

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

Lucas Norris França de Souza

**Revisão Bibliográfica: Aclimação e estresse no
transporte de peixes**

Ilha Solteira – SP
Janeiro de 2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de Ilha Solteira

Revisão Bibliográfica: Aclimação e estresse no transporte de peixes

Orientada: Lucas Norris França de Souza

Orientadora: Profa. Dra. Cristiële da Silva Ribeiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Ilha Solteira - SP
Janeiro de 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S729r Souza, Lucas Norris França de.
Revisão bibliográfica: aclimação e estresse no transporte de peixes / Lucas Norris França de Souza. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
23 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2023

Orientador: Cristiéle da Silva Ribeiro
Inclui bibliografia

1. Teleósteos. 2. Bem-estar animal. 3. Fisiologia do estresse. 4. Piscicultura.
5. Transposição de peixes.


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/8 - 9999

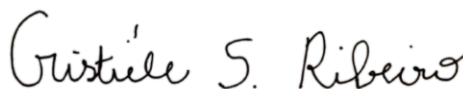
ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**"REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: ACLIMATAÇÃO E ESTRESSE NO TRANSPORTE DE PEIXES"****LUCAS NORRIS FRANCA DE SOUZA****REGULAMENTO SOBRE A AVALIAÇÃO:**

Artigo 25º - § 2º A apresentação pública do trabalho de TCC deverá ser de no mínimo 20 (vinte) minutos e máxima de 40 (quarenta) minutos. Após um intervalo de 5 (cinco) minutos, haverá a arguição do Trabalho pelos examinadores. O tempo de arguição, será de até 15 (quinze) minutos para cada examinador, e até 15 (quinze) minutos o tempo para a resposta do(a) aluno(a) a cada examinador ou no caso de se optar pelo diálogo o tempo conjunto entre examinador e acadêmico(a) será de no máximo 30 (trinta) minutos.

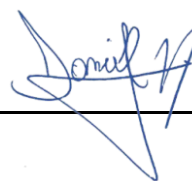
Artigo 24º - No julgamento do TCC, a banca examinadora deverá avaliar a apresentação oral, escrita e a defesa do trabalho durante a arguição. O conceito final será APROVADO(A) ou REPROVADO(A).

COMISSÃO EXAMINADORA**1ª EXAMINADORA (Orientadora-Presidente)**

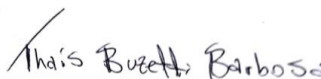
Nome: Profa. Dra. Cristiele da Silva Ribeiro

**2º EXAMINADOR**

Nome: Doutorando José Daniel Soler Garves

**3ª EXAMINADORA**

Nome: Ma. Thaís Buzetti Barbosa

**CONCEITO**

(X) Aprovado(a)

() Reprovado(a)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço a Deus por ter o privilégio de poder fazer uma faculdade e pelas oportunidades que ele abriu. Agradeço a minha família, minha mãe Guewndoline e ao meu pai Arimar, por terem me dado todo suporte, amor e exemplo desde pequeno, agradeço meus avós Martha, Patrícia, Ariel e Peter por serem meus companheiros e meus amigos nos momentos mais difíceis da minha vida. Tudo isso não poderia ter sido realizado sem a ajuda e amizade do meu irmão Matheus, passamos por muitos momentos importantes que me fizeram refletir e avaliar as minhas intenções como ser humano e como profissional. Sou grato pelos meus amigos da minha cidade, Matheus, Caio e Gabriel. São pessoas que me fazem querer ser melhor todos os dias e dão todo o apoio necessário sempre. Outra parte importante também são meus amigos que fiz na faculdade, agradeço a parceria de todos eles, enfrentamos e conquistamos muitas coisas juntos. Obrigado república Chernobio (Pedro, Roque, Hermes, Gabriel, Dona Maria, Jean, Guilherme, Rodrigo, Otávio e Raquel) por fazer a casa de vocês a minha casa, por todos os momentos que passamos juntos sendo eles difíceis ou de pura alegria e companheirismo. Agradeço a Rafaella também, uma pessoa que me ajudou muito no período da graduação. Obrigado pelas conversas e por tudo que vivemos nos anos de faculdade. Quero fazer um agradecimento também para minha professora e orientadora, pela paciência e pelo exemplo que um dia quero me tornar. Obrigado por mostrar que podemos ser diferentes e melhores no meio acadêmico. Nunca irei esquecer das suas aulas e dos conselhos professora Cristiele. Me considero uma pessoa de sorte por ter todo esse apoio não somente na faculdade, mas na vida também.

Resumo

Com o crescimento da piscicultura a atenção aos detalhes e metodologias de transporte dos peixes se tornou um ponto de avaliação e melhoria constantes. A maioria das práticas de transporte são estabelecidas para alta densidade de espécimes em espaços pequenos com pouca quantidade de água. Caso isso não seja trabalhado de forma correta, os animais podem chegar ao seu destino em péssimas condições ou até mesmo não sobreviver ao processo. O objetivo do trabalho foi realizar uma análise, por meio de revisão bibliográfica, dos meios biológicos que envolvem estresse de transporte de peixes em território brasileiro e de que maneira este conhecimento pode contribuir para o manejo das espécies. A pesquisa foi realizada entre outubro e dezembro de 2022, com base em um levantamento bibliográfico mediante consulta às seguintes bases de dados eletrônicas: Google Acadêmico e Scielo. A estratégia de busca consistiu na utilização dos seguintes descritores: "transporte de peixes", "aclimação de peixes pós transporte" e "estresse de transporte em peixes" grafados na língua portuguesa. Foram incluídos artigos, teses/dissertações e livros completos, publicados no Brasil e na língua portuguesa, com delimitação de período de publicação de 1970 a 2022, que registrassem o transporte de peixes teleósteos. As regiões sul e sudeste, notadamente os estados de São Paulo e Paraná são os principais locais de estudo sobre o estresse de transporte de teleósteos. As espécies de água doce, nativas e de cativeiro são as principais avaliadas nos trabalhos analisados. Adicionalmente, nota-se que é dada mais importância às respostas primárias e secundárias do estresse. As variáveis hematológicas mostram-se como principais marcadores de avaliação do estresse. Somente um trabalho avaliado testou uma substância natural como mitigadora do estresse, mostrando que este é um campo promissor de análise.

Palavras-chave: Teleósteos, bem-estar animal, piscicultura, transposição de peixes, fisiologia do estresse.

Abstract

With the growth of fish farming, attention to detail and methods of transporting fish has become a point of constant evaluation and improvement. Most transport practices are established for high density specimens in small spaces with little water. If this is not done correctly, the animals may arrive at their destination in poor conditions or even not survive the process. The objective of this work was to carry out an analysis, through a bibliographic review, of the biological means that involve stress in the transport of fish in Brazilian territory and how this knowledge can contribute to the management of the species. The research was carried out between October and December 2022, based on a bibliographical survey by consulting the following electronic databases: Google Scholar and Scielo. The search strategy consisted of using the following descriptors: "fish transport", "fish post-transport acclimatization" and "fish transport stress", written in Portuguese. Articles, theses/dissertations and complete books, published in Brazil and in Portuguese, with publication period delimitation from 1970 to 2022, that recorded the transport of teleost fish were included. The south and southeast regions, notably the states of São Paulo and Paraná are the main study sites on the transport stress of teleosts. Freshwater, native and captive species are the main ones evaluated in the works analyzed. Additionally, it is noted that more importance is given to primary and secondary stress responses. Hematological variables are shown to be the main stress assessment markers. Only one evaluated study tested a natural substance as a stress reliever, showing that this is a promising field of analysis.

Keywords: Teleosts, animal welfare, fish farming, fish transposition, stress physiology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	10
3 MATERIAIS E MÉTODOS	11
4 RESULTADOS e DISCUSSÃO	12
4.1. Distribuição geográfica	15
4.2. Espécies estudadas	16
4.3. Fisiologia do estresse e estratégias de mitigação do estresse de transporte	17
5 CONCLUSÕES	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1. Introdução

Com o crescimento da piscicultura a atenção aos detalhes e metodologias de transporte dos peixes se tornou um ponto de avaliação e melhoria constantes. A maioria das práticas de transporte são estabelecidas para alta densidade de espécimes em espaços pequenos com pouca quantidade de água. Caso isso não seja trabalhado de forma correta, os animais podem chegar ao seu destino em péssimas condições ou até mesmo não sobreviver ao processo (PIPER et al, 1982).

Segundo Suresh e Lin (1992), a densidade de estocagem tem efeito significativo sobre a taxa de crescimento e taxa de conversão alimentar, esta influência sobre o crescimento dos peixes se deve, sobretudo, em função da competição por espaço, alimentos e oxigênio (TEIXEIRA, 1991). Em altas densidades, há maior chance de estresse, que causa imunossupressão (SALARO et al., 2003) e degradação da qualidade da água (JOBLING, 1994) o que aumenta a mortalidade e piora a conversão alimentar. Desse modo, os animais precisam encontrar meios de lidar com os desafios a fim de confrontá-los e superá-los, para garantir sua sobrevivência. O somatório das mudanças fisiológicas desencadeadas quando o peixe reage a desafios químicos, físicos e biológicos adicionando-se à tentativa de compensação são comumente referidos como respostas ao estresse (WEDEMEYER et al., 1990).

Na década de 1970 houve um aumento importante dos trabalhos de investigação do estresse em peixes, estes primeiros trabalhos, realizados no ambiente natural, mostram o uso de reservas de energia em situação de perigo nos animais investigados (SILVEIRA, 2009). O estresse é uma condição em que o animal não possui a capacidade de manter seu estado fisiológico nas medidas da normalidade, isso se dá por fatores conhecidos como estressantes (MELO, 2002). Conte (2004), reconhece que a ocorrência de estresse é uma das principais condições responsáveis pelas mortes e doenças na aquicultura, destacando o transporte de animais como principal fator estressante da aquicultura, seguido dos locais de manutenção e alimentação. Os agentes estressantes são similares em outros vertebrados e separados em 3 categorias: Primários, Secundários e Terciários (BARTON, 1997).

A resposta primária, também conhecida como reação de alarme, é entendida como respostas neuroendócrinas ao contato com o agente de estresse. A partir do hipotálamo, os órgãos sensoriais detectam inúmeros tipos de estímulos. Assim, o

hipotálamo desencadeia a liberação de catecolaminas pelas células cromafins, alavancando um aumento dos níveis destas substâncias no plasma (CARNEIRO, 2001). O acontecimento da resposta primária ocorre independentemente do tipo de estressor causador, mas quando se fala de aspectos quantitativos, fatores como intensidade e duração do estímulo, são importantes para essa etapa (CARNEIRO, 2001).

A classificação da resposta secundária pode ser definida por tentativas de adaptação e resistência do organismo. Isso acontece por conta dos altos níveis de catecolaminas e cortisol no plasma sanguíneo (CARNEIRO, 2001). Alterações dos níveis de outros hormônios na circulação sanguínea, reconversão de neurotransmissores cerebrais e aumento da taxa cardiorrespiratória, são alterações que se podem observar na resposta secundária (PICKERING, 1993).

A ocorrência da resposta terciária é observada na fase de exaustão do organismo. Os agentes estressores desencadeiam alterações na imunidade, com consequência na resistência a doenças e agentes infecciosos. Com a diminuição de células vermelhas circulantes, tem-se o comprometimento dos mecanismos de defesa do organismo. Também são observadas alterações nas taxas de crescimento e na reprodução dos indivíduos. Sendo classificado como um estágio que inibe a capacidade de adaptação (CARNEIRO, 2001).

O acompanhamento das mudanças fisiológicas dos animais é uma prática muito eficaz na aquicultura quando falamos em níveis de estresse (BARTON, 1997). O cortisol é um dos principais hormônios indicadores do estresse primário, na fase do estresse secundário, é observado como principal indicador a glicose do sangue, assim como o lactato que sinaliza o acúmulo de ácido láctico decorrente da exposição dos indivíduos com os agentes estressores, finalmente o estresse terciário é observado por mudanças significativas nas células imunes (BARTON, 1997).

Gonçalves et al. (2010), trabalhando com densidade de estocagem no transporte de curimba (*Prochilodus lineatus*), verificou que animais transportados em alta densidade de estocagem (250g/ litro) apresentaram maior índice de mortalidade, porém não houve diferenças nos demais aspectos fisiológicos analisados (hematológicos e iônicos), mostrando que a liberação de cortisol e catecolaminas possivelmente foram muito similares entre os grupos testados. Além disso, 96 horas de descanso após o evento estressante foi suficiente para que os valores hematológicos retornassem aos valores basais.

Devido à importância do transporte para a piscicultura, protocolos para redução de estresse, vêm sendo estudados (TAKAHASHI, et al., 2000). Diversas estratégias são apontadas na literatura com afinidade de atenuar os efeitos do estresse em peixes tanto para estimular o sistema imunológico através de suplementação de sua alimentação com vitaminas e minerais (FUJIMOTO, et al., 2005), como também a utilização de anestésico em algumas práticas de manejo, como o transporte (INOUE, et al., 2004).

Como ressaltado, sabe-se que o transporte causa estresse aos peixes e leva a uma série de respostas fisiológicas, como a liberação de catecolaminas e corticosteroides, bem como o aumento dos níveis de glicose no sangue. Este é um assunto já bastante estudado e discutido em meios internacionais. Fazendo-se uma busca rápida utilizando-se o descritor: “stress and fish transportation” obteve-se 352.000 resultados na língua inglesa. Porém, se sabe que este é um assunto ainda pouco discutido entre produtores brasileiros, sendo este o objetivo do presente trabalho, preencher uma lacuna sistemática na compilação de dados já obtidos para as espécies no território nacional.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Realizar uma análise, por meio de revisão bibliográfica, dos meios biológicos que envolvem estresse de transporte de peixes em território brasileiro e de que maneira este conhecimento pode contribuir para o manejo das espécies.

2.2. Objetivo Específico

- Analisar a frequência de produção de pesquisas relacionadas ao estresse de transporte de peixes.
- Analisar quais espécies são mais frequentemente pesquisadas.
- Pontuar quais fenômenos bioquímicos estão envolvidos na avaliação do estresse.
- Pontuar possíveis estratégias para mitigação ou diminuição do estresse de transporte nas espécies avaliadas.

3. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada entre outubro e dezembro de 2022, com base em um levantamento bibliográfico mediante consulta às seguintes bases de dados eletrônicas: Google Acadêmico e Scielo. A estratégia de busca consistiu na utilização dos seguintes descritores: "transporte de peixes", "aclimação de peixes pós transporte" e "estresse de transporte em peixes" grafados na língua portuguesa. Foram incluídos artigos, teses/dissertações e livros completos, publicados no Brasil e na língua portuguesa, com delimitação de período de publicação de 1970 a 2022, que registrassem o transporte de peixes teleósteos.

Os artigos identificados foram analisados inicialmente pelo título e resumo e, subsequentemente, por sua leitura na íntegra. Após a exclusão dos trabalhos que não obedeceram aos critérios de inclusão: a) que registram eventos de transporte de teleósteos; b) publicação entre 1970 e 2022; c) artigos realizados no Brasil e publicados na língua portuguesa; d) descrição das substâncias químicas e parâmetro de quantificação do estresse utilizado. Foram agregados a esta revisão 5 (cinco) artigos; 6 (seis) teses e dissertações e 1 (um) livro.

Os artigos selecionados foram dispostos em tabela construída no Excel, com identificação do título, ano de publicação, estado brasileiro em que o trabalho foi realizado, tipo de ambiente, espécies estudadas, parâmetros utilizados para quantificação do estresse, substâncias químicas utilizadas para diminuição do estresse e descritores utilizados.

4. Resultados e Discussão

A partir da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram analisados 18 trabalhos, sendo que somente 12 foram selecionados para inquirição no intervalo de 1970 e 2022. A Tabela 1 foi elaborada com a finalidade de organizar as variáveis e dados com maiores relevância para o trabalho. Os dados de maior importância possibilitaram as discussões no desenvolvimento do trabalho. Sendo a predecessora dos gráficos apresentados.

Tabela 1. Dados da revisão bibliográfica. Tabela contendo artigos selecionados para análise, com dados mais importantes como variáveis.

Título	Ano	Estado de realização do trabalho	Tipo de ambiente	Espécies	Tipo de cultivo	Parâmetro utilizado para quantificação do estresse	Substância utilizada para mitigação do estresse	descritores utilizados
Método prático para transporte de peixes vivos	1997	São Paulo	Água Doce	<i>Pseudoplatystoma coruscans</i> , <i>Prochilodus spp</i> , <i>Salminus brasiliensis</i> , <i>Oreochromis niloticus</i>	cativeiro e livre	não foi mensurado	não foi utilizada	Estresse no transporte de peixes
Uso de diferentes anestésicos para manipulação biométrica e transporte de peixes de água doce	2022	Minas Gerais	Água Doce	<i>Oreochomis niloticus</i> , <i>Colossoma macropomum</i> , <i>Piaractus brachypomus</i> e <i>Aulonocara nyassae</i>	cativeiro	hematológicos e bioquímicos	Benzocaína, eugenol, mentol	Estresse no transporte de peixes
Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, <i>Piaractus mesopotamicus</i>	2006	São Paulo	Água Doce	<i>Piaractus mesopotamicus</i>	cativeiro	hematológicos e bioquímicos	não foi utilizada	Aclimação de peixes pós transporte
Respostas fisiológicas de estresse no matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>) após exercício físico intenso durante a captura	2009	Amazonas	Água Doce	<i>Brycon cephalus</i>	cativeiro	Hematológicos e bioquímicos	Benzocaína	Estresse no transporte de peixes
Respostas de tambaquis ao estresse por transporte após alimentação com dietas suplementadas com b-glucano	2012	Amazonas	Água doce	<i>Colossoma macropomum</i>	cativeiro	bioquímicos	b-glucano	Estresse no transporte de peixes
Eficácia do levamisol como modulador de respostas de estresse, do sistema imune inato e anti-helmíntico em tambaqui	2019	São Paulo	Água doce	<i>Colossoma macropomum</i>	cativeiro	bioquímicos	Cloridrato de Levamisol	Estresse no transporte de peixes
Eugenol, sal e gesso no transporte de tambaqui em sistemas fechados	2011	Paraná	Água doce	<i>Colossoma macropomum</i>	cativeiro	bioquímicos	Sal comum, Gesso	Aclimação de peixes pós transporte

Transporte e aclimação em laboratório de alevinos de Beijupirá, <i>Rachycentron canadum</i>	2018	Ceará	Água salgada	<i>Rachycentron canadum</i>	cativeiro	bioquímicos	Antibiótico	Aclimação de peixes pós transporte
Morfometria do tetra olho de fogo (<i>Moenkhausia forestii</i>) e efeito da babosa como condicionador de água durante o transporte	2022	Mato Grosso do Sul	Água doce	<i>Moenkhausia forestii</i>	cativeiro	biológicos	Aloe Vera	Estresse no transporte de peixes
Anestesia e transporte de juvenis de Tainha <i>Mugil liza</i>	2017	Rio Grande do Sul	Água doce	<i>Mugil liza</i>	cativeiro	bioquímicos	Benzocaína, eugenol e mentol	Estresse no transporte de peixes
Estresse do transporte em peixes ornamentais marinhos: aspectos políticos para a conservação, aplicação comercial e avaliação experimental	2014	Paraná	Água salgada	<i>Abudefduf saxatilis</i>	livre	bioquímicos	não foi utilizada	Estresse no transporte de peixes
Qualidade da água e estresse no transporte de peixes dulcícolas e estuarinos	2017	Paraná	Água doce e salgada	<i>Rhamdia quelen</i> (dulcícola); <i>Cyprinus carpio</i> (dulcícola); <i>Bathygobius soporator</i> (de poças de marés) e <i>Sphoeroides greeleyi</i> (marinho/estuarino)	livre	bioquímicos	não foi utilizada	Estresse no transporte de peixes

4.1. Distribuição Geográfica

A distribuição geográfica dos trabalhos selecionados está mostrada na figura 1. Foi possível verificar prevalência de trabalhos nas regiões sul e sudeste (8), com pouca representação as regiões norte(1), nordeste (1) e centro-oeste (1).

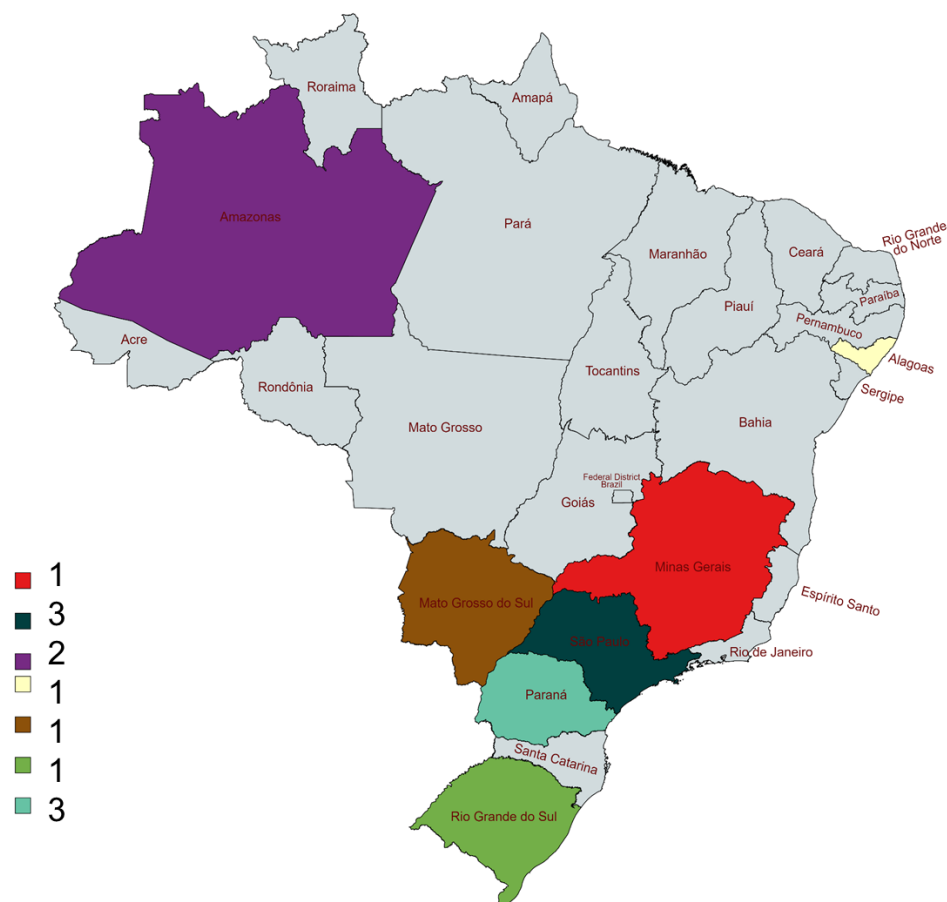


Figura 1. Distribuição geográfica dos artigos selecionados no território brasileiro. Número de artigos publicados por estado.

A representatividade encontrada neste trabalho quanto aos estados não representa os números de produção por região brasileira, que atingiram em 2021 144,81t na região norte; 166,25t na região nordeste, 269,30t na região sul, 152,89t na região sudeste e 111,75t na região centro-oeste (PEIXEBR, 2022). Alternativamente, a distribuição dos trabalhos parece estar ligada ao alto investimento em pesquisa por agências de fomento, significativamente maiores nos estados do sul e sudeste do Brasil (BORTOLOZZI e GREMSKI, 2004).

Depois de fazer uma análise completa sobre os artigos escolhidos, foi observado que a maioria trabalhou com animais de cativeiro e somente dois artigos observaram animais de vida livre. Esse fenômeno pode ser corroborado pelo crescimento da

piscicultura no Brasil. Em cenário nacional, em 2021, foram produzidas 841 mil toneladas de peixes, 4,7% superior em relação a 2020 (PEIXEBR, 2022). Adicionalmente, é possível observar que somente três trabalhos foram realizados com peixes marinhos, outro reflexo da aquicultura brasileira, que tem crescido exponencialmente em águas interiores em tanques-rede, principalmente nas regiões sudoeste e norte do Brasil (BRABO et al., 2015).

4.2. Espécies estudadas

Foram contabilizadas 13 espécies no levantamento, as quais: *Pseudoplatytoma coruscans*, *Prochilodus spp*, *Salminus brasiliensis*, *Aulonocara nyassae*, *Piaractus brachypomus*, *Oreochromis niloticus*, *P. mesopotamicus*, *Colossoma macropomum*, *Rachycentron canadum*, *Brycon cephalus*, *Moenkhausia forestii*, *Mugil liza*, *Abudefduf saxatilis*. Na figura 2 podemos observar a distribuição geográfica das espécies que foram estudadas.

Entre estas espécies, tem-se quatro (4) espécies exóticas: *Aulonocara nyassae*, *Mugil liza*, *Oreochromis niloticus* e *Rachycentron canadum*, e nove (9) nativas: *Brycon amazonicus*, *Colossoma macropomum*, *Moenkhausia forestii*, *Piaractus mesopotamicus*, *P. brachypomus*, *Prochilodus spp*, *Pseudoplatytoma coruscans*, *Salminus brasiliensis* e *Abudefduf saxatilis*. Entre as espécies exóticas destaca-se a tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*), que é a espécie mais cultivada entre o grupo de tilápias (MUNGUTI et al., 2022), com 534 mil toneladas, o que representa 63,5% da produção nacional (PEIXEBR, 2022).

Entre as espécies nativas, *A. saxatilis*, conhecida popularmente por sargentinho é uma espécie ornamental bastante relevante, com ampla distribuição na costa do oceano Atlântico. O Brasil vem se tornando grande exportador de peixes ornamentais, ocupando o 13º lugar no ranking mundial, com US\$ 6.570 mil em exportações no ano de 2018 (EMBRAPA, 2018). Para execução do transporte de peixes ornamentais existem vários procedimentos que devem ser cumpridos rigorosamente, seguindo uma sequência de etapas que se inicia com a captura dos espécimes, sua profilaxia, passando por cuidados com a água, empacotamento, temperatura, aspectos sanitários, medidas preventivas contra fungos e bactérias, (principais causadoras de doenças em peixes) e propriamente o bem-estar dos animais. Estes procedimentos, se negligenciados, podem ocasionar a morte prematura dos peixes e prejuízos financeiros para criadores e lojistas (GLAUBER, 2019).



Figura 2: Distribuição geográfica dos trabalhos para cada espécie estudada.

4.3. Fisiologia do estresse e estratégias de mitigação do estresse de transporte

Como descrito anteriormente, e sabendo que as respostas primárias e secundárias ao estresse se manifestam na bioquímica do sangue, as principais hipóteses dos trabalhos que abordam a fisiologia do estresse de captura e transporte de peixes incluem que durante a resposta primária ocorra aumento de catecolaminas e corticosteroides circulantes, que mobilizam reservas de energia para a manutenção do suprimento de oxigênio e equilíbrio osmótico. Mediado por essas respostas

primárias, os efeitos secundários do estresse incluiriam hiperglicemia, acidificação plasmática fruto da acidose respiratória e distúrbios profundos da homeostase iônica, osmótica e do volume de fluidos (OBA et al., 2009).

Nos trabalhos analisados nesta revisão foi possível observar em 12 dos 13 artigos uso de marcadores bioquímicos e/ou biológicos para se mensurar os níveis de estresse durante o transporte de espécimes, dentre estes as concentrações de cortisol; glicose; hematócrito; biometria; osmolalidade; níveis de sais plasmáticos;

Outro resultado que foi contabilizado é a utilização das substâncias químicas empregadas como mitigadores do estresse. Dentre os 12 trabalhos selecionados, sete (7) deles descrevem a utilização dessas substâncias sendo elas: Benzocaína, eugenol, mentol, β -glucano; Sal comum; gesso e antibióticos.

Somente um (1) artigo utilizou *Aloe vera*, uma substância totalmente natural como redutor de estresse. Neste trabalho, Melo (2022), observou efeito mitigador do uso da babosa em pó e em gel no transporte de *M. forestti*, analisando como biomarcadores fatores biométricos.

Chagas, et al. (2012), observaram para *C. macropomum*, que imediatamente após o transporte aumento significativo da concentração plasmática de cortisol e de glicose em todos os tratamentos comparados à concentração antes do transporte; houve elevação da concentração de hemoglobina nos peixes que receberam dieta não suplementada com β -glucano; e houve elevação da hemoglobina corpuscular média nos peixes que receberam dietas não suplementada ou suplementada com 0,1 e 0,2% de β -glucano.

Ferreira (2022), avaliou o uso de três diferentes antibióticos, benzocaína, eugenol e mentol, no transporte de *O. niloticus*, *C. macropomum*, *P. brachypomus* e *A. nyassae*, concluindo que os resultados obtidos proporcionaram informações importantes sobre a concentração ideal de diferentes anestésicos para peixes de água doce em situações de manipulação, como biometria e transporte. Os anestésicos avaliados foram eficazes e seguros para as espécies estudadas de acordo com os parâmetros analisados. Contudo, para alguns dos anestésicos testados são necessárias análises eletroencefalográficas ou relacionadas à ativação/expressão de receptores de neurotransmissores para comprovação efetiva do seu efeito anestésico. Além disso, a utilização de novas tecnologias, como a nanotecnologia, é de suma importância para o desenvolvimento de uma piscicultura sustentável. Esta forma de aplicação de anestésico na aquicultura (nanoemulsão), pode contribuir na maior

estabilidade dos compostos bioativos dos fármacos, melhorar sua solubilidade e disponibilidade, bem como aprimorar sua eficiência; garantindo assim maior segurança e bem-estar dos animais durante situações de manipulação.

Também utilizando benzocaína, eugenol e mentol, no transporte da tainha *M. liza*, Silva (2017), e adicionando-se diferentes concentrações de NaHCO_3 , com vistas a alterar a salinidade da água de transporte observou que a utilização de 1 g NaHCO_3 L⁻¹ por litro de água para transporte de *M. liza* se mostra como tamponante para transporte de juvenis dessa espécie em salinidades baixas.

Nunes, et al. (2018), avaliou o uso profilático do sulfato de cobre e ácido cítrico e a desinfecção química da água de cultivo antes de seu uso e durante toda aclimação do beijupirá durante o transporte e aclimação pré e pós transporte aéreo e terrestre dos espécimes.

Anjos, et al. (2011) testou o uso de sais e eugenol como redutores de mortalidade no transporte em sistemas fechados de juvenis de tambaqui. Para a determinação da melhor substância no transporte foram avaliadas: sal de cozinha (2,0 g/L), gesso (0,3 g/L), eugenol (4 $\mu\text{L/L}$) mais o tratamento controle. O experimento foi monitorado a cada duas horas nos tempos pós-transporte entre 2 e 16 horas com intuito de determinar a mortalidade. Tanto o sal como gesso foram eficientes na redução da mortalidade e sobrevivência dos exemplares. Também analisando o estresse do transporte de tambaqui, Feitoza-Silva (2019) analisou os efeitos do levamisol sobre os efeitos terciários do estresse de transporte: do sistema imune inato e anti-helmíntico, concluindo que a administração oral do levamisol reduziu a resposta de estresse nos peixes com maior carga parasitária, ativou o sistema complemento após presença de um estressor, potencializou a resposta de estresse após exposição aérea dos peixes e como anti-helmíntico, promoveu redução na intensidade de infecção administrado por 15 dias para o tambaqui

No único trabalho que não se relata marcadores e tampouco mitigadores de estresse se descreve e apresenta-se o container Viniconã, da empresa Sansuy, tentando propor um método prático para transporte de peixes, no ano de 1997 (RIBEIRO e MIRANDA).

Takahashi, et al. (2006), observou, após transporte de *P. mesopotamicus* por 2h30min, significativa redução dos valores de cortisol após 24 horas, enquanto a concentração de glicose caiu significativamente 72 horas depois dos peixes serem estocados no tanque de terra e 120 horas nos peixes estocados no laboratório. A

osmolalidade, sódio, potássio e cloreto sugerem um retorno à homeostase durante o período de recuperação, principalmente nos peixes no tanque de terra. Após o transporte, uma prática de manejo que causa estresse em peixes, o retorno às condições normais foi favorecido quando os pacus foram estocados em tanque de terra. Adiciona-se, com este trabalho, uma nova observação sobre a mitigação do estresse de transporte, que versa sobre o local de manutenção dos espécimes após o transporte.

Hoshiba, et al. (2009), observou para *B. cephalus*, submetidos aos seguintes tratamentos: Controle (sem perseguição com puçá), Perseguição por 2 minutos, Perseguição por 5 minutos, Perseguição por 10 minutos. Cada tratamento foi aplicado a peixes de quatro caixas (total de 32 peixes). Os peixes foram amostrados 15, 30 e 60 minutos depois da perseguição. Os resultados mostraram, para esta espécie que os biomarcadores: glicose, hemoglobina, hematócrito e número total de eritrócitos, cortisol, cloreto, sódio e potássio e osmolaridade não se alteraram significativamente em todos os grupos, mostrando que o exercício intenso dos peixes por até 10 minutos não foi estímulo suficiente para gerar respostas de estresse, sugerindo que o matrinxã é bastante resistente ao manejo de criação e transporte.

5. Conclusões

Conclui-se:

- As regiões sul e sudeste, notadamente os estados de São Paulo e Paraná são os principais locais de estudo sobre o estresse de transporte de teleósteos.
- As espécies de água doce, nativas e de cativeiro são as principais avaliadas nos trabalhos analisados. Adicionalmente, nota-se que é dada mais importância às respostas primárias e secundárias do estresse.
- As variáveis hematológicas mostram-se como principais marcadores de avaliação do estresse.
- Somente um trabalho avaliado testou uma substância natural como mitigadora do estresse, mostrando que este é um campo promissor de análise.

Referências Bibliográficas

- ANJOS, G.M. Eugenol, sal e gesso no transporte de tambaqui em sistemas fechados. PUBVET, Londrina, v. 5, Ed. 157, Art. 1064, 2011.
- BARTON, B.A.; DWYER, W.P. Physiological stress effects of continuous- and pulsed-DC electroshock on juvenile bull trout. Journal of Fish Biology, v. 51, p. 998- 1008, 1997.
- BORTOLOZZI, F.; GREMSKI, W. Pesquisa e pós-graduação brasileira – assimetrias. RBPG, v. 1, p.35-52, 2004.
- BRABO, M. F. et al. Proposta de indicadores de sustentabilidade para parques aquícolas continentais: avaliação de um empreendimento na Amazônia. Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.10, p.315-321, 2015.
- CARNEIRO, P.C.F. e URBINATI, E.C. Salt as a stress response mitigator of matrinxã *Brycon cephalus* (Teleostei: Characidae) during transport. Aquaculture Research, v.32, p. 1-8, 2001.
- CHAGAS, E.C. et al. Respostas de tambaquis ao estresse por transporte após alimentação com dietas suplementadas com β -glucano. Biotemas, v. 25, p. 221-227, 2015.
- CONTE, F.S. Stress and the welfare of cultured fish. Applied Animal Behaviour Science, v.86, p.205-223, 2004.
- EMBRAPA, 2018. Brasil é 13º na exportação de peixes ornamentais. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/37829679/brasil-e-13-na-exportacao-de-peixes-ornamentais>.
- FEITOZA-SILVA, A. 2019. Eficácia do levamisol como modulador de respostas de estresse, do sistema imune inato e anti-helmíntico em tambaqui. Dissertação de mestrado (CAUNESP) Programa de Pós-graduação em Zootecnia.
- FERREIRA, A.L. 2022. Uso de diferentes anestésicos para manipulação biométrica e transporte de peixes de água doce. Tese de doutorado (Universidade Federal de Minas Gerais) Programa de Pós-graduação em Aquicultura.
- FUJIMOTO, R. Y. et al. Efeito da suplementação alimentar com cromo trivalente em pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmeberg, 1887) mantido em diferentes densidades de estocagem. Parâmetros Fisiológicos. Boletim Instituto da Pesca, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 155-162, 2005.
- GLAUBER, D.S. 2019. Logística no transporte de peixes ornamentais. Artigo de graduação. (Curso Superior de Tecnologia em Logística) - Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana.

- GONÇALVES, A.F.N. et al. Transporte de juvenis de curimatã *Prochilodus lineatus* em diferentes densidades. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* Maringá, v. 32, p. 205-211, 2010.
- HOSHIBA, M.A. et al. Respostas fisiológicas de estresse no matrinxã (*Brycon amazonicus*) após exercício físico intenso durante a captura. *Acta Amazonica*, v. 39, p. 445-452, 2009.
- INOUE, L. A. K.; NETO, C. S.; MORAES, G. Standardization of 2-phenoxyethanol as anesthetic for juvenile *Brycon cephalus* (Gunther, 1869): the use in field procedures. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 563- 565, 2004.
- JOBLING, M. 1994. *Fish Bioenergetics*. London: Chapman & Hall.
- MELO, J.C.S. 2022. Morfometria do tetra olho de fogo (*Moenkhausia forestii*) e efeito da babosa como condicionador de água durante o transporte. Dissertação de mestrado (Universidade Federal da Grande Dourados) Programa de Pós-graduação em Zootecnia.
- MUNGUTI, J. M. et al. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) culture in Kenya: Emerging production technologies and socio-economic impacts on local livelihoods. *Aquaculture Fish and Fisheries*, [S. l.], p. 1–12, 2022.
- NUNES, A.J.P. et al. Transporte e aclimação em laboratório de alevinos de beijupirá, *Rachycentron canadum*. 2018.
- OBA, E. T. et al. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável. Amapá: Marcos Tavares Dias, 2009. 724 p.
- PEIXEBR, 2022. Anuário Peixe BR da Piscicultura 2022. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario2022/>.
- PICKERING, A.D. Growth and stress in fish production. *Aquaculture*, v. 111, p. 51-63, 1993.
- PIPER, G. R. et al. *Fish hatchery management* Washington: United States Department of the Interior, 1982. 517 p.
- RIBEIRO, L.P. e MIRANDA, M.O.T. Método prático para transporte de peixes. *Boletim Instituto da Pesca*, São Paulo, v. 24, p. 1279-282, 1997.
- SALARO, A.L. et al. Diferentes densidades de estocagem na produção de alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 32, p.10331036. 2003
- SILVA, B.R. 2017. Anestesia e transporte de juvenis de tainha *Mugil liza*. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- SILVEIRA, U. S. et al. Fatores estressantes em peixes, *Revista Eletrônica Nutritime*, v.6, n.4, p.1001-1017, 2009.

SURESH, A.V. e LIN, C.K. Tilapia culture in saline waters: a review. *Aquaculture*, v. 106, p.201-226, 1992.

TAKAHASHI, S. L. et al. Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, *Piaractus mesopotamicus*. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, Maringá, v. 28, n. 4, p. 469-475, 2000.

TEIXEIRA, A. R. F. Piscicultura ao alcance de todos. São Paulo: Nobel, 1991. 89 p.

WEDEMEYER, G.A. et al. Stress and acclimation. In: SCHRECK, C.B.; MOYLE, P.B. (Ed.). *Methods for fish biology*. Bethesda: American Fisheries Society, p.451-490. 1990.