



Potencial antibacteriano de *Streptomyces* e *Bacillus* isoladas dos rios Madeira e Purus frente à *Aeromonas* spp. isoladas de tambaqui

Raeslen Araújo Martins¹, Giuliane Pereira Pellin¹, Júlia Paes Mota², Thayná Marães de Souza³, Ingrid Jarline Santos da Silva⁴, Gilvan Ferreira da Silva⁵, Aleksander Westphal Muniz⁵, Cláudia Majolo^{5*}

Resumo

Este trabalho teve como objetivo testar isolados do gênero *Bacillus* e *Streptomyces* coletados nos rios Madeira e Purus frente a bactérias do gênero *Aeromonas* isoladas de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Foram utilizados 11 isolados de *Bacillus* spp. e 10 de *Streptomyces* spp. frente à 26 isolados de *Aeromonas* spp. de tambaquis. Para a realização do teste, utilizou-se uma adaptação do método disco-difusão, onde os discos de antibiótico são substituídos por blocos de ágar, já com a bactéria possível promotora de inibição com crescimento evidente, colocados em contato direto com a bactéria patogênica, também semeada em placa. Nos resultados, obteve-se halos de inibição em todos os 26 isolados de *Aeromonas* spp. Nove cepas de *Bacillus* spp. e seis cepas do gênero *Streptomyces* spp. apresentaram atividade inibitória. Os testes alcançaram a finalidade da pesquisa revelando maior atividade e frequência de inibição de *Aeromonas* spp. com a utilização do gênero *Bacillus* spp. *in vitro*, servindo de base para futuras aplicações *in vivo* visando a obtenção de alternativas de controle de aeromonose na piscicultura.

Palavras-chave: *Colossoma macropomum*, Antibiótico, *Aeromonas*.

Antibacterial potential of *Streptomyces* and *Bacillus* isolated from the Madeira and Purus rivers against *Aeromonas* spp. isolated from tambaqui. This work aimed to test isolates of the genus *Bacillus* and *Streptomyces* collected in the Madeira and Purus rivers against bacteria of the genus *Aeromonas* isolated from tambaqui (*Colossoma macropomum*). Eleven isolates of *Bacillus* spp. and 10 from *Streptomyces* spp. were used against 26 isolates of *Aeromonas* spp. of tambaquis. To carry out the test, an adaptation of the disk-diffusion method was used, where the antibiotic disks are replaced by agar blocks, with the inhibition promoting bacteria with evident growth, placed in direct contact with the pathogenic bacteria, also sown in board. In the results, inhibition halos were obtained in all 26 isolates of *Aeromonas* spp. Nine strains of *Bacillus* spp. and six strains of the genus *Streptomyces* spp. showed inhibitory activity. The tests achieved the objective of the research, revealing greater activity and frequency of inhibition of *Aeromonas* spp. with the use of the genus *Bacillus* spp. *in vitro*,

¹ Graduanda em biologia, Universidade Estadual do Amazonas (UEA), Manaus, AM

² Graduada em biologia, Universidade Nilton Lins, Manaus, AM

³ Graduada em engenharia química, Universidade Estadual do Amazonas (UEA), Manaus, AM

⁴ Doutoranda em Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, AM

⁵ Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM *claudia.majolo@embrapa.br



serving as a basis for future in vivo applications to obtain alternatives for the control of aeromonosis in fish farming.

Keywords: *Colossoma macropomum*, Antibiotic, *Aeromonas*.

1. Introdução

A piscicultura no Amazonas é uma área com ampla tendência a ser explorada, pois é favorecida pelas condições naturais da região, como a grande diversidade da ictiofauna e o grande volume de concentração de água doce (Santos, 2020).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie nativa mais cultivada no país, e a mais importante da região amazônica, sendo muito apreciada pelo sabor de sua carne. Nativo da região norte, ocorre naturalmente nas bacias do rio Amazonas e Orinoco. Seu processo de criação é facilitado pois apresenta um rápido crescimento, é fácil de alimentar, possui alta resistência e se adapta muito bem ao cativeiro (Barçante, 2016; IBGE, 2019).

Apesar desses fatores em potencial, o Amazonas não é um dos principais produtores do país, pois enfrenta desafios, como a falta de técnicas de cultivo e difusão do conhecimento sobre a criação destes (Oliveira, 2012; Lima et. al. 2021). Nesta problemática, as doenças infecciosas causadas por bactérias e outros parasitas, também são um entrave na criação, principalmente em sistemas superintensivos que causam estresse nos peixes, dando abertura para bactérias oportunistas se instalarem nesses animais (Leira et. al. 2016; Valadão et al., 2018).

Bactérias do gênero *Aeromonas* representam um dos principais patógenos bacterianos de importância econômica para a aquicultura, causadora de septicemia hemorrágica, caracterizada por hemorragias na pele, pontos

de hemorragia nas nadadeiras, exoftalmia e ascite (Senar, 2017). Doenças em peixes causadas por *Aeromonas* são comuns, têm ampla gama de hospedeiros e podem causar alta mortalidade. O tratamento de populações criadas em cativeiro usando antimicrobianos é limitado pela preocupação de que as bactérias se tornem resistentes e sejam disseminadas no ambiente (Starplier et al., 2015).

A resistência bacteriana é uma consequência natural e inevitável do uso de agentes antimicrobianos, porém ela é intensificada pelo uso indiscriminado destes. É crescente a utilização de antibióticos no tratamento e profilaxia de doenças e como promotores de crescimento de peixes. Esse uso inadequado leva a mutações no genoma bacteriano e transferências horizontais, disseminando a múltipla resistência em diferentes gêneros e espécies (Guarabassi et al., 2010).

Diante desse cenário, crescem estudos voltados para a busca de novos agentes antimicrobianos, como diferentes metabólitos produzidos por microrganismos. A exemplo disso, *Bacillus* spp. são alvo de pesquisas, principalmente pelo seu potencial de produzir inúmeros peptídeos antimicrobianos, Rosa (2020) concluiu que *Bacillus* spp. sintetiza lipopeptídeos, pertencentes à família das surfactinas, iturinas e fengicinas. Esses compostos atuam diretamente na membrana, sendo mais difícil desenvolver resistência contra eles. Já bactérias do gênero *Streptomyces* são comumente utilizadas em estudos de controles biológicos pois apresentam



uma variedade de metabólitos secundários antimicrobianos (Paixão, 2017). Muitos estudos relatam a capacidade antagonista de *Streptomyces* frente a diferentes bactérias, como em Ferreira et al. (2016), que relata a inibição de *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Candida albicans* *in vitro*.

Assim, considerando o aumento da resistência dos microrganismos aos antimicrobianos existentes no mercado, observa-se uma necessidade de avaliar outros agentes com potencial atividade antimicrobiana. Neste contexto, a realização de pesquisas por novos agentes aparece como uma alternativa para este fim. Portanto, sabendo que o bioma amazônico possui uma microbiota variada por apresentar características únicas, torna-se interessante estudar a diversidade microbiológica desse ambiente e, consequentemente, seu potencial biotecnológico. O presente estudo teve como objetivo, portanto, testar a atividade antimicrobiana de *Streptomyces* spp. e *Bacillus* spp. isolados dos rios Madeira e Purus frente à *Aeromonas* spp. isoladas de tambaquis, sendo seus resultados, analisados a partir da mensuração de halos de inibição de crescimento.

2. Materiais e Métodos

As amostras bacterianas foram separadas em 3 grupos: 26 isolados de bactérias de tambaqui do gênero *Aeromonas*, 11 isolados de *Bacillus* spp. e 10 de *Streptomyces* spp. isolados dos rios Madeira e Purus.

As *Aeromonas* spp. foram inoculadas em caldo cérebro coração (BHI) e incubadas por 24 horas à 36°C. Posteriormente, semeadas em placas de petri com meio de cultura ágar cérebro coração (BHA) e ágar triptona de

soja (TSA), e incubadas novamente por 24 horas à 36°C. Após a segunda incubação, selecionou-se colônias para serem adicionadas em solução salina 0,85% esterilizada para preparar suspensões com o nível de turvação de 0,5 de acordo com a escala de MacFarland. Para aplicação do método de disco-difusão, semeou-se com a utilização de swabs estéreis, a solução salina com a bactéria diluída em placas com meio de cultura ágar Mueller-Hilton (MHA).

As 11 amostras de *Bacillus* spp. e 10 amostras de *Streptomyces* spp., já crescidas em meios específicos para cada gênero, foram perfuradas com fura-rolha estéril, gerando vários blocos de gelose. Esses blocos foram aplicados circularmente, com uma distância entre eles de em média de 2 centímetros nas placas semeadas com a *Aeromonas* alvo em solução salina, tal distância foi previamente selecionada para que os crescimentos dos halos fossem bem visualizados.

As placas foram incubadas em estufa a 36°C por um período de 24h. Após este período, as placas foram analisadas, e de acordo com o crescimento do halo que se formou ao redor dos blocos foi possível indicar a inibição de crescimento da bactéria desafiada. Os halos foram mensurados vertical e horizontalmente, obtendo uma média entre os valores.

De acordo com os parâmetros de Matsuura (2004) foi definido uma classificação para o diâmetro dos halos formados dadas no Quadro 1.

Princípios éticos

A autorização do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGen) para uso de patrimônio genético foi a de nº A229774.

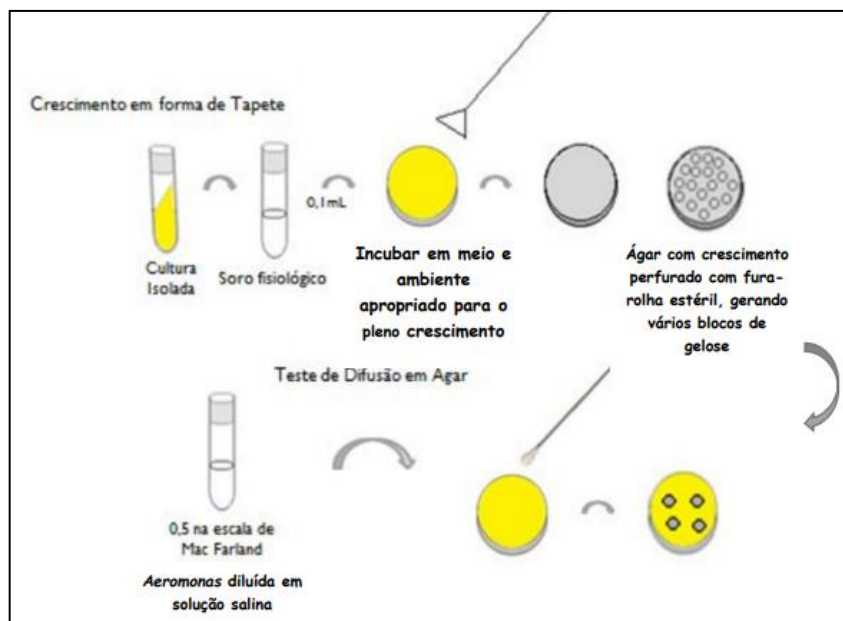


Figura1. Esquematização da metodologia de avaliação

Quadro 01. Grau de atividade antimicrobiana. Adaptado de Matsuura (2004).

Grau de atividade antimicrobiana	Diâmetro dos halos de inibição (mm)
Ausente	0
Baixa	7-10
Moderada	11-14
Alta	>14

3. Resultados e Discussão

Dos 26 isolados testados, nove *Bacillus* spp. e seis *Streptomyces* spp. apresentaram atividade inibitória.

Segundo Matsuura, 2004 (Quadro 1), obteve-se então, para *Bacillus* spp, um grau de atividade alta, atingindo halos de 14 a 24 mm (Tabela 1). Já *Streptomyces* spp., apresentou atividade de baixa à alta, na qual os halos alcançaram de 10 a 16,5 mm, prevalecendo, porém, atividade inibitória ausente na maioria dos desafios (Tabela 2). Observou-se, entretanto, halos de inibição em todos os 27 isolados de *Aeromonas* spp., com variação no diâmetro entre 9 mm e 20 mm. Veja Figuras 2 e 3.

romonas spp., com variação no diâmetro entre 9 mm e 20 mm. Veja Figuras 2 e 3.

Os dois gêneros apresentam resultados positivos em outros estudos que relacionam o potencial antimicrobiano. Em Newaj-fyzul et al. (2007) *Bacillus subtilis* se mostrou eficaz em combater infecção por *Aeromonas* spp. elevando de 65% a 100% a taxa de sobrevivência de peixes truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). Em outro estudo, quatro cepas de *Streptomyces* spp. (AQB S1, AQB S2, AQB S3 e AQB S4) isolados de esponjas marinhas, também foram eficazes na inibição de *Aeromonas hydrophila*, apresentando

zona de inibição de 10 a 35 mm, sendo AQB S2 e AQB S4 se mostraram altamente ativos na inibição e AQB S e AQB S3 exibiram atividade moderada, utilizando o método de antibiograma (Dharmaraj, 2010).



Figura 2. Halos de inibição de *Streptomyces* spp. e *Bacillus* spp. frente a *Aeromonas* spp.



Figura 3. Halos de inibição de *Bacillus* spp. frente a *Aeromonas* spp.

No Brasil, *Streptomyces* spp. apresentou maior atividade frente a

microrganismos patogênicos Gram-positivos (29,5 a 31 mm) do que para Gram-negativos (10 a 14 mm) (Ferreira et al., 2016), corroborando com os resultados do presente estudo. Segundo Madigan (2010), o menor percentual de atividade antimicrobiana frente a Gram-negativos é consequente da natureza complexa de sua parede celular, a qual possui uma membrana externa ao seu redor, o que confere maior resistência à ação de antibióticos, os quais não são capazes de transpassar tal barreira lipídica.

Os estreptomicetos fazem parte do grupo das actinobactérias, e são conhecidos por sua ampla capacidade de produção de metabólitos secundários com potencial antimicrobiano, sendo utilizados na maior parte da produção de antibióticos (Liberal, 2018), são caracterizadas por serem bactérias filamentosas que podem ser encontradas em diversos habitats. (Pai-xão, 2017). Nesta abordagem, apesar de *Streptomyces* spp. ser o gênero mais comum em estudos com a utilização de antibióticos, observou-se, no presente trabalho, que *Bacillus* spp. apresentou uma alta atividade de inibição contra *Aeromonas* spp. potencializando o gênero para futuras pesquisas com bactérias resistentes aos antibióticos comumente conhecidos.

Em seu estudo, Cavalini (2019) conclui que *Bacillus* spp. vem se tornando foco de pesquisas da avaliação de seu potencial antibiótico, pela sua produção de peptídeos antimicrobianos. De acordo com Fujimoto (2017), detectou-se que o gênero *Bacillus* spp. produz como metabólitos secundários diferentes compostos orgânicos voláteis, além de duas linhas de antibióticos, as iturinas e as surfactinas, que possuem poderosa atividade antimicrobiana.

Tabela 1. Halos de inibição em mm (*Bacillus* spp. frente à *Aeromonas* spp.) indicada como A

A	MAD 30	MAD 123	MPUR 44.1	MPUR 15.1	MAD 34B	MAD 202	MAD 127	MAD 142	MAD 146	MAD 207	MAD 105	MPUR 35.2	MPUR 33.1	APUR 37.1
A3	0	0	0	0	11,5	13	11,5	10,5	10,5	11,5	11,5	0	15	16,5
A19	0	0	0	15	9	18,5	13	11	12	10	12,5	14	13,5	15
PX26	0	0	0	13,5	10,5	11	12,5	11,5	9,5	12	12	15,5	14	15,5
A38	0	0	0	9	12	0	0	0	0	0	14	15,5	16,5	21
F42	0	0	12	15	11	11	14	10	11	9,5	11	17,5	20,5	23,5
A47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
F50	0	0	0	10,5	9,5	14	12	9,5	8,5	11	10,5	11	15	22,5
PX52	0	0	13,5	11	10	12,5	14	13	11	10	11	15	15,5	17
F77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
PX84	0	0	0	0	10	12	15,5	13	11,5	12	12	15,5	17,5	16,5
F84	0	0	0	11,5	12	0	13	12	12	12	14	11,5	16	18
ST86	0	0	0	0	12	12	15,5	11,5	10	10	12	11,5	16,5	19,5
F93	0	0	0	0	9	15,5	12	10	9,5	8,5	11,5	12,5	11,5	0
A96	0	0	0	0	10,5	11,5	13	9,5	9,5	11	11	10,5	15	11
A97	0	0	0	0	9,5	12	12	10	11,5	12	11	11	14,5	19
A101	0	0	0	0	9	13	10,5	10,5	10	10,5	10	0	11,5	14
F103	0	0	0	0	11,5	17	13,5	12,5	11	12,5	13	12,5	16	14,5
A120	0	0	0	0	10,5	14,5	12,5	10	11	9,5	11	15,5	18,5	17
A121	0	0	0	0	14	15	17	16	15,5	15,5	15,5	17,5	19,5	0
A128	0	0	0	13	12,5	15	16	13	14	13	17,5	14	10	14,5
A130	0	0	0	0	10	14	11,5	10	11,5	10,5	10,5	14	15,5	15
F131	0	0	0	14	11	12,5	10,5	9	10,5	13	10,5	13	16,5	16
A134	0	0	0	10,5	11,5	12,5	15,5	13	11	16	14,5	15,5	19,5	16,5
A146	0	0	10	12	12	20	16,5	13,5	15	17	12	10,5	17,5	19
A151	0	0	0	0	14,5	16,5	16,5	13	18	14	15	10	13	15,5
A153	0	0	15,5	14,5	14	18	14	15	12	14	14,5	13,5	17	21
ATCC	0	0	0	15	10	12,5	14,5	10,5	11,5	11	14	13,5	14	24

4. Conclusão

Sabe-se que as bactérias possuem mecanismos de resistência muito bem desenvolvidos, dificultando a utilização de antibióticos já existentes. Sendo assim, é importante que as pesquisas com bactérias que possuem potencial antimicrobiano sejam sempre exploradas, para ampliar a possibilidade de produção. Neste trabalho iniciamos os estudos de ação antagônica dos gêneros *Bacillus* spp. e *Streptomyces* spp. frente às bactérias do gênero *Aeromonas* spp. que causam diversos sintomas na saúde do tambaqui,

ênfatizando que em relação às *Aeromonas* spp. o gênero *Bacillus* detém poder de inibição maior. Por tratar de um projeto com objetivos qualitativos, alcançou-se a finalidade da pesquisa revelando que há inibição de *Aeromonas* spp. com a utilização de *Bacillus* spp. e *Streptomyces* spp. *in vitro*. Percebeu-se a necessidade um estudo mais aprofundado que identifique exatamente as biomoléculas que surtiram os efeitos de inibição nas *Aeromonas* spp. para que haja uma melhor utilização desses antibióticos de maneira geral. Estes experimentos servem de base



para um aprofundamento da utilização dos compostos produzidos em aplicação *in vivo* comprovando na prática experimental os resultados obtidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEAM pelas bolsas concedidas e à Embrapa Amazônia Ocidental pela infraestrutura.

Tabela 2. Halos de inibição em mm (*Streptomyces* spp. frente à *Aeromonas* spp.) indicada como A

A	APUR 26.8	APUR 36.1	MPUR 51.7	APUR 32.5	APUR 36.4	MPUR 46.7	MPUR 36.3	MPUR 40.3	APUR 26.2	MPUR 18.10	MPUR 18.8
A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A19	0	0	0	0	0	11,5	0	16,5	0	0	0
PX26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	15,5
A38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,5	0
F42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	14
F50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,5
PX52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,5	10,5
PX84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5	11
F84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	10
ST86	0	0	0	0	0	0	0	0	9,5	0	10
F93	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11,5	12
A96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
A97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5	0
A101	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5	10	12,5
F103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	13
A120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
A121	0	0	0	0	0	0	10,5	0	0	12	0
A128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	11,5
A130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
F131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5	12
A134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11
A146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	9,5
A153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ATCC	0	0	0	0	0	0	0	0	10,5	11	10,5

Divulgação

Esta nota é inédita e não está sendo considerada para qualquer outra publicação. O (s) autor (es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesses durante sua avaliação. Logo, a revista Scientia Amazonia detém os direitos autorais, tem a aprovação e a

permissão dos autores para divulgação deste artigo por meio eletrônico.

Referências

BARÇANTE, B.; DE SOUSA, A B. **Características zootécnicas e potenciais do tambaqui (*Colossoma macropomum*) para a piscicultura brasileira.** PubVet, v. 9, p. 287-347, 2016.



BELÉM-COSTA, A.; CYRINO, J. **Antibiotic resistance of *Aeromonas hydrophila* isolated from *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) and *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).** Scientia Agricola, v. 63, p. 281-284, 2006.

CAVALINI, L. **Caracterização da atividade antimicrobiana produzida por *Bacillus* sp. isolado de sedimento de áreas úmidas.** Dissertação (Pós-graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.

DHARMARAJ, S.; ASHOKKUMAR, B.; DHEVEN-DARAN, K. **Isolation of marine *Streptomyces* and the evaluation of its bioactive potential.** African Journal of Microbiology Research, v. 4, n. 4, p. 240-248, 2010.

FERREIRA, H. K. L.; MACHADO, S. E. F.; SANTANA, R. C. F.; ALBUQUERQUE, L. E. F.; SILVA, I. D. G.; SILVA-LACERDA, G. R.; ARAÚJO, J. M.; LIMA, G. M. S. **Avaliação in vitro do potencial antimicrobiano de *Streptomyces* sp G-27 contra microrganismos de interesse clínico.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 3, n. 6, p. 367-373, 2016.

FUJIMOTO, A. **Identificação de compostos orgânicos voláteis e antibióticos produzidos por *Bacillus* spp. envolvidos no controle da mancha preta dos citros.** Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, 2017.

GUARDABASSI, L.; JENSEN, L. B.; KRUSE, H. **Guia de antimicrobianos em veterinária.** Artmed Editora, 2009.

HIRSCH, D.; JÚNIOR, D. J. P.; LOGATO, P. V. R.; PICCOLI, R. H.; FIGUEREIDO, H. C. P. **Identificação e resistência a antimicrobianos de espécies de *Aeromonas* móveis isoladas de peixes e ambientes aquáticos.** Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 6, p. 1211-1217, 2006.

LEIRA, M. H.; ASSIS LAGO, A.; BOTELHO, H. A.; MELO, C. C. V.; MENDONÇA, F. G.; NASCIMENTO, A. F.; FREITAS, R. T. F. **Principais infecções bacterianas na criação de peixes de água doce do Brasil - uma revisão.** Revista De Ciência Veterinária E Saúde Pública, v. 3, p. 44-59, 2016.

LIBERAL, T. F. L. **Isolamento, caracterização e atividade antimicrobiana de metabólitos secundários produzidos por *Streptomyces* sp. de solo amazônico.** Universidade Federal do Oeste do Pará. Pará, 2018.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V.; CLARK, D. P. **Microbiologia de Brock.** 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

MATSUURA, T. **Caracterização taxonômica de actinomicetos endofíticos produtores de antibióticos isolados de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.).** [Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos - FEA/Unicamp]. Campinas, 2004.

NEWAJ-FYZUL, A.; ADESIYUN, A. A.; MUTANI, A.; RAMSUBHAG, A.; BRUNT, J.; AUSTIN, B. ***Bacillus subtilis* AB1 controls *Aeromonas* infection in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum).** Journal of Applied Microbiology, v. 103, n. 5, p. 1699-1706, 2007.

OLIVEIRA, A.; VAL, A. L. **Caracterização da atividade de pisciculturas nas mesorregiões do Estado do Amazonas.** Revista Colombiana de Ciência Animal, 2012.

PAIXÃO, C. J.; OLIVEIRA, D. W. B.; GUIMARÃES, T. C.; GOMES, T. S.; FERREIRA, L. F. R.; HOLLANDA, L. M. **Produção de antibióticos a partir de actinobactérias: uma revisão de literatura.** Semana de Pesquisa e Extensão da Universidade Tiradentes-SEMPESq-SEMEX, n. 19, 2017.

PEIXOTO, L. J. S.; SÁ, M. C. A.; GORDIANO, L. A.; COSTA, M. M. ***Aeromonas* spp.: fatores de virulência e perfis de resistência a antimicrobianos e metais pesados.** Arquivos do Instituto Biológico, v. 79, n. 3, p. 453-461, 2012.

ROSA, C. **Produção de peptídeos antimicrobianos por *Bacillus* sp. P45 em subprodutos da indústria avícola.** Dissertação (Pós-graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020.

SANTOS, A. C.; SILVA, L. J. S.; CASTRO, A. F.; MENEGHETTI, G. A. **A piscicultura no Amazonas: uma análise do perfil dos produtores de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e Matrinxã (*Brycon amazonicus*), in Presidente Figuerreiro e Rio Preto da Eva/AM.** SOBER, 2020.



Ciências Agrárias

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Piscicultura: manejo sanitário**. Brasília, 2017.

STARLIPER, C. E.; KETOLA, H. G.; NOYES, A. D.; SCHILL, W. B.; HENSON, F. G.; CHALUPNICKI, M. A.; DITTMAN, D. E. **An investi-**

gation of the bactericidal activity of selected essential oils to Aeromonas spp.

Journal of Advanced Research, 6, 89–97, 2015.

VALLADÃO, G. M. R.; GALLANI, S. U.; PILARSKI, F. **South American fish for continental aquaculture**. Reviews in Aquaculture, 10, 351–369, 2018.