



Investigação sobre o Aparecimento de Moluscos Esbranquiçados na Lagoa Mundaú

Maceió - AL

S20022-0000-MOG-RL0010-A

Junho, 2022



TETRA TECH

PGQ-05-F02-C
20/04/2022

Investigação sobre o Aparecimento de Moluscos Esbranquiçados na Lagoa Mundaú

Maceió - AL

S20022-0000-MOG-RL0010-A
Junho/2022

APRESENTADO PARA

BRASKEM
<http://www.braskem.com.br>

S.A.

APRESENTADO POR

Tetra Tech
São Paulo – SP (ou Rio de Janeiro – RJ ou
Belo Horizonte – BH)
www.tetrattech.com

Tipos de Emissão

EI – Emissão Inicial PC – Para Comentários AP – Aprovado CA – Cancelado PI – Para Informação

Revisão	Tipo de Emissão	Descrição	Data
0	EI	Investigação sobre o aparecimento de moluscos esbranquiçados na Lagoa de Mundaú	13/06/2022
A	EF	Investigação sobre o aparecimento de moluscos esbranquiçados na Lagoa de Mundaú	27/06/2022

Responsáveis pelo Relatório

Elaborador	Verificador	Aprovador
Ricardo Busoli	Gabriel Clauzet	Maria Yustas

A Tetra Tech é responsável pelo conteúdo deste relatório, incluindo: tecnologias, metodologias, especificações técnicas, desenhos, figuras, cópias, diagramas, fórmulas, modelos, amostras e fluxogramas.

A utilização deste material deverá ser compatível com o escopo do projeto/trabalho contratado, fazendo-se expressa menção ao nome da Tetra Tech como autora do estudo.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVO.....	6
3. METODOLOGIA.....	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4.1. <i>Mytilopsis sallei</i>	10
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13
6. BIBLIOGRAFIA.....	14

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A Laudos DNA IMUNOVA

TABELAS

Tabela 4-1 – Resultados dos Exames de DNA.....	10
--	----

FIGURAS

Figura 3-1 – Localização Coleta Amostras Moluscos – Comunidade do Vergel	7
Figura 3-2 –Coleta de amostras de sururu (<i>Mytella charruana</i>) realizada nos bancos de sururu	8
Figura 3-3 –Coleta de amostras do molusco esbranquiçado realizada na lateral de embarcação afundada na beira da lagoa Mundaú	8
Figura 3-4 – Exemplares das duas populações coletadas. Lado esquerdo, o sururu (<i>Mytella charruana</i>) e a direita, o molusco esbranquiçado.	9
Figura 3-5 – Organismos coletados, congelados e acondicionados em caixa térmica.....	9
Figura 4-1 – Mapa de Distribuição Original e Possíveis Locais de Disseminação para <i>Mytlopsis sallei</i> (RÉCLUZ, 1849).....	12

1. INTRODUÇÃO

Por ocasião das reuniões realizadas com a comunidade local, incluindo a Escuta Formal Pública em 29 de setembro de 2021, com objetivo de colher contribuições das comunidades, órgãos e entidades públicas para o Diagnóstico Ambiental e respectivo Plano Ambiental, foi reportado pela comunidade extrativista de sururu o constante aparecimento de um molusco de aparência esbranquiçada, coletado em conjunto com o sururu.

Os relatos informaram que esses moluscos possuíam uma aparência esbranquiçada e logo foram nomeados pela comunidade de “*sururu branco*”, pois tinham uma aparência similar ao sururu (*Mytella charruana*). Também foi feita uma alusão à possibilidade de que esses moluscos pudessem estar sob à ação de algum *stress* ambiental ou ainda serem exemplares de sururus “doentes”.

Com base nessas informações, a Tetra Tech realizou um estudo investigativo com o objetivo de entender o fundamento das percepções relatadas, com foco principal na dúvida de haver exemplares de espécies diferentes de bivalves ou possíveis distúrbios na população de sururus.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo investigativo foi identificar se o bivalve com características de concha esbranquiçada, encontrado pela comunidade de extrativistas, é da mesma espécie do sururu (*Mytella charruana*). Para isso foram realizadas:

- Campanha de coleta de exemplares de molusco esbranquiçado e sururu (*Mytella charruana*);
- Identificação taxonômica dos moluscos por meio de DNA.

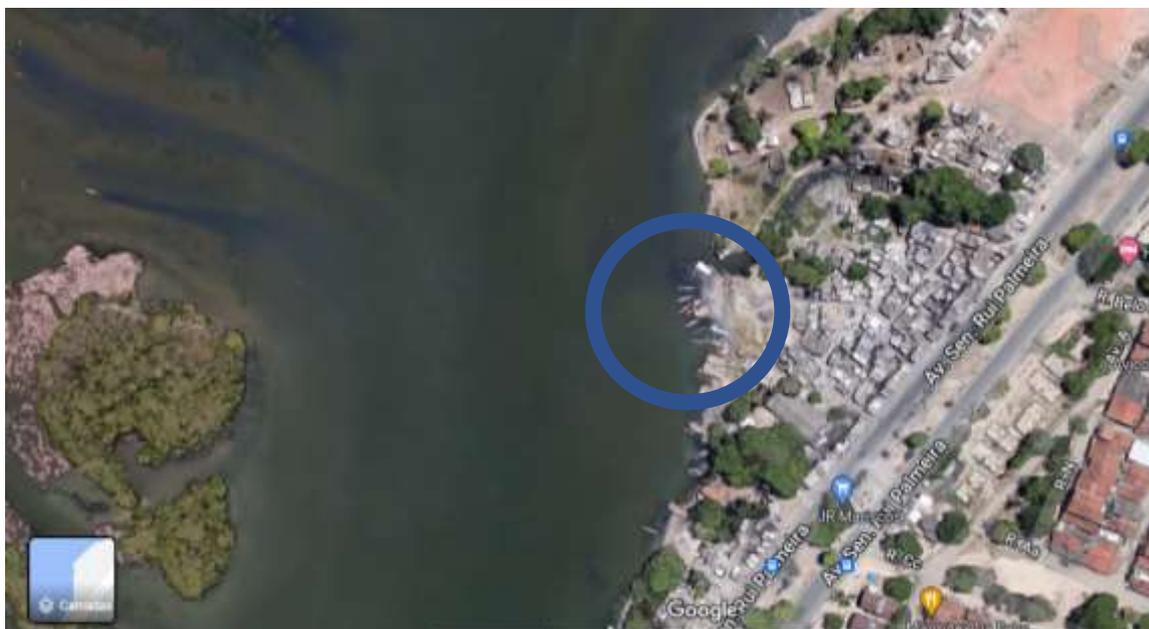
Basicamente foi investigar se existia ou não diferença genética entre os exemplares do molusco esbranquiçado e do sururu (*Mytella charruana*), sendo para isso realizado o sequenciamento genético de ambos os organismos (n=3 para cada população; total de 6 exames de DNA).

3. METODOLOGIA

Foi realizada no dia 04/04/2022, nas margens da lagoa Mundaú a coleta de exemplares das 2 populações de bivalves para realização das análises de DNA.

As coletas foram realizadas com a orientação de colaboradores da comunidade do Vergel, as margens da lagoa Mundaú (Ponto de Coleta: Latitude: 9°39'11.14"S e Longitude: 35°45'54.71"O). Esse ponto de coleta foi escolhido por representar um dos locais de concentração da atividade de catadores de sururu, além de ser um dos pontos apontados como de aparecimento do molusco de casca esbranquiçada (**Figura 3-1**).

Figura 3-1 – Localização da coleta de amostras de moluscos – Comunidade do Vergel



Foram coletados diversos exemplares de ambas as populações de moluscos, sendo que o sururu (*Mytella charruana*) foi coletado pelos catadores da comunidade (**Figura 3-2**) e os moluscos de casca esbranquiçada foram coletados nas margens da lagoa Mundaú, em local indicado pelo representante da comunidade do Vergel (

Figura 3-3).

Figura 3-2 –Coleta de amostras de sururu (*Mytella charruana*) realizada nos bancos de sururu



Figura 3-3 –Coleta de amostras do molusco esbranquiçado realizada na lateral de embarcação afundada na beira da lagoa Mundaú



As amostras foram separadas nos seus respectivos grupos (**Figura 3-4**), embaladas e congeladas para envio ao laboratório IMUNOVA, localizado em Curitiba – PR, para a realização de testes de DNA (**Figura 3-5**).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados das análises de DNA foi confirmada a presença de duas espécies distintas de moluscos bivalves:

- 1) Sururu = *Mytella charruana* (Família Mytilidae);
- 2) Molusco Esbranquiçado = *Mytilopsis sallei* (Família Dreissenidae);

A

Tabela 4-1 ilustra os resultados dos exames de DNA para as seis amostras analisadas. Os laudos com os resultados do laboratório são apresentados no Apêndice A.

Tabela 4-1 – Resultados dos Exames de DNA.

Identificador Interno	Identificação da Amostra	Identificação Molecular
06456.2022	Normal	<i>Mytella charruana</i>
06457.2022	Normal	<i>Mytella charruana</i>
06458.2022	Normal	<i>Mytella charruana</i>
06459.2022	Branco	<i>Mytilopsis sallei</i>
06460.2022	Branco	<i>Mytilopsis sallei</i>
06461.2022	Branco	<i>Mytilopsis sallei</i>

4.1. MYTILOPSIS SALLEI

O *Mytilopsis sallei*, conhecido com mexilhão de listras pretas, é um pequeno molusco bivalve marinho da família Dreissenidae, conhecidos como falsos mexilhões. Essa espécie possui papel ecológico semelhante ao mexilhão zebra, *Dreissena polymorpha*. Ambas as espécies são consideradas espécies altamente invasivas e estão espalhadas ao redor do mundo.

Os mexilhões das famílias Dreissenidae e Mytilidae possuem diversas semelhanças entre si: são organismos filtradores, mitiliformes, fixam-se por fios do bisso, possuem grande capacidade de adaptação considerando amplas variações de salinidade e são epifaunais (MARELLI E GREY, 1983). A família Dreissenidae apresenta dois gêneros, ambos possuindo alta capacidade de dispersão: *Dreissena* (BENDEN, 1835) de água doce e *Mytilopsis* (CONRAD, 1858) de água salobra e doce, e apresentam várias espécies com potencial de bioinvasão (MANSUR *et al*, 2003).

O gênero *Mytlopsis* apresenta atualmente duas espécies que são originárias da costa leste da América do Norte e América Central e apresentam grande poder de invasão: *Mytlopsis leucophaeta* (CONRAD, 1831) e *Mytlopsis sallei* (RÉCLUZ, 1849) (MARELLI E GRAY, 1983).

O *Mytlopsis sallei* (RÉCLUZ, 1849) é proveniente da América Central, com origem registrada na Guatemala, com abrangência espacial se estendendo desde o Golfo do México até a Colômbia, apresentando-se como uma espécie oportunista, colonial, suportando grandes variações de temperatura e salinidade, podendo se adaptar a ambientes sob forte influência antrópica, com alta disponibilidade de matéria orgânica. Apresenta-se ainda como espécie exótica em vários países ao redor do mundo, como Austrália (WILLAN *et al.* 2000), Hong Kong (MORTON, 1987) Ilhas Fiji (HERTEIN & HANNA, 1949) e Malásia (TAN e MORTON, 2006).

Já o *Mytlopsis leucophaeta* (CONRAD, 1831), também conhecido como falso mexilhão ou mexilhão branco é nativo da América do Norte, com distribuição registrada desde o Texas até Nova York, ocorrendo também em águas salobras no norte da França, Bélgica, Holanda e Grã-Bretanha. Apresenta-se como organismos euhalino com alta tolerância à variações de salinidade (0 a 20) e temperatura, tem sua distribuição em zonas subtropicais e temperadas.

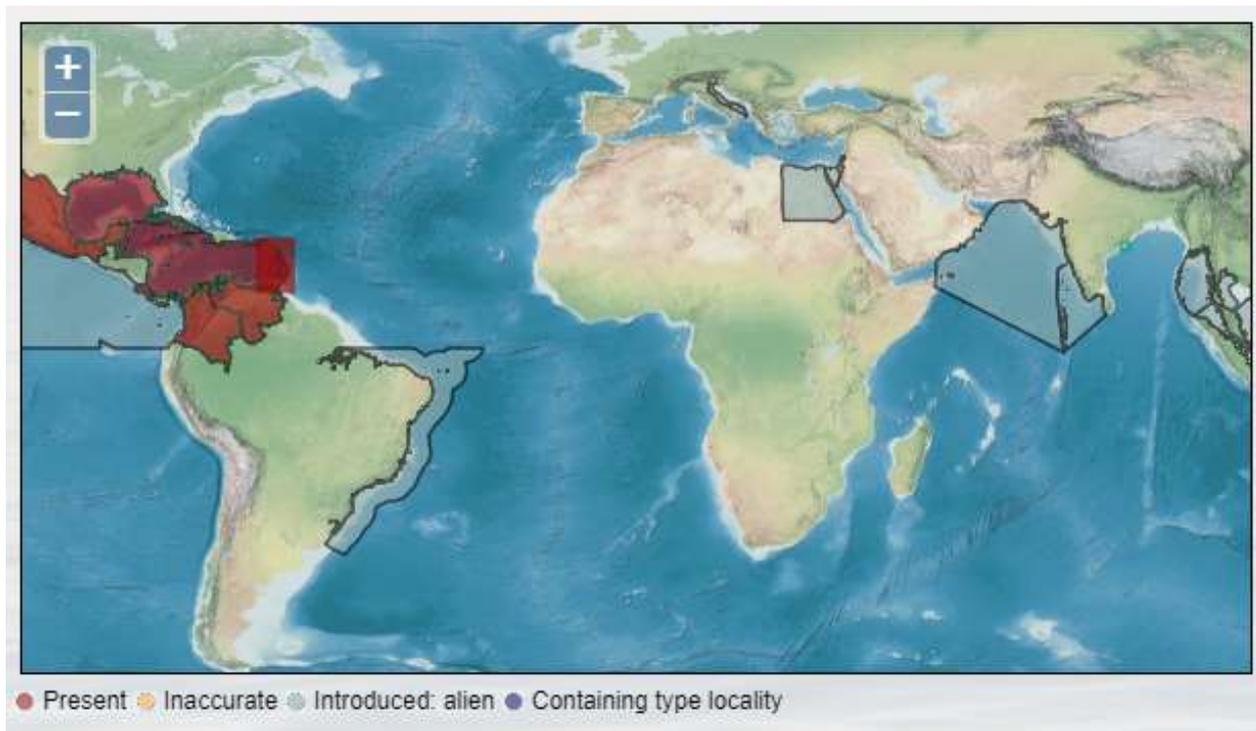
No Brasil a presença de *Mytlopsis sallei* (RÉCLUZ, 1849) possui registro inicial em 2004 no estuário do rio Paraíba – PB (QUEIROZ *et al.* 2020) e ainda pouco se sabe sobre os prováveis impactos ecológicos nos estuários brasileiros.

Já a espécie *Mytlopsis leucophaeta* (CONRAD, 1831) possui registros iniciais também em 2004, no Porto de Recife – PE, tendo sido também registrada no estuário do rio Capibaribe (SOUZA *et al.*, 2005) e no rio Sirinhaém – PE. Foram encontradas em regiões mesohalinas, ocupando uma faixa ampla do substrato incrustante. Comumente chamado de marisco branco, sua ocorrência foi registrada na mesma região que a *Mytella charruana*, o sururu (SOUZA *et al.* 2005 *in* Freitas, G.M.R, 2009). Também foram encontrados exemplares de *Mytlopsis leucophaeta* (CONRAD, 1831) no interior da lagoa Rodrigo de Freitas no Rio de Janeiro – RJ (RODRIGUES *et al.*, 2021) e na Lagoa de Marapendi – RJ (FERNANDES *et al.*, 2020), mostrando a alta capacidade de mobilidade e invasão dessas espécies de bivalves.

A **Figura 4-1** apresenta um mapa de distribuição dos locais de origem (*Present* - polígonos vermelhos) e locais onde a espécie possivelmente possa ter sido introduzida (*Introduced alien* - polígonos cinza). As informações desse mapa são provenientes de dados do site *Worms* com base em estudos de campo realizados ao longo dos anos. As áreas de polígonos cinza possuem uma extrapolação regional, baseada nas informações de rotas de navegação de navios mercantes e

registros já listados para a espécie em questão. No caso do litoral brasileiro, como foram encontrados exemplares nos estuários do nordeste, a área de atuação acaba sendo extrapolada para toda a costa brasileira, como uma área de possibilidade de ocorrência.

Figura 4-1 – Mapa de Distribuição Original e Possíveis Locais de Disseminação para *Mytlopsis sallei* (RÉCLUZ, 1849).



Fonte: Worms (2022)

Além da costa brasileira, são considerados locais de possível disseminação dessa espécie o Mar Mediterrâneo, o Mar da China, a Zona Costeira do Oceano Índico, além de toda a região do Oceano Pacífico nas costas dos Estados Unidos, Canada e México, incluindo as regiões costeiras das Ilhas da Polinésia, Micronésia e parte norte da Austrália.

O processo de aparecimento dessa espécie em todas essas localidades está diretamente relacionado às grandes rotas de navegação comercial, considerando principalmente a água de lastro dos navios que circulam por essas rotas. Ao longo das últimas décadas foram observados diversos casos de migração de espécies exóticas provenientes de água de lastro de embarcações da marinha mercante ou ainda fixadas nos cascos das diversas embarcações que navegam pelos mares ao redor do mundo. Essa deve ser a provável causa para o aparecimento dessa espécie na lagoa Mundaú.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações apresentadas nesse relatório tiveram como objetivo responder aos questionamentos da comunidade de catadores de sururu, que atuam na lagoa Mundaú, sobre o aparecimento de um molusco com aparência esbranquiçada, juntamente com o sururu.

A notícia do aparecimento de um molusco de casca esbranquiçada foi apresentada para a Braskem durante a Escuta Formal Pública. A partir dessa notícia foi organizada uma campanha de coleta de exemplares de sururu (*Mytella charruana*) e de moluscos esbranquiçados, com o objetivo de identificar, por meio de análises de DNA, se os organismos eram ou não da mesma espécie de molusco bivalve.

Os resultados apresentaram duas (2) espécies distintas, provenientes, inclusive, de famílias diferentes, como segue:

- Espécie 1: *Mytella charruana* = sururu;
- Espécie 2: *Mytloopsis sallei* = mexilhão de listras pretas;

A partir dos resultados obtidos foram realizadas pesquisas bibliográficas objetivando conhecer o *Mytloopsis sallei*. Como resultado identificou-se tratar de uma espécie exótica, proveniente da América Central e que, provavelmente, chegou ao litoral do nordeste brasileiro por meio das águas de lastro dos navios da marinha mercante. Descobriu-se também que essa espécie já foi encontrada e registrada no estuário do rio Paraíba, em João Pessoa – PB e em diversos países da África, Ásia, Europa e Oceania, tendo sido registradas como espécie exótica em todas essas localidades.

Outra informação relevante encontrada nas pesquisas bibliográficas é a associação do *Mytloopsis sallei* (e de outra espécie da mesma família, a *Mytloopsis leucophaeta*) com os bancos de sururu. Como a ecologia de todas essas espécies é semelhante, a possibilidade desses organismos se utilizarem das mesmas regiões para sua fixação é grande. Um fato observado durante a visita ao flutuante de cultivo de sururu que está sendo implementado nas proximidades da comunidade do Vergel, mostrou que exemplares de *Mytloopsis sallei* encontravam-se incrustados nas bordas do flutuante, associados à exemplares de sururu.

De acordo com os relatos da comunidade de extrativistas, ambos os moluscos têm sido encontrados nos bancos de sururu, porém, a espécie exótica em número bem menor de exemplares. A coleta de exemplares para as análises de DNA foi realizada de forma pontual, com o objetivo de entender a existência de espécies diferentes ou a possibilidade de o sururu estar passando por algum processo de degradação. Não foram realizadas coletas para entender o nível de presença desse

organismo exótico na lagoa Mundaú, objetivando apenas identificar o tipo de organismo que vem sendo capturado pelas comunidades.

Dessa forma, conclui-se que o molusco esbranquiçado encontrado é o bivalve *Mytilopsis sallei*, uma espécie exótica com origem na América Central e que atualmente possui uma distribuição em diversos ambientes estuarinos ao redor do mundo, tendo se espalhado muito provavelmente por meio da água de lastro de navios mercantes, não guardando relação com a pretérita atividade de extração de sal-gema da Braskem.

6. BIBLIOGRAFIA

FERNANDES, M.R., MIYAHIRA, I.C., CAETANO, C.H.S. & SALGUEIRO, F. 2020. The spreading of the invasive bivalve *Mytilopsis leucophaeata* (Dreissenidae) into estuaries of Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 92 (Suppl.2). Online ISSN 1678-2690. 12p.

FREITAS, G.M.R, 2009. Distribuição Espacial e Variação Temporal do Bivalve Exótico *Mytilopsis leucophaeta* (Conrad, 1831) em duas áreas no Rio Capibaribe – PE. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Brasil. 43p.

HERTLEIN, L. G. e HANNA, D. G. 1949. Two new species from *Mytilopsis* from Panama e Fiji. *Bulletin of the Southern California. Academy Of Sciences*. 48: 13-18.

SOUZA, J. R. B.; ROCHA, C.M. e LIMA, M. P. R. 2005. Ocorrência do bivalve exótico *Mytilopsis leucoptera* (Conrad) (Mollusca Bivalvia), no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22(4): 1204-1206.

MANSUR, M.C.D.; SANTOS, C. P. dos; DARRIGAN, D.; HEDRICH, I.; CALLIL, C.T. e CARDOSO, F. R. 2003. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Revista Brasileira de Zoologia*. 20 (1): 75-84.

MORTON, B. 1987. Recent marine introductions into Hong Kong. *Bulletin of Marine Science*. 41: 503-513.

MARELLI, D. C. e GRAY, S. 1985. Conchological redescrptions of *Mytilopsis sallei* and *Mytilopsis leucophaeta* of the brackish Western Atlantic (Bivalvia: Dreissenidae). *Verlinger* 25. 185-193.

RODRIGUES, A.J.S. FERNANDES, M.R., MIYAHIRA, I.C., SANTOS, L.N. & CAETANO, C.H.S. 2021. Benthic macrofauna associated to the invasive bivalve *Mytilopsis leucophaeata* (Dreissenidae) in a coastal lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 93 (4). Online ISSN 1678-2690.

WILLIAN, R. C., RUSSEL, B. C., MURFET, N. B., MOORE, K. L., McENNULTY, F. R., HORNER, S.K., HEWITT, C.L., DALLY, G.M., CAMPBELL, M.L., and BOURKE, S.T. 2000. Outbreak of *Mytilopsis sallei* (Récluz, 1849). (Bivalvia: Dreissenidae) in Australia. *Molluscan Research* 20: 25-30.

WORMS. 2022. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=397147#distributions>. Acessado em 14/06/2022.

TAN, K. S. e MONTON, B. 2006. The Invasive Caribbean bivalve *Mytilopsis sallei* (Dreissenidae) Introduced to Singapore and Johor Bahru, Malaysia. *Raffles Bulletin of Zoology*. 54(2): 429-434.

**APÊNDICE A – FICHA DE RECEBIMENTO DAS AMOSTRAS E LAUDOS
DOS RESULTADOS DOS EXAMES DE DNA**

Ficha de recebimento de amostras

Data de recebimento: quarta-feira, 6 de abril de 2022 **Hora:** 13:37:47

Responsável pelo recebimento: Paola

Requisição de Proposta (RFP): RFP64.2022

Cliente/Origem: Tetra

Contato: Ricardo

Ficha de coleta recebida? **SIM** **NÃO**

Data de coleta: 04/04/2022

Amostra de origem animal? **SIM** **NÃO**

Se SIM, qual tipo de animal? Moluscos

Número de amostras: 6

Tipo de amostra: Pools de moluscos

Temperatura na chegada: 9,6°C

Análises solicitadas:

Microbiologia **Sorologia/ELISA** **Biologia Molecular** **Citometria de fluxo**

Histologia/IF/Atividade enzimática **Outro:** Clique ou toque aqui para inserir o texto.

Identificação das amostras:

(Identificador interno; Data de Chegada; Origem; Tipo de animal; Tipo de amostra; Identificação da amostra; Metodologias).

06456.2022	06/04/22	Tetra	Molusco	Pool de moluscos	Normal
Identificação molecular de animal por Sanger					
06457.2022	06/04/22	Tetra	Molusco	Pool de moluscos	Normal
Identificação molecular de animal por Sanger					
06458.2022	06/04/22	Tetra	Molusco	Pool de moluscos	Normal
Identificação molecular de animal por Sanger					
06459.2022	06/04/22	Tetra	Molusco	Pool de moluscos	Branco
Identificação molecular de animal por Sanger					
06460.2022	06/04/22	Tetra	Molusco	Pool de moluscos	Branco
Identificação molecular de animal por Sanger					

06461.2022 06/04/22 Tetra Molusco Pool de moluscos Branco
Identificação molecular de animal por Sanger

Armazenamento: Encaminhado para GoGenetic

Observações: Fazer pools.

Registro de transferência de amostra:

Destino: _____ **Recebido:** _____ **Data:** ___/___/___

Identificação molecular de animal por Sanger

Dados das amostras

Data de coleta	04/04/2022	Data de chegada	06/04/2022
Número de amostras	6	Tipo de amostra	Pool de moluscos

Dados do teste

Método	514	Data de início	06/04/2022
Solicitante	Ricardo Busoli	Data de conclusão	04/05/2022
Contato de e-mail	Ricardo.Busoli@tetrattech.com		

Resultados

A identificação molecular de animais é realizada por sequenciamento de genes específicos, previamente acordados, pela técnica de Sanger.

Para análise, o produto do sequenciamento foi convertido no seu equivalente reverso e complementar, e então as sequências obtidas foram alinhadas utilizando o software MegaX (versão 10.0.5, 2019).

A sequência obtida após o alinhamento foi então comparada com sequências disponíveis no Centro Nacional para Informação em Biotecnologia (NCBI, National Center for Biotechnology Information) através da ferramenta BLASTn®.

Tabela 1. Identificação das amostras e resultados para sequenciamento Sanger.

Identificador interno	Identificação da Amostra	Identificação molecular	Similaridade
06456.2022	Normal	<i>Mytella charruana</i>	579/582(99%)
06457.2022	Normal	<i>Mytella charruana</i>	532/551(97%)
06458.2022	Normal	<i>Mytella charruana</i>	572/589(97%)
06459.2022	Branco	<i>Mytilopsis sallei</i>	501/522(96%)
06460.2022	Branco	<i>Mytilopsis sallei</i>	541/545(99%)
06461.2022	Branco	<i>Mytilopsis sallei</i>	515/521(99%)

CONCLUSÃO

Foi possível identificar todas as amostras encaminhadas para sequenciamento Sanger, conforme demonstrado na **Tabela 1**.