

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO  
POLIHEXAMETILENO BIGUANIDA (PHMB) EM BACTÉRIAS  
ISOLADAS DE FÍGADOS DE FRANGOS**

**EVALUATION OF THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF  
POLYHEXAMETHYLENE BIGUANIDE (PHMB) IN BACTERIA  
ISOLATED FROM BROILER LIVERS**

**GABRIELA VIEIRA CARMO**

UEG - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis (GO)  
gabriela.carmo@aluno.ueg.br

**LUCIANA DAMACENA SILVA**

UEG - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis (GO)  
luciana.silva@ueg.br

**CÁTIA LIRA DO AMARAL**

UEG - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis (GO)  
catia.amaral@ueg.br

**ANA CAROLINE DE SOUZA BARNABÉ**

Unicamp - Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP)  
sbanacaroline@gmail.com

**ELIETE SOUZA SANTANA**

UEG - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis (GO)  
eliete.santana@ueg.br

**Resumo:** A carne de frango, devido às suas propriedades nutricionais, exige altos padrões de qualidade para atender às expectativas dos consumidores e mitigar riscos associados a microrganismos oportunistas. Diante da crescente busca por alternativas ao uso indiscriminado de antimicrobianos, o Polihexametileno Biguanida (PHMB) destaca-se como um agente tensoativo eficaz contra esses microrganismos. Este estudo teve como objetivo avaliar o perfil de resistência bacteriana e a atividade antimicrobiana do PHMB em bactérias isoladas de fígados de frangos de corte. Para isso, a sensibilidade antimicrobiana foi avaliada utilizando o método de difusão em disco em ágar Mueller Hinton. A Concentração Mínima Inibitória (CMI) foi determinada por meio de testes de atividade antimicrobiana em diluição em placa de poliestireno de 96 poços, enquanto a Concentração Mínima Biocida (CMB) foi confirmada em concentrações específicas. Os resultados do antibiograma indicaram uma resistência acentuada aos antimicrobianos testados. No teste de atividade antimicrobiana, observou-se um efeito inibitório em todas as concentrações testadas, com confirmação biocida em concentrações selecionadas. A consistência entre os dados do estudo e a literatura reforça a validade dos resultados. Conclui-se que o PHMB, em baixas concentrações, apresenta um leve efeito inibitório no crescimento de bactérias isoladas de fígados de aves. No entanto, estudos adicionais são necessários para confirmar esses achados.

**Palavras-chave:** Atividade antimicrobiana. Carne de frangos. Polihexametileno biguanida (PHMB). Resistência antimicrobiana.

**Abstract:** Chicken meat, due to its nutritional properties, requires high-quality standards to meet consumer expectations and mitigate risks associated with opportunistic microorganisms. In light of the growing search for alternatives to the indiscriminate use of antimicrobials, Polyhexamethylene Biguanide (PHMB) stands out as a surfactant agent effective against such microorganisms. This study aimed to evaluate the bacterial resistance profile and the antimicrobial activity of PHMB against bacteria isolated from broiler livers. To achieve this, the antimicrobial sensitivity was assessed using the disc diffusion method on Mueller Hinton agar. The Minimum Inhibitory Concentration (MIC) was determined through antimicrobial activity testing by dilution in a 96-well polystyrene plate, while the Minimum Biocidal Concentration (MBC) was confirmed at specific concentrations. Antibiogram results indicated a marked resistance to the tested antimicrobials. In the antimicrobial activity test, an inhibitory effect was observed across all tested concentrations, with biocidal confirmation at select concentrations. The consistency between the study's data and the literature reinforces the validity of the results. It is concluded that PHMB, at low concentrations, exhibits a mild inhibitory effect on the growth of bacteria isolated from poultry livers. However, further studies are required to confirm these findings.

**Keywords:** Antimicrobial activity. Chicken meat. Polyhexamethylene biguanide (PHMB). Antimicrobial resistance.

## Introdução

A avicultura no Brasil possui uma eminente importância socioeconômica para o crescimento nacional, visto que a carne de frango é fonte de proteína animal mais utilizada no Brasil, além disso, o sucesso da avicultura no país deve-se ao grande volume produzido de carne no comércio brasileiro, como também pela admissão do “sistema de integração” através das agroindústrias e produtores rurais (CALDAS *et al.*, 2019).

O rápido ciclo produtivo da cadeia de frangos de corte no Brasil apresenta vantagens competitivas, devido a oportunidade de ter uma organização verticalizada e a proteína do frango ser de pequeno custo. Essa cadeia produtiva tem como características o uso de inovadores sistemas de planejamento, organização, coordenação, e em especial, pela inclusão de novas técnicas que tem como resultado, o crescimento da produção (SCHMIDT, SILVA, 2017).

De acordo com os dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2024), no ano de 2023 a produção de carne de frango no Brasil foi de 14,833 milhões de toneladas, colocando o país como o maior exportador mundial de carne de frango, posição ocupada pelo país há mais de uma década, tendo embarques para mais de 150 países e o segundo maior produtor, ficando atrás dos Estados Unidos. Dentre as exportações, a ABPA, mostra que os cortes de frango detêm a maior quantidade do total de frangos exportados, sendo um total de 9,7 bilhões de toneladas de cortes de frango em dezembro de 2023 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2024; SOUSA *et al.*, 2023).

A avicultura tem posto o Brasil em local de relevância mundial, por ser um grande exportador e produtor mundial de frangos. Além disso, a avicultura faz parte do agronegócio brasileiro, sendo esse segmento importante para a economia do país. Como um indicador de economia do país, tem-se o Produto Interno Bruto (PIB), no qual simboliza o montante de tudo que foi gerado de bens e serviços gerais em uma determinada região (OLIVEIRA, CARRARO, 2019; MEDINA *et al.*, 2020).

De forma geral, o agronegócio em 2019 foi encarregado por 21,2% do PIB brasileiro, enquanto a produção agropecuária no campo, foi responsável por 4,8% do PIB. Em termos extremos, o PIB do agronegócio do Brasil é mais eficiente que poderosas economias mundiais, tais como Irlanda, Malásia, Dinamarca, China e outras (MEDINA *et al.*, 2020; LUZ, FOCHEZATTO, 2022).

Ademais, com o aumento populacional, expande o consumo de carne de frango e com isso a qualidade na produção dessa carne torna-se mais rigorosa, visto que o consumidor está à procura de alimentos de qualidade para o consumo. Contudo, essa qualidade na produção sofre desafios, no qual destaca-se a deterioração do alimento causado por diversos fatores, como transporte, processamento e conservação no comércio. Além do mais, os alimentos avícolas crus são mais vulneráveis a deterioração devido ao seu curto prazo de validade e as propriedades organolépticas desagradáveis estar presentes durante o processo de deterioração (SPYRELLI *et al.*, 2020; HAYAT *et al.*, 2021).

Caso não ocorra medidas preservativas de higiene durante a cadeia de processamento da carne de frango, pode ocorrer a contaminação do alimento por bactérias deteriorantes, como *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Brochothrix thermosphacta*, leveduras, bactérias lácticas e coliformes (HAYAT *et al.*, 2021).

Contudo, é notório que a carne de frango é altamente consumida no Brasil, devido os diversos benefícios, como elevado teor de proteínas, vantagens nutricionais e preço baixo. Apesar disso, a carne e seus derivados estão suscetíveis a sofrer reações físicas, químicas e microbiológicas, podendo afetar no gosto, textura e cor. Essas alterações estão em combinação com as condições de manejo da carne durante o abate, manipulação, tratamento e consumo (PIMENTEL *et al.*, 2019; FREITAS *et al.*, 2019).

A carne de frango possui propriedades que a tornam um local benéfico para a proliferação de microrganismos, como o pH neutro, elevada quantidade de água e

disponibilidade de nutrientes. Essas características permitem a proliferação de patógenos responsáveis por Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's), podendo causar grandes danos econômicos e sociais (PIMENTEL *et al.*, 2019).

Dessa forma é imprescindível a realização da avaliação microbiológica da carne de frango, sendo um parâmetro de grande relevância para determinar a qualidade e inocuidade da carne, além de investigar se os padrões e especificações microbiológicas estão sendo atendidos de forma correta. Para essa avaliação, pode ser utilizado o processo de pré-resfriamento, que equivale ao rebaixamento da temperatura da carne. Este processo, deve ser feito imediatamente após a etapa de evisceração, no qual é empregada de forma a reduzir a contaminação por microrganismos de origem fecal, oriundo dos cortes das vísceras do animal (MENEZES *et al.*, 2018; PIMENTEL *et al.*, 2019).

Além disso, para ter um sucesso na produção da carne, crescimento do animal e evitar perdas devido as doenças, são utilizados pelos produtores fármacos antimicrobianos para evitar a contaminação por microrganismos. Contudo, o uso indiscriminado dessa classe de fármaco pode ocasionar em resistência antimicrobiana que surge no animal e pode ser passado para os humanos através da cadeia alimentar e do contato direto (XIONG *et al.*, 2022).

A resistência antimicrobiana se tornou um problema de saúde pública, devido ao uso indevido dos antimicrobianos e a carência de novos antibióticos no mercado para solucionar tal problemática. Além do mais, os tratamentos que utilizam os antimicrobianos se tornaram ineficazes, além de trazer não somente problemas a saúde pública, mas também a médicos e pacientes, pesquisadores e para a indústria farmacêutica, pois a resistência antimicrobiana afeta a economia global e o bem-estar da população (OLIVEIRA *et al.*, 2020, TANG *et al.*, 2023).

Com isso, novos meios alternativos vêm sendo testados. A exemplo disso, tem-se os polímeros catiônicos artificiais que vem ganhando espaço na prática clínica, por possuir ação bactericida de amplo espectro e elevado índice terapêutico, a exemplo desse polímero tem-se o polihexametileno biguanida (PHMB), tendo atividade contra bactérias gram-negativas e gram-positivas, fungos, determinados vírus e protozoários. Sua ação antimicrobiana deve-se a habilidade do polímero em penetrar a membrana fosfolipídica bacteriana, resultando em sua morte. O uso comum do PHMB é como biocida, porém, pode ser empregado como droga de relevância nas aplicações tópicas (SOWLATI-HASHJIN *et al.*, 2020; FIDÉLIS *et al.*, 2023).

Logo, o objetivo desse trabalho é avaliar a atividade antimicrobiana do PHMB em bactérias isoladas de fígados de frangos, a proteína animal muito consumida no país.

## **Materiais e método**

As análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Campus Central – Anápolis, de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo (CET) da Universidade Estadual de Goiás.

Foram utilizadas cepas isoladas de fígado de frangos de corte isoladas de órgãos coletados de abatedouros frigoríficos localizados no Estado de Goiás e que estão supervisionados pelo Sistema de Inspeção Estadual (Agrodefesa). A coleta dos fígados das aves foram realizadas no momento em que os frangos estavam no abate, no qual foram coletados fígados de vários frangos e colocados em sacos plásticos transparentes, para posterior isolamento das bactérias. A coleta foi realizada com luvas, sendo trocadas a cada vez que retirasse um novo órgão, a fim de evitar a contaminação cruzada.

A formulação comercial do PHMB, Vantocil® IB solução aquosa a 20% (CAS nº 28757-47-3) foi cedida pela empresa Lonza Microbial Control (São Paulo, Brasil).

## **Manutenção das cepas**

A manutenção das cepas bacterianas foi realizada de acordo com SILVA *et al.*, 2017, tendo algumas modificações. Primeiro, foram realizados repiques das cepas em ágar cetrimide pela técnica de esgotamento por estrias e as placas foram incubadas por 24 horas a 35°C, com a finalidade de se obter cepas isoladas.

Logo após, foram transferidos de 3 a 5 colônias isoladas e típicas para um tubo com 15 mL de caldo Triptona soja (TSB) + 20% de glicerol, homogeneizando o tubo por 15 minutos no agitador de tubos (vórtex) e incubados a 35°C por 12 horas. Logo depois, foram transferidas alíquotas de 1 mL para microtubos de *Eppendorf*, previamente esterilizados e identificados apropriadamente. As alíquotas foram armazenadas a 8°C por 7 dias e posteriormente, congeladas em freezer a - 80°C.

## Teste de sensibilidade a antimicrobianos

Foi utilizado o teste descrito por BAUER *et al.* (1996) e CLSI (2017). O teste consistiu em aplicar com *swab* esterilizado, os microrganismos isolados do fígado de frangos em toda a superfície de uma placa de Petri de 90 mm contendo ágar Muller Hinton. Após um período de até 15 minutos, foram utilizados discos impregnados com os seguintes antimicrobianos: amoxicilina (20 mg), bacitracina (10 mg), cefalexina (30 mg), ciprofloxacina (5 mg), enrofloxacina (5 mg), estreptomicina (10 mg), gentamicina (30 mg), neomicina (30 mg), sulfametoxazol-trimetropim (25 mg), sulfonamida (300 mg), penicilina (10 mg) e tetraciclina (30 mg), sobre a placa semeada.

As placas foram incubadas por 24 horas em estufa bacteriológica com temperatura de 37°C. Após a incubação, os diâmetros dos halos de inibição do crescimento bacteriano ao redor de cada disco foram mensurados em milímetros, para determinação da sensibilidade da amostra bacteriana. Os halos foram interpretados nas categorias sensível, intermediário ou resistente de acordo com Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2017). Foram escolhidos estes pois são importantes na medicina veterinária e em saúde pública.

## Concentração mínima inibitória (CMI)

Em microplacas estéreis de 96 poços com fundo em “U”, munidos de tampa, foram colocados 50 µL de caldo Mueller Hinton ajustado com inóculo bacteriano a  $1 \times 10^6$  UFC.mL<sup>-1</sup> e 50 µL do composto diluído em água destilada. Nos poços das colunas verticais 1, 2, 3, 4, 5 e 6 foram utilizados para análise do composto a ser avaliado. Nas colunas horizontais, foram usados de A à F para as distintas concentrações a serem avaliadas do PHMB.

A coluna vertical 10 foi empregada para o controle da amostra do composto testado na concentração das colunas verticais anteriores. Na coluna horizontal H, com os poços da coluna vertical 1, 2, 3, 4, 5 e 6 foram testados o controle do inóculo + cloranfenicol nas concentrações 2, 4, 8, 16, 32 e 64 µg.mL<sup>-1</sup>, nas linhas 7, 8, 9, 10, 11 e 12 foram testados o controle de crescimento microbiano (inóculo bacteriano + Mueller Hinton).

Os inóculos bacterianos foram feitos, por meio de suspensão de colônias de 24 horas de crescimento em ágar Mueller Hinton (MH). Foram transferidas algumas colônias para solução

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, edição extra, p. 203-225, jun. 2025. ISSN 1981-4089

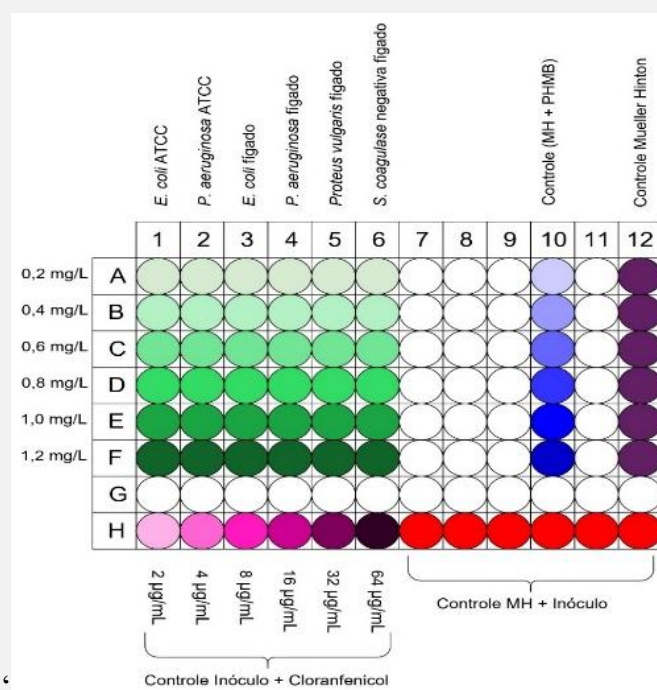
salina a 0,9% estéril até obtenção de uma turvação correspondente a 0,5 da escala McFarland (obtida de leitura por espectrofotômetro a 625 nm, a absorbância variou de 0,08 a 0,10). Alcançando um inóculo na concentração de  $10^6$  UFC.mL<sup>-1</sup>.

Depois, 50 µL de cada um desses inóculos foram colocados nos poços da microplaca, exceto nos poços da linha vertical 10 e 12 que serviram como controle da esterilidade da amostra com caldo MH.

A diluição final dos inóculos nos poços ficaram em torno de  $5 \times 10^5$  UFC.mL<sup>-1</sup> ou  $5 \times 10^4$  UFC.mL<sup>-1</sup> por poço. A Figura 1 demonstra uma representação geral da microplaca que foi empregada após as diluições e inoculações.

Após passados 24 horas da microplaca estéril de 96 poços na estufa, para melhor visualização do ensaio, foi utilizado o corante de resazurina a 0,01%, preparado a partir de 0,1 g de corante diluído em 10 mL de solução fisiológica a 0,9% estéril, após homogeneização, foi transferido 1 mL do corante recém preparado para outro tubo de ensaio e completado com 9 mL de solução fisiológica a 0,9% estéril e homogeneizado em vórtex. Após a obtenção do corante na concentração desejada, foi transferido 25 µL do corante para cada poço da microplaca estéril de 96 poços.

Figura 1 - Representação da microplaca de 96 que será utilizada no ensaio de determinação da concentração mínima inibitória para bactérias.



Fonte: CARMO, G. V. et al, 2023.

## Concentração mínima biocida (CMB)

Para a determinação da Concentração Mínima Biocida (CMB), foi retirado 100 µL de cada poço que não possui crescimento de bactérias perceptível a olho nu, no qual foi inoculado em placa de Petri contendo ágar Miller Hinton. Em seguida, as placas foram levadas a estufa, onde permaneceram por 24 horas a 37°C. Logo após, foram analisadas quanto à presença ou ausência de crescimento das bactérias.

## Análises estatísticas

Foi realizado o teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para avaliar a resistência antibacteriana e a presença ou ausência de crescimento bacteriano nas amostras. As hipóteses testadas eram: ausência de associação significativa entre o tratamento com PHMB e a resistência ou crescimento bacteriano (H0), e a existência de associação significativa (H1). Os dados foram organizados em tabelas de contingência e analisados com nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ). Quando o valor-p foi inferior a 0,05, a hipótese nula foi rejeitada, indicando associação significativa entre as variáveis.

## Resultados e discussão

### Teste de sensibilidade a antimicrobianos

Os resultados obtidos no teste de sensibilidade a antimicrobianos estão apresentados a seguir (Tabela 1).

Tabela 1 – Perfil de resistência antimicrobiana de bactérias isoladas de fígados de frangos

*Antimicrobiano	Perfil de resistência (%)						
	<i>E. coli</i> ATCC	<i>P. aeruginosa</i> ATCC	<i>P. vulgaris</i>	<i>S. coagulase</i> (-)	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>	
AMO (10 mg)	100% R	100% R	100% S	100% R	100% S	100% R	
SUL (300 mg)	100% R	100% R	100% S	67% S	67% S	100% R	
CIP (5 mg)	100% S	100% R	100% S	67% S	67% SI	100% S	
ENO (5 mg)	100% S	100% R	100% S	100% S	100% S	100% S	



GEN (30 mg)	100% R	100% S	100% S	67% S	100% R	100% S
BAC (10 mg)	100% S	100% R	100% R	67% SI	100% R	100% R
CFE (30 mg)	100% S	100% R	67% R	67% SI	67% R	100% R
TET (30 mg)	100% S	100% R	100% R	67% R	100% R	100% S
SUT (25 mg)	100% R	100% R	100% S	100% S	100% SI	100% R
EST (10 mg)	100% S	100% R	100% S	100% SI	67% R	100% S
NEO (30 mg)	100% R	100% R	67% R	100% SI	100% R	100% S
PEN (10 mg)	100% S	100% S	100% R	100% R	100% R	100% R

\*Siglas dos discos e dos resultados: Amoxicilina (AMO), Sulfonamida (SUL), Ciprofloxacina (CIP), Enrofloxacina (ENO), Gentamicina (GEN), Bacitracina (BAC), Cefalexina (CFE), Tetraciclina (TET), Sulfazotrim (SUT), Estreptomicina (EST), Neomicina (NEO), Penicilina (PEN), R (resistente), S (sensível), SI (sensibilidade intermediária).

Fonte: CARMO, G. V. et al, 2023/ Classificação realizada de acordo com as Tabelas do CLSI (2017).

Os resultados demonstram que o microrganismo que apresentou maior sensibilidade aos antimicrobianos testados foi a *Proteus vulgaris* (7/12) apresentando sensibilidade para amoxicilina, sulfonamida, ciprofloxacino, enrofloxacino, gentamicina, sulfametoxazol + trimetoprima, estreptomicina e neomicina, seguido da *Escherichia coli* (6/12), tendo sensibilidade para ciprofloxacino, enrofloxacino, gentamicina, cefalexina, tetraciclina, estreptomicina e neomicina. Por outro lado, nota-se uma grande resistência para o microrganismo *Pseudomonas aeruginosa*, no qual mostrou resistência a 58% (7/12) dos antimicrobianos testados, sendo intermediários para dois dos 12 antimicrobianos.

O antibiograma é um ensaio que permite obter resultados padrões em relação a sensibilidade e/ou resistência de uma determinada bactéria aos antimicrobianos. A determinação da sensibilidade é essencial para a determinação do tratamento. Os resultados mostram ainda que os antimicrobianos utilizados no estudo, apresentaram eficaz para o microrganismo *Proteus vulgaris*, no qual mostrou uma sensibilidade de 67% em relação aos antibióticos testados. Outro microrganismo que apresentou alta sensibilidade foi a *Escherichia coli*, tendo um resultado de 58% de sensibilidade. No setor avícola, os antimicrobianos são amplamente utilizados e muito eficaz no combate da *Escherichia coli*, entretanto vem aumentando o índice de resistência desse microrganismo devido ao uso dos antibióticos, devendo ter um manejo severo do uso desses fármacos (ZIMERMANN, ARAÚJO, 2017; BORTOLI, LARSEN, 2023).

Nos resultados do presente estudo, o microrganismo *Proteus vulgaris* apresentou resistência de 100% para o antimicrobiano penicilina, esse resultado pode ser respaldado por El-Tarabili e colaboradores (2022), no qual obteve a mesma porcentagem para o microrganismo e antimicrobiano citado, em seus estudos que avaliou a prevalência, perfil antibiótico, determinantes de virulência, ESBLs e genes codificadores não  $\beta$ -lactâmicos de *Proteus* spp. isolados de cães infectados.

Além disso, para os antimicrobianos amoxicilina, gentamicina e sulfametoxazol + trimetoprima, obteve-se um perfil de sensibilidade de 100% e 100% de resistência para tetraciclina, porém esses resultados não podem ser observados no mesmo estudo de El-Tarabili e colaboradores (2022), no qual em sua pesquisa foi observado um perfil de resistência de 100%, 12%, 48% e 100% para amoxicilina, gentamicina, tetraciclina e sulfametoxazol + trimetoprima, respectivamente.

Esses resultados podem estar relacionados com os diferentes organismos, visto que cada organismo possui uma constituição específica. Sendo assim, pode ocorrer divergências dos resultados frente ao mesmo antibiótico, entretanto pode servir como base de comparação para estudos futuros.

Além deste, estudos encontrados na literatura, que analisou o perfil de resistência e ou sensibilidade antibacteriana de enterobactérias coletadas de ovos de *P. expansa*, mostrou-se um perfil de sensibilidade para *Proteus* spp. de 100% para o antimicrobiano sulfametoxazol + trimetoprima, resultado esse que confirma os resultados do atual estudo. Além do mais, no presente estudo nas três leituras realizadas, obteve-se uma sensibilidade de 100% para o antimicrobiano gentamicina, sendo que no estudo citado, foi observado um perfil de sensibilidade semelhante para a gentamicina, sendo de 90,90% (SOBRINHO *et al.*, 2020).

Já em outros estudos que evidenciou as taxas de resistência bacteriana para a gentamicina, no qual os resultados do estudo mostraram 100% sensível a esse antibiótico, corroborando os resultados da atual pesquisa. Porém, para a ciprofloxacina, os resultados foram sensíveis nas três leituras realizadas no atual estudo, sendo que para a pesquisa citada obteve-se resistência de 11,7% para o antimicrobiano ciprofloxacino (SHERESTHA *et al.*, 2017).

Para *Escherichia coli*, a atual pesquisa mostrou que das três leituras realizadas obteve-se 100% de resistência para o antimicrobiano sulfametoxazol + trimetoprima e amoxicilina, esses resultados podem ser também, observados em estudos que avaliou a ocorrência de genes

resistentes a desinfetantes e antibióticos em *Escherichia coli* isolada de galinhas do Egito, tendo o mesmo perfil de resistência para o sulfametoxazol + trimetoprima e resultado semelhante para amoxicilina sendo de 97% de resistência (IBRAHIM *et al.*, 2019).

Já em estudos adicionais, pode-se observar o mesmo perfil de resistência para o antimicrobiano amoxicilina, tendo um resultado de 100% de resistência, estudo este que avaliou antibióticos resistentes a *Escherichia coli* em frangos de corte na região oeste e norte do Paraná (BORTOLI, LARSEN, 2023).

Em contrapartida, nota-se uma divergência de resultados nos estudos de Ibrahim *et al.* (2019), quanto aos antimicrobianos, gentamicina, estreptomicina, e tetraciclina, no qual teve um padrão de resistência de 64%, 97% e 94% respectivamente, resultado esse que confronta os do presente estudo, no qual teve um padrão de 100% de sensibilidade para os antimicrobianos supracitados.

Além desses, para o mesmo microrganismo (*Escherichia coli*), os resultados da presente pesquisa mostraram sensibilidade de 100% para a penicilina e enrofloxacina, nas três leituras realizadas. O resultado para a penicilina pode ser respaldado por Hamed e colaboradores (2021), tendo o mesmo perfil de resistência, porém não se pode dizer o mesmo para o enrofloxacina, visto que no mesmo estudo citado mostrou uma resistência média de 82,4%, refutando os resultados da presente pesquisa.

Em relação ao microrganismo *Staphylococcus coagulase* negativa, o presente estudo mostrou em todas as leituras realizadas um perfil de 100% intermediário para a enrofloxacina, e 100% de resistência para a penicilina, enquanto que para a tetraciclina, obteve-se sensibilidade em duas leituras realizadas. Resultados semelhantes para a penicilina e tetraciclina podem ser vistos no mesmo estudo de Hamed *et al.* (2021), no qual o perfil de resistência para o antimicrobiano citado, em seus resultados no ano de 2019 apresentou 97% e 98% de resistência respectivamente, entretanto há uma divergência para os resultados da enrofloxacina que no mesmo ano obteve-se 88% de resistência.

*Pseudomonas aeruginosa* são capazes de produzir ESBLs, estando presentes em especial em enzimas  $\beta$ -lactamases de classe A, o que confere elevado grau de resistência a cefalosporinas (MAPIPA *et al.*, 2021). Essa informação pode ser confirmada com os resultados do estudo, visto que para o microrganismo em questão obteve-se 100% de resistência para a cefalexina, um antimicrobiano da classe das cefalosporinas de 1º geração. Além disso, nos

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, edição extra, p. 203-225, jun. 2025. ISSN 1981-4089**  
estudos de Mapipa *et al.*, (2021), confirmou os resultados para o antibiótico ciprofloxacina, apresentando resultados de quase 100% de sensibilidade para o antimicrobiano.

Para o antimicrobiano sulfametoxazol + trimetoprima, os resultados da pesquisa mostraram-se 100% resistência em duas das três leituras realizadas, para *Pseudomonas aeruginosa*. Esse resultado pode ser visto em estudos adicionais encontrados na literatura, no qual estudou isolados bacterianos de feridas infectadas e seu padrão de suscetibilidade aos antimicrobianos, revelou que das cepas isoladas, *Pseudomonas aeruginosa* mostrou-se 100% resistente ao antimicrobiano sulfametoxazol + trimetoprima (BESSA *et al.*, 2013).

Além disso, foram observados resistência de 100% para a gentamicina em todas as leituras realizadas pela presente pesquisa. Esse resultado também pode ser visto em dois estudos encontrados na literatura, o primeiro que avaliou a resistência a medicamentos da pneumonia associada a ventilação mecânica, tendo um resultado de 100% de resistência e no segundo estudo que avaliou o perfil de suscetibilidade a antimicrobianos de cepas de *Acinetobacter baumannii* e *Pseudomonas aeruginosa* isoladas de amostras de lavado traqueal, no qual as cepas as cepas de *Pseudomonas aeruginosa* apresentou 64,44% de resistência para gentamicina (BALHKY *et al.*, 2014; GARCIA *et al.*, 2021).

Os resultados apresentados na tabela são motivo de preocupação para a saúde pública, uma vez que refletem uma elevada incidência de resistência antimicrobiana em diversas cepas bacterianas. A resistência generalizada a múltiplos antimicrobianos, evidenciada pelos 100% de resistência em várias categorias, alinha-se com a crescente preocupação global sobre a diminuição da eficácia desses medicamentos. Tal resistência compromete as opções terapêuticas disponíveis para infecções associadas a essas bactérias, gerando desafios significativos para o controle de doenças e a administração de tratamentos eficazes.

Esses resultados refletem a preocupação global do século atual devido a crescente resistência aos antimicrobianos pelos microrganismos, ocasionado pelo seu uso indevido e exagerado, como também pela obtenção lateral de genes da RAM ou pelo aumento de mutações pelos microrganismos, que origina as cepas resistentes. O uso indevido não está somente na terapêutica de doenças nos seres humanos, como também está presente na saúde dos animais, que não é utilizado somente para a curar doenças infecciosas como também é utilizado para promover o crescimento dos animais e como uso profilático (BERMAN *et al.*, 2023; MEHROTRA *et al.*, 2023; TANG *et al.*, 2023).

Também se deve considerar que o uso indevido dessa classe terapêutica contribuiu para a disseminação da resistência antimicrobiana, diminuindo assim as possibilidades de tratamento. Como exemplo tem-se cepas de *Escherichia coli* multirresistentes em aves, carbapenem em aves, suínos e bovinos e cafatoxima em bovinos (BERMAN *et al.*, 2023).

### **Concentração mínima inibitória (CMI)**

Na análise dos resultados obtidos no teste de Concentração Mínima Inibitória (CMI), fica evidente que o PHMB (Biguanida Polimérica) demonstrou eficácia na inibição do crescimento bacteriano. Este efeito inibitório foi comprovado através de uma análise colorimétrica utilizando o indicador de resazurina, onde se observou uma coloração azul, indicando a ausência de crescimento bacteriano. Importante destacar que essa ação inibitória foi observada em todas as concentrações testadas para o referido produto, abrangendo uma faixa de concentração de  $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$  a  $1,2 \text{ mg.L}^{-1}$ .

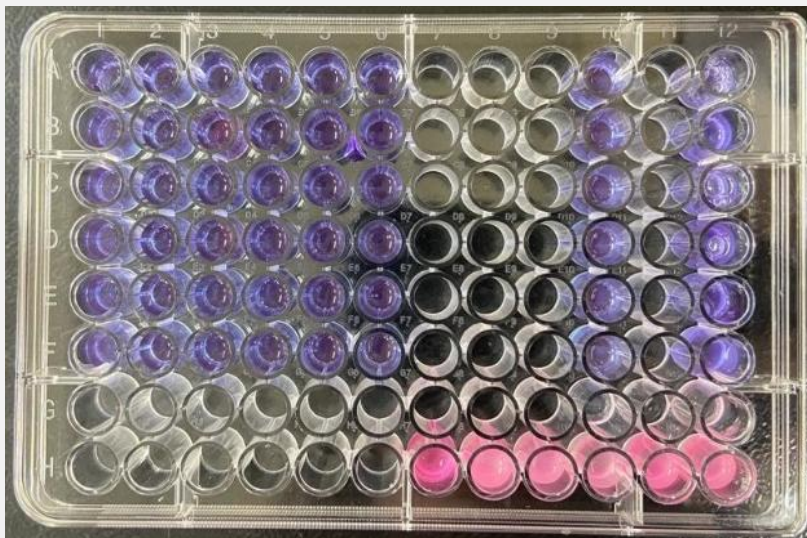
Os resultados evidenciam a eficácia do PHMB como agente inibidor das bactérias analisadas, incluindo *Escherichia coli* ATCC, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus coagulase* (-) e *Proteus vulgaris*, o que é relevante para potenciais aplicações em ambientes em que a inibição bacteriana é desejada, como no contexto da saúde pública e da indústria alimentícia.

Além disso, o PHMB em concentrações baixas mostrou-se notavelmente eficiente na diminuição da carga bacteriana e na deterioração de carcaças de frangos tratadas com soluções de polihexametileno biguanida, podendo proporcionar o uso desses sanitizantes em outras áreas da indústria de alimentos (PARREIRA *et al.*, 2021).

Na Figura 2, está uma representação visual do teste da concentração mínima inibitória (CMI).

De acordo com os achados ilustrados na Figura 3 abaixo, fica evidente que o Polihexametileno Biguanida (PHMB) exibiu notável efeito inibitório em todas as concentrações testadas, sendo elas  $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ ,  $0,4 \text{ mg.L}^{-1}$ ,  $0,6 \text{ mg.L}^{-1}$ ,  $0,8 \text{ mg.L}^{-1}$ ,  $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $1,2 \text{ mg.L}^{-1}$ . Esse efeito inibitório foi observado tanto nas bactérias isoladas do fígado de frangos de corte quanto nas cepas controle. A confirmação dessa inibição foi obtida por meio da aplicação do corante de resazurina, resultando em uma coloração azul.

Figura 2 – Análise da concentração mínima inibitória (CMI) do PHMB para bactérias isoladas de fígado de frangos.



Legenda: Coloração azul: inibição de crescimento bacteriano, coloração rosa: presença de crescimento bacteriano  
Fonte: CARMO, G. V. et al, 2023.

Para validar a precisão da técnica utilizada, foram implementados controles positivos (Caldo MH + PHMB) e controles negativos (Caldo MH). A presença de crescimento bacteriano, identificado por uma coloração rosa, nos controles positivos e a ausência desse crescimento nos controles negativos indicam a eficácia do procedimento experimental.

A Concentração Inibitória Mínima (CMI) é definida como a menor concentração da substância em questão capaz de inibir por completo o crescimento bacteriano (BONA et al., 2014). O teste foi realizado em duplicata, sendo a leitura feita de forma visual pela presença ou ausência de precipitando no fundo dos poços da microplaca. Para confirmação da leitura, foi escolhido o método de colorimetria utilizando o corante de resazurina, visto que o teste possui ausência de coloração, o método com o corante se tornou viável.

O teste utilizando o corante de resazurina, é uma forma de medida fácil e de curta duração, as células quando vivas são ativas metabolicamente, tendo capacidade de reduzir o corante, o qual sofre uma reação de oxirredução convertendo a resazurina em resorufina, tendo sua cor alterada para rosa (MANSUR, 2021).

Conforme os resultados já expostos, esses podem ser observados em estudos presentes na literatura, que avaliou a atividade do PHMB e outros compostos contendo guanidino contra *Acanthamoeba* e outros patógenos oculares. Os resultados deste estudo revelaram que o Polihexametileno Biguanida (PHBM) possui a menor concentração inibitória mínima (CMI)

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, edição extra, p. 203-225, jun. 2025. ISSN 1981-4089** para *Staphylococcus aureus* sendo de  $2 \mu\text{g.mL}^{-1}$  e um valor de  $7,8 \mu\text{g.mL}^{-1}$  para *Pseudomonas aeruginosa*, demonstrando assim uma extensa atividade antimicrobiana para o PHMB (RATNAYAKE *et al.*, 2022).

Em outros estudos adicionais, no qual foi analisado a efetividade de compostos não antibióticos contra bactérias isoladas de feridas crônicas e a interrupção de seus biofilmes, demonstrou que entre os compostos analisados, o PHMB se mostrou mais eficaz contra as cepas isoladas de *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, apresentando valores de CMI de  $6,49 \mu\text{g.mL}^{-1}$  e  $5,19 \mu\text{g.mL}^{-1}$  respectivamente. Estes resultados podem ser observados também nos dados do presente estudo, uma vez que para o microrganismo *Pseudomonas aeruginosa* o crescimento foi inibido em todas as concentrações testadas de PHMB (COLEMAN *et al.*, 2023).

Em outros estudos, no qual avaliou a atividade antibacteriana de hidrogel peptídico induzido por eletrostática contendo PHMB, evidenciou a atividade bacteriana do PHMB, tendo valores de CMI de  $4 \mu\text{g.mL}^{-1}$  e  $7 \mu\text{g.mL}^{-1}$  para *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* respectivamente, indicando que o hidrogel pode inibir o crescimento bacteriano em doses muito pequenas. Vale ressaltar que nessa pesquisa, a inibição do crescimento bacteriano aumenta de acordo com o aumento da concentração do PHMB e não foi observado o mesmo para o hidrogel, indicando a que o responsável pela atividade antibacteriana seja o PHMB (XIONG *et al.*, 2022).

O efeito bactericida do PHMB também foi observado em outras pesquisas, em que foi avaliado o efeito do PHMB na eliminação de biofilmes em combinação com surfactantes de betaína. Em seus resultados, o PHMB foi capaz de romper de forma notável o biofilme de *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli* em concentração de 0,02%, porém essa atividade bactericida não pôde ser observada quando colocada frente ao surfactante de betaína, no qual não apresentem nenhum efeito antibacteriano, sugerindo a ação antibacteriana ao PHMB (ZHENG *et al.*, 2021).

Demais pesquisas, no qual avaliou a atividade antibiofilme do PHMB em modelos de feridas em pele suína. Os resultados desse estudo mostrou que valores de CMI de  $0,78 \mu\text{g.mL}^{-1}$  e  $6,25 \mu\text{g.mL}^{-1}$  foram suficientes contra *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, respectivamente. Nos resultados do presente estudo, nota-se que a inibição de *Pseudomonas aeruginosa* ocorreu em concentrações ainda mais baixas do que no estudo citado (GUEDES *et al.*, 2023).

### Concentração mínima bactericida (CMB)

Os resultados para o teste de concentração mínima bactericida estão apresentados na Tabela a seguir (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados da avaliação da concentração mínima bactericida (CMB) de diferentes concentrações do PHMB para bactérias isoladas de fígado de frangos

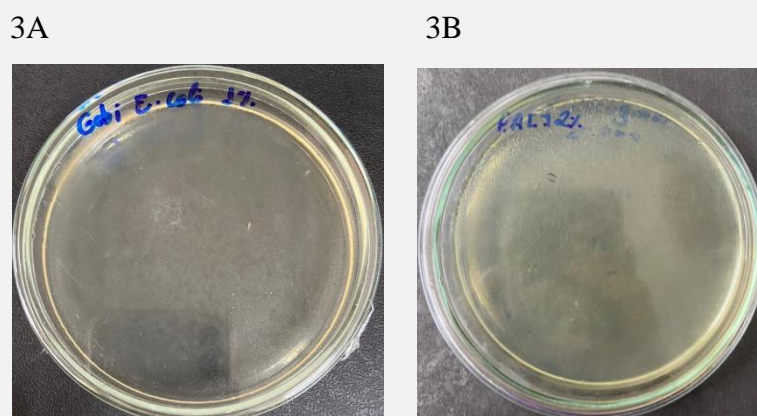
Bactéria	Concentração 0,2 mg.L <sup>-1</sup>
<i>Escherichia coli</i> ATCC	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC	-
<i>Proteus vulgaris</i>	+
<i>Staphylococcus coagulase</i> (-)	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+
<i>Escherichia coli</i>	-

(+) Presença de crescimento bacteriano; (-) ausência de crescimento bacteriano

Fonte: CARMO, G. V. et al, 2023.

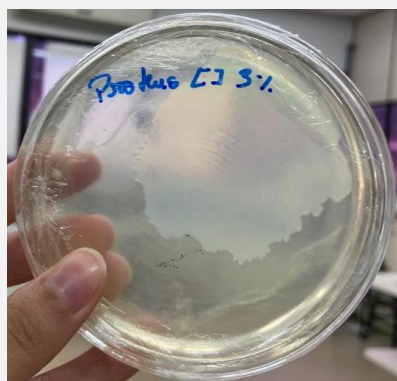
Conforme os dados da Tabela 2, destaca-se a ausência de crescimento bacteriano em condições específicas. *Escherichia coli* apresentou ausência de crescimento na concentração de 0,2 mg.L<sup>-1</sup>, enquanto *Pseudomonas aeruginosa* apresentou crescimento na mesma concentração. *Staphylococcus coagulase* negativa também não demonstrou crescimento na concentrações de 0,2 mg.L<sup>-1</sup>. Esses resultados são claramente visualizados a seguir (Figura 3).

Figura 3 – Teste de concentração máxima biocida (CMB) para bactérias isoladas de fígado de frangos.

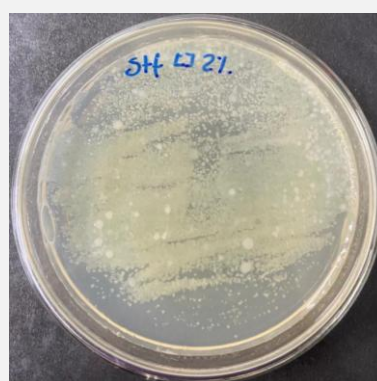




3C



3D



\* *Escherichia coli* concentração de 0,2 mg.L<sup>-1</sup> de PHMB (2A); *Pseudomonas aeruginosa* concentração de 0,4 mg.L<sup>-1</sup> de PHMB (2b); *Proteus* concentração de 0,6 mg.L<sup>-1</sup> de PHMB (2C); *Staphylococcus coagulase* (-) concentração de 0,4 mg.L<sup>-1</sup> de PHMB (2D).

Fonte: CARMO, G. V. et al, 2023.

Conforme os resultados alcançados pelo teste de CMI, demonstrou que o PHMB foi capaz de inibir o crescimento bacteriano em todas as concentrações testadas, a partir do CMI foi realizado o teste de concentração mínima bactericida (CMB) para as concentrações de 0,2 µg.mL<sup>-1</sup>, 0,4 µg.mL<sup>-1</sup> e 0,6 µg.mL<sup>-1</sup>, sendo possível observar um efeito bactericida para *Escherichia coli* na concentração de 0,2 µg.mL<sup>-1</sup>, *Pseudomonas aeruginosa* nas concentrações de 0,4 µg.mL<sup>-1</sup> e 0,6 µg.mL<sup>-1</sup> e para *Staphylococcus coagulase* negativa nas concentrações de 0,2 µg.mL<sup>-1</sup> e 0,6 µg.mL<sup>-1</sup>, não podendo observar nenhum efeito para *Proteus vulgaris*.

Em pesquisas identificadas na literatura, no qual comparou a distinção química, eficácia antisséptica e citotoxicidade de duas biguanidas poliméricas, revelou um valor de CMB inferior sendo menor que 0,05 mg.mL<sup>-1</sup> de PHMB contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* (REMBE et al., 2016).

### Considerações finais

O estudo realizado obteve bons resultados para o teste de sensibilidade a antimicrobianos, no qual foi analisado um perfil de sensibilidade alta para *Proteus vulgaris* e *Escherichia coli*, entretanto essa alta sensibilidade não pôde ser observada para *Pseudomonas*

*aeruginosa* no qual foi o microrganismo que apresentou alta resistência para os doze antimicrobianos testados no estudo.

O Polihexametileno Biguanida apresentou atividade bacteriostática, com concentração mínima inibitória em todas as concentrações testadas para todas as bactérias isoladas do fígado de frangos, como também as cepas controle, mostrando assim que o produto pode ser um potente composto para a inibição do crescimento de microrganismos oportunistas.

O PHMB apesar de apresentar ação bacteriostática em todas as concentrações, não foi possível observar efeito bactericida em todas as concentrações testadas, sendo a concentração de 0,2 mg.L<sup>-1</sup> a que possui maior efeito bactericida para a maioria das bactérias isoladas, sendo, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus coagulase* negativa.

Contudo, os resultados apresentados neste trabalho, demonstram que o Polihexametileno Biguanida (PHMB), apesar de apresentar certa toxicidade, potente efeito inibitório e moderado efeito bactericida, é necessário estudos adicionais do efeito antimicrobiano do PHMB, como em outras concentrações e em microrganismos diferentes, afim de avaliar a atividade antimicrobiana em situação real na produção de frangos de corte.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2024**, p. 54-60. Disponível em: [https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual-2024\\_capa\\_frango.pdf](https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual-2024_capa_frango.pdf) Acesso em: 23 set. 2024.

BALKHY, H. H.; EL-SAED, A. MAGHRABY, R.; AL-DROZI, H. M.; KHAN, R.; RISHY, A. H.; ARABI, Y. M. Drug-resistant ventilator associated pneumonia in a tertiary care hospital in Saudi Arabia. **Annals of Thoracic Medicine**, v. 9, n. 2, p. 104-111, 2014. DOI: 10.4103/1817-1737.128858 Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4005156/#sec1-2title> Acesso em: 12 nov. 2023.

BAUER, A.W.; KIRBY, W. M. SHERRIS, J. C.; TURCK, M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **American Journal of Clinical Microbiology**, v. 40, p. 2413-2415, 1966.

BERMAN, T. S.; BARNETT-ITZHAKI, Z.; BERMAN, T.; MAROM, E. Antimicrobial resistance in food-producing animals: towards implementing a one health based National action plan in Israel. **Israel Journal of Health Policy Research**, v. 12, n. 1, p. 18, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13584-023-00562-z> Disponível em: <https://ijhpr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13584-023-00562-z#citeas> Acesso em 20 nov. 2023.

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, edição extra, p. 203-225, jun. 2025. ISSN 1981-4089**

BESSA, L. J.; FAZII, P.; GIULIO, M. D.; CELLINI, L. Bacterial isolates from infected wounds and their antibiotic susceptibility pattern: some remarks about wound infection. **International Wound Journal**, v. 12, n. 1, p. 47-52, 2013. DOI: 10.1111/iwj.12049. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7950398/> Acesso em: 12 nov. 2023.

BONA, E. A. M.; PINTO, F. G. S.; FRUET, T. K.; JORGE, T. C. M.; MOURA, A. C. Comparação de métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração inibitória mínima (CIM) de extratos vegetais aquosos e etanólicos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n.3, p. 218-225, São Paulo, 2014. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/aib/a/mwDLMCbVGPRvH4gdFNJMV4F/?lang=pt&format=pdf#:~:txt=A%20Concentra%C3%A7%C3%A3o%20Inibit%C3%B3ria%20M%C3%ADnima%20\(CIM,metodologia%20de%20Santurio%20et%20al.](https://www.scielo.br/j/aib/a/mwDLMCbVGPRvH4gdFNJMV4F/?lang=pt&format=pdf#:~:txt=A%20Concentra%C3%A7%C3%A3o%20Inibit%C3%B3ria%20M%C3%ADnima%20(CIM,metodologia%20de%20Santurio%20et%20al.) Acesso em: 17 out. 2023.

BORTOLI, V. B.; LARSEN, S. F. ANTIBIÓTICOS RESISTENTES A *Escherichia coli* EM FRANGOS DE CORTE NA REGIÃO OESTE E NORTE DO PARANÁ. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, v. 6, n. 1, p. 137-150, 2023. Disponível em: <https://themaetscientia.fag.edu.br/index.php/ABMVFAG/article/view/1756/1594> Acesso em: 12 out. 2023.

CALDAS, E. O. L.; LIMA, A. R. L.; LARA, L. J. C. Viabilidade econômica da produção de frangos de corte sob diferentes estruturas de governança **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Minas Gerais, v.71, n.5, p. 1639-1648, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11340> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/Yk9Px6jBJ8Gw9t8mD5pBJfF/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 04 jan. 2023.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE/NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; Fifteenth Information Supplement. **CLSI/NCCLS document M 100-S15**. Wayne, PA. USA. 2017.

COLEMAN, L.; ADAMS, J. R. G.; BUCHANAN, W.; CHEN, T.; LA RAGIONE, R. M.; LIU, L. X. Non-Antibiotic Compounds Synergistically Kill Chronic Wound-Associated Bacteria and Disrupt Their Biofilms. **Pharmaceutics**, v. 15, n. 6, p. 1633, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15061633> Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4923/15/6/1633> Acesso em: 17 out. 2023.

EL-TARABILI, R. M.; AHMED, E. M.; ALHARBI, N. K.; ALHARBI, M. A.; ALROKBAN, A. H.; NAGUIB, D.; ALHAG, S. K.; EL FEKY, T. M.; AHMED, A. E.; MAHMOUD, A. E.; Prevalence, antibiotic profile, virulence determinants, ESBLs, and non- $\beta$ -lactam encoding genes of MDR *Proteus* spp. isolated from infected dogs. **Frontiers in Genetics**, v. 13, p. 952689, 2022. DOI: 10.3389/fgene.2022.952689 Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9583872/#s3title> Acesso em 16 out. 2023.

FIDÉLIS, C. E.; LEITE, R. F.; GARCIA, B. L. N.; GONÇALVES, J. L.; BOM, L.; SANTOS, M. V. Antimicrobial activities of polyhexamethylene biguanide against biofilm-producing *Prototheca bovis* causing bovine mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 106, ed. 2,

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, edição extra, p. 203-225, jun. 2025. ISSN 1981-4089**

p. 1383-1393, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22468> Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(22\)00727-5/fulltext#seccestitle20](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(22)00727-5/fulltext#seccestitle20)  
Acesso em: 20 nov. 2023.

FREITAS, F.; ALMEIDA, R.; FORTUNA, J. L.; CABRAL, C. C.; FRANCO, R. M.; VIEIRA, T. B. AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE COXA E SOBRECOXA DE FRANGO COMERCIALIZADAS A GRANEL EM SINOP-MT. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. 50116, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-50116>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cab/a/mvmCChh38YCzRZxf39ZvmZG/?format=html&lang=pt&stop=next#> Acesso em: 05 jan. 2023.

GARCIA, P. G.; CHAIN, T. R.; GUSMÃO, A. C.; OLIVEIRA, L. R. G. Perfil de suscetibilidade a antimicrobianos de cepas de *Acinetobacter baumannii* e *Pseudomonas aeruginosa* isoladas em amostras de lavado traqueal. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 53, n. 1, p. 58-63, 2021. DOI: 10.21877/2448-3877.202000918. Disponível em: [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/09/1291397/rbac-vol-53-1-2021\\_art09\\_ref918.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/09/1291397/rbac-vol-53-1-2021_art09_ref918.pdf)  
Acesso em: 12 nov. 2023.

HAMED, E. A.; ABDELATY, M. F.; SOROUR, H. K.; ROSHDY, H.; ABDELRAHMAN, M. A. A.; MAGDY, O.; IBRAHIM, W. A.; SAYED, A.; MOHAMED, H.; YOUSSEF, M. I.; HASSAN, W. M.; BADR, H. Monitoring of Antimicrobial Susceptibility of Bacteria Isolated from Poultry Farms from 2014 to 2018. **Veterinary Medicine International**, v. 2021, p. 6739220, 2021. DOI: 10.1155/2021/6739220 Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8448596/#sec3title> Acesso em: 13 out. 2023.

HAYAT, M. N.; KAKÁ, U.; SAZILI, A. Q. Assessment of Physicochemical Characteristics and Microbiological Quality in Broiler Chicken Breast Muscle (Pectoralis major) Subjected to Different Temperatures and Lengths of Cold Transportation. **Foods**, v. 10, n. 4, p. 874, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10040874>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/4/874> Acesso em: 05 jan. 2023.

GUEDES, G. M. M.; PINHEIRO, R. M.; FREITAS, A. S.; PEREIRA, V. C.; GOMES, F. I. F.; CORDEIRO, R. A.; SIDRIM, J. J. C.; ROCHA, M. F. G.; CASTELO-BRANCO, D. S. C. M. Ex vivo wound model on porcine skin for the evaluation of the antibiofilm activity of polyhexamethylene biguanide and ciprofloxacin. **Letters in Applied Microbiology**, v. 76, ed. 3, 2023.

IBRAHIM, W. A.; MAROUF, S. A.; ERFAN, A. M.; NASEF, S. A.; JAKEE, J. K. E. The occurrence of disinfectant and antibiotic-resistant genes in *Escherichia coli* isolated from chickens in Egypt. **Veterinary World**, v. 12, n. 1, p. 141-145, 2019. DOI: 10.14202/vetworld.2019.141-145 Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6431804/#sec1-3title> Acesso em 12 out. 2023.

LUZ, A.; FOCHEZATTO, A. O transbordamento do PIB do Agronegócio do Brasil: uma análise da importância setorial via Matrizes de Insumo-Produto. **Revista de Economia e Sociologia Rural** [online]. v. 61, n.1, p. 253226, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806->

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, edição extra, p. 203-225, jun. 2025. ISSN 1981-4089**

9479.2021.253226

Disponível

em:

<https://www.scielo.br/j/resr/a/9DPprfDmn6mZYZHrHqmhKKx/?format=pdf&lang=pt>

Acesso em: 04 jan. 2023.

MANSUR, M. F. F. O. **Avaliação da Concentração Inibitória Mínima pelo método Resazurin Microtiter Assay-REMA frente aos Fármacos Antituberculose de primeira e segunda linha e testes fenotípicos e genotípicos.** Dissertação (Mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais – Faculdade de Medicina. Belo Horizonte, 2021. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/42770/5/Tese\\_Maria\\_Fatima\\_Filardi\\_%20%20CORRIGIDO%20em%2027\\_06\\_22%20%28pdf.io%29.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/42770/5/Tese_Maria_Fatima_Filardi_%20%20CORRIGIDO%20em%2027_06_22%20%28pdf.io%29.pdf) Acesso em 17 out. 2023.

MAPIPA, Q.; DIGBAN, T. O.; NNOLIM, N. E.; NWODO, U. U. Antibioqram profile and virulence signatures of *Pseudomonas aeruginosa* isolates recovered from selected agrestic hospital effluents. **Scientific Reports**, v. 11, n.1, p. 11800, 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-91280-6 Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8175747/#Sec2title> Acesso em 16 out. 2023.

MEDINA, G. S.; CAFÉ, M. B.; OLIVEIRA, J. L. Participação do Capital Brasileiro na Cadeia Produtiva do Frango de Corte: Estratégia para o Desenvolvimento do Agronegócio Nacional. **Revista Agropampa**, v. 3, n. 3, 2020.

MEHROTRA, T.; KONAR, D.; PRAGASAM, A. K.; KUMAR, S.; JANA, P.; BABELE, P.; PAUL, D.; PUROHIT, A.; TANWAR, S.; BAKSHI, S.; DAS, S.; VERMA, J.; TALUKDAR, D.; NARENDRAKUMAR, L.; KOTHIDAR, A. Antimicrobial resistance heterogeneity among multidrug-resistant Gram-negative pathogens: Phenotypic, genotypic, and proteomic analysis. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 120, n. 33, p. e2305465120, 2023. DOI: 10.1073/pnas.2305465120 Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10434301/> Acesso em: 20 nov. 2023.

MENEZES, L. D. M.; LIMA, A. L.; PENA, E. C.; SILVA, G. R.; KLEIN, R. W. T.; SILVA, C. A.; ASSIS, D. C. S.; FIGUEIREDO, T. C.; CANÇADO, S. V. Caracterização microbiológica de carcaças de frangos de corte produzidas no estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** v. 70, n. 02, p. 623-627, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9912> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/4YyZYrMRvpJhPX9b9FKXVjN/?lang=pt#> Acesso em: 05 jan. 2023.

OLIVEIRA, E. C.; CARRARO, N. C. Análise do Comportamento e Participação do Agronegócio na Composição do Produto Interno Bruto (PIB) Brasileiro: Um Estudo da Série Temporal de 1996 a 2017. **Brazilian Journal of Development.**, Curitiba, v. 5, n. 11, p. 24042-24064, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n11-096> Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/4448/4161> Acesso em: 04 jan. 2023.

OLIVEIRA, M.; PEREIRA, K. D. S.; ZAMBERLAM, C. R. RESISTÊNCIA BACTERIANA PELO USO INDISCRIMINADO DE ANTIBIÓTICOS: UMA QUESTÃO DE SAÚDE PÚBLICA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 6, n. 11,

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, edição extra, p. 203-225, jun. 2025. ISSN 1981-4089**

p.183-201, 2020. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/279> Acesso em: 5 jan. 2023.

PARREIRA, G. G. et al. Avaliação da eficácia de sanitizantes à base de polihexametileno biguanida na redução da carga microbiana e deterioração de carcaças de frango. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 698–712, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-045>. Acesso em 23 fev. 2024.

PIMENTEL, C. N. M.; GODOT, T. M. C.; FIGUEIREDO, E. L. Avaliação microbiológica de carne de frango comercializadas no município de Castanhal, Pará / Microbiological evaluation of chicken meat sold in the municipality of Castanhal, Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 21848-21856, 2019. DOI: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/6/1284> Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/4128/4077> Acesso em: 5 jan. 2023.

RATNAYAKE, D.; ANSAH, M.; ANI, E. A.; HEASELGRAVE, W. The Activity of PHMB and Other Guanidino Containing Compounds against *Acanthamoeba* and Other Ocular Pathogens. **Microorganisms**, v. 10, n. 7, p. 1375, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10071375> Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2607/10/7/1375> Acesso em: 17 out. 2023.

REMBE, J. D.; FROMM-DORNIEDEN, C.; SCHAFFER, N.; BOHM, J. K.; STUERMER, E. K. Comparing two polymeric biguanides: chemical distinction, antiseptic efficacy and cytotoxicity of polyaminopropyl biguanide and polyhexamethylene biguanide. **Journal of Medical Microbiology**, v., 65, ed., 8, p. 867-876, 2016.

SCHMIDT, N. S.; SILVA, C. L. Pesquisa e Desenvolvimento na Cadeia Produtiva de Frangos de Corte no Brasil. **RESR**, v. 56, n. 03, p. 467-482, Piracicaba- SP, 2017.

SHRESTHA, A.; BAJRACHARYA, A. M.; SUBEDI, H.; TURHA, R. S.; KAFLE, S.; SHARMA, S.; NEUPANE, S.; CHAUDHARY, D. K. Multi-drug resistance and extended spectrum beta lactamase producing Gram negative bacteria from chicken meat in Bharatpur Metropolitan, Nepal. **BMC Research Notes**, v. 7, n. 10, p. 574, 2017. DOI: 10.1186/s13104-017-2917-x Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5678746/#Sec4title> Acesso em 16 out. 2023.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, V. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 5. Ed, São Paulo: Blucher, 2017. 560 p.

SOBRINHO, R. M. E., MALVÁSIO, A., BERTOLIN, A. O. Perfil de resistência e ou sensibilidade antibacteriana de enterobactérias coletadas de ovos de *P. expansa*. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n.5, p. 292-303, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0016> Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/effb/8166500264dd35a4b9870f743cfa0cef23fa.pdf> Acesso em 16 out. 2023.

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 18, n. 1, edição extra, p. 203-225, jun. 2025. ISSN 1981-4089**

SOUSA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; CRUZ, V. F.; BARBARI, M.; SARAZ, J. A. O.; SILVA, A. L.; COELHO, D. J. R.; BAPTISTA, F. Potential for Ammonia Generation and Emission in Broiler Production Facilities in Brazil. **Animals**, v. 13, n. 4, p. 675, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13040675> Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/4/675> Acesso em: 20 nov. 2023.

SOWLATI-HASHJIN, S.; CARBONE, P.; KARTTUNEN, M. Insights into the Polyhexamethylene Biguanide (PHMB) Mechanism of Action on Bacterial Membrane and DNA: A Molecular Dynamics Study. **The Journal of Physical Chemistry B.**, v. 124, n.22, p. 4487-4497, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32390430/> Acesso em: 05 jan. 2023.

SPYRELLI, E. D.; DOULGERAKI, A. I.; ARGYRI, A. A.; TASSOU, C. C.; PANAGOUE, E. Z.; NYCHAS, G. J. E. Implementation of Multispectral Imaging (MSI) for Microbiological Quality Assessment of Poultry Products. **Microorganisms**, v. 8, n. 4, p. 552, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8040552>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2607/8/4/552> Acesso em: 05 jan. 2023.

TANG, K. W. K.; MILLAR, B. C.; MOORE, J. E. Antimicrobial Resistance (AMR). **British Journal of Biomedical Science**, v. 80, p. 11387, 2023. DOI: 10.3389/bjbs.2023.11387 Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10336207/> Acesso em: 20 nov. 2023.

XIONG, Y.; WANG, L.; XU, W.; LIA, L.; TANG, Y.; SHI, C.; LI, X.; NIU, Y.; SUN, C.; RENG, C. Electrostatic induced peptide hydrogel containing PHMB for sustained antibacterial Activity. **Journal of Drug Delivery Science and Technology.**, v. 75, p. 103717, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2022.103717> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1773224722006281> Acesso em: 17 out. 2023.

ZHENG, Y.; WANG, D.; MA, L. Z. Effect of Polyhexamethylene Biguanide in Combination with Undecylenamidopropyl Betaine or PslG on Biofilm Clearance. **International Journal of Molecular Sciences**, v., 22, n. 2, p. 768, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms22020768> Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/2/768> Acesso em: 18 out. 2023.

ZIMERMANN, K. F.; MORAES ARAUJO, M. E. MASTITE BOVINA: AGENTES ETIOLÓGICOS E SUSCEPTIBILIDADE A ANTIMICROBIANOS. **Revista Campo Digital.**, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2017. Disponível em: <https://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/2015> Acesso em: 17 out. 2023.