

Macapá, AP / Outubro, 2024

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



## Teste de sensibilidade frente aos antibacterianos em infecções por *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas jandaei* e *Edwardsiella tarda* em pirarucus

Marcos Tavares-Dias<sup>(1)</sup>, Aldo Aparecido Proietti-Junior<sup>(2)</sup>, Fabiana Pilarski<sup>(3)</sup>, Dália dos Prazeres Rodrigues<sup>(4)</sup>, Emily Moraes Roges<sup>(5)</sup>, Márcia Lima Festivo<sup>(6)</sup> e Luciana Sampaio Lima<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup>Pesquisador da Embrapa Amapá, Macapá, AP. <sup>(2)</sup>Docente da Universidade Federal do Amapá, Macapá, AP. <sup>(3)</sup>Pesquisadora do Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal, SP. <sup>(4)</sup>Pesquisadora do Laboratório de Referência Nacional de Enteroinfecções Bacterianas, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. <sup>(5)</sup>Bolsista do Laboratório de Referência Nacional de Enteroinfecções Bacterianas, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. <sup>(6)</sup>Tecnologista do Laboratório de Referência Nacional de Enteroinfecções Bacterianas, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. <sup>(6)</sup>Técnica em Laboratório da Universidade Federal do Amapá, Macapá, AP.

**Resumo** – No cultivo de pirarucu (*Arapaima gigas*) podem ocorrer surtos e mortalidade causados por *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas jandaei* e *Edwardsiella tarda*. Este estudo descreve o teste de sensibilidade frente aos antibacterianos para infecções por *A. hydrophila*, *A. jandaei* e *E. tarda*. Todas as etapas descritas nos testes de sensibilidade aos antimicrobianos foram realizadas de acordo com exigências dos padrões internacionais. *Aeromonas hydrophila* e *A. jandaei* de pirarucu foram sensíveis ao florfenicol, ácido oxolínico e oxitetraciclina, enquanto *E. tarda* foi sensível somente a enrofloxacin.

**Termos para indexação:** bactéria, peixe, antimicrobiano.

## Sensitivity test against antibacterials in infections by *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas jandaei* and *Edwardsiella tarda* in arapaima

**Abstract** – In cultivation of pirarucu (*Arapaima gigas*), outbreaks and mortality caused by *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas jandaei* and *Edwardsiella tarda* may occur. This study describes the sensitivity test against antimicrobials for infections by *A. hydrophila*, *A. jandaei* and *E. tarda*. All steps described in the antimicrobial susceptibility tests were carried out in accordance with the requirements of international patterns. *Aeromonas hydrophila* and *A. jandaei* from pirarucu were sensitive to florfenicol, oxolinic acid and oxy-tetracycline, while *E. tarda* was sensitive only to enrofloxacin.

**Index terms:** bacteria, fish, antimicrobial.

### Embrapa Amapá

Rodovia Josmar Chaves Pinto,  
nº. 2.600, Km 05  
CEP 68903-419, Macapá, AP  
Caixa Postal 10 - CEP 68906-970  
Fone: (96) 3203-0201  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Jamile da Costa Araújo

Secretário-executivo

Daniel Marcos de Freitas Araújo

Membros:

Adelina do Socorro Serrão Belém,

Daniela Loschtschagina Gonzaga,

Gilberto Ken-Iti Yokomizo,

Leandro Fernandes Damasceno,

Nagib Jorge Melém Júnior, Valéria

Saldanha Bezerra

Edição executiva

Daniel Marcos de Freitas Araújo

Revisão de texto

Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica

Adelina do Socorro Serrão Belém

(CRB2985)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Fábio Sian Martins

Publicação digital (2024): PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa

## Introdução

Nas últimas décadas, a aquicultura está se tornando uma fonte cada vez mais importante de alimentos disponíveis para consumo do homem. À medida que o número de instalações aquícolas cresce, também aumenta a necessidade de desenvolver medicamentos seguros e eficazes para o tratamento de doenças em peixes. Assim, é notório que as doenças precisam ser controladas por meio da manipulação simultânea de todos os determinantes: os associados ao agente, hospedeiro e ambiente (Thrusfield et al., 2017; Ariyawansa et al., 2023). Piscicultores e especialistas em sanidade de peixes reconhecem a natureza multifatorial de muitas doenças bacterianas que afetam esses animais aquáticos, mas há a necessidade de alteração de atitudes em relação à gestão dessas doenças nos ambientes de cultivo.

No cultivo de pirarucu (*Arapaima gigas*) podem ocorrer surtos de mortalidade devido a infecção por *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas jandaei* e *Edwardsiella tarda* (Proietti-Junior et al., 2017). *Aeromonas* são bactérias Gram-negativas oportunistas e ubíquas que podem ser encontradas na água de cultivo dos peixes. Assim, a prevenção e o controle dessas doenças bacterianas devem ser de forma integrativa em que conste o conhecimento de sinais clínicos relacionados aos possíveis agentes causadores, fatores de risco relacionados, bem como outras condições bióticas e abióticas que levam à predisposição dessas doenças infecciosas. Além disso, é importante o conhecimento de tratamento para tais doenças quando instaladas no cultivo.

A importância do diagnóstico etiológico das infecções bacterianas, associado aos testes de sensibilidade aos antimicrobianos (TSA), como base para uma escolha racional do agente antimicrobiano para tratar infecções, tem sido defendida pela Federação de Veterinários da Europa de 2012, Agência Europeia de Medicamentos de 2015, Organização Mundial da Saúde de 2015, Organização Mundial da Saúde Animal de 2016 e pelo Comitê Europeu de TSA. O TSA, além de orientar a escolha da terapia antimicrobiana mais adequada, representa uma importante ferramenta no monitoramento da evolução da resistência bacteriana e age também como um método auxiliar na implantação de medidas de controle que evitem a disseminação de bactérias multirresistentes. Portanto, há uma urgente necessidade de obter critérios interpretativos confiáveis para TSA que sejam harmonizados e baseados em evidências científicas, para garantir uma prescrição e o uso otimizado e controlado de antimicrobianos.

O diagnóstico de doenças infecciosas em aquicultura, em geral, é difícil e requer o envolvimento de uma equipe multiprofissional para ser adequado. Em muitos casos é necessário contar com o auxílio de método laboratorial e com a comunicação entre o microbiologista e os demais envolvidos na elucidação do agente etiológico e as medidas a serem adotadas para o tratamento. Porém, há necessidade de informações de relevância clínica na requisição dos exames para a orientação na condução das metodologias de isolamento e identificação do agente pelo laboratório de microbiologia, pois o diagnóstico laboratorial das doenças infecciosas começa com a indicação clínica adequada do exame microbiológico, o que requer conhecimento da epidemiologia e fisiopatologia do processo infeccioso.

O laudo diagnóstico, emitido pelo laboratório de microbiologia clínica, pode, também, ser influenciado pela qualidade da amostra recebida. A coleta ou o transporte inadequado podem provocar dificuldades no isolamento do microrganismo responsável pelo processo infeccioso e acarretar maiores índices de recuperação de contaminantes, induzindo ao tratamento inadequado. Portanto, a acurácia do exame microbiológico depende de vários fatores relacionados com as fases pré-analítica, analítica e pós-analítica. Isso reforça a necessidade de integração dos profissionais, no intuito de garantir maior eficácia terapêutica.

A plataforma de parceria com várias partes interessadas, na perspectiva do controle da resistência antimicrobiana, foi recentemente lançada para garantir que as crescentes ameaças e impactos da resistência antimicrobiana sejam abordados globalmente. Conhecida como quadripartite, reúne a Organização de Alimentos e Agricultura das Nações Unidas (FAO), o Programa de Meio Ambiente da ONU (PNUMA), a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH), que estão unindo forças na iniciativa de evidenciar a importante ameaça que a resistência aos antimicrobianos apresenta ao homem, aos animais, às plantas, aos ecossistemas e meios de subsistência.

Considerando sua relevância clínica, a realização do TSA e sua interpretação devem estar fundamentadas em protocolos reconhecidos por órgãos oficiais, quer seja por suas limitações de aplicabilidade, quer seja pela crescente descrição de novos mecanismos de resistência, o que exige cada vez mais atualização e treinamentos dos profissionais.

Assim, o objetivo deste estudo foi fornecer diferentes abordagens técnicas padronizadas para o uso de antibacterianos no controle e tratamento das

infecções por *A. hydrophila*, *A. jandaei* e *E. tarda* em pirarucus.

Esta publicação aborda aspectos importantes no desenvolvimento da piscicultura de água doce, visando sustentar o crescimento econômico e auxiliar no desenvolvimento dessa atividade produtiva para a região amazônica, contribuindo para o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 8 – Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.

## Material e métodos

Neste estudo, todas as etapas envolvidas na realização do TSA foram realizadas de acordo com aquelas padronizadas pelo Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, Estados Unidos), conforme o Methods for Antimicrobial Broth Dilution and Disk Diffusion Susceptibility Testing of Bacteria Isolated From Aquatic Animals (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2020a) e Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing of Bacteria Isolated from Aquatic Animals (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2020b). A cepa de controle de qualidade escolhida foi a *Escherichia coli* ATCC® 25922 por ser suscetível a uma ampla gama de agentes antimicrobianos, por crescerem bem em baixas temperaturas e se mostrarem estáveis após várias passagens no meio de teste.

Para estudo do perfil fenotípico do TSA foi utilizado o método de disco difusão em ágar (DDA), que é considerado o método mais utilizado para a determinação da suscetibilidade aos antimicrobianos, devido a sua praticidade de execução, baixo custo e confiabilidade de seus resultados. Apesar de sua relativa simplicidade de execução, o método de DDA exige que as instruções sejam seguidas rigorosamente de forma que os resultados obtidos correspondam à realidade e possam ser comparados com as tabelas internacionais.

O laudo do TSA representa um guia para a terapia racional para qualquer microrganismo que contribua para um processo infeccioso, garantindo a eficácia quimioterápica quando a sensibilidade não pode ser prevista.

Os testes foram realizados dispensando discos de papel contendo concentrações definidas de antimicrobianos sobre a superfície do ágar após a aplicação do inóculo bacteriano com aproximadamente  $1$  a  $2 \times 10^8$  UFC/mL. As placas foram incubadas por 16 a 24 horas em ar ambiente ou a 5% de  $\text{CO}_2$  a

$35 \pm 2$  °C (dependendo do gênero bacteriano e antimicrobiano testado), antes dos resultados serem determinados.

Os diâmetros dos halos de inibição do crescimento bacteriano ao redor de cada disco foram mensurados utilizando um paquímetro. Esses foram relacionados à sensibilidade da amostra bacteriana e à velocidade de difusão do antimicrobiano no ágar. Quando os halos de inibição são correlacionados aos valores logarítmicos da concentração inibitória mínima (CIM) pela análise de regressão linear, encontra-se uma relação linear consistente demonstrando que o halo de inibição é inversamente proporcional à CIM daquele antimicrobiano.

Após a identificação fenotípica do agente etiológico, com auxílio de uma alça bacteriológica, são transferidas de 3 a 4 colônias isoladas a partir de uma cultura pura com 18 a 24 horas de cultivo em 3 a 4 mL de caldo Trypticase Soy Broth (TSB), solução fisiológica a 0,9%, ou caldo de Mueller-Hinton.

O preparo da suspensão bacteriana deve ser ajustado para obter uma turbidez equivalente ao padrão 0,5 da escala de McFarland, podendo usar um espectrofotômetro, com uma absorbância de 0,08–0,13 a 625 nm, ou 30–70 Unidade de Turbidez Nefelométrica (NTU) ao usar um turbidímetro, podendo ainda ser mensurada por comparação com o auxílio de um cartão de Wickerhan (Figura 1). Isso significa que há aproximadamente  $1,5 \times 10^8$  unidades formadoras de colônias por mililitro de suspensão (UFC/mL). O inóculo bacteriano pode ser obtido por meio do método de crescimento ou da suspensão direta da colônia em fase logarítmica de crescimento.

Para inoculação das placas, que deve ocorrer em até 15 minutos após o ajuste do inóculo, procede-se à semeadura, introduzindo um “swab” esterilizado na suspensão bacteriana ajustada a 0,5 da escala de McFarland, e em seguida deve-se comprimir o “swab” contra a parede interna do tubo para retirar o excesso do inóculo (Figura 2).

A semeadura deverá ser realizada sobre toda a superfície do ágar, inclusive as bordas, repetindo em três direções diferentes girando a placa em aproximadamente 60 graus a cada vez para garantir uma distribuição uniforme do inóculo (Figura 3). Deixar a placa semeada secar por cerca 5 minutos em temperatura ambiente, para que o inóculo seja absorvido pelo ágar antes de aplicar os discos. Não ultrapassar o período de 15 minutos entre a semeadura e a colocação dos discos.

Fotos: Aldo Proietti-Junior



A



B

**Figura 1.** Turbidímetro (A) e cartão de Wickerhan (B)

Foto: Aldo Proietti-Junior



**Figura 2.** Compressão do “swab” contra a parede interna do tubo contendo suspensão bacteriana.



**Figura 3.** Inoculação sobre a superfície do ágar.

Foto: Aldo Proietti-Junior

Dispensar o conjunto predeterminado de discos antimicrobianos na superfície da placa de ágar inoculada usando um distribuidor comercial (Figura 4) ou manualmente, usando uma pinça (Figura 5). Os discos devem ser distribuídos uniformemente para que não fiquem a menos de 24 mm de centro a centro. Não mais que 12 discos devem ser colocados em uma placa de 150 mm e não mais que 5 discos em uma placa de 90 mm. Após a colocação dos discos, pressionar levemente com auxílio de uma pinça a superfície de cada disco. Inverter as placas e colocar em uma incubadora a  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 18–24 horas, dentro de 15 minutos após os discos serem aplicados (CLSI-VET03, 2020; Roges et al., 2020; Proietti-Junior et al., 2021). Os requisitos físicos e químicos necessários para o TSA e controle de qualidade estão descritos na Tabela 1.

Se a placa foi semeada satisfatoriamente e a concentração do inóculo for corretamente ajustada, as zonas de inibição resultantes serão uniformemente circulares e haverá um crescimento confluyente de colônias bacterianas. Se colônias individuais forem aparentes, indica que a concentração do inóculo foi muito baixa, e o teste deve ser repetido.

Os diâmetros das zonas de inibição completa (a olho nu), incluindo o diâmetro do disco, devem ser medidos até o milímetro inteiro mais próximo usando paquímetro (Figura 6) ou uma régua presa na parte de trás da placa de Petri invertida, que é mantida a alguns centímetros acima de um fundo preto não refletivo iluminado com luz refletida.



Foto: Aldo Proietti-Junior

Figura 4. Dispensador comercial de discos.



Foto: Aldo Proietti-Junior

Figura 5. Dispensa manual de discos com auxílio de pinça esterilizada.

Tabela 1. Condições padronizadas para testes de suscetibilidade antimicrobiana por disco de difusão em ágar para patógenos bacterianos aquáticos e desempenho do controle de qualidade.

Grupo de organismo	Organismo	Meio de cultura	Condição de incubação	Tempo de incubação
Grupo 1 Bactérias não fastidiosas	Enterobacterales	AMH	22°C ± 2°C; ar ambiente	24–28 horas e/ou 44–48 horas
		AMH	28°C ± 2°C; ar ambiente	24–28 horas
	AMH	35°C ± 2°C; ar ambiente	16–20 horas	
	<i>Aeromonas hydrophila</i> e outras <i>Aeromonas</i> spp.	AMH	28°C ± 2°C; ar ambiente	24–28 horas
		AMH	35°C ± 2°C; ar ambiente	16–20 horas



**Figura 6.** Medida dos halos de inibição com auxílio de paquímetro.

A margem da zona deve ser considerada a área que não mostra nenhum crescimento óbvio e visível que possa ser detectado a olho nu. O crescimento fraco de pequenas colônias que podem ser detectadas apenas com uma lente de aumento na borda da zona de crescimento inibido deve ser ignorado.

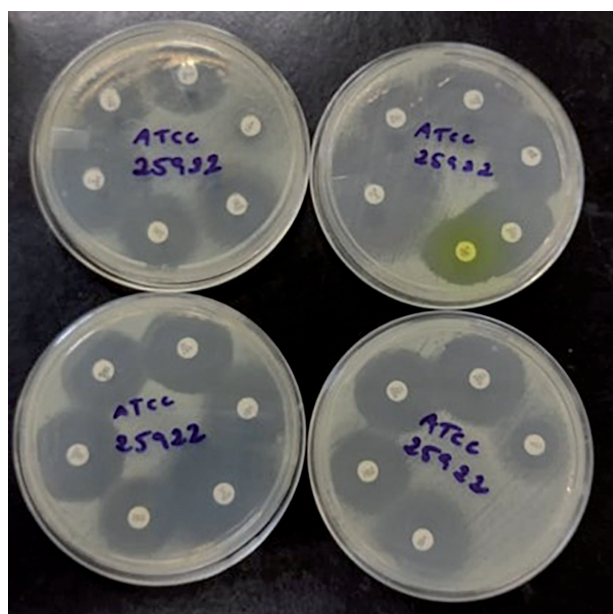
Após as medições dos halos de inibição, as susceptibilidades antimicrobianas serão determinadas e então serão relatadas diretamente aos requisitantes para fins de tratamento.

## Resultados e discussão

Os agentes antimicrobianos usados para testes de rotina são determinados a critério do laboratório, desde que constem nos documentos de referência e/ou em consulta com profissionais requisitantes. Alguns agentes antimicrobianos podem não ser aprovados em todos os países ou podem ser proibidos ou ilegais

em outros, embora os laboratórios possam optar por testar agentes não aprovados. O cliente do laboratório ou veterinário assume toda a responsabilidade pela eficácia, segurança e prevenção de resíduos com a administração de agentes antimicrobianos não aprovados a animais aquáticos.

Cada laboratório deve incluir advertências apropriadas para os regulamentos de seu respectivo país ao relatar os resultados, porém devem testar apenas os agentes antimicrobianos usados em aquicultura global (Figura 7), com intervalos de controle de qualidade aprovados pelo CLSI para teste de difusão de disco de isolados aquáticos (Tabela 2).



**Figura 7.** Controle de qualidade com cepa padrão (*Escherichia coli* ATCC 25922).

Considerando que os resultados de TSA devem ser utilizados para monitorar mudanças na suscetibilidade no ambiente, não é aconselhável reter informações sobre agentes antimicrobianos proibidos, porém uma nota informando sua proibição de uso deve constar no laudo.

O laudo deve conter avisos e informações sobre resistência intrínseca, uma vez que resultados enganosos podem ocorrer quando certos agentes antimicrobianos são testados e relatados como suscetíveis a organismos específicos para os quais os resultados *in vitro* não correspondem às atividades farmacocinéticas e farmacodinâmicas *in vivo* (Aslam et al., 2021). Essas combinações incluem espécies mesofílicas de *Aeromonas* spp., mas não podem estar limitadas

**Tabela 2.** Agentes antimicrobianos usados em aquicultura global com intervalos de controle de qualidade aprovados pelo *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) para teste de difusão de disco de isolados aquáticos pertencentes à ordem Enterobacterales e *Aeromonas* spp.

Agente antimicrobiano	Conteúdo dos discos	Categoria interpretativa e valor de corte epidemiológico de diâmetro de zona de inibição, milímetro inteiro mais próximo	
		Tipo selvagem (TS)	Tipo não selvagem (TNS)
<b>Aminoglicosídeos</b>			
Gentamicina	10 µg	≤ 18	≥ 19
<b>Macrolídeos</b>			
Eritromicina	15 µg	-a	-a
<b>Fenicóis</b>			
Florfenicol	30 µg	≤ 24	≥ 25
<b>Tetraciclínas</b>			
Oxitetraciclina	30 µg	≤ 22	≥ 23
<b>Quinolonas</b>			
Ácido oxolínico	2 µg	≤ 31	≤ 32
Enrofloxacina	5 µg	≤ 25	≤ 26

O traço (-) indica que o diâmetro da zona do valor de corte epidemiológico não está disponível para o agente antimicrobiano.

a elas, as quais são intrinsecamente resistentes a ampicilina, amoxicilina-clavulanato e cefazolina, ainda, cepas de *Aeromonas* spp. podem possuir diferentes β-lactamases, distintas e induzíveis e, como ocorre com outros gêneros com β-lactamases induzíveis, a resistência às cefalosporinas de espectro estendido pode surgir durante a terapia com agentes β-lactâmicos.

Enterobacterales e *Aeromonas* spp. também são intrinsecamente resistentes a benzilpenicilina, glicopeptídeos, lipoglicopeptídeos, ácido fusídico, macrolídeos, lincosamidas, estreptograminas, rifampicina e oxazolidinonas.

As bactérias testadas seguiram as definições de tipo selvagem (TS), que consiste em uma categoria interpretativa definida por um valor de corte epidemiológico (ECV) que descreve a população microbiana sem mecanismos fenotipicamente detectáveis de resistência ou suscetibilidade reduzida para o agente antimicrobiano que está sendo avaliado, e tipo não selvagem (TNS), uma segunda categoria interpretativa definida por um ECV que descreve a população microbiana com mecanismos fenotipicamente detectáveis de resistência e suscetibilidade reduzida ao agente antimicrobiano que está sendo avaliado (Tabela 3).

**Tabela 3.** Faixas de controle de qualidade (CQ) do método do disco de difusão para teste a 22 ± 2 °C (24 a 28 horas) em ágar Mueller-Hinton.

Agente antimicrobiano	Conteúdo dos discos	Diâmetro da zona de inibição
		Faixa de CQ, mm
Ácido oxolínico	2 µg	28-37
Enrofloxacina	5 µg	Não há faixa de CQ estabelecida
Eritromicina	15 µg	13-21
Florfenicol	30 µg	20-32
Gentamicina	10 µg	24-32
Oxitetraciclina	30 µg	26-35

Os isolados de *A. hydrophila* e *E. tarda* de pirarucu testados foram categorizados como microrganismos multidroga resistentes, já os isolados de *A. jandaei* apresentaram resistência a apenas duas classes de antimicrobianos, conforme Tabela 4.

**Tabela 4.** Fenótipos de suscetibilidade de *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas jandaei* e *Edwardsiella tarda* isolados de *Arapaima gigas*.

Bactéria	CLASSE Agente antimicrobiano									
	Aminoglicosídeo		Fenicol		Tetraciclinas		Quinolonas			
	GEN		FFC		OT		AO		ENR	
	Halo (mm)	Perfil	Halo (mm)	Perfil	Halo (mm)	Perfil	Halo (mm)	Perfil	Halo (mm)	Perfil
<i>A. hydrophila</i> <sup>a</sup>	16,61	R	26,68	S	19,68	R	25,65	R	25,70	R
<i>A. hydrophila</i> <sup>b</sup>	16,32	R	25,21	S	19,26	R	23,77	R	26,88	R
<i>A. hydrophila</i> <sup>c</sup>	15,92	R	25,29	S	23,40	S	26,35	S	26,48	R
<i>A. hydrophila</i> <sup>d</sup>	16,95	R	24,01	R	24,06	S	28,19	S	24,85	R
<i>A. hydrophila</i> <sup>d</sup>	16,97	R	26,75	S	21,98	R	26,76	S	28,01	R
<i>A. hydrophila</i> <sup>e</sup>	16,70	R	25,40	S	22,95	R	26,88	S	27,34	R
<i>A. jandaei</i> <sup>a</sup>	16,91	R	26,60	S	24,34	S	27,82	S	27,31	R
<i>A. jandaei</i> <sup>f</sup>	17,51	R	27,80	S	24,59	S	27,48	S	26,61	R
<i>E. tarda</i> <sup>c</sup>	16,30	R	20,77	R	20,64	R	8,81	R	20,02	S
<i>E. tarda</i> <sup>g</sup>	18,12	R	24,25	R	22,57	R	21,07	R	23,42	S

GEN: gentamicina; FFC: florfenicol; OT: oxitetraciclina; AO: ácido oxolínico; ENR: enrofloxacina; e a: ânus, b: boca, c: brânquias, d: intestino, e: músculo, f: cauda, g: cavidade abdominal. R: resistente, S: sensível.

## Considerações finais

*Aeromonas hydrophila* e *A. jandaei* encontradas em pirarucu são sensíveis ao florfenicol, ácido oxolínico e oxitetraciclina, enquanto *E. tarda* é sensível somente a enrofloxacina. Com o aumento da resistência antimicrobiana, existe a preocupação da perda da contribuição essencial dos antibióticos no tratamento de doenças bacterianas. Assim, é necessário aumentar a conscientização sobre a resistência global aos antibióticos e encorajar as melhores práticas na piscicultura, devido à complexidade do desafio da resistência aos agentes antimicrobianos e suas relações com a saúde do homem e dos peixes.

O uso indiscriminado de antibióticos sem controle médico-veterinário específico é um problema quando as prescrições são de base empírica. Essa situação pode resultar em uso excessivo dessas drogas, uso em doses subótimas e interrupção dos cursos de terapia se houver resolução precoce dos sintomas, situações que favorecem o surgimento de resistência antimicrobiana. Tão problemático quanto um fator que pode promover a resistência aos antibióticos é o uso de agentes antimicrobianos como substitutos às técnicas de manejo adequadas. Assim, a otimização das condições de criação (separação dos animais

em grupos de idade, uso de vacinas, elevados padrões de sanidade) deve ser promovida paralelamente a uma utilização mais racional de antibióticos.

Esta publicação é resultado do Projeto Aquicultura com Tecnologia e Sustentabilidade (Aquitech), que contou com recursos financeiros do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) (Convênio 37/2018).

## Referências

- ARIYAWANSA, S.; GUNAWARDANA, K. N.; HAPUDENIYA, M. M.; MANELGAMAGE, N. J.; KARUNARATHNE, C. R.; MADALAGAMA, R. P.; UBEYRATNE, K. H.; WICKRAMASINGHE, D.; TUN, H. M.; WU, P.; LAM, T. T. Y.; CHAN, O. S. K. One health surveillance of antimicrobial use and resistance: challenges and successes of implementing surveillance programs in Sri Lanka. **Antibiotics**, v. 12, n. 3, article 446, 2023.
- ASLAM, B.; KHURSHID, M.; ARSHAD, M. I.; MUZAMMIL, S.; RASOOL, M.; YASMEEN, N.; SHAH, T.; CHAUDHRY, T. H.; RASOOL, M. H.; SHAHID, A.; XUESHAN, X.; BALOCH, Z. Antibiotic resistance: one health one world outlook. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 11, Article 771510, 2021.



CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Methods for Antimicrobial Broth Dilution and Disk Diffusion Susceptibility Testing of Bacteria Isolated From Aquatic Animals**. 2nd ed. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2020a. 99 p. CLSI guideline VET03.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing of Bacteria Isolated From Aquatic Animals**. 3rd ed. Wayne, PA, 2020b. 66 p. CLSI supplement VET04.

PROIETTI-JUNIOR, A. A.; LIMA, L. S.; CARDOSO, F. M. N.; RODRIGUES, D. P.; TAVARES-DIAS, M. **Bacterioses em alevinos de pirarucu de cultivo, com ênfase em edwardsielose e aeromonose**. Macapá: Embrapa Amapá, 2017. 9 p. (Embrapa Amapá. Comunicado técnico, 149).

PROIETTI-JUNIOR, A. A.; LIMA, L. S.; ROGES, E. M.; RODRIGUES, Y. C.; LIMA, K. V. B.; RODRIGUES, D. P.; TAVARES-DIAS, M. Experimental co-infection by *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas jandaei* in pirarucu *Arapaima gigas* (Pisces: Arapaimidae). **Aquaculture Research**, v. 52, p. 1688-1696, 2021.

ROGES, E. M.; GONÇALVES, V. D.; CARDOSO, M. D.; FESTIVO, M. L.; SICILIANO, S.; BERTO, L. H.; PEREIRA, V. L. A.; RODRIGUES, D. P.; AQUINO, M. H. C. Virulence-associated genes and antimicrobial resistance of *Aeromonas hydrophila* isolates from animal, food, and human sources in Brazil. **BioMed Research International**, Article ID 1052607,, 2020.

THRUSFIELD, M.; CHRISTLEY, R.; BROWN, H.; DIGGLE, P. J.; FRENCH, N.; HOWE, K.; KELLY, L.; O'CONNOR, A.; SARGEANT, J.; WOOD, H. **Veterinary epidemiology**. 4. ed. [S.l.]: Wiley-Blackwell, 2017. 861 p.

Apoio



Ministério da  
Agricultura e Pecuária