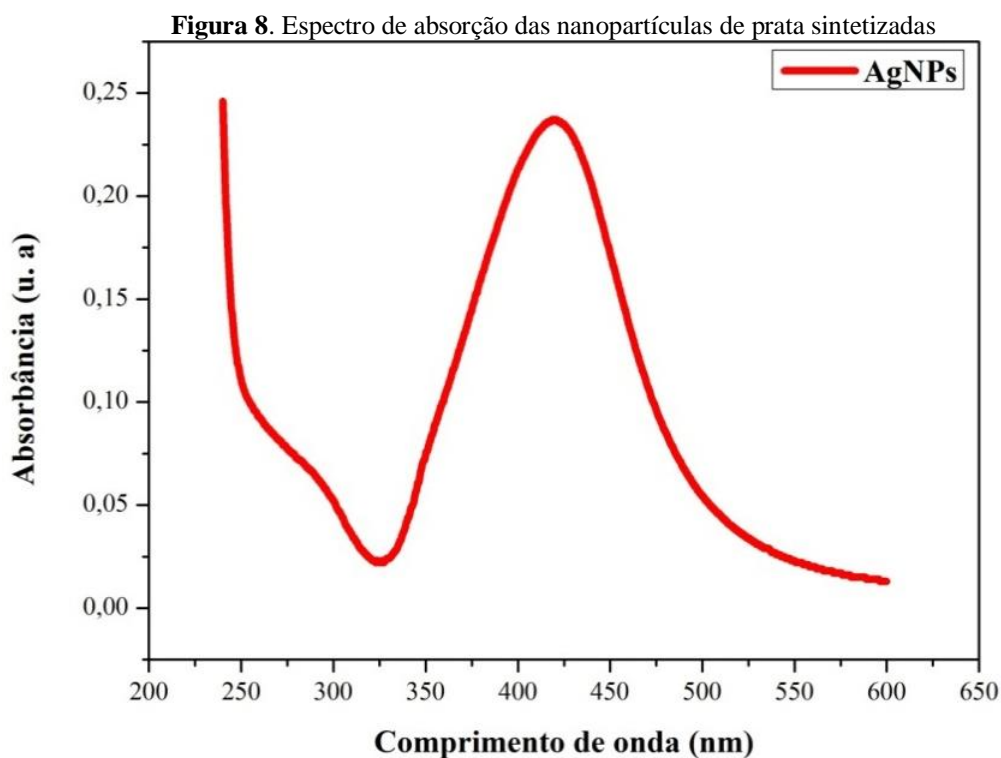
De acordo com Mondal *et al.* (2020) e Rodrigues *et al.* (2019), os extratos vegetais apresentam alto potencial estabilizante, o que dispensa a necessidade do uso de produtos químicos tóxicos nocivos aos seres vivos e ao meio ambiente, tornando o método de síntese mais sustentável. A estabilização através dos extratos ocorre devido à presença de biomoléculas presentes nas folhas das plantas, que se aderem à superfície das nanopartículas evitando o crescimento e aglomeração das mesmas, permitindo a formação de dispersões aquosas metaestáveis (coloides) (Singh *et al.*, 2016; 2018; Ebrahiminezhad *et al.*, 2017).

Nesse contexto, o extrato de pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*) além da estabilidade que pode conferir as NPs sintetizadas, teoricamente acaba proporcionando a essas estruturas propriedades farmacológicas devido à adesão de sua composição química como lactonas, flavonóides O-glicosilados, derivados do canferol e da quercetina, terpenoides, glicolipideos, taninos e quininas a superfície das mesmas, cujos estudos pré-clínicos confirmam efeitos hipoglicemiantes e antidiabético dessas substâncias (Ferreres *et al.*, 2012; Cunha *et al.*, 2010).

3.3 Caracterização das nanopartículas de prata

A formação das nanopartículas sintetizadas e estabilizadas foi confirmada pela técnica de espectroscopia eletrônica no UV-Vis, que é um método analítico eficaz e muito utilizado na identificação de propriedades eletrônicas de nanopartículas metálicas. Isso porque essas nanoestruturas apresentam comportamento óptico observável em decorrência de sua forma e tamanho, o que possibilita absorções em regiões distintas do espectro visível denominadas de bandas de plasmons, que é o fenômeno de Ressonância de Plasmônica de Superfície (RPS), podendo, portanto, serem monitoradas por UV-Vis (Silveira *et al.*, 2022; Aldayel *et al.*, 2021).

O espectro de absorção das NP_sAg sintetizadas por citrato de sódio apresentou um comprimento de onda com pico no máximo de absorção em torno de 400 nm, o que evidencia a formação da prata em escala nanométrica (Jain; Mehata, 2017; Maghsoodloo *et al.*, 2020) (Figura 8). De acordo com Lima (2011), Reis (2011), Miguel (2012) e Melo Júnior *et al.* (2012), o espectro de absorção no comprimento de onda em torno de 400 nm é tipicamente característico de solução de nanopartículas de prata com coloração amarela conforme observado na figura 6.



Fonte: Dos autores (2023)



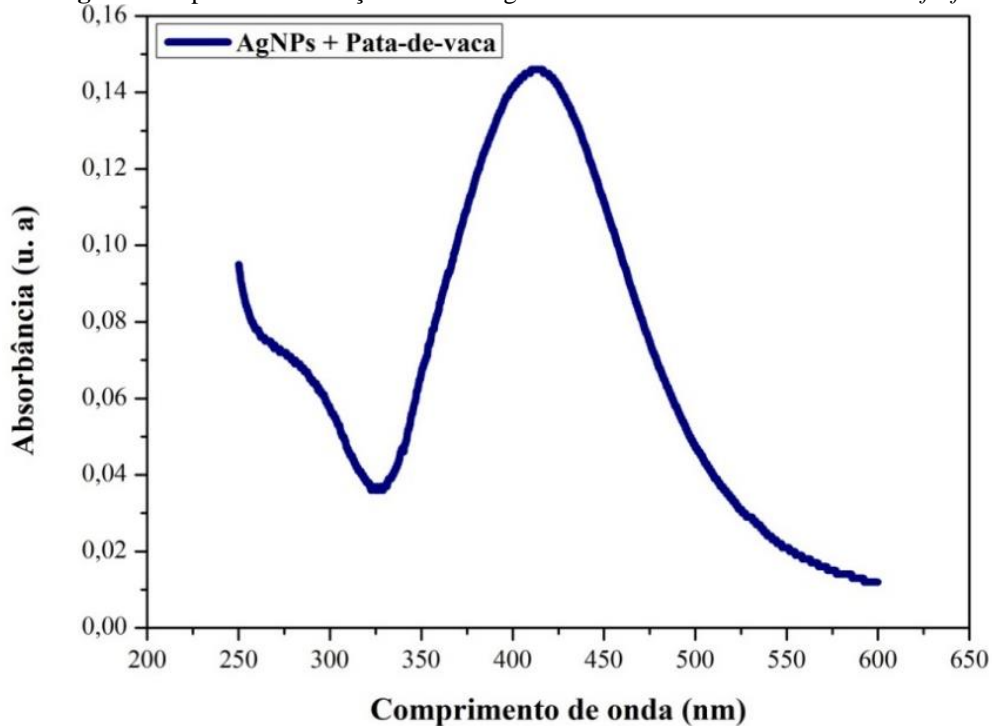
Resultados próximos foram encontrados por Santos *et al.* (2022) e Viana *et al.* (2021), que mostram espectros absorção de 416 nm e 420 nm respectivamente, para nanopartículas sintetizadas na presença de citrato de sódio e estabilizadas em extratos vegetais. Conforme Turkevich; Stevenson e Hillier (1951), essa diferença nos espectros pode estar associado ao tamanho das NPs formadas em razão da concentração do citrato sódio utilizado. Segundo Melo Júnior *et al* (2012), o espectro de absorção plasmônica de superfície das nanopartículas de prata é diretamente afetada pelo seu tamanho. Assim, absorção plasmônica a longos comprimentos de onda reflete a formação de partículas em escalas maiores (Kapoor, 1998).

Lima, Castilho e Raniero (2017), ao avaliar a influência da concentração do citrato de sódio no tamanho das NPs_{Ag}, encontraram ao final da síntese de uma de suas amostras um espectro de absorção de 416 nm, e em outra amostra um espectro máximo de 420 nm, o que segundo os autores citados pôde ser justificado pelo uso de diferentes concentrações de citrato de sódio. Silveira *et al.* (2022), em outro estudo envolvendo nanopartículas de prata utilizando citrato sódio como agente redutor, também observaram diferença nos espectros de absorção obtidos nas sínteses. De acordo com eles, no entanto, essa diferença poderia estar ligada a fatores como a sensibilidade na vazão de gotejamento do citrato de sódio, tempo de reação sob aquecimento ou taxa de resfriamento da solução.

Quanto ao espectro de absorção referente às nanopartículas de Ag estabilizadas em extrato de *Bauhinia forficata*, este apresentou uma leve diminuição no valor da absorbância. Tal fato pode estar relacionado à concentração do extrato vegetal que pode ter influenciado no processo de estabilização das nanoestruturas formadas (Hekmati *et al.*,2020; Jain; Mehata, 2017) (Figura 9).

Santos (2022), em um estudo que teve como objetivo investigar a formação das NPs de Ag através da síntese mediada por extratos aquosos da polpa de tucumã observou que a concentração do extrato teve uma leve influência sobre a absorbância, o que indica que a concentração do extrato interfere na quantidade de partículas. O valor da absorbância está diretamente associado o número de partículas presentes em solução. Dessa forma, quanto maior o valor dessa propriedade, maior é a concentração de NPs (Melo Júnior *et al.*, 2012).

Figura 9. Espectro de absorção das NP_sAg estabilizadas em extrato de *Bauhinia forficata*



Fonte: Dos autores (2023)

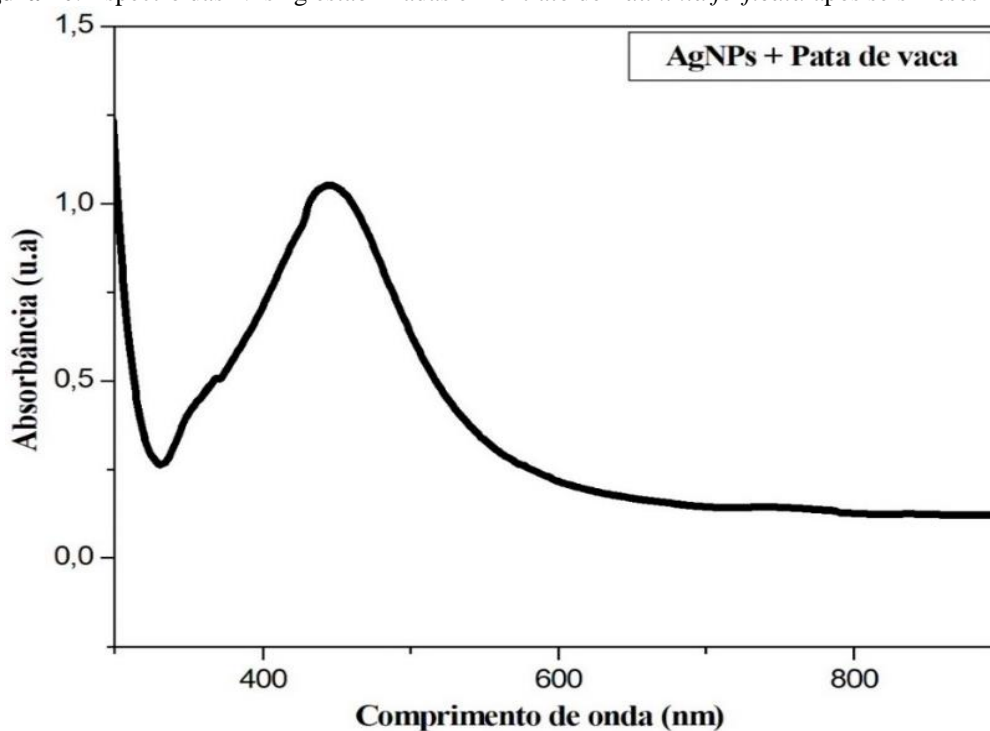
A caracterização por espectroscopia no UV-Vis, possibilitou ainda avaliar a qualidade morfológica e estimar o tamanho das nanopartículas sintetizadas. Em relação à morfologia, pôde-se prever que todas as nanopartículas formadas apresentaram morfologia próxima à esférica, característica que se relaciona à posição máxima de absorção pela banda plasmônica que foi no entorno de 400 nm (Cruz, 2010; Berni Neto, 2008; Miguel, 2012; Reis, 2011). Segundo Duran *et al.* (2019), NPs com dimensões de até 100 nm apresentam preferencialmente forma esférica.

Quanto ao tamanho, a estimativa teórica pôde ser efetuada de acordo com o indicado no trabalho de Mulfinger *et al.* (2007), que dispõe que banda situada em um comprimento de onda menor (entre 395 a 400 nm) conforme obtido neste estudo, indica a formação de NPs com dimensões entre 10 a 14 nm. O tamanho médio estimado está situado no intervalo geralmente aceito para a aplicação biológica que é entre 1 e 100 nm (Dias *et al.*, 2021). Resultados semelhantes foram encontrados por Brito; Viana e Viana, (2022), que em um trabalho que teve como objetivo sintetizar AgNPs a partir do nitrato de prata, citrato e extrato de *Mimosa tenuiflora*, estimaram nanopartículas com dimensões análogas ao deste estudo.

No que se refere ao espectro das nanopartículas após seis meses de síntese, pode-se verificar que houve um aumento do valor da absorbância e diminuição da intensidade

da banda (Figura 10). Essa situação pode ter ocorrido pelo aumento da distância das partículas ao longo do tempo, resultado da adição do extrato vegetal que pode ter alterado a interação entre as mesmas, tornando-as menos intensas e fazendo com a absorbância diminuísse. Outra possibilidade seria a formação de agregados por gravidade no decorrer dos meses, que pode ter contribuído para a diminuição de partículas em solução e, conseqüentemente, intensidade na banda de absorção (Santos 2013). Contudo, é possível observar que o pico no máximo de absorção permaneceu no entorno de 400 nm, o que descarta a ideia de agregação.

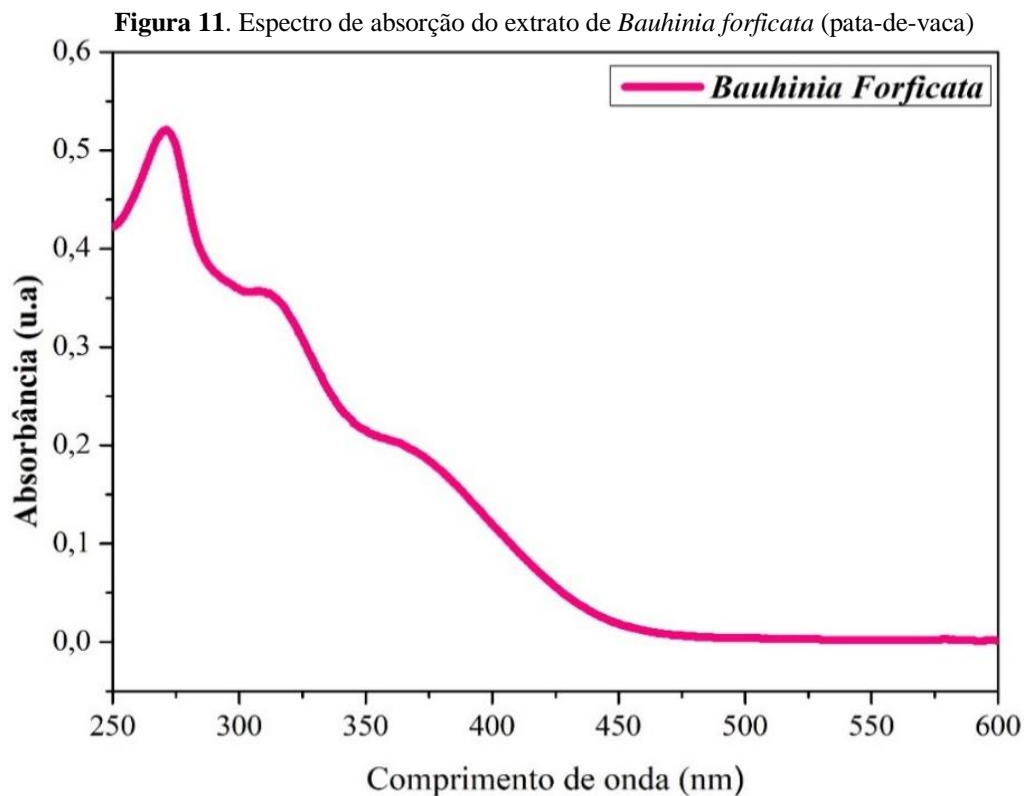
Figura 10. Espectro das NP_sAg estabilizadas em extrato de *Bauhinia forficata* após seis meses de síntese



Fonte: Dos autores (2023)

Conforme Yang *et al.* (2004), se houvesse ocorrido agregação a banda apresentaria uma largura maior, com deslocamento do pico para maiores ou menores comprimentos de onda, o que não foi o caso. Isso mostra que o tamanho das partículas sintetizadas mantiveram-se estáveis ao longo do tempo e que o extrato de *Bauhinia forficata* se mostrou eficiente no processo de estabilização das nanopartículas sintetizadas, revestindo a superfície das mesmas. Resultados análogos foram encontrados por Graça (2015), onde as nanopartículas produzidas em extrato de infusão de *L. puchury-major* mantiveram-se estáveis por um período de seis meses.

A respeito do extrato aquoso das folhas de *Bauhinia forficata*, obteve-se espectro no máximo de absorção de 270 nm (Figura 11). Semelhante ao de Fonseca Junior *et al.* (2017), que ao analisar o extrato da planta *Aniba canelilla* encontrou valores máximos de comprimento de onda entre 240 a 285 nm.



5 CONCLUSÕES

As nanopartículas de prata desenvolvidas apresentaram coloração amarela e espectro de UV-Vis centrados em aproximadamente 400 nm, o que confirma a formação da prata em escala nanométrica;

O extrato aquoso das folhas de *Bauhinia forficata* se mostrou eficiente no processo de estabilização das AgNPs, fato relacionado ao pico de absorção que se manteve no entorno de 400 nm após seis meses de síntese;

Os resultados obtidos por espectroscopia no UV-Vis indicam que as nanopartículas prata apresentam morfologia esférica e tamanho médio de partícula estimado em torno de 10 a 14 nm. O que mostra que a síntese foi bem desenvolvida.



6 REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. M. S *et al.* Inovações farmacêuticas no tratamento da diabetes. **Cadernos Camilliani**, Espírito Santo, v. 17, n. 1, p. 1788-1803, out. 2021. ISSN 2594-9640. Disponível em: <http://www.saocamiloes.br/revista/index.php/cadernoscamilliani/article/view/345>. Acesso em: 13 abr. 2023.

AHMED, S. *et al.* A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: A green expertise. **Journal of Advanced Research**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 17–28, mar 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2015.02.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-advanced-research>. Acesso em: 2 fev. 2023.

ALDAYEL, F. M.; ALSOBEG, M. S.; KHALIFA, A. In vitro antibacterial activities of silver nanoparticles synthesised using the seed extracts of three varieties of Phoenix dactylifera. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 82, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.242301>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/TzhtSKDQcXzKdCc9G97BcsN/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 29 mai 2023.

ALMEIDA *et al.* Uso de diferentes organismos bioindicadores para a avaliação da toxicidade de nanopartículas de prata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOTOXICOLOGIA, 15., 2018, Aracaju, SE. **Anais [...]**. Aracaju, SE: Sociedade Brasileira de Ecotoxicologia (SBE), 2018. p. 1103-1104. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Aline-Bernegossi/publication/331357554_Sublethal_effects_of_caffeine_in_Daphnia_magna_life_cycle_using_a_new-term_endpoint/links/5f567dc3a6fdcc9879d62356/Sublethal-effects-of-caffeine-in-Daphnia-magna-life-cycle-using-a-new-term-endpoint.pdf#page=1105. Acesso em: 12 jul. 2023.

ALMEIDA, T. F.; BARBANTI, C. B. **Síntese de nanopartículas de prata (NPsAg) a partir de extratos vegetais das cascas de laranja (citrus sinensis) e tangerina (citrus reticulada)**. 2015. 23 f. Monografia (Graduação em Química Industrial) – Faculdades Integradas Maria Imaculada- FIMI, Mogi Guaçu – São Paulo, 2015.

ÁLVAREZ, A *et al.* Microwave pretreatment to improve extraction efficiency and polyphenol extract richness from grape pomace. Effect on antioxidant bioactivity. **Food and Bioproducts Processing**, [s. l.], v. 106, p. 162-170, novembro. 2017. DOI: [10.1016/j.fbp.2017.09.007](https://doi.org/10.1016/j.fbp.2017.09.007). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/food-and-bioproducts-processing>. Acesso em: 19 dez. 2022.

BALAN, K *et al.* Atividade antidiabética de nanopartículas de prata da síntese verde usando extrato de folha de *Lonicera japonica*. **Royal Society Chemistry Advances**, [s. l.], v. 6, p. 40-162, abr 2016. DOI: [10.1039/c5ra24391b](https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/ra/c5ra24391b). Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/ra/c5ra24391b>. Acesso em: 21 dez. 2022.



BERNI NETO, E. A.; RIBEIRO, C.; ZUCOLOTTI, V. Síntese de nanopartículas de prata para aplicação na sanitização de embalagens. **Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária**, São Carlos, p. 4, nov 2008. ISSN 1517-4786 (Comunicado técnico). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/31734/1/CT992008.pdf>. Acesso em: 12 abr 2023.

BONATTO, C. C.; SILVA, L. P. Higher temperatures speed up the growth and control the size and optoelectrical properties of silver nanoparticles greenly synthesized by cashew nutshells. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 58, p. 46-54, julho. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.04.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/industrial-crops-and-products>. Acesso em: 20 nov. 2022.

BRITO, J. E.; VIANA, D. S. F.; VIANA, V. G. F. Síntese verde e caracterização de nanopartículas de prata AgNp estabilizadas em extrato de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*). **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 21611629051, abr 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29051>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd>. Acesso em: 12 jan. 2023.

CARSON, L. *et al.* Green synthesis of silver nanoparticles with antimicrobial properties using Phyla dulcis plant extract. **Foodborne Pathogens and Disease**, [s. l.], v. 17, n. 8, p. 504-511, agosto. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1089/fpd.2019.2714>. Disponível em: <https://home.liebertpub.com/publications/foodborne-pathogens-and-disease/108>. Acesso em: 22 nov. 2022.

CRUZ, D. S. M. G. **Biossíntese e caracterização de nanopartículas metálicas**. Orientador: Ana Rosa Leal Lino. 2010. 80f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: [file:///D:/Users/LAB/Downloads/ulfc055905 tm Diana Cruz.pdf](file:///D:/Users/LAB/Downloads/ulfc055905_tm%20Diana%20Cruz.pdf). Acesso em: 19 jan 2023.

CRUZ, J. L. **Efeitos antioxidantes de nanopartículas de prata de síntese verde no cérebro de ratos com diabetes experimental**. Orientador: Francisco Alfredo Saavedra Molina. 2021. 72 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Experimental) – Universidade de Michoacan de San Nicolas de Hidalgo. Morelia, Michoacán, 2021. Disponível em: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/DGB_UMICH/6515/1/IIQB-R-M-2021-1425.pdf. Acesso em: 15 mai 2023.

CUNHA, A. M. *et al.* Hypoglycemic activity of dried extracts of Bauhinia forficata Link. **Phytomedicine**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 37-41, jan 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2009.06.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/phytomedicine/vol/17/issue/1>. Acesso em: 04 abr 2023.



DADA, A. O *et al.* Silver nanoparticle synthesis by *Acalypha wilkesiana* extract: phytochemical screening, characterization, influence of operational parameters, and preliminary antibacterial testing. **Heliyon**, [s. l.], v. 5, n. 10, p. 2517, out 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02517>. Disponível em: <https://www.cell.com/heliyon/home>. Acesso em: 19 dez. 2022.

DIAS, B. P *et al.* Nanotechnology in brazil and the development of products with antimicrobial activity. **QUIMICA NOVA**, [s. l.], v. 44, n. 8, p. 1084-1092, mar 2021. DOI: 10.21577/0100-4042.20170743. Disponível em: <https://quimicanova.sbq.org.br/>. Acesso em: 19 dez. 2022.

DURÁN, N., ROLIM, W. R., DURÁN, M., FÁVARO, W. J., SEABRA, A. B. Nanotoxicologia de nanopartículas de prata: toxicidade em animais e humanos. **Química Nova**, [s. l.], v. 42(2), p. 206– 213, dez 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170318>. Disponível em: https://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6873. Acesso em: 28 nov. 2023.

EBRAHIMINEZHAD, A *et al.* Green synthesis and characterization of zero-valent iron nanoparticles using stinging nettle (*Urtica dioica*) leaf extract. *Green Processing and Synthesis*, [s. l.]. v. 6, n. 5, p. 469-475, jan 2017. DOI: <https://doi.org/10.1515/gps-2016-0133>. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/gps-2016-0133>. Acesso em 20 jan 2023.

EL-SHISHTAWY, R.; ASIRI, A.M.; AL-OTAIBI, M.M. Synthesis and spectroscopic studies of stable aqueous dispersion of silver nanoparticles. **Spectrochimica Acta Part A**, [s. l.], v. 79, p. 1505-1510, mai 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2011.05.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/spectrochimica-acta-part-a-molecular-and-biomolecular-spectroscopy>. Acesso em: 27 nov. 2022.

FERRERES, F *et al.* *Bauhinia forficata* Link authenticity using flavonoids profile: Relation with their biological properties. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 134, n. 2, p. 894-904, março 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.201>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/food-chemistry>. Acesso em: 22 jan. 2023.

FONSECA JÚNIOR, E. Q.; ALBUQUERQUE, P. M.; SILVA, G. F. Estudo fitoquímico e análise de fotoproteção dos extratos e óleos essenciais de *Aniba canelilla* (HBK) MEZ. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 0614-0620, jul 2017. DOI: <https://doi.org/10.18540/24469416030420170614>. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/jcec>. Acesso em: 20 jan. 2023.

GARCIA, M. V. D. **Síntese, caracterização e estabilização de nanopartículas de prata para aplicações bactericidas em têxteis**. Orientador: Edison Bittencourt. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em engenharia química) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2011. Disponível em: file:///D:/Users/LAB/Downloads/Garcia_MarcusViniciusDias_M.pdf. Acesso em 28 fev 2023.



GRAÇA, R. R. Licaria puchury-major (MART.): **biossíntese de nanopartículas de prata dos extratos vegetais com atividade antimicrobiana**. Orientador: Carlos Gustavo Nunes da Silva. 2015. 116 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/5099/5/Tese_RosilaneGra%e3%a7a_BIOTEC.pdf. Acesso em 19 ago. 2023.

HEKMATI, M. *et al.* Green synthesis of silver nanoparticles using extracts of *Allium rotundum* L, *Falcaria vulgaris* Bernh, and *Ferulago angulate* Boiss, and their antimicrobial effects in vitro. **Gene Reports**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 562-589, jan 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.genrep.2020.100589>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/gene-reports>. Acesso em: 17 nov. 2022.

JAIN, S.; MEHATA, M. S. Medicinal plant leaf extract and pure flavonoid mediated green synthesis of silver nanoparticles and their enhanced antibacterial property. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 1-13, nov 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15724-8>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-15724-8#citeas>. Acesso em: 29 dez. 2022.

JAIN, S.; MEHATA, M. S. Medicinal plant leaf extract and pure flavonoid mediated green synthesis of silver nanoparticles and their enhanced antibacterial property. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 1-13, nov 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15724-8>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-15724-8#citeas>. Acesso em: 29 dez. 2022.

KAPOOR, S. Preparation, characterization, and surface modification of silver particles. **Langmuir**, [s. l.], v. 14, p. 1021-1025, out 1998. DOI: <https://doi.org/10.1021/la9705827>. Disponível em: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1021/la9705827>. Acesso em: 20 jul. 2023.

Atlas de Diabetes da Federação Internacional de Diabetes (IDF). 10 ed. Bruxelas, Bélgica: 2021. *E-book*. Disponível em: <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/>. Acesso em: 21 dez. 2022.

KLABUNDE, K. J.; RICHARDS, R. M. (eds.). **Nanoscale materials in chemistry**. 2 ed. Nova York: John Wiley & Sons, 2009, p. 1-287. Disponível em: <https://www.wiley.com/en-gb/Nanoscale+Materials+in+Chemistry,+2nd+Edition-p-9780470222706>. Acesso em: 11 abr. 2023.

KVITEK, L *et al.* Effect of Surfactants and Polymers on Stability and Antibacterial Activity of Silver Nanoparticles (NPs). **Journal of Physical Chemistry**, [s. l.], v. 112, n. 15, p. 5825-5834, mar 2008. DOI: <https://doi.org/10.1021/jp711616v>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/journal/jpcafh>. Acesso em: 20 fev 2023.



LIMA, G. M., CASTILHO, M. L., RANIERO, L. (2017). Influência da concentração de citrato de sódio na formação de nanopartículas de prata. *In: XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba.* 2017. Paraíba. **Anais.** Paraíba. 2017. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/0910_0557_01.pdf.

Acesso em: 25/01/2022.

LIMA, T. H. **Modificação do cimento ortopédico com nanopartículas de prata.** Orientador: Rodrigo Lambert Oréfice. 2011. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8MTEKV/1/defesa_final_revisada_contra.pdf. Acesso em: 05 jun 2023.

LOPES, J. R. **Síntese de nanopartículas de prata (NPsAg) em soluções aquosas de fibroína de seda e gelatina.** Orientador: Marcos Akira d'Ávila. 2017. 107f. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017. Disponível em: file:///D:/Users/LAB/Downloads/Lopes_JosiasRogerio_M.pdf. Acesso em: 20 jun. 2023.

MAGHSOODLOO, S. *et al.* Green synthesis of multifunctional silver nanoparticles using quercetin and their therapeutic potential. **Nanomedicine Research Journal**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 171- 181, mai 2020. DOI: <https://doi.org/10.22034/nmrj.2020.02.008>. Disponível em: https://www.nanomedicine-rj.com/issue_6265_6481.html. Acesso em: 19 jan 2023.

MELO JÚNIOR. M. A.; SANTOS, L.S.S.; GONÇALVES, M. C.; NOGUEIRA, A. F. Preparação de nanopartículas de prata e ouro: um método simples para a introdução da nanociência em laboratório de ensino. **Química Nova**, Campinas – SP, v.35, n.9, p. 1872-1878, jul 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000900030>. Disponível em: <https://quimicanova.sbq.org.br/>. Acesso em: 08 jun 2023.

MIGUEL, C. S. C. **Síntese e Caracterização de Nanopartículas FeOx/Au/Ag em Multicamada Nucleo-concha.** Orientador: João Manuel Cunha Rodrigues. 2012. 139f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Aplicada) - Universidade da Madeira, Portugal, 2012. Disponível em: <https://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/465/1/MestradoCarlaMiguel.pdf>. Acesso em: 05 jun 2023.

MONDAL, A. H. *et al.* Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Culture Supernatant of *Shewanella sp.* ARY1 and Their Antibacterial Activity. **International Journal of Nanomedicine**, [s. l.], v.15, p. 8295–8310, jan 2023. DOI: <https://doi.org/10.2147/IJN.S274535>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.2147/IJN.S274535?needAccess=true&role=button>. Acesso em: 08 jun 2023.



MULFINGER, L *et al.* Synthesis and study of silver nanoparticles. **Journal of chemical education**, [s. l.], v. 84, n. 2, p. 322, fev 2007. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed084p322>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/toc/jceda8/84/2>. Acesso em: 12 nov 2022.

MURDOCK, R. C *et al.* Characterization of nanomaterial dispersion in solution prior to in vitro exposure using dynamic light scattering technique. **Toxicological sciences**, [s. l.], v. 101, n. 2, p. 239-253, ago 2008. DOI: 10.1093/toxsci/kfm240. Disponível em: <https://academic.oup.com/toxsci>. Acesso em: 27 dez 2022.

MURRAY, C. B.; KAGAN, C. R.; BAWENDI, M. G. Síntese e caracterização de nanocristais Monodispersos e Conjuntos de nanocristais compactos. **Rev. Mater. Science**, [s. l.], v. 30, p. 545-610, [s.d.]. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.matsci.30.1.545>. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/loi/matsci>. Acesso em: 19 dez 2022.

OLIVEIRA, M. **Nanopartículas de prata e seus nanocompósitos com polianilina: síntese, caracterização e propriedades**. Orientador: Aldo José Gorgatti Zarbin. 2005. 174f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/3098?show=full>. Acesso em: 13 mai. 2023.

PRABHU, S.; VINODHINI, S.; ELENCHZHIAN, C.; RAJESWARI, D. Avaliação da atividade antidiabética de nanopartículas de prata sintetizadas biologicamente (AgNPs) usando *Pouteria sapota* em ratos diabéticos induzidos por STZ. **J Diabetes**, Índia, v. 10 (1), p. 28-42, mai 2017. DOI: 10.1111/1753-0407.12554. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/17530407>. Acesso em: 20 mai. 2023.

RATYAKSHI, C.; CHAUHAN, R.P. Colloidal Synthesis of Silver Nano Particles. **Journal of Chemistry**, Índia – Asian, v. 21, n. 10, p. 113-116, jan 2009. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jchem/>. Acesso em: 20 mai 2023.

REIS, M. O. **Desenvolvimento e caracterização de nanocompósitos produzidos a partir de miniemulsão acrílica aquosa contendo nanopartículas de prata**. Orientador: Rodrigo Lambert Oréfice. 2011. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS8R9MKP/1/disserta_o_m_lvia_oliveira_dos_reis.pdf. Acesso em: 05 jun. 2023.

RODRIGUES, J. F. B *et al.* Aplicação de método estatístico no estudo da influência do peróxido de hidrogênio e do borohidreto de sódio na síntese de nanopartículas de prata. **Matéria**, Rio Janeiro, v. 24, n. 3, p. 1-9, jan 2019. DOI: DOI:10.1590/s1517-707620190003.0708. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/rm/index>. Acesso em: 17 abr. 2022.



SANTOS, L. P. M *et al.* Nanopartículas de prata estabilizadas em extrato hidroalcolico de mentha piperita como coadjuvante no tratamento da depressão. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 15, p. e468111537653-e468111537653, nov 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i15.37653>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd>. Acesso em: 12 jan. 2023.

SANTOS, N. T. **Nanopartículas de ouro como sistema de liberação de droga associada a Berberina: síntese e caracterização**. Orientador: Araken dos Santos Werneck Rodrigues. 2013. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Universidade de Brasília, Ceilândia, Brasília, 2013. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/13865/1/2013_NaiaraTeodosiodosSantos.pdf. Acesso em: 20 nov. 2022.

SANTOS, S.S. **Síntese de nanopartículas de prata mediada por extratos vegetais de Astrocaryum aculeatum (tucumã)**. Orientador: Gustavo Frigi Perotti. 2022. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) – Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2022. Disponível em: https://www.riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/6579/6/TCC_%20MarcoTapudima.pdf.pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.

SHARMA, V. K.; YNGARD, R. A.; LIN, Y. Silver nanoparticles: Green synthesis and their antimicrobial activities. **Adv Colloid Interface Sci**, [s. l.], v. 154, p. 83-96, jan 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cis.2008.09.002>. Disponível em: <file:///D:/Users/LAB/Downloads/SilvernanoparticlesGreensynthesisandtheirantimicrobialactivities.pdf>. Acesso em: 29 mai 2023.

SILVA M.C.C.; SANTANA L. A, Mentele R, Ferreira RS, Miranda A, Silva-Lucca RA, Sampaio MU, Correia MTS, Oliva MLV. Purification, primary structure and potential functions of a novel lectin from Bauhinia forficata seeds. **Process Biochem**. [s. l.], V. 47, p. 1049-1059, jul 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2012.03.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359511312001110>. Acesso em: 14 ago. 2023.

SILVA, N. L. A.; MIRANDA, F. A. A.; CONCEIÇÃO, G. M. Triagem Fitoquímica de Plantas de Cerrado , da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum , Caxias , Maranhão. **SCIENTIA PLENA**, [s. l.], v. 6, p. 1–17, fev. 2010. Disponível em: <https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/22/14>. Acesso em: 20 abr. 2022.

SILVEIRA, R *et al.* Nanopartículas de prata: síntese, atividade antibacteriana e comparativo com um desinfetante comum. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**, [s. l.], v. 19, p. 1-5, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/2176-1523.20222638>. Disponível em: <https://www.tecnologiammm.com.br/article/10.4322/2176-1523.20222638/pdf/tmm-19-e2638.pdf>. Acesso em: 25 abr 2023.

SINGH, D. K. *et al.* Mycosynthesis of bactericidal silver and polymorphic gold nanoparticles: physicochemical variation effects and mechanism. **Nanomedicine**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 191-207, dez 2018. DOI: <https://doi.org/10.2217/nmm-2017-0235>. Disponível em: <https://www.futuremedicine.com/journal/nmm>. Acesso em 28 mai 2023.



SINGH, P. *et al.* Biological synthesis of nanoparticles from plants and microorganisms. *Trends in Biotechnology*, [s. l.], v. 34, n. 7, p. 588-599, jul 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2016.02.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/trends-in-biotechnology>. Acesso em 07 mai. 2023.

SOUZA, B. V. C, *et al.* *Bauhinia forficata* no tratamento do diabetes mellitus: uma revisão de patentes. **Parecer de Especialista sobre Patentes Terapêuticas**, [s. l.], v. 28, n. 2, p. 129-138, dez 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/13543776.2018.1409208>. Disponível em: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1080/13543776.2018.1409208>. Acesso em: 17 abril 2023.

TURKEVICH, J.; STEVENSON, P. C.; HILLIER, J. A study of the nucleation and growth processes in the synthesis of colloidal gold.. Inglaterra: Faraday **Discussions London**, [s. l.], v. 11, p.55, mai 1951. DOI: <https://doi.org/10.1039/DF9511100055>. Disponível em: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1039/DF9511100055>. Acesso em 22 abr 2023.

VIANA, A. V.; VIANA, D. dos S. F.; FIGUEIRÊDO, G. S. de .; BRITO, J. E. de .; VIANA, V. G. F. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles in curcumin and cashew extract (*Anacardium occidentale*) . **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 6, p. e11310615512, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i6.15512. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15512>. Acesso em: 5 sep. 2023.

VIRGEN-ORTIZA, A *et al.* Nanopartículas de prata biocompatíveis sintetizadas usando rumex o extrato de himenosepal diminui os níveis de glicose em jejum em ratos diabéticos. **Revista Digest de Nanomateriais e Bioestruturas**, [s. l.], v. 10, n. 3, jul-setembro. 2015. Disponível em: https://chalcogen.ro/927_Virgen.pdf. Acesso em: 20 fev 2023.

WANG, M. *et al.* Probing bianisotropic biomolecules via a surface plasmon resonance sensor. **Optics express**, [s. l.], v. 26, n. 22, p. 28277-28287, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1364/OE.26.028277>. Disponível em: <https://opg.optica.org/oe/fulltext.cfm?uri=oe-26-22-28277>. Acesso em 02 jun 2023.

YANG, J. *et al.* A highly efficient phase transfer method for preparing alkylamine-stabilized Ru, Pt, and Au nanoparticles. **Journal of Colloid and Interface Science**, [s. l.], v. 277, n. 1, p. 95-99, Sep 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.03.074>. Disponível em: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.03.074>. Acesso em 19 de ago. 2023.