

**FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA DE MOSSORÓ
CURSO DE BACHAREL EM BIOMEDICINA**

**EMILLY PRAXEDES PEREIRA
JAMILY DE OLIVEIRA GAMA**

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO
HIDROALCOÓLICO DE *Anacardium occidentale* CONTRA *Staphylococcus spp.*
MULTIRRESISTENTE**

**MOSSORÓ
2025**

**EMILLY PRAXEDES PEREIRA
JAMILY DE OLIVEIRA GAMA**

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO
HIDROALCOÓLICO DE *Anacardium occidentale* CONTRA *Staphylococcus spp.*
MULTIRRESISTENTE**

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró (FACENE/RN), como requisito obrigatório, para obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador(a): Prof.^a. Ma. Bruna Jéssica Dantas de Lucena Andrade

**MOSSORÓ
2025**

Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró/RN – FACENE/RN.
Catalogação da Publicação na Fonte. FACENE/RN – Biblioteca Sant'Ana.

P436a Pereira, Emilly Praxedes.

Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato hidroalcoólico de *Anacardium occidentale* contra *Staphylococcus spp.* multirresistente / Emilly Praxedes Pereira; Jamily de Oliveira Gama. – Mossoró, 2025.

21 f. : il.

Orientadora: Prof.^a Ma. Bruna Jéssica Dantas de Lucena Andrade.

Artigo científico (Graduação em Biomedicina) – Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró.

1. Antimicrobianos. 2. Resistência bacteriana. 3. *Anacardium occidentale*. I.Gama, Jamily de Oliveira. II. Andrade, Bruna Jéssica Dantas de Lucena.

CDU 615.849

**EMILLY PRAXEDES PEREIRA
JAMILY DE OLIVEIRA GAMA**

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO
HIDROALCOÓLICO DE *Anacardium occidentale* CONTRA *Staphylococcus spp.*
MULTIRRESISTENTE**

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró (FACENE/RN), como requisito obrigatório, para obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Aprovada em ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Ma. Bruna Jéssica Dantas de Lucena Andrade – Orientador(a)
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Prof. Me. Francisco Vicente de Andrade Neto – Avaliador(a)
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Prof.^a. Ma. Antonia Isabelli Bezerra da Silva – Avaliador(a)
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO
HIDROALCOÓLICO DE *Anacardium occidentale* CONTRA *Staphylococcus spp.*
MULTIRRESISTENTE**

**EVALUATION OF THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF THE
HYDROALCOHOLIC EXTRACT OF *Anacardium occidentale* AGAINST
MULTIDRUG-RESISTANT *Staphylococcus spp.***

EMILLY PRAXEDES PEREIRA
JAMILY DE OLIVEIRA GAMA

RESUMO

A bactéria *Staphylococcus spp.* gram-positiva está presente em vários tipos de infecção, como infecções cutâneas, infecções na corrente sanguínea e respiratórias. O extrato foi adquirido a partir de cascas de *Anacardium occidentale*, uma planta que contém compostos bioativos, como: flavanoides e taninos. A pesquisa teve como objetivo avaliar a atividade antimicrobiana do extrato de *Anacardium occidentale* contra cepas resistentes de *Staphylococcus spp.*. O experimento foi realizado utilizando o método de delineamento inteiramente casualizado, sendo feito por difusão em ágar para verificar a formação dos halos de inibição e comparar a eficácia do extrato com antibióticos convencionais. As cepas analisadas apresentaram altos índices de resistência, principalmente à oxacilina, amoxicilina e tetraciclina, com ocorrência de heteroresistência. O extrato de *A. occidentale*, demonstrou ação antimicrobiana significativa, com halos médios variando entre 13 e 17 mm, principalmente em concentrações mais elevadas e na forma pura. As amostras mais sensíveis apresentaram resultados semelhantes aos de antibióticos como cefalexina e amikacina, evidenciando potencial terapêutico relevante. Dessa forma, o extrato de *Anacardium occidentale* revela-se uma alternativa natural promissora para o controle de cepas resistentes, contribuindo para o avanço de estudos sobre o uso de produtos vegetais no combate à resistência bacteriana.

PALAVRAS-CHAVE: Antimicrobianos; Resistência bacteriana; *Anacardium occidentale*

ABSTRACT

The gram-positive bacterium *Staphylococcus spp.* is present in various types of infections, such as skin infections, bloodstream infections, and respiratory infections. The extract was obtained from the bark of *Anacardium occidentale*, a plant containing bioactive compounds such as flavonoids and tannins. The research aimed to evaluate the antimicrobial activity of *Anacardium occidentale* extract against resistant strains of *Staphylococcus spp.*. The experiment was conducted using a completely randomized design, performed by agar diffusion to verify the formation of inhibition halos and compare the efficacy of the extract with conventional antibiotics. The analyzed strains showed high resistance rates, mainly to oxacillin, amoxicillin, and tetracycline, with occurrences of heteroresistance. The *A. occidentale* extract demonstrated significant antimicrobial action, with average halos ranging between 13 and 17 mm, mainly at higher concentrations and in pure form. The most sensitive samples showed results similar to those of antibiotics such as cephalexin and amikacin, demonstrating relevant therapeutic potential. Therefore, *Anacardium occidentale* extract reveals itself as a promising natural alternative for controlling resistant strains, contributing to the advancement of studies on the use of plant products in combating bacterial resistance.

KEYWORDS: Antimicrobials; Bacterial resistance; *Anacardium occidentale*.

1 INTRODUÇÃO

Desde a descoberta do primeiro antibiótico por Alexander Fleming, em 1928, esses medicamentos revolucionam a medicina, proporcionando um avanço significativo no tratamento de infecções bacterianas. A introdução da penicilina nos tratamentos de infecções, marcou o início de uma nova era na saúde pública, reduzindo drasticamente a mortalidade, possibilitando o desenvolvimento de procedimentos médicos mais seguros, como cirurgias e transplantes. No entanto, apesar da importância dos antibióticos, o uso indiscriminado e inadequado desses medicamentos tem levado ao surgimento da resistência bacteriana, um dos maiores desafios da saúde pública global.¹

Dentre os diversos microrganismos existentes, destaca-se o *Staphylococcus spp*, uma bactéria Gram-positiva presente em vários tipos de infecção, inclusive na microbiota normal, e considerada um dos patógenos mais infames e disseminados. Essa bactéria pode causar infecções cutâneas, infecções na corrente sanguínea e respiratórias. Para o tratamento dessas enfermidades, foi desenvolvida, na década de 1950, a meticilina, um antibiótico que, com o tempo, induziu ao surgimento de cepas resistentes, conhecidas como *Staphylococcus spp* resistente à meticilina (MRSA). Atualmente, a resistência dessa cepa tem se agravado devido às mutações genéticas e à multirresistência adquirida, comprometendo o mecanismo de ação dos antibióticos disponíveis.²

Diante desse cenário, o uso de plantas medicinais tem emergido como uma alternativa terapêutica para enfrentar a resistência bacteriana. As farmacopeias médicas mais antigas de países africanos, árabes e asiáticos ainda utilizam plantas e ervas no tratamento de infecções e outras doenças, uma vez que os metabólitos ativos presentes nesses organismos conseguem interagir com sistemas biológicos, permitindo sua aplicação em tratamentos terapêuticos.³

Entre as plantas medicinais de destaque, encontra-se o cajueiro (*Anacardium occidentale*), uma espécie tropical de origem brasileira pertencente à família Anacardiaceae. Sua maior concentração de produção ocorre nos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, embora a planta possa se adaptar a diferentes condições climáticas, expandindo-se para outros continentes, como a África e a Ásia. Além de possuir nutrientes essenciais, como vitaminas, minerais e proteínas, o *Anacardium occidentale* apresenta propriedades terapêuticas reconhecidas tanto na medicina popular quanto na científica.⁴

Tradicionalmente, diversas partes do cajueiro, como folhas, casca e fruto, são utilizadas no tratamento de várias condições de saúde. Os compostos fenólicos, caracterizados pela presença de uma estrutura aromática e múltiplos grupos hidroxila, são amplamente

reconhecidos por suas propriedades antimicrobianas. O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*), uma planta tropical abundante no Brasil, destaca-se como uma rica fonte desses compostos bioativos. Estudos indicam que os fenólicos presentes no caju possuem um importante potencial de ação contra microrganismos patogênicos, contribuindo para o combate a bactérias resistentes e fortalecendo sua aplicabilidade em terapias antimicrobianas naturais.⁵

O *Anacardium occidentale* contém compostos bioativos com efeitos antimicrobianos, antioxidantes e anti-inflamatórios. Flavonóides, taninos, alcaloides, cardóis e cardanoís são algumas das substâncias presentes na planta que demonstram atividade antimicrobiana, atuando principalmente contra bactérias Gram-positivas, como *Staphylococcus spp.*⁶

A resistência bacteriana, especialmente de *Staphylococcus spp*, tem se tornado um grande desafio para a saúde pública, dificultando o tratamento de infecções como pneumonia, endocardite e septicemia. Como alternativa, produtos naturais, como o extrato de *Anacardium occidentale* (cajueiro), têm sido investigados por suas propriedades antimicrobianas. No entanto, há uma falta de estudos sobre a eficácia desse extrato contra cepas resistentes de *Staphylococcus spp*. Assim, questiona-se se o extrato de caju pode ser uma solução viável para o controle dessas infecções resistentes.

O extrato de *Anacardium occidentale* (cajueiro), tradicionalmente utilizado na medicina popular para tratar infecções, tem mostrado potencial na inibição de microrganismos patogênicos devido à sua composição bioativa. No entanto, sua eficácia contra cepas resistentes de *Staphylococcus spp* ainda precisa ser investigada. Este estudo justifica-se pela necessidade de avaliar o extrato de caju como uma alternativa natural e acessível para o controle de infecções bacterianas, contribuindo para o desenvolvimento de novos agentes terapêuticos.

Neste sentido, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a atividade antimicrobiana do extrato de *Anacardium occidentale L.* (cajueiro) contra cepas resistentes de *Staphylococcus spp*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento experimental

O estudo realizado em vitro consistiu na aplicação do extrato do *Anacardium occidentale* a diferentes cepas de *Staphylococcus spp* de forma aleatória, garantindo que cada unidade experimental tenha recebido o mesmo tratamento, sendo um delineamento inteiramente casualizado.

Esse delineamento é amplamente utilizado em pesquisas laboratoriais, pois permite a comparação entre grupos tratados e controle, minimizando a influência de variáveis não controladas. No caso específico deste estudo, as variáveis dependentes foram: a taxa de inibição do crescimento bacteriano, a integridade da membrana celular e a formação de biofilme, enquanto as variáveis independentes foram as diferentes concentrações do extrato testado.

A aleatorização dos tratamentos entre as unidades experimentais contribui para a validade dos resultados, assegurando que os efeitos observados sejam de fato decorrentes da ação dos compostos bioativos do *A. occidentale* e não de fatores externos.

2.2 Coleta e preparação do extrato de *Anacardium occidentale*

O extrato foi proveniente da casca do caule da planta. Primeiramente, a casca ficou em processo de secagem por uma semana, a uma temperatura 33 °C. Após esse período, foi triturada em pó e, em seguida, passou pelo processo de extração, seguindo a metodologia de Silva *et al.*, (2006). A extração foi realizada por meio do processo de maceração em temperatura ambiente, utilizando uma solução hidroalcoólica a 70% como solvente. Após a extração, o extrato foi concentrado em rota-vapor a uma temperatura constante de 50 °C.

O potencial de rendimento do extrato hidroalcoólico de *Anacardium occidentale* foi avaliado após concentração em rotaevaporador. Para a extração, utilizou-se um volume total de 500 mL de solvente. Após o processo de evaporação, foram recuperados 260 mL de extrato concentrado, correspondendo a um rendimento de 52%. Esse valor reflete a eficiência do método de extração empregado, fornecendo uma estimativa do volume de extrato recuperado e do potencial de obtenção de compostos bioativos presentes na amostra. As concentrações do extrato para os testes de atividade antimicrobiana foram preparadas nas concentrações de 10%, 20%, 30% e 40%.

2.3 Cultivo e isolamento de *Staphylococcus spp* multirresistente

As cepas de *Staphylococcus spp.* foram obtidas a partir de amostras de produtos de origem animal. Para isso, foram coletados 5 g de cada amostra (Tabela 1), que foram armazenados em recipientes estéreis e mantidos sob refrigeração até a chegada ao Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Enfermagem Nova Esperança (FACENE), onde se iniciaram os testes.

Tabela 1. Distribuição quantitativa das amostras coletadas no mês de Agosto de 2025 para início das análises microbiológicas.

AMOSTRA	ORIGEM	QUANTIDADE
A01	Frango	5g
A02	Frango	5g
A03	Frango	5g
A04	Frango	5g
A05	Frango	5g
A06	Queijo	5g
A07	Queijo	5g
A08	Queijo	5g
A09	Queijo	5g
A10	Queijo	5g

Com o apoio do Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal (LIPOA), localizado na Universidade Federal do Semiárido (UFERSA), Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, Mossoró-RN, CEP 59.625-900, as cepas foram isoladas em meio Baird Parker, enriquecido com emulsão de gema de ovo e telurito, permitindo o isolamento e a diferenciação das cepas de *Staphylococcus spp*. Após o crescimento, as cepas características foram submetidas ao teste de sensibilidade antimicrobiana, com o objetivo de avaliar sua resistência ou sensibilidade a diferentes agentes antimicrobianos.

2.4 Testes de atividade antimicrobiana método de difusão em ágar

As cepas isoladas foram primeiramente padronizadas na escala 0,5 de MacFarland, garantindo a uniformidade da carga bacteriana. Posteriormente, as cepas foram inoculadas em placas de Petri contendo o meio de cultura Mueller-Hinton, que oferece as condições ideais para o crescimento bacteriano. Após a inoculação, foram posicionados discos estéreis impregnados com as diferentes concentrações do extrato de *Anacardium occidentale* (10%, 20%, 30% e 40%) na superfície do ágar, para a avaliação da atividade antimicrobiana, por meio da observação dos halos de inibição de crescimento bacteriano. A análise foi realizada em duplicata, onde cada cepa foi submetida ao teste nas concentrações do extrato de *Anacardium occidentale* e aos antibióticos padrões (Tabela 2), a fim de comparar a efetividade antimicrobiana do extrato em relação aos antibióticos convencionais.

Tabela 2. Antibióticos que serão utilizados no teste de sensibilidade antimicrobiana em cepas de *Staphylococcus spp.*

Nome	Sigla	Concentração	Resistência (\leq mm)	Sensibilidade (\geq mm)
Amoxicilina	AMO	1 μ g	\leq 26	\geq 27
Cefalexina	CEF	30 μ g	\leq 21	\geq 22
Cefoxitina	CFO	30 μ g	\leq 21	\geq 22
Oxacilina	OXA	1 μ g	\leq 10	\geq 13
Amicacina	AMI	30 μ g	\leq 14	\geq 15
Eritromicina	ERI	15 μ g	\leq 20	\geq 21
Tetraciclina	TET	30 μ g	\leq 21	\geq 22
Sulfazotrim	SUT	25 μ g	\leq 10	\geq 16
Penicilina	PEN	1 μ g	\leq 26	\geq 27

2.5 Análise estatística dos resultados

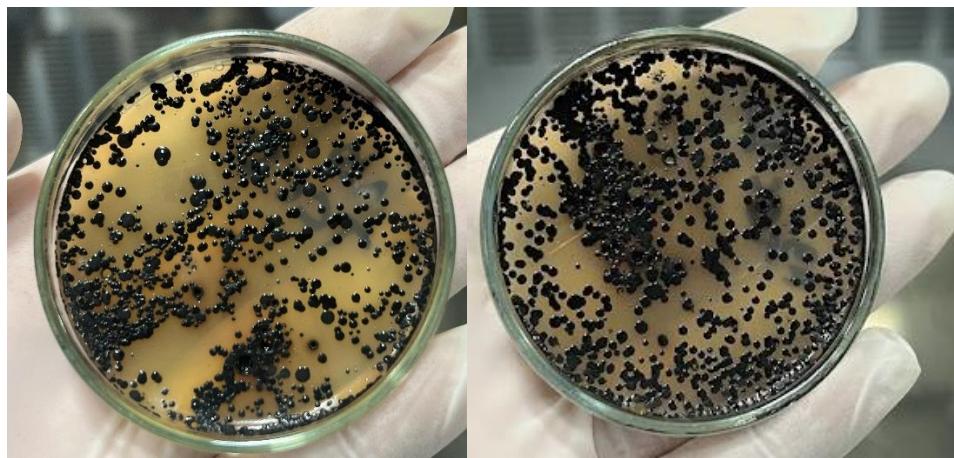
A análise dos dados foi realizada utilizando o Microsoft Excel, com o objetivo de organizar as medições dos diâmetros das zonas de inibição e gerar gráficos representativos dos resultados obtidos. As médias dos halos foram calculadas para cada tratamento, incluindo discos impregnados com extrato e antibióticos convencionais, permitindo a visualização comparativa do efeito de cada substância. Os resultados foram apresentados de forma clara e ilustrativa por meio de gráficos, facilitando a interpretação e a comparação entre os diferentes grupos experimentais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Inoculação das amostras e crescimento bacteriano

As amostras inoculadas no meio Baird Parker foram consideradas positivas após o crescimento de colônias com características morfológicas de coloração preta ou acinzentada, convexas e rodeadas com halos claros, sendo uma morfologia indicativa de *Staphylococcus spp* (Figura 1).

Figura 1. Colônias em meio Baird Parker com morfologia característica para cepas de *S. aureus*.



Legenda: O meio de cultura Baird Parker enriquecido com emulsão de gema de ovo e telurito, permite o crescimento e diferenciação das cepas de *Staphylococcus spp* que decompõem a gema do ovo e reduzem o telurito, estimulando o crescimento de colônias pretas com halos claros e precipitados. Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

A análise das amostras submetidas à coloração de Gram e ao teste da catalase revelou que todas apresentaram Gram-positividade e reação catalase positiva, além de apresentarem morfologia em cocos com arranjo típico em cachos irregulares (Tabela 3). Esses resultados são característicos de bactérias do gênero *Staphylococcus*, que são Gram-positivas, esféricas e tendem a formar agrupamentos em cachos devido à divisão celular em múltiplos planos. A positividade para catalase confirma a presença de enzimas capazes de decompor o peróxido de hidrogênio, um traço distintivo das espécies do gênero *Staphylococcus* em comparação com os estreptococos, que são catalase negativos.

Tabela 3. Caracterização morfológica e bioquímica das amostras de *Staphylococcus spp.* após coloração de Gram e teste da catalase

AMOSTRA	GRAM	CATALASE	MORFOLOGIA
A01	+	+	Forma: cocos; Arranjo típico: em cachos irregulares.
A02	+	+	Forma: cocos; Arranjo típico: em cachos irregulares.
A03	+	+	Forma: cocos; Arranjo típico: em cachos irregulares.
A04	+	+	Forma: cocos; Arranjo típico: em cachos irregulares.

A05	+	+	Forma: cocos; Arranjo típico: em cachos irregulares.
A06	+	+	Forma: cocos; Arranjo típico: em cachos irregulares.
A07	+	+	Forma: cocos; Arranjo típico: em cachos irregulares.
A08	+	+	Forma: cocos; Arranjo típico: em cachos irregulares.
A09	+	+	Forma: cocos; Arranjo típico: em cachos irregulares.
A10	+	+	Forma: cocos; Arranjo típico: em cachos irregulares.

A uniformidade dos resultados em todas as amostras sugere que o isolamento foi consistente e que as amostras de produtos de origem animal analisadas contêm predominantemente *Staphylococcus spp.*, indicando uma presença potencialmente significativa desses microrganismos nos produtos avaliados. Este achado está de acordo com um estudo que também relata a prevalência de *Staphylococcus spp* e outras espécies coagulase-positivas em amostras de carne de vários países africanos (Nigéria, África do Sul, Camarões, Argélia, Tunísia e Egito), reforçando a importância da vigilância microbiológica para a segurança alimentar.⁷

3.3 Perfil de sensibilidade bacteriana das cepas de *Staphylococcus spp*

A análise dos halos de inibição (Tabela 4) do estudo realizado in vitro revelou ampla variação no perfil de sensibilidade entre as amostras testadas. De modo geral, observou-se maior taxa de resistência à Oxacilina, Amoxicilina, Tetraciclina e Eritromicina, com presença recorrente de colônias intrazonais, sugerindo fenótipos de heterorresistência. Em contrapartida, Cefalexina, Amicacina e Cefoxitina apresentaram os maiores halos médios de inibição, sendo os antibióticos com melhor desempenho frente às cepas analisadas.

A amostra A01 apresentou resistência acentuada, com sensibilidade restrita à Cefalexina. A A02 demonstrou o perfil mais sensível entre todas as amostras, com halos amplos para a maioria dos antibióticos, exceto Oxacilina, na qual houve ausência de inibição e presença de colônias intrazonais.

Nas amostras A03, A04, A05 e A06, verificou-se resistência significativa, sobretudo para Oxacilina, Amoxicilina e Tetraciclina, enquanto Sulfazotrim e Amicacina mostraram ação intermediária. O crescimento intrazonal foi mais evidente nas amostras A03 e A05, reforçando o caráter de heterorresistência.

Figura 2. Amostras submetidas aos antibióticos (em ordem A01, A02 e A03).



Tabela 4. Antibiograma com medição de halos em milímetros (mm), médias e desvios-padrão dos antibióticos, das amostras de frango e queijo.

AMOSTRAS	SUT	CFE	AMI	ERI	OXA	AMO	TET	CFO
A01	15	25	-	-	15	1	-	1*
A02	25*	25	35	35*	0.5	35	25	25
A03	18	35	3	15*	19*	3*	3*	3
A04	2	28	13	25	18	3	0.4	2
A05	15	3*	35*	22	25*	4*	27*	3*
A06	25	2	25	2*	15	2	05	3
A07	15	23	23	25*	15	2	-	2
A08	25*	25	3*	3*	15*	25*	-	25
A09	3	25	3	3*	17*	25*	08	31
A10	18*	2	2	1	12	15	-	3
MÉDIA	25	20	26	10	15	20	10	26
DESVIO	0,7	0,0	0,6	0,0	0,8	0,0	0,5	0,6

Legenda: (.) Ausência de halo; (*) Presença de crescimento intrazonal.

A amostra A07 manteve sensibilidade à Amicacina, com resistência aos demais antibióticos. A A08 foi sensível exclusivamente à Cefalexina e Cefoxitina, apresentando resistência múltipla às demais drogas. Já a A09 exibiu sensibilidade variável, porém com resistência intrazonal observada para Eritromicina, Oxacilina e Amoxicilina. Por fim, a A10 apresentou resistência à maioria dos antibióticos, exceto Amicacina e Cefoxitina, que mantiveram halos de inibição satisfatórios.

Considerando a média geral dos diâmetros, os antibióticos com melhores índices de sensibilidade foram Cefalexina (25 mm), Cefoxitina (26 mm) e Amicacina (26 mm), enquanto Eritromicina (10 mm), Tetraciclina (10 mm) e Oxacilina (15 mm) apresentaram as menores médias, indicando maior prevalência de resistência.

Os padrões observados, ampliações de halos em alguns antibióticos, ausência em outros, e presença de colônias dentro das zonas de inibição apontam para dois fenómenos principais: (1) resistência clássica, marcada pela ausência ou muito reduzido halo, e (2) heterorresistência, caracterizada pela coexistência de subpopulações resistentes dentro de uma população aparentemente sensível.⁸

As cepas de *Staphylococcus spp.* heterorresistentes apresentam expressão da bomba de efluxo mepA e redução no potencial da membrana celular, mecanismos que favorecem a sobrevivência de subpopulações resistentes mesmo em concentrações antimicrobianas consideradas inibitórias. Esse tipo de mecanismo pode explicar os resultados de crescimento intrazonal em nossos ensaios, por exemplo, halos visíveis (indicando sensibilidade) mas com colônias persistentes no interior (indicando subpopulação resistente).⁹

Dessa forma, as amostras que apresentaram halos reduzidos ou com colônias intrazonais, indicam que, em produtos de origem animal (frango e queijo), podem estar circulando cepas de *Staphylococcus spp.* com perfil de resistência elevado ou heterorresistência significativa. Isso tem implicações para a segurança alimentar e para o risco de veiculação de cepas resistentes para humanos via cadeia alimentar.

3.4 Perfil de suscetibilidade bacteriana das cepas de *Staphylococcus spp.* ao extrato de *Anacardium occidentale*.

As dez cepas de *Staphylococcus spp.* foram submetidas aos testes in vitro de suscetibilidade frente às diferentes concentrações do extrato de *Anacardium occidentale* (10%, 20%, 30%, 40% e extrato puro). De maneira geral, observou-se que o extrato apresentou atividade antimicrobiana variável entre as amostras, com halos de inibição médios entre 13 mm e 17 mm, indicando um potencial antimicrobiano moderado a expressivo.

A amostra A01 (Tabela 5) apresentou halos entre 0,5 mm e 25 mm, com melhor desempenho nas concentrações de 10% e 30%, demonstrando uma resposta não linear à concentração. A amostra A02 exibiu halos entre 1 mm e 22 mm, sendo uma das que apresentaram maior sensibilidade, com atividade mais pronunciada no extrato puro, indicando comportamento dose-dependente. A amostra A03 mostrou halos de 15 mm a 25 mm,

destacando boa inibição em níveis intermediários (10%–30%), mas perda de efeito nas concentrações mais elevadas.

A amostra A04 apresentou halos de 1 mm a 15 mm, com destaque para a concentração de 40%, que proporcionou o maior diâmetro de inibição, sugerindo possível saturação de compostos ativos em níveis intermediários. Por outro lado, a amostra A05 demonstrou halos entre 13 mm e 25 mm, sendo a que exibiu a atividade mais estável e crescente conforme o aumento da concentração, atingindo o melhor desempenho com o extrato puro. Essa resposta reforça a hipótese de que os compostos fenólicos e flavonoides presentes na casca de *A. occidentale* possuem ação antimicrobiana dependente da dose e da concentração do solvente extrator.

Figura 3. Amostras submetidas ao extrato de *Anacardium occidentale* (em ordem A01, A02 e A03).



Tabela 5. Medidas dos halos de inibição bacteriana do extrato de *Anacardium occidentale*.

AMOSTRAS	NIV10	NIV20	NIV30	NIV40	PURO
A01	25	15	25	15	0.5
A02	1	22	20	19	22
A03	25	15	15	.	.
A04	2	2	3	15	1
A05	15	13	22	20	25
A06	.	2	10	10	.
A07	0.8	13	.	10	10
A08	17	13	0.9	.	17
A09	10	10	10	.	20
A10	.	.	15	.	10

MÉDIA	15	13	15	15	17
DESVIO	0,6	0,6	1,0	0,6	0,5

Nas amostras A06, A07 e A08, os halos variaram de forma irregular (0,8 mm a 13 mm), sem relação clara entre o aumento da concentração e a inibição, indicando uma resposta heterogênea possivelmente associada à variabilidade fenotípica das cepas ou à difusão diferencial dos compostos bioativos no meio. A amostra A09 apresentou halos de 10 mm a 20 mm, com resposta homogênea e progressiva até o extrato puro, evidenciando atividade antimicrobiana consistente. Já a amostra A10 mostrou halos entre 10 mm e 15 mm, com discreta elevação na concentração de 30%, reforçando o padrão de efeito dependente da dose em alguns isolados.

De modo geral, os resultados indicam que o extrato etanólico de *A. occidentale* apresentou melhor desempenho em concentrações mais elevadas, especialmente na forma pura, que resultou em halos médios de 17 mm. As amostras A02 e A05 destacaram-se como as mais sensíveis, corroborando a eficácia do extrato frente a cepas de *Staphylococcus spp.*, possivelmente por interferência em mecanismos de síntese da parede celular e desnaturação de proteínas bacterianas por compostos fenólicos e taninos. O baixo desvio padrão observado (0,5–1,0 mm) evidencia comportamento estável entre as amostras, sugerindo reproduzibilidade dos resultados.

Esses achados são consistentes com estudos recentes que demonstram a ação antimicrobiana do extrato etanólico de *A. occidentale* sobre cepas de *Staphylococcus spp* e *S. epidermidis*, atribuída principalmente à presença de anacárdicos, cardóis e ácidos fenólicos¹⁰. Segundo o estudo, extratos etanólicos da casca do cajueiro exibem halos entre 14 e 20 mm frente a *S. aureus*, resultados semelhantes aos obtidos neste estudo. Além disso, estudos relataram que o aumento da concentração do extrato potencializa a inibição bacteriana, reforçando o caráter dose-dependente observado¹¹.

Estudos recentes ainda destacam que o extrato de *A. occidentale* pode modular a resistência bacteriana, atuando como adjuvante natural na reversão da resistência a antibióticos β-lactâmicos¹². Tal evidência pode justificar a sensibilidade observada em algumas amostras, sugerindo uma possível interferência sinérgica entre compostos polifenólicos e mecanismos de resistência do *Staphylococcus spp.*

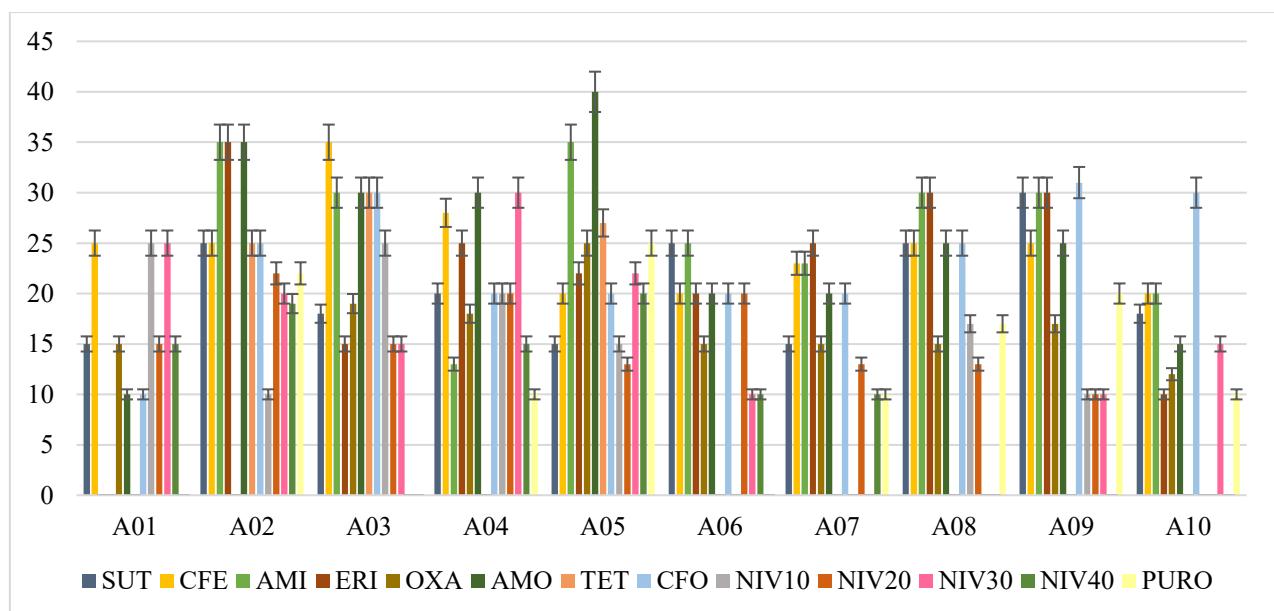
Portanto, os resultados reforçam o potencial do extrato etanólico de *A. occidentale* como fonte promissora de biomoléculas com ação antimicrobiana, especialmente frente a cepas resistentes.

3.5 Análise comparativa entre os antibióticos convencionais e o extrato de *Anacardium occidentale*

A análise comparativa entre os resultados da pesquisa in vitro dos antibióticos convencionais e do extrato etanólico de *Anacardium occidentale* permitiu avaliar o comportamento de diferentes cepas de *Staphylococcus spp* frente a tratamentos sintéticos e naturais, destacando semelhanças e diferenças nos padrões de sensibilidade bacteriana. O Gráfico 1 ilustra essas respostas, evidenciando os halos de inibição observados para cada amostra.

A amostra A01 apresentou resposta semelhante entre o extrato em concentrações intermediárias (10% e 30%) e os antibióticos Cefalexina e Cefoxitina, com halos relativamente grandes, indicando que o extrato pode atingir eficácia comparável a fármacos convencionais em cepas sensíveis. A amostra A02 apresentou alta sensibilidade geral aos antibióticos Amicacina e Cefalexina, enquanto o extrato puro também produziu halos significativos, demonstrando excelente correlação entre os efeitos do extrato e dos antibióticos mais eficazes.

Gráfico 1: Comparação da atividade antimicrobiana de antibióticos convencionais e do extrato etanólico de *Anacardium occidentale* frente a cepas de *Staphylococcus spp*.



Na amostra A03, os antibióticos exibiram ação muito eficaz, enquanto o extrato apresentou menor efeito em doses altas, sugerindo resistência parcial e comportamento dose-dependente não linear. A amostra A04 evidenciou padrão irregular frente aos antibióticos, com respostas fortes a alguns fármacos e fracas a outros; o extrato apresentou efeito considerável nas concentrações mais elevadas (40% e puro), reforçando seu potencial antimicrobiano mesmo em cepas com resistência parcial.

A amostra A05 destacou-se como uma das mais sensíveis, com halos expressivos tanto para antibióticos quanto para o extrato, indicando compatibilidade e consistência entre tratamentos sintético e natural. Em contrapartida, as amostras A06 e A07 apresentaram diâmetros medianos a baixos para ambos os tipos de tratamento, caracterizando cepas resistentes, embora o extrato ainda tenha mostrado atividade mínima em algumas concentrações.

As amostras A08 e A09 exibiram respostas estáveis e favoráveis tanto frente aos antibióticos quanto ao extrato, reforçando a eficácia dose-dependente do extrato e sua capacidade de atuar frente a cepas sensíveis e parcialmente resistentes. Por fim, a amostra A10 apresentou resistência múltipla, evidenciada tanto nos antibióticos quanto no extrato, demonstrando limitações do extrato frente a cepas altamente resistentes.

Em termos gerais, os resultados demonstram que o extrato de *A. occidentale* pode se aproximar da eficácia de antibióticos convencionais em cepas sensíveis e até superar a ação de fármacos menos eficazes em cepas parcialmente resistentes, especialmente em concentrações puras ou intermediárias. O gráfico evidencia uma tendência de efeito dose-dependente, com aumento do halo de inibição à medida que a concentração do extrato aumenta, embora algumas cepas apresentem resposta não linear, possivelmente devido a fatores intrínsecos de resistência bacteriana.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstra que o extrato etanólico de *Anacardium occidentale* possui significativo potencial antimicrobiano frente a cepas de *Staphylococcus spp*, evidenciando-se como uma alternativa natural promissora para o controle de bactérias resistentes. A análise comparativa com antibióticos convencionais revela que, em várias amostras, o extrato apresentou eficácia equiparada ou superior, especialmente frente a cepas com resistência parcial, reforçando a capacidade de compostos bioativos presentes no extrato, como fenólicos, anacárdicos e cardóis, de modular mecanismos de resistência bacteriana.

Esses resultados ressaltam a importância de investigar fontes naturais como adjuvantes terapêuticos, capazes de complementar ou potencializar tratamentos convencionais e oferecer soluções para o crescente problema da resistência antimicrobiana. Além disso, o estudo reforça a relevância de explorar diferentes concentrações do extrato e avaliar sua ação frente a diversas cepas bacterianas, considerando que a atividade antimicrobiana pode variar conforme a cepa e a dose aplicada.

A constatação de efeito dose-dependente e a estabilidade observada na maioria das amostras indicam a robustez do extrato como agente antimicrobiano, abrindo perspectivas para aplicações clínicas, farmacêuticas e industriais. Futuras pesquisas devem focar na identificação dos principais compostos ativos, na determinação da concentração mínima inibitória (MIC) e na avaliação de sinergia com antibióticos, visando otimizar sua aplicação e explorar todo o potencial terapêutico do extrato de *A. occidentale*.

REFERÊNCIAS

- [1] Urban-Chmiel R *et al.* Antibiotic Resistance in Bacteria-A Review. *Antibiotics* (Basel) [Internet]. 2022. Disponível em: <https://PMC9404765/>
- [2] Cheung GYC, Bae JS, Otto M. Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. Virulence [Internet]. 2020 [Cited 2021 Jan 15]. Dec;12(1):547-569. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33522395/>
- [3] Lowe H, Steele B, Bryant J, Fouad E, Toyang N, Ngwa W. Antiviral Activity of Jamaican Medicinal Plants and Isolated Bioactive Compounds. *Molecules* [Internet]. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33503834/>
- [4] Encarnação S *et al.* *Anacardium occidentale* Bark as an antidiabetic agent. *Plants* [Internet]. 2022 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36235503/>
- [5] Da Costa Lima M, Magnani M, Dos Santos Lima M, de Sousa CP, Dubreuil JD, de Souza EL. Phenolic-rich extracts from acerola, cashew apple and mango by-products cause diverse inhibitory effects and cell damages on enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Letters in Applied Microbiology* [Internet]. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34687563/>
- [6] Aminu A *et al.* Antagonistic effectiveness of *Anacardium occidentale* leaf extract on lead-acetate exposure-induced hepatorenal toxicity in rats. *Environ Anal Health Toxicol* [Internet]. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38298047/>
- [7] Thwala T, Dube M, Buys EM. Prevalence and characteristics of *Staphylococcus aureus* associated with meat and meat products in African countries: A review. *Antibiotics*. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/10/9/1108>
- [8] Li M, Jian Q, Ye X, Jing M, Wu J, Wu Z, Ruan Y, Long X, Zhang R, Ren H, Sun J, Liu Y, Liao X, Lian X. Mechanisms of mepA overexpression and membrane potential reduction leading to ciprofloxacin heteroresistance in a *Staphylococcus aureus* isolate. *Int J Mol Sci.* 2025;26(5):2372. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40076991>

- [9] Navidifar T, Zare Banadkouki A, Parvizi E, Mofid M, Golab N, Beig M, Sholeh M. Global prevalence of macrolide-resistant *Staphylococcus* spp.: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Front Microbiol.* Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40182286>
- [10] Osungunna MO, Akinwumi FO, Odediran SA, et al. Evaluation of antimicrobial activity of methanol crude extract, N-hexane, dichloromethane and ethyl acetate fractions of *Anacardium occidentale* leaves against multiple antibiotic resistant bacterial isolates associated with asymptomatic bacteriuria. *Discov Bact.* 2025;2(3). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44351-025-00010-0>
- [11] Salehi B, Gültekin-Özgüven M, Kirkin C, Özçelik B, Morais-Braga MFB, Carneiro JNP, Bezerra CF, da Silva TG, Coutinho HDM, Amina B, Armstrong L, Selamoglu Z, Sevindik M, Yousaf Z, Sharifi-Rad J, Muddathir AM, Devkota HP, Martorell M, Jugran AK, Cho WC, Martins N. Antioxidant, antimicrobial, and anticancer effects of *Anacardium* plants: an ethnopharmacological perspective. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020; 11:295. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32595597>
- [12] Lima Junior PS, Nascimento HJL, Nascimento de Sousa J, Araújo de Alcântara Oliveira F, Maria Duarte Lemos G, de Andrade Ferreira Barreto J, Kenned Silva Moura A, Haydée Lima Ferreira J, das Graças Lopes Citó AM, de Oliveira MM, Emídio Sampaio Nogueira C, Douglas Melo Coutinho H, Medeiros Barreto H. Inhibition of NorA efflux pump of *Staphylococcus aureus* by anacardic acids isolated from the cashew nutshell liquid of *Anacardium occidentale* L. *Fundam Clin Pharmacol.* 2023;37(4):824-832. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36869661>