

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO REITOR JOÃO DAVID FERREIRA LIMA
DEPARTAMENTO DE ANÁLISES CLÍNICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Victória Torres Makowiecky

**Investigação de bactérias resistentes aos antimicrobianos em ostras comercializadas em
Florianópolis, SC.**

Florianópolis

2023

Victória Torres Makowiecky

Investigação de bactérias resistentes aos antimicrobianos em ostras comercializadas em Florianópolis, SC.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Jussara Kasuko Palmeiro, Dra.
Coorientadora: Profa. Thais Cristine Marques Sincero, Dra.

Florianópolis

2023

Makowiecky, Victoria Torres

Investigação de bactérias resistentes aos antimicrobianos em ostras comercializadas em Florianópolis, SC. / Victoria Torres Makowiecky ; orientador, Jussara Kasuko Palmeiro, coorientador, Thais Cristine Marques Sincero, 2023.

45 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

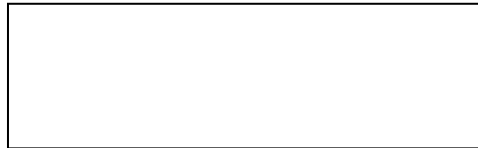
1. Ciências Biológicas. 2. Resistência bacteriana. 3. Crassostrea gigas. 4. Contaminação ambiental. 5. Saúde única. I. Palmeiro, Jussara Kasuko. II. Sincero, Thais Cristine Marques. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

Victória Torres Makowiecky

Investigação de bactérias resistentes aos antimicrobianos em ostras comercializadas em Florianópolis, SC.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas.

Florianópolis, 22 de junho de 2023.




Coordenação do Curso

Banca examinadora



Profa. Jussara Kasuko Palmeiro, Dra.

Orientadora



Prof.(a) Fabienne Antunes Ferreira Dr.(a)

Instituição Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.(a) Marília Miotto, Dr.(a)

Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por sempre me apoiar nos caminhos que escolhi seguir, aos meus amigos de vida que carrego comigo desde criança, aos amigos da faculdade e do estágio que foram muito importantes nessa reta final, aos colegas de laboratório por todo o apoio e a todos que de qualquer maneira me fizeram chegar ao fim dessa etapa <3.

RESUMO

Ostras são moluscos bivalves reconhecidos como fonte de alimento e renda pela população mundial, especialmente em Santa Catarina. Em decorrência da poluição marinha com resíduos de medicamentos utilizados na aquicultura e em ambiente hospitalar, o habitat das ostras se tornou seletivo positivamente para bactérias multirresistentes. Devido ao fato de possuírem mecanismos de filtração essenciais para o funcionamento do seu metabolismo, esses bivalves podem acumular em si diversos microrganismos presentes na água. Buscando investigar a presença de bactérias resistentes aos antimicrobianos, designadas prioritárias pela Organização Mundial da Saúde e inferir a possível origem dessa contaminação, foram realizadas seis coletas em diferentes estabelecimentos comerciais de Florianópolis, totalizando-se 90 ostras. Após o processamento de diferentes partes do bivalve e filtração da água de lavagem externa da concha, as amostras foram enriquecidas em meio de cultura para o crescimento das bactérias em laboratório. Em seguida, os isolados foram submetidos aos testes de sensibilidade a diversos antimicrobianos por meio da técnica de disco-difusão e a testes fenotípicos para a identificação de enzimas de resistência do tipo ESBL, por meio de discos combinados com inibidores enzimáticos, e de carbapenemases, através do teste Blue Carba. Além disso, os isolados foram identificados quanto a espécie por meio de espectrometria de massas (MALDI-TOF). Fizeram-se presentes nesse estudo bactérias da lista de prioridade crítica da OMS para o desenvolvimento de novas drogas, como o Complexo *Acinetobacter baumannii* resistente aos carbapenêmicos e *Escherichia coli* produtora de ESBL, mas também outras espécies potencialmente causadoras de doenças como *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii* e *Pseudomonas mosselii*, com resistência a vários dos antimicrobianos analisados. Os resultados confirmam a hipótese de que as ostras atuam como reservatório de bactérias resistentes, indicando a contaminação no ambiente marinho e no manuseio comercial, tornando-se uma fonte de risco aos consumidores pela possibilidade de infecção por microrganismos patogênicos, somado ao fato de que culturalmente são consumidas cruas.

Palavras-chave: *Crassostrea gigas*; bivalves; contaminação; resistência bacteriana.

ABSTRACT

Oysters are bivalve mollusks recognized as a source of food and income by the global population, especially in Santa Catarina. Due to marine pollution with residues of medications used in aquaculture and hospital environments, the oyster habitat has become positively selective for multidrug-resistant bacteria. As a result of having essential filtration mechanisms for their metabolism, these bivalves can accumulate various microorganisms present in the water. In order to investigate the presence of antimicrobial-resistant bacteria designated as priority by the World Health Organization and infer the possible origin of this contamination, six collections were carried out at different commercial establishments in Florianópolis, totaling 90 oysters. After processing different parts of the bivalve and filtering the external shell washing water, the samples were enriched in culture medium for bacterial growth in the laboratory. Subsequently, the isolates were subjected to sensitivity tests to various antimicrobials using the disk-diffusion technique, and to phenotypic tests for the identification of ESBL-type resistance enzymes using disks combined with enzyme inhibitors, and carbapenemases using the Blue Carba test. Additionally, the isolates were identified at the species level using mass spectrometry (MALDI-TOF). The bacteria included in this study were those from the WHO critical priority list for the development of new drugs, such as carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* complex and ESBL-producing *Escherichia coli*, as well as other potential disease-causing species such as *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*, and *Pseudomonas mosselii*, with resistance to several of the analyzed antimicrobials. The results confirm the hypothesis that oysters act as reservoirs of resistant bacteria, indicating contamination in the marine environment and commercial handling, becoming a source of risk to consumers due to the possibility of infection by pathogenic microorganisms, especially considering that they are traditionally consumed raw.

Keywords: *Crassostrea gigas*; bivalve; contamination; bacterial resistance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo de produção da Ostreicultura	14
Figura 2 - Enriquecimento inicial da água de lavagem externa das conchas.....	21
Figura 3 - Enriquecimento inicial das diferentes partes das ostras.....	22
Figura 4 - Processamento das ostras coletadas em laboratório.....	23
Figura 5 - Pré-seleção de bactérias resistentes.....	25
Figura 6 - Seleção e identificação dos isolados resistentes a pré-seleção.....	26
Figura 7 - Resistências dos isolados de <i>E.coli</i> , MDR e ESBL.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Antimicrobianos e seus mecanismos de ação contra bactérias.....	18
Tabela 2 – Bactérias isoladas e suas respectivas amostras de origem, resistências e fenótipos	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
SC	Santa Catarina
LMM	Laboratório de Moluscos Marinhos
UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí
CT	Coliformes termotolerantes
OMS	Organização Mundial da Saúde
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
BrCAST	<i>Brazilian Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing</i>
ESBL	Beta Lactamases do Espectro Estendido
CTL	Ceftazidima combinado ácido clavulânico
CAL	Cefotaxima combinado ácido clavulânico
CPM	Cefepime
ATM	Aztreonam
CAZ	Ceftazidima
CTX	Cefotaxima
CIP	Ciprofloxacino
TET	Tetraciclina
MPM	Meropenem
ERT	Ertapenem
IPM	Imipenem
GEN	Gentamicina
AMI	Amicacina
CFO	Cefoxitina
VAN	Vancomicina
MDR	do inglês <i>Multidrug-resistant</i>
AG	Água de lavagem externa da concha
GD	Glândula digestiva
PD	Partes dissecadas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	HISTÓRIA E RELEVÂNCIA ECONÔMICA DA AQUICULTURA E OSTREICULTURA	12
1.2	BIOLOGIA DAS OSTRAS E SUA IMPORTÂNCIA COMO ORGANISMOS SENTINELA DE CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA.....	15
1.3	RESISTÊNCIA BACTERIANA E SAÚDE ÚNICA	17
1.4	OBJETIVOS	19
1.4.1	Objetivo Geral.....	19
1.4.2	Objetivos específicos.....	19
2	DESENVOLVIMENTO.....	20
2.1	MATERIAL E MÉTODOS	20
2.1.1	Pontos amostrais	20
2.1.2	Coleta e processamento das ostras	20
2.1.3	Isolamento e identificação das amostras bacterianas.....	24
2.1.4	Determinação do perfil de sensibilidade aos antimicrobianos	27
2.2	RESULTADOS	27
2.3	DISCUSSÃO	29
2.3.1	<i>Enterobacteriales</i>	29
2.3.2	Demais gêneros	31
3	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

1.1 HISTÓRIA E RELEVÂNCIA ECONÔMICA DA AQUICULTURA E OSTREICULTURA

A aquicultura é a produção de organismos aquáticos, sejam plantas ou animais, em ambientes semi ou integralmente controlados, os quais podem ser desde tanques e lagos até mares e rios. Com o objetivo de cultivo para alimentação humana, a utilização da água para esse propósito auxilia na mitigação das consequências de mudanças climáticas causadas pela agricultura e pecuária, diminuindo indiretamente a ação antrópica exacerbada nas florestas. Este modo de produção alimentícia se destaca por abraçar a sustentabilidade, contando com um baixo custo de implantação para operação e tecnologias acessíveis, contudo, capazes de gerar uma alta produtividade, inclusive em pequenas áreas. A aquicultura tem potencial para aumentar expressivamente a produção mundial de alimentos, auxiliando na geração de renda e empregos e no combate à fome. O uso do ambiente marinho como fonte de alimentos é datado da antiguidade, observado em povos do Egito e da China que criavam carpas e tilápias em suas civilizações. Nos dias de hoje, essa prática está presente em todo o mundo através do cultivo de peixes, moluscos, crustáceos e algas (SIQUEIRA, 2017).

A colheita de moluscos bivalves selvagens é praticada há séculos por mulheres de comunidades costeiras da África (FAO, 2022). Atualmente, a utilização de ostras e outros moluscos como fonte de proteína na alimentação faz parte da Revolução Azul, a qual incentiva a produção de alimentos nos oceanos, usando-se de fazendas marinhas no ambiente natural (SUSIN, 2018). Segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO), a produção mundial de animais por meio da aquicultura cresceu 2,7% de 2019 para 2020, totalizando uma produção anual de moluscos de 17,7 milhões de toneladas, cujo maior responsável pelo montante é a China. Os principais moluscos produzidos são as ostras, vieiras, amêijoas e mexilhões. Em 2020, a exportação de bivalves movimentou 4,3 bilhões de dólares, totalizando 2,8% do valor global de exportação de produtos aquáticos (FAO, 2022).

O cultivo de ostras (ostreicultura) e de outros moluscos (malacocultura) foi implantado no estado de Santa Catarina (SC) entre as décadas de 1980 e 1990 pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia (EPAGRI) e pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), como alternativa para o declínio da pesca artesanal em detrimento da pesca industrial (SOUZA; HERZOG; FRIGO, 2003), todavia, apenas em 2011 ocorreu a regularização do setor no estado através do desenvolvimento dos Planos Locais de

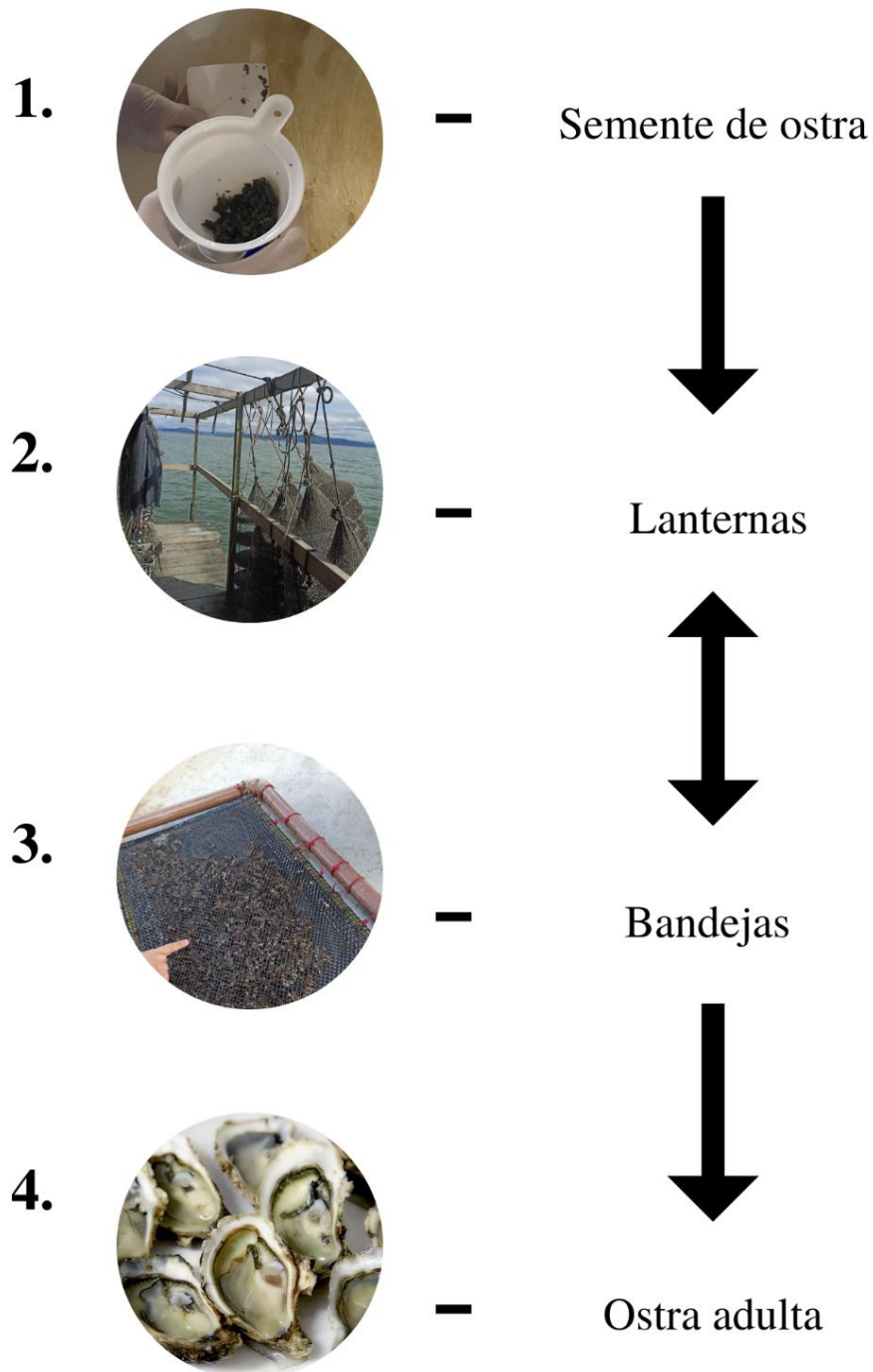
Desenvolvimento da Maricultura (PDLM) (SUPLICY, 2019). Favorecido por condições geográficas, o estado catarinense possui áreas protegidas, baías e estuários com água de qualidade para a malacocultura (CARVALHO; CUSTÓDIO, 2009).

Atualmente, SC é responsável por 95% da produção nacional de ostras (EPAGRI, 2022), com seu principal foco na Grande Florianópolis. Entre os anos de 2019 e 2020, foram produzidas 15.000 toneladas de ostras, as quais movimentaram mais de 92 milhões de reais (EPAGRI, 2021). Em bairros tradicionais da cidade, como Ribeirão da Ilha e Santo Antônio de Lisboa, a ostreicultura é uma importante fonte de renda e emprego para os trabalhadores, que chegam a vender 15 mil dúzias do animal por mês (SUSIN, 2018). Segundo o Plano Estratégico da Maricultura Catarinense (2018-2028), a produção de ostras no estado não conta com a utilização de maquinário e é baseada na mão de obra informal (SUPLICY, 2019).

Em Santa Catarina, são utilizadas lanternas-berçário de tela para que a semente da ostra se fixe e cresça, posteriormente, os moluscos devem ser realocados manualmente em bandejas plásticas para engordarem e retornam às lanternas definitivas de malha para o crescimento final (FILHO, 2006), como demonstrado na Figura 1. Depois de adultas, as ostras são coletadas e transportadas em caixas plásticas retornáveis para o comércio (SILVA; SILVA, 2007).

A principal espécie de ostra produzida e comercializada em Santa Catarina é a *Crassostrea gigas*, popularmente conhecida como ostra do Pacífico ou ostra japonesa, se trata de uma espécie exótica no Brasil, nativa do leste asiático, em países como Japão, China e Coreia (PEREIRA; HENRIQUES; FAGUNDES, 1998). As sementes do molusco, que são pequenas larvas, são produzidas a partir da reprodução feita no Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da UFSC ou na Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), e obtidas destes locais pelos produtores. Outra espécie de ostra produzida em menor escala é a *Crassostrea rhizophorae*, a qual é nativa em Santa Catarina e pode ser obtida diretamente do ambiente natural (SILVA; SILVA, 2007).

Figura 1: Fluxo de produção da Ostreicultura



Legenda: 1) Sementes de ostras produzidas no LMM da UFSC destinadas aos produtores; 2) Lanternas nas quais as sementes crescem por um período e retornam após a engorda nas bandejas; 3) Bandejas onde ocorre a fase de engordamento das ostras que retornarão para o crescimento nas lanternas; 4) Ostra adulta disponível para comércio e consumo.

Fonte: elaborado pela autora

1.2 BIOLOGIA DAS OSTRAS E SUA IMPORTÂNCIA COMO ORGANISMOS SENTINELA DE CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA

As ostras são moluscos bivalves, possuidores de duas conchas (valvas) e pertencentes à família *Ostreidae*, cuja alimentação baseada em plâncton e fitoplâncton é feita por suspensivoria, ou seja, elas filtram partículas em suspensão na água e têm a capacidade de absorver diretamente a matéria orgânica dissolvida no mar. Os bivalves possuem um manto que recobre a parte interna da concha, separando-a dos órgãos. Parte da digestão e da absorção dos nutrientes provindos da alimentação ocorre na glândula digestiva volumosa, a qual é conectada ao estômago e às paredes intestinais (BRUSCA; MOORE; SHUSTER, 2018).

Moluscos filtradores atuam como bioindicadores de poluição de água (EVANGELISTA-BARRETO; SOUSA; VIEIRA, 2008), ou seja, são organismos utilizados para avaliação da qualidade ambiental (CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2022). Tais animais também podem ser chamados de organismos sentinelas por carregarem em si informações sobre as modificações de um ambiente, especialmente sobre os aspectos toxicológicos (FERNANDES *et al.*, 2016). Os bivalves são tidos como os animais marinhos que mais oferecem risco à saúde pública (HENRIQUES *et al.*, 2000), fato justificado por sua capacidade filtrante, a qual, nas ostras, é de 5 litros de água por hora. Ostras podem bioacumular 75% das bactérias presentes no ambiente, no manto e na água intervalar (BARROS *et al.*, 2005). Portanto, o consumo deste alimento cru oferece um risco aumentado de transmissão de microrganismos patogênicos, dependendo da qualidade da água (MATTE *et al.*, 1994).

Além da possível contaminação ambiental por meio da água, o manuseio do alimento sem condições sanitárias e de higiene adequadas também podem aumentar o risco de transmissão de doenças causadas por bactérias. Nos Estados Unidos, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* spp. e *Escherichia coli* são responsáveis por cerca de 70% das mortes por doenças transmitidas por alimentos (CDC, 2000).

O despejo de esgoto no mar, sobretudo sem tratamento, afeta a qualidade da água, gerando consequências ambientais, sociais e de saúde pública (LINS; LINS, 2019). Além do esgoto doméstico, dejetos hospitalares descartados incorretamente que chegam ao ambiente aquático criam uma pressão seletiva positiva para bactérias resistentes através da presença de resíduos de antimicrobianos (BARCELOS *et al.*, 2016). Alguns antimicrobianos como as cefalosporinas, meropenem e ciprofloxacino continuam presentes em efluentes hospitalares

destinados ao tratamento de esgoto por mais de 40 dias, permanecendo ativos e sofrendo até 10% de degradação da sua concentração inicial no ambiente aquático (AL-AHMAD; DASCHNER; KÜMMERER, 1999).

Existem três principais mecanismos responsáveis pela ocorrência de bactérias resistentes no ambiente marinho: escoamento costeiro de bactérias terrestres, seleção de bactérias resistentes pela presença de antimicrobianos utilizados em tratamentos humanos e resistência pela utilização de antimicrobianos em produções feitas no mar (HATOSY; MARTINY, 2015). As bactérias naturais do ambiente aquático, potencialmente patogênicas para humanos, podem ser *Acinetobacter* spp., *Aeromonas* spp., *Clostridium botulinum*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus*, *L. monocytogenes* e *Pseudomonas* spp.. Enquanto exemplos de microrganismos provenientes da poluição das águas são da ordem *Enterobacteriales*, com destaque para *Salmonella* sp., *E. coli* e *Shigella* sp. (JAMES, 2000).

A legislação CONAMA n° 357, de 17 de maio de 2005, delimita a qualidade microbiológica da água de cultivo para moluscos bivalves. Tal análise é baseada na quantificação de coliformes pelo fato de serem bactérias entéricas, ou seja, exclusivas do intestino humano e de animais homeotérmicos. A média da densidade de coliformes termotolerantes (CT) não deve ultrapassar o valor de 43 por 100 mililitros (43 NMP.100mL⁻¹), numa parcela de 15 amostras de um mesmo local, e o percentual de 90% não pode ultrapassar 88 NMP por 100 mililitros (SILVA, 2005). *E. coli* é uma bactéria do grupo dos coliformes, os quais podem ser divididos em totais ou fecais/termotolerantes. Coliformes totais são bacilos Gram-negativos, geralmente oportunistas, oxidase negativos e fermentadores de lactose; os principais gêneros pertencentes ao grupo são: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Já os coliformes fecais ou termotolerantes (CT), além das características gerais de coliformes, fermentam lactose com produção de gás, o principal CT utilizado como indicador de contaminação ambiental é *E. coli*, sendo uma bactéria facilmente detectável e quantificável e que tem uma relação direta com o grau de contaminação. Além de ser capaz de se multiplicar no ambiente aquático e sobreviver a agentes desinfetantes (FUNASA, 2013).

Contudo, o controle e a inspeção sanitária dos moluscos bivalves destinados à comercialização são feitos com base no Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB), o qual abrange todas as etapas da produção, armazenamento e transporte desses animais (CRIVELLA; FILHO, 2012)

A ocorrência de bactérias possivelmente patogênicas, especialmente em moluscos bivalves, já foi descrita por diversos cientistas ao redor do mundo. Em Florianópolis, Ramos

et al., 2012 encontraram *E. coli*, *Vibrio* spp. e *Staphylococcus* coagulase positiva em ostras *Crassostrea gigas* coletadas em diversas regiões da capital catarinense, e, por mais que os níveis quantitativos encontrados estivessem dentro dos limites estabelecidos pela legislação, há a indicação de contaminação bacteriológica por coliformes termotolerantes (RAMOS *et al.*, 2012).

1.3 RESISTÊNCIA BACTERIANA E SAÚDE ÚNICA

Bactérias possuem uma alta capacidade de adaptação em decorrência da estrutura de seus genomas, a qual permite trocas de genes entre os indivíduos através de componentes com potencial de mobilidade (plasmídeos, transposons, bacteriófagos) (AMABIS; MARTHO, 1997). Bactérias multirresistentes apresentam diferentes mecanismos de resistência a diversos antimicrobianos, podem causar infecções hospitalares e acabam por gerar morbidade e mortalidade (SANTOS, 2004).

Por volta de 700 mil pessoas morrem por ano em decorrência de infecções causadas por bactérias resistentes aos antimicrobianos (ROCHA, 2019). Em 2018, o Ministério da Saúde lançou o Plano Nacional de Prevenção e Controle de Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Saúde Única para garantir o tratamento seguro, eficaz, acessível e feito de forma responsável para doenças infecciosas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019). Além disso, a Organização Mundial da Saúde publicou no ano de 2017 uma lista de agentes patogênicos prioritários para pesquisa e desenvolvimento de novos antibióticos. Essa listagem é classificada em três níveis: Prioridade crítica: família *Enterobacteriaceae* produtoras de ESBL (beta-lactamase do espectro estendido) e *Acinetobacter baumannii* resistentes à carbapenêmicos; Prioridade alta: *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina e à vancomicina; Prioridade média: *Streptococcus pneumoniae* sem sensibilidade à penicilina, entre outras (OPAS, 2017).

A adaptação bacteriana aos antimicrobianos se dá, principalmente, pelo uso indiscriminado de antibióticos na medicina (SANTOS, 2004) e na produção animal (REPIK *et al.*, 2022), porém a pressão seletiva que confere vantagens aos microrganismos resistentes pode acontecer tanto no paciente/hospedeiro quanto no ambiente, além disso, outros agentes também podem ser selecionadores de resistência bacteriana, como, por exemplo, metais pesados (GUARDABASSI; DALSGAARD, 2002). Apesar disso, a resistência bacteriana também pode ocorrer de maneira natural, onde o microrganismo é intrinsecamente resistente a

determinados fármacos, tornando-se um fenômeno desafiador para o tratamento efetivo de doenças infecciosas causadas por bactérias multirresistentes (NIEDERMAN, 2001).

Diferentes classes de antimicrobianos são utilizadas para combater determinados microrganismos, tais substâncias podem agir matando ou inibindo o crescimento das bactérias, através da alteração de estruturas ou de funções celulares (GUARDABASSI; DALSGAARD, 2002), como representado na Tabela 1.

Tabela 1: Antimicrobianos e seus mecanismos de ação.

Antimicrobianos	Mecanismo de ação
Beta-lactâmicos (penicilinas, cefalosporinas, carbapeninas, monobactamas)	Inibem a biossíntese da parede celular bacteriana bloqueando a ação das proteínas ligantes de penicilinas.
Beta-lactâmicos (oxapeninas, sulfoxapeninas)	Inibem as enzimas que degradam os beta-lactâmicos.
Cloranfenicol; Tetraciclina; Macrolídeos; Lincosaminas; Estreptograminas; Oxazolidinonas; Aminoglicosídeos (gentamicina, ampicacina)	Inibem a síntese proteica ligando-se a subunidade ribossômica 30S.
Glicopeptídeos	Impedem a formação correta da parede celular.
Polimixinas	Afetam a permeabilidade/rompem a membrana celular bacteriana.
Rifampicina	Inibe a síntese de RNA ligando-se às RNA-polimerases.
Sulfonamidas; Trimetoprim	Atuam na via do ácido fólico ligando-se à enzima diidropeterato-sintetase e impedindo a produção de ácidos nucleicos.
Quinolonas (ciprofloxacina, norfloxacina); Fluroquinolonas	Inibem a síntese de DNA ligando-se às enzimas DNA-ligase e topoisomerasas.
Metronidazol	Atua rompendo a molécula de DNA.

Fonte: Adaptado de Guimarães; Momesso; Pupo, 2010; Chagas, 2011.

Os mecanismos de resistência bacteriana podem ser:

- a) Alteração de permeabilidade da membrana celular externa lipopolissacarídea das bactérias Gram-negativas, controlada por meio de alterações nas proteínas porinas;
- b) Alteração do sítio de ação alvo do antimicrobiano, no qual as bactérias adquirem genes que codificam novos produtos resistentes ou modificam/inativam o alvo original;
- c) Bomba de efluxo, que consiste num bombeamento ativo de antimicrobianos para o meio extracelular;
- d) Atividade enzimática, na qual ocorre a degradação dos antimicrobianos através de enzimas específicas (ANVISA, 2007).

Em conjunto com a OMS e outros parceiros, a FAO busca promover a segurança alimentar e a saúde sistêmica por meio da prevenção, detecção e controle de doenças envolvidas no espectro agroalimentar entre plantas, animais e humanos. O conceito *One Health* (Saúde Única) alcançou grande evidência na pandemia causada pelo novo coronavírus e visa estratégias colaborativas para melhorar diversos processos envolvidos na cadeia alimentar mundial. O Centro Conjunto para Doenças Zoonóticas e Resistência Antimicrobiana da FAO coordena a integração de atividades de Saúde Única em diferentes divisões da FAO (FAO, 2021).

A resistência bacteriana associada à ostreicultura torna-se alvo de estudos científicos em decorrência da possibilidade de transmissão de doenças para humanos, além de estar envolvida em questões de preservação ambiental e economia de subsistência local. Este tema também se encaixa no espectro da abordagem de Saúde Única, por envolver uma cadeia de produção animal para alimentação humana. Portanto, este estudo visa identificar a presença de bactérias resistentes aos antimicrobianos em ostras acessíveis à população da capital catarinense.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Investigar a presença de bactérias resistentes aos antimicrobianos em ostras oriundas de estabelecimentos comerciais de Florianópolis, SC.

1.4.2 Objetivos específicos

- Investigar a presença de bactérias prioritárias da OMS resistentes aos antimicrobianos em ostras comercializadas em estabelecimentos atendidos por ostreicultores das Baías Norte e Sul da Grande Florianópolis;
- Avaliar a possível origem da contaminação por bactérias resistentes aos antimicrobianos, se procedente da manipulação ou do ambiente aquático;
- Verificar a atuação de ostras como sentinelas da disseminação de bactérias prioritárias da OMS nos seres humanos e no meio ambiente.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1 Pontos amostrais

Para a análise da presença de bactérias resistentes nos bivalves objetos de estudo, foram coletadas 90 amostras (ostras) de 6 estabelecimentos comerciais (peixarias/restaurantes/comércio local), sendo 15 de cada ponto amostral, localizados em diferentes regiões da Grande Florianópolis. Os pontos de comércio escolhidos para coleta têm como fornecedores produtores previamente selecionados devido às suas localidades, sendo três deles com atividade nos bairros Caieira da Barra do Sul (2) e Ribeirão da Ilha (1) e três produtores instalados em Santo Antônio de Lisboa, Sambaqui e Praia do Forte.

Os pontos de coleta relacionados aos produtores foram denominados como S1 (peixaria), S2 (peixaria) e S3 (peixaria) e N1 (restaurante), N2 (restaurante) e N3 (comércio local, “barracão”), sendo, respectivamente, três comércios dependentes da matéria oriunda do Sul da ilha de SC e três relacionados à produção do Norte. As ostras foram transportadas em sacos de autoclave estéreis e dentro de caixas isotérmicas até o laboratório de Microbiologia Molecular Aplicada (MiMA), do Departamento de Análises Clínicas da UFSC.

2.1.2 Coleta e processamento das ostras

Para avaliar a contaminação por manipulação, armazenamento e exposição comercial, as ostras íntegras foram lavadas com um litro de solução salina 0,9% estéril. Essa solução de lavagem foi filtrada utilizando um sistema de filtração à vácuo. Primeiramente, foi usado um pré-filtro para retenção de partículas maiores e, em seguida, foram utilizadas membranas de filtração de 0,45 mm. Ambos foram adicionados em frascos contendo caldo tríplico de soja (TSB) e incubados a 37°C sob agitação a 150 rpm por 6h, conforme ilustrado na Figura 2.

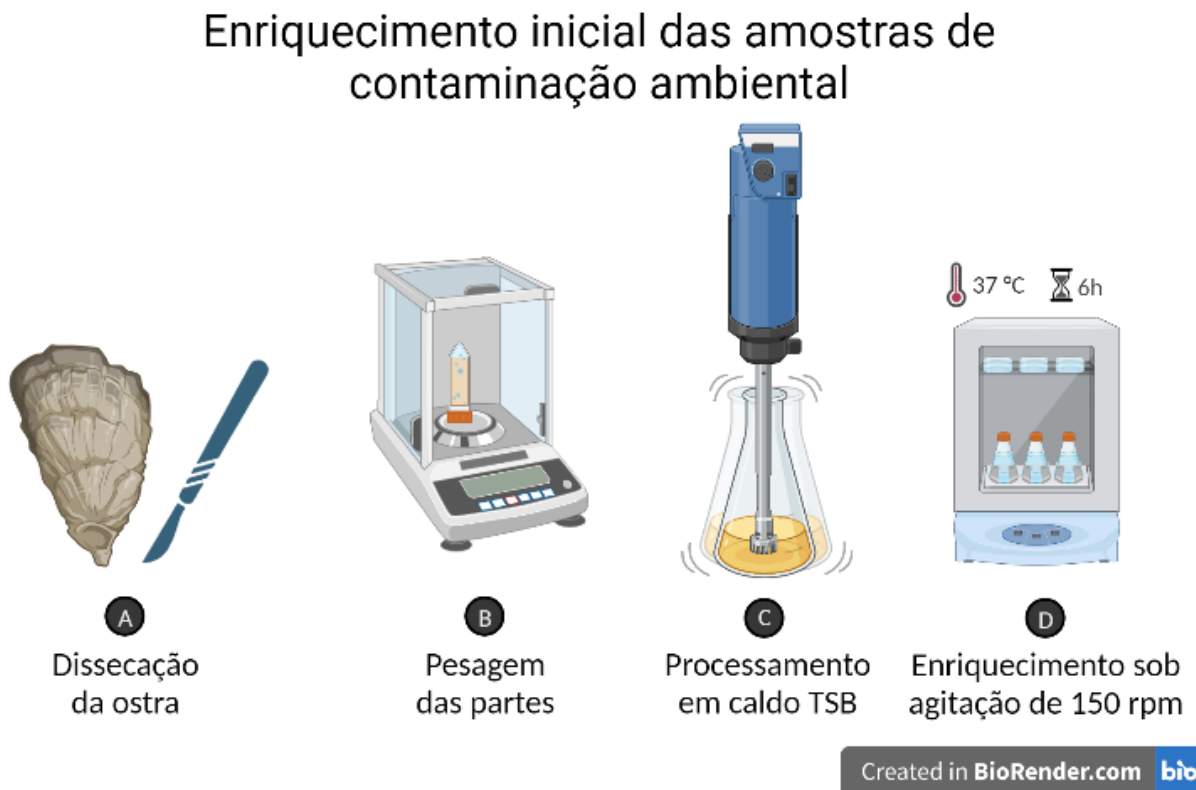
Figura 2: Enriquecimento inicial da água de lavagem externa das conchas.



Fonte: elaborado pela autora

Para avaliar a contaminação a partir do ambiente aquático, os bivalves foram abertos com faca e dissecados com auxílio de pinça e bisturi estéreis para separação da glândula digestiva do resto do corpo. As diferentes partes do animal foram pesadas em tubos Falcon estéreis e transferidas para frascos de borossilicato estéreis para trituração com o dispersor ULTRA-TURRAX®, juntamente com um volume de caldo tríptico de soja (TSB) na proporção de 1:10 do peso das ostras. Após a homogeneização completa, os frascos foram incubados a 37°C sob agitação a 150 rpm por 6h, conforme ilustrado nas Figuras 3 e 4.

Figura 3: Enriquecimento inicial das diferentes partes das ostras.



Fonte: elaborado pela autora

Figura 4: Processamento das ostras coletadas em laboratório



Legenda: Na primeira imagem, ocorre a dissecação das ostras em cabine de segurança biológica com materiais estéreis; na segunda imagem está representado o processamento das diferentes partes do bivalve com meio de cultura no dispersor ULTRA-TURRAX®; a última foto mostra os meios de enriquecimento posicionados na estufa sob agitação.

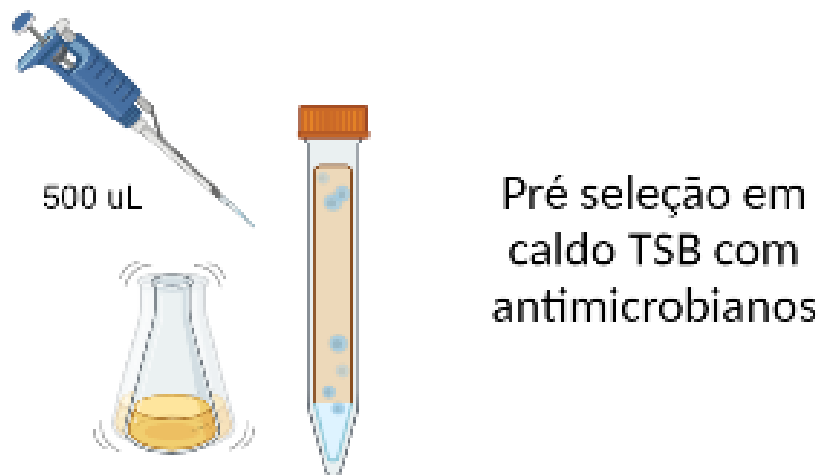
Fonte: elaborado pela autora

2.1.3 Isolamento e identificação das amostras bacterianas

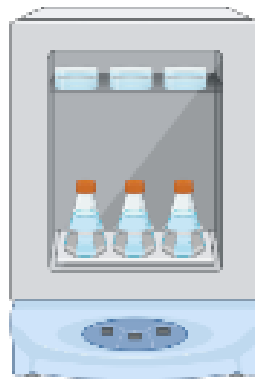
Depois da fase de enriquecimento inicial, 500 µL dos homogeneizados foram transferidos para seis tubos Falcon de 15 mL contendo 4,5 mL de caldo TSB adicionados individualmente com cefotaxima 2 µg/mL, ertapenem 0,5 µg/mL, gentamicina 2 µg/mL, ciprofloxacino 0,5 µg/mL, vancomicina 4 µg/mL e ceftioxina 4 µg/mL, os quais foram incubados a 37°C por 24 h, como ilustrado na Figura 5. As concentrações estabelecidas foram ajustadas com base nos pontos de corte que definem a categoria de resistência ou sensível ao aumento de exposição, conforme o documento do BrCAST 2023 (*Brazilian Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing*, <http://brcast.org.br/>). Para os quatro primeiros antimicrobianos, foram utilizados como referência os pontos de corte para a ordem *Enterobacterales*, para vancomicina o ponto de corte de *Enterococcus* spp. e para ceftioxina o ponto de corte de *Staphylococcus aureus*.

Figura 5: Pré-seleção de bactérias resistentes.

Pré-seleção das bactérias



37 °C 24h



Created in **BioRender.com** **bio**

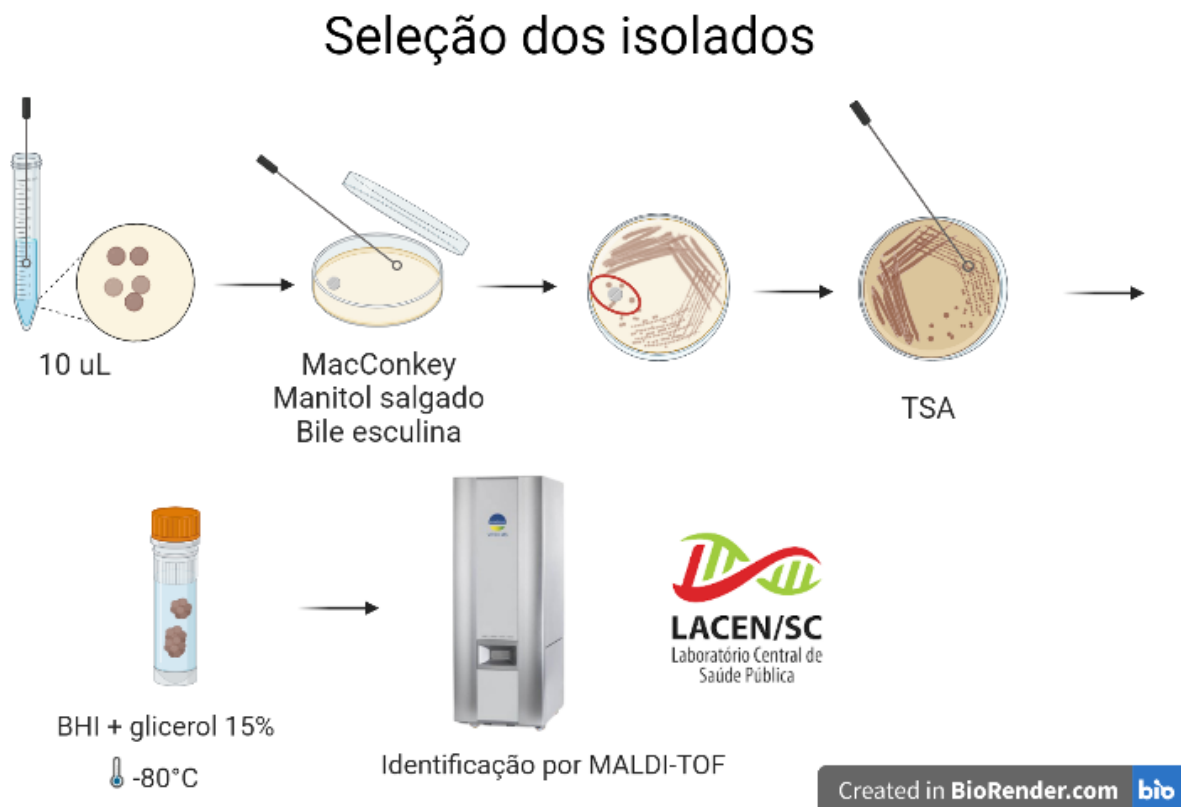
Fonte: elaborado pela autora

Para a seleção de bactérias Gram-negativas, alíquotas de 10 μ L das culturas contendo antimicrobianos foram semeadas em placas de Petri com meio de cultura ágar MacConkey, onde foram adicionados os discos de antimicrobianos correspondentes aos utilizados na pré-

seleção (ciprofloxacino, gentamicina, ertapenem e cefotaxima). Foi utilizado também ágar manitol salgado para a seleção de *Staphylococcus aureus* com disco de cefoxitina e ágar bile-esculina para seleção de *Enterococcus* spp. com disco de vancomicina, colocadas sob incubação a 37°C por 24 h (CONTE *et al.*, 2021, 2017).

Cada colônia morfologicamente distinta e identificada presuntivamente, que apresentou resistência aos antibióticos testados, foi sub cultivada em ágar trípptico de soja (TSA) e encaminhada ao Laboratório Central do Estado (LACEN-SC), localizado em Florianópolis, para identificação da espécie por espectrometria de massa MALDI-TOF no equipamento Vitek MS (bioMérieux S.A., Marcy l'Etoile, França). Em seguida, os isolados foram armazenados em caldo de infusão cérebro-coração (BHI) contendo 15% de glicerol na temperatura de -80°C para criopreservação, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6: Seleção e identificação dos isolados resistentes a pré-seleção.



Fonte: elaborado pela autora

2.1.4 Determinação do perfil de sensibilidade aos antimicrobianos

O teste de sensibilidade aos antimicrobianos foi feito através do método de disco-difusão (BAUER *et al.*, 1966), conforme padronizado pelo BrCAST, em ágar Mueller-Hinton com a escala 0,5 de McFarland medida em solução salina 0,9% no equipamento DensiCHEK™ Plus, os antimicrobianos testados foram: discos combinados de ceftazidima (CTL) e cefotaxima (CAL) com ácido clavulânico (inibidores de ESBL) e discos simples de cefepime (CPM), aztreonam (ATM), ceftazidima (CAZ), cefotaxima (CTX) ciprofloxacino (CIP), tetraciclina (TET), meropenem (MPM), ertapenem (ERT), imipenem (IPM), gentamicina (GEN), ampicacina (AMI), cefoxitina (CFO) e vancomicina (VAN).

As bactérias identificadas que apresentaram resistência aos carbapenêmicos testados (MPM, ERT e/ou IPM) foram submetidas ao teste fenotípico para detecção de carbapenemases Blue Carba (PIRES; NOVAIS; PEIXE, 2013). Para isolados da ordem *Enterobacterales* que apresentaram resistência às cefalosporinas (CPM, CAZ e/ou CTX), a detecção fenotípica de ESBL foi identificada através da diferença entre os halos de inibição dos discos de CAL e/ou CTL e CAZ e/ou CTX, a qual deve ser maior que 5 mm para que seja considerada ESBL positiva.

2.2 RESULTADOS

Foram identificados, ao todo, 57 isolados de bactérias, sendo 33 da espécie *E. coli* e 24 de outras espécies. As amostras de origem desses isolados, suas resistências e os resultados dos testes fenotípicos estão representados na Tabela 2. A tabela consta com seis colunas, as duas primeiras discriminam quantos isolados de cada espécie foram identificados no estudo, a terceira coluna subdivide as amostras de origem desses isolados, se foram de água de lavagem externa de concha ou das partes de ostra. Já as três últimas colunas mostram quantos isolados de cada espécie obtiveram resultado positivo no teste fenotípico para produção de ESBL, bem como o perfil de resistência aos diferentes antimicrobianos testados e, por fim, quantos isolados apresentaram resultado positivo para o teste fenotípico de identificação de enzimas carbapenemases.

Tabela 2: Bactérias isoladas e suas respectivas amostras de origem, resistências e fenótipos.

Espécie	Nº de isolados	Origem dos isolados			ESBL positivo	Avaliação da resistência													Blue Carba positivo
		AG	GD	PD		CPM	ATM	CAZ	CTX	CIP	TET	MPM	ERT	IPM	GEN	AMI	CFO	VAN	
<i>Escherichia coli</i>	33	8	15	10	17	12	12	7	11	26	24	0	0	0	19	5	2	-	-
<i>Shewanella algae</i>	7	3	0	4	0	-	-	-	2	5	-	-	2	2	-	-	-	-	1
Complexo <i>Acinetobacter baumannii</i>	6	2	1	3	2	-	0	0	-	0	-	2	-	2	0	0	-	-	0
<i>Aeromonas hydrophila</i>	2	1	0	1	2	1	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas mosselii</i>	1	0	1	0	0	1	0	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Citrobacter freundii</i>	1	1	0	0	1	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Weissella confusa</i>	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Laclercia adecarboxylata</i>	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	1	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-
<i>Vibrio alginolyticus</i>	1	1	0	0	-	-	-	0	-	0	0	0	-	-	-	-	-	0	-

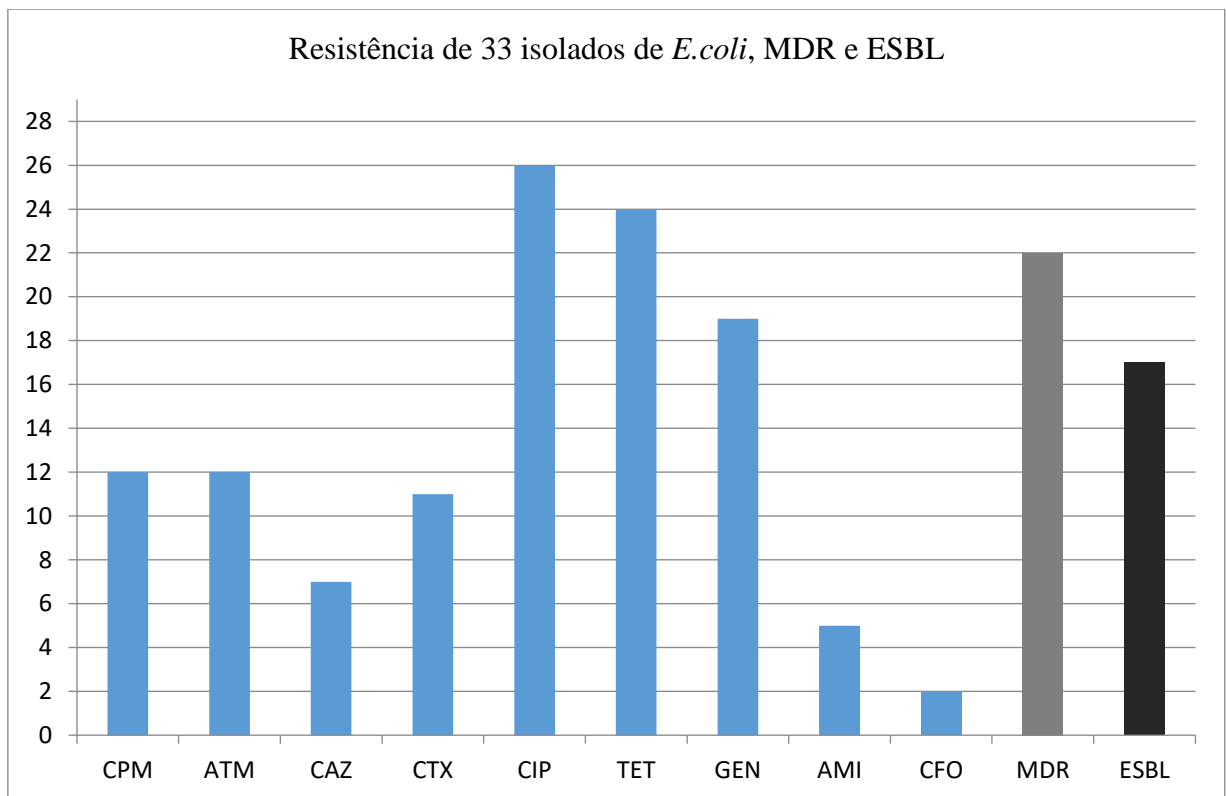
Legenda: AG = água de lavagem da concha; GD = glândula digestiva; PD = partes dissecadas; ESBL = beta-lactamases do espectro estendido; CPM = cefepime; ATM = aztreonam; CAZ = ceftazidima; CTX = cefotaxima; CIP = ciprofloxacino; TET = tetraciclina; MPM = meropenem; ERT = ertapenem; IPM = imipenem; GEN = gentamicina, AMI = ampicilina; CFO = ceftioxime, VAN = vancomicina.

Fonte: elaborado pela autora.

Os 57 isolados tiveram suas distribuições nos pontos de coleta da seguinte maneira: cinco pertencentes ao ponto N1, dois ao N2 e seis ao N3, já nos pontos da Baía Sul foram contabilizados três isolados no ponto S1, 21 no ponto S2 e 20 no S3. Os isolados listados como prioritários pela OMS foram encontrados nos pontos N2, S2 e S3, sendo *E. coli* produtora de ESBL e *Acinetobacter baumannii* resistente a carbapenêmicos.

Especialmente para os isolados de *E. coli*, a Figura 2 traz uma comparação da resistência entre os diferentes antimicrobianos, bem como os dados de ESBL e MDR (multirresistência).

Figura 7: Resistências dos isolados de *E.coli*, MDR e ESBL.



Fonte: elaborado pela autora.

2.3 DISCUSSÃO

2.3.1 *Enterobacterales*

A ordem *Enterobacterales* engloba diversos gêneros bacterianos Gram-negativos normalmente presentes no trato gastrointestinal dos seres humanos, mas que potencialmente podem vir a se tornar patogênicos, levando a infecções do tipo urinária e diarreica. Além

disso, estas bactérias são capazes de adquirir resistência aos antimicrobianos, incluindo aqueles utilizados como a última linha de tratamento, como os carbapenêmicos (NCID, 2023).

No presente estudo, *E. coli* foi encontrada em 4 dos 6 pontos de coleta, excluindo-se das localidades N3 e S1, essa espécie esteve presente em amostras de PD, GD e AG e, apesar de apresentar diferentes perfis de resistência entre os pontos, mais da metade dos isolados encontrados eram multirresistentes (MDR) e/ou produtores de ESBL, como representado na Figura 2, destaca-se aqui a predominância da resistência a CIP, TET e GEN. *E. coli* produtora de ESBL está listada como bactéria prioritária pela OMS (OPAS, 2017). As enzimas ESBL têm a capacidade de hidrolisar as penicilinas, cefalosporinas e os monobactâmicos, sendo, em sua maioria, sensíveis a inibidores como o ácido clavulânico (BUSH, 2018). Assim como apresentado por Pereira et al., 2006, a contaminação por *E. coli* é originária tanto do ambiente de criação dos bivalves quanto da manipulação comercial, indicando uma variação na origem da resistência. A bactéria é responsável por volta de 50% das infecções hospitalares, sendo extremamente comum em casos de infecção urinária (PALOU *et al.*, 2011) e causadora de diversos tipos de diarreias (MATOS, 2010). Além disso, até mesmo as cepas comensais, ou seja, não patogênicas, vêm se tornando resistentes a diversos antimicrobianos, carreando genes de resistência (DIAS; COELHO; DORIGON, 2015; KOMP LINDGREN; KARLSSON; HUGHES, 2003).

Em uma amostra de lavagem externa de concha do ponto S3, foi encontrada a espécie *Citrobacter freundii*, com resistência a CTL, CTX, CAZ, CIP e TET (MDR) e produtora de ESBL segundo o teste fenotípico realizado. Considerando que os bivalves são lavados para remoção de limo e sujidades presentes no mar antes de serem colocados à venda no comércio, tal contaminação é potencialmente derivada da manipulação humana e de condições inadequadas de armazenamento e exposição do alimento (SILVA-JÚNIOR *et al.*, 2015), visto que grande parte da matéria orgânica externa à concha foi previamente removida. Essa espécie é responsável por 0,8% das infecções causadas por bactérias Gram-negativas e 3-6% das infecções hospitalares causadas por espécies da família *Enterobacteriaceae* (LIU *et al.*, 2016), mesmo sendo uma bactéria natural da microbiota humana, pode causar complicações nos tratos respiratório, urinário, gastrointestinal e levar a sepse neonatal, especialmente em pacientes imunocomprometidos (REZAEI *et al.*, 2016). *C. freundii* está comumente relacionada a infecções polimicrobianas e, apesar de não ser muito frequente na rotina hospitalar, se torna majoritariamente relevante nos casos identificados (HUANG *et al.*, 2015).

No mesmo ponto de coleta, em uma amostra de glândula digestiva, foi observada a presença de *Klebsiella pneumoniae* resistente a CTX, CPM, ATM, CAZ, CIP e TET (MDR) e

produtora de ESBL. *K. pneumoniae* é encontrada tanto em hospedeiros humanos e não humanos quanto no ambiente, como no solo e na água (ADEOLU *et al.*, 2016), portanto, sua presença em uma amostra de GD de ostra é esperada e justificada e indica origem aquática, já que não foi identificada em amostras de lavagem de concha. A questão mais crítica a ser pontuada sobre este isolado é a sua multirresistência detectada no ambiente aquático, indicando uma contaminação da água por dejetos hospitalares que continham tais bactérias ou pelo despejo de antimicrobianos residuais que criam pressões seletivas a favor da resistência no mar (AL-AHMAD; DASCHNER; KÜMMERER, 1999; BARCELOS *et al.*, 2016). *K. pneumoniae* pode ser responsável por pneumonias graves, meningites, abscessos hepáticos, infecções sanguíneas e urinárias, principalmente em pacientes imunocomprometidos (PACZOSA; MECSAS, 2016; WEINER *et al.*, 2016).

Há um grupo composto por bactérias da ordem Enterobacterales, e de outras também, denominado MYSPACE, o qual consta com diferentes espécies/gêneros: *Citrobacter freundii*, *Enterobacter* spp., *Serratia marcescens*, *Providencia* spp., *Morganella morgannii*, *Yersinia* spp., *Aeromonas* spp., *Hafnia alvei* e *Pseudomonas aeruginosa* (ANVISA, 2020), os quais são produtores de enzimas da classe C das beta-lactamases (AmpC) através de genes intrínsecos do material genético, ativados pela indução com beta-lactâmicos (BUSH, 2018). A enzima AmpC é capaz de degradar penicilinas, cefalosporinas de até terceira geração e é fracamente inibida por agentes bloqueadores de beta-lactamases, como o ácido clavulânico (JACOBY, 2009). Outras bactérias pertencentes a ordem *Enterobacterales* como *K. pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella* spp, *E. coli* e *Shigella* spp. podem produzir AmpC por meio de plasmídeos, sendo que as duas últimas também têm a capacidade de expressar a enzima oriunda do próprio material genético (ROCHA *et al.*, 2016). Portanto, a observação de isolados contendo enzimas ESBL, algumas da classe AmpC, se torna um grande problema pela possibilidade de transferência de plasmídeos que conferem tal resistência (BLAIR *et al.*, 2015) no meio ambiente, fenômeno que seria esperado apenas no ambiente hospitalar.

Leclercia adecarboxylata foi isolada de uma amostra de lavagem de concha do ponto S3, mas não apresentou resistência nos testes realizados. A bactéria já foi documentada em raros casos como um patógeno oportunista em pacientes imunocomprometidos (SPIEGELHAUER *et al.*, 2019) e indica uma contaminação provinda da manipulação do alimento no ambiente comercial, não estando presente dentro da ostra.

2.3.2 Demais gêneros

A espécie *Aeromonas hydrophila* teve dois isolados identificados em amostras de AG e PD no ponto S3, o isolado originado da ostra apresentou resistência apenas a CIP, todavia, o isolado resultante da água de lavagem mostrou-se resistente a CPM, ATM e CIP. Tal diferença pode ser justificada pela origem das bactérias, sendo a primeira proveniente do ambiente de criação do bivalve e a segunda proveniente de contaminação na manipulação do alimento. No entanto, assim como no caso do ACB, a identificação quanto às espécies do gênero *Aeromonas* não é totalmente precisa através do MALDI-TOF, o resultado é extremamente confiável apenas ao nível de gênero. O gênero *Aeromonas* é potencialmente patogênico aos seres humanos, especialmente em pacientes imunocomprometidos, idosos e crianças e tem a água como o principal meio de contaminação, mas também se faz presente em alimentos que envolvam água em sua produção/processamento (TAVARES; CERESER; TIMM, 2015), Pereira et al., 2004 encontraram *Aeromonas* spp. em 86% de 86 amostras de mexilhão perna-perna coletadas em estabelecimentos comerciais no Rio de Janeiro, demonstrando que bivalves são um reservatório e veículo de contaminação para essas bactérias. Apesar dos isolados não serem MDR, a resistência intrínseca esperada para a espécie, segundo o BrCAST, é para ampicilina e amoxicilina, portanto a resistência aos antimicrobianos observada nessas amostras é preocupante.

Pseudomonas mosselii resistente a CPM foi identificada em uma amostra de GD no ponto N3. A espécie foi descoberta recentemente por Dabboussi et al., 2002 que não concluíram um significado clínico para ela, porém McLellan; Partridge, 2009 a descrevem como um patógeno em potencial após relatada em um caso de endocardite. Além disso, Leneveu-Jenvrin et al., 2013 afirmam que a citotoxicidade e o potencial inflamatório de *P. mosselii* de cepas isoladas em ambiente hospitalar é comparável ao que já é conhecido sobre *P. aeruginosa*, patógeno oportunista, apesar de sua rara ocorrência nesse ambiente. Portanto, a presença do isolado resistente na ostra reforça, novamente, a contaminação do ambiente com dejetos hospitalares e/ou resíduos de antimicrobianos (AL-AHMAD; DASCHNER; KÜMMERER, 1999; BARCELOS et al., 2016).

Somando-se os pontos N3 e S2, em todos os tipos de amostras, foram encontrados seis isolados do complexo *Acinetobacter baumannii* (ACB), o qual compreende cinco espécies do gênero *Acinetobacter* associadas a doenças humanas, porém de difícil identificação quanto a espécie por testes fenotípicos e bioquímicos (HOWARD et al., 2012). Dos seis isolados encontrados, um de amostra de PD e outro de AG do ponto S2 apresentaram resistência aos carbapenêmicos MPM e IMP, com resultado fenotípico Blue Carba negativo. O ACB é um patógeno de alta prioridade especialmente nas unidades de terapia intensiva (CHEN et al.,

2018), a OMS lista *Acinetobacter baumannii* resistente a carbapenêmicos como patógeno de prioridade crítica para desenvolvimento de novos antimicrobianos (OPAS, 2017). Além disso, isolados do complexo ACB encontrados no Brasil têm como principal mecanismo de resistência aos carbapenêmicos a produção de enzimas do tipo OXA-23, da classe D das beta-lactamases (ROSSI, 2011), corroborando com o resultado fenotípico de detecção de enzimas do tipo carbapenemases negativo. Por terem sido encontrados dois isolados, um dentro da ostra e um na água de lavagem externa, a contaminação se mostra presente em todo o processo de produção do alimento.

Stenotrophomonas maltophilia foi isolada em uma amostra de GD do ponto S3, a espécie é uma bactéria ubíqua no ambiente que ocasionalmente pode causar infecções em pacientes imunocomprometidos, especialmente aqueles com quadro de fibrose cística. Além disso, *S. maltophilia* é intrinsecamente resistente a carbapenêmicos (ERT, MPM, IMP) e a aminoglicosídeos (GEN, AMI) (EUCAST, 2012). O isolado encontrado na ostra apresentou teste Blue carba positivo, indicando a presença de enzimas carbapenemases, as quais hidrolisam carbapenêmicos, cefalosporinas, penicilinas e monobactâmicos, podendo ou não ser inibidas por ácido clavulânico e sendo disseminadas por elementos móveis (caráter endêmico) (PHILIPPON *et al.*, 2019).

Nos pontos N1, N3 e S1 foram encontrados sete isolados da espécie *Shewanella algae* em amostras de PD e AG, dentre estes, 6 apresentaram halo de inibição para CIP, sendo que 2 deles também apresentaram para ERT e IMP, com 1 resultado Blue carba positivo. A bactéria é comumente encontrada na água e em sedimentos marinhos, em peixes e mariscos, como também no solo (CECCARELLI *et al.*, 2017), entretanto já foi relatada em infecções humanas, principalmente de pele, atuando de maneira oportunista e relacionada a atividades no ambiente marinho e alimentos (JANDA; ABBOTT, 2014). Com relação ao mecanismo de resistência aos carbapenêmicos, Zago *et al.*, 2020 compararam as beta-lactamases presentes em *S. algae* com as do ACB ambientais, encontrando uma grande semelhança na sequência codificadora e demonstrando uma possível origem aquática para a variante cromossômica presente nessas bactérias.

Weissella confusa foi isolada em uma amostra de GD do ponto S3, apresentando resistência à VAN, a qual é intrínseca da espécie. Essa bactéria é encontrada no trato gastrointestinal humano com certa frequência, mas quando atinge outras regiões do corpo, como pele e sangue, pode se tornar um patógeno oportunista, causando abscessos e endocardite (KAMBOJ; VASQUEZ; BALADA-LLASAT, 2015). Outra espécie resistente a VAN em amostra de GD foi isolada no ponto S2, identificada como *Pediococcus pentosaceus*, a

bactéria também é intrinsecamente resistente a esse antimicrobiano. *P. pentosaceus* é um microrganismo utilizado biotecnologicamente na indústria alimentícia, porém já foi relatado em casos de endocardite em paciente imunocomprometidos (IWEN *et al.*, 2012). A presença dessas duas bactérias dentro da ostra indica uma contaminação do ambiente de produção do bivalve, já que elas não têm o mar como um habitat natural.

Outras duas espécies do ponto S3 oriundas de lavagem de concha foram identificadas sem apresentar qualquer resistência aos antimicrobianos testados. *Vibrio alginolyticus*, o qual é um microrganismo natural do ambiente marinho (MATTÉ *et al.*, 1994) e tem a sua presença esperada na parte externa da ostra mesmo após os processos de limpeza prévios à exposição do produto para comércio, é um microrganismo causador de infecções de pele, olhos e ouvidos, principalmente em pacientes que trabalham com manipulação de alimentos marinhos (RODRIGUES; GONÇALVES; MELLO; OLIVEIRA; HOFER, 2001). *Enterococcus faecalis*, bactéria comensal do trato gastrointestinal, da cavidade oral e da microbiota vaginal e causadora de inúmeras infecções, como as sanguíneas, do trato urinário, endocardite, entre outras (JETT; HUYCKE; GILMORE, 1994), é oriunda de contaminação por manipulação humana, já que não foi isolada dentro das ostras.

Além da chance de contaminação dos trabalhadores envolvidos na ostreicultura, é importante de se destacar que a possibilidade de contaminação do cliente final se dará por bactérias potencialmente patogênicas que têm a via oral como a principal porta de entrada no organismo dos seres humanos, no caso deste estudo, *E. coli* patogênica e *Aeromonas* spp (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010).

3 CONCLUSÃO

Através dos testes realizados, conclui-se que as ostras podem atuar como sentinelas de contaminação de bactérias resistentes aos seres humanos, incluindo aquelas em prioridade mundial. A contaminação do bivalve surge tanto do ambiente marinho, através de dejetos hospitalares e resíduos de medicamentos, como da manipulação no ambiente comercial, trazendo um grande risco ao cliente final, principalmente se o consumo for feito sem cocção. Para projeções futuras, pode ser realizado o sequenciamento das bactérias resistentes a fim de determinar com precisão a origem da resistência no genoma, como por exemplo plasmidiana ou cromossômica, bem como identificar a sequência das enzimas degradadoras de antimicrobianos.

REFERÊNCIAS

ADEOLU, Mobolaji *et al.* Genome-based phylogeny and taxonomy of the ‘Enterobacteriales’: proposal for Enterobacterales ord. nov. divided into the families Enterobacteriaceae, Erwiniaceae fam. nov., Pectobacteriaceae fam. nov., Yersiniaceae fam. nov., Hafniaceae fam. nov., Morganellaceae fam. nov., and Budviciaceae fam. nov. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, [s. l.], v. 66, n. 12, p. 5575–5599, 2016.

AL-AHMAD, A.; DASCHNER, F. D.; KÜMMERER, K. Biodegradability of Cefotiam, Ciprofloxacin, Meropenem, Penicillin G, and Sulfamethoxazole and Inhibition of Waste Water Bacteria. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 158–163, 1999.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia das Populações**. 2. ed. [S. l.]: Moderna, 1997. v. 3

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/modulo-10_manual-de-microbiologia.pdf. Acesso em: 23 mar. 2023.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resistência Microbiana - Mecanismos e Impacto Clínico**. [S. l.], 2007. Disponível em: https://www.anvisa.gov.br/servicosade/controle/rede_rm/cursos/rm_controle/opas_web/modulo3/mecanismos.htm. Acesso em: 28 maio 2022.

BARCELOS, Divan Henrique Fernandes *et al.* Pesquisa de enterobactérias resistentes a antimicrobianos isoladas em poços tubulares na região serrana do Espírito Santo (Brasil). **Águas Subterrâneas**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 53, 2016.

BARROS, Leyla Maria de Oliveira *et al.* Contaminante fecal da ostra *Crassostrea rhizophorae* comercializada na Praia do Futuro, Fortaleza-Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 285–289, 2005.

BAUER, A. W. *et al.* Technical Saction. **The American Journal of Clinical Pathology**, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 493–496, 1966.

BLAIR, Jessica M. A. *et al.* Molecular mechanisms of antibiotic resistance. **Nature Reviews Microbiology**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 42–51, 2015.

BRUSCA, Richard; MOORE, Wendy; SHUSTER, Stephen. **INVERTEBRADOS**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

BUSH, Karen. Past and Present Perspectives on β -Lactamases. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, [s. l.], v. 62, n. 10, 2018.

CARVALHO, Luiz; CUSTÓDIO, Alessandro. **A competitividade no arranjo produtivo local da malacocultura na Grande Florianópolis (SC)**. Santa Cruz do Sul: [s. n.], 2009. Disponível em: <https://www.unisc.br/site/sidr/2004/planejamento/01.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2023.

CDC, Centers for Disease Control and Prevention. **Multistate Outbreak of Listeriosis --- United States, 2000**. [S. l.], 2000. Disponível em: [https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4950a1.htm#:~:text=Since%20May%202000%2C%2029%20illnesses,and%20Wisconsin%20\(one%20each\)](https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4950a1.htm#:~:text=Since%20May%202000%2C%2029%20illnesses,and%20Wisconsin%20(one%20each)). Acesso em: 25 fev. 2023.

CECCARELLI, Daniela *et al.* Chromosome-Based *bla*_{OXA-48}-Like Variants in *Shewanella* Species Isolates from Food-Producing Animals, Fish, and the Aquatic Environment. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, [s. l.], v. 61, n. 2, 2017.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Bioindicadores**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/bioindicadores/#:~:text=Bioindicadores%2C%20de%20uma%20>

maneira%20geral,para%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20qualidade%20ambiental.
Acesso em: 2 out. 2022.

CHAGAS, Thiago Pavoni Gomes. **Detecção de bactérias multirresistentes aos antimicrobianos em esgoto hospitalar no Rio de Janeiro**. 2011. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Medicina Tropical, Rio de Janeiro, 2011.

CHEN, Lu *et al.* Comparison of clinical manifestations and antibiotic resistances among three genospecies of the *Acinetobacter calcoaceticus-Acinetobacter baumannii* complex. **Plos One**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. e0191748, 2018.

CRIVELLA, Marcelo; FILHO, Mendes Ribeiro. **Instrução Normativa Ministerial MPA/MAPA N°7, de 8 de Maio de 2012**. [S. l.], 2012. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2019/09/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-MPA-MAPA-07-de-08-de-maio-de-2012-Controle-Higienico-Sanitario-Moluscos-Bivalves.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

CONTE, D. et al. Antimicrobial resistance in *Aeromonas* species isolated from aquatic environments in Brazil. *Journal of Applied Microbiology*, [s. l.], v. 131, n. 1, p. 169–181, 2021.

CONTE, Danieli et al. Characterization of CTX-M enzymes, quinolone resistance determinants, and antimicrobial residues from hospital sewage, wastewater treatment plant, and river water. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, [s. l.], v. 136, p. 62–69, 2017.

DABBOUSSI, Fouad *et al.* *Pseudomonas mosselii* sp. nov., a novel species isolated from clinical specimens. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, [s. l.], v. 52, n. 2, p. 363–376, 2002.

DIAS, Ilo Odilon Villa; COELHO, Alessandra Mello; DORIGON, Ionara. Infecção do trato urinário em pacientes ambulatoriais: Prevalência e perfil de sensibilidade aos antimicrobianos em estudo realizado de 2009 e 2012. **Saúde (Santa Maria)**, [s. l.], v. 41, n. 1, 2015.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia. **EPAGRI 30 anos: Colocamos a maricultura catarinense em primeiro lugar no Brasil.** [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2021/11/11/epagri-30-anos-colocamos-a-maricultura-catarinense-em-primeiro-lugar-no-brasil/>. Acesso em: 17 maio 2022.

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia. **Epagri publica manual sobre cultivo de ostras.** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2022/04/18/epagri-publica-manual-sobre-cultivo-de-ostras/>. Acesso em: 22 maio 2022.

EUCAST, European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. ***Stenotrophomonas maltophilia*.** [S. l.: s. n.], 2012. Disponível em: <https://www.eucast.org/eucastguidancedocuments>. Acesso em: 20 maio 2023.

EVANGELISTA-BARRETO, Norma Suely; SOUSA, Oscarina Viana de; VIEIRA, Regine Helena Silva dos Fernandes. Moluscos bivalves: organismos bioindicadores da qualidade microbiológica das águas: uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 17–29, 2008.

FAO, *Food and Agriculture Organization*. **One Health.** [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/one-health/en/>. Acesso em: 18 mar. 2023.

FAO, *Food and Agriculture Organization*. **The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA).** Roma, Itália: FAO, 2022. Disponível em: https://reliefweb.int/report/world/state-world-fisheries-and-aquaculture-2022-enarruzh?gclid=Cj0KCQiAoyfBhD_ARIsANr56g6qt9qevv3FH93pelqu8odVp9ez7l81JP2LjDsgUSOMQtUGdXNajYUaAu69EALw_wcB. Acesso em: 25 fev. 2023.

FERNANDES, Natasha Leite *et al.* Implantação de metodologia aplicada ao monitoramento de metais em ostras, como sentinela da contaminação de ZN e CD da Baía de Sepetiba/RJ. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 27–38, 2016

FILHO, Jomar Carvalho. Ostras – A produção da maior fazenda marinha do Brasil. **Panorama da Aquicultura**, [s. l.], v. 9, 2006.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de água**. Brasília: [s. n.], 2013. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf. Acesso em: 25 fev. 2023.

GUARDABASSI, Luca; DALSGAARD, Anders. **Occurrence and fate of antibiotic resistant bacteria in sewage**. [S. l.]: Danish Environmental Protection Agency (EPA), 2002.

GUIMARÃES, Denise Oliveira; MOMESSO, Luciano da Silva; PUPO, Mônica Tallarico. Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agentes. **Química Nova**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 667–679, 2010.

HATOSY, Stephen M.; MARTINY, Adam C. The Ocean as a Global Reservoir of Antibiotic Resistance Genes. **Applied and Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 81, n. 21, p. 7593–7599, 2015.

HENRIQUES, Marcelo Barbosa *et al.* Contaminação bacteriológica no tecido mole do mexilhão Perna perna (LINNAEUS, 1758), nos bancos naturais do litoral da baixada santista, Estado de São Paulo. **Arquivos de Ciências do Mar**, [s. l.], v. 33, p. 69–76, 2000.

HOWARD, Aoife *et al.* *Acinetobacter baumannii*. **Virulence**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 243–250, 2012.

HUANG, Ying-Min *et al.* NDM-1-Producing *Citrobacter freundii*, *Escherichia coli*, and *Acinetobacter baumannii* Identified from a Single Patient in China. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, [s. l.], v. 59, n. 8, p. 5073–5077, 2015.

IWEN, Peter C. *et al.* *Pediococcus acidilactici* Endocarditis Successfully Treated with Daptomycin. **Journal of Clinical Microbiology**, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 1106–1108, 2012.

JACOBY, George A. AmpC β -Lactamases. **Clinical Microbiology Reviews**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 161–182, 2009.

JAMES, Jay M. **Modern Food Microbiology**. 6. ed. Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc., 2000.

JANDA, J. Michael; ABBOTT, Sharon L. The genus *Shewanella*: from the briny depths below to human pathogen. **Critical Reviews in Microbiology**, [s. l.], v. 40, n. 4, p. 293–312, 2014.

JETT, B D; HUYCKE, M M; GILMORE, M S. Virulence of *enterococci*. **Clinical Microbiology Reviews**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 462–478, 1994.

KAMBOJ, Kamal; VASQUEZ, Amber; BALADA-LLASAT, Joan-Miquel. Identification and significance of *Weissella* species infections. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 6, 2015.

KOMP LINDGREN, Patricia; KARLSSON, Åsa; HUGHES, Diarmaid. Mutation Rate and Evolution of Fluoroquinolone Resistance in *Escherichia coli* Isolates from Patients with Urinary Tract Infections. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, [s. l.], v. 47, n. 10, p. 3222–3232, 2003

LENEVEU-JENVRIN, Charlène *et al.* Cytotoxicity and inflammatory potential of two *Pseudomonas mosselii* strains isolated from clinical samples of hospitalized patients. **BMC Microbiology**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 123, 2013.

LINS, Kleber José Pinheiro; LINS, Micherllayne Alves Ferreira. Saneamento básico: impacto do esgoto despejado na orla de Olinda-PE. **Holos Environment**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 220, 2019.

LIU, Lihong *et al.* Isolation of Fe(III)-reducing bacterium, *Citrobacter* sp. LAR-1, for startup of microbial fuel cell. **International Journal of Hydrogen Energy**, [s. l.], v. 41, n. 7, p. 4498–4503, 2016.

MATOS, Joilton Oliveira. **Distribuição clonal de cepas de *Escherichia coli* isoladas em infecções do trato urinário adquiridas na comunidade**. 2010. Dissertação de mestrado - FIOCRUZ, Salvador, 2010.

MATTÉ, Glavur R. *et al.* Potentially pathogenic vibrios associated with mussels from a tropical region on the Atlantic coast of Brazil. **Journal of Applied Bacteriology**, [s. l.], v. 77, n. 3, p. 281–287, 1994.

MCLELLAN, Elizabeth; PARTRIDGE, David. Prosthetic valve endocarditis caused by *Pseudomonas mosselii*. **Journal of Medical Microbiology**, [s. l.], v. 58, n. 1, p. 144–145, 2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual Integrado de Vigilância, Prevenção e Controle de Doenças Transmitidas por Alimentos**. 1 ed. Brasília: Editora Ms, 2010. 160 p. Disponível em:
https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos.pdf. Acesso em: 03 jul. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Plano de Ação Nacional de Prevenção e Controle da Resistência aos Antimicrobianos no Âmbito da Saúde Única**. Brasília: [s. n.], 2019. Disponível em:
https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_prevencao_resistencia_antimicrobianos.pdf. Acesso em: 07 junho 2023.

NCID, National Institute for Communicable Diseases. **What are Enterobacteriaceae?**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.nicd.ac.za/diseases-a-z-index/enterobacteriaceae/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

NIEDERMAN, Michael S. Impact of antibiotic resistance on clinical outcomes and the cost of care. **Critical Care Medicine**, [s. l.], v. 29, n. Supplement, p. N114–N120, 2001.

OPAS, Organização Pan-Americana da Saúde. **OMS publica lista de bactérias para as quais se necessitam novos antibióticos urgentemente**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/27-2-2017-oms-publica-lista-bacterias-para-quais-se-necessitam-novos-antibioticos>. Acesso em: 28 maio 2022.

PACZOSA, Michelle K.; MECSAS, Joan. *Klebsiella pneumoniae*: Going on the Offense with a Strong Defense. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, [s. l.], v. 80, n. 3, p. 629–661, 2016.

PALOU, Joan *et al.* Etiología y sensibilidad de los uropatógenos identificados en infecciones urinarias bajas no complicadas de la mujer (Estudio ARESC): implicaciones en la terapia empírica. **Medicina Clínica**, [s. l.], v. 136, n. 1, p. 1–7, 2011.

PEREIRA, Christiane Soares *et al.* *Aeromonas* spp. e *Plesiomonas shigelloides* isoladas a partir de mexilhões (Perna perna) in natura e pré-cozidos no Rio de Janeiro, RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 562–566, 2004.

PEREIRA, Murilo Anderson *et al.* Microbiological quality of oysters (*Crassostrea gigas*) produced and commercialized in the coastal region of Florianópolis - Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 159–163, 2006.

PEREIRA, Orlando; HENRIQUES, Marcelo; FAGUNDES, Lúcio. Viabilidade da criação de ostra *Crassostrea gigas* no litoral das regiões sudeste e sul do Brasil. [s. l.], v. 28, n. 8, p. 7–21, 1998.

PHILIPPON, Alain *et al.* Structure-based classification of class A beta-lactamases, an update. **Current Research in Translational Medicine**, [s. l.], v. 67, n. 4, p. 115–122, 2019.

PIRES, J.; NOVAIS, Â.; PEIXE, L. Blue-Carba, an Easy Biochemical Test for Detection of Diverse Carbapenemase Producers Directly from Bacterial Cultures. **Journal of Clinical Microbiology**, [s. l.], v. 51, n. 12, p. 4281–4283, 2013.

RAMOS, Roberta Juliano *et al.* Ocorrência de *Vibrio* spp., positive coagulase *staphylococci* and enteric bacteria in oysters (*Crassostrea gigas*) harvested in the south bay of Santa Catarina island, Brazil. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 478–484, 2012.

REPIK, Caio Ferreira *et al.* A resistência antimicrobiana na produção animal: Alerta no contexto da saúde única. **Pubvet**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 1–6, 2022.

REZAEI, Mansour *et al.* The clonal relationship among the *Citrobacter freundii* isolated from the main hospital in Kermanshah, west of Iran. **Iranian journal of microbiology**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 175–180, 2016.

ROCHA, Lucas. **Antibióticos: resistência de microrganismos é grave ameaça à saúde global**. [S. l.], 2019. Disponível em <https://portal.fiocruz.br/noticia/antibioticos-resistencia-de-microrganismos-e-grave-ameaca-saude-global>. Acesso em: 25 fev. 2023.

ROCHA, Darlan Augusto Costa *et al.* Frequency of Plasmid-Mediated AmpC β -Lactamases in *Escherichia coli* Isolates from Urine Samples in São Paulo, Brazil. **Microbial Drug Resistance**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 321–327, 2016.

RODRIGUES, Sther Marie de Aguiar; GONÇALVES, Eloísa da Graça do Rosário; MELLO, Débora Medeiros; OLIVEIRA, Eurípedes Gomes de; HOFER, Ernesto. Pesquisa de bactérias do gênero *Vibrio* em feridas cutâneas de pescadores do município de Raposa-MA. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [S.L.], v. 34, n. 5, p. 407-411, out. 2001.

ROSSI, F.. The Challenges of Antimicrobial Resistance in Brazil. **Clinical Infectious Diseases**, [S.L.], v. 52, n. 9, p. 1138-1143, 4 abr. 2011. Oxford University Press (OUP).

SANTOS, Neusa de Queiroz. A resistência bacteriana no contexto da infecção hospitalar. **Texto & Contexto - Enfermagem**, [s. l.], v. 13, n. spe, p. 64–70, 2004.

SILVA, Jefferson; SILVA, Cecilia. **Dossiê Técnico - Cultivo de Ostras**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2007. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MzA4#:~:text=O%20cultivo%20de%20ostras%20%C3%A9,%3B%20colheita%2C%20transporte%20e%20comercializa%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 25 fev. 2023.

SILVA, Marina. **Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005**. [S. l.], 2005. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-357-de-17-de-marco-de-2005/view>. Acesso em: 08 jun. 2023.

SILVA-JÚNIOR, A.C.S. *et al.* Ocorrência de *Staphylococcus* coagulase Positiva e Coliformes Termotolerantes em Jaraqui, *Semaprochilodus brama* (Valenciennes, 1850) Comercializado na Feira do Pescado, Macapá-AP. **Biota Amazônia**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 32–36, 2015.

SIQUEIRA, Tagore Villarim de. Aquicultura: A nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. **IPEA - boletim regional, urbano e ambiental**, [s. l.], v. 17, p. 53–60, 2017.

SOUZA, José; HERZOG, Diego; FRIGO, Tiago. **Custo de produção da ostra cultivada: Cadernos de indicadores agrícolas**. Florianópolis: [s. n.], 2003. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Custo_Ostra.pdf. Acesso em: 25 fev. 2023.

SPIEGELHAUER, Malene Roed *et al.* *Leclercia adecarboxylata*: a case report and literature review of 74 cases demonstrating its pathogenicity in immunocompromised patients. **Infectious Diseases**, [s. l.], v. 51, n. 3, p. 179–188, 2019.

SUPLICY, Felipe Matarazzo. **Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável da Maricultura Catarinense (2018 - 2028)**. Florianópolis: EPAGRI, 2019. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/Cedap/Publicacao-Seriada/15-Publicacao-seriada-maricultura-gestao.pdf. Acesso em: 25 fev. 2023.

SUSIN, Maurício. **Como as ostras produzidas em Santa Catarina podem ajudar a limpar os mares**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/portfolio/2018/11/ostras-aquicultura-futuro-da-comida-sustentabilidade-florianopolis-santa-catarina#:~:text=Por%20se%20alimentarem%20atrav%C3%A9s%20da,e%20suscet%C3%A9is%20%C3%A0%20polui%C3%A7%C3%A3o%20costeira>. Acesso em: 22 maio 2022.

TAVARES, Alana Borges; CERESER, Natacha Deboni; TIMM, Cláudio Dias. Ocorrência de *Aeromonas* spp. em alimentos de origem animal e sua importância em saúde pública. **Arquivos do Instituto Biológico**, [s. l.], v. 82, n. 0, 2015.

WEINER, Lindsey M. *et al.* Antimicrobial-Resistant Pathogens Associated With Healthcare-Associated Infections: Summary of Data Reported to the National Healthcare Safety Network

at the Centers for Disease Control and Prevention, 2011–2014. **Infection Control & Hospital Epidemiology**, [s. l.], v. 37, n. 11, p. 1288–1301, 2016.

ZAGO, Vanessa *et al.* *Shewanella algae* and *Vibrio* spp. strains isolated in Italian aquaculture farms are reservoirs of antibiotic resistant genes that might constitute a risk for human health. **Marine Pollution Bulletin**, [s. l.], v. 154, p. 111057, 2020.