

2023



Manejo de inverno para a piscicultura no sul do Brasil

AUTORES

**Marco Aurélio Rotta
Andréa Ferretto da Rocha
Benito Guimarães de Brito
João Alfredo de Oliveira Sampaio
Kelly Cristina Tagliari de Brito
Lissandra Cavalli
Rafael Lazzari**



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, PRODUÇÃO
SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO E PESQUISA
AGROPECUÁRIA

MANEJO DE INVERNO PARA A **PISCICULTURA NO SUL DO BRASIL**

Marco Aurélio Rotta
Andréa Ferretto da Rocha
Benito Guimarães de Brito
João Alfredo de Oliveira Sampaio
Kelly Cristina Tagliari de Brito
Lissandra Souto Cavalli
Rafael Lazzari

1ª Edição

Porto Alegre, RS

Novembro, 2023



UFSM
Palmeira
das Missões

© 2023 Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação /
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

<https://www.agricultura.rs.gov.br/ddpa>

Comissão Editorial:

Loana Silveira Cardoso; Lia Rosane Rodrigues; Flávio Nunes, Bruno Brito Lisboa;
Larissa Bueno Ambrosini; Raquel Paz da Silva.

Capa: Andréa Ferretto da Rocha

Catálogo e normalização: Flávio Nunes

M274 Manejo de inverno para a piscicultura no Sul do Brasil / Marco
Aurélio Rotta ... [et al.]. – 1. ed. – Porto Alegre:
SEAPI/DDPA, 2023.

1 e-book

ISBN 978-65-84645-11-0

1. Peixes – Criação – Brasil, Sul. I. Rotta, Marco Aurélio.

CDU 636.98(816)

REFERÊNCIA

ROTTA, Marco Aurélio *et al.* **Manejo de inverno para a piscicultura no Sul do Brasil**. 1. ed. Porto Alegre: DDPa, 2023. *E-book*.

SUMÁRIO

EXECUTIVE SUMMARY	10
WINTER PLANNING.....	11
<i>Precautions in the Project</i>	11
<i>Winter Entry</i>	13
<i>During Winter</i>	14
<i>Winter Exit</i>	16
FINAL CONSIDERATIONS.....	18
1 INTRODUÇÃO.....	22
2 TEMPERATURA E METABOLISMO DOS PEIXES	24
2.1 Faixa de conforto térmico.....	27
2.2 Tolerância às baixas temperaturas.....	29
3 INFRAESTRUTURA E MANEJO DA ÁGUA	32
3.1 Infraestrutura da piscicultura	33
<i>Estratificação da água</i>	39
<i>Inversão térmica da água</i>	41
<i>Homogeneização da água</i>	42
<i>Biomassa estocada</i>	47
<i>Incidência dos raios solares</i>	49
<i>Sistema de bioflocos</i>	50
3.2 Qualidade da água.....	51
<i>Temperatura da água</i>	52
<i>Oxigênio dissolvido</i>	56

<i>pH e alcalinidade</i>	58
<i>Turbidez</i>	60
<i>Salinidade</i>	61
<i>Lodo nos viveiros</i>	62
3.3 Disponibilidade de água	65
4 MANEJO GERAL.....	67
4.1 Previsão de crescimento	68
4.2 Operações de manejo	72
<i>Alojamento</i>	75
<i>Transporte</i>	77
4.3 Nutrição e alimentação.....	79
<i>Jejum</i>	79
<i>Gordura visceral</i>	80
<i>Ração fortificada</i>	81
<i>Aditivos</i>	82
<i>Conversão alimentar</i>	83
<i>Horários e procedimentos</i>	85
<i>Quantidades</i>	88
4.4 Reprodução e melhoramento.....	94
4.5 Sanidade e prevenção de doenças	98
4.6 Principais doenças em peixes.....	101
<i>Bactérias</i>	102
<i>Fungos</i>	105
<i>Parasitas</i>	106
<i>Vírus</i>	106

<i>Manejo</i>	107
<i>Diagnóstico</i>	107
4.7 Biosseguridade	108
4.8 Trabalho em temperaturas baixas	111
5 PLANEJAMENTO DE INVERNO	113
5.1 Cuidados no projeto	114
5.2 Entrada de inverno	116
5.3 Durante o Inverno	117
5.4 Saída de Inverno	119
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
6.1 Importância do zoneamento aquícola	126
7 AGRADECIMENTOS	129
REFERÊNCIAS	129

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Desenho esquemático do perfil de um tanque de piscicultura indicando os locais com as profundidades mínimas e máximas.36
- Figura 2. Estratificação da água em um tanque de terra: declínio da intensidade de luz (luminosidade), da taxa fotossintética (fotossíntese) e da concentração de oxigênio (O_2) da superfície para o fundo.40
- Figura 3. Aeradores de pás em funcionamento e imagem de referência para este modelo de aerador.44
- Figura 4. Aeradores chafariz em funcionamento e imagem de referência para este modelo de aerador.45
- Figura 5. Monitoramento de alguns parâmetros de qualidade de água em piscicultura. (A) concentração de oxigênio dissolvido e temperatura com oxímetro portátil; (B) amônia tóxica com teste colorimétrico; (C) turbidez com turbidímetro portátil; (D) transparência com Disco de Secchi.54
- Figura 6. Crescimento exponencial de linhagens de tilápia do Nilo em diferentes temperaturas da água de criação.71
- Figura 7. Peixes (tilápias) com lesões cutâneas provocadas pela infecção por bactérias *Aeromonas* sp. (A), (B) e (C); e com septicemia provocada pela infecção por bactérias *Streptococcus* sp. (D). 103
- Figura 8. Peixes (tilápias) apresentando sinais de infecção por franciselose.104

Figura 9. Peixes (tilápias) apresentando sinais de infecção por lactococose.....	105
Figura 10. Peixes (jundiá) com aspecto saudável (A), apresentando sinais de infecção por <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> (B, C e D) e, em C, o peixe também está infectado com bacteriose (manchas extensas descoloridas e feridas).	111
Figura 11. Mapa climatológico do RS identificando as diferentes zonas do estado conforme a temperatura média do ar (°C) no mês de julho.	127
Figura 12. Mapa climatológico do RS identificando o risco de ocorrência de geada (em %) no mês de maio.....	128

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Faixas de temperatura da água (°C) e desempenho esperado para os principais peixes tropicais de criação.....26
- Tabela 2. Valores referenciais das temperaturas ótimas, de conforto térmico e letais mínimas para algumas espécies de peixes criadas no Rio Grande do Sul.....31
- Tabela 3. Variação da conversão alimentar da tilápia conforme a temperatura da água durante a criação.84
- Tabela 4. Taxa de arraçoamento indicada para a tilápia conforme a temperatura da água e peso do peixe.91
- Tabela 5. Taxa de arraçoamento e número de refeições por dia indicada para a tilápia conforme faixa de temperatura da água e peso do peixe, como também granulometria e porcentagem de proteína bruta da ração em relação ao tamanho (peso) do peixe.92
- Tabela 6. Taxa de arraçoamento e número de refeições por dia indicada para a tilápia conforme faixa de temperatura da água e peso do peixe, como também granulometria e porcentagem de proteína bruta da ração em relação ao tamanho (peso) do peixe.93
- Tabela 7. Taxa de arraçoamento e número de refeições por dia indicada para a tilápia conforme faixa de temperatura da água e peso do peixe, como também granulometria e porcentagem de proteína bruta da ração em relação ao tamanho (peso) do peixe.94

MANEJO DE INVERNO PARA A PISCICULTURA NO SUL DO BRASIL

WINTER MANAGEMENT FOR FISH FARMING IN SOUTHERN BRAZIL

Marco Aurélio Rotta¹, Andréa Ferretto da Rocha², Benito
Guimarães de Brito³, João Alfredo de Oliveira Sampaio⁴,
Kelly Cristina Tagliari de Brito⁵, Lissandra Souto Cavalli⁶,
Rafael Lazzari⁷,

1 Pesquisador IV Especial no DDP/SEAPI, Doutor em Agronegócios, marco-rotta@agricultura.rs.gov.br

2 Pesquisadora IV Especial no DDP/SEAPI, Doutora em Aquicultura, andrea-rocha@agricultura.rs.gov.br

3 Professor Permanente no Programa de Pós-Graduação em Saúde Animal do Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor, PPGSA/SEAPI, Doutor em Microbiologia, benitobrito@gmail.com

4 Extensionista Rural Nível Superior II na EMATER/ASCAR-RS, Pós-graduado em Piscicultura, sampaio@emater.tche.br

5 Pesquisadora IV Especial no DDP/SEAPI, Doutora em Biociências, kelly-brito@agricultura.rs.gov.br

6 Pesquisadora IV Especial no DDP/SEAPI, Doutora em Oceanografia Biológica, lissandra-cavalli@agricultura.rs.gov.br

7 Professor Associado III no Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas-UFSM, campus de Palmeira das Missões, Doutor em Zootecnia, PPGZ e PPGAGR/UFSM, rlazzari@ufsm.br

WINTER MANAGEMENT FOR FISH FARMING IN SOUTHERN BRAZIL

EXECUTIVE SUMMARY

Temperature strongly influences fish metabolism as they cannot maintain a constant body temperature, which varies with the external environment. In Rio Grande do Sul, the winter months are crucial for production maintenance to ensure fish health and resume growth during warmer periods. Consequently, specific management strategies are required to optimize subtropical and tropical fish species' performance and health. However, for these approaches to be successful, production infrastructure and planning must be tailored to meet the demands of this season.

In many cases, market demands determine the potential for commercialization and the choice of fish species. This factor may lead to selecting species that do not necessarily adapt well to the annual temperature variations in a particular region. In the southern states of Brazil, this has been observed with tilapia, a tropical species continuously subjected to temperature ranges outside its original thermal comfort zone, i.e., in suboptimal temperatures. However, the availability of some tilapia strains better adapted to cold temperatures and an improved understanding of winter management has led to different strategies to cope with this limiting condition.

In Rio Grande do Sul, tilapia has been introduced and produced for over 40 years. Despite environmental issues and a lack of concrete public policies, it is gaining momentum in the productive sector. As the southernmost state, its climate conditions are somewhat harsher, necessitating greater attention to winter management by producers. Initially, carp dominated the production scene in the southern region,

particularly in the state of RS. However, with the increasing demand for tilapia, primarily driven by the leading State of PR and followed by SC, tilapia farming has become a reality in colder regions of Brazil.

This book aims to present the authors' knowledge, compile and provide practical, technical, and scientific information available to aquaculture producers, technicians, and researchers for pre, during, and post-winter management. While the main focus is tilapia production, such information may also apply to other species, including subtropical ones better adapted to cold environments. These pieces of information, gathered from various sources such as articles, books, technical documents, interviews, lectures, webinars, and live sessions, clarify relevant aspects of the topic and promote optimization of fish production during the colder months. Additionally, such information enables more biosecure production, reduces mortality, and maintains or increases growth even under less favorable temperatures for tropical fish farming.

WINTER PLANNING

Before any production operation and regardless of the species, we emphasize that it is essential to undertake prior planning, considering the producer's investment capacity, use of aerators, stocked biomass, and water quality control.

Precautions in the Project

As we know, climate cannot be controlled, so we must seek to mitigate (in the best possible way) the extreme conditions to which fish farming is subjected. Precautions to minimize

losses from low temperatures and significant temperature variations should be initiated as early as summer.

One of the critical actions to take is selecting species best adapted to the region's climate. It is important to note that the impacts of low temperatures in southern Brazil on fish growth and/or survival are specific to a certain period, not throughout the year. Therefore, it is possible to work with species that are not highly adapted but should be raised in appropriate systems and with proper management to ensure their survival during extreme low-temperature conditions (UMEZU, 2020).

Furthermore, all aspects related to tank location, size, depth, and water intake must be carefully analyzed before constructing the tanks. Once built incorrectly, problems must be dealt with throughout the facility's lifespan.

It is worth noting that any gain in temperature is significant, and the combination of "protections" against extremely low temperatures can make a difference between fish survival and mortality of stocked fish.

Attention should also be given to fish biomass in the tank, as it is one of the main factors that can be adjusted during winter and needs to be planned and adapted to the tank size and water and oxygen supply during the most critical period (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016).

For each project, winter production planning must be carefully evaluated, considering the following aspects (UMEZU, 2020):

- Stocking of fingerlings/juveniles (early search for juvenile suppliers, as larger fish are less available in the market).
- Production density (adjustments to pass the winter according to the chosen strategy, always avoiding the accumulation of organic matter at the tank bottom).

- Feeding (pre-ordering "fortified" feeds to be used in winter, avoiding shortages of this input during peak demand).
- Management practices (classification and vaccination with proper planning in advance and feeding adjustments based on water temperature changes).
- Aeration (dimensioning the number, power, and model of aerators, checking their operation, performing necessary maintenance, and ensuring the availability of electrical power supply).
- Harvest and transfers (only essential actions to maintain control over the breeding, avoiding unnecessary handling of the animals).
- Biosafety measures (increased care in case of diseases to prevent horizontal contamination within the fish farm).
- Facility maintenance and personnel management (opportunities for performing maintenance that is more challenging during periods of high production demand and scheduling employee vacations, considering the reduced operational activity during winter).

Winter Entry

To ensure that the arrival of winter does not negatively impact fish farming, it is necessary to consider carefully several aspects (LOGATO, 2012; UMEZU, 2020), including:

- Avoid stocking ponds with fingerlings for fattening before winter, and use juveniles weighing at least 30 grams. Using large juveniles close to reproductive age (around five months) at the end of winter may lead to excessive reproduction and result in losses to the farming operation. Keeping carnivorous fish in the pond to cull these unwanted fingerlings is a beneficial management practice.

- Supplement feed with vitamins (C and E) and probiotics to enhance fish immunity during winter. Selenium supplementation increases mucus production. These supplements should be directly added to commercial feed, and their administration should commence 30 days before the onset of an intense cold.
- Use feed with higher protein and energy content, as they have higher digestibility and a better profile of essential amino acids and unsaturated fatty acids (such as omega-3 and omega-6). Using feeds with smaller pellet diameters also facilitates digestion.
- Harvest and transport fish before winter to prevent them from becoming stressed before facing low temperatures. Other management practices should also be avoided to maintain fish productivity.
- Train employees, especially caretakers, on the importance of water quality and feeding management for successful fish farming. With appropriate training, employees will be adequately prepared to identify if the fish are consuming feed or not, and they will know when to switch aerators on and off if available. This way, the fish farmer maintains good water conditions, avoiding excess pond feed and optimizing aerator management.
- Evaluate the level of ectoparasites before winter entry to assess the need for treatment, which may even be prophylactic, reducing the incidence of vectors that serve as gateways for other pathogens.

During Winter

Cold temperatures decrease fish immunity, making them more susceptible to various diseases, including parasitic ones. Bacterial infections are also common during this season. Therefore, in the winter period, we must pay extra attention to

fish farming and maintain proper management to minimize losses during this time, such as:

- Monitor the animals carefully to identify any changes in behavior (e.g., loss of appetite) and mortality at an early stage. Often, the disease leads to a lack of appetite, which can be mistakenly attributed to the cold. Biosafety measures are also crucial to avoid disease transmission between tanks.
- Treat bacterial and parasitic diseases by incorporating medications into the feed. However, if the fish is weakened and in low temperatures, they will eat less, hindering the effectiveness of treatment through the feed. Therefore, preventing any diseases in winter is always the best option. The use of medications in fish farming should be done under the guidance of a veterinarian.
- Ensure excellent water quality in the tanks, with alkalinity always maintained above 40 mg/L CaCO₃ and a low amount of organic matter at the tank bottom. Probiotics can be used to minimize the accumulation of organic matter during this period.
- Plan the stocking before winter with a density compatible with the tank's capacity during this period. High densities are not recommended for these situations.
- Pay extra attention to feeding, ensuring the provision of adequate feed quantities. Feeding rates should be reduced according to the water temperature (using auxiliary tables for quantification). When extremely cold, feeding the fish is useless as they stop eating. It is essential not to leave excess feed in the tanks, as it leads to economic losses for the fish farmer and decreases water quality.
- Plan aeration carefully and monitor to achieve the best efficiency in incorporating oxygen and heat into the tank water and breaking the thermal stratification of water

common during this time of year. Monitoring the air and water temperature is essential for this operation so that aeration does not further decrease the water temperature.

- Plan your harvesting in the cold period, even though its monthly execution is interesting from the point of view of cash flow, in winter, it may not be viable. Only execute the total harvest as the fish have reached the commercial size. If not complete (partial harvest), the remaining fish will face problems related to water quality (due to disturbance of the bottom and increased oxygen consumption by bacteria associated with organic matter), resulting in unwanted mortalities.

Winter Exit

This period of rise in temperature, which marks the departure of winter and the onset of spring, is intensified in fish management, which is intended to initiate reproduction work or resume marketing volumes, particularly of tropical species (KUBITZA, 2006). Therefore, attention should be given to the following aspects:

- Make the monitoring of nitrogenous compounds in the cultivation water, which can be done in an accessible way with the use of colorimetric kits (Andréa Ferretto da Rocha, 2020)⁸;
- Monitor the increase in temperatures because when they begin to rise, there will be a great chance of causing high levels of ammonia and nitrite in the cultivation water, requiring attention from the producer so that this does not harm fish (ZGODA, 2019). To minimize this situation,

⁸ Obtained in telephone conversations between the authors that took place in 2020 about fish farming management in winter.

proper management must be carried out during the winter, avoiding the accumulation of mud during this period;

- Monitor the appearance of things at the beginning of spring. This is the case given that the bacteria that are present in our lives are capable of recovering from winter adversities more quickly than the fish themselves and will attack those that we are vulnerable to, resulting in injuries and potentially significant mortalities (ELLIOTT, 2021);
- Start management activities only after water temperatures are maintained for a period of at least 30 days at a temperature between 22-24 °C (KUBITZA, 2006), allowing a period of feeding before carrying out any handling so that the fish is prepared and the environment more stable, mainly for young people (HEIN; BRIANESE, 2004; UMEZU, 2020);
- Do not over-fertilize tanks in this period, as excessive fertilizer can be toxic and potentially fatal to fish. Nitrogen and phosphorus are the two most essential macrominerals to promote phytoplankton growth. However, if there is excessive phytoplankton (which can be determined by the low transparency of the water, in this case, when it is less than 30 cm), there may not be dissolved oxygen for the fish, especially at night. There are several safe and effective ways to fertilize the tank, depending on the size of the tank and the type of fertilizer that is intended to be used or that must be added without consideration (ELLIOTT, 2021);
- Control the grasses on the slopes mechanically, as they grow very much during spring when the temperature rises. Therefore, the use of herbicides should be avoided. Even usual, herbicides can be harmful if misused because they can cause death to algae that produce oxygen for fish. Meanwhile, if it is not possible, a recommended practice is to apply the herbicide in, not maximum, a third of the perimeter of the tank or in each cleaning operation,

reducing the risk of any accident in this sense (ELLIOTT, 2021);

- Plan the timing of selling fish in the spring, as both the early arrival of the winter and their late departure influence the marketing and preparation of the sale for the summer. For example, the prolonged winter at the beginning of November 1999 delayed the marketing of live fish in Paraná, resulting in a greater supply of tilapia to the refrigerators in the months of September and October compared to the same period in the previous year (KUBITZA, 2000a). These offer variations may often significantly alter our prices, which must be taken into consideration in the economic and financial planning of the undertaking. Furthermore, in cycles that occur during winter, a loss of productivity of around 20% should be planned (KUBITZA et al., 1999).

FINAL CONSIDERATIONS

This publication provides an overview of some actions that can minimize the impacts of low temperatures on fish farming, focusing on tilapia, as it is a fish with great potential but more sensitive to cold temperatures. Therefore, the suggested measures presented here can be applied to other species, including those better adapted to winter, which will optimize their performance during this period. Much of the information described here was obtained from the field experience of different professionals; therefore, they cannot be considered precise winter management procedures but serve as excellent indicators to mitigate problems and consequences of this low-temperature season.

It is also essential to highlight the responsibility of the producer. There is no standardized approach to dealing with the production system during winter. It is necessary to monitor

water quality, understand the dynamics of fish and phytoplankton biomass, organic matter accumulation at the tank bottom, feed quality, and all these factors will indicate what should be effectively done (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

In addition to implementing the procedures outlined in this document, other challenges are essential to enhance fish production during winter (UMEZU, 2020), which include:

- Forecasting cold fronts (with a sufficient lead time for decision-making regarding management).
- Reducing the production cycle (shortening the production cycle to compensate for winter productivity losses).
- Reducing feed conversion rates (minimizing waste production to maintain stable water quality when water renewal is limited).
- Ensuring availability of fingerlings and larger juveniles throughout the year (stocking at the end of winter to maximize the warmer months in colder regions).
- Decreasing disease incidence (increasing immunity against bacteria, fungi, and parasites through vaccines or nutrition to reduce losses).
- Improving carcass yield at the end of winter (increasing muscle tissue quality and proportion, enhancing fillet productivity to offset winter productivity losses).
- Having fish available for sale at the beginning of spring (finishing the growth even during winter, optimizing management to allow fish to grow during this cold period).

Furthermore, the entire winter incurs additional costs for the producer, which must be accurately documented to assess efficiency and profitability. With increasing competition from products coming from warmer regions of Brazil (which may be

more efficient from a zootechnical and economic perspective), these aspects should be considered in planning and operating ventures in colder regions.

It is also important to mention that in fish farming, prevention is the most efficient way to avoid problems related to winter (as well as other issues!). The climate varies differently in each region and/or micro-region and may also undergo cyclic events and extreme phenomena. Seasons and weather forecasts must be considered in the planning and execution of good management practices in any region.

Prevention should also be considered in the planning and structuring of fish farming, anticipating extreme situations such as severe winters, water restrictions, and potential floods (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016). In this sense, the primary strategies for producers to minimize the impacts of winter in fish farming, especially tilapia (UMEZU, 2020), are:

- Choosing more cold-resistant strains.
- Adapting farming systems and implementing technologies that allow fish growth and/or maintenance of body condition during winter.
- Using biomass suitable for the expected water conditions during the period and the farming system.
- Adopting specific nutritional and feeding management for winter.
- Meticulous planning of the venture, considering the region's specific climatic, geographical, and market conditions.

Adopting appropriate farming practices, maintaining fish in good physiological conditions, and reducing stressful agents during winter is essential for the successful production of tilapia in subtropical areas worldwide (NOBREGA *et al.*, 2020).

Monitoring water quality in fish farming is crucial for good fish health and development, especially during winter. It is recommended that the producer invest in equipment to monitor the main water quality parameters. There are more expensive and comprehensive devices, as well as more affordable colorimetric kits, that can assist well the producer in making crucial decisions for successful production (ROCHA, 2020)⁹.

Lastly, it is worth mentioning that Rio Grande do Sul is located in Brazil's temperate region, below the Tropic of Capricorn (parallel 23.4° South), extending to approximately 32° South. Other areas of the country north of the Tropic of Capricorn and at higher altitudes (usually above 400 m) may have similar climatic characteristics. Therefore, the information in this publication may be valuable not only to the southern states of Brazil but also to other regions that need to deal with seasonal or climatic events that lead to a decrease in water temperature used for fish farming.

⁹ Obtained in telephone conversations between the authors that took place in 2020 about fish farming management in winter.

1 INTRODUÇÃO

A temperatura influencia fortemente o metabolismo dos peixes, pois não possuem a capacidade de manter sua temperatura corporal constante, a qual varia conforme o ambiente externo. No Rio grande do Sul, os meses de inverno são vitais para a manutenção da produção, visando garantir a saúde dos peixes para retomar o crescimento nos períodos mais quentes. Assim, é necessário realizar algumas estratégias de manejo, potencializando o desempenho e a sanidade das espécies subtropicais e, principalmente, das espécies tropicais. Porém, para que esses manejos possam ser realizados da melhor forma, a infraestrutura e o planejamento da produção têm que estar dimensionados para atender as demandas para esta estação do ano.

Uma vez que, em muitos casos, o mercado é que determina o potencial de comercialização e a escolha por determinada espécie, esse fator pode levar a escolhas de espécies que não necessariamente se adaptam bem à variação anual da temperatura em determinada região. Nos estados do sul do Brasil isso tem acontecido com a tilápia, uma espécie tropical que vem sendo submetida continuamente a faixas de temperatura fora de seu conforto térmico original, ou seja, em temperaturas consideradas subótimas. A disponibilidade de algumas linhagens mais adaptadas às temperaturas baixas e um melhor entendimento do manejo para este período do ano têm propiciado o desenvolvimento de diferentes estratégias para lidar com essa condição limitante.

Há mais de 40 anos a tilápia foi introduzida no RS e vem sendo produzida, mas por questões ambientais e ausência de políticas públicas concretas, somente agora vem

entrando com força no setor produtivo. Por ser o estado mais ao sul, suas condições climáticas são um pouco mais rígidas e, desta forma, os produtores precisam dar uma atenção um pouco maior ao manejo durante o inverno. Inicialmente, as carpas dominavam o cenário de produção na região sul, principalmente no estado do RS. Com o crescimento da demanda da tilápia, capitaneada pelo protagonismo do estado do PR e seguida por SC, a criação de tilápias se tornou uma realidade nos estados mais frios do Brasil.

Isso posto, este livro tem por objetivo apresentar o conhecimento dos autores, compilar e apresentar informações práticas, técnicas e científicas disponíveis que podem ser utilizadas por produtores, técnicos e pesquisadores da área de aquicultura para o manejo antes, durante e depois do inverno. O principal foco é a produção da tilápia, mas algumas informações também podem servir para outras espécies, inclusive as subtropicais, mais adaptadas ao frio. Estas informações, obtidas dos mais diversos meios de divulgação e comunicação (artigos, livros, documentos técnicos, entrevistas, palestras, *webinars*, *lives*, etc.), permitem tornar claras algumas informações pertinentes ao tema, bem como promover a otimização da produção de peixes nos meses mais frios. Adicionalmente, tais informações possibilitam a realização de uma produção com maior biossegurança, diminuição da mortalidade e manutenção ou aumento do crescimento, mesmo em condições de temperatura não tão favoráveis à piscicultura tropical.

Ao final do documento apresentamos uma lista de recomendações de forma resumida e clara, buscando disponibilizar aos produtores e técnicos uma visão ampla das estratégias e ações que devem ser consideradas no planejamento do manejo para o inverno, para que se possa

passar por este período do ano de uma forma mais tranquila e segura.

Vale observar que os temas apresentados aqui, embora divididos em tópicos, se entrelaçam em diversas explicações, o que pode tornar o texto repetitivo em alguns momentos. No entanto, o objetivo é transmitir de forma clara como o planejamento e o manejo devem ser conduzidos para minimizar os riscos do inverno. Pedimos, portanto, a compreensão do leitor caso haja alguma repetição de tema ou argumento em diferentes partes do texto.

Por fim, aos leitores que desejam mais informações, aproveitem a bibliografia listada no tópico REFERÊNCIAS, que está repleta de vídeos e outras publicações técnicas que podem ajudar muito na melhora do manejo da piscicultura de forma geral, mas em especial durante o inverno.

2 TEMPERATURA E METABOLISMO DOS PEIXES

Os processos biológicos são fortemente influenciados pela temperatura corporal, pois afeta a velocidade das reações químicas e, por consequência, o metabolismo. Assim como outros animais, o peixe possui uma faixa de temperatura na qual ele cresce melhor, chamada temperatura ótima, e que varia entre as diferentes espécies criadas (BALDISSEROTTO, 2002). Temperaturas subótimas (temperaturas mínimas e máximas em que a espécie pode se desenvolver sem prejuízos ao seu crescimento ou desenvolvimento), estão compreendidas em sua faixa de conforto térmico. Outra característica importante dos peixes é que eles naturalmente selecionam o habitat mais adequado para suas necessidades fisiológicas (NOBREGA *et al.*, 2020), inclusive em relação à temperatura e à qualidade da água.

É importante ressaltar que a alteração na temperatura da água também altera a solubilidade do oxigênio, o que influencia diretamente na eficiência do metabolismo dos peixes (SMITH, 1982). Na prática, temperaturas mais baixas aumentam a solubilidade do oxigênio dissolvido (OD) na água, aumentando a disponibilidade deste aos peixes.

Os peixes são animais ectotérmicos/pecilotérmicos, ou seja, não retêm calor em seu corpo, alterando a temperatura corporal conforme a temperatura do ambiente. Desse modo, o seu metabolismo em baixas temperaturas é reduzido (como também seu gasto energético). Isso resulta na diminuição da atividade do animal e do seu consumo alimentar, reduzindo, conseqüentemente, seu crescimento. Dependendo dos limites letais de temperatura da espécie, podem ocorrer mortalidades (BALDISSEROTTO, 2002). Para condições mais críticas, é recomendada a produção de espécies subtropicais resistentes ao frio, como as carpas, que em temperaturas baixas (10 a 18 °C) continuam comendo e crescendo, embora em uma velocidade menor (CASACA, 1997).

A maioria das espécies de peixes tropicais tem uma faixa de conforto térmico para o crescimento entre 25-28 °C e temperaturas abaixo de 20 °C já podem afetar o seu metabolismo (BALDISSEROTTO, 2002).

As tilápias estão em conforto térmico quando mantidas entre 27 e 30 °C. Em algumas situações, podem cessar a alimentação em temperaturas abaixo de 17 °C, enquanto que para carpas isso ocorre abaixo de 12 °C. (BARRETO, 2001). Entretanto, as tilápias estão se alimentando mesmo quando mantidas cada vez a temperaturas mais baixas (16-18 °C). Isso se deve, possivelmente, a um somatório de fatores, como seleção natural, adaptação (epigenética) e aclimação (BITTENCOURT *et al.*, 2021). Na Tabela 1 é possível

identificar os comportamentos esperados dos peixes tropicais conforme diferentes faixas de temperatura da água.

Tabela 1. Faixas de temperatura da água (°C) e desempenho esperado para os principais peixes tropicais de criação.

Temperatura (°C)	Comportamento esperado
> 34	Incidência acentuada de doenças e de mortalidade crônica
34 a 30	Redução considerável no consumo de alimento e no crescimento
30 a 26	Faixa de consumo e crescimento ótimos
26 a 22	Redução leve no consumo de alimento e no crescimento
< 22	Redução acentuada do consumo de alimento e o crescimento
< 18	Cessa o consumo de alimento e o crescimento
15 a 10	Faixa letal para a maioria dos peixes tropicais

Fonte: adaptado de Ono e Kubitza (2003).

Deste modo, é importante esclarecer que quando a temperatura da água se encontra fora desta faixa de conforto térmico para a espécie criada, ações de manejo devem ser tomadas para minimizar os impactos e garantir a saúde e o crescimento dos animais.

Vale destacar que, além do monitoramento de OD e temperatura, o monitoramento de outros parâmetros de qualidade de água são fundamentais para manter uma boa condição da água no inverno, como pH, alcalinidade e transparência (ou turbidez).

2.1 Faixa de conforto térmico

Para a escolha da espécie a ser criada na piscicultura é muito importante levar em consideração a faixa de conforto térmico da espécie em análise, como pode ser visto na Tabela 1. Quando o peixe se encontra dentro de uma faixa normal de temperatura para a espécie, não há alteração na estabilidade das membranas plasmáticas das células, mantendo suas funcionalidades (compartimentação, fluidez e capacidade de transporte). Temperaturas extremas causam distúrbios nestas características fisiológicas, o que pode ser letal para os peixes (BALDISSEROTTO, 2002). Portanto, a manutenção da membrana e suas funcionalidades é um fator essencial para a sobrevivência do peixe durante o período de frio (NOBREGA *et al.*, 2020; BITTENCOURT *et al.*, 2021).

Na rotina diária dos peixes, dois fatores externos possuem um efeito importante no crescimento e sua eficiência, que são temperatura e manejo alimentar (balanceamento dos nutrientes, taxa de arraçoamento, número de tratos, horário, etc.) (SMITH, 1982). Como referência prática, a temperatura ótima para o crescimento dos peixes se encontra, de forma geral, logo abaixo da temperatura em que ocorre a máxima ingestão de alimento pelos peixes (BALDISSEROTTO, 2002).

Estabelecer a temperatura mínima aceitável que promova o crescimento ou mantenha a vida do peixe é um pouco mais complicado. Isso se deve ao fato de o peixe possuir uma grande capacidade de adaptação a diferentes temperaturas. Estas adaptações são importantes, pois devemos aplicar isso dentro de um correto manejo alimentar no inverno, o que, na prática, definirá o sucesso dos sistemas produtivos, independente do sistema de criação. Em

temperaturas próximas dos limites letais, a alimentação geralmente cessa, como também o crescimento, fazendo com que o peixe perca peso quando mantido por algum tempo em temperaturas extremas (SMITH, 1982).

A tolerância térmica de determinada espécie de peixe está relacionada às variações da temperatura que ocorrem em seus ambientes naturais e pode ser alterada durante o curso do crescimento desses animais, com diferenças marcantes entre os diferentes estágios de desenvolvimento. De forma geral, os peixes nas fases iniciais são mais sensíveis às questões de alteração da temperatura (BALDISSEROTTO, 2002).

Os limites da tolerância térmica dos peixes não são valores fixos, pois quando expostos às temperaturas próximas às letais, geralmente adquirem certo grau de adaptação. Este processo de mudança na tolerância térmica devido a alterações climáticas é denominado aclimação ou aclimatização. Como exemplo, é possível observar que no inverno, após este processo, o peixe se mantém ativo em temperaturas muito baixas que, no verão, seriam letais e, por esse mesmo motivo, acaba sendo menos tolerante às altas temperaturas que são comuns no verão (BALDISSEROTTO, 2002). A completa aclimação dos peixes para uma água mais fria pode ser realizada num período de 3 a 4 semanas (BALDISSEROTTO, 2002).

Durante o período de aclimação ocorre uma diferença entre a temperatura interna e externa do organismo, visto que o peixe não consegue alterar sua temperatura corporal tão rapidamente quanto à alteração ocorrida no ambiente, mas sim com certo atraso, sendo esta velocidade de troca calórica influenciada pela atividade do peixe. Quanto mais ativo o peixe, maior será a passagem de água nas

brânquias, proporcionando maior troca de calor com o ambiente, o que gera uma mudança mais rápida da temperatura interna do peixe (SMITH, 1982).

Uma queda lenta na temperatura e um rápido retorno aos valores anteriores (de temperaturas mais altas) é mais prejudicial (letal) aos peixes do que um súbito aumento na temperatura e uma queda lenta até os valores iniciais. Ademais, a queda de temperatura parece ser mais prejudicial ao peixe do que o aumento da temperatura. De qualquer forma, alterações bruscas da temperatura do ambiente são mais prejudiciais do que alterações lentas (SMITH, 1982).

2.2 Tolerância às baixas temperaturas

Para o RS, as espécies de peixes mais adaptadas ao frio conseguem passar o inverno de forma mais tranquila. Claro que esta dinâmica é dependente de diversos fatores, principalmente a lotação (densidade de estocagem) e a qualidade da água de criação. Um estudo que buscou avaliar o potencial do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, para exploração em aquicultura no sul do Brasil, verificou que não ocorreu diminuição no ganho em peso do jundiá durante o inverno (junho, julho e agosto), sendo isso um indicativo da tolerância do jundiá ao frio (entre 18 e 22 °C). Entretanto, o mesmo não ocorreu para o dourado (oriundo da bacia hidrográfica do rio Uruguai), cujo ganho de peso foi interrompido nos meses mais frios (FRACALOSSO *et al.*, 2004). Ademais, o jundiá se alimenta durante o inverno, o que mostra sua rusticidade para estas condições climáticas (CARNEIRO *et al.*, 2002), mantendo seu crescimento mesmo durante o inverno (JUNIOR; GARCIA; MELLO, 2011).

Dos peixes criados no RS, a tilápia é a espécie que certamente necessita de uma atenção maior dos piscicultores quanto ao preparo e condução da criação durante o inverno. O PR é, atualmente, o maior produtor de tilápias do país (PEIXE BR, 2021). grande parte dessa produção ocorre na região de Toledo, próxima a Cascavel, que apresenta temperatura média anual de 19,6 °C e grandes variações de temperatura ao longo do ano. No entanto, no período do inverno, as baixas temperaturas comprometem a produtividade, por aumentar consideravelmente o tempo de criação (UMEZU, 2020) e colocam em risco os estoques, onerando a produção (KUBITZA, 2000b). Com temperaturas abaixo de 15 °C, as tilápias se tornam altamente suscetíveis à doenças e morte por parada das funções vitais (KUBITZA, 2000b).

Em algumas situações experimentais, alevinos de tilápia com 1,3 g começam a morrer com 14,8 °C, alcançando mortalidade total na temperatura de 8,5 °C (REZK; KAMEL, 2011). Já juvenis de tilápias da linhagem GIFT com 77 g começam a morrer com temperaturas da água ao redor de 11 °C e atingem 100% de mortalidade com a temperatura de 8,4 °C (SIFA *et al.*, 2002). Para reprodutores, a temperatura entre 6,5 e 6,0 °C é letal para 100% dos animais (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

Relatos de produtores da região de Dourados/MS indicam a ocorrência de mortalidade de híbridos como patinga (principalmente) e pintado-amazônico sob a condição de frio intenso (temperatura da água com 12 °C ou menos) (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016).

Tabela 2. Valores referenciais das temperaturas ótimas, de conforto térmico e letais mínimas para algumas espécies de peixes criadas no Rio Grande do Sul.

Espécie	Temp. ótima (°C)	Faixa de conforto térmico (°C)	Temp. letal mínima (°C)
Tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	27,0 – 30,0	20,0 – 32,0	6,5
Carpas chinesas (<i>Ciprinus carpio</i> – comum <i>Ctenopharyngodon idella</i> – capim <i>Aristichthys nobilis</i> – cabeçuda <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> – prateada)	28,0 – 34,0 22,0 – 30,0 26,0 – 33,0 22,0 – 28,0	18,0 – 35,0 18,0 – 30,0	5,1 0,5
Jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>)	23,7	29,0 – 30,0	3,0
Curimatá (<i>Prochilodus scrofa</i>)	29,0	20,0 – 30,0	6,5
Surubim (<i>Pseudoplatystoma</i> sp.)	26,0 – 28,0	24,0 – 30,0	9,0
Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>)	28,1	23,0 – 29,0	7,5

Fonte: adaptado de GALLOWAY e KILAMBI (1984); FERRARI e BERNARDINO (1986); FERRAZ DE LIMA *et al.* (1988); BARRIONUEVO e FEMANDES (1995); OSTRENSKY e BOEGER (1998); NI e WANG (1999); CHIPPARI-GOMES; GOMES e BALDISSEROTTO (2000); MILSTEIN *et al.* (2000); BALDISSEROTTO (2002); PIEDRAS; MORAES e POUHEY (2004); EL-SAYED (2006); AFZAL *et al.* (2008); BALDISSEROTTO e GOMES (2010); CAMPECHE *et al.* (2011); NDEP (2016); NIVELLE *et al.* (2019); SILVA; MÖRSCHBACHER e LAZZARI (2021); MURALITHARAN e DHANUSHSRI (2022).

3 INFRAESTRUTURA E MANEJO DA ÁGUA

É muito comum no RS que ocorram alterações bruscas de temperatura, com variações de mais de 10 graus de um dia para o outro ou em poucos dias. Assim, as práticas de manejo na piscicultura para preparar para o frio sempre devem ser planejadas antecipadamente às frentes frias ou ao inverno, com a finalidade de minimizar seu impacto (UMEZU, 2020).

Além disso, é importante que o peixe tenha sido bem alimentado antes da chegada do inverno. A nutrição e o manejo alimentar têm um papel fundamental em assegurar ao peixe uma condição imunológica para passar pelo estresse sem apresentar perdas consideráveis por doenças ou mortalidade (HENRIQUES, 2020). Além da qualidade do manejo nutricional, o manejo da qualidade da água é vital para minimizar os impactos à saúde e sobrevivência dos peixes (Rafael Lazzari)¹⁰. Visando sua melhor condição, os peixes selecionam naturalmente o habitat mais adequado para suas necessidades fisiológicas (NOBREGA *et al.*, 2020), porém como vão escolher entre um ambiente com melhor temperatura ou um com melhores níveis de oxigênio ou substâncias tóxicas na água? O que é mais relevante?

Para que se possa realizar esses manejos de forma eficiente são necessárias estruturas compatíveis que possam promover um ambiente adequado nestas condições mais extremas, permitindo a manutenção de uma temperatura da água que o animal seguramente sobreviva com os demais indicadores de qualidade (principalmente oxigênio dissolvido)

¹⁰ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

também em níveis adequados. Qualquer estrutura ou manejo que ajude na manutenção ou aumento da temperatura da água durante o inverno é importante, pois poucos graus, ou apenas um grau, pode ser a diferença entre o peixe morrer ou não neste período de desafio (João Manoel C. Alves)¹¹.

3.1 Infraestrutura da piscicultura

O planejamento da produção para a passagem do inverno começa já na escolha da área para a piscicultura. Deve-se buscar locais onde não há ocorrência de sombreamento por morros, como também a ausência ou baixa ocorrência de geadas. Infelizmente, em muitas situações não será possível a construção desses tanques em locais adequados, com o melhor entorno, de forma que a escolha das espécies a serem criadas durante o inverno deve levar em consideração este fator limitante. Mas, como já visto anteriormente, as espécies mais interessantes comercialmente podem não ser adaptadas (como a tilápia), necessitando uma série de ajustes na infraestrutura e planejamento do empreendimento que forneçam, no somatório, um ambiente menos propenso aos impactos que o frio gera na criação.

Tanques

O primeiro fator relacionado à infraestrutura são os tanques. São neles onde tudo acontece e é com base no dimensionamento deles e nas características do solo onde

¹¹ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

estão alocados que podemos minimizar alguns aspectos que a diminuição da temperatura gera no crescimento dos peixes. Inicialmente, os tanques não devem ter um tamanho muito pequeno se forem alojar peixes durante o inverno. Pequenos volumes de água possibilitam uma mudança rápida de temperatura no início da ocorrência de frentes frias. Quando a temperatura da água não está adequada para determinado peixe, os peixes buscam locais onde a água possui uma temperatura similar à temperatura de seu conforto térmico (BALDISSEROTTO, 2002).

Um tamanho mínimo para tanques pode ser com áreas superiores a 1.000 m² (Marco A. Rotta)¹², o que permite uma boa massa de água. Além disso, tanques com profundidades adequadas e poucas áreas rasas, ou seja, taipas mais inclinadas (que depende da textura do solo, o qual deve ter pelo menos 35% de argila) e profundidades mínimas de 1,0 a 1,5 m também acabam por armazenar maiores volumes de água, impedindo mudanças bruscas de temperatura. Nos açudes, em grande parte do perímetro o fundo possui uma profundidade baixa (a profundidade vai paulatinamente diminuindo até chegar à cota de superfície da água), acarretando em uma grande área rasa, o que favorece a perda de calor para o ambiente. Esses corpos d'água não são aconselhados para criação durante o inverno (ARNHOLD, 2021). O perfil esquemático de um tanque de terra adequado para a piscicultura pode ser visto na Figura 1.

Tanques rasos são ruins para a criação durante os meses de frios. De outra forma, também é desaconselhável

¹² Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

construir tanques com profundidades superiores a 2,5 m de coluna de água, pois aumentam a possibilidade de estratificação da água, o que pode gerar outros problemas como inversão térmica. Como limite máximo, utilizar 3,0 m de profundidade nas regiões do tanque próximas ao monge (ARNHOLD, 2021). Em tanques já instalados e rasos, essa maior profundidade pode ser promovida com um rebaixamento do fundo somente em uma parte mais profunda do tanque, servindo de refúgio nos dias mais frios (TERASAWA, 2016).

Essas questões de dimensões não são uniformes, pois podem variar conforme o local. Na região de Londrina/PR é indicado uma profundidade mínima de 0,8 m e máxima de 1,8 m nos viveiros para evitar estratificações muito intensas de temperatura, os quais devem possuir uma profundidade média entre 1,2 e 1,5 m (BARRETO, 2001). Já HEIN (2019), salienta que na região de Toledo/PR os piscicultores estão trabalhando com viveiros mais fundos, com colunas de água de 2,0 a 2,5 m de profundidade. Além disso, os tanques devem possuir profundidade de água de pelo menos 1,5 m na parte rasa e na parte funda variar entre 1,9 e 2,3 m (conforme inclinação do terreno e formato do tanque), mantendo uma profundidade média próxima de 1,7 m e uma pequena área com profundidades maiores que 2,0 m (Marco A. Rotta)¹³. Assim, quando se baixa o nível da água no tanque para realizar o manejo, todo o tanque fica com uma profundidade adequada para se trabalhar com segurança, mas

¹³ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

conservando um bom volume de água quando cheio e uma área de proteção mais funda para os dias mais frios.

Para uma maior eficiência na troca de água, o tanque deve possuir um sistema de drenagem (monge ou cachimbo) que permita a retirada da água mais profunda, geralmente de pior qualidade (ZARDO, 2020a).

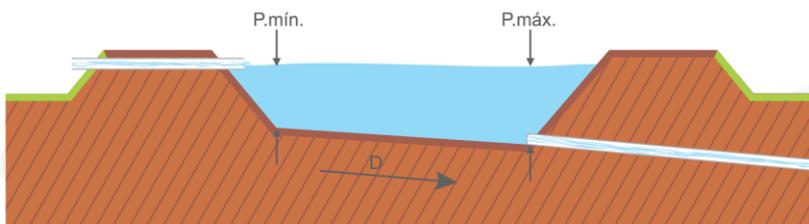


Figura 1. Desenho esquemático do perfil de um tanque de piscicultura indicando os locais com as profundidades mínimas e máximas.

Fonte: LIMA *et al.* (2012).

A localização dos tanques no terreno também é fundamental. Como no inverno o deslocamento do sol no horizonte fica mais baixo, acaba favorecendo o sombreamento das áreas por morros próximos. Geralmente os tanques estão construídos em terrenos mais planos situados em vales de rios, onde estão cercados por morros ou coxilhas (Marco A. Rotta)¹⁴. Nas encostas de morros que não recebem os raios solares da manhã (exposição sul) é onde mais frequentemente se forma a geada. Sob condições de geadas radiativas (as mais comuns na primavera), os fundos

¹⁴ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

de vale próximos aos rios alcançam temperaturas mais baixas durante a noite, visto o escoamento do ar frio que provém das partes mais altas do relevo. De outra forma, as encostas com exposições norte no relevo possibilitam o acúmulo térmico e aumentam a proteção de frentes frias que provêm do sul (SANTOS, 2011). Dessa forma, viveiros localizados na base destas encostas com exposição norte (portanto localizadas ao sul do terreno em estudo/disponível) teriam menor propensão à ocorrência de temperaturas muito baixas ou de geadas.

Rede elétrica

Antes de pensar no uso de aeradores na piscicultura é necessário verificar se a rede elétrica da propriedade é capaz de suportar o uso de aeradores (vários ligados ao mesmo tempo) (Marco A. Rotta)¹⁵, além de dimensionar suas potências e posicioná-los adequadamente nos tanques para aumentar sua eficiência e diminuir a erosão do fundo e das paredes dos tanques (ARNHOLD, 2021). O fio que chega ao aerador deve possuir o diâmetro correto, como também respeitar a distância máxima do aerador para a fonte de energia (uso da extensão elétrica em muitos casos), pois são aspectos técnicos que influenciam muito a eficiência energética do equipamento, de forma que ambos devem ser corretamente dimensionados (ARNHOLD, 2021). Uma vez que esses equipamentos podem ser o diferencial entre a vida e a morte dos peixes, geralmente sua aquisição e uso correto valem a pena, sendo um investimento que se paga rapidamente com a produção (ARNHOLD, 2021). A instalação

¹⁵ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

e manutenção dos aeradores, cabos elétricos e fontes de energia deve ser feita por profissional habilitado, uma vez que acidentes com energia elétrica, principalmente quando próximos à água, podem ser fatais.

Água subterrânea

A disponibilidade de um poço d'água para o uso de água subterrânea é muito importante para o suprimento de água em períodos de seca, mas também pode ser uma ferramenta muito importante para minimizar a baixa temperatura da água nos momentos mais frios do ano, visto que possui uma temperatura constante e geralmente ao redor de 22 °C (Marco A. Rotta)¹⁶.

Estufa

Outra estrutura utilizada para minimizar os problemas do inverno é a estufa, podendo ser utilizada em conjunto com aquecedores de água (resistências elétricas ou fornalhas à lenha/gás) ou de ar (campânulas ou queimadores de placa a gás) para os períodos mais frios do ano. Por ser uma estrutura que necessita alto investimento, só é financeiramente viável para produtos com bom valor agregado ou em sistemas de criação superintensivos, onde há uma grande produção por área/volume do tanque. Também pode ser utilizada para manter os reprodutores de tilápia, adiantando o ciclo de reprodução e produção de larvas, e para a produção de juvenis durante o inverno (HEIN, 2019; MALVAZI; ARNHOLD, 2020).

¹⁶ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

Estratificação da água

A palavra estratificação é utilizada quando a água apresenta diferentes características conforme a profundidade, ficando “dividida” em estratos ou camadas com diferentes características no perfil do corpo d’água. Nos açudes e viveiros de maior profundidade a água poderá apresentar uma estratificação mais acentuada e preocupante. Essa estratificação da água pode tanto ser de caráter físico (gradiente de temperatura e densidade), como químico (gradiente de oxigênio dissolvido e outros gases, pH, metabólitos tóxicos e nutrientes), como pode ser visto na Figura 2.

O fenômeno pode ser percebido quando, ao adentrar em um viveiro, sente-se a água do fundo muito mais fria do que a água da superfície. Isso ocorre pelo fato de a radiação solar incidir sobre o viveiro e aquecer a água da superfície durante o dia. Se o calor persiste sem que haja um revolvimento constante da água do fundo do viveiro, a partir da utilização de aeradores, por exemplo, a temperatura da água da superfície se tornará cada vez mais elevada, estabelecendo um gradiente de temperatura (e densidade) entre a água da superfície e a do fundo e, conseqüentemente, essas diferenças de densidade entre a água da superfície e a do fundo as mantêm estáticas (sem que se misturem). A água mais quente (menos densa) permanece na superfície, enquanto a água mais fria (mais densa) se mantém no fundo dos viveiros, criando assim a estratificação térmica de um viveiro ou açude.

Porém, essa estratificação também “divide” a coluna d’água do viveiro ou açude em uma zona aeróbica (a superficial, onde o fitoplâncton recebe luminosidade e produz

oxigênio), e uma zona inferior anaeróbica ou pobre em oxigênio (devido ao consumo do oxigênio pelas bactérias que degradam a matéria orgânica presente no lodo) (Figura 2).

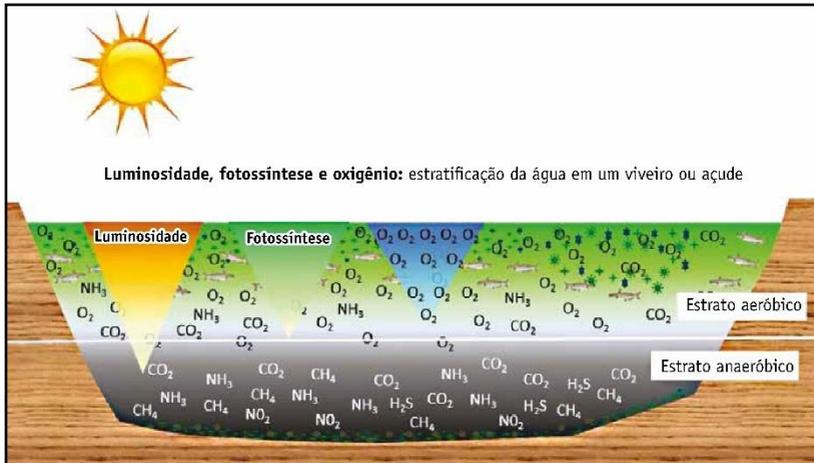


Figura 2. Estratificação da água em um tanque de terra: declínio da intensidade de luz (luminosidade), da taxa fotossintética (fotossíntese) e da concentração de oxigênio (O_2) da superfície para o fundo.

Fonte: Adaptado de KUBITZA (2015).

A estratificação térmica pode trazer problemas quando, por algum motivo (p. ex.: fortes chuvas), a água e sedimentos do fundo são revolvidos repentinamente, trazendo às camadas superiores do corpo d'água uma carga elevada de compostos tóxicos e matéria orgânica, resultando em uma queda drástica do oxigênio dissolvido da água de forma geral, podendo ocasionar grandes mortalidades de peixes.

Inversão térmica da água

Um fenômeno que ocorre nos viveiros e traz preocupação é sua estratificação e possível inversão térmica (*overturning*). Ela acontece quando há um episódio repentino de frente fria, causando um resfriamento rápido da camada superficial da coluna d'água e fazendo com que, devido a maior densidade dessa água agora fria, ela se desloque para o fundo do tanque e a água do fundo, agora relativamente mais quente (e menos densa), suba à superfície. Nesse caso, também ocorrerá falta de oxigênio na água do viveiro como um todo, resultando em grandes perdas de peixes (HENRIQUES, 2020; UMEZU, 2020). Em meses de inverno com condições mais estáveis, a temperatura da água superficial acompanha a queda na temperatura do ar e, aos poucos, o gradiente de temperatura entre as diferentes camadas é minimizado, favorecendo a mistura da água do tanque ou açude, mas não de maneira súbita, e, ainda assim, podendo provocar a morte dos peixes por falta de oxigênio (KUBITZA, 2007).

Essa queda brusca de temperatura da água superficial também pode ocorrer devido à ocorrência de chuva (muito) fria nos viveiros. A água da superfície (agora mais fria por causa da chuva) se desloca para o fundo do tanque devido à sua densidade ligeiramente maior, promovendo a rápida mistura entre as águas superiores e inferiores, também deixando o corpo d'água com baixo nível de oxigênio dissolvido (SWENSON *et al.*, 2000; KUBITZA, 2007).

Assim, quando há mudanças bruscas de temperatura, como ocorre com a chegada de frentes frias, o produtor deve evitar o uso de aeradores que movimentem a água. Realizar a mistura das camadas (superior e inferior), além de promover a

rápida diminuição da temperatura da camada inferior (geralmente onde os peixes se abrigam no inverno), devido à mistura com o ar mais frio da superfície, pode intensificar a mudança da temperatura da água superficial, o que não é desejável (HEIN, 2019). Quanto mais gradativa for essa mudança de temperatura da água, melhor (João Manoel C. Alves)¹⁷. É importante ressaltar que esses fenômenos de estratificação e inversão térmica são mais preocupantes em viveiros ou açudes de maiores profundidades (BARRETO, 2001).

Homogeneização da água

Diferentes tipos de equipamentos podem ser utilizados para homogeneizar a água. Uma maneira eficiente de promover a mistura da água (e evitar ou desfazer a estratificação térmica da água dos viveiros) é a utilização de aeradores. Diferentes tipos de aeradores (pás, chafariz, propulsão, etc.) são utilizados para basicamente duas finalidades durante o inverno: a primeira e mais importante função é a incorporação de oxigênio e a segunda é a mistura da água das camadas superior e inferior do tanque.

Também se aconselha a utilização de aeradores quando se tem uma semana com muito frio e muita nebulosidade, pois geralmente ocorre uma redução na produção primária de oxigênio no tanque, sendo necessário compensar através do uso da aeração (HEIN, 2019). Nesse

¹⁷ Em conversa telefônica com M. A. Rotta ocorrida em 2022 sobre manejo da piscicultura no inverno.

caso, mesmo com ambiente muito frio será preciso incorporar oxigênio, diminuindo ainda mais a temperatura da água.

Visto estas situações, é importante entender que a aeração do viveiro deve ser equilibrada, de modo a evitar que se reduza a temperatura da água ou que se tenha uma queda significativa no nível de oxigênio da água. Quaisquer das situações podem prejudicar o bem estar dos peixes (HEIN, 2019).

Os aeradores de pás (Figura 3) são preferencialmente recomendados devido a sua maior eficiência na mistura/homogeneização das camadas da água. O aerador chafariz (Figura 4) não é o melhor modelo para esta função de quebra da estratificação da água dos tanques no inverno (HENRIQUES, 2020), mas pode ser utilizado para viveiros pequenos (ARNHOLD, 2021).

O que vai determinar o modelo do aerador a ser utilizado é o formato e o tamanho do tanque, pois os aeradores de pá precisam estar distantes das margens e do fundo para que não haja erosão, enquanto que os aeradores chafariz precisam somente estar distantes do fundo do tanque (ARNHOLD, 2021).

É importante que os aeradores sejam distribuídos em todo o viveiro para evitar a formação de zonas "mortas", locais sem movimentação da água e que, conseqüentemente, ficarão sem oxigênio. O número de aeradores vai depender da biomassa dentro do tanque, sendo indicado um aerador para cada quatro toneladas de biomassa de peixe (ARNHOLD, 2021). Para aeradores chafariz é aconselhado a potência de 1,5 CV e para aeradores de pás, motores de 2 CV (ARNHOLD, 2021).

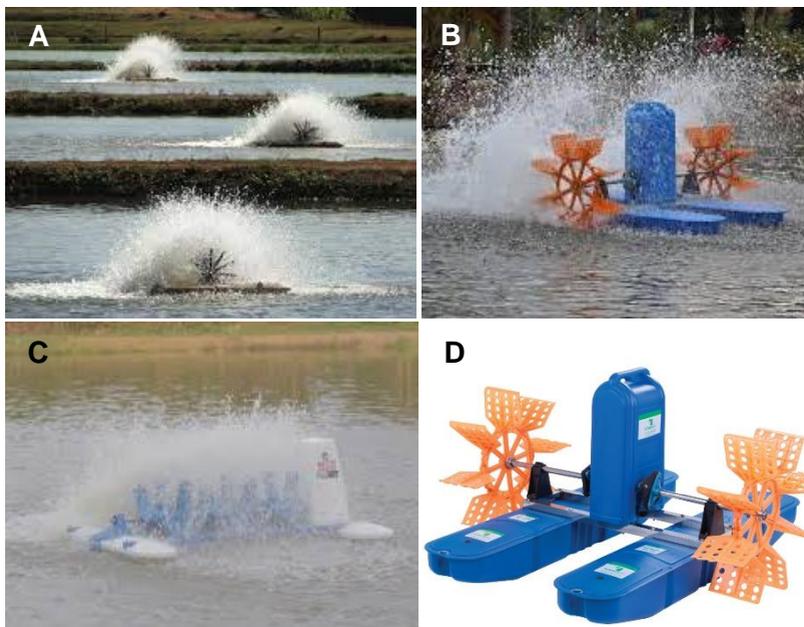


Figura 3. Aeradores de pás em funcionamento e imagem de referência para este modelo de aerador.

Fonte: (A e C) Trevisan Equipamentos Agroindustriais ([2023]),
(B e D) Agricotec ([2023]).

Durante a noite não é adequado ligar os aeradores, pois o ar está mais frio, promovendo uma diminuição da temperatura da água (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020). Entretanto, em muitos casos se necessita de uma maior oxigenação exatamente à noite, momento em que não há produção de oxigênio pelo fitoplâncton (pela fotossíntese) e, ao contrário, há consumo de oxigênio no processo de respiração.

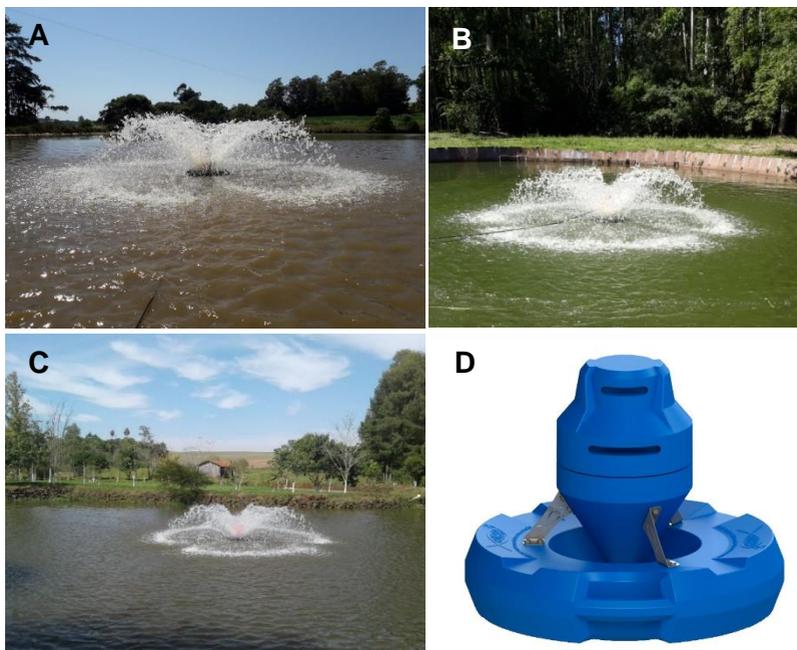


Figura 4. Aeradores chafariz em funcionamento e imagem de referência para este modelo de aerador.

Fonte: (A, B e C) João A. Sampaio (arquivo pessoal), (D) Primato Cooperativa Agroindustrial ([2023]).

Para não deixar isso ocorrer, o produtor tem de se antecipar. Uma das estratégias é tentar “armazenar” oxigênio dissolvido nos tanques durante o dia e ao longo dos dias, acrescentando paulatinamente uma carga de OD nas camadas mais baixas da água. Com o uso de aeradores durante o dia (quando ocorre fotossíntese), se busca misturar essa água com maior concentração de OD com a água das camadas mais baixas e com menores concentrações de oxigênio, aumentando a disponibilidade geral de oxigênio

dissolvido no tanque durante a noite, quando não tem fotossíntese (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

Quando os dias são mais quentes e ensolarados, fica mais fácil utilizar esses equipamentos, mas devem ser ligados somente nas horas mais quentes do dia (11 h - 14 h) para que se aproveite ao máximo o aquecimento da água da superfície e esta seja misturada com a água mais fria do fundo do tanque (UMEZU, 2020).

O vento também promove a homogeneização da água, a partir da mistura das diferentes camadas da coluna d'água. Entretanto, na região sul do país, o vento geralmente vem acompanhado de baixas temperaturas, o que acaba promovendo uma queda mais rápida da temperatura da água superficial. Assim, em regiões onde isso ocorre, a instalação de quebra ventos pode ser uma alternativa. Como essas barreiras são geralmente implantadas com o uso de árvores, uma maior atenção deve ser dada quanto à distância das mesmas do tanque (não prejudicar a insolação) e à queda de folhas durante o inverno (preferir árvores de folha perene) (Marco A. Rotta)¹⁸.

Para ligar o aerador, a temperatura do ar medida pelo termômetro convencional (bulbo seco) deve estar pelo menos 5 °C acima da temperatura da água (ARNHOLD, 2021; SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021). Se as temperaturas do ar e da água forem iguais ou muito próximas, a água vai perder calor pela evaporação devido ao resfriamento evaporativo. Logo, para promover a inclusão de oxigênio na água sem perda de calor, a temperatura do ar deve estar

¹⁸ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

maior que a da água, em uma faixa que compense este resfriamento evaporativo. Outra forma de estabelecer este momento (bem mais acurada) é medir a temperatura pelo termômetro de bulbo úmido, ligando o aerador somente quando esta temperatura for superior à temperatura da água do tanque (Marco A. Rotta)¹⁹.

Importante ressaltar que as águas frias mantêm mais os gases, incluindo o oxigênio. No frio, em uma condição extrema, é preferível não ligar os aeradores, mesmo com baixa concentração de OD, quando a temperatura do ar estiver mais baixa do que a da água. Nesses casos, a demanda de oxigênio será muito baixa, diminuindo muito a possibilidade de morte por causa desse fator (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

Biomassa estocada

O planejamento da biomassa estocada nos tanques durante o inverno é crucial (HENRIQUES, 2020). Maiores biomassas geram grandes quantidades de dejetos que, conseqüentemente, geram maior consumo de oxigênio (tanto pelos peixes quanto pelos microrganismos que degradam estes dejetos). Esta situação acaba por demandar uma maior troca de água para aporte de oxigênio e retirada desses dejetos, o que diminui mais ainda a temperatura da água, tornando piores as condições para a manutenção dos peixes durante o inverno.

¹⁹ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

O uso de uma densidade de peixes adequada, juntamente com o manejo adequado da alimentação (taxas de arraçoamento bem dimensionadas), com ração apropriada e de boa qualidade, juntamente com o manejo apropriado da qualidade da água, permite que a produção atravesse o inverno sem maiores problemas de OD, inclusive às noites, sendo a aeração ligada somente nos horários quentes do dia (Marco A. Rotta)²⁰. Por isso, alguns produtores de tilápia optam por reduzir a densidade (p. ex.: de 5 para 2 peixes/m²) antes do inverno para não terem problemas nessa época (Rafael Lazzari)²¹. Não se aconselha usar densidades maiores do que 3 peixes/m² durante o inverno (ARNHOLD, 2021).

Se a despesca parcial (também conhecida por raleio) for um dos manejos de despesca a serem realizados para se obter peixes maiores no final da engorda, o planejamento deste manejo tem que levar em consideração o momento de entrada do inverno. É aconselhável fazer isso antes das frentes frias, para que não seja necessário despescar durante ou na saída do inverno, o que prejudicaria o resultado desta estratégia (ARNHOLD, 2021), visto que pode gerar um estresse nos peixes que permanecem no viveiro e ocasionar um surto de doenças (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

A maior biomassa (maior densidade) não necessariamente leva a uma maior mortalidade no inverno. A questão é que uma lotação maior exige tecnologia, manejo e

²⁰ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

²¹ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

nutrição compatíveis (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021), além de genética (BITTENCOURT *et al.*, 2021). Por exemplo, a linhagem GIFT-Epagri SC2 apresentou um crescimento de pelo menos 3,5 g/dia entre os meses de novembro a maio e de 1,9 g/dia entre junho e setembro (aprox. 300 dias de produção), alcançando pesos superiores a 850 g (BITTENCOURT *et al.*, 2021) em uma densidade de 5 peixes/m².

Incidência dos raios solares

Com a finalidade de otimizar a insolação, é aconselhável que o viveiro seja construído no sentido Leste-Oeste, para ficar exposto ao sol por mais tempo (BARRETO, 2001), principalmente se nas extremidades há ocorrência de vegetação, sempre atentando para evitar a presença de árvores, edificações ou elevações do terreno no lado norte dos tanques. Afinal, pior do que um inverno frio é um inverno sem sol (ARNHOLD, 2021).

É recomendável que nas margens dos tanques e dos canais de abastecimento seja plantado apenas grama de porte rasteiro, pois qualquer tipo de vegetação superior (por ex. árvores ou arbustos) promove o sombreamento do tanque ou canal, dificultando sua exposição ao sol e consequente aquecimento pelos raios solares, como também pode abrigar cobras e outros animais indesejáveis (Marco A. Rotta)²². Ademais, as árvores soltam folhas e galhos que dificultam o manejo e aumentam o volume de matéria orgânica no fundo

²² Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

dos viveiros e canais, promovendo a diminuição do oxigênio dissolvido na água devido à degradação dessa matéria orgânica por microrganismos decompositores aeróbios (BARRETO, 2001).

Se for possível, é recomendável instalar geomembrana preta no fundo do canal ou passar a água de entrada por uma mangueira preta exposta ao sol durante o inverno. Esses pequenos procedimentos ajudam a diminuir o impacto do frio sobre a troca de água, muitas vezes necessária ou até mesmo obrigatória (João Manoel C. Alves)²³.

É comum em massas de ar frio que ocorram dias ensolarados, o que ameniza a situação na maioria das vezes. A situação se complica quando a umidade do ar é alta e a nebulosidade se mantém após a entrada do ar frio (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

Sistema de bioflocos

Estudos indicam que a criação de tilápias em sistema de bioflocos durante o inverno (quando as águas alcançaram temperaturas próximas a 10 °C), melhoram significativamente a sobrevivência e desempenho quando comparados aos sistemas convencionais de criação (SOLTAN *et al.*, 2015).

Usar o sistema de bioflocos (em estufas) para o preparo de juvenis e estes serem estocados na saída do inverno parece ser uma estratégia interessante para otimizar a engorda de tilápia nos estados do sul do Brasil. Manter juvenis adensados durante o inverno neste sistema parece manter a

²³ Em conversa telefônica com M. A. Rotta ocorrida em 2022 sobre manejo da piscicultura no inverno.

sanidade e bem estar dos animais, por mais que não cresçam muito, podendo, na mudança para um sistema mais “folgado”, com melhores condições, expressar seu crescimento e ter uma taxa até superior de crescimento. O lote de juvenis proveniente do sistema de bioflocos também entra na engorda mais uniforme, o que aumenta a eficiência da engorda. Essa especialização de produtores de juvenis para a saída do inverno é uma demanda presente e crescente no RS (ARNHOLD, 2021).

O uso do sistema de bioflocos permite menores taxas de renovação de água, o que pode ser interessante para a manutenção da temperatura da água dos tanques, e sua eficiência é otimizada quando associado ao uso de estufas durante o período de inverno no sul do país (Andréa F. da Rocha)²⁴.

3.2 Qualidade da água

Um dos segredos de se passar pelo inverno sem maiores problemas na criação de peixes é o correto manejo da qualidade da água. Este fator, associado a um correto manejo alimentar, otimiza muito o sucesso da criação (Rafael Lazzari)²⁵. Na Figura 5 é possível ver como realizar o monitoramento de alguns parâmetros de qualidade de água que são importantes na aquicultura.

²⁴ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

²⁵ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

Temperatura da água

A temperatura, mais do que outros parâmetros, é o fator de qualidade de água que mais restringe a escolha das espécies, pois afeta o metabolismo (que influencia diretamente o crescimento), reprodução, alimentação e resistência a doenças. Em regiões com grandes oscilações térmicas (temperaturas médias do ar entre 15 °C no inverno e até 30 °C no verão), que ocorrem comumente em algumas áreas do sudeste e do sul do Brasil, pode-se optar por criações de tilápias, carpas, lambaris, piaus (CECCARELLI; SENHORINI; VOLPATO, 2000), jundiá, dourado e suruvi (ZANIBONI FILHO *et al.*, 2009), como também se pode tentar criar surubins, piraicanjuba, pacu, entre outras (CECCARELLI; SENHORINI; VOLPATO, 2000).

Sendo o período de inverno de alta instabilidade na produção de diversos peixes, principalmente de tilápias, visto os riscos de perdas por mortalidade, maior importância deve ser dada aos fatores ambientais na piscicultura (HEIN, 2006).

Em pisciculturas do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, em manhãs com geadas, foram registradas temperaturas da água entre 11 e 13 °C, valores muito próximos do limite letal para algumas espécies, tais como as tilápias e os peixes redondos (KUBITZA, 2006). Nessas regiões também podem ocorrer temperaturas mínimas de até 10 °C, dependendo da profundidade da coluna d'água e da localização destes viveiros (HEIN, 2006).

As temperaturas baixas não podem ocorrer mais do que quatro dias seguidos (isso é muito relevante), como também as temperaturas máximas precisam ocorrer de forma a aumentar a temperatura da água e, para isso, o sol é essencial. Dias consecutivos com baixas temperaturas e sem

sol não são adequados para a criação de tilápias (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

Além das baixas temperaturas, a grande variação de temperatura em um período curto de tempo pode causar prejuízo à saúde dos peixes (BITTENCOURT et al., 2021). O clima da região sul do MS, por exemplo, é caracterizado por apresentar temperaturas do ar abaixo de 20 °C de maio a agosto, com períodos esparsos de frio intenso, e com uma variação diária entre as temperaturas mínima e máxima de 12 a 32 °C em um mesmo dia (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016).

Grandes mortalidades de tilápias e bagre-africano foram registradas em várias regiões de SC durante o inverno de 2000, com uma estimativa de prejuízo de cerca de 20% da produção de peixe do estado devido ao frio (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2000), que atingiu uma temperatura média de 11,4 °C no mês de julho daquele ano (ZANIBONI FILHO et al., 2009). A temperatura da água atingiu 7 e 9 °C na segunda quinzena de junho, com o registro de 11 dias consecutivos nublados (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

A situação pode piorar em invernos secos, quando a água alcança ainda menores temperaturas, visto seu menor volume e vazão (UMEZU, 2020). Entretanto, essas perdas significativas vêm diminuindo na região sul, especialmente devido ao maior conhecimento dos cuidados e do manejo de inverno que são necessários para a criação da tilápia, principalmente (Rafael Lazzari)²⁶.

²⁶ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

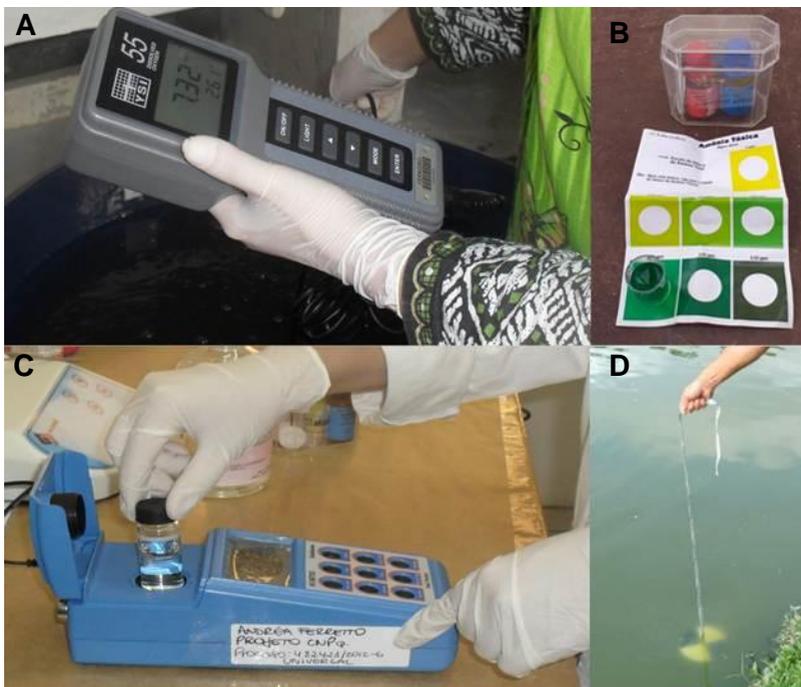


Figura 5. Monitoramento de alguns parâmetros de qualidade de água em piscicultura. (A) concentração de oxigênio dissolvido e temperatura com oxímetro portátil; (B) amônia tóxica com teste colorimétrico; (C) turbidez com turbidímetro portátil; (D) transparência com Disco de Secchi.

Fonte: (A, B e C) Andréa Ferretto da Rocha (arquivo pessoal);
(D) GF. Aqua ([2023]).

Um fato relevante é que dificilmente a tilápia morre pelo frio propriamente dito, mas principalmente pelos impactos metabólicos associados à variação da qualidade de água. Com temperatura de 12-13 °C, estando o peixe em boas condições e sem parasitas, poderá se manter sem que haja problemas com mortalidade. Quando em situações de baixa

temperatura, baixa qualidade de água e sem reserva orgânica adequada para o inverno, o peixe sofre e pode ocorrer grandes mortalidades (HENRIQUES, 2020).

A ração deve ser ofertada de forma que o peixe ainda tenha uma boa temperatura da água para favorecer sua digestão, ou seja, o alimento deve ser fornecido antes de a água alcançar a maior temperatura do dia (BITTENCOURT *et al.*, 2021). De forma prática, a temperatura da água no viveiro será a média entre a temperatura mínima e a máxima do ar no dia (UMEZU, 2020).

A aclimação prévia dos peixes às baixas temperaturas pode aumentar sua tolerância ao frio, como já observado para a tilápia do Nilo (SIDDIK *et al.*, 2014). Em uma eventual frente fria, pode-se planejar esta aclimação, caso se tenha previsão de um inverno rigoroso e uma fonte de água a uma temperatura mais baixa da temperatura usual do tanque de criação, porém não parece ser um procedimento fácil de executar a campo.

Para evitar as quedas bruscas na temperatura da água dos tanques, é indicado diminuir ou cessar a renovação/troca de água nos horários ou dias mais frios (geralmente durante a noite). Uma menor taxa de renovação promove a conservação do calor na água do tanque de criação, mas pode levar à diminuição do oxigênio dissolvido e elevar os níveis de amônia e nitrito, obrigando o piscicultor a manejar sua água de criação, de forma que precisa estar preparado para essas situações (UMEZU, 2020).

Outro procedimento que impede uma queda rápida da temperatura da água é o fechamento das entradas do tanque para evitar o contato com a enxurrada (BARRETO, 2001), e o aumento do volume de água para o nível máximo que o viveiro comporta (sempre com segurança), pois qualquer

10 cm de coluna d'água ajuda muito na conservação da temperatura (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

Um termômetro para ambiente com dupla graduação (temperaturas mínima e máxima) é de baixo custo (cerca de R\$ 25,00) e sua aquisição e monitoramento ajuda a prever os procedimentos de manejo e alimentação que possam ser realizados nestes períodos mais frios.

Oxigênio dissolvido

A manutenção da concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água é fator essencial para a produção, e deve ser acompanhado de perto durante o inverno. As temperaturas amenas da água promovem um menor consumo de oxigênio dissolvido pelo peixe devido à queda do metabolismo, mesmo com uma maior solubilidade dos gases a menores temperaturas. Mas isso também leva a um menor consumo de ração, diminuindo o crescimento e a eficiência alimentar (ou seja, leva a uma piora da conversão alimentar) (UMEZU, 2020).

Para o manejo da aeração, conforme citado anteriormente, é importante que os piscicultores tenham a sua disposição um oxímetro (aparelho que mede o nível de OD diretamente na água do tanque de criação). Infelizmente, muitos produtores não têm esse equipamento (considerado de alto custo), sendo uma realidade comum nas pisciculturas de pequeno porte (HENRIQUES, 2020).

Em algumas situações, principalmente em sistemas de criação mais intensiva, é fortemente recomendado que o produtor não inicie a atividade sem antes adquirir um oxímetro, visto a importância do seu monitoramento para o sucesso da criação (UMEZU, 2020). É muito comum ocorrer

mortalidades de peixes quando este fator não é monitorado com critério, trazendo grandes prejuízos e cujo recurso da perda poderia ter disso utilizado para adquirir este equipamento (Marco A. Rotta)²⁷.

Como o oxigênio é essencial para o metabolismo dos peixes, especialmente durante a alimentação, manter níveis adequados de OD após o trato dos peixes é essencial. Elevar o nível de oxigênio dissolvido da água do tanque cerca de 30 minutos antes da alimentação dos peixes é uma estratégia que funciona muito bem (Rafael Lazzari)²⁸.

Com uma concentração de oxigênio dissolvido na água do tanque inferior a 3 mg/L, a recomendação é que não se deve alimentar os peixes (UMEZU, 2020), porém essa condição não deve ser prolongada (máximo 2 a 3 dias). A falta de arraçoamento em uma situação gera, por consequência, perda de peso e inanição dos peixes, além de poder comprometer o rendimento, a qualidade e o sabor do filé, visto que os peixes podem procurar outros alimentos no tanque (Rafael Lazzari)²⁹.

A criação deve ser manejada (p. ex.: ajuste de densidade, programação de aeração, arraçoamento) para que a água mantenha os níveis de oxigênio dissolvido acima de 4 mg O₂/L e, durante o inverno, preferencialmente próximo de 5 mg O₂/L, sempre buscando homogeneizar (desestratificar) a

²⁷ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

²⁸ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

²⁹ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

água do tanque durante os momentos mais quentes do dia (UMEZU, 2020).

Embora o monitoramento do OD ainda não seja prática comum, o oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de qualidade de água e de maior relevância para a sobrevivência dos peixes. Se não estiver disponível em níveis adequados, grandes mortalidades podem acontecer em situações críticas. Aparelhos portáteis para medição de oxigênio dissolvido na água podem ser encontrados com valores nesta data a partir de R\$ 1.000,00, embora os mais adequados e com melhor resolução e precisão de leitura, medindo também a temperatura da água, possam custar entre R\$ 5.000,00 e R\$ 15.000,00 (Andréa F. da Rocha)³⁰.

pH e alcalinidade

A manutenção da qualidade da água durante o outono e inverno é essencial, e um bom tamponamento do pH é fundamental. Trabalhar em viveiros com baixa renovação de água e com alcalinidade mínima de 40 mg CaCO₃/L é uma estratégia que se mostrou muito adequada para viveiros de piscicultura no noroeste do RS (Ivanir J. Coldebella)³¹, embora uma alcalinidade acima de 50 mg CaCO₃/L seja o ideal para passar o inverno (ARNHOLD, 2021; SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021). Alcalinidades de 400 a 500 mg CaCO₃/L, por meio de massivas aplicações de calcário, se mostraram benéficas para a criação de tilápias

³⁰ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

³¹ Em conversa por WhatsApp realizada no grupo “Rede Gaúcha de Aquicultura” em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

durante o período de inverno (HENRIQUES, 2020). Uma alta alcalinidade impede variações bruscas do pH da água (ARNHOLD, 2021), criando um ambiente mais estável, e que tem relação direta com a amônia tóxica, que aumenta quando o pH está alto (especialmente acima de 8), o que pode levar à mortalidade dos peixes (Rafael Lazzari)³².

Em situações urgentes, é possível aplicar cal ou calcário para aumentar a alcalinidade da água, mas o melhor é preparar o viveiro no início do ciclo para não ser necessário corrigir isso durante o período mais crítico do inverno (HENRIQUES, 2020).

O uso da cal hidratada possui uma vantagem por ser mais fácil de aplicar após o enchimento do viveiro, visto a menor quantidade necessária. A dose semanal de 5 a 20 g/m² de cal hidratada se mostra suficiente, mas deve-se ter cuidado com o valor da amônia, que não pode estar alto no momento da aplicação. O acompanhamento da qualidade da água é essencial para a realização desses procedimentos (ARNHOLD, 2021).

O monitoramento do pH da água pode ser feito com aparelhos portáteis que custam em torno de R\$ 1.500,00, embora se encontrem opções mais acessíveis como “aparelhos de bolso”, tiras ou kits colorimétricos, que também estão disponíveis para medição da alcalinidade e dureza da água (Andréa F. da Rocha)³³.

³² Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

³³ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

Turbidez

Outro aspecto em relação à qualidade da água que pode ser alterado é sua turbidez. Águas muito claras não favorecem seu aquecimento pelos raios solares, de forma que águas com menor transparência retêm mais calor dos raios solares (CECCARELLI; SENHORINI; VOLPATO, 2000). A turbidez mineral com concentrações de partículas sólidas em suspensão de até 80 mg/L não prejudicam o crescimento da maioria das espécies criadas. Acima desses níveis podem comprometer a integridade das brânquias e servir de porta de entrada de patógenos (ONO; KUBITZA, 2003). Importante frisar que a turbidez desejada é a promovida pelo fitoplâncton em suspensão na coluna d'água.

Águas com transparências próximas de 30 cm (medida pelo Disco de Secchi), devido à turbidez por fitoplâncton, também funcionam como promotor do aumento da temperatura do tanque. Além disso, protegem os peixes dos raios solares (evitando queimaduras aos peixes) e também sombreiam o fundo do tanque, evitando o surgimento de macrófitas aquáticas (o ideal é que a transparência da água oscile entre 30 e 60 cm).

Entretanto, como não é aconselhável adubar viveiros durante o inverno, mostra-se muito importante começar o manejo da produção de plâncton já no mês de abril (DIAS; MARUYAMA, 1998). Da mesma forma, a adubação de manutenção que estimula a produção de plâncton, utilizada principalmente no policultivo de carpas e tilápias, deve ser suspensa durante o inverno (COTRIM, 1995), sendo mais adequado preparar a água antes deste período de baixas temperaturas.

O monitoramento da turbidez da água pode ser feito com aparelhos portáteis que custam em torno de R\$ 3.500,00, custo um tanto elevado, mas que pode ser um investimento em pisciculturas superintensivas. Contudo, a transparência da água pode ser monitorada com um Disco de Secchi que custa em média R\$ 150,00 (Andréa F. da Rocha)³⁴.

Salinidade

Outro aspecto interessante é a alteração da salinidade da água, visto que a pré-aclimação da tilápia do Nilo (banho terapêutico) a uma salinidade próxima à isotonicidade (solução salina a 0,9% ou 9.000 g/m³), antes do início do inverno, pode melhorar sua tolerância ao frio (HASSAN *et al.*, 2013). O uso de sal durante o inverno também é interessante para os peixes aumentarem a produção de muco e a velocidade de cicatrização, o que acaba fortalecendo a proteção que a pele proporciona ao peixe (HENRIQUES, 2020), como também minimiza os problemas com nitrito, visto que ambas as substâncias competem pelos mesmos sítios de absorção nas brânquias (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

A dose recomendada de sal como um protetor para o frio é de 15 a 50 g/m³, devendo ser aplicada de 1 a 2 dias antes da entrada da frente fria (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021). Já para questões sanitárias, a dose é de 150 g/m² de lâmina d'água (aprox. 100 g/m³) para uso preventivo e de 200 g/m² (aprox. 135 g/m³) para uso curativo, devendo-se

³⁴ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

aplicar o mais rápido possível após a identificação de doenças (ARNHOLD, 2021). Uma salinidade maior, entre 5.000 e 10.000 g/m³, seria interessante para a tilápia durante o inverno, por mais que não seja um manejo viável na maioria das propriedades (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

Equipamentos portáteis multiparâmetros “de bolso” que medem salinidade, concentração de sólidos dissolvidos totais e a condutividade elétrica da água podem ser adquiridos por aproximadamente R\$ 800,00 (jul/2023), com opções mais acessíveis (Andréa F. da Rocha)³⁵.

Lodo nos viveiros

Nos momentos de baixa insolação ou à noite, por estar frio, a água mais “quente” do tanque se encontra nas camadas mais profundas (águas mais protegidas, que os peixes acabam buscando para melhorarem seu conforto térmico) e, caso o tanque esteja com excesso de matéria orgânica (presença de lodo), vai apresentar baixos níveis de oxigênio, inclusive podendo ocorrer zonas sem nenhum oxigênio (zonas anaeróbicas), prejudicando os peixes ainda mais neste período. Essa zona anaeróbica é a mais preocupante, pois além de não ter a presença de fitoplâncton realizando fotossíntese durante o dia, ainda acumula matéria orgânica em decomposição, gerando compostos tóxicos aos peixes, podendo também hospedar microrganismos potencialmente patogênicos (KUBITZA, 2015).

³⁵ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

Durante o dia com sol, no inverno, os peixes buscam a superfície, pois a água superficial está mais quente (Rafael Lazzari)³⁶. Esta estratificação, que impede a homogeneização da água, promove ainda mais esta separação de camadas, criando um ambiente muito inadequado no fundo do viveiro, que deve ser melhorado com o somatório das ações para minimizar esses problemas (baixa carga orgânica, ração de qualidade, arrazoamento com quantidades adequadas, quebra da estratificação da água com uso de aeradores, troca de água que permita a manutenção da temperatura da água, boa alcalinidade e uso de biorremediadores) (ARNHOLD, 2021).

Em tanques com grande quantidade de matéria orgânica, o uso de biorremediadores (probióticos) é uma ferramenta que pode melhorar significativamente a qualidade da água (CAVALLI *et al.*, 2021). Entretanto, o manejo de limpeza do lodo é muito importante, pois não faz sentido o uso de biorremediadores em tanques que nunca foram limpos (ARNHOLD, 2021). Estar com o viveiro limpo no início da fase de engorda, logo antes de iniciar o frio, propicia um viveiro com pouca matéria orgânica no fundo, dando mais condições para que os peixes passem bem pelo inverno e abrindo possibilidade de um bom crescimento dos peixes na saída do inverno (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

A baixa concentração de oxigênio nesta camada mais profunda se dá muito mais pela degradação da matéria orgânica por microrganismos que consomem oxigênio, presentes no lodo no fundo do tanque, do que pelo próprio

³⁶ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

peixe, de modo que entrar no inverno com baixa carga orgânica e manter ela baixa durante o inverno é uma ótima estratégia para se passar o inverno com mais segurança (Marco A. Rotta)³⁷.

Aqui o planejamento é novamente determinante, pois o que foi produzido antes do inverno vai permanecer no tanque (BITTENCOURT *et al.*, 2021). Na primavera, este excesso de matéria orgânica do fundo será mineralizado rapidamente assim que as temperaturas começarem a subir e os nutrientes liberados neste processo estiverem disponíveis para serem utilizados pelo fitoplâncton, podendo gerar uma brusca redução na transparência da água e influenciar negativamente a produção (URBINATI; CARNEIRO, 2004).

É importante ressaltar que o fornecimento excessivo de alimento durante o período de inverno deve ser evitado para que não haja acúmulo de matéria orgânica no fundo do viveiro (URBINATI; CARNEIRO, 2004), o que pode levar a uma redução dos níveis de OD. Foi observado que, em condições de inverno e em sistemas que possuem alta carga orgânica (por exemplo, um sistema consorciado com suínos), a tilápia apresentou altas concentrações de glóbulos vermelhos, possivelmente para compensar as baixas concentrações de oxigênio dissolvido que ocorreram no mesmo período (JERÔNIMO *et al.*, 2011).

³⁷ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

3.3 Disponibilidade de água

Além das questões de qualidade da água, que são mais comuns de ser apresentadas e discutidas, a disponibilidade de água durante o inverno vem ganhando relevância devido as frequentes estiagens, e deve ser analisada e levada em conta para o planejamento da produção. Em momentos de baixa precipitação durante o inverno, a troca de água fica dificultada (ARNHOLD, 2021), além de alcançar temperaturas ainda mais baixas, visto seu baixo volume/vazão (Ivanir J. Coldebella)³⁸. Essas situações devem ser levadas em conta no planejamento da criação durante o inverno, principalmente em relação à biomassa (diretamente relacionada à densidade de estocagem).

Situações de baixa precipitação e seca antes ou durante o inverno vem ocorrendo no sul do Brasil de forma cíclica, conforme a ocorrência do fenômeno La Niña (BORENSTEIN, 2023; INPE; CPTEC, 2023), e prejudicam muito o manejo (ARNHOLD, 2021). Em SC, nos períodos de seca durante o inverno, houve problemas em manter os tanques cheios, o que piorou ainda mais as consequências do frio na criação dos peixes (KOVALSKI, 2021). Este mesmo fato impactou a piscicultura do RS e SC no inverno de 2022, com o agravante de ser o segundo ano consecutivo de seca (Rafael Lazzari)³⁹.

Quando há restrição hídrica antes do inverno, se promove uma diminuição da taxa de alimentação para

³⁸ Em conversa por WhatsApp realizada no grupo “Rede Gaúcha de Aquicultura” em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

³⁹ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

compensar essa baixa troca de água nos viveiros, o que acaba diminuindo ainda mais o consumo e impossibilita que os peixes criem as condições orgânicas adequadas para passarem o inverno. Essa condição prejudica ainda mais a resistência dos peixes nos períodos de frio intenso (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020).

Da mesma forma, o excesso de chuvas também é prejudicial. Uma troca exagerada de água pode impedir a manutenção da temperatura como também “lavar” o tanque, retirando o fitoplâncton (responsável pela produção de oxigênio e que ajuda no aquecimento da água), deixando a água cristalina. Na pior das hipóteses, em tanques situados nas planícies dos rios ou abaixo de açudes/barragens, a chuva em excesso pode causar danos irreparáveis à produção, como aquelas promovidas por enchentes ou rompimento de diques.

Como exemplo, os territórios do sul do MS sofreram com as chuvas em 2016, devido à ocorrência do fenômeno El Niño no clima (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016). Os rios aumentaram seus níveis, causando enchentes e danos à estrutura dos tanques, liberando milhares de peixes para os rios e, em alguns casos, resultando em perdas de 70% da produção (LIRA, 2016).

Ainda, chuvas intensas podem causar revolvimento do material do fundo do tanque ou trazer águas barrentas de outros cursos de água, causando uma queda brusca na concentração de oxigênio dissolvido dos tanques de

piscicultura, podendo resultar em grandes mortalidades de peixes (Andréa F. da Rocha)⁴⁰.

A fonte de água é outro aspecto que deve ser levado em consideração. Não só quanto à disponibilidade de água de poço, que pode amenizar muito os momentos de seca, como também pode ser uma alternativa para minimizar perdas durante os momentos mais frios. Como a água de poço geralmente possui uma temperatura próxima dos 22 °C é possível bombear esta água mais “quente” para a área mais profunda do tanque, criando uma região com um conforto térmico maior, a qual será percebida pelos peixes (a exemplo do que ocorre em tanques onde há falta de oxigênio e em algum ponto há entrada de água com maiores níveis de oxigênio dissolvido, criando uma concentração de peixes naquela área) (Marco A. Rotta)⁴¹.

4 MANEJO GERAL

As operações de manejo geral englobam procedimentos relacionados ao manuseio dos peixes, alimentação, reprodução e sanidade, nos quais se buscou apresentar como são influenciados pela temperatura.

⁴⁰ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

⁴¹ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

Aqui vale lembrar que, em ordem de importância e de forma aditiva, os objetivos do planejamento e manejo da piscicultura para o inverno são:

1. Manter os peixes vivos;
2. Manter a sanidade dos peixes;
3. Manter o bem-estar dos peixes;
4. Otimizar o peso corporal dos peixes:
 - a) Perder pouco peso, ou;
 - b) Não perder peso, ou;
 - c) Ganhar peso.

Temos que levar isso em consideração para que o somatório dos ajustes a serem implementados para a passagem do inverno alcance os resultados pretendidos.

Ademais, o treinamento da equipe é essencial. Com processos bem definidos (preferencialmente escritos em protocolos ou procedimentos operacionais padrão - POPs), para que possam ser repassados à equipe de forma consistente e clara, permite um melhor entendimento dos procedimentos, menor ocorrência de erros e, por fim, diminuem o risco de perdas durante o inverno.

4.1 Previsão de crescimento

É possível, com a experiência e acompanhamento da criação ao longo dos invernos, criar curvas de crescimento que servirão de referência para o planejamento de ciclos futuros, os quais poderiam ser iniciados com diferentes tamanhos de peixe na entrada do inverno. Nesta situação, o uso de peixes com peso acima de 32 g (juvenis) parece ser mais adequado (HEIN, 2006).

Na Figura 6 podemos ver as curvas de crescimento de três linhagens diferentes de tilápia em três temperaturas

diferentes de criação, mostrando que a tilápia pode ter um bom crescimento em temperatura subótima (entre 22 e 24 °C) (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021). Este exemplo serve para enfatizar que as respostas das linhagens são distintas, como também as curvas variam conforme a temperatura. Numa condição de campo, com o piscicultor ciente destas alterações durante o inverno e com uma curva de crescimento ajustada para sua condição e linhagem, é possível minimizar a ineficiência durante este período, que está relacionada ao crescimento, mortalidade e uso de insumos (principalmente ração).

Em 205 dias de produção (em torno de 7 meses), o crescimento médio para tilápia é de 1 kg quando todo o período de criação é realizado dentro da zona de conforto térmico (próxima de 28 °C). Numa condição de 22 °C de temperatura durante todo o ciclo, este crescimento cai pela metade. Assim, quanto mais rigoroso e extenso for o inverno, maior será o tempo necessário para que o peixe atinja o tamanho comercial (UMEZU, 2020).

Com a água na temperatura de 22 °C, o crescimento de tilápias das linhagens GIFT e Supreme foi semelhante e superior ao crescimento da linhagem Vermelha (SANTOS; MARECO; SILVA, 2013). A linhagem GIFT parece ter menor tolerância ao frio e apresenta melhor desempenho em condições de temperatura mais baixa quando comparada às outras linhagens de tilápia (MOSES *et al.*, 2021).

Assim, o período de inverno acaba por “misturar” essas curvas de crescimento, inserindo parte de um desempenho pior (3-4 meses com baixas temperaturas) dentro de uma curva com desempenho melhor (3-4 meses com temperatura dentro do conforto térmico), conforme o período e severidade do inverno de cada ano e de cada

região (UMEZU, 2020). Portanto, quanto mais rigoroso e extenso for o inverno, maior será a perda de crescimento, visto o maior período com indicadores piores dentro da curva total de crescimento.

Logo, devido ao inverno, o piscicultor não consegue obter mais do que 1,5 safras por ano para a tilápia no Paraná (HERMES, 2009). Situações como essa certamente serão vistas no Rio Grande do Sul, porém podendo alcançar valores mais restritos, como somente uma safra/ano para esta espécie (ARNHOLD, 2021). Atualmente, é comum nos estados do sul usar esta estratégia de realizar somente uma safra, alojando no final de inverno/início de primavera e despescando na entrada do inverno, principalmente nos locais mais frios do sul (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

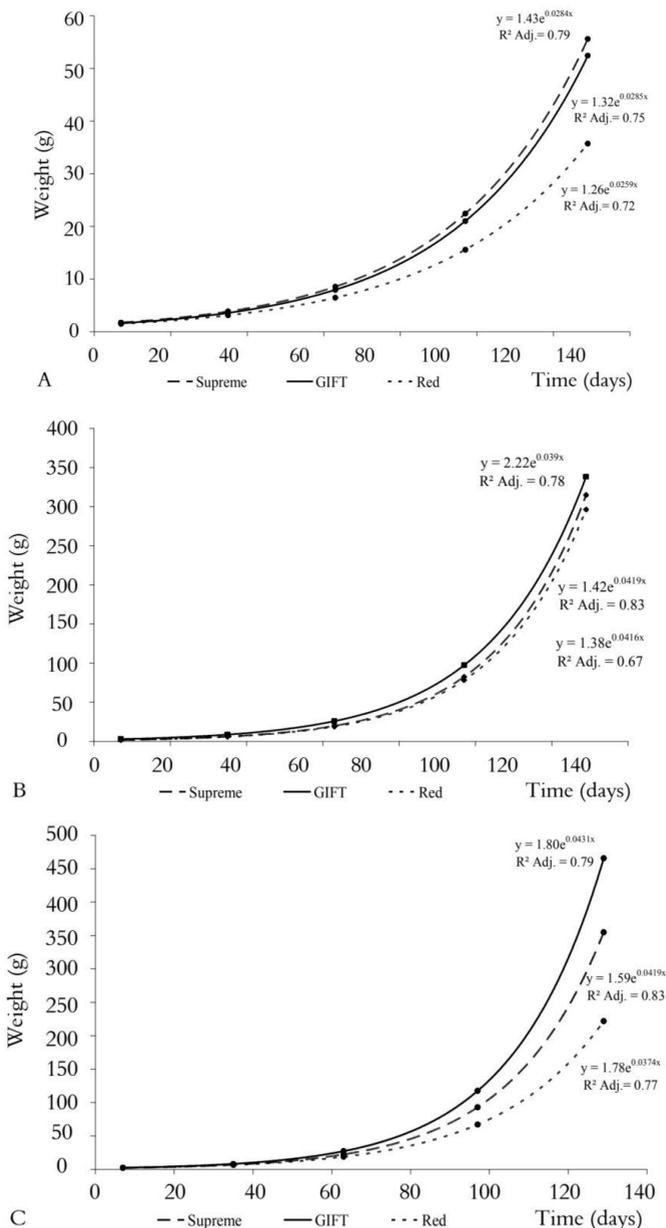


Figura 6. Crescimento exponencial de linhagens de tilápia do Nilo em diferentes temperaturas da água de criação.

Fonte: SANTOS; MARECO e SILVA (2013).

4.2 Operações de manejo

Para evitar mortalidades, é muito importante tentar antecipar os possíveis problemas que os peixes sensíveis às baixas temperaturas possam apresentar. De forma geral, durante os dias mais frios e/ou nebulosos do inverno, não é recomendável manejar os peixes, evitando-se realizar povoamento, despesca, biometria, transporte, etc., visto que essas atividades modificam as condições da água, o metabolismo e a fisiologia do peixe, estressando os animais e diminuindo sua resistência (BARRETO, 2001; SILVA, 2022).

Nos casos em que práticas de manejo sejam necessárias para passar o inverno, estas devem ser planejadas e executadas com antecedência, antes da chegada do frio. Dessa forma, é importante consultar as previsões climáticas para que no dia do manejo os peixes não sejam submetidos a mais fatores estressantes além dos resultantes das baixas temperaturas (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016).

Observar a qualidade da água e a variação de temperatura do tanque é fundamental para tomadas de decisões de manejo. Evitar qualquer manejo com temperatura da água abaixo de 20-18 °C, principalmente se está previsto queda de temperatura (frente fria) nas duas semanas seguintes (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021; SILVA, 2022).

Quando o peixe se mostra saudável, sem perda de escamas ou escurecimento da pele, pode ser feita a biometria sem maiores problemas. Porém, quando se nota que o animal está debilitado, a biometria não deve ser realizada (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020). Contudo, não é a biometria que se faz em pontos isolados do viveiro (geralmente com o

uso de tarrafa que não emalha) que vai desencadear um problema em todo o tanque (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020).

Nestas biometrias, é aconselhável coletar pelo menos 40 peixes para que se possa ter uma boa noção do seu tamanho e, conseqüentemente, de seu crescimento (SILVA; MARCHIORI, 2018). Quando necessário, é preferível que o arrasto de rede seja realizado antes da chegada do frio, evitando que os peixes sejam submetidos a outros fatores estressantes além dos naturalmente resultantes da baixa temperatura (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016).

Dessa forma, o que não se deve fazer é passar rede de arrasto no viveiro para coletar os peixes (que mistura a água do fundo com a de cima, e que também suspende a matéria orgânica depositada no lodo), pois isso sim mudaria muito o ambiente, certamente diminuindo o nível de OD, podendo trazer conseqüências graves conforme as condições da água e a quantidade de matéria orgânica no fundo do viveiro. Qualquer queda de qualidade de água também pode prejudicar os animais que já se encontram debilitados e que não foram capturados na biometria (Marco A. Rotta)⁴².

Biometrias realizadas durante o inverno podem possuir maior erro amostral que o usual, visto que capturam um grupo pequeno de peixes, o que pode gerar um peso médio muito diferente do peso médio do lote do tanque, resultando em erros de arraçamento, uma vez que o cálculo da ração está baseado na biomassa do tanque (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020). Mesmo com a possibilidade de ocorrer este problema,

⁴² Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

capturar muitos animais nas biometrias durante o inverno não é, também, o melhor procedimento.

Uma forma de evitar esses erros e que já foi mencionada é a criação de curvas de crescimento específicas dos períodos de inverno, as quais podem ser utilizadas para verificar se o que está sendo mensurado no tanque pela biometria corresponde ao histórico da espécie nos anos anteriores, permitindo ajustes que diminuem a possibilidade de um excesso ou falta de ração no período de inverno (Marco A. Rotta)⁴³. Ou seja, há necessidade de controle dos números da piscicultura por parte do produtor e, com eles, será possível realizar previsões conforme o histórico de produção da propriedade (ARNHOLD, 2021).

Também não se deve realizar manejo na saída do inverno, pois o peixe ainda está debilitado e vai sentir as mudanças no ambiente e no organismo. Somente é indicado iniciar as atividades de manejo após a temperatura da água se manter por 30 dias na casa dos 22-24 °C, permitindo que os peixes reestabeleçam parte de seus mecanismos imunológicos de defesa, tolerando, a partir daí, o manuseio da despesca, transporte e estocagem nos viveiros (KUBITZA, 2006).

É importante esperar por esse período de pelo menos 30 dias com temperaturas acima de 22 °C, que propicia um ambiente para que tenham uma boa alimentação antes de realizar qualquer manejo, de forma que o peixe esteja preparado e o ambiente mais estável, principalmente para juvenis, evitando situações de alta variação da temperatura da

⁴³ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

água (comuns na entrada da primavera) que também pode levar à ocorrência de doenças (HEIN; BRIANESE, 2004; UMEZU, 2020).

Alojamento

O recomendado é alojar os alevinos no máximo até a segunda quinzena de abril, sempre retirando os peixes do berçário antes do inverno. Os alojamentos também dependem da demanda dos abatedouros, levando os produtores a alojarem em diferentes períodos do ano, mas que terá restrições durante o período de inverno (Rafael Lazzari)⁴⁴. Entretanto, os frigoríficos precisam de matéria prima durante todo o ano, logo, não se pode ter tilápia somente nos meses quentes. É normal diminuir a disponibilidade no inverno, mas não pode cessar esse fornecimento. Com o manejo e qualidade de água adequada, pode-se minimizar isso e ainda manter qualidade e rendimento de filé de tilápia, mas isso exige do produtor um planejamento (ARNHOLD, 2021).

Lotes de alevinos que permanecem muito tempo em temperaturas baixas tendem à desuniformidade, o que traz prejuízo e dificuldades para as próximas fases. Tentar diminuir esse tempo e a desuniformidade do lote são fatores importantes para o desempenho na saída do inverno. Este maior período com um tamanho menor (alevino/juvenil) também aumenta o tempo de exposição aos predadores, facilitando o ataque de aves e morcegos, aumentando a perda

⁴⁴ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

de animais (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020; SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

Outra recomendação importante diz respeito à idade dos animais na estocagem, sendo ideal entrar no inverno com peixes juvenis, de forma que os peixes só devem ser colocados nos viveiros até meados de maio (BARRETO, 2001). A utilização de juvenis de tilápia (>32 g) para passar o inverno, os quais alcançam maiores sobrevivências, baixos investimentos e menores riscos, para posterior povoamento em viveiros de engorda, apresenta bons resultados (HEIN, 2006).

Peixes menores tem menor tolerância ao frio (BITTENCOURT *et al.*, 2021). Outra estratégia é entrar no inverno com animais ainda maiores. Neste caso, 30 a 45 dias antes de iniciar o frio, transferir os juvenis para os viveiros de engorda, possibilitando um crescimento para chegarem a 200-300 gramas antes do frio em um viveiro com pouca matéria orgânica no fundo, dando mais condições para passarem bem o inverno e abrindo a possibilidade de um bom crescimento na saída do inverno (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

No Paraná, esse procedimento de passar o inverno com juvenis tornou-se uma necessidade e vem sendo difundida pela extensão rural e adotada pelos piscicultores (HEIN, 2006), pois:

- Induz à realização de mudanças de manejo e maiores cuidados no período de inverno;
- Evita a aquisição de alevinos após o mês de abril, devido ao alto risco de mortalidade no inverno;
- Antecipa o final da engorda em até três meses com povoamento de juvenis após o inverno.

Quanto à retomada do crescimento após o inverno, esse pode ser bem significativo, podendo ser visto como um crescimento compensatório. A resposta deste peixe vai depender muito de como foi esse processo durante o inverno, da questão das reservas que foram ou não utilizadas, da sua condição corporal na entrada da primavera e da qualidade de água que possui para expressar seu crescimento, de forma que há casos onde ele ocorre e promove bons índices de desempenho na retomada de seu crescimento (Rafael Lazzari)⁴⁵, inclusive em alguns casos apresentando conversões alimentares menores (ARNHOLD, 2021). Entretanto, apostar neste crescimento compensatório após o inverno pode não valer a pena (HENRIQUES, 2020).

Transporte

Antes do transporte, após o inverno, os animais devem ser avaliados para saber se possuem resistência adequada para este manejo. Um bom indicativo pode ser obtido pela avaliação do muco do peixe (que recobre as escamas), de forma que se estiver com uma boa camada desta substância, possui grandes chances de estar em condições para o transporte, visto sua maior resistência orgânica (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020).

Caso o peixe se comporte de maneira estranha (nadar erratically, boiar, etc.) no início do processo de acondicionamento na caixa de transporte ou saco de transporte, este deve ser interrompido e os peixes mantidos

⁴⁵ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

nos viveiros por mais 15-20 dias com ração adequada para a saída do inverno, geralmente fortificada com vitaminas e maior quantidade/qualidade de proteína (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020).

Nas operações de transporte, tanto no verão quanto àquelas em condições mais frias (entrada ou saída do inverno), se aconselha o uso de sal na água de transporte na quantidade de 6 a 8 g/L (solução salina entre 0,6% e 0,8%), devendo esta prática ser incorporada à rotina da piscicultura (KUBITZA, 2006).

O jejum antes do transporte (de pelo menos 1 dia) continua sendo fundamental para aumentar a sobrevivência dos peixes após essa etapa, pois diminui a ocorrência de infecções bacterianas após o transporte devido à redução na carga orgânica (fezes) e compostos nitrogenados provenientes da excreção dos peixes na água (KUBITZA, 2006). Também é comum que peixes que não passaram por um período adequado de jejum antes do processo de transporte regurgitem quantidades de ração ingerida na água, especialmente devido ao estresse causado pela manipulação, prejudicando ainda mais a qualidade da água para o transporte (Andréa F. da Rocha)⁴⁶.

Caso não seja possível realizar o jejum efetivo, comum no manejo de peixes filtradores como as tilápias e carpas cabeça-grande, é adequado trocar a água duas a três vezes em até uma hora após finalizado o carregamento nas caixas de transporte, eliminando-se, assim, o máximo possível de fezes e outros resíduos (KUBITZA, 2006).

⁴⁶ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

4.3 Nutrição e alimentação

As rações adquiridas para o inverno devem ser armazenadas em local seco e bem ventilado, em um ambiente com temperatura amena e livre dos raios solares, assim como de insetos e outros animais. É recomendado o uso de um estrado ripado para que as rações não entrem em contato direto com o chão, evitando prejuízos devido à umidade. O arranjo das pilhas de sacos de ração deve favorecer uma boa circulação de ar entre as mesmas, sendo fundamental manter o controle das datas e quantidades de ração recebidas dos fornecedores, de forma que os primeiros produtos que chegam devem ser os primeiros a serem utilizados na alimentação, não devendo ser estocados por três meses durante o inverno (KUBITZA, 1999).

Jejum

A maior consequência que o frio causa ao peixe é a diminuição do seu metabolismo, reduzindo sua necessidade de locomoção e alimentação, pois seus processos metabólicos como respiração, digestão e excreção, diminuem. Isso faz com que os peixes tenham menos fome e se alimentem com menor frequência, ou até mesmo parem de se alimentar. Neste cenário, torna-se necessário o uso de alimentos com grande qualidade para garantir não só a manutenção e o ganho de peso, como também o estímulo ao sistema imune, minimizando problemas de saúde (principalmente aumentando resistência às bactérias).

Nos ambientes de piscicultura, esse jejum acaba sendo prejudicial à produção, pois torna o crescimento dos peixes muito lento ou nulo (ONAKA; SOUZA, 2020).

Entretanto, este jejum durante o período mais frio é natural, logo, o peixe não sofre pela falta de alimento como os animais homeotermos (de sangue quente), visto que seu organismo não está exigindo nutrientes devido ao baixo metabolismo (BITTENCOURT *et al.*, 2021). Assim, o produtor não precisa ficar preocupado com esta falta de apetite do peixe. Não é positivo do ponto de vista da produção, mas faz parte do processo de se produzir em regiões mais frias.

Gordura visceral

Devido a esta mudança do metabolismo durante o período de frio, a tilápia acumula mais gordura visceral no inverno (HENRIQUES, 2020), o que pode ser evitado ou minimizado fazendo uso de ração de boa qualidade e nutrição balanceada (UMEZU, 2020). No período de outono, onde as temperaturas no RS já começam a reduzir, é importante ter o cuidado de não ofertar ração em excesso, pois neste período já pode ser transformada em gordura visceral (UMEZU, 2020).

Entretanto, iniciar o inverno com um pouco de gordura visceral também parece ser um manejo interessante, podendo passar pelo inverno, período de menor consumo de ração, de forma mais segura, visto suas reservas energéticas (ARNHOLD, 2021), minimizando de certa forma o baixo consumo de ração (HERMES; WILLEMANN, 2022). No caso da tilápia, quando bem manejada e alimentada durante o inverno (sem perder peso e com algum acúmulo de gordura visceral), pode apresentar um ganho compensatório na saída do inverno (ARNHOLD, 2021).

Ração fortificada

Rações para os períodos de inverno podem ser formuladas de modo a aumentar a concentração, qualidade e proporção dos nutrientes (aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas, minerais) e energia, para compensar, em parte, o menor consumo de alimento promovido pela baixa temperatura da água (KUBITZA, 1999; SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021). Este consumo mínimo de ração no inverno faz diferença, pois se os peixes comem um bom alimento (denso nutricionalmente, energético, digestível e com reforço de nutrientes), mesmo que em pouca quantidade, podem crescer (mesmo que somente um pouco), melhorando os índices de produção de forma geral (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

Uma ração boa geralmente possui um maior custo, porém gera maior margem de lucro do que uma ração de qualidade inferior e barata, como também faz crescer mais rápido o peixe. Logo, o custo de ração tem que ser analisado em relação ao resultado que proporciona ao peixe (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021). Outras vantagens do uso de rações de boa qualidade para preparar o peixe para o inverno são um melhor preparo do sistema imune e diminuição da produção de dejetos (KUBITZA, 2010; 2019; UMEZU, 2020).

É importante melhorar a nutrição dos peixes 30 dias antes da chegada do inverno (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021) e pelo menos 20 dias depois do final do inverno (UMEZU, 2020), que inicia usualmente em maio no sul do país (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020). A ração para inverno deve ser especial (conhecida como fortificada), pois para períodos de desafio o peixe necessita de proteína de

melhor qualidade (alta digestibilidade) e quantidade (maior% de proteína bruta-PB) (HENRIQUES, 2020; MALAVAZI; ARNHOLD, 2020; ZARDO, 2020c). Usar rações com péletes de menores diâmetros também favorece a digestão, podendo também se pensar no uso de enzimas para potencializar ainda mais o aproveitamento do alimento ingerido (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

Rações com 32% de PB geram melhores resultados na fase de engorda da tilápia durante o inverno (AYROZA, 2009). O aumento da quantidade de extrato etéreo ou gordura (8-10% da matéria seca) na ração também melhora as condições fisiológicas da tilápia para enfrentar melhor o inverno (FALCON *et al.*, 2007; ARNHOLD, 2021).

A alteração da quantidade e perfil lipídico da ração (principalmente ácidos graxos n-3) pode ser um fator chave na resposta fisiológica da tilápia ao frio. Dessa forma, as dietas devem conter fontes de lipídios ricas em ácidos graxos poliinsaturados tipo n-3 LC-PUFA, geralmente encontrados no óleo ou farinha de peixe oriundo do mar. De outro modo, o excesso de ácidos graxos saturados na dieta causam na tilápia uma grande perda no desempenho, devendo ser evitado (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

Aditivos

O maior aporte de vitaminas (principalmente as Vitaminas C e E), e de aditivos que reforçam o sistema imunológico como, por exemplo, os prebióticos e probióticos (HENRIQUES, 2020; MALAVAZI; ARNHOLD, 2020; ZARDO, 2020c), melhoram a condição corporal dos peixes para passarem o inverno.

O uso de imunostimulantes pode aumentar a sobrevivência dos peixes, especialmente durante o estresse do inverno (JOHN *et al.*, 2007), inclusive ácidos orgânicos e aminoácidos (USHIZIMA *et al.*, 2021). O selênio também pode ser usado como promotor da produção de muco, que é uma barreira imunológica muito importante para o peixe (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

A suplementação de vitamina C, além de ser usada no período de inverno, também é utilizada no tratamento de peixes doentes ou sob estresse (KUBITZA; KUBITZA, 2000b), e inclusive aumenta a sobrevivência pós-transporte na saída do inverno (KUBITZA, 2006).

O alho (princípio ativo alicina) também pode ser utilizado como aditivo em rações para peixes, especialmente devido à sua ação imunomoduladora (FALL; NDONG, 2011). A inclusão de 3% de alho nas rações melhora a sobrevivência de juvenis de tilápia-do-Nilo, além de apresentarem maior resistência à bactéria *Aeromonas hydrophila* tanto ao final do verão quanto ao final do inverno (ALY; MOHAMED, 2010). A adição de 1% de alho “in natura” na ração de alevinos de tilápia por pelo menos 30 dias promove maior sobrevivência, resistência a doenças e maior tempo de prateleira dos filés (ALY; ATTI; MOHAMED, 2008), como também promove a resistência à bactéria *Streptococcus iniae* (FOYSAL *et al.*, 2019).

Conversão alimentar

É possível avaliar a diminuição de desempenho do peixe pela sua taxa de conversão alimentar aparente (CAA). Uma conversão alimentar aceitável para a tilápia em sistema semi-intensivo é de 1,35:1,00, ou seja, 1,35 kg de ração irá

produzir 1,0 kg de peixe. Quanto maior a densidade, maior a CAA, que pode ser acima de 1,5 para a tilápia em altas densidades. Em densidades próximas de 4 peixes/m² a tilápia alcança uma CAA de 1,4 kg de ração/kg de peixe (HENRIQUES, 2020). Estes valores dependem muito de cada sistema, além da qualidade da ração ofertada, do correto manejo alimentar (taxa de arraçoamento e correta distribuição no tanque), da qualidade da água e da quantidade de fitoplâncton presente no viveiro (Rafael Lazzari)⁴⁷.

Na maioria dos peixes brasileiros, uma melhor CAA ocorre quando a temperatura da água está entre 26 e 28 °C (UMEZU, 2020). Em temperaturas abaixo desta faixa, a CAA piora, podendo aumentar em 70% a necessidade de ração de tilápias para ganharem o mesmo peso de quando criadas em temperaturas entre 16 e 18 °C, como pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3. Variação da conversão alimentar da tilápia conforme a temperatura da água durante a criação.

Temperatura (°C)	Perda de eficiência	Taxa de correção na CAA
28-26	-/-	1,00
26-24	5%	1,05
24-22	10%	1,10
22-20	25%	1,25
20-18	40%	1,40
18-16	70%	1,70

Fonte: UMEZU (2020).

⁴⁷ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

Horários e procedimentos

O horário da alimentação deve coincidir com o período de maior temperatura da água, como também o de maior disponibilidade de oxigênio no tanque. Dessa forma, é importante iniciar a alimentação pelo menos 30 minutos depois de se ligar a aeração nos tanques de criação.

É normal que, durante os períodos mais frios, os peixes se mostrem mais lentos na busca pelo alimento, de forma que o tratador deve estar atento a esta mudança de comportamento. mesmo comendo pouco, este consumo é importante para que o peixe tenha um pouco mais de energia e outros nutrientes para suportar períodos de frio intenso (MALVAZI; ARNHOLD, 2020). O tratador deve ter extremo cuidado para alimentar os peixes evitando que haja sobras de ração (Ivanir J. Coldebella)⁴⁸, sendo essencial o ajuste da taxa de arraçamento (quantidade de alimento fornecida ao dia) quando ocorre a diminuição da temperatura (BALDISSEROTTO, 2002). Aliado a isso, o tratador deve ser bem treinado para observar se os peixes estão consumindo ou não o alimento fornecido, melhorando sua percepção quanto ao apetite dos peixes, que pode ser reduzido consideravelmente nesta época (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016).

Em pisciculturas que usam alimentador mecânico automático, o cuidado deve ser redobrado, visto que se faz necessário o constante ajuste da taxa de distribuição de ração. Como as mudanças climáticas são rápidas, os ajustes

⁴⁸ Em conversa por WhatsApp realizada no grupo “Rede Gaúcha de Aquicultura” em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

devem ser realizados da mesma forma (ZARDO, 2020b), como também um acompanhamento visual do momento de acionamento para verificar se a quantidade de ração lançada está sendo consumida pelos peixes. Estes equipamentos podem, em alguns casos, ser desligados nos meses do ano com frio mais intenso, sendo utilizado neste período o tratamento manual, que é favorecido pela menor quantidade de ração a ser ofertada pelos peixes (Marco A. Rotta)⁴⁹. Também há possibilidade de manter o uso do alimentador mecânico, mas acioná-lo manualmente e não de forma automática, pois o tratador estará atento às respostas dos peixes e manterá o equipamento ligado somente pelo período que se mostrar necessário (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020; ARNHOLD, 2021).

Após 40 minutos da alimentação, ocorre o pico de consumo de oxigênio devido aos processos digestivos. Uma saturação mínima de 60% de oxigênio na água parece ser adequada para promover uma boa utilização da ração (ONO; KUBITZA, 2003). Sem a quantidade adequada de oxigênio dissolvido na água, o processo de digestão é comprometido e pode ocasionar processos inflamatórios no trato gastrointestinal (TGI), levando, inclusive, à morte de peixes devido à fermentação da ração no TGI dos peixes. Isso pode ocorrer devido ao tempo de passagem do bolo alimentar no TGI, que é maior em temperaturas mais baixas, podendo levar até 20 horas quando a água está entre 18 e 20 °C (HENRIQUES, 2020). Logo, o processo mais intenso de digestão deve ocorrer ainda com a temperatura da água mais

⁴⁹ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

alta. Sem essa condição, não haverá absorção dos nutrientes e os mesmos serão desperdiçados nas fezes, prejudicando ainda mais a qualidade da água no período de frio (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

Dessa forma, tratar os peixes cedo da manhã é inadequado, pois a água não tem oxigênio suficiente para suportar a digestão dos peixes (HENRIQUES, 2020) nem temperatura para suportar uma boa ingestão e digestão (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

Essas restrições criam um impasse no manejo da alimentação, pois são três atividades sequenciais que deveriam ser realizadas ao mesmo tempo, o que não é possível:

- Aumento do OD do tanque (pelo menos 30 minutos antes do arraçoamento), ideal na hora mais quente do dia;
- Arraçoamento dos peixes, ideal na hora mais quente do dia;
- Digestão dos peixes, ideal na hora mais quente do dia;

Assim, uma sugestão para ajustar todos esses momentos em uma sequência possível de ser executada, seria (Marco A. Rotta)⁵⁰:

- Prever a hora mais quente do dia de acordo com histórico recente;

⁵⁰ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2022 sobre manejo da piscicultura no inverno.

- Uma hora e meia antes da hora mais quente, iniciar a aeração, caso a água esteja com OD abaixo de 4 mg/L (ou abaixo de 60% de saturação de oxigênio);
- Uma hora antes da hora mais quente iniciar o arraçoamento.

Quantidades

Na rotina diária da alimentação, dois fatores externos possuem um efeito importante no crescimento e sua eficiência, que são a temperatura da água e a taxa de arraçoamento (SMITH, 1982). As taxas de arraçoamento devem ser de acordo com as recomendações para a espécie criada e de acordo com a temperatura da água. Aliado a isso, o tratador deve ser bem capacitado para observar se os peixes estão consumindo o alimento fornecido, para evitar perdas e deterioração da qualidade da água por excesso de ração (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016).

Durante o inverno, a ração deve ser fornecida em somente um trato por dia. Neste período, a taxa de arraçoamento da tilápia (juvenil ou adulta) deve ser de 1% da biomassa ou até menos (HENRIQUES, 2020; ZARDO, 2020b). Em 20 minutos os peixes devem ter consumido toda a ração. Se demorarem mais tempo que isso a quantidade de ração está sendo demasiada (HENRIQUES, 2020; ZARDO, 2020b). Lembrar que no frio os peixes demoram a responder, então deve-se oferecer um pouco de ração e esperar eles chegarem para então continuar distribuindo a ração (ARNHOLD, 2021).

Uma taxa de arraçoamento de no máximo 1% do peso vivo/dia durante o inverno, quando do uso de rações fortificadas, parece ser adequada para manter as reservas

orgânicas dos peixes. Também evita a sobra de ração, o que afetaria a qualidade da água, e um possível acúmulo de gordura visceral por ser fortificada (maior nível de proteína e energia digestível), o que poderia prejudicar o desempenho zootécnico. Quando a temperatura aumenta de forma a ser necessário dar mais de 1% de peso vivo/dia, pode ser necessário mudar para as rações usuais para a fase de criação de cada tanque, de modo a evitar um custo muito elevado com ração fortificada (MALVAZI; ARNHOLD, 2020).

A temperatura ótima para o crescimento dos peixes se encontra, de forma geral, logo abaixo da temperatura em que ocorre a máxima ingestão de alimento pelos peixes (BALDISSEROTTO, 2002). Em temperaturas abaixo de 20 °C, o apetite fica extremamente reduzido e aumenta os riscos de doenças (KUBITZA; KUBITZA, 2000a). A ração deve ser ofertada com cuidado quando a temperatura da água estiver abaixo de 18 °C (UMEZU, 2020) e, abaixo de 15-14 °C, cessar totalmente o fornecimento, pois o consumo de ração pelas tilápias é drasticamente reduzido (FRASCA-SCORVO *et al.*, 2018; SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

Assim, a taxa de arraçoamento indicada para a tilápia varia conforme a temperatura da água (Tabela 4), devendo ser ajustada diariamente UMEZU (2020). Já para alevinos de tilápia menores de 1,0 g (por ex., com 3,5 cm e 0,8 g) a taxa de arraçoamento indicada para a temperatura de 23 °C é de 11,5% ao dia (MARQUES *et al.*, 2003).

Deve ser dada atenção quando se inicia o aumento da temperatura (saída do inverno), o qual promove um aumento no apetite dos peixes. Caso estes peixes não estejam fisiologicamente bem, um excesso de ração pode levar à congestão e até mesmo mortalidade dos animais. Importante ajustar a taxa de arraçoamento nesta fase de aumento de

temperatura de forma gradual, fazendo com que os peixes se acostumem com um bolo alimentar mais volumoso, como também permita a recuperação de suas reservas para promover uma digestão mais eficiente desta ração que está sendo ingerida cada vez em maior quantidade (ALENCAR; FUZIKI, 2021).

Tabela 4. Taxa de arraçoamento indicada para a tilápia conforme a temperatura da água e peso do peixe.

CONSUMO DE RAÇÃO VS PESO VS TEMPERATURA (TILÁPIA)																
Temp	Consumo	1	5	10	20	60	120	200	300	400	500	600	700	800	900	1.000
12	3%	0,4%	0,3%	0,3%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
14	10%	1,2%	1,0%	0,8%	0,6%	0,5%	0,4%	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%
16	15%	1,8%	1,4%	1,3%	0,9%	0,7%	0,6%	0,6%	0,5%	0,5%	0,4%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
18	35%	4,2%	3,4%	2,9%	2,1%	1,7%	1,4%	1,3%	1,2%	1,1%	0,9%	0,7%	0,6%	0,5%	0,5%	0,4%
20	60%	7,2%	5,8%	5,0%	3,6%	2,9%	2,4%	2,3%	2,1%	1,8%	1,5%	1,2%	1,0%	0,8%	0,8%	0,7%
22	75%	9,0%	7,2%	6,3%	4,5%	3,6%	3,0%	2,9%	2,6%	2,3%	1,9%	1,5%	1,2%	1,1%	1,0%	0,9%
24	85%	10,2%	8,2%	7,1%	5,1%	4,1%	3,4%	3,2%	3,0%	2,6%	2,1%	1,7%	1,4%	1,2%	1,1%	1,0%
26	100%	12,0%	9,6%	8,4%	6,0%	4,8%	4,0%	3,8%	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,6%	1,4%	1,3%	1,2%
28	100%	12,0%	9,6%	8,4%	6,0%	4,8%	4,0%	3,8%	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,6%	1,4%	1,3%	1,2%
30	80%	9,6%	7,7%	6,7%	4,8%	3,8%	3,2%	3,0%	2,8%	2,4%	2,0%	1,6%	1,3%	1,1%	1,0%	1,0%
32	85%	10,2%	8,2%	7,1%	5,1%	4,1%	3,4%	3,2%	3,0%	2,6%	2,1%	1,7%	1,4%	1,2%	1,1%	1,0%

Fonte: UMEZU (2020).

A Epagri (SILVA; MARCHIORI, 2018) desenvolveu tabelas de alimentação (Tabela 5, Tabela 6 e Tabela 7) para a tilápia onde é possível estabelecer as quantidades de arraçoamento por faixas de temperatura e peso do peixe, as quais estão apresentadas abaixo.

Tabela 5. Taxa de arraçoamento e número de refeições por dia indicada para a tilápia conforme faixa de temperatura da água e peso do peixe, como também granulometria e porcentagem de proteína bruta da ração em relação ao tamanho (peso) do peixe.

Tamanho (g)	< 16 °C e > 32 °C		16 °C a 20 °C		Granulometria (mm)	% PB
	TA (%PV)	RF/DIA	TA (%PV)	RF/DIA		
1	0	0	3,0	2	Pó	40 a 45 %
5	0	0	2,0	2	1,5	40 a 45 %
10	0	0	1,6	2	2,0	40 a 45 %
30	0	0	1,2	2	3,0	36 a 40 %
50	0	0	1,0	1	4,0	32 %
75	0	0	0,8	1	4,0	32 %
100	0	0	0,7	1	4,0	32 %
150	0	0	0,6	1	4,0	32 %
200	0	0	0,6	1	6,0	32 a 28 %
250	0	0	0,5	1	6,0	32 a 28 %
300	0	0	0,4	1	6,0 a 8,0	32 a 28 %
400	0	0	0,4	1	6,0 a 8,0	32 a 28 %
500	0	0	0,4	1	6,0 a 8,0	32 a 28 %
600	0	0	0,3	1	6,0 a 8,0	32 a 28 %
> 800	0	0	0,2	1	6,0 a 8,0	32 a 28 %

Obs.: TA (% PV): taxa de alimentação (porcentagem de peso vivo por dia).
RF/DIA: número de refeições por dia.

Fonte: SILVA e MARCHIORI (2018).

Tabela 6. Taxa de arraçoamento e número de refeições por dia indicada para a tilápia conforme faixa de temperatura da água e peso do peixe, como também granulometria e porcentagem de proteína bruta da ração em relação ao tamanho (peso) do peixe.

Tamanho (g)	20 °C a 24 °C		24 °C a 26 °C		Granulometria (mm)	% PB
	TA (%PV)	RF/DIA	TA (%PV)	RF/DIA		
1	9,0	2	12,0	4	Pó	40 a 45 %
5	6,0	2	8,0	4	1,5	40 a 45 %
10	4,8	2	6,4	4	2,0	40 a 45 %
30	3,6	2	4,8	4	3,0	36 a 40 %
50	3,0	2	4,0	4	4,0	32 %
75	2,4	2	3,2	3	4,0	32 %
100	2,1	2	2,8	3	4,0	32 %
150	1,8	2	2,4	3	4,0	32 %
200	1,7	2	2,2	2	6,0	32 a 28 %
250	1,5	2	2,0	2	6,0	32 a 28 %
300	1,3	2	1,8	2	6,0 a 8,0	32 a 28 %
400	1,2	2	1,6	2	6,0 a 8,0	32 a 28 %
500	1,1	2	1,4	2	6,0 a 8,0	32 a 28 %
600	0,9	2	1,2	2	6,0 a 8,0	32 a 28 %
> 800	0,6	2	0,8	2	6,0 a 8,0	32 a 28 %

Obs.: TA (% PV): taxa de alimentação (porcentagem de peso vivo por dia).
RF/DIA: número de refeições por dia.

Fonte: SILVA e MARCHIORI (2018).

Tabela 7. Taxa de arraçoamento e número de refeições por dia indicada para a tilápia conforme faixa de temperatura da água e peso do peixe, como também granulometria e porcentagem de proteína bruta da ração em relação ao tamanho (peso) do peixe.

Tamanho (g)	26 °C a 30 °C		30 °C a 32 °C		Granulometria (mm)	% PB
	TA (%PV)	RF/DIA	TA (%PV)	RF/DIA		
1	15,0	6	12,0	4	Pó	40 a 45 %
5	10,0	6	8,0	4	1,5	40 a 45 %
10	8,0	6	6,4	4	2,0	40 a 45 %
30	6,0	4	4,8	4	3,0	36 a 40 %
50	5,0	4	4,0	4	4,0	32 %
75	4,0	4	3,2	4	4,0	32 %
100	3,5	4	2,8	3	4,0	32 %
150	3,0	3	2,4	3	4,0	32 %
200	2,8	3	2,2	3	6,0	32 a 28 %
250	2,5	3	2,0	2	6,0	32 a 28 %
300	2,2	2	1,8	2	6,0 a 8,0	32 a 28 %
400	2,0	2	1,6	2	6,0 a 8,0	32 a 28 %
500	1,8	2	1,4	2	6,0 a 8,0	32 a 28 %
600	1,5	2	1,2	2	6,0 a 8,0	32 a 28 %
> 800	1	2	0,8	2	6,0 a 8,0	32 a 28 %

Obs.: TA (% PV): taxa de alimentação (porcentagem de peso vivo por dia).
RF/DIA: número de refeições por dia. % PB: porcentagem de proteína bruta.

Fonte: SILVA e MARCHIORI (2018).

4.4 Reprodução e melhoramento

A reprodução da maioria dos peixes, inclusive a tilápia, cessa ou diminui muito durante o inverno. Isso faz com que haja uma janela de tempo onde o acesso aos alevinos é dificultado e, em alguns períodos, ocorre a indisponibilidade de alevinos no mercado, adiando os procedimentos de peixamento para início da criação (UMEZU, 2020).

Uma vez que existe esta restrição da disponibilidade de alevinos e da impossibilidade de manejo por causa do frio que se aproxima, a programação de compra de alevinos deve ser muito bem planejada para que se tenha um plantel adequado no final do outono e no início da primavera para iniciar ou terminar a engorda. Essa situação aumenta a demanda pela produção e utilização de juvenis, e ganha especial importância devido suas vantagens (ZANIBONI FILHO *et al.*, 2009).

Se não for possível alojar os alevinos de tilápia até a segunda quinzena de abril, o melhor é utilizar os alevinos das primeiras desovas pós-inverno, que ocorrem geralmente no final de agosto e início de setembro, sendo os tanques povoados em outubro (HENRIQUES, 2020).

Essa questão da reprodução durante o inverno vai além da disponibilidade ou não de alevinos. Ela também influencia o manejo dos peixes já alojados, visto a taxa de reversão dos lotes não ser 100% (e muitas vezes ser bem abaixo do ideal de pelo menos 98%). Mesmo no inverno, ou antes, pode ocorrer a reprodução indevida das tilápias nos tanques de criação. Como a tilápia atinge a maturidade sexual por volta do 5º mês de vida, embora ainda não ocorra um crescimento efetivo, há tempo suficiente para que as fêmeas presentes no tanque se reproduzam repetidamente durante um ciclo produtivo, principalmente na saída do inverno, e ainda precisam de mais 5 meses de crescimento para atingir peso de mercado, o que potencializa a ocorrência de desovas até o final do ciclo (KUBITZA, 2009). Em ciclos prolongados de engorda, já é o suficiente para superpovoar os tanques (ocorrência de diversas desovas nos viveiros de produção). Com isso, os alevinos nascidos nos tanques de engorda competem com os peixes originalmente estocados pelo

alimento e oxigênio disponível durante e após o inverno, prejudicando o crescimento e a conversão alimentar dos peixes inicialmente estocados para a criação (KUBITZA, 2009).

Nestas situações é necessário estar atento e realizar os procedimentos de controle das desovas e dos alevinos indesejados. A inclusão (peixamento) de alevinos de dourado (ou outras espécies de peixes carnívoros como surubim ou traíra) em viveiros de criação de tilápia promovem o controle biológico da população indesejada de tilápia e outros peixes invasores. Este procedimento inibe a ocorrência de uma superpopulação nos viveiros e certamente refletirá em uma diminuição significativa nos índices de desempenho zootécnico, piora na qualidade de água ou, até mesmo, aumento da taxa de mortalidade dos peixes pela ocorrência de baixas concentrações de oxigênio na água (BRUN *et al.*, 2018). Entretanto, esta forma de controle é prejudicial para o bem estar dos peixes (BARCELLOS, 2023).

Quanto ao melhoramento genético, vêm sendo desenvolvidas novas linhagens de tilápia mais adaptadas ao clima frio nos polos de melhoramento. Entretanto, de forma prática, o que mais limita a produção da tilápia no sul do Brasil, em especial no RS, é a maneira como os peixes estão sendo nutridos e o manejo geral que antecede o inverno, e não necessariamente a atual resistência ou tolerância das linhagens ao frio (HENRIQUES, 2020).

A tilápia possui linhagens mais tolerantes que outras (BITTENCOURT *et al.*, 2021). Como a tilápia pode ter um bom crescimento em temperatura subótima (entre 22 e 24 °C), é possível realizar a seleção não somente quanto à resistência às baixas temperaturas, mas também quanto ao crescimento dos peixes após a passagem pelo inverno (SILVA;

MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021), já que a tilápia não apresenta uma correlação genética significativa entre esses dois fatores (BITTENCOURT *et al.*, 2021). Essa tolerância também influencia a reprodução da tilápia, que nas linhagens mais adaptadas ocorre de forma mais precoce nos ambientes muito frios ou não cessa em condições menos desfavoráveis (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

O Centro de Desenvolvimento da Aquicultura e Pesca (Epagri/Cedap), em Itajaí-SC, vem desenvolvendo um trabalho neste sentido, onde novas técnicas de melhoramento genético são empregadas para gerar ganhos ainda maiores na produção. Nessa iniciativa estão sendo selecionadas tilápias com maior crescimento e melhor desempenho nas condições de produção e clima de Santa Catarina e, a partir dessa seleção, serão formadas as matrizes para serem repassadas aos produtores de alevinos (PÁGINA RURAL, 2020; BITTENCOURT *et al.*, 2021). Além da Epagri, a Universidade Estadual de Maringá (UEM) também vem desenvolvendo trabalhos neste sentido (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

Estudos indicam que as características de tolerância ao frio podem ser herdadas como uma característica aditiva (CNAANI; GALL; HULATA, 2000; BITTENCOURT *et al.*, 2021), de dominância e também epigenética (BITTENCOURT *et al.*, 2021), de forma que linhagens de diferentes origens possuem diferentes níveis de tolerância (KHATER; SMITHERMAN, 1988). Entretanto, além da sobrevivência, o rendimento do animal no processamento também deve ser mantido. Assim, é importante conservar no melhoramento um animal com maior resistência, mas também com bom crescimento (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

É possível selecionar animais para resistência e/ou tolerância ao frio sem perder as características de ganho de peso (BITTENCOURT *et al.*, 2021). Como exemplo, algumas linhagens da EPAGRI não apresentaram mortalidade quando em teste a campo, quando foram submetidas a temperaturas da água que variaram de 8,9 a 14,7 °C (média de 11,4 °C). Nessas condições de campo, os peixes apresentam resistência um pouco maior em comparação aos ensaios de laboratório, devido à flutuação da temperatura da água, que apresenta uma queda, mas também uma elevação durante o dia, o que não ocorre em condições de laboratório, situação que se espera mortalidades a partir de temperaturas da água entre 9,5 e 10,0 °C. Além disso, apresentam bom crescimento (1,9 g/dia) mesmo durante o inverno (julho a setembro) (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

4.5 Sanidade e prevenção de doenças

A saúde dos peixes é dependente do equilíbrio entre diversas variáveis como ambiente, manejo e presença de microrganismos patogênicos. A ocorrência de doenças nas criações pode causar aumento na taxa de mortalidade, redução no ganho de peso e piora na conversão alimentar. Além disso, o gasto com uso de medicamentos e restrições à comercialização dos peixes também podem causar prejuízos econômicos ao piscicultor.

A eficiência do desempenho das diferentes espécies de peixes ocorre em determinadas zonas de conforto térmico, na qual os animais apresentam maior crescimento e menores índices de mortalidade. A temperatura ambiente e, conseqüentemente, a temperatura da água, tem sido considerada um importante fator de risco no

desencadeamento das doenças causadas por bactérias, fungos, parasitos e vírus (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016). Entretanto, o RS ainda está com baixos níveis de infestação de doenças (ARNHOLD, 2021).

As doenças dos peixes, na maioria das vezes, são causadas por dois ou mais microrganismos, denominado coinfeção. Um microrganismo pode atuar como agente primário, promovendo a infecção inicial e, posteriormente, outros agentes podem atuar de forma secundária causando uma infecção, sendo denominados de oportunistas. Na maioria das vezes os patógenos oportunistas causam lesões mais severas (KUBITZA, 2020), por isso devemos estar muito atentos ao manejo dos peixes.

A infecção aguda pode acarretar mortalidade moderada a alta e a crônica, apesar de mais branda, causa prejuízos nas etapas do abate e processamento dos animais. Algumas doenças causam alterações na musculatura e tecido subcutâneo e, apesar de não causar prejuízos aos animais, acarretam prejuízos econômicos devido às condições sanitárias no abate (LEAL; QUEIRÓZ; FIGUEIREDO, 2018a).

Como uma das primeiras características de infecção dos peixes é a falta de apetite, esta pode ser erroneamente atribuída ao frio, que também causa este comportamento. Assim, é importante monitorar os animais para buscar identificar inicialmente o problema, principalmente quando os animais apresentam redução na alimentação (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020).

As biometrias de inverno devem incluir também procedimentos para a análise da sanidade dos peixes. Verificar se o peixe está com muco, com as escamas presentes e íntegras, a integridade das nadadeiras, se apresenta parasitas, hematomas, feridas, manchas,

sangramentos, pontinhos ou outras anormalidades na pele. Também é necessário verificar se as brânquias estão rosadas, íntegras e homogêneas, sem a presença de parasitas, e em dois ou três peixes a cada biometria, fazer a necropsia para verificar as condições dos órgãos internos, principalmente do fígado, do baço e do rim (tanto coloração como aspecto), e a presença de gordura visceral. Também verificar se o intestino possui alimento em processo de digestão (conforme o horário de arraçoamento é possível verificar o conteúdo estomacal e se o intestino está repleto ou não, de forma a identificar se o peixe está com apetite ou não) (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020; ARNHOLD, 2021).

Para a realização periódica dos procedimentos de necropsia é necessária a capacitação dos produtores, trazendo certa independência ao processo, visto a necessidade de antecipar o tratamento caso se encontre alguma patologia, solicitando a visita de um técnico ou médico veterinário para o procedimento em casos mais complexos ou necessários (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

É importante que o produtor esteja atento aos sintomas que o peixe apresenta, uma vez que sempre há uma mudança de comportamento quando algo está errado. Por exemplo, quando ficam próximos à entrada de água, quando ficam em volta dos aeradores, quando estão com o batimento opercular mais rápido, quando estão com falta de apetite, quando apresentam escurecimento da pele ou mesmo lesões de pele e de nadadeiras, estes são alguns sinais de que podem estar com alguma doença em suas fases iniciais, sendo ferramentas que auxiliam no diagnóstico precoce e tratamento rápido e adequado (SILVA, 2022). O comportamento de “boquear” a superfície e natação lenta e/ou apartada dos demais também são importantes indicativos de

que algo pode não estar bem, seja com a sanidade dos peixes, seja com a qualidade da água do tanque (Andréa F. da Rocha)⁵¹.

Verificar a padronização do lote também é importante, em termos de tamanho, peso e características externas (muco, cor, escamas, aparência das brânquias). Qualquer sinal que indique problemas deve ser investigado com mais profundidade e as medidas corretivas devem ser aplicadas tão logo se identifique sua origem (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020). Esse histórico de problemas durante o inverno deve ser devidamente registrado (e mantido disponível) para auxiliar na tomada de decisão em eventos futuros (Marco A. Rotta)⁵².

4.6 Principais doenças em peixes

Com o crescimento da piscicultura no país e o aumento da produção em diferentes sistemas de criação, tem havido um notável aumento nos problemas causados por doenças que têm levado a altas taxas de mortalidade em todas as fases de criação dos peixes.

Os principais desafios relacionados à saúde dos peixes estão frequentemente ligados às práticas inadequadas de manejo, à falta de adoção sistemática de medidas preventivas, à inadequação da qualidade da água de acordo com as necessidades de cada espécie, à falta de conhecimento sobre os requisitos nutricionais e de

⁵¹ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

⁵² Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

alimentação das espécies de peixes. Além disso, a qualidade genética e sanitária dos peixes adultos utilizados nos processos de desova nos laboratórios também pode contribuir para tais problemas sanitários.

Vale lembrar que a imunidade dos peixes está ligada a estes fatores genéticos e sanitários, porém a questão da nutrição e qualidade de água, devido sua flexibilidade, ganham uma importância dobrada no período do inverno, podendo reduzir o risco de prejuízos na produção (BITTENCOURT *et al.*, 2021).

Bactérias

Os gêneros de bactérias que estão frequentemente relacionadas às patologias dos peixes são: *Aeromonas* (Figura 7 – A, B e C), *Flavobacterium*, *Francisella*, *Streptococcus* (Figura 7 – D), *Edwardsiella*, *Vibrio* e *Lactococcus* (CAVALLI *et al.*, 2021).

A franciselose, causada pela *Francisella noatunensis* subsp. *Orientalis* (Figura 8), e a estreptococose, desencadeada principalmente pelo *Streptococcus agalactiae*, são responsáveis por surtos na tilapicultura a nível global e, juntamente com a Columnariose, são de ocorrência frequente durante o inverno (UMEZU, 2020; BARCELLOS, 2023). Entretanto, a influência da estação do ano na ocorrência de doenças bacterianas que causam altas mortalidades em tilápias tem sido relatada não só no inverno, mas também no verão, quando a temperatura da água atinge os extremos (LEAL; QUEIRÓZ; FIGUEIREDO, 2018b; FAVERO *et al.*, 2019).

A franciselose é uma doença que altera os órgãos internos, trazendo maior preocupação, pois é mais difícil de

ser identificada. Por isso a necropsia no início do inverno de uma amostra do lote é essencial para o tratamento precoce dos animais com esta doença (ARNHOLD, 2021).



Figura 7. Peixes (tilápias) com lesões cutâneas provocadas pela infecção por bactérias *Aeromonas* sp. (A), (B) e (C); e com septicemia provocada pela infecção por bactérias *Streptococcus* sp. (D).

Fontes: (A e B) Rafael Lazzari (2021), (C) Maicon Adelio Devens (2021) e (D) Juliano Kelvin dos Santos Henriques (2022).

Quanto à franciselose, os produtores e técnicos devem ficar atentos a sua ocorrência a partir do mês de abril nas regiões sul e sudeste do Brasil (LEAL; QUEIRÓZ; FIGUEIREDO, 2018b).



Figura 8. Peixes (tilápias) apresentando sinais de infecção por franciselose.

Fonte: Nilton Massuo Ishikawa ([2020]).

Recentemente, foram detectados surtos de lactococose em tilápias em diferentes regiões do Brasil, causados por *Lactococcus petauri*. Os animais infectados apresentam natação errática e ficam próximos à superfície da água, também apresentam exoftalmia, ou seja, olhos saltados, opacidade da córnea, manchas mais escuras na pele, nadadeiras hemorrágicas e áreas extensas de necrose

branquial. Na avaliação dos órgãos internos dos peixes, foram observados fígado, rim e baço pálidos, e lesões hemorrágicas no cérebro, fígado e intestino. Alguns animais também podem apresentar ascite, com inchaço abdominal perceptível. Os sinais clínicos e lesões nas tilápias são semelhantes aos observados na estreptococose (EGGER; FIGUEIREDO; PÁDUA, 2023). As imagens na Figura 9 ilustram tilápias apresentando sinais de lactococose.



Figura 9. Peixes (tilápias) apresentando sinais de infecção por lactococose.

Fonte: Santiago Benites Pádua ([2021]).

Fungos

A ocorrência de doenças causadas por fungos é comum no inverno e durante o início da primavera. A baixa qualidade da água é um fator de risco importante e está envolvida no aumento da mortalidade causada pelo fungo *Saprolegnia* (KUBITZA, 2006). A saprolegniose, também conhecida por “doença dos tufo de algodão”, promove mortalidades significativas na piscicultura durante o inverno, sendo bem frequente em tilápias (EL-DEEN *et al.*, 2018; UMEZU, 2020). As injúrias causadas aos peixes, quando capturados pela tarrafa nos procedimentos de biometria, podem abrir portas de entrada para diversas doenças, inclusive a saprolegniose (MALAVAZI; ARNHOLD, 2020). O

tratamento com ácido húmico tem sido recomendado e tem uma redução significativa na taxa de mortalidade a partir do segundo dia do tratamento dos peixes (EL-DEEN; OSMAN; ZAKI; ALYABO-STATE, 2018).

Parasitos

Os parasitos têm sido relatados como um importante agente causador de mortalidades na piscicultura, especialmente quando realizada de forma intensiva. Carvalho *et al.* (2016) relataram a participação do protozoário *Ichthyophthirius multifiliis* (conhecido como “ictio”) atuando como agente etiológico primário da doença dos pontos brancos em jundiás (*Rhamdia quelen*) (Figura 10) e sendo porta de entrada para microrganismos oportunistas, entre eles *Aeromonas hydrophila*, *Morganella morganii*, *Escherichia coli* e *Burkholderia pseudomallei*. Para tilápia, os parasitos mais frequentes durante o inverno são o *Ichthyo* e *Trichodina* sp., causador da tricodiníase (UMEZU, 2020).

Vírus

Inúmeros vírus têm sido relacionados à patologias em criações intensivas de peixes. Os vírus das famílias Orthomyxoviridae, Birnaviridae, Nodaviridae, Herpesviridae, Iridoviridae, entre outras, já foram relacionados com doenças de peixes (sendo algumas de notificação obrigatória às agências sanitárias oficiais) e responsáveis por episódios com altas mortalidades. Entretanto, até o momento, não temos disponíveis medicamentos que possam prevenir a ocorrência destas enfermidades ou vacinas que sejam 100% eficazes. A prevenção deve ser baseada na redução dos fatores de risco,

melhoria da qualidade da água e aplicação de um programa de biossegurança que evite o ingresso destes patógenos nos criatórios (KUBITZA, 2020).

Manejo

As práticas de manejo inadequadas no inverno podem desencadear diversas patologias em algumas espécies, pois as baixas temperaturas da água levam à processos de imunodepressão nos peixes em concomitância ao estresse causado pelo manuseio dos animais (KUBITZA, 2006). Jerônimo *et al.* (2011), estudando a influência da sazonalidade sobre os parâmetros hematológicos da tilápia-do-Nilo produzida no sul do Brasil, verificaram a ocorrência de um aumento na contagem de linfócitos no outono e no inverno nos peixes das criações estudadas, condição comum em infecções virais.

Diagnóstico

Uma importante ferramenta no controle de doenças é o diagnóstico laboratorial, pois auxilia a identificação da causa da mortalidade ou da redução do crescimento dos animais. Somente a partir dos resultados dos laudos de um laboratório especializado em doenças da aquicultura é possível identificar o agente etiológico, com a finalidade de estabelecer um manejo sanitário que controle e previna a ocorrência das doenças na piscicultura. A prática e conhecimento de um profissional habilitado também possibilita essa identificação. Em ambos os casos, o rápido diagnóstico é essencial para que a intervenção seja a mais rápida possível (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

4.7 Biosseguridade

A biosseguridade é um aspecto fundamental para a minimização de doenças e suas conseqüentes perdas na produção. A biosseguridade pode ser conceituada como o conjunto de ações que devem ser adotadas com a finalidade de prevenir, controlar ou eliminar riscos que possam causar danos à saúde humana, animal e ao meio ambiente (CNA BRASIL, 2018). Portanto, o delineamento de um programa de biosseguridade robusto para a piscicultura é importante para a prevenção e controle de enfermidades. Algumas medidas podem ser consideradas inacessíveis ou inviáveis a uma parcela dos produtores. Entretanto, diversas medidas de biosseguridade são possíveis de serem conduzidas pela maioria dos produtores.

A aquisição de alevinos e juvenis livres de patógenos e com certificado de saúde é uma importante medida de biosseguridade para garantir que estes animais não tragam patógenos para as criações (LEAL; QUEIRÓZ; FIGUEIREDO, 2018b). A limpeza, desinfecção dos criatórios e dos equipamentos de manejo também é uma prática importante para mitigar a presença de microrganismos no ambiente das criações (CNA BRASIL, 2018).

Neste mesmo sentido, a restrição do acesso de vetores, pragas e animais de vida livre (principalmente os predadores que adentram na piscicultura), é uma medida importante de biosseguridade, pois possibilita cortar os ciclos de transmissão dos patógenos (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016; FAVERO *et al.*, 2019).

Para esse controle, o monitoramento sanitário deve ser implementado pelo piscicultor e realizado de forma constante na criação, através da análise do comportamento dos animais.

Quando necessário, também deve ser enviada para análise laboratorial uma amostra de água dos viveiros, amostras de sangue e alguns exemplares animais, para que possa ser avaliada a qualidade da água e realizado o teste (desafio) dos animais às bactérias, fungos, vírus e parasitos. Estas medidas auxiliam o produtor na tomada de decisão de medidas de prevenção e controle das doenças, principalmente no inverno (ISHIKAWA, 2010).

No manejo sanitário podem ser utilizados suplementos de aminoácidos, vitaminas C e E, ácidos graxos insaturados, como o ácido docosahexaenoico (DHA) – ômega-3 e o ácido linoleico – ômega-6, além de probióticos, prebióticos e fitoterápicos, inclusive os óleos essenciais. Estes produtos aumentam a resistência dos peixes, pois estimulam sua resposta imune e podem ser adicionados na ração e fornecidos antes dos animais serem submetidos às situações de estresse (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016; FAVERO *et al.*, 2019; BITTENCOURT *et al.*, 2021; SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021; BARCELLOS, 2023), como antes do início do inverno.

A realização de banhos com cloreto de sódio ou sal de cozinha não iodado tem sido uma prática sanitária frequentemente recomendada, pois é de custo baixo e de fácil acesso, podendo ser utilizado no manejo preventivo, auxiliando no controle de infestações de ectoparasitas, na produção de muco e na osmorregulação. A utilização de banhos de 10 a 45 minutos utilizando concentrações de 10 g/L (10 g/m³) tem efeito parasiticida. O banho de sal em concentrações de 4 g/L ou 6 g/L pode ser utilizado durante as práticas de manejo dos animais, tais como no recebimento de alevinos, com o objetivo de reduzir o estresse (CNA BRASIL, 2018).

Da mesma forma, na devolução dos peixes amostrados ao tanque, após a realização de biometrias, é adequado realizar um banho terapêutico com sal antes de sua soltura, a fim de evitar doenças fúngicas (MALVAZI; ARNHOLD, 2020).

Quanto aos antimicrobianos, estes somente devem ser utilizados após o diagnóstico do agente etiológico da doença e o princípio ativo e a dosagem devem ser prescritos pelo médico veterinário após o teste de antibiograma. Isso porque o uso indiscriminado de antibióticos aumenta a chance de desenvolver resistência aos antimicrobianos em bactérias presentes no sistema (CAVALLI *et al.*, 2021).

Para o tratamento de bacterioses, muitas vezes se fará necessária a aplicação de antibióticos, os quais devem ser administrados via ração para serem eficientes. Entretanto, durante o inverno, o peixe come pouco, logo, sem um manejo adequado que permita que o peixe coma pelo menos uma quantidade adequada de ração nos dias frios, torna-se complicado qualquer tratamento medicamentoso (ARNHOLD, 2021). Outra questão relevante é o custo de tratar o peixe, que muitas vezes pode ser proibitivo, sendo a melhor estratégia evitar ao máximo as condições propícias à ocorrência de doenças (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

Já as vacinas são utilizadas na piscicultura prevenindo as doenças causadas por bactérias. Diferentes tipos de vacinas foram desenvolvidos a partir de patógenos inativados, atenuados e, mais recentemente, as vacinas recombinantes, que são eficientes e seguras. As vacinas podem ser utilizadas em peixes por via oral ou através de injeção e/ou imersão (CAVALLI *et al.*, 2021). O uso de vacinas (para bacterioses)

no RS ainda não é comum, mas num futuro próximo será realidade (ARNHOLD, 2021).

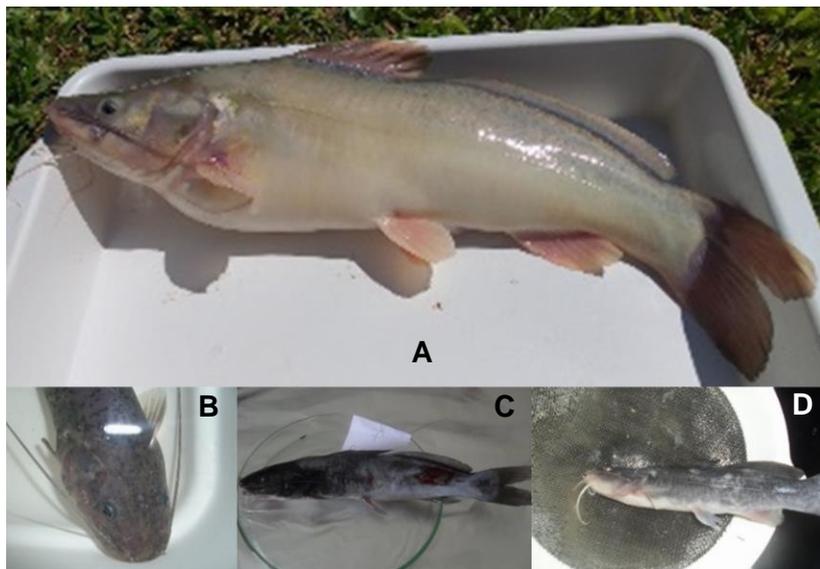


Figura 10. Peixes (jundiá) com aspecto saudável (A), apresentando sinais de infecção por *Ichthyophthirius multifiliis* (B, C e D) e, em C, o peixe também está infectado com bacteriose (manchas extensas descoloridas e feridas).

Fonte: (A) Rafael Lazzari (2021) e (B, C e D) Andréa Ferretto da Rocha (2022).

4.8 Trabalho em temperaturas baixas

Mesmo trabalhando com animais de pequeno porte e em estruturas muitas vezes simples, a atividade da piscicultura possui riscos na sua condução. Dentre estes riscos, os climáticos devem ser considerados (CECCARELLI; SENHORINI; VOLPATO, 2000). As condições do clima ampliam outros dois tipos de riscos: o da produção em si

(eficiência, mortalidade, custos) e o de sua operação (trabalho humano). Essas condições podem gerar acidentes na piscicultura, causando ferimentos ou injúrias aos trabalhadores, pois a exposição durante as atividades de trabalho no frio excessivo é um agente de risco físico.

No caso dos trabalhadores da aquicultura, é preciso considerar tanto a temperatura do ar quanto da água para fins de proteção a esse tipo de exposição. O frio excessivo causa desconforto térmico, exaustão, hipotermia (temperatura do corpo abaixo de 35 °C) (ANAMT, 2021), que pode ocorrer em temperaturas ambientais abaixo de 18 °C ou na água abaixo de 22 °C (CAVALLI *et al.*, 2020).

Além da hipotermia, outros danos à saúde do trabalhador exposto ao frio incluem resfriados, gripes, pneumonias e choques térmicos. Baixas temperaturas também podem provocar feridas e rachaduras na pele, agravamento de doenças reumáticas, predisposição para acidentes e para doenças respiratórias (BARSANO; BARBOSA, 2018). A exposição ao frio pode contribuir para dores menstruais em trabalhadoras (MOREAU; NEIS, 2009).

A eliminação das condições ambientais desfavoráveis na aquicultura não é possível, uma vez que não podemos controlar o clima, de forma que trabalhar no vento, chuva, granizo e outras intempéries são perigos que precisam ser mitigados. É possível diminuir o risco trabalhando em áreas cobertas ou adiando o trabalho para um dia que apresente uma condição ambiental mais favorável. Dessa forma, o uso diário e contínuo de sistemas de previsão do tempo é necessário para antecipar possíveis condições adversas que possam colocar os trabalhadores em risco. O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) é requisito indispensável para minimizar estes problemas, mantendo o

trabalhador protegido e aquecido (CAVALLI *et al.*, 2020). Assim, recomenda-se a adoção de ações preventivas para o trabalho do produtor em baixas temperaturas (GUERTLER *et al.*, 2015), como o fornecimento de roupas de proteção adequadas e calçados especiais para ambientes frios, assim como a rotação dos turnos de trabalho e pausas para permitir que os funcionários recebam bebidas quentes, troquem as roupas molhadas ou se aqueçam em áreas aquecidas.

Outros tipos de acidentes podem ocorrer na piscicultura e também devem ser considerados no planejamento das atividades de inverno, como choque elétrico (manuseio de aeradores ligados à rede de energia elétrica), manuseio de produtos químicos (cal virgem/hidratada), afogamento (tanques mais profundos e cheios durante o inverno) (CECCARELLI; SENHORINI; VOLPATO, 2000). Identificar os riscos e perigos é o primeiro passo para prevenir acidentes e doenças ocupacionais, com uma correta análise da infraestrutura da piscicultura (e respectiva manutenção) e treinamento do pessoal, além do uso de EPIs condizentes, para que não haja problemas de acidentes no empreendimento (CAVALLI *et al.*, 2020).

5 PLANEJAMENTO DE INVERNO

Este tópico busca condensar as principais informações para o planejamento da criação para minimizar os impactos das baixas temperaturas que ocorrem no inverno, de forma que aqui os temas serão repetidos ao que já foi apresentado, porém de forma resumida, facilitando sua aplicação prática.

Reforçamos aqui que, antes de qualquer operação de produção, independente da espécie, é importante um

planejamento prévio levando em conta a capacidade de investimento do produtor, uso de aeradores, biomassa estocada e controle da qualidade de água.

5.1 Cuidados no projeto

Como sabemos o clima não pode ser controlado, de forma que temos que buscar remediar (da melhor forma possível) as condições extremas às quais a piscicultura é submetida. Os cuidados para minimizar as perdas com temperaturas baixas, bem como as grandes variações de temperatura, devem ser iniciados ainda no verão.

Uma das principais ações que se deve tomar é escolher as espécies mais adaptadas ao clima da região. Vale lembrar que os impactos da baixa temperatura na região sul do Brasil sobre o crescimento e/ou sobrevivência dos peixes é por um período específico e não durante todo o ano, de forma que é possível trabalhar com espécies não tão adaptadas, mas que deverão ser criadas em sistemas e com manejo adequados, que permitam sua sobrevivência durante as condições mais extremas de baixa temperatura (UMEZU, 2020).

Além disso, todas as questões relacionadas à localização dos tanques, tamanho, profundidade e captação de água devem ser cuidadosamente analisadas antes da efetiva construção destes tanques. Depois de construído de forma equivocada, se terá que lidar com os problemas durante toda a vida útil das instalações.

Vale lembrar que qualquer ganho de temperatura é importante e o somatório das “proteções” contra baixas temperaturas extremas pode ser a diferença entre a sobrevivência e a mortalidade dos peixes estocados.

Também deve ser dada atenção à biomassa dos peixes no tanque, sendo um dos principais fatores que podem ser ajustados no inverno, e precisam ser planejados e ajustados ao tamanho do tanque e ao suprimento de água e oxigênio no período mais crítico (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016).

Para cada projeto, o planejamento da produção durante o inverno deve ser bem avaliado, levando em consideração os seguintes aspectos (UMEZU, 2020):

- Povoamento de alevinos/juvenis (busca antecipada por fornecedores de juvenis, pois peixes maiores possuem menor disponibilidade no mercado);
- Densidade de produção (ajustes para passar o inverno conforme a estratégia escolhida, buscando sempre evitar o acúmulo de matéria orgânica no fundo do tanque);
- Alimentação (encomenda antecipada das rações “fortificadas” que devem ser utilizadas no inverno, evitando a falta desse insumo no momento de maior demanda);
- Manejos (classificação e vacinação com a devida antecedência e arraçamento levando em consideração os ajustes nas tabelas de alimentação conforme a temperatura diária da água);
- Aeração (dimensionar a quantidade de equipamentos, potência e modelo, verificar o funcionamento dos aeradores, realizar as manutenções necessárias, assegurar a disponibilidade de rede de energia elétrica para seu acionamento);
- Despesas e transferências (somente as extremamente necessárias para manter o controle sobre a criação, buscando-se evitar o manuseio dos animais);

- Medidas de biosseguridade (na ocorrência de doenças, redobrar os cuidados para que não haja contaminação horizontal dentro da piscicultura);
- Manutenção do empreendimento e gestão do pessoal (aproveitar para a realização de manutenções que são mais difíceis de realizar durante os períodos de maior demanda na produção e programar as férias dos colaboradores, visto a baixa atividade operacional no inverno).

5.2 Entrada de inverno

Para que a chegada do inverno não cause impactos negativos na criação de peixes, alguns aspectos devem ser considerados com muita atenção (LOGATO, 2012; UMEZU, 2020), entre eles:

- Não realizar o peixamento para a engorda antes do inverno com alevinos, mas sim com juvenis com no mínimo 30 g de peso. O uso de juvenis muito grandes e com idade de reprodução (próximos a 5 meses) ao final do inverno pode gerar uma reprodução excessiva e trazer prejuízo à criação. Manter peixes carnívoros no tanque para realizar o desbaste desses alevinos indesejados se mostra um manejo interessante;
- Fazer uso de suplementação da ração com vitaminas (C e E) e probióticos aumenta a imunidade dos peixes no inverno. Uso de selênio aumenta a produção de muco. A adição desses suplementos deve ser feita diretamente na ração comercial, e deve-se iniciar seu fornecimento 30 dias antes da chegada do frio intenso;

- Usar ração com maior quantidade e qualidade da proteína e da energia, pois possuem maior digestibilidade e melhor perfil de aminoácidos essenciais e melhor perfil de ácidos graxos insaturados (tipo ômega-3 e ômega-6). Usar rações com diâmetros menores de péletes também favorece a digestão;
- Realizar a despesca e o transporte de peixes antes do inverno, evitando que se estressem antes do desafio de passar por baixas temperaturas. Outras práticas de manejo também devem ser evitadas para não comprometer a produtividade dos peixes;
- Capacitar os colaboradores (principalmente os tratadores) quanto à importância da qualidade da água e do manejo alimentar para o sucesso da piscicultura. Com o treinamento adequado, os colaboradores estarão devidamente preparados para identificar se os peixes estão consumindo (ou não) ração e os momentos de ligar e desligar os aeradores, quando disponíveis. Dessa forma, o piscicultor conserva as boas condições da água, pois evita excesso de ração nos tanques, como também otimiza o manejo dos aeradores.
- Avaliar o nível de ectoparasitas antes da entrada no inverno para verificar a necessidade de tratamento, podendo até ser profilático, diminuindo a incidência dos vetores que são a porta de entrada para outros patógenos.

5.3 Durante o Inverno

O frio diminui a imunidade dos peixes, o que abre portas para várias doenças, inclusive as parasitárias. Doenças bacterianas também são comuns nesta época. Dessa forma,

no período de inverno devemos redobrar a atenção na criação de peixes, mantendo o manejo adequado para que se minimizem as perdas nesta fase do ano, como por exemplo:

- Monitorar criteriosamente os animais para buscar identificar de forma antecipada qualquer alteração em seu comportamento (como falta de apetite) e mortalidade. Muitas vezes uma doença leva à falta de apetite e esta pode ser erroneamente atribuída ao frio. A biossegurança também é essencial, evitando transmitir doenças de um tanque para outro;
- Realizar o tratamento para doenças bacterianas e parasitárias, geralmente por meio da incorporação dos medicamentos na ração. Entretanto, se o peixe estiver debilitado e em baixa temperatura, irá comer pouco, prejudicando a eficácia do tratamento via ração, de forma que prevenir qualquer enfermidade no inverno é sempre a melhor opção. O uso de medicamentos na piscicultura deve ser realizado com o acompanhamento de um médico Veterinário;
- Promover nos tanques uma ótima qualidade de água, principalmente manter a alcalinidade sempre acima de 40 mg/L CaCO₃, e uma baixa quantidade de matéria orgânica no fundo do tanque, inclusive com possibilidade de uso de probióticos para minimizar o acúmulo neste período;
- Planejar o peixamento que antecede ao inverno com uma densidade compatível com a capacidade do tanque durante este período. Altas densidades não são aconselhadas para estas situações;
- Redobrar os cuidados com a alimentação, assegurando o fornecimento de ração em quantidades adequadas. As taxas de arraçoamento devem ser reduzidas conforme a

temperatura da água (uso de tabelas auxiliares para esta quantificação). Quando o frio for extremo, de nada adianta fornecer ração aos peixes, pois eles simplesmente deixam de se alimentar. O importante é não sobrar ração nos tanques, pois isso gera prejuízos econômicos ao piscicultor e diminui a qualidade da água;

- Planejar e acompanhar a aeração com muito critério, buscando obter a melhor eficiência na incorporação de oxigênio e calor para a água do tanque, além de quebrar a estratificação térmica da água que é comum nesta época do ano. O acompanhamento da temperatura do ar e da água é fundamental para esta operação, de forma que a aeração não promova uma diminuição ainda maior na temperatura da água;
- Planejar as despescas no período de frio, pois por mais que sua realização mensal seja interessante do ponto de vista de fluxo de caixa, no inverno isso pode não ser viável. Somente planejar despesca se esta for total em função de os peixes já terem alcançado o peso de venda, pois não sendo total, certamente os animais que ficarem no tanque terão problemas com relação à qualidade de água (revolvimento do fundo e aumento do consumo de oxigênio pelas bactérias associadas à matéria orgânica), gerando mortalidades indesejadas.

5.4 Saída de Inverno

Neste período de elevação na temperatura, que marca a saída do inverno e a chegada da primavera, é intensificado o manejo dos peixes, quer seja para iniciar os trabalhos de reprodução ou mesmo para retomar os volumes de

comercialização, particularmente das espécies tropicais (KUBITZA, 2006). Por isso, deve ser dada atenção aos seguintes aspectos:

- Realizar o monitoramento dos compostos nitrogenados da água de criação, que pode ser feito de forma acessível com o uso de kits colorimétricos (Andréa F. da Rocha)⁵³;
- Monitorar o aumento das temperaturas, pois quando começarem se elevar haverá grande chance de ocorrer altos níveis de amônia e nitrito na água de criação, exigindo atenção do produtor para que isso não prejudique os peixes (ZGODA, 2019). Para minimizar essa situação deve ser realizado o manejo adequado do viveiro no inverno, evitando o acúmulo de lodo durante este período;
- Monitorar o aparecimento de doenças na entrada da primavera. Isso ocorre visto que as bactérias que estão presentes nos viveiros são capazes de se recuperar das adversidades do inverno mais rapidamente que os próprios peixes e irão atacar aqueles que estiverem vulneráveis, resultando em doenças e potencialmente grandes mortalidades (ELLIOTT, 2021);
- Iniciar as atividades de manejo somente após as temperaturas da água terem se mantido por um período de pelo menos 30 dias na faixa entre 22-24 C (KUBITZA, 2006), possibilitando um período com boa alimentação antes de realizar qualquer manejo, de forma que o peixe esteja preparado e o ambiente mais estável,

⁵³ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

principalmente para juvenis (HEIN; BRIANESE, 2004; UMEZU, 2020);

- Não fertilizar demais os tanques nesta época, pois uma quantidade excessiva de fertilizante pode ser tóxica e potencialmente fatal para os peixes. O nitrogênio e o fósforo são os dois macrominerais mais importantes para promover o crescimento do fitoplâncton. No entanto, se houver uma quantidade excessiva de fitoplâncton (que pode ser determinado pela baixa transparência da água, neste caso quando for menor que 30 cm), pode não haver oxigênio dissolvido para os peixes, principalmente à noite. Existem várias maneiras seguras e eficazes de fertilizar o tanque, dependendo do tamanho do tanque e do tipo de fertilizante que se pretende usar, o que deve ser levado em consideração no planejamento (ELLIOTT, 2021);
- Fazer o controle das gramíneas dos taludes de forma mecânica, as quais crescem muito nesta época de primavera visto a elevação da temperatura. Porém, deve-se evitar o uso de herbicida. Embora útil, o herbicida pode ser prejudicial se usado incorretamente, pois pode levar à morte as algas que produzem oxigênio para os peixes. Entretanto, caso não seja possível, uma prática recomendada é aplicar o herbicida em, no máximo, um terço do perímetro do tanque ou açude em cada operação de limpeza, diminuindo o risco de algum acidente neste sentido (ELLIOTT, 2021);
- Planejar o momento de venda dos peixes na primavera, pois tanto a chegada antecipada do inverno como sua saída tardia influenciam a comercialização e preparo da safra para o verão. Por exemplo, o inverno prolongado até o início de novembro de 1999 atrasou a comercialização

de peixes vivos no Paraná, resultando em maior oferta de tilápias aos frigoríficos nos meses de setembro e outubro, comparado ao mesmo período no ano anterior (KUBITZA, 2000a). Essas variações de oferta geram alterações muitas vezes significativas nos preços do peixe, o que deve ser levado em consideração no planejamento econômico e financeiro do empreendimento. Ademais, em ciclos que ocorrem durante o inverno deve-se planejar uma perda de produtividade ao redor de 20% (KUBITZA et al., 1999).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta publicação apresenta um panorama geral de algumas ações que possibilitam minimizar os impactos que as temperaturas baixas causam na criação de peixes, com maior atenção à tilápia, por ser um peixe de grande potencial, porém mais sensível ao frio. Desta forma, as sugestões apresentadas podem ser utilizadas para outras espécies, inclusive as que suportam melhor o inverno, o que certamente irá otimizar seu desempenho durante este período. Muitas das informações aqui descritas foram obtidas pela experiência a campo de diferentes profissionais, de forma que não podem ser considerados procedimentos precisos no manejo de inverno, mas servem como ótimos indicativos para minimizar os problemas e consequências desta época de baixa temperatura.

Também vale ressaltar a responsabilidade do produtor. Não existe uma abordagem padronizada para lidar com o sistema produtivo durante o inverno. É necessário monitorar a qualidade da água, entender a dinâmica da biomassa dos peixes e do fitoplâncton, do acúmulo de matéria orgânica no

fundo do tanque, da qualidade da ração, e todos estes fatores irão indicar o que deve ser efetivamente feito (SILVA; MÖRSCHBACHER; LAZZARI, 2021).

Além de realizar os procedimentos apresentados neste documento, outros desafios se mostram importantes para potencializar a produção de peixes durante o inverno (UMEZU, 2020), dos quais podemos citar:

- Previsão das frentes frias (com antecedência necessária para a tomada de decisão relativa ao manejo);
- Redução do tempo de criação (menor ciclo de produção para compensar as perdas de produtividade do inverno);
- Redução da conversão alimentar (para minimizar a produção de dejetos e manter a qualidade da água estável em períodos que não se pode realizar renovação);
- Disponibilidade de alevinos e juvenis maiores durante todo o ano (peixamento na saída do inverno de forma a tirar o máximo do período mais quente do ano nas regiões frias);
- Redução da incidência de doenças (aumentar imunidade contra bacterioses, fungos e parasitas por meio de vacinas ou nutrição, diminuindo perdas);
- Melhora no rendimento de carcaça ao final do inverno (maior qualidade e proporção de tecido muscular, aumentando a produtividade de filé, o que pode compensar de alguma forma as perdas de produtividade do inverno);
- Disponibilidade de peixes aptos para a comercialização no início da primavera (terminação mesmo durante o inverno, otimizando o manejo para que os peixes possam de alguma forma crescer neste período de frio).

Ademais, todo o inverno acaba gerando custos adicionais ao produtor, que deve documentar de forma correta

para verificar sua eficiência e lucratividade. Com a concorrência cada vez mais acirrada de produtos vindos de regiões mais quentes do Brasil (e eventualmente mais eficientes do ponto de vista zootécnico e econômico), esses aspectos devem ser levados em consideração no planejamento e operação dos empreendimentos em regiões mais frias.

Também é importante mencionar que na piscicultura a prevenção é a forma mais eficiente de evitar os problemas relacionados com o inverno (como também de outros problemas!). O clima, que varia de forma diferente em cada região e/ou microrregião, pode também sofrer eventos cíclicos e fenômenos extremos. As estações do ano e as previsões climáticas e do tempo devem ser consideradas no planejamento e na execução das boas práticas de manejo em qualquer região.

A prevenção deve ser considerada, também, no planejamento e na estruturação da piscicultura, buscando prever situações extremas como invernos rigorosos, restrição hídrica e possíveis inundações (SILVA; INOUE; FIETZ, 2016). Neste sentido, as principais estratégias do produtor para minimizar os impactos do inverno na criação de peixes, principalmente da tilápia (UMEZU, 2020), são:

- Escolha por linhagens mais resistentes ao frio;
- Adaptação dos sistemas de criação e implementação de tecnologias que permitam o crescimento e/ou manutenção da condição corporal dos peixes durante o inverno;
- Uso de uma biomassa compatível com a condição da água que se está esperando para o período e o sistema de criação;

- Adoção de um manejo nutricional e alimentar específico para o inverno;
- Planejamento minucioso do empreendimento, levando em consideração as condições climáticas, geográficas e mercadológicas específicas da região do empreendimento.

A adoção de práticas adequadas de criação, a manutenção de peixes em boas condições fisiológicas e a redução de agentes estressantes durante o inverno são essenciais para o sucesso da produção de tilápia em áreas subtropicais em todo o mundo (NOBREGA *et al.*, 2020).

O monitoramento da qualidade da água de criação é fundamental para uma boa saúde e desenvolvimento do peixe, especialmente no inverno. É recomendado que o produtor adquira equipamentos para que possa realizar esse acompanhamento dos principais parâmetros de qualidade da água. Existem equipamentos mais onerosos e completos, assim como os mais acessíveis, e também kits colorimétricos, que podem auxiliar o produtor na tomada de decisões que podem ser cruciais para uma boa produção (Andréa F. da Rocha)⁵⁴.

Por fim, vale mencionar que o RS está inserido na região temperada do Brasil, situada abaixo do trópico de Capricórnio (paralelo 23,4° Sul), se estendendo até aproximadamente o paralelo 32° Sul. Entretanto, outras áreas do país ao norte do trópico de Capricórnio e de maior altitude (geralmente acima de 500-600 m) podem possuir características climáticas semelhantes em algumas situações. Assim, as informações contidas nesta publicação podem ser

⁵⁴ Em conversas telefônicas entre os autores ocorridas em 2020 sobre manejo da piscicultura no inverno.

valiosas não somente aos estados do sul do Brasil, mas também em outras regiões que necessitam, de alguma forma, lidar com estações ou eventos climáticos que promovam uma queda da temperatura da água utilizada para a criação de peixes.

6.1 Importância do zoneamento aquícola

A aplicação do Sistema de Informações geográficas (SIG) na aquicultura teve início na década de 1980, mas efetivamente se estabeleceu como um domínio de pesquisa na década seguinte, em paralelo ao seu desenvolvimento técnico-científico, favorecido pela redução dos custos e pelo aumento no desempenho dos computadores (WRIGHT; BARTLETT, 2000).

A necessidade de documentos técnicos para compreender e aplicar o SIG e o sensoriamento remoto na aquicultura foi reconhecida pela FAO como sendo de grande importância na gestão da atividade desde a década de 1990, podendo auxiliar na identificação, análise e possível alocação de áreas geográficas específicas a serem utilizadas para a aquicultura, particularmente nos países que têm recursos naturais limitados (MEADEN; AGUILAR-MANJARREZ, 2013). A utilização do SIG na aquicultura permite gerar uma imagem cartográfica e econômica aproximada do panorama da atividade implantável numa determinada região (SCOTT, 1996).

Entretanto, o uso dos SIGs e o trabalho de sensoriamento remoto na aquicultura possuem um desafio quanto ao conhecimento geográfico e percepção espacial daqueles que usam essas ferramentas. Essa percepção deve ser alterada por meio da disponibilização de materiais

adequados para consulta e treinamento constante de seu uso, onde as ferramentas espaciais possuem um papel importante na simplificação dos processos de zoneamento e da seleção de locais para a aquicultura (MEADEN; AGUILAR-MANJARREZ, 2013).

Importante ressaltar que o SIG é como um organismo vivo, o qual necessita cuidados constantes, principalmente na atualização de seus dados, permitindo melhorar as previsões e os diagnósticos ao longo do tempo (SCOTT, 1996).

Como pode ser visto na Figura 11, que indica a temperatura média do ar no mês de julho, fica claro que em algumas regiões do RS a criação de peixes, mesmo os de clima temperado, sofrerá perdas ou prejuízos devido ao baixo crescimento durante este período.

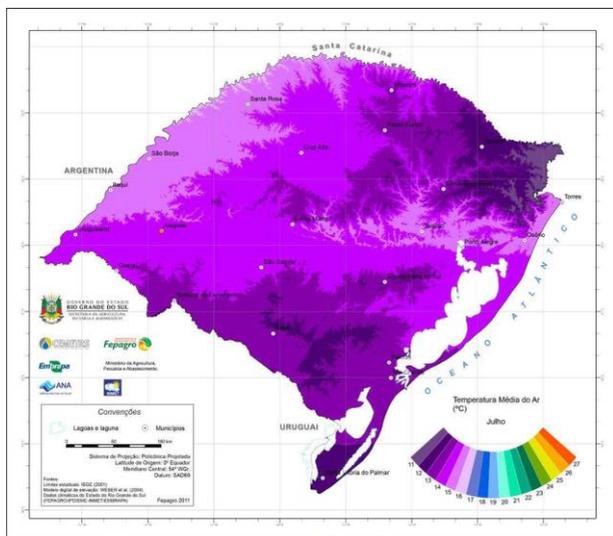


Figura 11. Mapa climatológico do RS identificando as diferentes zonas do estado conforme a temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$) no mês de julho.

Fonte: WREGGE *et al.* (2011).

A junção de diferentes mapas, como por exemplo, o mapa de ocorrência de geadas (Figura 12), onde sua importância é ponderada, pode dar uma ótima visão de quais áreas são mais aptas para a aquicultura, levando em consideração as características dos peixes a serem criados. Esta é a função do Zoneamento Aquícola. Atualmente não se tem no Estado do RS este zoneamento, mas existem inúmeros mapas climatológicos, hidrográficos, pedológicos, etc., bem estabelecidos, os quais servem de subsídio para este tipo de estudo e que, no futuro, podem ser estruturados em um SIG específico para identificar as regiões mais aptas para a aquicultura no RS.

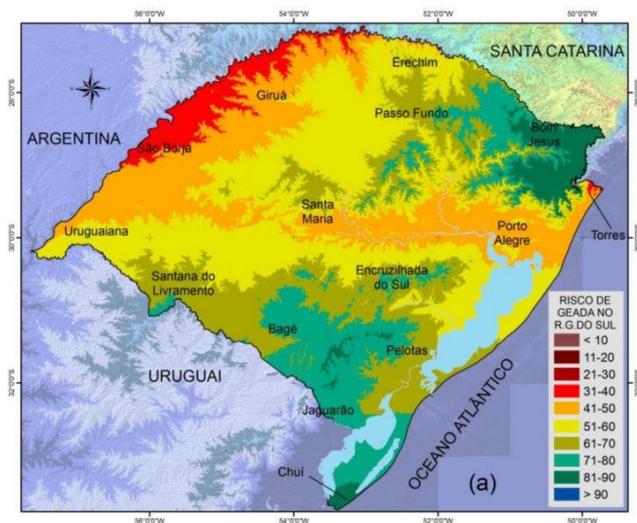


Figura 12. Mapa climatológico do RS identificando o risco de ocorrência de geada (em %) no mês de maio.

Fonte: WREGGE *et al.* (2018).

O SIG será cada vez mais solicitado a nível regional, tanto para o planejamento como para a promoção da aquicultura (SCOTT, 1996). Para o RS, é importante construir um zoneamento que indique quais as áreas mais adequadas para a criação de cada espécie de interesse, respeitando principalmente seus limites quanto às questões térmicas e, idealmente, quanto ao desempenho zootécnico e econômico. Com a chegada de sistemas fechados, onde as características do ambiente de criação são controladas (total ou parcialmente), se abre um leque ainda maior de possibilidades quando se trata de zoneamento e áreas com potencial de produção.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as contribuições da equipe editorial e à cedência das imagens utilizadas no livro.

REFERÊNCIAS

AFZAL, M. *et al.* growth performance of bighead carp *Aristichthys nobilis* (Richardson) in monoculture system with and without supplementary feeding. **Pakistan Veterinary Journal**, Faisalabad, v. 28, n. 2, p. 57-62, Jan. 2008.

AGRICOTEC. **Aerador de pá – duas pás**. Jaraguá do Sul: Agricotec, [2023]. Disponível em: <http://www.agricotec.net/pt-br/produtos/aeradores/aerador-de-p-duas-ps>. Acesso em: 20 jul. 2023

ALENCAR, R.; FUZIKI, D. **Otimização da nutrição e saúde animal na aquicultura**: do período frio ao calor. [Entrevista cedida a] A. Gregolin e E. P. Schwarz. [S. l.: s. n.], 24 ago.

2021. Publicado pelo canal IFC Brasil. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-5rP1Rac45Y>. Acesso em: 15 set. 2022.

ALY, S. M.; ATTI, N. M. A.; MOHAMED, M. F. Effect of garlic on the survival, growth, resistance and quality of *Oreochromis niloticus*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 8th, 2008, Cairo. **Proceedings** [...]. [S. l.]: AquaFish Collaborative Research Support Program, 2008. p. 277-296.

ALY, S. M.; MOHAMED, M. F. *Echinacea purpurea* and *Allium sativum* as immunostimulants in fish culture using Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)**, Berlin, v. 94, n. 5, p. e31-39, Oct. 2010. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2009.00971.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1439-0396.2009.00971.x>. Acesso em: 10 out. 2020.

AMARAL JUNIOR, H. A.; GARCIA, S.; MELLO, G. L. de. Jundiá: um peixe sob medida para a Região Sul do Brasil. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 125, p. 46-49, 2011.

ARNHOLD, E. A. **Manejo na produção de tilápia no inverno**. [Entrevista cedida a] Rafael Lazzari. [S. l.: s. n.], 22 jul. 2021. Publicado pelo canal Laboratório de Piscicultura Campus PM UFSM. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=82XipXjzgJg>. Acesso em: 27 abr. 2023.

ARUNACHALAM VELUCHAMY, M.; DHANUSHSRI, M.; SANKAR RAJA, P. Effect of temperature on growth of freshwater cultivable fish common carp, *Cyprinus carpio*. **SSRN**, June 14, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4136625>. Disponível em:

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=413662.
Acesso em: 27 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE MEDICINA DO TRABALHO.
Exposição ao frio e seus efeitos no trabalhador. [São Paulo]: ANAMT, 7 jan. 2021. Disponível em: https://www.anamt.orG.br/portal/wp-content/uploads/2021/01/PODCAST_ANAMT_07-01-2021.pdf. Acesso em: 15 set. 2022.

AYROZA, L. M. da S. **Criação de tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, na Usina Hidrelétrica de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR.** 2009. 92 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/100248>. Acesso em: 10 out. 2020.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura.** Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 212 p.

BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. d. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil.** 2. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2010. 608 p.

BARCELLOS, L. Boas práticas de criação de peixes de cultivo. Campus Virtual do IICA: IICA/Brasil-Ministério da Agricultura e Pecuária 2023. Disponível em: <https://elearning.iica.int/mod/page/view.php?id=18133&forceview=1>. Acesso em: 27 abr. 2023.

BARRETO, L. E. G. S. Piscicultura exige cuidados no inverno. [Entrevista cedida a] AVANSINI, C. **Folha de Londrina**, Londrina, 27 abr. 2001. Disponível em: <https://www.folhadelondrina.com.br/folha-rural/piscicultura->

exige-cuidados-no-inverno-334961.html?d=1. Acesso em: 15 set. 2022.

BARRIONUEVO, W. R.; FEMANDES, M. N. Critical thermal maxima and minima for curimatá, *Prochilodus scrofa* Steindachner, of two different sizes. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 26, n. 6, p. 447-450, June 1995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1995.tb00934.x>.

Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2109.1995.tb00934.x>. Acesso em: 16 jul. 2021.

BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. **Segurança do trabalho: guia prático e didático**. 2 ed. São Paulo: Érica, 2018. 320 p.

BITTENCOURT, F. *et al.* Aquaciência 2021, UFSC, 2021. **Enfrentando o inverno com a tilápia**. Workshop ALLTECH / Aquabio. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=U5hi67XbkSg&t=53s>. Acesso em: 15 set. 2022.

BORENSTEIN, S. **La Nina, which worsens hurricanes and drought, is gone**. *In*: PHYS.ORG. [S. l.], 9 Mar. 2023. Disponível em: <https://phys.org/news/2023-03-la-nina-worsens-hurricanes-drought.html>. Acesso em: 6 abr. 2023.

BRUN, S. *et al.* **Protocolo operacional de controle biológico de alevinos de tilápia por meio do peixamento com dourado em viveiros de engorda de tilápia**. Campo grande: Projeto Pacu/COPACOL, 2018. 11 p.

CAMPECHE, D. F. B. *et al.* **Peixes nativos do Rio São Francisco adaptados para cultivo**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 20 p. (Boletim Informativo).

CARNEIRO, P. C. F. *et al.* Jundiá: um grande peixe para a Região Sul. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 69, p. 41-46, 2002.

CARVALHO, D. *et al.* Isolamento e suscetibilidade antimicrobiana de bactérias oriundas de lesões causadas por ictio em jundiá (*Rhamdia quelen*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 42, p. 195-202, 2016.

CASACA, J. M. As carpas: o policultivo integrado no sul do país. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 42, p. 16-20, 1997.

CAVALLI, L. S. (org.). **Introdução à saúde e segurança ocupacional na aqüicultura**. Porto Alegre: [s. n.], jan. 2020. 119 p.

CAVALLI, L. S. *et al.* **Principais doenças infecciosas em camarões e tilápias na aqüicultura**. Porto Alegre: SEAPDR-DDPA, 2021.

CECCARELLI, P. S.; SENHORINI, J. A.; VOLPATO, G. **Dicas em piscicultura**: perguntas e respostas. Botucatu: Santana Editora, 2000. 247 p.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **Condições atuais do ENOS**: enfraquecimento do La Niña e início de condições de neutralidade. [S. l.]: CPTEC/INPE, 22 mar. 2023. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 6 abr. 2023.

CHIPPARI-GOMES, A. R.; GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B. Lethal temperatures for *Rhamdia quelen* larvae (Pimelodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 1069-1071, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000600026>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/msLdkggC9KBZnNvCrhXgGLH/?lang=en>. Acesso em: 5 fev. 2021.

CNAANI, A.; GALL, G. A. E.; HULATA, G. Cold tolerance of tilapia species and hybrids. **Aquaculture International**, Andover, Hants, v. 8, n. 4, p. 289-298, July 2000. DOI: 10.1023/A:1009299109614. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1009299109614>. Acesso em: 16 jul. 2021.

COMMON Carp (*Cyprinus carpio*) thermal tolerance analysis: juvenile and adult, Summer. Carson City: NDEP, Apr. 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA (BRASIL). **Manual técnico**: biossegurança e resposta a emergência sanitária para a produção de animais de aquicultura. [Brasília, DF]: CNA, 2018. 80 p.

COTRIM, D. S. **Piscicultura**: manual prático. Taquara: Emater-RS/Ascar, 1995. 37 p.

DIAS, E. R. A.; MARUYAMA, L. S. **Manejo de peixes no inverno**. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTORES E PESQUEIROS. Outros artigos. Jundiaí: ABRAPPESQ, [1998]. Disponível em: <https://www.abrappesq.com.br/materia8.htm>. Acesso em: 15 set. 2022.

EGGER, R. C.; FIGUEIREDO, H. C. P.; PÁDUA, S. B. L. *Lactococcus petauri*: um novo patógeno para a tilápia, em rápida expansão no país. **Panorama da Aqüicultura**, v. 31, n. 190, p. 32-41, 2023.

EL-DEEN, A. N. *et al.* Mass mortality in cultured Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* in Kafr El-Sheikh Province, Egypt due to Saprolegniosis with emphasis on treatment trials. **Journal of Biological Sciences**, Faisalābād, v. 18, n. 1, 2018, p. 39-45.

ELLIOTT, K. Fish mortality: preventing springtime fish deaths on your aqua farm. **International Aquafeed**, Cheltenham, v. 24, n. 5, p. 46-47, 2021.

EL-SAYED, A. **Tilapia culture**. Cambridge: CABI Publishing, 2006.

FALCON, D. R. *et al.* Lipídeo e vitamina C em dietas preparatórias de inverno para tilápias-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1462-1472, 2007.

FALL, J.; NDONG, D. The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and immune responses of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*). **Journal of Clinical Immunology and Immunopathology Research**, Nairobi, v. 3, n. 1, Jan. 2011.

FAVERO, L. M. *et al.* Uso de aditivo funcional no crescimento de tilápias do Nilo e na redução da mortalidade por franciselose e estreptococose. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 170, p. 46-51, 2018.

FERRARI, V. A.; BERNARDINO, G. Efeitos da temperatura e densidade de estocagem na segunda alevinagem de pacu *Colossoma mitrei*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 4., 1986, Cuiabá. **Anais** [...]. Cuiabá: ABRAq, 1986. p. 87.

FERRAZ DE LIMA, J. A. *et al.* Comportamento do pacu, *Colossoma mitrei*, em um cultivo experimental, no Centro-Oeste do Brasil. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v. 1, n. 1, p. 15-28, 1988.

FOYSAL, M. J. *et al.* Dietary supplementation of garlic (*Allium sativum*) modulates gut microbiota and health status of tilapia (*Oreochromis niloticus*) against *Streptococcus iniae* infection.

Aquaculture Research, Oxford, v. 50, n. 8, p. 2107-2116, Aug. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.14088>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/are.14088>. Acesso em: 5 fev. 2021.

FRACALOSSI, D. M. *et al.* Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região sul do Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 345-352, 2004.

FRASCA-SCORVO, C. M. D. *et al.* **Desempenho zootécnico da tilápia em tanques-rede em represa rural com diferentes concentrações de proteína bruta**. Jaguariúna: Embrapa, 2018. 20 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

GALLOWAY, M. L.; KILAMBI, R. V. Temperature preference and tolerance of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Journal of the Arkansas Academy of Science**, Monticello, Ark. v. 38, n. 11, 1984. Disponível em: <https://scholarworks.uark.edu/jaas/vol38/iss1/11>. Acesso em: 10 out. 2020.

GF.AQUA. **Disco De Secchi**. [S. l.]: GF-AQUA, [2023]. Disponível em: <https://gfaqua.com.br/produto/disco-de-secchi/>. Acesso em: 20 jul. 2023.

GUERTLER, C. *et al.* Occupational health and safety management in Oyster culture. **Aquacultural Engineering**, Amsterdam, v. 70, p. 63-72, Jan. 2016. DOI: 10.1016/j.aquaenG.2015.11.002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860915300339>. Acesso em: 27 abr. 2023.

HASSAN, B. *et al.* Environmental isotonicity improves cold tolerance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in Egypt.

Egyptian Journal of Aquatic Research, Alexandria, v. 39, n. 1, p. 59-65, 2013.

HEIN, G. Manejo de peixes muda com baixas temperaturas. **Jornal do Oeste**, v. 2019. Disponível em: <https://www.jornaldooeste.com.br/oeste-rural/manejo-de-peixes-muda-com-baixas-temperaturas/>. Acesso em: 06 jul. 2019.

HEIN, G. **Verificação da sobrevivência de tilápias (*O. niloticus*) de tamanhos diferentes no município de Toledo-PR e sua Importância prática na organização da produção**. Toledo: Emater-PR, 2006. 24 p.

HEIN, G.; BRIANESE, R. H. **Modelo Emater de produção de tilápia**. Toledo: [s. n.], nov. 2004. 27 p.

HENRIQUES, J. K. S. **Manejo nutricional de tilápias no inverno**. [S. l.: s. n.], 2020. Reunião virtual realizada pelo Meet: <https://meet.google.com/cfg-aijo-anu>. Acesso em: 25 jun. 2020.

HERMES, C. A. **Sistema agroindustrial da tilápia na região de Toledo/PR e comportamento de custos e receitas**. 2009. 142 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/100243>. Acesso em: 27 abr. 2023.

HERMES, C. A.; WILLEMANN, J. **Tilápia abaixo de zero: como cuidar do peixe no inverno!** [Entrevista cedida a] A. Leonhardt. [S. l.: s. n.], 3 jun. 2022. 1 vídeo (7 min 16 seg). Publicado pelo canal Vale Agrícola. Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-JQ5znSwt6I>. Acesso em: 29 abr. 2023.

ISHIKAWA, M. I. **Recomendações no manejo sanitário de pisciculturas durante o inverno.** In: INFOBIBOS. [Campinas], 18 jul. 2010. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2010_3/ManejoPsicultura/ind ex.htm. Acesso em: 16 jul. 2021.

JERÔNIMO, G. T. *et al.* Seasonal influence on the hematological parameters in cultured Nile tilapia from Southern Brazil. **Braz. J. Biol.**, São Carlos (SP), v. 71, n. 3, p. 719-725, 2011.

JOHN, G. *et al.* Effect of some immunostimulants as feed additives on the survival and growth performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, and their response to artificial infection. **Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish.**, Cairo, v. 11, n. 3, p. 1299-1308, 2007.

KHATER, A. A.; SMITHERMAN, R. O. Cold tolerance and growth of three strains of *Oreochromis niloticus*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 2nd, 1987, Bangkok. **The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture**, Bangkok, Thailand, 16-20 March 1987. Bangkok: Dept. of Fisheries, 1988. (ICLARM Conference proceedings, nr. 15). p. 215–218.

KOVALSKI, E. Frio intenso pode trazer prejuízos aos piscicultores da região. [Entrevista cedida a] J. Bresolin. In: **Rede Peperi**. São Miguel do Oeste, 24 maio 2021. Disponível em: <https://www.peperi.com.br/noticias/24-05-2021-frio-intenso-pode-trazer-prejuizos-aos-piscicultores-da-regiao/>. Acesso em: 27 abr. 2023.

KUBITZA, F. Ainda não foi desta vez. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 58, p. 31-35, mar./abr. 2000.

KUBITZA, F. Atenção no manejo dos peixes na saída do inverno. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 96, p. 31-37, jul./ago. 2006.

KUBITZA, F. Circulação de água em viveiros e açudes: fundamentos e benefícios. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 151, p. 14-21, set./out. 2015.

KUBITZA, F. Como podemos aferir a qualidade das rações? **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 118, p. 14-21, mar./abr. 2010.

KUBITZA, F. Em se tratando de rações o barato pode custar caro. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 176, p. 14-21, nov./dez. 2019.

KUBITZA, F. Enfermidades bacterianas, virais, parasitárias e fúngicas em tilápias um desafio à tilapicultura intensiva. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 179, p. 12-23, 2020.

KUBITZA, F. *et al.* **Planejamento da produção de peixes**. 3 ed. Jundiaí: Acquaimagem, 1999. 77 p.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. 3. ed. Jundiaí: Acquaimagem, 1999. 123 p.

KUBITZA, F. Produção de tilápias em tanques de terra e estratégias avançadas no manejo. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 115, p. 14-21, set./out. 2009.

KUBITZA, F. Tanques-rede em açudes particulares: oportunidade e atenções especiais. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 101, p. 31-37, maio/jun. 2007.

KUBITZA, F. **Tilápia**: tecnologia e planejamento na produção comercial. 2. ed. Jundiaí: Acquaimagem, 2000b. 51 p.

KUBITZA, F.; KUBITZA, L. M. M. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade - parte I. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 59, p. 44-53, maio/jun. 2000.

KUBITZA, F.; KUBITZA, L. M. M. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade - parte II. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 10, p. 31-38, jul./ago. 2000.

LEAL, C. A. G.; QUEIRÓZ, G. A.; FIGUEIREDO, H. C. P. Franciselose (Parte 1): um desafio de inverno para a tilapicultura brasileira. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 165, p. 24-31, jan./fev. 2018.

LEAL, C. A. G.; QUEIRÓZ, G. A.; FIGUEIREDO, H. C. P. Franciselose (Parte 2): um desafio de inverno para a tilapicultura brasileira. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 28, 166, mar./abr. 2018.

LIMA, A. *et al.* **Construção de viveiros**: piscicultura familiar. Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2012. 6 p. (Projeto Divinópolis).

LIRA, A. Agraer disponibiliza auxílio a piscicultores afetados por chuva em Mundo Novo. *In*: AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E EXTENSÃO RURAL. Campo grande, 4 jan. 2016. Disponível em: <https://www.agraer.ms.gov.br/agraer-disponibiliza-auxilio-a-piscicultores-afetados-por-chuva-em-mundo-novo/>. Acesso em: 5 fev. 2021.

LOGATO, P. V. R. **Nutrição e alimentação de peixes de água doce**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2012. 131 p.

MALAVAZI, S.; ARNHOLD, E. A. **Manejo de Inverno em Piscicultura**. [Entrevista cedida a] J. G. Weidlich. [S. l.: s. n.], 16 jun. 2020. 1 vídeo (1h 13 min 30 seg). Publicado pelo canal Rações Supra. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=CXM_HbAChIk. Acesso em: 16 jul. 2021.

MARQUES, N. R. *et al.* Níveis diários de arraçoamento para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, l.) cultivados em baixas temperaturas. **Semina**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 97-104, 2003.

MEADEN, G. J.; AGUILAR-MANJARREZ, J. **Advances in geographic information systems and remote sensing for fisheries and aquaculture**. Rome: FAO, 2013. 425 p. (FAO fisheries and aquaculture technical paper, 552).

MILSTEIN, A. *et al.* Low temperature tolerance of pacu, *Piaractus mesopotamicus*. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 58, p. 455-460, Aug. 2000. DOI: 10.1023/A:1007672401544. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1007672401544>. Acesso em: 15 set. 2022.

MOREAU, D.; NEIS, B. Occupational health and safety hazards in Atlantic Canadian aquaculture: laying the groundwork for prevention. **Marine Policy**, Amsterdam, v. 33, n. 2, p. 401-411, Mar. 2009. DOI: 10.1016/j.marpol.2008.09.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X08001462>. Acesso em: 16 jul. 2021.

MOSES, M. *et al.* growth performance of five different strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) introduced to Tanzania

reared in fresh and brackish waters. **Scientific Reports**, [London], 11, 11147, 27 May 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-90505-y. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-90505-y>. Acesso em: 15 set. 2022.

NI, D.; WANG, J. **Biology and diseases of grass carp**. Beijing: Science Press, 1999. 437 p.

NIVELLE, R. *et al.* Temperature preference of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles induces spontaneous sex reversal. **PloS One**, San Francisco, v. 14, n. 2, e0212504, 2019. DOI: 10.1371/journal.pone.0212504. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0212504&type=printable>. Acesso em: 15 set. 2022.

NOBREGA, R. O. *et al.* Improving winter production of Nile tilapia: What can be done? **Aquaculture Reports**, [Amsterdam], v. 18, 100453, Nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100453>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352513420305433>. Acesso em: 15 set. 2022.

ONAKA, E.; SOUZA, G. **Aquicultura no inverno: cuidados necessários com os peixes**. In: Instituto de Pesca-APTA], 19 Maio 2020. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/instituto/estrutura/centro-de-comunicacao/sala-de-imprensa/1526-aquicultura-no-inverno-cuidados-necessarios-com-os-peixes>. Acesso em: 14 fev. 2021.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3. ed. Jundiaí: Acquaímagem, 2003. 112 p.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. guáiba: Agropecuária, 1998. 211 p.

PÁGINA RURAL. Santa Catarina investe na melhoria genética da produção de tilápias, diz Epagri. [Itajaí: Página Rural], 13 out. 2020. Disponível em: <https://www.paginarural.com.br/noticia/283609/santa-catarina-investe-na-melhoria-genetica-da-producao-de-tilapias-diz-epagri>. Acesso em: 20 jul. 2022.

PANORAMA DA AQUICULTURA, 2000. **Frio provoca mortalidade de peixes**. Laranjeiras: Panorama da Aquicultura, 2000. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/frio-provoca-mortalidade-de-peixes/>. Acesso em: 14 maio 2021.

PEIXE BR. **Anuário 2021 Peixe BR da Piscicultura**. São Paulo: Peixe BR, 2021. 139 p.

PIEDRAS, S.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 177-182, 2004.

PRIMATO COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL. **Aerador chafariz trifasico 1,5 cv induscava**. Toledo, PR: Primato, [2023]. Disponível em: <https://primato.com.br/loja/01/produto/7607/aerador-chafariz-trifasico-1-5-cv-induscava>. Acesso em: 20 jul. 2023.

Acesso em:

REZK, M. A.; KAMEL, E. Cold tolerance of selective breeding of *Oreochromis niloticus* and *Oreochromis aureus*. **Egyptian Journal for Aquaculture**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 43-53, 2011.

SANTOS, H. P. d. **Geada tardia**. 2011. In: UZUM Uva - Sistema especialista para diagnóstico de doenças, pragas e distúrbios fisiológicos em videiras. [Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho], Disponível em:

<https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/uva/geada.html>. Acesso em: 16 jul. 2021.

SANTOS, H. P. d. **Geada tardia**. In: FIALHO, F. B. et al. UZUM Uva - sistema especialista para diagnóstico de doenças, pragas e distúrbios fisiológicos em videiras. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. Disponível em: <https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/uva/geada.html>. Acesso em: 16 jul. 2021.

SANTOS, V. B.; MARECO, E. A.; SILVA, M. D. P. Growth curves of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains cultivated at different temperatures. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 35, n. 3, ago. 2013. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i3.19443>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/19443>. Acesso em: 10 out. 2020.

SCOTT, P. C. SIG: Sistema de Informações geográficas para Aqüicultura. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 37, p. 10-16, 1996. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/sig-sistema-de-informacoes-geograficas-para-aquicultura/>. Acesso em: 10 out. 2020.

SIDDIK, M. A. B. *et al.* Over-wintering growth performance of mixed-sex and mono-sex Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in northeastern Bangladesh. **Croatian Journal of Fisheries**, Zagreb, v. 72, p. 70 – 76, 2014.

SIFA, L. *et al.* Cold tolerance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, in China. **Aquaculture**, v. 213, n. 1-4, p. 123-129, Oct. 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00068-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00068-6). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848602000686>. Acesso em: 5 fev. 2021.

SILVA, B. C. d.; MÖRSCHBACHER, E. F.; LAZZARI, R. **Frio intenso na piscicultura: o que fazer?**. [Entrevista cedida a] G. Mello. 1 vídeo (2 h 6 min 6 seg). [S. l.: s. n.], 27 jul. 2021. Publicado pelo canal Aquaculture Brasil. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7mszQ-tkHDA&t=6813s>. Acesso em: 27 abr. 2023.

SILVA, B. C.; MARCHIORI, N. **Importância do manejo alimentar na criação de tilápia**. Florianópolis: Epagri/DEMC, 2018. 16 p.

SILVA, F. Q. **Inverno: evite perdas na tilapicultura**. [S. l.: s. n.], 11 jul. 2022. Publicado pelo #VaiAqua. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=g98xtAuq9f8>. Acesso em: 27 abr. 2023.

SILVA, T. S. d. C.; INOUE, L. A. K. A.; FIETZ, C. R. **Influência do clima, fenômenos e mudanças climáticas no manejo da piscicultura**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2016. 25 p. (Documentos).

SMITH, L. S. **Introduction to fish physiology**. Neptune: T.F.H., 1982. 352 p.

SOLTAN, M. A. *et al.* Effect of some over-wintering regimes on survival and growth performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Biological and Chemical Research**, Delaware, v. 2015, p. 362-374, Dec. 2015.

SWENSON, W. *et al.* **Managing Wisconsin fish ponds**. Madison: University of Wisconsin, 2000.

TERASAWA, F. **Cuidado com os peixes no inverno**. [Entrevista cedida a] ZIMERMANN, M. [S. l.: s. n.], 2016. Publicado pelo canal Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Tzk428sK8i0>. Acesso em: 10 out. 2020.

TREVISAN EQUIPAMENTOS AGROINDUSTRIAIS. **Aerador de pás palhetas triangulares Trevisan**. Palotina: Trevisan, [2023]. Disponível em: <https://www.trevisan.ind.br/aerador-pas-palhetas-triangulares-trevisan>. Acesso em: 20 jul. 2023.

UMEZU, D. F. **Manejo estratégico de inverno: otimizando o lucro na produção de peixes**. [S.L.: s.n.], 2020. Publicado pelo canal. Disponível em: <https://register.gotowebinar.com/register/1972383528389842700>. Acesso em: 27 maio 2020.

URBINATI, E.; CARNEIRO, P. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. *In*: CYRINO, J. E. P. *et al* (ed.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 171-193.

USHIZIMA, T. T. *et al*. Estratégias de prevenção contra franciselose em tilápias. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 182, p. 26-33, 2021.

WREGGE, M. S. *et al*. **Atlas climático do Rio grande do Sul**. Porto Alegre: CEMETRS, [2011]. 185 p.

WREGGE, M. S. *et al*. Risco de ocorrência de geadas na região centro-sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, ano 14, v. 22, p. 524-553, jan./jun. 2018.

WRIGHT, D. J.; BARTLETT, D. J. **Marine and coastal geographical information systems**. London: Taylor & Francis, 2000. 320 p. (Research Monographs in geographical Information Science).

ZANIBONI FILHO, E. *et al*. Espécies nativas com potencial para regiões de clima frio. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 114, p. 24-29, jul./ago. 2009.

ZARDO, É. L. Nota técnica: estratégias de manejo na produção de tilápias durante o inverno - Parte I. *In*: PURO TRATO. **Blog**. Santo Augusto, RS: J A Teixeira Veterinária, 5 jun. 2020. Disponível em: <https://www.purotrato.com.br/noticia/75/Nota-Tecnica-Estrategias-de-manejo-na-producao-de-tilapias-durante-o-inverno-Parte-I>. Acesso em: 10 out. 2020.

ZARDO, É. L. Nota técnica: Estratégias de manejo na produção de tilápias durante o inverno - Parte II: Manejo nutricional. *In*: PURO TRATO. **Blog**. Santo Augusto, RS: J A Teixeira Veterinária, 4 jul. 2020. Disponível em: <https://www.purotrato.com.br/noticia/83/Nota-Tecnica-Estrategias-de-manejo-na-producao-de-tilapias-durante-o-inverno-Parte-II>. Acesso em: 10 out. 2020.

ZARDO, É. L. Nota técnica: estratégias de manejo na produção de tilápias durante o inverno - parte III. *In*: PURO TRATO. **Blog**. Santo Augusto, RS: J A Teixeira Veterinária, 17 Aug. 2020. Disponível em: <https://www.purotrato.com.br/noticia/85/Nota-Tecnica-Estrategias-de-manejo-na-producao-de-tilapias-durante-o-inverno-Parte-III>. Acesso em: 10 out. 2020.

ZGODA, N. **Manejos de inverno para a piscicultura**. [Entrevista cedida a] COPACOL. Cafelândia: Copacol, 16 jul. 2019. Disponível em: <https://www.copacol.com.br/agronegocio/noticia/4086/manejos-de-inverno-para-a-piscicultura>. Acesso em: 27 abr. 2023.



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO



DDPA

Departamento de Diagnóstico
e Pesquisa Agropecuária

Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: +55 (51) 3288.8000

<https://www.agricultura.rs.gov.br/ddpa>