

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DO TRAIRI  
GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM**

**GISLANNE STÉPHANNE ESTEVAM DA SILVA**

**ANÁLISE DAS PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS DE NANOPARTÍCULAS  
DE PRATA RUBRA FRENTE A DUAS BACTÉRIAS GRAM-NEGATIVAS**

**SANTA CRUZ – RN**

**2019**

GISLANNE STÉPHANNE ESTEVAM DA SILVA

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA RUBRA FRENTE A DUAS BACTÉRIAS GRAM-NEGATIVAS

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Enfermagem.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Dany Geraldo Kramer Cavalcanti e Silva

Coorientador: Prof<sup>o</sup> Dr. José Heriberto Oliveira do Nascimento

SANTA CRUZ – RN

2019

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial da Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi - FACISA

Silva, Gislanne Stephanie Estevam da.

Análise das propriedades antimicrobianas de nanopartículas de prata rubra frente a duas bactérias gram-negativas / Gislanne Stephanie Estevam da Silva. - 2019.

22 f.: il.

Artigo Científico (Graduação em Enfermagem) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi. Santa Cruz, RN, 2019.

Orientador: Dany Geraldo Kramer Cavalcanti e Silva.

Coorientador: José Heriberto Oliveira do Nascimento.

1. Antimicrobiano - Artigo Científico. 2. Nanopartículas - Artigo Científico. 3. Prata - Material - Artigo Científico. I. Silva, Dany Geraldo Kramer Cavalcanti e. II. Nascimento, José Heriberto Oliveira do. III. Título.

RN/UF/FACISA

CDU 616-093/098

GISLANNE STÉPHANNE ESTEVAM DA SILVA

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA RUBRA FRENTE A DUAS BACTÉRIAS GRAM-NEGATIVAS

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Enfermagem.

Aprovado em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Dany Geraldo Kramer Cavalcanti e Silva - Orientador  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Jéssica Naiara de Medeiros Araújo - Membro da banca  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

---

Prof<sup>a</sup>. Ms. Maria Leonor Paiva da Silva - Membro da banca  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

*Dedico este trabalho a minha mãe Cleide, minha avó Dalvinha e meu irmão Júlio César, por acreditar em mim, me apoiar e incentivar, mostrando que o caminho da educação, apesar de árduo, é compensador. Em vocês encontro forças para prosseguir.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ser meu sustento nos dias bons e difíceis, por ser meu amparo e meu refúgio em todos os momentos, por me dar a certeza de sua presença onipotente e confortadora, a qual, em muitos momentos, foi determinante em minhas escolhas, dentre elas a de seguir.

À minha mãe, que sempre me estimulou a estudar e me norteou nessa difícil caminhada, mostrando-me que, de fato, o conhecimento nos conduz a experiências inimagináveis e a sermos grandes. Também ao meu irmão, que, embora tenha sentido constantemente minha ausência, sempre agiu com maturidade, dando-me forças através de sua alegria a cada um de nossos encontros, e a minha avó, guerreira e exemplo de vida, por todos os conselhos e carinho, por me apresentar a perseverança como uma amiga que nos permite alçar voos duradouros.

Ao meu orientador, por ter me acolhido desde o primeiro período. Obrigada por ter feito tanto por mim, pela paciência e compreensão, pelo zelo em me fazer crescer através da análise minuciosa dos erros, assim como pelo reforço positivo dos acertos. Minha formação profissional não teria sido a mesma sem a sua colaboração. Você tornou possível a realização e conclusão deste trabalho.

Ao setor de Engenharia Têxtil da UFRN Campus Central, sendo representado pelo meu coorientador Prof<sup>o</sup>. Dr. José Heriberto e ao engenheiro têxtil Rivaldo, que sempre estiveram disponíveis e me ajudaram a conduzir a pesquisa da melhor forma possível.

Aos meus familiares e amigos, em especial Cidinha, Bruna, Paloma e Bárbara, com quem compartilhei momentos preciosos durante esse tempo e irei levar as lembranças comigo para onde eu for. Vocês me proporcionaram momentos de alegria e leveza.

Minha eterna gratidão a todos.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	09
2. METODOLOGIA.....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4. CONCLUSÃO.....	19
5. REFERÊNCIAS.....	20

**Resumo:** Os nanomateriais podem desempenhar um papel importante nas aplicações antibacterianas, como a incorporação de nanopartículas de prata (AgNPs) em tecidos da área médica, podendo contribuir para contornar bactérias resistentes a antibióticos como a *Klebsiella* spp e *Escherichia coli*, que pode acarretar infecções oportunistas em mucosas e pele. Este estudo objetivou sintetizar nanopartículas de prata e sua incorporação em tecido de algodão para testes frente à *Klebsiella* spp e *Escherichia coli*. A síntese da solução coloidal de AgNP rubra foi realizada utilizando-se  $\text{AgNO}_3$  (0,1 mM); citrato trissódico (100 mM), polivinilpirrolidona (0,24 g) e peróxido de hidrogênio. A partir desta solução, o tecido de algodão previamente tratado com cloreto de polidialildimetilamônio (PDDA) foi impregnado (relação tecido solução 100/500, agitadas por 30 minutos). O material produzido foi analisado por FTIR; DLS e Espectroscopia de Reflectância. A atividade antimicrobiana foi realizada pela técnica de microdiluição frente à *Klebsiella* spp e *Escherichia coli*, em tubos estéreis contendo BHI, sendo acrescida solução de prata (1); Tecido contendo AgNP - 4 mm (2); Controle negativo (3) e Controle positivo - ceftriaxona (4). No teste qualitativo observou-se atividade antibacteriana pelo tecido impregnado com a AgNP e a solução inicial. As partículas de AgNP obtiveram tamanho médio de 24,75 nm e o tecido impregnado com AgNP registrou junto absorção UV-Visível, maior intensidade entre 450 - 500 nm. As AgNPs sintetizadas demonstram excelente atividade antimicrobiana frente a *Klebsiella* spp e *Escherichia coli*, apresentando papel importante em aplicações vinculadas destas nanotecnologia e nanomedicina, com alternativa a bactérias multirresistentes a antibióticos.

**Palavras-chave:** Nanopartículas. Prata. Antibacteriano.

**Abstract:** Nanomaterials may play an important role in antibacterial applications, such as the incorporation of silver nanoparticles (AgNPs) into medical tissues, and may help bypass antibiotic resistant bacteria such as *Klebsiella* spp and *Escherichia coli*, which may lead to opportunistic mucosal infections. and skin. This study aimed to synthesize silver nanoparticles and their incorporation in cotton fabric for testing against *Klebsiella* spp and *Escherichia coli*. Synthesis of AgNP rubra colloidal solution was performed using AgNO<sub>3</sub> (0.1 mM); trisodium citrate (100 mM), polyvinylpyrrolidone (0.24 g) and hydrogen peroxide. From this solution, the cotton fabric previously treated with polydiallyldimethyl ammonium chloride (PDDA) was impregnated (100/500 solution fabric ratio, shaken for 30 minutes). The material produced was analyzed by FTIR; DLS and Reflectance Spectroscopy. The antimicrobial activity was performed by microdilution technique against *Klebsiella* spp and *Escherichia coli* in sterile tubes containing BHI, with silver solution added (1); AgNP-containing tissue - 4 mm (2); Negative Control (3) and Positive Control - Ceftriaxone (4). In the qualitative test, antibacterial activity was observed by tissue impregnated with AgNP and the initial solution. AgNP particles had an average size of 24.75 nm and the AgNP-impregnated tissue recorded UV-Visible absorption, higher items between 450 - 500 nm. The synthesized AgNPs demonstrate excellent antimicrobial activity against *Klebsiella* spp and *Escherichia coli*, playing an important role in linked applications of these nanotechnology and nanomedicine, as an alternative to antibiotic-resistant bacteria.

**Keywords:** Nanoparticles. Silver. Antibacterial.

## 1 Introdução

A ascensão de bactérias resistentes é um problema maior nos dias atuais e, apoia-se no uso rotineiro de antibióticos de forma irracional, incluindo, tempo prolongado e escolhas indevidas. Quando se fala em resistência bacteriana destacam-se as enterobactérias (DINIZ; SANTOS, 2019).

O gênero *Klebsiella* spp refere-se a bactérias que são bacilos gram-negativos e que fazem parte das *Enterobacteriaceae*. São microrganismos considerados oportunistas visto que estão associadas a pacientes hospitalizados e imunocomprometidos podendo ocasionar infecções sérias do trato respiratório, urinário, mucosas e peles (queimaduras e feridas) (PERNA et al., 2015; NAJERA et al., 2017).

Esta bactéria pode sobreviver na pele e ambientes secos por longo período, sendo um motivo de preocupação crescente, pois têm se observado crescentes casos de multirresistência a antibióticos, principalmente em infecções de pele, já que algumas espécies são produtoras de Beta-lactamases acarretando em potencial causa de morbimortalidade severa entre pacientes hospitalizados (PERNA et al., 2015; HENDRIK et al., 2015; HARADA et al., 2016).

*Escherichia coli*, é uma bactéria gram-negativa da família Enterobactereas, causadora de infecções graves que vão desde infecções acometendo o trato urinário, ferida operatórias, corrente sanguínea, até sepse. Destaca-se por sua capacidade de aderência aos tecidos humanos favorecendo a multiplicação e infecção (DINIZ; SANTOS, 2019).

Desta forma, o desenvolvimento de tecidos e soluções para aplicação nesta área se faz relevante, dentre os quais os íons metálicos de nanopartículas, especialmente a prata nanoparticulada (AgNP, são materiais eficazes desenvolvidos em têxteis médicos (MONTAZER et al., 2016; IBRAHIM; HASSAM, 2016).

A utilização de nanopartículas de prata é justificada, pois, a simples impregnação de nitrato de prata em tecidos não é adequada, pois em contato com a luz e o ar, o material tende a se tingir de marrom-escuro. Além disso, quanto menor as partículas de pratas, maior será o efeito antimicrobiano (MONTAZER et al., 2016; IBRAHIM; HASSAM, 2016).

O efeito antimicrobiano das nanopartículas de prata se deve aos danos que causam na membrana bacteriana (ligação a membrana); à alteração do DNA

bacteriano e comprometimento da síntese proteica bacteriana (SHAHENN; ABY, 2018; IBRAHIM; HASSAM, 2016; NATEGHI; KHALIBAD, 2015).

Assim, estudos voltados ao desenvolvimento de prata nanopartículada é justificado como opções de contorno as resistências bacterianas observadas no gênero *Klebsiella spp* e *Escherichia coli*. Desta forma o presente estudo objetivou analisar as propriedades antimicrobianas de solução de nanopaticula de prata e tecido impregnado com este material frente à *Klebsiella spp* e a *Escherichia coli*.

## **2 Metodologia**

Este estudo trata-se de uma pesquisa laboratorial (in vitro) de natureza experimental, com abordagem qualitativa. Para Gil (2007), “a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto”.

A síntese da solução de nanopartículas de prata e a impregnação em tecido foi realizada no laboratório de Engenharia Têxtil na UFRN Campus Central, e os testes microbiológicos no laboratório multidisciplinar, na UFRN/FACISA.

A pesquisa se deu no período de outubro de 2018 a julho de 2019.

### **a. Preparação da solução de nanopartícula de prata**

Inicialmente, foram preparadas isoladamente soluções aquosas de  $\text{AgNO}_3$  (0,1 mM, 200 mL), citrato trissódico (100 mM, 3,6 mL), polivinilpirrolidona (0,24 g) e peróxido de hidrogênio (30% em peso, 0,48 mL). As soluções foram misturadas e agitadas a temperatura ambiente, e finalizada com adição de 0,85 mL de solução de Boro-hidreto de sódio (100 mM), sendo obtida a solução de rubra coloidal de nanopartículas de prata (TAG et al., 2012; RAZA et al., 2016).

### **b. Preparação do tecido de algodão e impregnação da solução coloidal de prata**

Os tecidos de algodão industrializados foram inicialmente lavados com água deionizada e em seguida submersos em uma solução aquosa (2%) de cloreto de polidialildimetilamônio (PDDA) por 12 horas. Ao final deste período o tecido foi lavado com água deionizada e seco à temperatura ambiente. Na sequência os tecidos tratados com PDDA foram imersos na solução de nanopartículas de prata, na proporção de tecido-solução 100/500, sendo agitadas por 30 minutos. Ao final foram lavadas com água deionizada e secas à temperatura ambiente (TAG et al., 2012).

### **c. Preparo da suspensão bacteriana**

As suspensões de *Klebsiella spp* e *Escherichia coli*, inicialmente cultivadas em meio líquido BHI (Brain Heart Infusion), foram reativadas à 37°C/24 h. Na sequência fez-se a ressuspensão em cinco mL de solução fisiológica (NaCl 0,89%) estéril através do uso da alça de platina (5 alçadas) até atingir turbidez equivalente na escala 0,5 de Mac Farland (1,5 x 10<sup>8</sup> bact/mL) (TAG et al., 2012; RAZA et al., 2016).

### **d. Determinação da atividade antibacteriana pelo método da microdiluição**

Nesta etapa foram utilizados tubos estéreis contendo 1,5 mL de caldo BHI, estes foram identificados, como controle positivo (1), controle negativo (2), solução de prata (3) e tecido de prata (4). Em cada tubo foram acrescentados 50 µL da suspensão bacteriana de *Klebsiella spp* e *Escherichia coli*. Na sequência foram acrescentados nos tubos: controle positivo (ceftriaxona), controle negativo (1,5 mL de água deionizada), solução de prata (1,5 mL de solução de nanopartícula de prata) e tecido com prata (4 mm de tecido impregnado com nanopartícula de prata). Ao final foram levados à estufa bacteriológica e mantidos por 24h (SILVA et al., 2015; SULEIMAN et al. 2015).

### **e. Caracterização da nanopartícula de prata (AgNP)**

#### **Análise Dinâmica de Dispersão da Luz (DLS)**

A análise de dispersão de luz dinâmica (DLS) foi realizada para se medir o tamanho médio das partículas das AgNPs em solução coloidal. A amostra foi inicialmente sonicada por 5 min para se obter uma dispersão uniforme das partículas seguida da análise com quatro varreduras - Aparelho Brookhaven Nanobrook - modelo: 90plus PALS (KAVITHA et al., 2018).

#### **Análise de absorvância por Espectroscopia UV visível**

A caracterização do tecido impregnado por AgNP foi analisada utilizando espectroscopia UV. A redução de AgNP foi monitorizada medindo a absorvância da mistura reacional na faixa de 400-700 nm - Espectrofotômetro Shimadzu - modelo: UV-2600.

### Análise de Fourier transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR)

A nanoprata sintetizada e os tecidos utilizados no estudo foram caracterizados através da espectrofotometria ATR-FTIR, através de área de escaneamento entre  $3750\text{--}500\text{ cm}^{-1}$ , com 128 escaneamentos de repetições e resolução ajustado em  $4\text{ cm}^{-1}$  - BRUKER - modelo: FT-IR VERTEX 70.

### 3 Resultados e discussões

#### a. Síntese e caracterização da AgNP

A síntese da nanopartícula de prata rubra (AgNP) foi realizada com sucesso, conforme ilustrado na figura, ao final do processo, o  $\text{AgNO}_3$  foi convertida em prata rubra, com mudança de cor na solução (Figura 01 - A) A partir desta solução colorida, realizou-se o tratamento do tecido de algodão, obtendo-se uma eficaz impregnação, apresentado na Figura 01 - B.

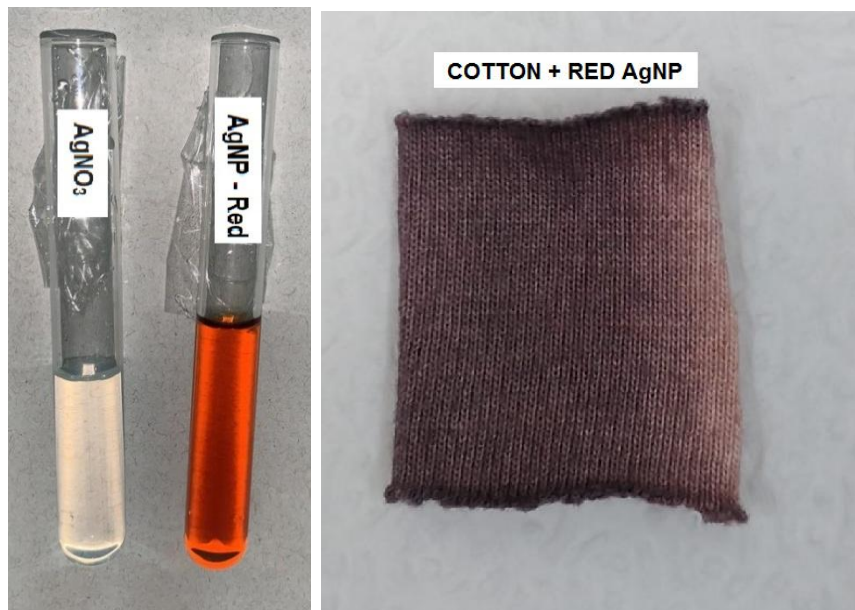


Figura 01: A - Solução de AgNP rubra sintetizada; B - Tecido de algodão impregnado com AgNP rubra.

A presente síntese foi conseguida através da técnica de redução dos íons prata ( $\text{Ag}^+$ ) em solução aquosa, que se conseguida pela utilização do citrato de sódio e / ou boro-hidreto de sódio, favorecendo a formação de prata metálica livre ( $\text{Ag}^0$ ), formando-se ao final as AgNPs, que determinada pela mudança na coloração do material para a cor rubra / vermelha. De forma complementar, a adição do PVP, contribui para estabilizar as AgNPs, impedindo sua aglomeração (TAG et al., 2012; RAZA et al., 2016; MUKHERJI et al., 2019) .

A primeira caracterização realizada foi com a solução coloidal de nanopartículas de prata, que foi analisada através da Análise Dinâmica de Dispersão da Luz (DLS), que se baseia na difração do laser em uma amostra de forma a se obter o tamanho das partículas em solução (Tabela 01)

Tabela 01: Determinação do tamanho de nanopartículas de prata (DLS)

Polidispersidade	Diâmetro (nm)
0,501	18,99
0,470	33,43
0,288	28,13
0,445	18,46
<b>Tamanho médio (nm)</b>	<b>24,75</b>

A geometria e o tamanho das AgNPs com a luz incidente gera a polidispersidade, que permite a análise do tamanho médio das partículas em solução coloidal, conforme descrito por Aragão et al (2016). Como se observa na tabela 01, a solução coloidal obtida apresenta nanopartículas de Ag de tamanhos pequenos, fato, que contribui com a atividade bactericida das AgNPs, pois facilita integração com a membrana e penetração na estrutura bacteriana, podendo comprometer o DNA e síntese proteica (ARAGÃO et al., 2016; MONTAZER et al., 2016; IBRAHIM; HASSAM, 2016).

O tecido de algodão impregnado e não impregnado com a AgNP foi analisado por absorção UV-Visível, sendo observado que o tecido com AgNPs rubra apresenta picos de maior intensidade entre 450 - 500 nm (figura 01).

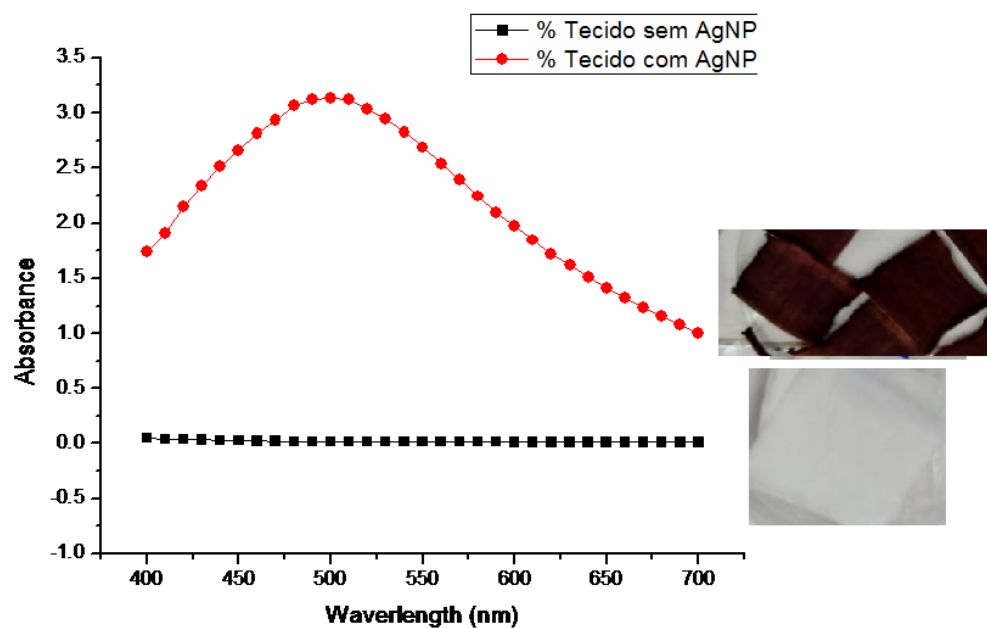


Figura 02: Análise de Espectroscopia de Reflectância dos tecidos com e sem AgNP.

Conforme observado no gráfico, o tecido sem as AgNPs, apresenta baixa absorbância UV, enquanto o tecido impregnado com AgNP rubra demonstra uma faixa de absorbância característica de maior intensidade entre 450-500 nm, devido ao modo de excitação de seu plasmídeo de superfície que das nanopartículas de prata, semelhante ao observado na literatura (RAJKUMAR et al., 2016; MOODLEY et al., 2018).

A figura 03 ilustra o espectro da AgNP (A) com picos de maior intensidade entre  $1500 - 1610 \text{ cm}^{-1}$  e  $3,200 - 3,100 \text{ cm}^{-1}$ . Já os espectros dos tecidos utilizados no estudo (B) apresentam picos de maior intensidade entre:  $3300-3400 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1200 - 1350 \text{ cm}^{-1}$  e  $2000 - 2100 \text{ cm}^{-1}$ .

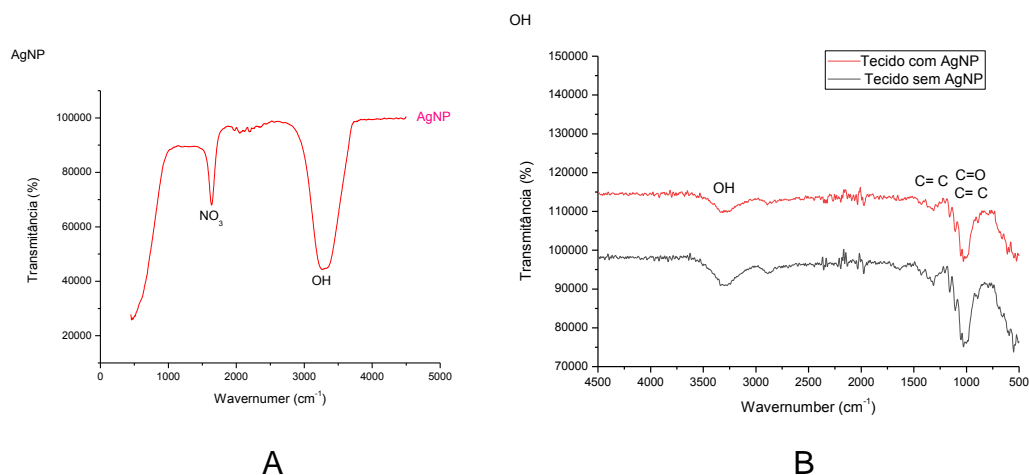


Figura 03: Espectro de FTIR: A – Nanopartícula de Ag; B – Tecido inatura e tecido com AgNP

As bandas observadas no espectro da AgNP referem-se a picos da vibração de NO<sub>3</sub> e OH que são típicos da síntese da nanoprata (VELMURUGANA et al., 2014; HANAN et al., 2014). O espectro dos tecidos apresentam picos de OH, C=C e C=O, material típico de material orgânico como os derivados de algodão. Foi possível se observar que os picos do tecido tratado, em especial OH ( $3.300 - 3400 \text{ cm}^{-1}$ ) reduziram de intensidade, demonstrando que houve adsorção das AgNPs no tecido.

Portanto, é possível se afirmar que o tratamento do tecido com a solução de nanoprata não afetou a estrutura molecular do tecido, uma vez que os picos se

matem característicos nos dois espectros, só ocorrendo redução na intensidade dos picos no tecido tratado, resultante da adsorção física de nanopartículas de prata na superfície do tecido tratado (HANAN et al., 2014; VELMURUGANA et al., 2015; SAYED et al., 2018).

#### b. Testes microbiológicos

Inicialmente foi realizado um teste qualitativo sobre a capacidade de inibição *in vitro* pela técnica de micro diluição frente à *Klebsiella spp* e *Escherichia coli* pela solução AgNP rubra (Figura 04).

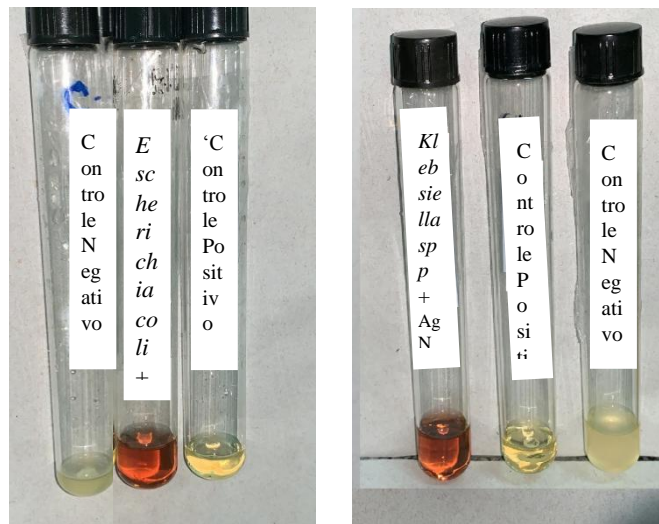


Figura 04: Análise da atividade antimicrobiana pela AgNP

Conforme observado, os tubos contendo AgNP permaneceram translúcidos, indicando que não houve crescimento bacteriano, sendo a cor rubra decorrente da solução de nanopartícula de prata utilizada, semelhante, na ausência de turbidez, ao observado no controle positivo (ceftriaxona). Por outro lado, o tubo contendo o controle negativo (água deionizada) apresentou-se turvo, demonstrando que ocorreu o crescimento bacteriano. Esta atividade está semelhante ao observado em outros estudos, sendo justificada pelas ações da AgNP sobre a *Klebsiella spp* e *Escherichia coli*, como a inibição do metabolismo e produção de biofilme bacteriano, além e danos estruturais (AHMED et al., 2016; EL-KALIUBOBY et al., 2018).

Por fim, realizou-se um teste qualitativo baseado na microdiluição, adaptado de Silva et al., (2015) e Suleiman et al. (2015), com a solução coloidal e o tecido impregnado com AgNPs, conforme ilustrado na figura 05.

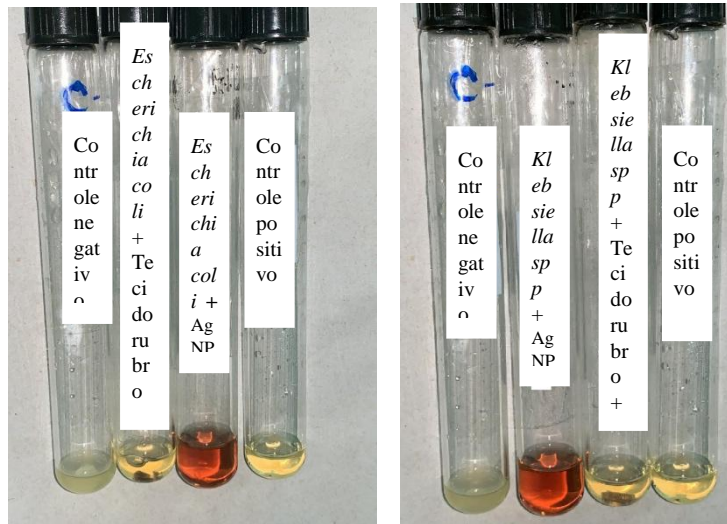


Figura 05: Análise da atividade antimicrobiana da solução AgNP e tecido (cotton) + AgNP frente a *Escherichia coli* e *Klebsiella spp.*

Conforme observado os tubos contendo a solução coloidal de AgNP rubra, o tecido tratado com AgNP e o controle positivo (antibiótico) permaneceram translúcidos, o que expressa a ausência de crescimento bacteriano em relação ao controle negativo, que continha tecido não tratado, ficando turvo em decorrência do crescimento da *Escherichia coli* e *Klebsiella spp.* Desta forma, demonstrou-se que tanto a AgNP em solução como a impregnada no tecido foram capazes de inibir a proliferação bacteriana no período analisado, semelhante ao observado Balakumaran et al., (2016) e Lorenz et al., (2012).

O uso de nanopartículas nos tecidos gera uma maior funcionalidade, demonstrando sua capacidade de atividade antimicrobiana, sendo uma importante para o tratamento de tecidos hospitalares, contribuindo para inibição de bactérias resistentes a antibióticos, como a *Escherichia coli* e *Klebsiella spp.*, podendo-se mitigar riscos de infecções hospitalares, por exemplo (AHMED et al., 2016; EL-KALIUBOBY et al., 2018).

#### **4 Conclusões**

Com base nos dados apresentados, conclui-se que as nanopartículas de prata apresentaram tamanhos médios de 24,75 nm, sendo possível a integração delas no tecido de algodão. Da mesma forma, o teste qualitativo do tecido impregnado com a AgNP, demonstrou capacidade de inibir o crescimento bacteriano.

Neste contexto, novos estudos sobre atividade do tecido impregnado com a nanopartícula de prata coloidal deverá ser estendido de forma que possam fornecer uma estratégia emergente para combater patógenos resistentes a doenças no futuro.

## Referências

Ahmed, A.; Khan, A. K.; Anwar, A. Biofilm inhibitory effect of chlorhexidine conjugated gold nanoparticles against *Klebsiella pneumoniae*. *Microbial Pathogenesis* Volume 98, September 2016, Pages 50-56. DOI: 10.1016/j.micpath.2016.06.016.

Aragão, A. P.; Oliveira, T. M.; Quelemes, P. V. Green synthesis of silver nanoparticles using the seaweed *Gracilaria birdiae* and their antibacterial activity. *Arabian Journal of Chemistry*, v 10, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2016.04.014>.

Balakumaran, M.d. et al. In vitro biological properties and characterization of nanosilver coated cotton fabrics – An application for antimicrobial textile finishing. *International Biodeterioration & Biodegradation*, [s.l.], v. 107, p.48-55, fev. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.11.011>.

Conlon, Brian P. et al. Persister formation in *Staphylococcus aureus* is associated with ATP depletion. *Nature Microbiology*, [s.l.], v. 1, n. 5, p.1-7, 18 abr. 2016. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1038/nmicrobiol.2016.51.

Diniz, Alena Mileo Monteiro; SANTOS, Rose Mary Correa Santos. Ocorrência de *Escherichia coli* e *Klebsiella* spp produtoras de ESBL em Hospital Universitário, na cidade de Manaus - AM. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*, [s.l.], v. 9, n. 2, p.129-133, 2 abr. 2019. APESC - Associação Pro-Ensino em Santa Cruz do Sul. <http://dx.doi.org/10.17058/reci.v9i2.12152>

El-kaliuoby, M. I.; Khali, A. M.; El-khatib, A. M. Synergistic Antibacterial Effect of Silver Nanoparticles and Extremely Low-Frequency Pulsed Magnetic Fields on *Klebsiella pneumoniae*. *Journal of Applied Biology & Biotechnology* Vol. 6(06), pp 039-045, November-December, 2018. DOI: 10.7324/JABB.2018.60606

Hanan, M. H. E; Aled, H. B. Zahran, M. K.. Characterization of nanosilver coated cotton fabrics and evaluation of its antibacterial efficacy. *Carbohydrate Polymers*. Volume 107, 17 July 2014, Pages 174-181. DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.02.024 .

Harada, K.; Shimizu, T.; Mukai Y. Phenotypic and Molecular Characterization of Antimicrobial Resistance in *Klebsiella* spp. Isolates from Companion Animals in Japan: Clonal Dissemination of Multidrug-Resistant Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase-Producing *Klebsiella pneumoniae*. *Front. Microbiol.*, 29 June 2016. DOI: 10.3389/fmicb.2016.01021.

Hendrik, T. C.; Voor, V. F.; Vos, M. C. Clinical and Molecular Epidemiology of Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing *Klebsiella* spp.: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Plos One*, 20, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0140754

Ibrahim, H.M.M.; Hassam, M. S. Characterization and antimicrobial properties of cotton fabric loaded with green synthesized silver nanoparticles. *Carbohydrate Polymers* Volume 151, 20 October 2016, Pages 841-850. doi: 10.1016/j.carbpol.2016.05.041.

Kavitha, K.; Elaiyakumar, R.; Sanoatgm A. Formulation and evaluation of antimicrobial gel embedded with plant derived silver nanoparticles. *Pharmacological and Pharmaceutical Reports*, V1.,13-21, 2018. DOI: 10.26524/pr181 2.

Lkhagvajav, N.; Yasa, I; Celik, C. Antimicrobial Activity Of Colloidal Silver Nanoparticles Prepared By Sol-Gel Method. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* Vol. 6, No 1, January-March 2011, p. 149 – 154.

Lorenz, C. et al. Characterization of silver release from commercially available functional (nano)textiles. *Chemosphere*, [s.l.], v. 89, n. 7, p.817-824, out. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.04.063>.

Moodley, J. S.; Krishna, S. B. N.; Pilay, K., Green synthesis of silver nanoparticles from *Moringa oleifera* leaf extracts and its antimicrobial . *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology* 9 (2018). <https://doi.org/10.1088/2043-6254/aaabb2>.

Montazer, M.; Keshivri, A.; Kahali, A. Tragacanth gum/nano silver hydrogel on cotton fabric: In-situ synthesis and antibacterial properties. *Carbohydrate Polymers* Volume 154, 10 December 2016, Pages 257-266. DOI:10.1016/j.carbpol.2016.06.084

Mukherji, S.; Bharti, S.; Shukla, G. Synthesis and characterization of size- and shape-controlled silver nanoparticles. *Physical Sciences Review*, v2. n3, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1515/psr-2017-0082>.

Najera, J. C. C.; Ramos, U. G.; Camacho, H. B. Hypervirulence and hypermucoviscosity: Two different but complementary *Klebsiella* spp. phenotypes? *Journal Virulence*, v. 8, I 7, 2017. DOI: 10.1080/21505594.2017.1317412.

Nateghi, M. R.; Khalibad, M. S. Silver nanowire-functionalized cotton fabric. *Carbohydrate Polymers* Volume 117, 6 March 2015, Pages 160-168. DOI:10.1016/j.carbpol.2014.09.057.

Ouda, S. M. Some Nanoparticles Effects on *Proteus sp.* and *Klebsiella Sp.* Isolated from Water. *American Journal of Infectious Diseases and Microbiology*, 2014, Vol. 2, No. 1, 4-10. DOI:10.12691/ajidm-2-1-2.

Perna, T. D. G. S.; Puiati, M. A.; Perna, D. H. Prevalência de infecção hospitalar pela bactéria do gênero *klebsiella* em uma Unidade de Terapia Intensiva. *Rev Soc Bras*

Clin  
lil-749185.

Med.

2015

abr-jun;13(2):119-23

Prema, P.; Thangapandiyam, S.; Immanuel, G. CMC stabilized nano silver synthesis, characterization and its antibacterial and synergistic effect with broad spectrum antibiotics Carbohydrate Polymers, Volume 158, 20 February 2017, Pages 141-148. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.11.083.

Rajkumar, K. S.; Kanipadian, N.; Thirunipugan, R. Toxicity assessment on haematology, biochemical and histopathological alterations of silver nanoparticles-exposed freshwater fish *Labeo rohita* Applied Nanoscience January 2016, Volume 6, Issue 1, pp 19–29. DOI 10.1007/s13204-015-0417-7.

Raza, M. A.; Kanwal, Z.; Rauf, A. Size- and Shape-Dependent Antibacterial Studies of Silver Nanoparticles Synthesized by Wet Chemical Routes. Nanomaterials 2016, 6(4), 74. DOI: 10.3390/NANO6040074.

Sayed, R.; Saad, H.; Hagagy, N. Silver nanoparticles: characterization and antibacterial properties. Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali March 2018, Volume 29, Issue 1, pp 81–8. DOI <https://doi.org/10.1007/s12210-017-0663-6>.

Shahenn, T. I.; Aby, A. A. E. In-situ green myco-synthesis of silver nanoparticles onto cotton fabrics for broad spectrum antimicrobial activity. International Journal of Biological Macromolecules Volume 118, Part B, 15 October 2018, Pages 2121-2130. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.07.062.

Silva, A.M.A.P.; Silva, A..M Silva; Masson, R.D. Avaliação da atividade antimicrobiana da planta *Tradescantia pallida* Munt (Taboquinha Roxa). Rev. bras. plantas med. vol.17 no.3 Botucatu July/Sept. 2015. DOI: [http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/12\\_188](http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/12_188).

Suleiman, M.; Masri, M.; Ali, A. A. Synthesis of Nano-sized Sulfur Nanoparticles and their Antibacterial Activities. J. Mater. Environ. Sci. 6 (2) (2015) 513-518. ISSN : 2028-2508.

Tag, B.; Zhang, M.; Hou, X. Coloration of Cotton Fibers with Anisotropic Silver Nanoparticles. Ind. Eng. Chem. Res., 51, 12807–12813, 2012. DOI: 10.1021/ie3015704.

Velmurugana, P.; Choa, M.; Lee, S. M.. Antimicrobial fabrication of cotton fabric and leather using green-synthesized nanosilver. Carbohydrate Polymers Volume 106, 15 June 2014, Pages 319-325. DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.02.021.