

Gisele Ferreira da Silva
Lidiane Marcondes Maciel
Marcos Vinicios Dalmass
Mariana Tiepo Gonçalves



Tilápia-do-Nilo

criação e cultivo
em viveiros
no estado do Paraná



TILÁPIA-DO-NILO

Criação e cultivo em viveiros no
estado do Paraná

Gisele Ferreira da Silva
Lidiane Marcondes Maciel
Marcos Vinícios Dalmass
Mariana Tiepo Gonçalves

Capa

Danielle Jacob

Ilustrações

Renan Gustavo Rodrigues da Luz

Fotos

Patrick Nereu Tetu

Curitiba

2015



ASSOCIAÇÃO DE AQUICULTORES DO PARANÁ

APRESENTAÇÃO

Este livro é resultado do trabalho desenvolvido pelos autores, como produto final do projeto da disciplina de Piscicultura do Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná – UFPR, no ano de 2015. Consiste em uma revisão bibliográfica, através de livros, artigos científicos de revistas da área e bibliografia literária.

Trata-se de um material que informa alunos de graduação e pós-graduação dos cursos de Zootecnia, Medicina Veterinária, Agronomia, Engenharia de Pesca e Aquicultura, em relação à criação e ao cultivo de Tilápia-do-Nilo em viveiros no estado do Paraná.

O presente trabalho foi escrito para ser utilizado por estudantes. Deste modo, aborda conceitos e manejos referentes à construção dos viveiros, qualidade da água, nutrição e alimentação, elementos fundamentais para a sanidade, melhoramento genético, reprodução, larvicultura e alevinagem, despesca e abate.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, com dados fornecidos pelos autores.

T569 Tilápia-do-nylo: criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná / Gisele Ferreira da Silva... [et al.]. - Curitiba : GIA, 2015. 290 p.: il.

ISBN 978-85-60930-07-4

1. Tilápia (Peixe) – Criação - Paraná. 2. Peixe – Viveiros.
I. Silva, Gisele Ferreira da. II. Maciel, Lidiane Marcondes.
III. Dalmass, Marcos Vinícios. IV. Gonçalves, Mariana Tiepo.

CDU 639.3(816.2)

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor.

Mas lutamos para que o melhor fosse feito.

Não somos o que deveríamos ser,

não somos o que iríamos ser,

mas graças a DEUS,

não somos o que éramos.”

Martin Luther King

SUMÁRIO

1	A TILAPICULTURA NO PARANÁ	12
1.1	INTRODUÇÃO DA TILÁPIA-DO-NILO NO BRASIL	13
1.2	A TILÁPIA-DO-NILO NO PARANÁ	16
1.3	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	18
2	A TILÁPIA-DO-NILO (<i>OREOCHROMIS NILOTICUS</i>)	21
2.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ESPÉCIE	23
2.2	ANATOMIA E MORFOLOGIA EXTERNA	24
2.3	ANATOMIA E FISIOLOGIA	28
2.3.1	SISTEMA CIRCULATÓRIO	28
2.3.2	SISTEMA NERVOSO	31
2.3.3	SISTEMA RESPIRATÓRIO	33
2.3.4	SISTEMA DIGESTÓRIO	36
2.3.4.1	Cavidade bucal, faringe e esôfago	37
2.3.4.2	Estômago	38
2.3.4.3	Intestino e reto	40
2.3.4.4	Fígado, pâncreas e vesícula biliar	42
2.4	SISTEMA REPRODUTOR	43
2.4.1	OVÁRIOS	43
2.4.2	TESTÍCULOS	44
2.4.3	MATURIDADE SEXUAL E CICLO REPRODUTIVO	45
2.5	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	46
3	CONSTRUÇÃO DE VIVEIROS	48
3.1	REGULAMENTAÇÃO AMBIENTAL	49
3.1.1	LICENCIAMENTO AMBIENTAL	49
3.1.1.1	Obtenção de licença ambiental	52
3.1.2	OUTORGA DA ÁGUA	55

3.2	REQUISITOS PARA A CONSTRUÇÃO DE VIVEIROS	57
3.2.1	ÁREA E TOPOGRAFIA	58
3.2.2	TIPO DE SOLO	58
3.2.3	DISPONIBILIDADE DE ÁGUA	60
3.3	ESTRUTURA DE VIVEIROS	61
3.3.1	DIMENSIONAMENTO	61
3.3.2	SISTEMA DE ABASTECIMENTO	63
3.3.2.1	Estimativa de vazão de água	65
3.3.3	CONSTRUÇÃO DOS VIVEIROS	70
3.3.3.1	Taludes	70
3.3.3.2	Largura da crista	71
3.3.3.3	Borda livre ou borda de segurança	72
3.3.3.4	Fundo	73
3.3.3.5	Sistema de drenagem	73
3.3.3.6	Lagoa de decantação	76
3.4	ENCHIMENTO	78
3.5	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	78

4 QUALIDADE DA ÁGUA NA TILAPICULTURA **81**

4.1	FATORES FÍSICOS DA ÁGUA	82
4.1.1	TEMPERATURA	82
4.1.2	TRANSPARÊNCIA E TURBIDEZ	84
4.2	FATORES QUÍMICOS DA ÁGUA	85
4.2.1	PH	85
4.2.2	ALCALINIDADE	86
4.2.3	DUREZA	87
4.2.4	SALINIDADE	87
4.2.5	OXIGÊNIO DISSOLVIDO	88
4.2.6	DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂)	90
4.2.7	COMPOSTOS NITROGENADOS	91
4.2.7.1	Amônia (Nh ₄ ⁺ + NH ₃)	91
4.2.7.2	Nitrito (NO ₂ ⁻)	92
4.2.7.3	Nitrato (NO ₃ ⁻)	93

4.3	FATORES BIOLÓGICOS DA ÁGUA	93
4.3.1	FITOPLÂNCTON	93
4.3.2	ZOOPLÂNCTON	94
4.3.3	BENTOS	94
4.3.4	MACRÓFITAS	95
4.4	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	95

5 NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO 98

5.1	EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DAS TILÁPIAS	99
5.1.1	FATORES QUE INFLUENCIAM AS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS	100
5.1.2	PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS	102
5.1.3	ENERGIA	106
5.1.4	CARBOIDRATOS	111
5.1.5	VITAMINAS	112
5.1.6	MINERAIS	117
5.2	ALIMENTAÇÃO	122
5.2.1	ALIMENTO NATURAL	122
5.2.2	RAÇÃO	123
5.2.3	TIPOS DE RAÇÕES	124
5.2.3.1	Processamento	124
5.2.3.2	Umidade	125
5.2.3.3	Função	126
5.3	INGREDIENTES PARA A FORMULAÇÃO DE DIETAS PARA TILÁPIA	128
5.3.1	FONTES PROTEICAS DE ORIGEM ANIMAL	129
5.3.2	FONTES PROTEICAS DE ORIGEM VEGETAL	132
5.3.3	FONTES ENERGÉTICAS	135
5.4	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	137

6 SANIDADE E PROFILAXIA 141

6.1	IMUNOLOGIA EM PEIXES	142
6.1.1	RESPOSTA IMUNE INATA	142

6.1.2	RESPOSTA IMUNE ADAPTATIVA	143
6.2	PRINCIPAIS DOENÇAS EM TILÁPIAS-DO-NILO	144
6.2.1	DOENÇAS AMBIENTAIS	145
6.2.1.1	Síndrome do sangue marrom	145
6.2.1.2	Síndrome da bolha de gás	146
6.2.1.3	Doença ambiental das brânquias	147
6.2.2	DOENÇAS FÚNGICAS	148
6.2.2.1	Saprolegniose	149
6.2.3	DOENÇAS BACTERIANAS	150
6.2.3.1	Estreptococcose	151
6.2.3.2	Columnariose/ Boca de algodão/ Cauda comida	154
6.2.3.3	Septicemias causadas por <i>Aeromonas</i> e <i>Pseudomonas</i>	156
6.3	PRINCIPAIS PARASITOS	158
6.3.1	PROTOZOÁRIOS	158
6.3.1.1	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	159
6.3.1.2	<i>Chilodonella</i> spp.	161
6.3.1.3	Tricodinídeos	163
6.3.1.4	<i>Epistylis</i> , <i>Ambiphrya</i> e <i>Apiosoma</i>	165
6.3.1.5	<i>Ichthyobodo necator</i>	166
6.3.1.6	<i>Piscinoodinium pillulare</i>	167
6.3.1.7	<i>Myxobolus cerebralis</i>	169
6.3.2	TREMATODOS MONOGENÉTICOS	171
6.3.3	MICROCRUSTÁCEOS	172
6.3.3.1	<i>Argulus</i> sp. e <i>Dolops</i> sp.	173
6.3.3.2	<i>Lernaea</i> sp.	174
6.3.3.3	<i>Ergasilus</i> sp.	176
6.4	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	179

7 REPRODUÇÃO, LARVICULTURA E ALEVINAGEM 181

7.1	ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO EM AMBIENTE NATURAL	182
7.2	REPRODUÇÃO ARTIFICIAL	187
7.2.1	ESCOLHA DOS REPRODUTORES	187
7.2.2	SEXAGEM DOS REPRODUTORES	189

7.2.3	QUANTIDADE NECESSÁRIA DE REPRODUTORES	191
7.2.4	SISTEMAS DE PRODUÇÃO	192
7.2.4.1	Uso de hapas	192
7.2.4.2	Reprodução em viveiros	193
7.2.5	COLETA DE OVOS	194
7.2.6	INCUBAÇÃO DOS OVOS	195
7.2.7	COLETA DE NUENS DE LARVAS	196
7.2.8	ESTOCAGEM DAS LARVAS	199
7.3	REVERSÃO SEXUAL	199
7.3.1	CARACTERÍSTICAS DAS RAÇÕES	202
7.3.2	PREPARO PARA O TRANSPORTE	205
7.3.2.1	Tratamento preventivo	205
7.3.2.2	Classificação dos animais	206
7.4	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	207


8 MELHORAMENTO GENÉTICO DE TILÁPIA-DO-NILO 210

8.1	ESPÉCIES, LINHAGENS E HÍBRIDOS	211
8.1.1	A LINHAGEM GIFT	213
8.2	FUNDAMENTOS DA GENÉTICA QUANTITATIVA	216
8.3	SELEÇÃO GENÉTICA	218
8.3.1	CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO	218
8.3.2	CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS	219
8.3.3	CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA	220
8.3.4	OUTRAS CARACTERÍSTICAS	221
8.4	CRUZAMENTO E ACASALAMENTO	222
8.4.1	ENDOGAMIA OU CONSANGUINIDADE	222
8.4.2	HIBRIDAÇÃO	224
8.5	INTERAÇÃO GENÓTIPO-AMBIENTE	225
8.6	MANIPULAÇÃO CROMOSSÔMICA	226
8.7	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	229

9 PRINCÍPIOS E TÉCNICAS DE MANEJO 232

9.1	MANEJO DE PREPARAÇÃO DOS VIVEIROS	233
9.1.1	LIMPEZA E DESINFECÇÃO	233
9.1.2	CALAGEM	234
9.1.3	FERTILIZAÇÃO	236
9.1.3.1	Fertilizantes Químicos	238
9.1.3.2	Fertilizantes orgânicos	241
9.2	TRANSPORTE E POVOAMENTO	244
9.2.1	TRANSPORTE	244
9.2.2	POVOAMENTO	245
9.2.3	DENSIDADE	248
9.3	MANEJO DA QUALIDADE DA ÁGUA	249
9.3.1	SISTEMAS DE AERAÇÃO	249
9.3.2	SISTEMA DE RENOVAÇÃO DA ÁGUA	250
9.3.3	CONTROLE DA TEMPERATURA	251
9.3.4	CONTROLE DE PH	252
9.3.5	CONTROLE DE MACRÓFITAS	252
9.3.5.1	Controle mecânico	252
9.3.5.2	Controle químico	253
9.3.5.3	Controle biológico	255
9.4	MANEJO ALIMENTAR	255
9.4.1	FATORES QUE INFLUENCIAM NA INGESTÃO DO ALIMENTO	257
9.4.2	CARACTERÍSTICAS DAS FASES DE CULTIVO	259
9.4.2.1	Larvicultura e alevinagem	260
9.4.2.2	Recria	262
9.4.2.3	Engorda	263
9.4.2.4	Reprodução	264
9.4.3	HORÁRIO DE ARRAÇOAMENTO	265
9.5	MANEJO PROFILÁTICO	266
9.5.1	LIMPEZA E DESINFECÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CULTIVO	267
9.5.2	LIMPEZA E DESINFECÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	267
9.6	MANEJO PRÉ-ABATE	269
9.6.1	JEJUM	271
9.6.2	DESPESCA	271

9.6.2.1	Redes de arrasto	272
9.6.2.2	Drenagem do viveiro e caixas de despesca	273
9.6.3	DEPURAÇÃO	275
9.6.4	TRANSPORTE PARA O ABATE	277
9.7	MANEJO DE ABATE	279
9.7.1	INSENSIBILIZAÇÃO	279
9.7.2	MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO	280
9.7.2.1	Eletronarcose	280
9.7.2.2	Atordoamento cerebral	281
9.7.2.3	Percussão	281
9.7.2.4	Termonarcose	282
9.7.2.5	Secção de medula	282
9.7.2.6	Dióxido de carbono (CO ₂)	283
9.7.3	ABATE	283
9.7.3.1	Anóxia	283
9.7.3.2	Choque térmico	284
9.7.3.3	Eletronarcose e percussão	284
9.7.3.4	Asfixia por mistura gasosa (CO ₂ N)	285
9.7.3.5	Sangria das brônquias	285
9.8	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	285



1 A TILAPICULTURA NO PARANÁ

Gisele Ferreira da Silva
Lidiane Marcondes Maciel
Marcos Vinicios Dalmass
Mariana Tiepo Gonçalves

1.1 Introdução da tilápia-do-Nilo no Brasil

A tilápia-do-Nilo é oriunda de diversos países africanos, sendo a espécie mais cultivada em todo o mundo. Ela se sobressai das demais, pelo crescimento acelerado, reprodução mais tardia (atingindo maior tamanho antes da primeira reprodução) e alta prolificidade (proporcionando a produção de grandes quantidades de alevinos).

No Brasil, a tilápia-do-Nilo é cultivada praticamente em todo o país, em criações frequentemente realizadas em viveiros e em tanques-rede. A mesma adquiriu este espaço na piscicultura nacional, devido à ótima relação custo/benefício para os consumidores, a alta qualidade da sua carne, de sabor suave, cor branca e textura firme. Dentre os peixes que podem ser cultivados em cativeiro, a tilápia destaca-se por sua resistência a doenças, tolerância ao cultivo em altas densidades e em ambientes adversos e estressantes, o que a tornou rapidamente a espécie preferida pela piscicultura brasileira.

A primeira introdução conhecida da tilápia-do-Nilo no Brasil ocorreu em 1971. Um número pequeno de exemplares foi trazido de Bouaké (Costa do Marfim –

África) para Pentecostes no Ceará no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Porém, essa introdução não foi eficiente, pois houve uma diminuição drástica da variabilidade genética, acarretando na redução no desempenho e elevação do aparecimento de anomalias genéticas, isso pode ter acontecido devido às especificidades reprodutivas das tilápias associado às dificuldades de evitar os acasalamentos entre indivíduos aparentados.

A segunda importação conhecida ocorreu em 1996 no estado do Paraná, de 20.800 alevinos, provenientes da Tailândia (Ásia).

Nos anos de 2002 e 2005, foram inseridas duas linhagens decorrentes de programas de melhoramento genético, a GenoMar Supreme Tilápia (GST), produzida por uma empresa da Noruega (GENOMAR) e inserida no Brasil pela piscicultura Aquabel, que fica em Rolândia no Paraná e a linhagem “Genetically Improved Farmed Tilapia” (GIFT), em português: “Melhoramento genético de tilápias criadas em cativeiro”, proveniente da Malásia, desenvolvida inicialmente pela ICLARM (International Center for Living Aquatic Resources Management), atual WorldFish Center,

cultivada e selecionada no Brasil por pesquisadores da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

A linhagem GIFT foi formada a partir do acasalamento de oito linhagens, sendo quatro reprodutores naturais de linhagens de tilápia-do-Nilo vindos do Egito, de Gana, do Senegal e do Quênia e, mais quatro linhagens utilizadas em criações nas Filipinas, Israel, Taiwan e Tailândia.

O Brasil obteve no ano de 2009, a sexta posição do ranking mundial na produção de tilápias, com 133.000 toneladas. Em relação aos países da América Latina, o Brasil se encontra na primeira posição, tanto no quesito produção quanto no consumo de tilápias.

A tilapicultura progrediu de 12.000 para 133.000 toneladas de 1995 a 2009. Nos últimos 15 anos a produção de tilápia aumentou a uma taxa média de 17% ao ano e representa no momento aproximadamente 40% da produção da piscicultura brasileira.

Os principais fatores que colaboraram com o progresso da tilapicultura no Brasil foram:

- Melhora na qualidade dos alevinos, através da reversão sexual e do uso de linhagens melhoradas;

- A adesão de criação em tanques-rede, que viabilizou um aumento da criação em vários estados;
- A reação da indústria de ração na elaboração de linhas completas para cada fase de desenvolvimento das tilápias;
- O mercado interno do país, que rapidamente percebeu a qualidade dos produtos de tilápia ofertados pelos frigoríficos e produtores.

1.2 A tilápia-do-Nilo no Paraná

A produção comercial, até 2004, foi liderada pelo estado do Paraná, a partir deste mesmo ano, o estado do Ceará despontou na liderança como maior produtor, produzindo 13.000 toneladas, enquanto o Paraná produziu 12.782 toneladas. No ano de 2007 produziu próximo de 12.500 toneladas, mas foi ultrapassado por São Paulo, ficando em terceiro no ranking nacional. A partir de 2008, por meio da adesão de um modelo de produção integrado, parecido ao realizado pela avicultura e suinocultura, a tilapicultura no oeste do Paraná apresentou ligeiro aumento na produção, através da reativação de

pisciculturas que estavam paradas, assim como o ingresso em produção de novos empreendimentos. O Paraná também foi o precursor na produção de alevinos e na importação de material genético.

A tilápia-do-Nilo é produzida em todas as regiões do estado do Paraná, desde o leste onde predomina um clima mais frio até o oeste em que a região é mais quente. Isto porque a tilápia é uma espécie que suporta variação da temperatura da água e oxigênio dissolvido. No entanto, há regiões em que esta espécie se adaptou melhor, devido ao clima favorável, associado ao grande potencial hídrico, sendo a região Oeste o polo principal com 61% da tilapicultura do estado, seguido da região Norte com 23% e os 6% restantes pertencem as demais regiões.

A região Oeste do Paraná conta com a utilização de viveiros no sistema de produção, sendo que este é recomendado para propriedades rurais em que são realizadas escavações com áreas de até 1 ha, onde se emprega a integração com cooperativas e é utilizada a mão-de-obra familiar. Em geral, o ciclo de produção da tilápia encontra-se em torno de 210 a 250 dias, atingindo um peso médio de 750 g. A densidade de estocagem e a produtividade normalmente encontrada nessa região são

de 2,5 tilápias/m² e 1,19 kg/m², respectivamente. As principais cidades produtoras nesta região são Toledo, Cascável, Maripá, Nova Aurora, Assis Chateaubriand, Tupãssi, Marechal Cândido Rondon.

Na região Norte predomina a utilização de tanques-rede, o que torna o custo de produção maior, pois a ração é mais cara pela necessidade de inclusão de mais ingredientes nutritivos, e em razão da água utilizada ser menos favorável a engorda. As principais cidades produtoras nesta região são Maringá e Londrina.

1.3 Bibliografia consultada

BARROSO, R. M.; PEDROZA FILHO, M. X.; RÍOS, J. L. O mercado da tilápia em 2014. *Boletim técnico – Embrapa Pesca e Aquicultura*. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/pesca-e-aquicultura>>. Acesso em: 09 de junho de 2015.

FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. *Cultivo de tilápias no Brasil: origens e cenário atual*. IN: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46., Rio Branco. *Anais...* Rio Branco: SOBER, 2008.

HEIN, G.; PARIZOTTO, M. L. V.; BRIANESE, R. H. *Tilápia: uma atividade que agrega renda a propriedade em áreas marginais*. Maio de 2004. Disponível em:

<<http://www.iapar.br/arquivos>>. Acesso em: 09 de junho de 2015.

HEIN, G.; BRIANESE, R. H. *Modelo Emater de produção de tilápia*. Novembro 2004. Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br>>. Acesso em: 30 de abril de 2015.

HESS, J. Atividade de piscicultura no Paraná. *Boletim técnico – Sistema da Federação da Agricultura do Estado do Paraná*. Disponível em: <<http://www.sistemafaep.org.br/boletins-tecnicos>>. Acesso em: 09 de junho de 2015.

KUBITZA, F. Tilápias na bola de cristal. *Panorama da Aquicultura*, vol.17, n.99, p.14-21, jan./fev. 2007.

KUBITZA, F. Aquicultura de tilápias no mundo e no Brasil. IN: KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. 2ª Edição. Jundiaí: F. Kubitza, 2011. p.1-11.

OLIVEIRA, C.A.L.; RESENDE, K.E.; LEGAT, A.P. *et al.* Melhoramento genético de peixes no Brasil: Situação atual e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20., 2010, Palmas. *Anais...* Palmas: ZOOTEC, 2010. p. 237-249.

RESENDE, E. K.; OLIVEIRA, C. A. L.; LEGAT, A. P. *et al.* Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica espécies aquáticas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 8., 2010, Maringá. *Anais...* Maringá: SBMA, 2010.

SUSSEL, F. R. A tilápia vem se ajustando a novos cenários e regiões. *Anuário da Pecuária Brasileira*, ANUALPEC, 2010.

SUSSEL, F. R. Planejamento na produção de tilápias. *Pesquisa e Tecnologia*, vol.9, n.2, jul./dez. 2012.



2 A TILÁPIA-DO-NILO

(Oreochromis niloticus)

Lidiane Marcondes Maciel

Ao longo da evolução das espécies, surgiram diversas formas de adaptação dos peixes em relação ao ambiente aquático em que estão inseridos. Com isso, encontram-se hoje diversas espécies de peixes que apresentam hábitos alimentares diversificados, estruturas sensoriais bastante eficazes, formas variadas, dentre outros aspectos, como temperatura, pH e oxigênio, por exemplo, que influenciam na sobrevivência dessas espécies em água doce. Para que a criação ou exploração racional de peixes seja efetiva, é necessário conhecer a organização e o funcionamento do organismo desses animais.

O estudo da anatomia, morfologia e fisiologia dos peixes, auxilia no entendimento sobre o comportamento, estratégias de adaptações adotadas pela espécie e suas devidas particularidades, para que dentro de um regime de criação, possa existir um controle quanto à instalação, alimentação, reprodução e outros aspectos pertinentes ao desenvolvimento do animal.

Nesse capítulo serão abordadas algumas características gerais sobre a tilápia-do-Nilo, conceitos anatômicos e morfológicos e as principais funções e características do sistema fisiológico dos peixes quanto ao sistema circulatório, nervoso, respiratório e digestório.

2.1 Características gerais da espécie

A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe do grupo dos Teleósteos, Ordem Peciforme, pertencente à Família Cichlidae, Subfamília Pseudocrenilabrinae. Originou-se da bacia do rio Nilo, no leste da África, encontrando-se distribuída em regiões tropicais e subtropicais, como em Israel, no Sudoeste Asiático e no Continente Americano. Por intermédio do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), em 1971, a espécie foi introduzida nos açudes do Nordeste do Brasil, difundindo-se para o resto do país.

A tilápia-do-Nilo apresenta um ótimo desenvolvimento em ambientes com temperaturas que variam de 25 a 30°C, abaixo desse valor começa a ocorrer um declínio no crescimento dessa espécie. Em temperaturas abaixo de 11°C as tilápias não resistem e começam a morrer, e abaixo de 7°C há existência de uma mortalidade em massa da população.

Segundo sua descrição física, a tilápia-do-Nilo apresenta listras verticais, coloração acinzentada e corpo comprimido lateralmente. Apresentam crescimento

acelerado, podendo os adultos chegar até 60 cm em comprimento, variando seu peso de 4,3 kg a 9,5 kg.

A tilápia tem hábito alimentar onívoro. Em ambiente natural alimentam-se de fitoplâncton, plantas aquáticas, pequenos invertebrados, fauna bentônica¹, entre outros, e em sistemas de produção se adapta bem à ingestão de ração.

As tilápias possuem alta taxa de fertilidade e excelente capacidade de reprodução, mesmo antes de atingir sua maturidade sexual, o que geralmente ocorre entre o 3º e o 4º mês após a estocagem de alevinos. Por ser uma espécie que apresenta maturação sexual precoce, se indica o cultivo de populações monossexo, para evitar problemas de heterogeneidade do lote e menor crescimento das fêmeas.

2.2 Anatomia e morfologia externa

O corpo da tilápia pode ser dividido em três regiões: cabeça, tronco e cauda. A cabeça estende-se da ponta do focinho até a abertura do opérculo, o tronco vai do

¹*Fauna Bentônica*: organismos da epifauna e da endofauna. Epifauna são aqueles que permanecem no substrato, consolidado ou não. Os da endofauna são organismos que escavam ou ficam enterrados no sedimento ou nas rochas.

opérculo até o orifício anal, a partir daí se tem o início da cauda. A boca encontra-se na posição terminal, e em cada lado da cabeça contém um olho, os quais não possuem pálpebras. Atrás dos olhos existe uma placa em forma de meia-lua, o opérculo, que serve como tampa para a cavidade branquial. Têm-se quatro pares de brânquias, cada uma é formada por um arco branquial, no qual se inserem os filamentos branquiais. Entre as brânquias estão às fendas branquiais, por onde passa a água.

As nadadeiras são estruturas externas que auxiliam a natação e o equilíbrio dos peixes. Sua função é fazer com que as tilápias tenham estabilidade na água, ajudando na movimentação, dando direcionalidade e, no caso de algumas espécies, ajudam a ficar em repouso. As nadadeiras pares (peitorais e pélvicas) têm função de equilíbrio e manobra enquanto as ímpares (dorsal e anal), geralmente servem para dar estabilidade, controlando os movimentos, enquanto que a caudal, na maioria dos casos, serve para propulsão. As nadadeiras peitorais também são utilizadas por alguns peixes na época reprodutiva com o intuito de manter o fluxo de água com os ovos, auxiliando na cópula.

Assim como em outros vertebrados, os peixes são recobertos por pele as quais secretam muco. A pele é composta por duas camadas sendo uma de origem ectodérmica (epiderme) e outra mesodérmica (derme). É na derme que se formam as escamas, possuem função protetora e reduzem o atrito ao nadar. As escamas que ficam sobre a linha lateral do corpo dos peixes, contêm pequenos orifícios que ligam células sensoriais e terminações nervosas a parte exterior do animal.

A tilápia-do-Nilo apresenta um formato comprimido do corpo, ou seja, seu corpo é achatado lateralmente, composto por escamas do tipo ciclóides, com coloração acinzentada, que se sobrepõem umas as outras, de forma a cobrir o corpo todo do animal. Dispõe de um focinho curto com uma boca anterior, dotada de pequenos dentes, quase que imperceptíveis. Possui olhos laterais com coloração clara e seus rastros branquiais são curtos e grossos. A morfologia e anatomia desta espécie podem ser observadas na Figura 1.



Figura 1. Anatomia e morfologia externa da tilápia-do-Nilo.

O. niloticus apresenta nadadeira dorsal, a qual é dividida em duas partes, uma anterior espinhosa, que serve como defesa contra predadores, e outra posterior escamosa. Além disso, apresenta um par de nadadeiras peitorais transparentes e um par de nadadeiras pélvicas, uma nadadeira anal e uma caudal composta por estrias verticais a qual é do tipo protocerca, sendo assim simétrica (Figura 2).

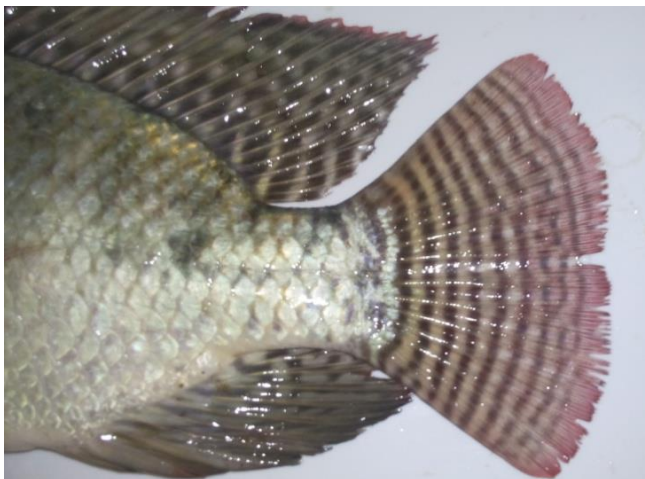


Figura 2. Nadadeira caudal da tilápia-do-Nilo.

2.3 Anatomia e fisiologia

2.3.1 Sistema circulatório

Os peixes são animais heterotérmicos, ou seja, apresentam variações térmicas corpóreas conforme existência de oscilações na temperatura do ambiente. Apresentam sistema circulatório fechado e simples, no qual o sangue é bombeado pelo coração em um único sentido para o restante do corpo do animal e, somente sangue não oxigenado passa pelo coração, caracterizando um fluxo único.

O coração situa-se atrás das brânquias e estruturalmente é constituído por duas cavidades (átrio e ventrículo) e divide-se em quatro regiões, sendo elas, seio venoso, átrio, ventrículo e bulbo uretral. A parede do seio venoso é delgada e está separada do átrio através de duas válvulas. O átrio apresenta uma parede mais espessa e impulsiona o sangue para o ventrículo pelo orifício atrioventricular. O ventrículo possui parede espessa e é a parte contrátil do coração, o qual impulsiona o sangue para as brânquias e para o corpo. O bulbo arterial é composto por uma parede espessa, com musculatura lisa e fibras elásticas as quais se ligam diretamente a aorta.

O sangue que sai do coração segue para as brânquias, onde ocorrem as trocas gasosas, na sequência perfunde os capilares do corpo e no final do ciclo volta para o coração (Figura 3). Assim, o sangue venoso chega ao coração através de veias, indo em seguida para o átrio e para o ventrículo, onde é bombeado para fora, passando então pelo cone arterioso e percorrendo em direção à aorta ventral. Da aorta ventral o sangue segue para as brânquias, através dos vasos branquiais aferentes onde ocorre a troca gasosa e, finalmente, sai através das alças coletoras eferentes, num processo de contracorrente com a água

vindo do meio externo e indo para a aorta dorsal. Portanto, o coração dos peixes recebe o sangue com pouco oxigênio (venoso), não recebendo o arterial (com muito oxigênio).

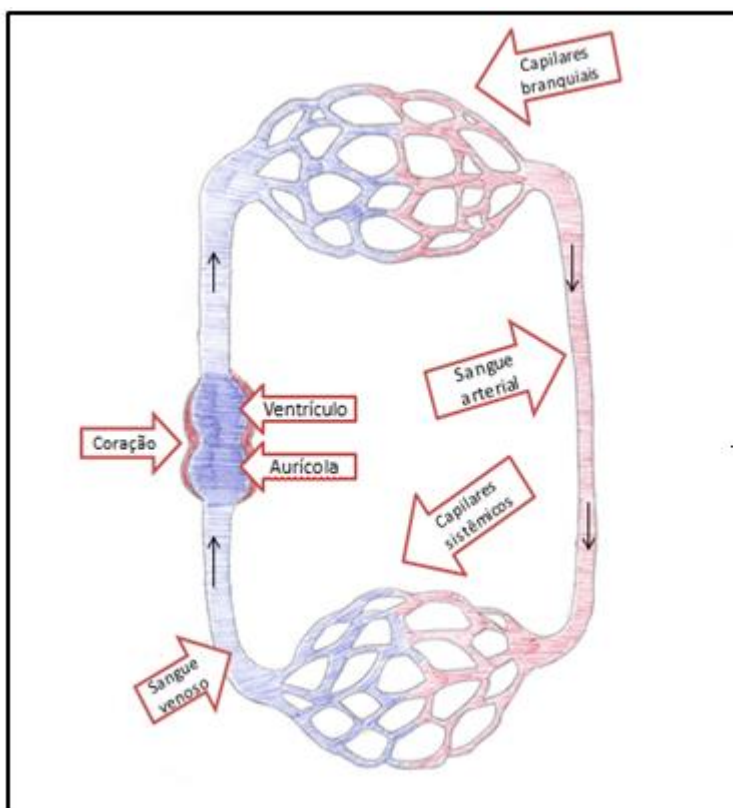


Figura 3. Sistema circulatório dos peixes. (Ilustração: Renan da Luz).

2.3.2 Sistema nervoso

O sistema nervoso é responsável pelo controle das ações do corpo, mediante a condução por células individuais nervosas (os neurônios), que eventualmente provocam resposta em algum outro sistema. Nas tilápias, ele é dividido em sistema nervoso central – SNC (cérebro e medula), no qual as informações são recebidas, processadas e interpretadas; e sistema nervoso periférico – SNP (autônomo simpático, parassimpático e somático) que tem como função transmitir as informações dos órgãos sensoriais para o SNC, e do central para os órgãos.

As tilápias possuem um cérebro subdividido em oito regiões e dispõe em geral de dez pares de nervos craniais sendo eles: olfatório, ótico, oculomotor, patético ou troclear, trigêmeo, abductor, facial, acústico, glossofaríngeo e vago.

A região chamada medula oblonga ou bulbo raquidiano (miencéfalo), controla a função dos órgãos internos como batimentos cardíacos, pressão sanguínea, processos de digestão e excreção. Também tem como função receber e transmitir informações do telencéfalo e mesencéfalo. O telencéfalo ou cérebro anterior é

dominado pelos lobos olfatórios, que tem função de interpretar os estímulos nervosos do olfato. As tilápias apresentam a visão, como órgão de sentido mais importante, por isso seus lobos olfatórios são menores em relação a outras espécies de peixes existentes. O telencéfalo é responsável pela memória e função cognitiva.

O mesencéfalo é constituído pelos lóbulos ópticos que tem como função interpretar as informações da visão, que chegam através do nervo óptico. O metencéfalo dá origem ao cerebelo que controla a coordenação muscular e é importante na manutenção do equilíbrio. A medula ou corda espinhal localiza-se na parte superior da coluna vertebral, levando e trazendo informações para o restante do corpo (SNP). O hipotálamo secreta hormônios que estimulam a hipófise e regulam funções como sono e fome, por exemplo. Já a hipófise é uma importante reguladora do metabolismo, reprodução, entre outros.

Fora do encéfalo e medula espinhal (SNC), percorre uma rede de nervos (SNP), que através de impulsos elétricos transmitem as informações pelas diversas partes do corpo. Os nervos que nascem na medula espinhal são conhecidos como nervos espinhais e os que iniciam no encéfalo são chamados de nervos cranianos. Na Tabela 1

encontram-se as divisões do sistema nervoso periférico e suas respectivas funções.

Tabela 1. Divisão do sistema nervoso periférico (SNP) e suas respectivas funções

SNP	FUNÇÃO
Autônomo simpático	Aceleração dos batimentos cardíacos; Aumento da pressão arterial; Aumento da concentração de glicose no sangue; Ativação do metabolismo geral do corpo; Vasoconstrição; Liberação do neurotransmissor noroepinefrina.
Autônomo parassimpático	Redução do ritmo cardíaco; Redução da pressão arterial; Estímulo de atividades relaxantes; Liberação de acetilcolina.
Somático	Inervação dos músculos sensitivos e motores; Locomoção dos peixes.

2.3.3 Sistema respiratório

Todos os animais necessitam de oxigênio para o metabolismo celular e precisam eliminar o gás carbônico, através da respiração. A baixa concentração de oxigênio do meio aquático contribuiu para o desenvolvimento das

brânquias, ao longo da evolução dos peixes ósseos. A fase em que os peixes se encontram é que determina a forma como eles respiram. Peixes teleósteos, como é o caso da tilápia-do-Nilo, realizam a respiração na fase adulta através das brânquias, as quais são ricamente vascularizadas, porém na fase larval dependem da respiração cutânea por não possuírem hemoglobina circulante.

As brânquias são compostas por quatro arcos branquiais que possuem duas fileiras de filamentos branquiais, os quais dispõem de inúmeras lamelas branquiais, onde ocorre a troca gasosa (Figura 4). O interior das lamelas é composto por pequenos canais que liberam a passagem de uma célula sanguínea por vez, o que ocasiona uma troca gasosa eficiente.

A respiração branquial ocorre por fluxo contra corrente, onde o fluxo de água entra pela boca, percorre a faringe e passa pelos arcos branquiais. Nos arcos branquiais encontra o sangue que corre em direção oposta, e esse por sua vez, capta o oxigênio diluído na água, ao mesmo tempo em que o gás carbônico passa do sangue para a água por meio das lamelas. Finalmente a água é expelida do organismo através do opérculo (Figura 5).

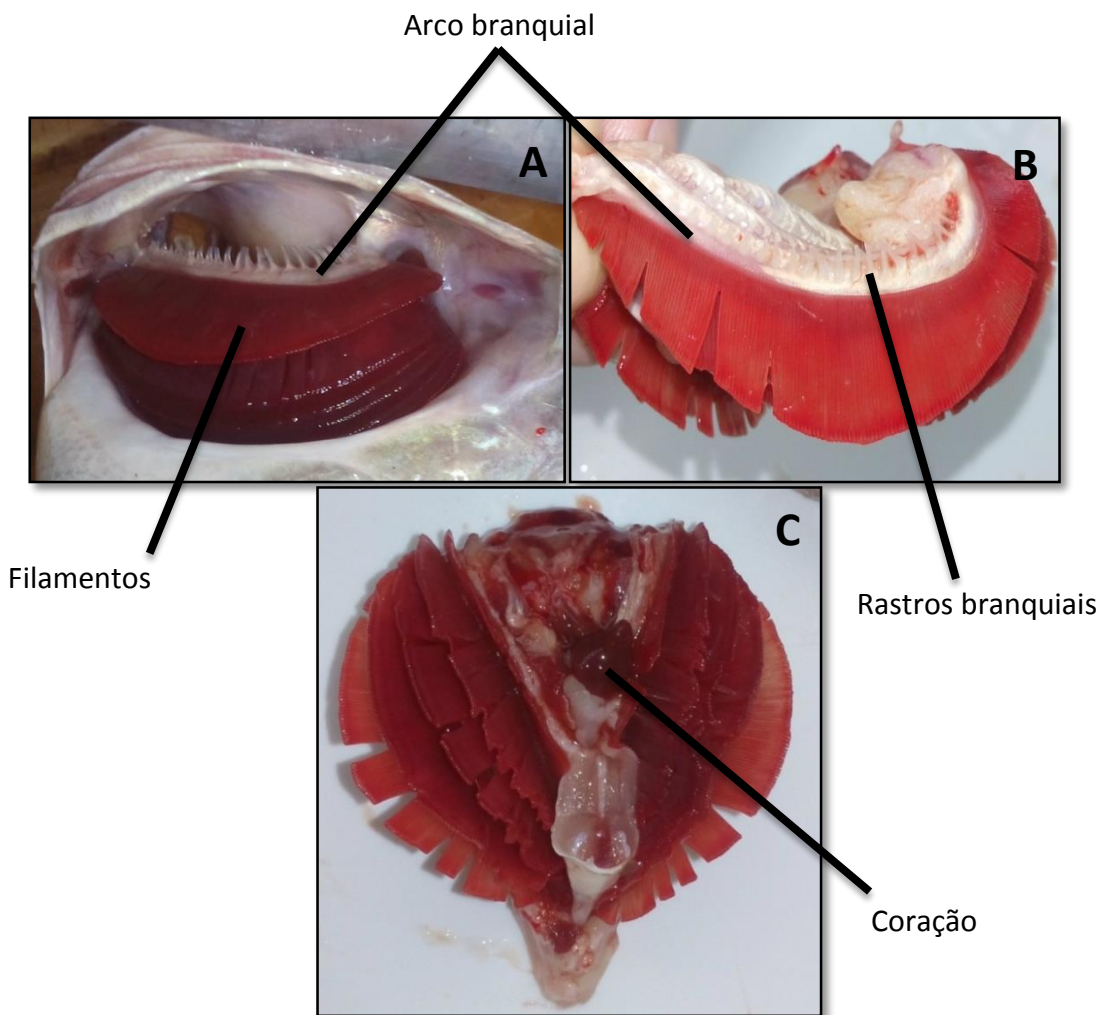


Figura 4. Filamentos branquiais, lamela branquial e rastros branquiais (A e B); coração, filamentos e lamelas branquiais (C).

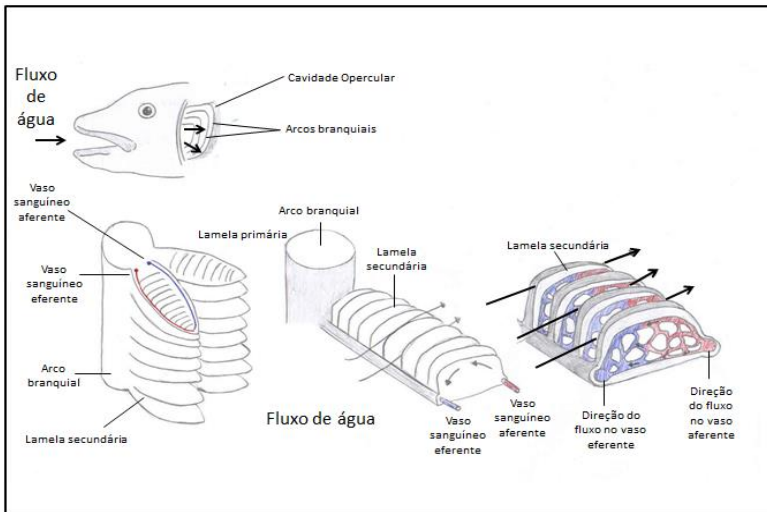


Figura 5. Sistema respiratório dos teleostes.

2.3.4 Sistema digestório

Assim como os animais terrestres os peixes necessitam de nutrientes para auxiliar no crescimento, reprodução e outras funções fisiológicas do organismo. Esses nutrientes são obtidos de alimentos naturais disponíveis no ambiente, ou através de rações disponibilizadas no cultivo. As espécies de peixes apresentam hábitos alimentares distintos, os quais estão relacionados às variações na estrutura básica do trato gastrointestinal, pois influenciam na presença, posição, formato e tamanho de um órgão em particular.

A tilápia-do-Nilo, por sua vez, é classificada como peixe de hábito alimentar onívoro, ou seja, se alimenta de todo tipo de material orgânico disponível na água, moluscos, sementes, vegetais de qualquer espécie, crustáceos, entre outros. Na escassez de alimentos sólidos possuem capacidade de filtrar e ingerir organismos planctônicos.

O trato gastrointestinal é o tubo que tem início na boca e termina no orifício anal, por onde passam os alimentos. Pode ser subdividido em cavidade bucofaringeana, intestino anterior (esôfago e estômago), intestino médio (intestino propriamente dito) e intestino posterior (reto).

2.3.4.1 Cavidade bucal, faringe e esôfago

A **cavidade bucal** e a faringe são compostas por lábios, boca, dentes, língua e arcos branquiais, onde ocorre a seleção, apreensão e condução do alimento até o esôfago. Os onívoros apresentam boca de tamanho mediano, posição terminal e dentes molariformes com superfície achatada servindo para triturar e roer o alimento. A língua é usualmente rígida e pouco móvel, não

contém glândulas salivares, porém apresentam botões gustativos.

A **faringe** é composta por arcos branquiais e é pouco evidente seu limite com a cavidade bucal. Os rastros branquiais das tilápias são longos, numerosos e próximos entre si, contribuindo para que o alimento seja filtrado juntamente com o muco das brânquias. Os rastros também protegem as brânquias contra partículas que possam vir a machucá-las caso sejam ingeridas.

O **esôfago** que tem como função transportar o alimento para o estômago é um tubo, frequentemente curto, possui grande capacidade de distensão, apresenta epitélio estratificado e isento de glândulas. Na maioria dos teleósteos é de difícil identificação, por não possuir o esfíncter cárdico, muitas vezes, que o separa do estômago.

2.3.4.2 Estômago

O **estômago** pode ser dividido em três regiões: cárdica (entrada), fúndica (saco) e pilórica (saída). É o local onde o alimento é armazenado temporariamente e onde ocorrem as funções mecânicas e químicas que vão contribuir para a trituração do alimento e início do processo digestivo.

Em espécies não vorazes, como é o caso da tilápia, o estômago é pouco desenvolvido e apresenta formato sacular com regiões aglandulares (função mecânica) e glandulares (função gástrica). Na região glandular encontram-se a porção cárdica e fúndica, onde ocorre à produção do suco gástrico, constituído de pepsina, ácido clorídrico e muco, já a região pilórica é isenta de glândulas e possui musculatura forte. Ao contrário dos carnívoros, os onívoros não apresentam estômago volumoso e elástico, devido ao hábito de realizarem maior número de refeições diárias com menor quantidade de alimento por refeição.

Espécies de peixes que apresentam regime alimentar não voraz, não possuem esfíncter pilórico, que é o limite entre o estômago e o intestino, permitindo-lhes engolir alimento até que o intestino esteja repleto completamente. Na Figura 6 é possível, está representado esquematicamente, o sistema gastrointestinal de teleósteos.

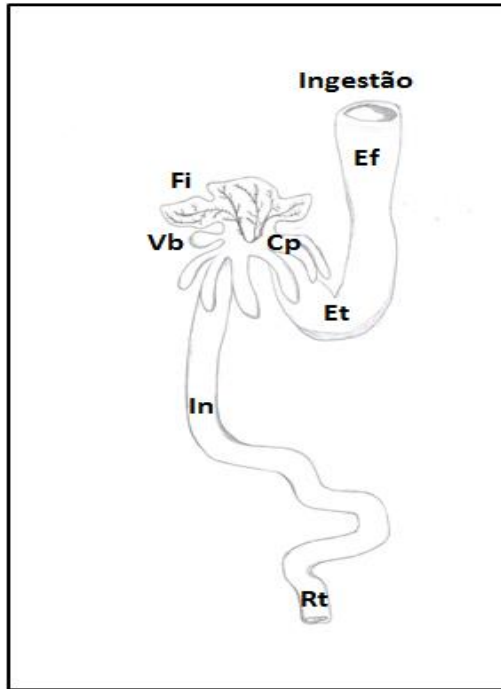


Figura 6. Sistema gastrointestinal de Teleósteos. Esôfago – Ef; Estômago - Et; Cecos - Cp; Vesícula biliar - Vb; Fígado - Fi; Intestino - In; Reto - Rt. (Ilustração: Renan da Luz).

2.3.4.3 Intestino e reto

A porção do **intestino** inicia-se na válvula pilórica e termina no reto, não sendo demarcado em delgado e grosso. É um tubo longo responsável pela digestão química e grande parte da absorção dos nutrientes, íons e água da dieta. Os teleósteos apresentam como particularidade uma região proximal onde se tem maior capacidade de digestão

e absorção de nutrientes menores como monossacarídeos, aminoácidos e ácido graxo, enquanto a distal é responsável pela entrada de macromoléculas por pinocitose (mecanismo de penetração de fluídos na célula através da invaginação da membrana celular com a formação de vesículas internas), ou seja, predomina-se a absorção de íons e água. Possui forma e comprimento variável conforme a espécie, sendo intermediário nos onívoros.

Algumas espécies, como é o caso das tilápias, apresentam no início do intestino cecos pilóricos, que são projeções em forma de saco, que tem como função o aumento da superfície de digestão, através da ativação da hidrólise de componentes proteicos, e a absorção de nutrientes.

Peixes onívoros e herbívoros apresentam capacidade de alterar a estrutura e as propriedades absorptivas do sistema digestivo, devido a mudanças na dieta, pois estes estão sujeitos a variações na composição bromatológica das mesmas. Uma maior quantidade de glicídios na alimentação pode desencadear aumento no comprimento do intestino e absorção de glicose por alguns teleósteos.

No final do intestino médio se encontra uma região mais delgada e esbranquiçada, com grande capacidade de

distensão que corresponde ao **reto**. Pode ser diferenciado do intestino, devido ao decréscimo da vascularização, presença de células secretoras e maior número de células produtoras de muco vistas histologicamente. A abertura anal é também o local de terminação dos ductos urinários e reprodutivos.

2.3.4.4 Fígado, pâncreas e vesícula biliar

O **fígado** situa-se dentro da cavidade abdominal e é separado da cavidade pericárdica por um septo transversal. Possui formas distintas, com lobos pares e ímpares e de coloração escura. Contém a vesícula biliar como anexo responsável por excretar bile quando o alimento chega ao intestino. O fígado é o órgão produtor da bile, a qual é armazenada na **vesícula biliar**, e ao ser conduzido ao lúmen do intestino realiza a emulsificação da gordura e neutralização da acidez do quimo. Através da corrente sanguínea o fígado recebe os nutrientes absorvidos pelo trato intestinal, faz o processamento dos mesmos e distribui para outros tecidos do corpo.

O **pâncreas** não é um órgão único, sendo difícil de ser identificado por encontrar-se espalhado no mesentério ou dentro do fígado ou baço. Possui ductos com aberturas na

região intestinal, onde desembocam as enzimas digestivas e bicarbonato. Tem a digestão como função básica, encontrando nele a produção de amilase, lipase, tripsina e erepsina. Também é responsável pela secreção de glucagon e de insulina em resposta a absorção de nutrientes.

2.4 Sistema reprodutor

As tilápias apresentam um sistema reprodutor simples, formado de ovários nas fêmeas e testículos nos machos.

2.4.1 Ovários

As fêmeas de tilápia apresentam um par de ovários, os quais se localizam ventralmente à bexiga natatória e longitudinalmente ao corpo e são suspensos através do mesentério. As variações do peso e do tamanho dos ovários estão relacionadas à idade da tilápia e conseqüentemente ao estágio de maturidade que a mesma se encontra. Logo adiante do ovário encontra-se o oviduto, que tem função de deposição, incubação ou apenas a condução dos óvulos, e em seguida o aparelho reprodutor é finalizado com o poro urogenital.

Os óvulos da tilápia-do-Nilo caracterizam-se por possuir membrana coriônica e vitelínica com espaço perivitelínico, e por apresentar externamente a micrópila, por onde passa o espermatozóide.

2.4.2 Testículos

Os machos de tilápia-do-Nilo possuem número par de testículos, os quais são longitudinais, compactos e retangulares, e localizam-se da mesma maneira, em relação à forma e a região, que os ovários. O peso, forma e tamanho também estão relacionados com o estágio de maturação das gônadas.

Os espermatozóides são liberados a partir do momento em que os testículos apresentam-se maduros. Em seguida seguem através do ducto espermático até à abertura urogenital por onde são liberados para o ambiente externo. Os espermatozóides tornam-se ativos e aptos a fecundar os óvulos, a partir do momento em que entram em contato com a água, pois ocorre a diluição do potássio presente no sêmen proporcionando eficiência para a fecundação.

2.4.3 Maturidade sexual e ciclo reprodutivo

As tilápias atingem sua maturidade sexual ou está sexualmente madura quando suas gônadas (ovários e testículos) comecem a produzir gametas viáveis. A maturidade depende de diversos fatores como idade, tamanho, temperatura, fotoperíodo, alimentação, presença do sexo oposto para ser alcançada, e normalmente as fêmeas tendem a ser mais tardias em relação aos machos.

Diversos processos fisiológicos estão associados à reprodução dos peixes, dentre eles encontra-se a diferenciação das gônadas, gametogênese, liberação de gametas e eclosão dos ovos. Esses processos por sua vez, são controlados por fatores endócrinos ao longo do eixo hipotálamo-hipófise-gônadas. O ciclo reprodutivo da tilápia-do-Nilo, como de outras espécies de peixes, é controlado por estímulos ambientais, onde tecidos e órgão específicos do sistema sensorial captam e traduzem esses estímulos em mensagens neuroendócrinas e os direcionam para o cérebro através de sinais neurais. Esses sinais chegam ao hipotálamo e fazem com que ocorra a liberação

de peptídeos hipotalâmicos, os quais chegam até a hipófise estimulando a liberação dos hormônios gonadotróficos, que atuarão nas gônadas. As gônadas têm como função produzir os hormônios esteróides sexuais, ou seja, estrógenos e andrógenos, os quais são responsáveis por formar e desenvolver os gametas, regular características sexuais secundárias, coloração nupcial e comportamento reprodutivo. Desta forma, a desova está diretamente relacionada a fatores endócrinos e ambientais.

2.5 Bibliografia consultada

BALDISSEROTO, B. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. 2ª Edição. Santa Maria: Editora UFSM, 2009. 352 p.

BEMVENUTI, M. A.; FISCHER, L. G.; Peixes: morfologia e adaptações. *Cadernos de Ecologia Aquática*. Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Oceanografia, 2010. Acesso em: 01 de abril de 2015.

CHACON, D. M. M.; LUCHIARI, A. C. *Fisiologia e Comportamento de Peixes*. Texto publicado no site do Grupo de Estudos de Ecologia e Fisiologia de Animais Aquáticos. Disponível em: <<http://www.geefaa.com>>. Acesso em: 04 de abril de 2015.

MORO, G. V.; RODRIGUES, A. P. O.; TORATI, L. S. *et al.* *Anatomia e fisiologia de peixes de água doce*. IN:

RODRIGUES, A. P. O. et al. *Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos*. 1ª Edição. Brasília, DF: Ed. Embrapa, 2013. p.301-336.

MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P. et al. *Fundamentos da Moderna Aquicultura*. Canoas: Ed. da ULBRA, 2001. p.17-28.

MUNAKATA, A.; KOBAYASHI, M. Endocrine control of sexual behavior in teleost fish. *General and Comparative Endocrinology*, n.165, 2010. p.456–468.

RIBEIRO, C. S.; MOREIRA, R. G. Fatores ambientais e reprodução dos peixes. *Revista da Biologia*, n.8, p.58-61, 2012.

ROTTA, M. A. *Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura*. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 48p (Embrapa Pantanal - Documentos 53).



3 CONSTRUÇÃO DE VIVEIROS

Marcos Vinicios Dalmass

A construção dos viveiros representa o maior investimento dentro da piscicultura, sendo o seu custo diretamente relacionado com a quantidade de terra a ser movida para a construção das estruturas. Portanto, o planejamento da atividade é muito importante, pois além de representar o principal custo de investimento da produção, ele será uma benfeitoria que irá perdurar por vários ciclos de cultivo. Por isso devem ser levados em consideração todos os aspectos que influenciam na construção do viveiro, desde a escolha do local até o seu dimensionamento.

Neste capítulo serão abordados aspectos em relação à construção de viveiros como regulamentação ambiental, requisitos para a construção, estrutura e enchimento.

3.1 Regulamentação ambiental

3.1.1 Licenciamento ambiental

Assim como outras atividades, a piscicultura gera impacto ambiental, portanto é necessário ser licenciada para garantir sustentabilidade ambiental futura. No Paraná

o órgão responsável pelo licenciamento ambiental é o Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

Os empreendimentos de aquicultura seguem as regras gerais para o licenciamento ambiental, conforme definidas na Lei nº6.938/81 – Lei da Política Nacional do Meio Ambiente e na Resolução CONAMA nº237, de 19 de dezembro de 1997. Podendo exercer o licenciamento ambiental os municípios e estados, exceto em áreas indígenas, fronteiriças e outros. Nesse caso, o licenciamento cabe ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Para efeito de licenciamento, o potencial de impacto ambiental é o critério principal de classificação dos empreendimentos de aquicultura. A classificação é baseada no porte (área de lâmina d'água) e no potencial de severidade. Mais informações sobre como é definido o porte da atividade e o potencial de severidade das espécies vide a Resolução CONAMA nº413, de 26 de julho de 2009. Existem nove classes de empreendimentos que definem os procedimentos de licenciamento adequados para cada um, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Potencial de impacto ambiental

Potencial da severidade da espécie				
	Baixo (B)	Médio (M)	Alto (A)	
Porte	Pequeno (P)	PB	PM	PA
	Médio (M)	MB	MM	MA
	Grande (G)	GB	GM	GA

Fonte: Resolução CONAMA nº 413, de 26 de julho de 2009.

PB: Pequeno porte com baixo potencial de severidade da espécie; **PM:** Pequeno porte com médio potencial de severidade da espécie; **PA:** Pequeno porte com alto potencial de severidade da espécie; **MB:** Médio porte com baixo potencial de severidade das espécies; **MM:** Médio porte com médio potencial de severidade pela espécie; **MA:** Médio porte com alto potencial de severidade pela espécie; **GB:** Grande porte com baixo potencial de severidade pela espécie; **GM:** Grande porte com médio potencial de severidade pela espécie; **GA:** Grande porte com alto potencial de severidade pela espécie.

Sendo assim, quanto maior o grau de impacto ambiental, maiores serão as exigências pelo órgão ambiental, seja ele municipal, estadual ou federal. Para os empreendimentos classificados como de médio ou alto impacto ambiental, são exigidas três etapas no processo de licenciamento ambiental: Licença prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação.

3.1.1.1 Obtenção de licença ambiental

Primeiramente o empreendedor deverá procurar o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), e fazer o requerimento de licenciamento ambiental, aonde o empreendedor irá se cadastrar e apresentar as características da atividade que deseja executar. Mediante isso o IAP fará a abertura do processo, no qual será elaborado o termo de referência que será entregue ao empreendedor para orientar o estudo ambiental. Depois de realizado o estudo ambiental e entregue ao IAP juntamente com os documentos de estudo e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA), o documento passará por avaliação e será emitido um parecer técnico, a partir do qual o IAP irá deferir ou indeferir a Licença prévia (LP). Lembrando que a licença prévia não autoriza a realização de obras de implantação do empreendimento.

Para a obtenção da Licença de Instalação (LI), o empreendedor deverá elaborar o Plano Básico Ambiental (PBA) que detalha os programas ambientais necessários para a minimização dos impactos negativos e maximização dos impactos positivos, identificados na elaboração do EIA. Este documento deverá ser enviado para o IAP que irá

analisar e emitir um parecer técnico a partir do qual irá deferir ou indeferir a Licença de Instalação (LI). Esta licença autoriza o início das obras de implantação.

A Licença de Operação (LO) é a última fase antes do início das atividades, para obtê-la o empreendedor deverá elaborar um conjunto de relatórios, descrevendo a implantação dos programas ambientais e medidas mitigadoras previstas nas etapas de LP e LI. O empreendedor entregará os relatórios ao IAP, que analisará e verificará os resultados, emitindo um parecer técnico que servirá de base para decidir se irá deferir ou indeferir a licença de operação.

Atividades que estiverem em fase de ampliação e não possuem Licença de Operação deverão solicitar, ao mesmo tempo, a LO da parte existente e a LP para a nova situação. No caso de já possuírem a LO deverão solicitar LP para a situação pretendida.

Licença de Aquicultor é o último documento necessário para o início da atividade legal, a obtenção da Licença de Aquicultor é emitida pelo MPA. O empreendedor deverá apresentar a licença ambiental de operação (LO), a outorga da água, além de outros documentos. Para pequenos empreendimentos será

necessária a apresentação do documento de dispensa de licenciamento ambiental e outorga da água.

A solicitação de qualquer uma das licenças deve estar de acordo com a fase em que se encontra o empreendimento: concepção, obra, operação ou ampliação, mesmo que o empreendedor não tenha obtido anteriormente a Licença prevista em Lei. As licenças deveram ser renovadas ao fim do seu prazo de validade (5 anos).

Ainda poderá ser realizado o Licenciamento Ambiental Simplificado (LAS), para empreendimentos de pequeno porte ou de baixo potencial de impacto ambiental. Se adequam aos LAS empreendimentos com até 5 ha de lâmina d'água e com produtividade inferior a 10.000 kg/ha/ano. Para a obtenção da LAS o empreendedor deverá procurar o IAP, da mesma forma como já foi descrita anteriormente e após entregar todos os documentos necessários, poderá requisitar a LAS. É uma licença única, com taxa de licenciamento reduzida. Esta licença tem duração mínima de 4 anos e máxima de 6 anos quando comprovada a implementação do programa de gestão ambiental voluntário, cuja eficiência tenha sido atestada pelo órgão ambiental.

3.1.2 Outorga da água

A outorga da água representa a concessão do direito de uso da mesma, sob condição e prazo determinado pelo poder público estadual (Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA) ou Federal (Agência Nacional de Águas – ANA), dependendo da classificação do recurso que se dá em função da sua localização geográfica.

A outorga da água serve como instrumento do governo para a avaliação qualitativa e quantitativa do seu uso, seja pela captação ou pela liberação de efluentes, para assegurar o direito de acesso a água, conforme está disposto na Lei Federal nº9.433/1997.

A agência Nacional de Águas (ANA) é responsável pela emissão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos que dividem ou passam por dois ou mais estados, ou ainda aqueles que passam pela fronteira entre o Brasil e outros países. Para aqueles recursos hídricos que se encontrarem exclusivamente dentro do estado do Paraná, a outorga caberá a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

A emissão da Outorga Prévia e da Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos pela SUDERHSA para novos empreendimentos, como também para empreendimentos existentes, deve estar integrado com os procedimentos adotados pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP no que se refere ao Licenciamento Ambiental.

Outorga prévia: é um requisito para a obtenção da Licença de Operação concedida pelo IAP, portanto é requerida anteriormente ao efetivo funcionamento do empreendimento.

Outorga de direito: é concedida a empreendimentos que fazem a utilização dos recursos hídricos em alguma de suas formas, seja na captação ou na liberação de efluentes. Poderá ser requisitada por empreendimentos já existentes.

Outorgas de captação: para consegui-las é preciso realizar o preenchimento do Requerimento de captação (RCA) e apresentá-lo junto com os documentos obrigatórios à SUDERHSA. A captação pode ser superficial ou subterrânea, sendo que cada uma possui uma outorga específica. Para a outorga de captação de água subterrânea é preciso ainda realizar uma análise físico-química e bacteriológica dessas águas.

Outorgas de lançamento de efluentes: para consegui-la é necessário preencher o Requerimento de Lançamento de Efluentes (RLE) e entregar a SUDERHSA, juntamente com os demais documentos obrigatórios. Após aceito o requerimento, o órgão necessitará realizar uma vistoria técnica, para analisar o local onde será liberado o efluente.

Deverão ser requisitadas a SUDERHSA, simultaneamente, as outorgas de captação da água e de liberação de efluentes. Apesar de estarem relacionadas, são processos totalmente distintos e que devem ser apresentados de forma separada ao órgão.

3.2 Requisitos para a construção de viveiros

A construção dos viveiros necessita de planejamento, pois representa a maior parte dos custos de investimento da piscicultura. Por isso antes de iniciar o projeto de construção, alguns pontos devem ser observados, como: área, topografia, tipo de solo e disponibilidade de água. Estes fatores serão determinantes na alocação dos viveiros na área e no custo de implantação.

3.2.1 Área e topografia

A área e a topografia irão determinar a forma, o tamanho e o número de viveiros possíveis de serem construídos, bem como, definir o quanto de terra precisará ser movimentado na propriedade, para a construção das instalações, o que implica diretamente de quanto será o investimento financeiro.

Para a construção de viveiros é essencial que sejam escolhidas as áreas que apresentarem pouca declividade (até 2%), ocasionando assim uma menor movimentação de terra para a construção das instalações.

3.2.2 Tipo de solo

Faz-se importante conhecer o tipo de solo que irá ser trabalhado, principalmente devido à infiltração de água, o que implicará em uma maior ou menor perda deste insumo.

Os solos mais apropriados para a construção de viveiros são aqueles que de maneira geral possuem uma textura muito argilosa (mais de 60% de argila) ou argilosa, contendo entre 35 e 60% de argila na sua composição

(argila, argila siltosa, argila arenosa e franco-argilosa). Considerando que a argila é composta por partículas menores que a da areia (Tabela 3), o que possibilita assim maior coesão das partículas, levando assim a uma maior plasticidade e impermeabilidade do solo. É indesejável que o solo seja muito arenoso e/ou ainda apresente grande quantidade de cascalhos e raízes de grandes árvores, favorecendo assim a infiltração da água no mesmo.

Tabela 3. Tamanho de partículas do solo na escala de Atterberg

Fração do Solo	Tamanho de Partícula (mm)
Argila	< 0,002
Silte	0,002 – 0,02
Areia Fina	0,02 – 0,2
Areia Grossa	0,02-2

Fonte: Brady e Weil (2010).

Para descobrir se o solo a ser trabalhado possui características desejáveis, pode se proceder de duas formas: análise física do solo em laboratório, e se não houver laboratório, pode ser realizado um teste prático para medir a permeabilidade ou a textura do solo conforme a seguinte descrição:

Teste de permeabilidade: escavar um buraco com profundidade de 1,80 m (ou profundidade que se deseja construir o viveiro) e encher de água. Ao final do dia deve-se observar o nível da água e se for necessário, completar até o nível máximo. Na manhã seguinte, caso a água tenha desaparecido, significa que o solo não possui boa aptidão para piscicultura.

Teste de textura: Uma amostra do solo abaixo da cobertura vegetal deve ser retirada e passada em uma peneira comum (malha de 2,0 mm). O solo peneirado precisa ser molhado e uma pequena quantidade será apertada em uma das mãos. Ao abrir a mão, se permanecer a marca dos dedos na amostra, significa que o solo é indicado para a piscicultura.

3.2.3 Disponibilidade de água

A disponibilidade de água é um aspecto muito importante a ser considerado na implantação dos viveiros, principalmente na região do extremo noroeste do Paraná que sofre um curto período de estiagem durante o inverno. Mesmo nos períodos de estiagem a quantidade de água

deve ser o suficiente para atender à mínima exigência do viveiro (evaporação, infiltração).

A captação da água pode se dar através de diferentes sistemas de coleta como: nascentes, pequenos córregos, barragens, poços artesianos.

Para coletas de pequenos córregos e poços artesianos é recomendado que se faça um açude-reservatório, para não prejudicar o curso natural e melhorar a qualidade da água subterrânea que é pobre em oxigênio e microrganismos. Neste caso, recomenda-se que a coleta de água seja realizada da parte superior do viveiro, por possuir maior qualidade em relação à quantidade de oxigênio dissolvido e fitoplâncton.

3.3 Estrutura de viveiros

3.3.1 Dimensionamento

O formato e a disposição dos viveiros serão dados em função do terreno, visando sempre ocupar a maior área possível, e ainda levar em consideração as atividades que serão realizadas, como: despesca, arraçoamento,

carregamento dos peixes, tipo de maquinário que circulará entre os viveiros, entre outros.

Quando o terreno permitir, dar preferência a viveiros retangulares, na proporção de 1:4 em largura e comprimento, pois apresentam maior praticidade no manejo e melhor fluxo de água, sendo mais comumente utilizados em pisciculturas. Lembrando que a construção de viveiros menores implica em um menor aproveitamento da área, considerando que uma maior proporção do terreno será gasta com a construção dos taludes.

Por outro lado, viveiros grandes (maiores que 1 ha) possuem um fundo mais irregular que promove a permanência de predadores e agentes patogênicos, ocasionando o aparecimento de poças que prejudicam o processo de desinfecção do viveiro. E apresentam problemas com algumas atividades, principalmente a despesca com rede de arrasto e o esvaziamento do viveiro.

Não existe uma regra única a ser seguida na construção de um viveiro. Sendo que para pisciculturas voltadas para a produção de alevinos, são recomendados viveiros menores, entre 250-1.000 m² de lâmina da água (dependendo da escala de produção) e de 0,8 a 1,5 m de profundidade, para facilitar o manejo, evitando assim que

um grande número de indivíduos se comprometam, caso ocorra alguma infecção por parasitos ou outros patógenos.

Para a manutenção dos reprodutores são utilizados viveiros com cerca de 250-2.000 m² com até 1 m de profundidade, pois o macho costuma fazer o ninho em águas mais rasas.

Para viveiros destinados a terminação dos animais as dimensões serão maiores, normalmente entre 2.000 a 10.000 m² de lâmina d'água, com profundidade entre 1-1,5 m, para que possa ser realizada a despesca mesmo com o viveiro no seu nível máximo de água.

3.3.2 Sistema de abastecimento

O sistema de abastecimento deve possuir água com qualidade e em quantidade suficiente para atender as necessidades dos viveiros, sejam elas para renovação da água ou para repor o que é perdido devido à infiltração e evaporação.

Preferencialmente o abastecimento deverá ser realizado por gravidade, para reduzir os custos com energia (elétrica e combustíveis). Podem ser usadas fontes de água que estejam localizadas acima do nível dos viveiros, ou a

construção de barragens para que o nível da água se eleve. A captação da água deve ser realizada conforme os aspectos discutidos no item 3.2.3 deste capítulo.

Sua distribuição será realizada por condutos que podem ser abertos, feitos de concreto, de terra compactada ou condutos fechados como canos de PVC. Para a determinação das dimensões do conduto, leva-se em consideração a quantidade de água necessária por hectare. De acordo com dados da EMBRAPA, a vazão ideal seria de dez litros por segundo por hectare (10 L/s/ha), estimados no período em que há menor disponibilidade hídrica, para saber qual será sua cota mínima.

Caso seja necessário bombeamento, devido à fonte de água se encontrar abaixo do nível dos viveiros, ou como forma suplementar, é recomendável que primeiro a água seja bombeada para uma represa, para depois ser distribuída por gravidade aos viveiros. Dessa maneira haverá economia de energia e menor susceptibilidade a problemas como falta de energia elétrica ou falhas mecânicas.

Em ambos os casos é conveniente à instalação de filtros mecânicos para evitar a entrada de resíduos orgânicos (folhas, galhos entre outras) e espécies

indesejáveis para a piscicultura. Estes filtros devem ser planejados de forma que possam ser removidos para realizar limpezas periódicas.

A entrada de água no viveiro deverá sempre ficar na extremidade oposta ao sistema de drenagem, para favorecer a renovação da água, devendo estar a uma altura de aproximadamente 0,50 m favorecendo a oxigenação. Lembrando-se de colocar pedras no fundo do viveiro na região onde há queda de água, para evitar que ocorra erosão e ressuspensão de material.

3.3.2.1 Estimativa de vazão de água

Após as considerações feitas a respeito da disponibilidade de água no item 3.2.3 deste capítulo, é de grande importância fazer a estimativa de vazão de água para o abastecimento, sendo que esta definirá o porte da piscicultura a ser implantada.

Por definição vazão (Q) é o volume de água em litros (L) ou metros cúbicos (m^3), que passa por um conduto em um período de tempo (t). A estimativa pode ser feita através de duas formas principais, sendo que a sua utilização varia em função do sistema de abastecimento: conduto fechado normalmente com canos de PVC ou

conduto aberto, podendo ser um canal d'água escavado, riacho, entre outros.

Para condutos fechado o procedimento a ser realizado é o seguinte:

- Utiliza-se um recipiente com volume conhecido exemplo: balde ou bacia;
- Com um cronômetro, coleta-se o tempo que demorou para encher o recipiente, repetindo isso por 3 vezes;
- Calcula-se:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Exemplo 1: Tempo para encher um tambor de 100 litros completamente (3 vezes): 3 s, 4 s, 6 s. Média de tempo: 4,3 s.

$$Q = \frac{V}{t} \rightarrow Q = \frac{100L}{4,3s} \rightarrow Q = 23,25 L/s$$

Considerando que a vazão ideal seria de 10L/s/ha, podemos estimar que essa vazão é suficiente para abastecer cerca de 2,3 ha de lâmina d'água.

Estimativa de vazão de água para conduto aberto: É escolhido um trecho do conduto que seja mais uniforme, para facilitar a medida da vazão, depois são escolhidos 2 pontos com uma distância de 10 m entre si.

Utilizando uma garrafa PET de refrigerante com $\frac{3}{4}$ do seu volume preenchido por água, será possível estimar o tempo que a água leva para passar entre os dois pontos. A garrafa é solta cerca de 5 m antes do ponto inicial, para que alcance a velocidade de deslocamento da água, e após passar pelo primeiro ponto do trecho é iniciada a contagem do tempo com um cronômetro até passar pelo segundo ponto. Este procedimento é realizado três vezes, para obter um número mais acurado.

Após isso deve ser definida a área da secção, onde estão os pontos. É feita uma média das duas secções, que multiplicada pela distância entre os pontos (10 m) irá fornecer a informação sobre o volume da água. As áreas das secções serão definidas de acordo com a sua forma geométrica (Figura 7). Então, a vazão poderá ser calculada.

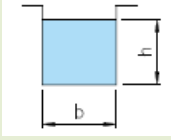
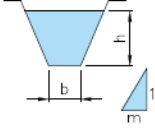
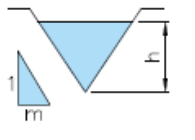
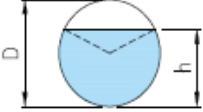
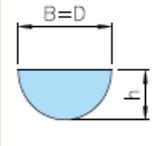
Forma da seção	Área (m ²)
	$b.h$
	$(b+m.h)h$
	$m.h^2$
	$1/8(\theta - \text{sen}\theta).D^2$ $\theta = \text{RAD}$
 $h=D/2$	$\frac{\pi . D^2}{8}$

Figura 7. Formas geométricas, e cálculo de suas respectivas áreas.

Exemplo 2:

- Realizar as medidas das áreas das duas secções de um conduto, ponto inicial (1,20 m²) e ponto final (1,32 m²);

média da área de secção do canal = 1,26 m². Distância entre os dois pontos = 10 m, portanto:

$$V = A * D$$

Onde: V = volume (m³); A = área (m²) e D = distância (m).

$$V = 1,26 * 10 = 12,60 m^3$$

• Tempo de deslocamento da garrafa entre os dois pontos (25 s, 27 s, 22 s). Tempo médio de deslocamento = 24,66 s:

$$Q = 24,6 * 12,60 = 310,71 L/s$$

Onde: Q = vazão

• Porém este valor não é absoluto, ele deve ser multiplicado por 0,85 que representa um fator de correção da rugosidade do fundo do canal (pois a velocidade no fundo do canal é menor):

$$Q = 310,70 * 0,85 = 264,10 L/s$$

Considerando que a vazão ideal seria de 10 L/s/ha, podemos estimar que essa vazão é suficiente para abastecer cerca de 26,4 ha de lâmina d'água.

3.3.3 Construção dos viveiros

3.3.3.1 Taludes

Os taludes são as paredes inclinadas dos viveiros. Sua construção deve ser bem executada, caso contrário, podem resultar em um maior custo com reparos posteriores. Os principais problemas que podem aparecer são: infiltração e erosão.

Os taludes (Figura 8) devem ser construídos em camadas de terra úmida com aproximadamente 20 cm de altura e depois realiza-se a compactação da terra com um rolo compactador.

A inclinação do talude irá depender de fatores físicos do solo (Tabela 4), mas de maneira geral o talude a montante (área de contato com a água), possui uma inclinação menos acentuada, devido aos efeitos erosivos das ondas.

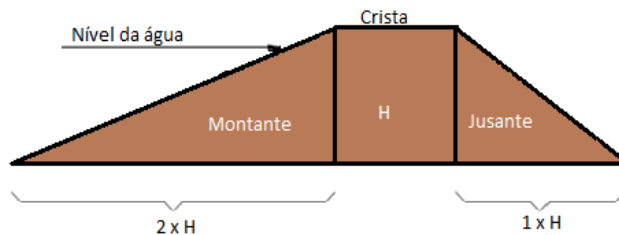


Figura 8. Inclinação dos taludes do viveiro.

Tabela 4. Inclinação recomendada por tipo de solo.

TIPO DE SOLO	TALUDE INTERNO	TALUDE EXTERNO
Areno-argiloso	2,5 a 3 m de base para cada metro de altura	1,5 a 2 m de base para cada metro de altura
Silto-argiloso	2 a 2,5 m de base para cada metro de altura	1 a 1,5 m de base para cada metro de altura
Argiloso	1,5 a 2 m de base para cada metro de altura	1 m de base para cada metro de altura

Adaptado de Proença e Bittencourt (1994).

3.3.3.2 Largura da crista

A crista é o ponto mais alto dos taludes. Sua largura é definida em função do porte da piscicultura, tendo em vista sempre a facilidade ao realizar os manejos do viveiro como: transporte de insumos, despescas, tráfego seguro de pessoas e veículos entre outros.

Nos taludes principais, a largura da crista deve possuir no mínimo de 3 a 4 m, sendo que deve ser proporcionalmente maior, em relação ao tamanho do veículo que circulará entre os viveiros, exemplo:

- Para caminhões de despescas a crista deverá possuir no mínimo 4 m de largura.

- Para empreendimentos de menor porte, onde com apenas um trator seja possível realizar a despesca e transporte de insumos, a crista deverá possuir no mínimo 3 m de largura.

Nos taludes secundários a largura pode ser menor, porém deve permitir que a roçada mecânica da crista seja realizada.

3.3.3.3 Borda livre ou borda de segurança

Representa a distância entre o nível máximo da água e a crista do talude. Essa distância é muito importante, para evitar que ocorra o transbordamento do viveiro, principalmente em períodos chuvosos. A borda livre irá variar de acordo com o tamanho do viveiro, mas de maneira geral em viveiros de até 5.000 m² é adotado uma borda de 30-40 cm, e para viveiros maiores uma borda de no mínimo 50 cm.

Devem ser praticadas medidas de preservação dos taludes, como o plantio de gramíneas que não apresentem um porte elevado, por aumentar o custo de manutenção do viveiro devido a maior necessidade de realizar roçadas. É recomendado o plantio de gramíneas dos gêneros *Cynodon* e *Paspalum*, por apresentarem um menor porte e

uma boa capacidade de crescimento vegetativo, cobrindo rapidamente a área de solo exposto logo após a construção dos viveiros. Não é recomendado o plantio de árvores nos taludes e cristas, pois estas favorecem a infiltração de água.

3.3.3.4 Fundo

O fundo dos viveiros deve ser bem compactado para evitar que haja a infiltração da água e ainda favorecer o manejo de despesca. O fundo deve apresentar uma inclinação de 0,5% até 2% no sentido longitudinal (no sentido do maior comprimento), favorecendo o esvaziamento do viveiro por gravidade no momento de despesca.

3.3.3.5 Sistema de drenagem

O sistema de drenagem deverá ser construído na parte mais profunda do viveiro visando o seu esgotamento completo. O tamanho do viveiro irá influenciar diretamente sobre o tipo de sistema de drenagem que será utilizado, podendo ser o monge ou cachimbo/cotovelo.

Monge: é o sistema mais utilizado em viveiros de maiores que 1.000 m². Essa estrutura permite que a água

seja coletada do fundo do viveiro, onde possui menos qualidade por ter uma concentração baixa de oxigênio dissolvido e uma concentração de resíduos orgânicos alta, favorecendo assim a renovação da água no viveiro.

O monge, conforme mostra a Figura 9, consiste em uma caixa que pode ser de alvenaria ou tábuas de madeira, com altura igual ao nível da crista dos taludes. Esta caixa está fixada 10 cm abaixo do fundo do viveiro e acoplada à tubulação de esgotamento que se encontra perto da base do talude. Nas paredes internas do monge, há ranhuras ou canaletas verticais, com cerca de 2 a 3 cm de abertura onde serão sobrepostas e encaixadas as tábuas que irão fazer a vedação e controle do nível da água. As tábuas serão distanciadas paralelamente entre si com 20 cm e este espaço poderá ser preenchido com serragem ou terra, para evitar a passagem de água. Na base do monge, por onde a água passará, será instalada uma tela de contenção compatível com o tamanho dos peixes do viveiro para evitar fugas.

Em viveiros de maior porte onde são utilizados os monges, é aconselhável fazer a construção de um vertedouro, para retirar o excesso de água quando o nível do viveiro subir, principalmente em épocas chuvosas.

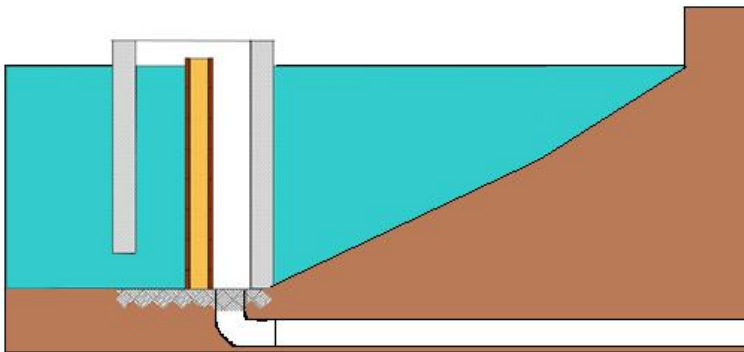


Figura 9. Drenagem por sistema de monge.

Cotovelo/cachimbo: é um sistema simples e barato, representando uma alternativa para pequenos empreendimentos, utilizado em viveiros com até 2.000 m² de lâmina da água. O cotovelo será acoplado ao tubo de esgotamento do viveiro, que se localiza na base do talude interno. Primeiro é adicionada uma curva no tubo de esgotamento (normalmente é utilizado tubo de 100 mm), depois é colocado uma barra de cano de 100 mm que deverá possuir altura igual ao nível da água desejado. Uma barra de cano com 150 mm, com um corte e tela de proteção na parte inferior, deverá ser sobreposta à barra de 100 mm (Figura 10).

Após a captação dos efluentes através de um conduto dimensionado, os resíduos de todos os viveiros

serão conduzidos para a lagoa de decantação. Esse conduto deve ser construído com uma declividade mínima de 0,5%, para garantir o transporte por gravidade e facilitar a limpeza periódica. Eles podem ser construídos a “céu aberto”, escavados no solo (necessitando de compactação) ou ainda poderão ser feitos em alvenaria, que apesar de possuírem um custo maior, não apresentam problemas com erosão e assoreamento da lagoa de decantação.

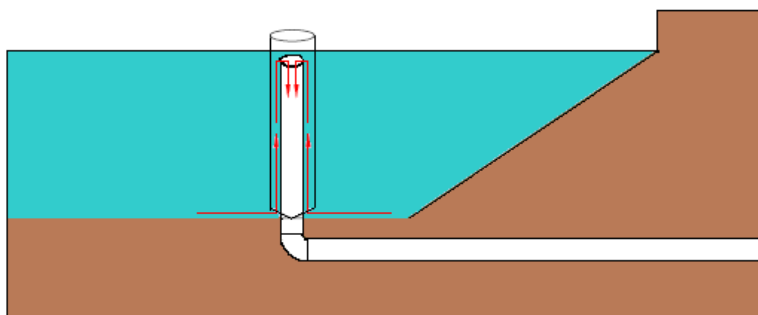


Figura 10. Drenagem por sistema de cotovelo/cachimbo.

3.3.3.6 Lagoa de decantação

Os efluentes coletados dos viveiros não podem ser liberados diretamente para o meio ambiente, por apresentarem uma qualidade muito baixa, devido ao material que se encontra na água, como: excretas dos

peixes e restos de ração em decomposição, excesso de nutrientes como nitrogênio e fósforo, entre outros. Porém esse problema se agrava nos períodos em que ocorre a despesca, pois, todo o material orgânico que estava no fundo do viveiro entra em suspensão devido ao manejo realizado.

Nas lagoas de decantação a água deve permanecer tempo suficiente para que todo o material seja depositado no fundo da lagoa. Devem possuir plantas aquáticas como aguapé e taboa, para que utilizem os nutrientes dissolvidos e assim diminuam a sua concentração. Também é importante ter exemplares adultos de peixes nativos com hábitos alimentares diferentes, como: carnívoros, para que possam comer eventuais peixes que escapem dos viveiros, filtradores e onívoros, para diminuir a quantidade de microrganismos e matéria orgânica.

As características da lagoa de decantação são as mesmas que as dos viveiros em relação aos taludes, fundo e outros aspectos abordados anteriormente. Sua área deverá ser o equivalente a 10% da soma de toda a área alagada com os viveiros.

3.4 Enchimento

O enchimento do viveiro será realizado logo após a sua fertilização, portanto recomenda-se que ele seja feito em duas etapas. Primeiro deve ser colocado aproximadamente de 50 a 70 cm de água no viveiro, esperando de 4 a 8 dias para que possa haver o crescimento do fitoplâncton, depois o viveiro poderá ser completado até seu nível máximo. Espera-se de 2 a 4 dias para que o plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) possa se multiplicar, para garantir uma boa disponibilidade de alimento natural para os alevinos. Durante o enchimento do viveiro é muito importante que seja monitorado a qualidade da água, por meio da medição de temperatura, oxigênio, transparência e pH conforme abordado no capítulo 4.

3.5 Bibliografia consultada

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos*. Brasília - DF, 2013. 252 p.

BRADY, N.C.; WEIL R.R. Arquitetura e Propriedades Físicas do Solo. IN: BRADY, N.C.; WEIL R.R. *Elementos da*

natureza e propriedades do solo. Porto Alegre – RS, 2013. p.106-144.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012*. Brasília: MMA, 2012, 1126 p.

FARIA. S. H. G. *et al. Manual de criação de peixes em viveiros*. Brasília: Codevasf, 2013, 136 p.

IBAMA. *Processo de licenciamento*. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento-ambiental/processo-de-licenciamento>>. Acesso em: 4 de junho de 2015.

IBAMA. Licenciamento ambiental. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/perguntas-frequentes/licenciamento-ambiental>>. Acesso em: 4 de junho de 2015.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. *Outorga de Uso de Recursos Hídricos*. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/perguntas-frequentes/licenciamento-ambiental>>. Acesso em 5 de junho de 2015.

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

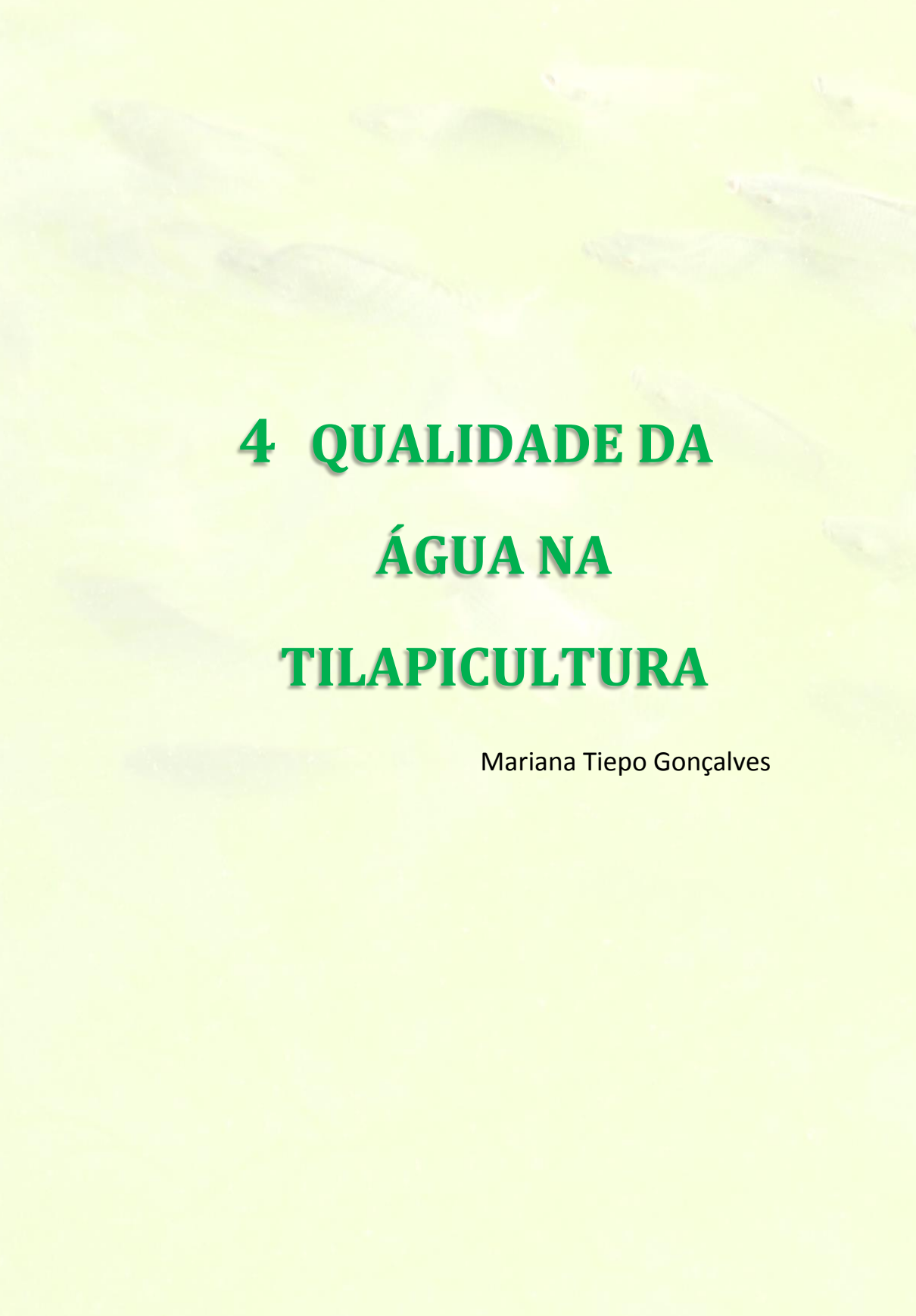
ONO, E. A.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes - parte II. *Panorama da Aquicultura*, v.12, n.73, p. 15-29. 2002.

ONO, E. A.; CAMPOS, J.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes - parte III. *Panorama da Aquicultura*, vol.12, n.74, p. 15-30. 2002.

REZENDE. P.F.; BERGAMIN.T. G. Implantação de piscicultura em viveiros escavados e tanques-redes. IN: RODRIGUES, A. P. O. *Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos*. 1ª Edição. Brasília, DF: Ed. Embrapa, 2013. p.109-139.

SEBRAE. *Licenciamento ambiental da aquicultura: Critérios e procedimentos*. 43 p.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. *Manual Técnico de Outorgas*. Novembro de 2006. 106 p.



4 QUALIDADE DA ÁGUA NA TILAPICULTURA

Mariana Tiepo Gonçalves

A água é um dos fatores básicos na criação, sendo assim a sua qualidade representa um dos fatores mais importantes para a criação e cultivo de peixes, se não o mais importante. A tilápia é uma espécie que apresenta grande adaptação a condições adversas da qualidade da água, sendo por esse motivo – entre outros – uma das espécies mais utilizadas para cultivo.

Neste capítulo serão abordados fatores físicos, químicos e biológicos referentes à qualidade da água, visto que o controle e a manutenção destes fatores irão influenciar diretamente no desenvolvimento dos peixes e no sucesso da produção.

4.1 Fatores físicos da água

4.1.1 Temperatura

A temperatura da água apresenta grande importância sobre as funções vitais dos peixes, as variações desse fator podem afetar a disponibilidade de nutrientes, causar doenças, falta de apetite, levar a problemas no crescimento dos peixes e de micro-organismos presentes na água. A tilápia é um peixe originário de águas quentes, por isso a faixa de conforto térmico dessa espécie varia entre 25 a

30°C. Na Tabela 5, se encontram os valores de temperatura da água, bem como as respostas fisiológicas da tilápia a estas temperaturas.

Tabela 5. Respostas fisiológicas em diferentes faixas de temperatura

TEMPERATURA	RESPOSTAS FISIOLÓGICAS
> 38°C	Morte
30 a 38°C	Falta de apetite, maior incidência de doenças, resistência ao manejo.
25 a 30°C	Conforto térmico.
20 a 25°C	Queda no consumo de alimento e no crescimento.
14 a 20°C	Queda no crescimento, maior incidência de doenças e resistência ao manejo.
< 14°C	Morte

Adaptado de Kubitza (2011).

Grande parte da criação e do cultivo de tilápia no Paraná é realizada na região Oeste, onde as temperaturas apresentam-se mais elevadas. Em regiões do estado com temperaturas mais amenas a criação tem um período de estagnação em épocas mais frias do ano devido à redução da atividade dos peixes em temperaturas abaixo do ideal.

4.1.2 Transparência e turbidez

A transparência é dada através em função da quantidade de luz solar que consegue penetrar na coluna d'água. Este fator é de suma importância já que a luz é a fonte de energia utilizada por plantas e micro-organismos aquáticos para a realização da fotossíntese. A transparência da água pode oscilar de acordo com a profundidade e a turbidez da água.

A turbidez é um fator inversamente proporcional à transparência, uma vez que se refere ao grau de redução da penetração da luz na água, quanto mais turva a água for menor será a penetração de luz. Isto ocorre devido à presença de sólidos em suspensão ou ao florescimento de micro-organismos aquáticos.

Para medir a transparência da água é utilizado um equipamento chamado *disco de Secchi* (Figura 11). Esse disco é feito de chumbo ou um material pesado suficiente para afundar, apresenta duas partes pretas e duas partes brancas intercaladas entre si, no centro do disco a um bastão graduado. O disco é posto na água e observa-se a profundidade na qual não se pode mais distinguir entre as cores do disco, medida utilizada para estimar o ponto que

recebe incidência de luz solar suficiente para que ocorra fotossíntese, sendo a transparência de 40 cm ideal. O controle da transparência e da turbidez é importante, visto que tanto a água muito turva quanto a muito clara geram problemas na produtividade.

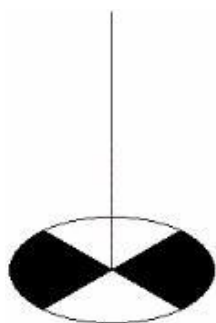


Figura 11. Disco de Secchi

4.2 Fatores químicos da água

4.2.1 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a quantidade de íons H^+ presentes na água, a atividade desses íons é dada a partir da seguinte equação:

$$pH = -\log [H^+]$$

O pH pode ser medido através de métodos colorimétricos, papel tornassol, fenolftaleína ou utilizando

um pHmetro. A escala de medida do pH varia de 0 a 14, sendo pH igual a 7 em águas neutras, quando os íons H^+ apresentam quantidade semelhante aos íons OH^- . Quando a quantidade de íons H^+ for superior às de OH^- o pH apresenta-se ácido, ou seja, menor que 7. Quando os íons OH^- apresentarem concentrações maiores que as de íons H^+ o pH será superior a 7, básico.

Para a tilápia o pH ideal da água encontra-se entre 6 e 8,5 e adapta-se a variações de pH entre 5 e 11. Em pH muito baixo mostram sinais de asfixia. A exposição dessa espécie a pH ácido (abaixo de 5,0) leva à um aumento na secreção de muco, irritação e inchaço nas brânquias, gerando problemas no tecido branquial. A tilápia apresenta queda de crescimento em águas com valores de pH fora do ideal, mas as taxas de mortalidade não são significativas, pois buscam conforto em águas mais profundas.

4.2.2 Alcalinidade

A alcalinidade está relacionada à concentração de bases existentes na água, é expressa por equivalentes de carbonato de cálcio ($CaCO_3$). Este fator é medido através da quantidade, principalmente, de íons bicarbonato (HCO_3^-) e

carbonato (CO_3^{-2}). Altas concentrações de íons carbonato e bicarbonato impedem a variação do pH, por isso a alcalinidade é responsável pelo tamponamento da água. Para tilápias a água do viveiro deve apresentar uma alcalinidade em torno de 40 mg/l de CaCO_3 . Assim como para o pH, a adição de calcário irá aumentar a alcalinidade da água.

4.2.3 Dureza

A dureza representa a quantidade de minerais presentes na água, referindo-se principalmente ao magnésio (Mg) e ao cálcio (Ca). A unidade de medida é mg/l de CaCO_3 como na alcalinidade. Os íons de cálcio e de magnésio geralmente estão ligados aos íons de bicarbonato e carbonato, fazendo com que os valores de dureza e alcalinidade sejam próximos. Valores ideais de dureza para a criação de tilápias situam-se entre 40 e 60 mg/l de CaCO_3 .

4.2.4 Salinidade

A salinidade é um parâmetro relacionado à quantidade de sais dissolvidos na água. É medida através da quantidade de sal por litro de água. Dentre suas muitas

características tilápias são peixes eurialinos, ou seja, tolerantes a uma extensa faixa de variação no nível de salinidade da água. Essa capacidade de adaptar-se a flutuações de salinidade possibilita a criação de tilápias em ambientes diversos. A tilápia-do-nilo cresce em águas com salinidade de até 18%, apresentando maior faixa de crescimento a 12%, reproduzem-se em águas com salinidade de até 15%. As tilápias em condições de salinidade maiores a 18%, e que apresentem temperaturas elevadas, mostram-se mais susceptíveis a doenças. Quando exposta a adaptações graduais pode acabar por tolerar salinidades mais altas. No estado do Paraná, a tilapicultura é implantada exclusivamente em água doce, essa prática poderia ser adotada em águas salobras no Litoral, porém como é considerada uma área de conservação ambiental esta forma de cultivo é impraticável.

4.2.5 Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido na água difunde-se através das brânquias e é utilizado na respiração celular. Ele também possibilita que a energia proveniente dos alimentos seja aproveitada nas funções vitais. O oxigênio presente na

água é de suma importância tanto para os peixes quanto para os micro-organismos existentes nos viveiros.

As principais fontes de oxigênio em um viveiro são:

- **Fotossíntese**, realizada pelo fitoplâncton que absorvem gás carbônico e liberam oxigênio durante o processo, levando a um aumento da concentração de oxigênio durante o dia.

- Oxigênio proveniente do **ar atmosférico** que penetra a superfície da água de acordo com os ventos. Sendo intensificado com o uso de sistemas de **aeração**.

- **Renovação de água do viveiro** (abordada com maior detalhe no capítulo 9).

A falta de oxigênio dissolvido na água pode ser observada quando os peixes rumam para a superfície em busca de maiores quantidade de ar. A quantidade de oxigênio presente na água é medida através de um equipamento chamado oxímetro.

A concentração de oxigênio dissolvido na água é menor à noite, quando não há a realização de fotossíntese e todos os organismos vivos presentes na água estão consumindo oxigênio, levando à diminuição do mesmo. O volume de oxigênio também é influenciado pela oxido-redução da matéria orgânica que consome o oxigênio

ofertado na água, ocorre na maioria das vezes no fundo dos viveiros, por isso a quantidade de oxigênio é menor no fundo do que na superfície.

As tilápias apresentam tolerância a baixas concentrações de oxigênio dissolvido e até conseguem sobreviver por curtos períodos em situações de anóxia, mas quando são frequentemente expostas a baixas concentrações de O₂ apresentam redução de desempenho e susceptibilidade a doenças. Em concentrações de 3 a 3,5 mg/l de oxigênio dissolvido as tilápias reduzem o grau de atividade, para diminuir a utilização de oxigênio. Tilápias em águas com concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 3 mg/l apresentaram comportamento de fuga. Níveis altos de mortalidade podem ocorrer quando os peixes estão bem alimentados e a concentração de oxigênio dissolvido na água é baixa. Sendo a faixa de oxigênio ideal de 4 a 5 mg/l.

4.2.6 Dióxido de carbono (CO₂)

Assim como a fotossíntese auxilia no aumento da concentração de oxigênio dissolvido durante o dia, a noite ocorre o inverso. Ao longo da noite os micro-

organismos que realizam a fotossíntese, consomem o oxigênio da água e liberam gás carbônico (CO_2). O gás carbônico é armazenado na água na forma de bicarbonato (HCO_3^-), sendo altamente tóxico e em altas concentrações pode levar a morte dos peixes. A faixa ideal de CO_2 para tilápias é de 6 mg/l.

4.2.7 Compostos nitrogenados

4.2.7.1 Amônia ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$)

É o principal componente da urina dos peixes. Existem duas formas de amônia presentes na água, o íon NH_4^+ e o gás NH_3 , sendo a segunda mais tóxica devido à permeabilidade sobre membrana celular dos peixes. A toxidez da amônia é maior à medida que ocorre a elevação do pH da água. O aumento de amônia na água é decorrente de diversos fatores como a decomposição de matéria orgânica e produtos utilizados na fertilização de viveiros. No cultivo de tilápias, concentrações de amônia (NH_3) em torno de 0,20 mg/l prejudicam o crescimento e a saúde dos peixes. A tilápia tolera concentrações elevadas de amônia se comparadas a outras espécies, sendo os níveis de

amônia tóxica letal de 1,0 a 3,0 mg/l dependendo do estágio de vida em que o peixe se encontra.

4.2.7.2 Nitrito (NO_2^-)

O nitrito é um composto intermediário da nitrificação, processo de conversão de amônia em nitrato através da ação bioquímica de bactérias, que ocorre em duas fases: nitritação (amônia oxidada a nitrito, através de bactérias do gênero *Nitrosomonas*) e nitratação (nitrito oxidado a nitrato, através de bactérias do gênero *Nitrobacter*). O acúmulo de nitrito na água é decorrente de uma série de fatores como baixo teor de oxigênio dissolvido, baixas temperaturas, pH ácido da água e do substrato do viveiro, que acabam por impedir a oxidação de nitrito em nitrato. O nitrito é altamente tóxico, pois no sangue se liga a hemoglobina produzindo a metahemoglobina, fazendo com que o transporte de oxigênio para os tecidos e órgãos do corpo dos peixes seja interrompido, causando intoxicação e levando a morte por asfixia. A intoxicação por nitrito é perceptível em peixes que buscam ar na superfície mesmo com níveis adequados de oxigênio dissolvido na água e quando apresentam

brânquias e sangue com coloração marrom. Os níveis de nitrito não devem ultrapassar 0,50 mg/l.

4.2.7.3 Nitrato (NO_3^-)

É um composto atóxico para os peixes. Essa forma de nitrogênio é absorvida pelo fitoplâncton, sendo utilizada para a formação de proteínas, auxiliando assim o desenvolvimento destes micro-organismos. A concentração de nitrato está diretamente ligada à quantidade de fitoplâncton existente no viveiro.

4.3 Fatores biológicos da água

4.3.1 Fitoplâncton

Fitoplâncton são organismos que vivem em suspensão na água (algas, bactérias, cianobactérias, etc.) e desempenham papel importante sob a quantidade de oxigênio dissolvido presente na água, realizando o processo de fotossíntese que libera oxigênio para o meio. Servem de alimento para peixes filtradores como é o caso da tilápia e ainda são um meio de controle biológico de macrófitas, impedindo o surgimento destas através de uma barreira

que bloqueia a passagem de luz para o fundo do viveiro, assim a radiação não atingirá a base das plantas aquáticas e essas não iram se desenvolver.

4.3.2 Zooplâncton

Ao contrario do fitoplâncton, o zooplâncton é um conjunto de organismos que não apresentam capacidade fotossintética, ou seja, organismos aquáticos heterotróficos dispersos na coluna d'água como, por exemplo, protozoários, que acabam sendo predadores primários do fitoplâncton, controlando a quantidade destes.

4.3.3 Bentos

Os organismos bentônicos (larvas de insetos, vermes, pequenos moluscos) são aqueles que habitam o fundo do viveiro, aderidos ou não ao substrato, servindo como fonte de alimentação natural para os peixes. Os bentos se alimentam de fito e zooplâncton mortos que vão parar no fundo viveiro assim como outras fontes de matéria orgânica.

4.3.4 Macrófitas

São plantas aquáticas que vivem submersas ou sob a água, e como a maioria das plantas cresce em decorrência da incidência de luz e da absorção de nutrientes. Em grandes quantidades dificultam o manejo, diminuem a penetração de luz e assim o desenvolvimento do fitoplâncton, consomem parte do oxigênio dissolvido na água e são obstáculos na hora da despesca. São classificadas em emersas, submersas enraizadas, submersas livres, flutuantes e as com folhas flutuantes. O controle dessas plantas pode ser feito manualmente, com a remoção de suas raízes ou através do uso de herbicidas. Após sua remoção podem ser utilizadas como fonte complementar de alimentação e fertilizantes de solo.

4.4 Bibliografia Consultada

BOYD, C. *Manejo do solo e da qualidade da água em viveiro para aquicultura*. Tradução: Eduardo Ono. São Paulo. 1997.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. *Relatório de Prognóstico*. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br>>. Acesso em: 15 de maio de 2015.

FARIA, S. H. G. et al. *Manual de criação de peixes em viveiros*. Brasília: Codevasf, 2013, 136 p.

HEIN, G.; BRIANESE, R.H. *Modelo Emater de Produção de tilápia*. Novembro de 2004. Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br> >. Acesso em: 02 de março de 2015.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. *Relatório Projeto CT-Hidro*. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br> >. Acesso em: 04 de abril de 2015.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – parte I. *Panorama da Aquicultura*, vol.8, n.45, p.36-41, jan./fev. 1998.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – parte II. *Panorama da Aquicultura*, vol.8, n.46, p.35-41, mar./abri. 1998.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – parte III. *Panorama da Aquicultura*, vol.8, n.47, p.35-42, mai./jun. 1998.

KUBITZA, F. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade – parte I. *Panorama da Aquicultura*, vol.10, n.59, p.45-47, mai./jun. 2000.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de tilápias. IN: KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. 2ª Edição. Jundiaí: F. Kubitza, 2011. p.25-36.

- MORO, V. G.; TORAT, S. L.; LUIZ, B. D. *et al.* Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas. IN: RODRIGUES, A. P. O. *et al.* *Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos*. 1ª Edição. Brasília, DF: Ed. Embrapa, 2013. p.144-157.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. Manutenção da Qualidade da Água. IN: OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo*. Guaíba: Ed. Agropecuária, 1998. p.75-106.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. Controle de Macrófitas. IN: OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo*. Guaíba: Ed. Agropecuária, 1998. p.51-62.
- QUEIROZ, F. J.; BOEIRA, C. R. Calagem e Controle da Acidez dos Viveiros de Aquicultura. *Circular Técnica 14 - Embrapa*. São Paulo. Dezembro de 2006. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br>>. Acesso em: 20 de abril de 2015.
- QUEIROZ, F. J.; BOEIRA, C. R. Boas Práticas de Manejo (BPMs) para Reduzir o Acúmulo de Amônia em Viveiros de Aquicultura. *Comunicado Técnico 44 – Embrapa*. São Paulo. Dezembro de 2007. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br>>. Acesso em: 20 de abril de 2015.
- YANCEY, R. D.; MENEZES, R. R. J. *Manual de Criação de Peixes*. Instituto Campeiro de Ensino Agrícola, 1984.



5 NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO

Gisele Ferreira da Silva

A alimentação pode representar de 40 a 70% do custo de produção de tilápias, dependendo da escala de produção, da produtividade atingida, dos preços dos outros insumos de produção, dentre outras razões.

Os produtores podem reduzir de maneira relevante este custo, realizando um manejo alimentar adequado e utilizando rações de qualidade, que sejam ajustadas com as distintas fases de desenvolvimento das tilápias e com o sistema de cultivo aplicado.

Este capítulo abordará aspectos relacionados aos nutrientes e exigências nutricionais das tilápias, bem como conceitos em relação a rações e os ingredientes adequados para a formulação de uma dieta. O manejo alimentar pode ser visto no capítulo referente a manejos (capítulo 9).

5.1 Exigências nutricionais das tilápias

Em confinamento, a tilápia-do-Nilo, exige uma dieta com apropriado balanço de nutrientes e energia para a manutenção das funções vitais, crescimento e reprodução. Essa exigência deve ser suprida por meio do alimento natural (plâncton e outros organismos presentes nos viveiros) e/ou dos alimentos “artificiais” (ração completa).

De maneira geral, a tilápia, assim como os demais peixes, precisa de pelo menos 44 nutrientes essenciais, assim agrupados:

Água: que obtêm do próprio ambiente;

Aminoácidos essenciais: constituintes das proteínas presentes nos alimentos;

Ácidos graxos essenciais: constituintes das gorduras e presentes também nas membranas das células vegetais e animais;

Vitaminas: hidrossolúveis e lipossolúveis;

Minerais: elementos inorgânicos;

Carotenóides, palatabilizantes, imunoestimulantes, entre outros. Além na **energia**, que não é considerada um nutriente, sendo adquirida por meio do metabolismo das gorduras (lipídeos), dos açúcares (carboidratos) e da proteína (aminoácidos).

5.1.1 Fatores que influenciam as exigências nutricionais

Assim como há fatores que influenciam a ingestão do alimento pela tilápia, existem situações que interferem nas exigências nutricionais da espécie. Na Tabela 6 são

descritos de maneira sucinta os principais fatores. Por habitarem ambientes aquáticos, as exigências são influenciadas diretamente pelos fatores ambientais, o que prejudica a correta estimativa dos dados de digestibilidade dos nutrientes pela tilápia.

Tabela 6. Os principais fatores que influenciam as exigências nutricionais da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

FATORES	INFLUÊNCIA
Fase de desenvolvimento	Nas fases iniciais de desenvolvimento, a tilápia apresenta maior exigência nutricional, em decorrência das maiores taxas metabólicas.
Sexo e estágio de maturação sexual	Na fase de reprodução, devido à produção de gametas, acasalamento, desova e dos cuidados parentais, há maior exigências de nutrientes e de energia.
Sistema de produção	Quando há alimento natural disponível no viveiro, pode-se ter uma ração com menor quantidade de nutrientes, mas a exigência nutricional não muda.

Temperatura da água

A quantidade de alimento ingerida, sua velocidade de passagem no trato digestório, sua digestibilidade aumentam com a elevação da temperatura, bem como a exigência nutricional é alterada.

5.1.2 Proteína e aminoácidos essenciais

As proteínas representam o nutriente da ração de maior relevância para o crescimento dos peixes, assim como, o nutriente mais caro da dieta. É o principal componente visceral e estrutural do organismo animal e tem diversas funções, dentre elas, as principais são: transporte de oxigênio (hemoglobina) e ferro (transferrina); formação de hormônios (para o controle do metabolismo), enzimas (para catálise de reações químicas) e anticorpos (para proteção imunológica); formação e manutenção dos tecidos; principais componentes das fibras musculares (actina e miosina); função estrutural por meio do desenvolvimento da matriz óssea e do tecido conjuntivo (colágeno e elastina); entre outras.

As proteínas são formadas por aminoácidos, portanto a exigência das tilápias não é precisamente por proteína bruta, mas, sim, de um aporte adequado de aminoácidos essenciais (que são aminoácidos que elas não podem sintetizar no próprio organismo, ou cuja síntese é limitada). As tilápias precisam ingerir 10 aminoácidos essenciais na dieta: **arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina**. A determinação da exigência em aminoácidos essenciais das tilápias esta representada, resumidamente, na Tabela 7.

Tabela 7. Exigências de aminoácidos essenciais da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Aminoácidos	Exigência (% de PB ¹)
Lisina	5,12
Arginina	4,20
Histidina	1,72
Treonina	3,75
Valina	2,80
Leucina	3,39
Isoleucina	3,11
Metionina	2,68
Fenilalanina	3,75

Triptofano	1,00
Met + Cistina	3,21
Fen + Tirosina	5,54

¹Proteína bruta.

Fonte: adaptado de Kubitzka (2011); exigências determinadas com rações purificadas contendo 28% de proteína e peixes entre 15 a 84 g, mantidos com temperatura da água de 27±2°C.

Dos dez aminoácidos exigidos pela tilápia, a lisina e a metionina são os mais limitantes. A suplementação da lisina na dieta assegura aumento no ganho de peso e na retenção de nitrogênio, melhora na conversão alimentar e diminuição do nível de lipídios na carcaça. A complementação de metionina na ração resulta em maior ganho de peso, melhor rendimento de filé, taxa de deposição de proteína e conversão alimentar.

A exigência por proteína é maior nas primeiras fases de vida (pós-larvas e alevinos) e decresce com o crescimento da tilápia. Isso ocorre, porque as pós-larvas e alevinos apresentam um metabolismo mais elevado e crescimento relativamente mais rápido do que as tilápias adultas.

A proteína e aminoácidos tem um papel importante sobre os índices de crescimento, ganho de peso, eficiência

alimentar, conversão alimentar e resistência a doenças e, quando estão em déficit esses índices tendem a piorar. Porém, o excesso de alguns aminoácidos também pode acarretar problemas, devido ao desbalanço entre eles.

Na Tabela 8 estão apresentadas algumas recomendações quanto aos níveis de proteína bruta, energia digestível e suplementação vitamínica e mineral nas diferentes fases de desenvolvimento de tilápias-do-Nilo em viveiros com plâncton.

Tabela 8. Recomendações quanto aos níveis de proteína bruta (PB), energia digestível (ED) e suplementação vitamínica e mineral (SVM) nas diferentes fases de cultivo de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) em viveiros com plâncton

Fase de cultivo	PB (%)	ED (kcal/kg)	SVM
Reversão	40-50	3.600-3.800	RC 3x
Recria	28-32	2.800-3.200	RC 1x
Engorda	28-32	2.800-3.000	RC 1x
Reprodução	24-40	2.800-3.200	RC 1x

Fonte: Adaptado de Furuya (2010), Kubitza (2011) e Logato (2012). *Abreviaturas:* RC 1x – ração completa, com suplementação normal com vitaminas e minerais; RC 2x ou 3x – ração completa suplementada com nível dobrado ou triplicado de vitaminas e minerais.

5.1.3 Energia

A energia não é um nutriente, ela provém da quebra (catabolismo) dos **carboidratos** (açúcares e amido), dos **lipídeos** (gorduras ou óleos) e das **proteínas** (queima de aminoácidos).

A tilápia precisa de energia para as atividades de manutenção, crescimento e reprodução e, utiliza essa energia mais eficientemente que os mamíferos e as aves. Isto ocorre, porque o gasto para regular a temperatura corporal é mínimo, pois a tilápia varia sua temperatura corporal de acordo com a temperatura do ambiente (animal ectotérmico). O gasto energético também é pouco, para a locomoção no meio aquático e para a excreção nitrogenada, pois excreta na forma de amônia, enquanto os demais animais excretam na forma de ureia ou ácido úrico, que são moléculas mais complexas, gastando mais energia para sintetizá-las e excretá-las.

As tilápias utilizam muito bem as gorduras e os carboidratos dos alimentos como fonte energética, economizando assim a proteína da ração para uso principalmente no crescimento. Porém, a ração tem que expressar um exato balanço entre a energia digestível e a

proteína bruta (ED/PB), isto é imprescindível para aumentar a eficiência alimentar e o crescimento das tilápias. A relação ED/PB ideal para tilápias em rações completas deve variar entre 8,5 a 11 kcal ED/g de PB, variando em função do sistema de cultivo e da fase de desenvolvimento dos animais. Quando essa relação é alta pode levar ao acúmulo de gordura visceral, reduzindo o rendimento de carcaça no processamento. Quando essa relação é baixa, os peixes passam a utilizar a proteína como fonte energética, acometendo o crescimento e a conversão alimentar, e aumentando a excreção de amônia.

Na Figura 12 é possível observar que a energia ingerida não é utilizada totalmente pelos peixes. A energia bruta (EB) é a energia total consumida e que está presente nos alimentos na forma de carboidratos, lipídeos e proteína. A energia digestível (ED) é a energia que foi parcialmente aproveitada pelo animal devido às perdas nas fezes, dada pela fórmula abaixo:

$$ED = EB - E_{\text{fezes}}$$

Aceita-se que toda a ED é absorvida pelo peixe. A energia metabolizável (EM) é a energia do alimento menos a energia das fezes, urina e brânquias e, é utilizada nos processos metabólicos, sendo expressa pela equação:

$$EM = ED - (E_{urina} + E_{brânquias})$$

O incremento calórico (IC) representa a energia perdida pelos peixes na forma de calor dos alimentos pelos processos de digestão e absorção. A energia líquida (EL) é a energia presente no alimento que é retida, sendo utilizada para manutenção ou para produção, dada pela fórmula:

$$EL = EM - E_{IC}$$

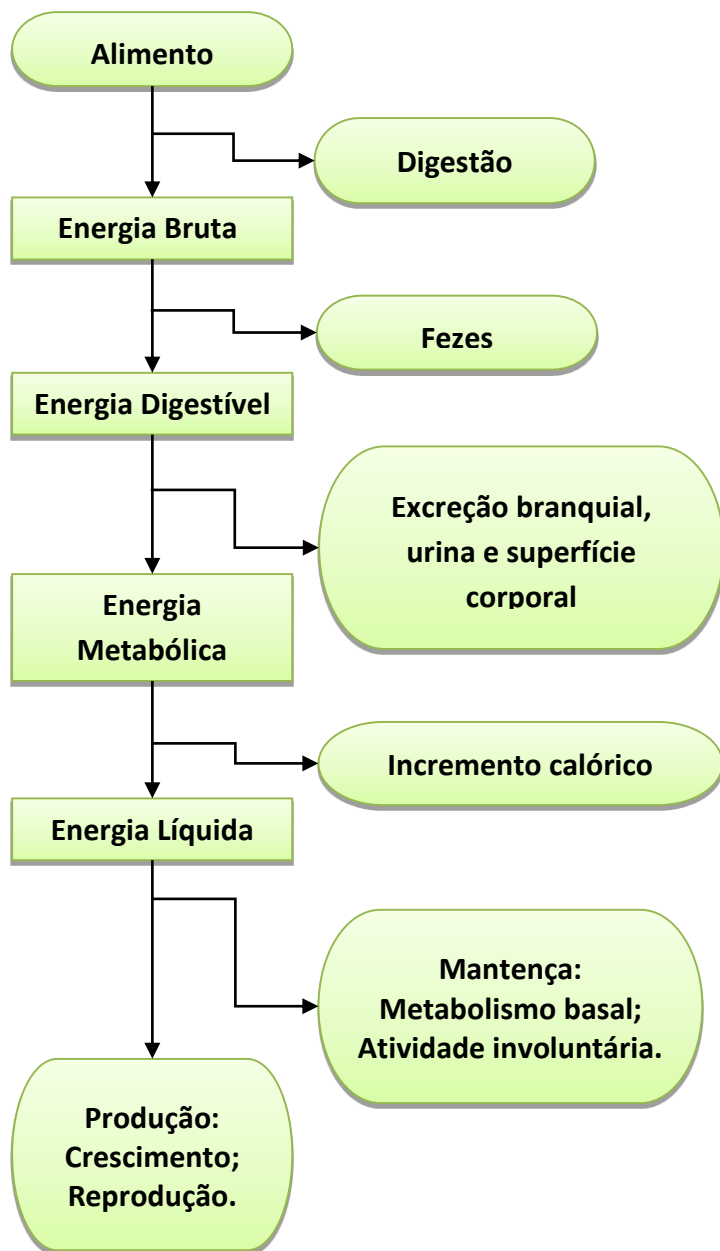


Figura 12. Representação esquemática do aproveitamento da energia da dieta. Adaptado de Rodrigues *et al.* (2013).

A maioria dos lipídeos (óleos e gorduras) possui em sua composição, ácidos graxos e glicerol. Os ácidos graxos ditos essenciais são aqueles que o organismo não sintetiza a partir de outro ácido graxo ou qualquer substância precursora e, portanto, devem ser fornecidos na ração.

Os lipídeos são significativos para obtenção de energia e os ácidos graxos essenciais são importantes para o crescimento e desenvolvimento das tilápias. Além de auxiliarem no transporte e absorção de vitaminas lipossolúveis, são componentes da membrana celular, formadores de alguns hormônios esteróides, elementos associados com atividades metabólicas, reprodutivas, imunológicas, entre outras.

Para a tilápia, por ser um peixe tropical e de água doce, apresenta exigência em ácidos graxos do grupo **ômega-6 ou ácidos graxos do grupo linoléico**. Esses ácidos graxos são encontrados nos óleos e farelos vegetais, como por exemplo, o óleo de milho, de soja, de girassol e, também, nas farinhas de vísceras de frango.

Adicionar lipídeos na dieta de tilápias contribui para melhorar a conversão alimentar e aumentar o nível de gordura corporal. Quando há deficiência de ácidos graxos essenciais, os sinais mais comuns são: retardo do

crescimento, queda da eficiência alimentar, erosão das nadadeiras, redução do desempenho reprodutivo e alta mortalidade.

5.1.4 Carboidratos

As tilápias aproveitam bem os carboidratos como fonte de energia, sendo o de relevância para este fim, o **amido**, que é encontrado nos vegetais, como nas sementes de milho, trigo, arroz, em raízes como a mandioca e a batata. A maioria das espécies de peixes utiliza melhor o amido cozido ou gelatinizado do que o cru, por isso, a presença de amido nas rações é importante para a expansão e aglutinação de rações extrusadas.

Em relação às espécies, há diferenças quanto ao uso eficiente dos carboidratos. Os carboidratos mais complexos, como o amido, são melhores utilizados em relação aos carboidratos mais simples, como os açúcares. Peixes de água quente e doce expressam melhor eficiência de utilização de carboidratos em comparação com os peixes de água fria e marinha. Os carboidratos estruturais (fração fibrosa do alimento) não são aproveitados de maneira notável pelos peixes, porque não são digeridos.

A **fibra** é um carboidrato formado por polissacarídeos não amiláceos, como a celulose, a hemicelulose, a lignina e a pectina. As tilápias não possuem enzimas endógenas ou micro-organismos adequados para degradar a celulose, como consequência, altos níveis de fibra na dieta tendem a reduzir a digestibilidade, aumentando assim a excreção de nitrogênio fecal. Inexiste uma indicação adequada dos níveis máximos de inserção de fibra nas rações, em função do hábito alimentar, sugere-se o nível máximo para onívoros de 8%.

Em caso de excesso de carboidratos no organismo das tilápias, pode haver acúmulo no fígado ou mesmo no tecido muscular, sendo que uma parte se transforma em gordura.

5.1.5 Vitaminas

As vitaminas são compostos orgânicos exigidos em quantidades pequenas na ração das tilápias e exercem um papel importante, como enzimas ou coenzimas nos processos metabólicos e fisiológicos fundamentais para correto crescimento e reprodução dos peixes. Seu fornecimento é alterado segundo a fase de

desenvolvimento, a taxa de crescimento, ambiente, regime de cultivo e relações com outros nutrientes.

Quando as tilápias são cultivadas em regime extensivo, a exigência de vitaminas pode ser suprida de maneira parcial ou total, por meio de alimentos naturais, como o plâncton, que são ricos em vitaminas. Já as cultivadas em regime intensivo ou semi-intensivo, necessitam do fornecimento de vitaminas na dieta, com uma ração completa para atender toda a exigência do animal. Na fase inicial de cultivo, os peixes manifestam uma maior demanda quando comparados com peixes nas fases de recria ou engorda.

As vitaminas são classificadas em lipossolúveis (solúveis em gordura) e hidrossolúveis (solúveis em água). As **vitaminas lipossolúveis** (A, D, E e K), por serem solúveis em gordura, podem ser estocadas nos tecidos, sendo seu fornecimento menor na dieta. Com relação às **vitaminas hidrossolúveis** (11 no total), elas não possuem essa capacidade, tendo que estar presentes na dieta, diariamente e na quantidade correta, pois como não podem ser armazenadas o seu excesso será excretado.

Nas Tabela 9 e Tabela 10, estão reunidas as 4 vitaminas lipossolúveis e as 11 vitaminas hidrossolúveis, respectivamente e, suas principais funções para os peixes.

Tabela 9. Principais funções das vitaminas lipossolúveis em tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Vitaminas Lipossolúveis	
VITAMINAS	FUNÇÕES
A	Manutenção da visão; regulação da síntese das proteínas; saúde e integridade do tecido epitelial; auxilia na produção de células secretoras de muco; aumento da resistência a infecções e desenvolvimento embrionário.
D	Desenvolvimento dos ossos e metabolismo de cálcio e do fósforo.
E	Antioxidante celular; influencia no sistema imunológico; envolve-se nos processos reprodutivos e na permeabilidade da membrana dos embriões e eclodibilidade dos ovos de peixe.

K	Envolve-se na síntese de proteínas responsável pela coagulação sanguínea; auxilia na prevenção de infecções bacterianas e atua no transporte de cálcio.
----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Adaptado de Rodrigues *et al.* (2013).

Tabela 10. Principais funções das vitaminas hidrossolúveis em tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Vitaminas Hidrossolúveis	
VITAMINAS	FUNÇÕES
Tiamina (B₁)	Cofator de enzimas importantes na produção de energia (exemplo: tiamina pirofosfato); metabolismo de carboidratos e auxilia no crescimento e funcionamento normal do sistema nervoso central.
Riboflavina (B₂)	Constituinte de coenzimas das reações de óxido-redução; crescimento e manutenção dos tecidos e favorece a vascularização das córneas.
Piridoxina (B₆)	Atua como coenzima (no metabolismo dos aminoácidos, quebra do glicogênio e gorduras); indispensável na composição de neurotransmissores.

Ácido pantotênico (B₃)	Metabolismo de aminoácidos, gorduras, carboidratos e colina.
Niacina	Metabolismo de ácidos graxos, desaminação dos aminoácidos e metabolismo da glicose.
Biotina	Metabolismo de aminoácidos, lipídeos e carboidratos.
Ácido fólico	Síntese e metabolismo de aminoácidos; transferência de radicais metis; conservação de glicina em serina; biossíntese de purinas e formação da colina metionina.
Cianocobalamina (B₁₂)	Preservação do tecido nervoso; metabolismo de carboidratos e lipídeos e estrutura das hemácias.
Colina	Precursora do neurotransmissor no metabolismo (manutenção e transmissão de impulso nervoso) e manutenção da estrutura de membranas biológicas.
Inositol	Formação e manutenção da membrana celular e síntese de glicídeos.
Vitamina C (ácido ascórbico)	Transporte de hidrogênio (hidroxilação dos aminoácidos); formação do colágeno; manutenção do tecido conjuntivo, vascular e ósseo; absorção de ferro; funciona junto

com a vitamina E na redução da oxidação de lipídeos da dieta e tecidos corporais; prevenção do estresse e infecções bacterianas.

Adaptado de Rodrigues *et al.* (2013).

Uma característica dos peixes é a inabilidade que estes manifestam de síntese da vitamina C. Caso haja deficiência de vitaminas na dieta, os principais sinais observados são: anemia, atrofia muscular, paralisia das nadadeiras dorsal e peitoral (natação errática ou em espiral), descoordenação motora, espasmos musculares, coloração escura, exoftalmia (olhos saltados), crescimento retardado, lordose com descolamento de vértebras, escoliose, ascite (barriga d'água), dermatite, hemorragia, convulsão, letargia, perda de escamas, excesso de muco, entre outros, podendo chegar a altos níveis de mortalidade.

5.1.6 Minerais

Os minerais são compostos inorgânicos relevantes para a manutenção dos processos vitais, como a formação de tecidos e do esqueleto, constituição de vitaminas e

hormônios, conservação da viscosidade, estimulação e constituição de enzimas e participam de várias reações metabólicas, além disso, os peixes utilizam os elementos inorgânicos para manter o equilíbrio osmótico entre os fluidos corporais e a água. As tilápias são capazes de absorver os minerais da água, através das brânquias. Os minerais têm sua concentração alterada segundo o estágio de desenvolvimento, condição fisiológica e de saúde, forma e tipo de alimentação, qualidade da água e demais fatores do ambiente.

As tilápias cultivadas em regime intensivo ou semi-intensivo necessitam de uma suplementação na dieta, para atender as suas exigências em comparação aos animais que são cultivados em regime extensivo, que obtêm os minerais do ambiente.

Na Tabela 11 estão reunidos alguns minerais e suas principais funções para as tilápias.

Tabela 11. Principais funções dos minerais para tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

MINERAIS	FUNÇÕES
----------	---------

Cálcio (Ca)	Funções estruturais; coagulação sanguínea; funcionamento dos músculos; transmissão adequada dos impulsos nervosos; osmorregulação e cofator enzimático.
Fósforo (P)	Funções estruturais; componente do ATP, da membrana celular e dos ácidos nucléicos; auxilia na transformação da energia; codificação genética; permeabilidade das membranas celulares; controle geral da reprodução e do crescimento e metabolismo de carboidratos, lipídeos e aminoácidos.
Magnésio (Mg)	Metabolismo de lipídeos e proteínas e, catabolismo de carboidratos; metabolismo do tecido esquelético; transmissão neuromuscular; cofator enzimático; respiração celular; síntese de aminoácido e manutenção da homeostase intra e extracelular.
Ferro (Fe)	Função principal é como componente da hemoglobina e mioglobina; componente do sistema enzimático de citocromos (produção de ATP), na oxidação celular e atua no processo de respiração celular.

Cobre (Cu)	Metabolismo e absorção de Fe; atua na formação da hemoglobina e em diversos sistemas enzimáticos; desenvolvimento dos ossos.
Cobalto (Co)	Função biológica (componente da vitamina B ₁₂).
Zinco (Zn)	Cofator em sistemas enzimáticos; cofator no metabolismo dos hidratos de carbono; auxilia na regularização do pH corporal e no metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas.
Manganês (Mn)	Atua como cofator, em vários sistemas enzimáticos, como por exemplo, a síntese de ureia a partir de amônia, metabolismo de aminoácidos e de ácidos graxos e, oxidação da glicose.
Selênio (Se)	Componente da enzima glutatona oxidase (atua junto com a vitamina E como antioxidante biológico); coenzima no metabolismo da glicose e proteção de células e membranas das lesões causadas pelos peróxidos.
Iodo (I)	Componente da tiroxina (hormônio que regula a velocidade do metabolismo); atua em glândulas endócrinas; apresenta função neuromuscular e circulatória e atua no metabolismo de nutrientes.

Cromo (Cr)	Metabolismo de carboidratos e lipídeos; importante na formação de quelatos e função biológica (referente à insulina).
Enxofre (S)	Importante elemento no fluido intracelular.
Sódio, Potássio e Cloro (Na, K e Cl)	Sódio e cloro são os principais cátions e ânions, respectivamente, dois fluidos extracelulares do corpo e o potássio, do fluido intracelular, tem importância no controle da pressão osmótica e do equilíbrio ácido-base, determina a taxa de absorção dos íons-sódio e água pelas membranas do epitélio das brânquias, intestinos, tegumentos e rins.

Adaptado de Rodrigues *et al.* (2013).

Na Tabela 12 estão reunidas informações sobre as exigências vitamínicas e minerais, demandadas em rações para tilápias.

Tabela 12. Níveis de exigências de vitaminas e minerais de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

VITAMINAS	MINERAIS
4.769 IU/kg de vit. A	0,17 a 0,65% de Ca
375 IU/kg de vit. D ₃	0,45 a 0,90% de P ³

50,00 mg/kg de vit. E	0,02 a 0,06% de Mg
2,5 mg/kg de vit. B ₁	1,7 mg/kg de Mn
5 a 6 mg/kg de vit. B ₂	79,51 mg/kg de Zn
3 a 5 mg/kg de vit. B ₆	60,00mg/kg de Fe
Vit. B ₁₂ NE ^{1,2}	4 mg/kg de Cu
26 mg/kg de Niacina	Cobalto é exigido ² em mg/kg
1,00 mg/kg de Ácido fólico	0,25 mg/kg de Se
6 a 10 mg/kg de Ácido pantotênico	-
800 mg/kg de Colina	-
50 a 125 mg/kg de vit. C	-

Fonte: Adaptado de Furuya (2010) e Kubitzka (2011).

¹NE = não exigida. ²A vit. B12 é sintetizada pela microflora intestinal. Esta síntese requer a disponibilidade do mineral cobalto na dieta.³O nível de P varia conforme o peso vivo da tilápia.

5.2 Alimentação

5.2.1 Alimento natural

São organismos biológicos presentes na água, podendo ser fitoplâncton, zooplâncton, bentos e macrófitas (detalhados no capítulo 4, item 4.3).

5.2.2 Ração

A qualidade da ração para tilápias em viveiros é definida por diferentes fatores:

Nutrientes: a ração terá que atender as exigências nutricionais da tilápia, na fase de cultivo em que se encontra;

Digestibilidade: é quanto dos nutrientes e energia da dieta será efetivamente aproveitado pela tilápia. Conhecer os valores de digestibilidade dos nutrientes possibilita a elaboração de rações balanceadas de alta qualidade, o que favorece o equilíbrio orgânico animal, aumenta a resistência a doenças e proporciona maior produtividade. Pode variar de acordo com o tamanho da tilápia, seu estado de saúde, condições do ambiente, processamento da dieta, quantidade e qualidade dos ingredientes e proporção relativa entre eles, manejo alimentar e tamanho das partículas;

Aceitabilidade: refere-se à aprovação da ração e seus ingredientes ao paladar da tilápia. Para as rações iniciais, aquelas utilizadas na fase em que os peixes possuem uma maior demanda nutricional, é um fator de grande importância;

Qualidade física: refere-se à fluabilidade, estabilidade e quantidade de pós e finos da ração;

Tamanho uniforme: a ração precisa apresentar grãos de tamanho homogêneo e apropriado à abertura bucal da tilápia;

Moagem: a ração precisa ser feita com ingredientes finamente moídos, proporcionando uniformidade em sua composição e alta digestibilidade.

5.2.3 Tipos de rações

As rações podem ser classificadas quanto as seguintes categorias:

5.2.3.1 *Processamento*

Fareladas: Os ingredientes são apenas moídos e misturados. A ração fica em pó ou em pequenos grãos com pouca estabilidade na água. Utilizada mais para alevinos, pois se espalha com facilidade e os alevinos comem na superfície e na coluna d'água, enquanto a ração vai afundando lentamente.

Peletizadas: A aglomeração de pequenas partículas em fragmentos maiores por meio de um processo

mecânico, onde são combinados umidade, calor e pressão. São formados péletes ou grãos cilíndricos densos, que afundam na água, pois não tem a presença de ar no seu interior.

Extrusadas: É um processo de cozimento baseado em alta pressão, umidade controlada e temperatura elevada (em torno de 150°C), onde ocorre a expansão dos ingredientes. O pélete fica cheio de ar, flutuando na água. Atualmente, é a melhor opção de processamento de rações destinadas para peixes.

5.2.3.2 Umidade

Rações úmidas: 50-70% de umidade. São fabricadas utilizando diversos resíduos de origem animal e vegetal, previamente moídos e misturados, depois peletizados.

Rações semi-úmidas: 35-50% de umidade. Maior estabilidade de nutrientes em relação às rações úmidas. Ambas as rações (úmidas e semi-úmidas) são preparadas misturando a fração úmida com a seca, em uma proporção que varia de 90:10 até 50:50.

Rações secas: Umidade inferior a 12%. Maior valor nutricional e durabilidade. São mais utilizadas em cultivos

comerciais e variam entre si de acordo com o processamento empregado.

5.2.3.3 Função

Primeiro alimento para pós-larvas: quando as larvas passam a ser pós-larvas iniciam a procura por alimento exógeno. Esse alimento deve ter grande palatabilidade e ser altamente digestível, por ser uma fase extremamente delicada para a sobrevivência das pós-larvas e o trato digestório não estar completamente desenvolvido. Alimentos geralmente utilizados são o fitoplâncton (algas unicelulares) e os copépodos e cladóceros (microcrustáceos do zooplâncton).

Dietas para alevinos: são as rações fareladas, já caracterizadas antes. Devem apresentar altos níveis de proteína, exigência das tilápias nas fases iniciais de vida. Os ganhos adquiridos com uma dieta de qualidade nessa fase refletirão na qualidade dos animais até o final do ciclo de produção.

Dietas para engorda: são rações formuladas para proporcionar o crescimento das tilápias até o tamanho de abate, de maneira eficiente. Nesta fase, o trato digestório

encontra-se totalmente desenvolvido e a tilápia aceita naturalmente a ração.

Dietas para reprodutores: não existem rações exclusivas para reprodutores no mercado nacional, assim como, há pouco conhecimento sobre as exigências nutricionais nesta fase. As rações devem incluir altos níveis de proteína, energia e vitaminas relacionadas com a formação e composição dos ovos. Deve-se evitar que ocorra o acúmulo de gordura nos animais, que é prejudicial para a eficiência reprodutiva, portanto deve haver diminuição de ingestão calórica.

Dietas imunoestimulantes: imunoestimulantes são substâncias naturais ou sintéticas, que acrescentadas à dieta das tilápias intensificam as funções imunológicas e favorecem a resistência às doenças, podendo beneficiar o seu desempenho. São fornecidas em épocas que precedem uma situação de estresse, como: despesca, biometria, altas densidades de estocagem, mudança de estação ou clima, entre outras. Podem funcionar como imunoestimulantes algumas vitaminas, minerais, proteínas, aminoácidos, hormônios, substâncias provenientes de plantas e animais, prebióticos e probióticos.

5.3 Ingredientes para a formulação de dietas para tilápia

A formulação de uma dieta eficiente para a tilápia deve levar em consideração a escolha dos ingredientes. Para isso, diferentes fatores devem ser observados, como: quais e em que quantidade se encontra os nutrientes, digestibilidade (coeficiente de absorção), disponibilidade no decorrer do ano, economicidade (menor custo possível), palatabilidade, entre outros.

Os ingredientes de uma ração são agrupados nas seguintes categorias:

Fibrosos: são aqueles com nível de fibra bruta acima de 18% e fibra em detergente neutro (FDN) maior que 35% (na matéria seca);

Energéticos: são aqueles com nível de proteína bruta menor que 20%, de fibra bruta menor que 18% e FDN menor que 35%;

Proteicos: são aqueles que possuem mais do que 20% de proteína, de fibra bruta menor que 18% e FDN menor que 35% (na matéria seca);

Suplementos vitamínicos e minerais: em geral, fornecidos na forma de uma pré-mistura (*premix*) de vitaminas e minerais introduzidos em uma substância

sólida (aglutinante). Isto é necessário para favorecer a mistura e incorporação destes nutrientes na ração, em razão do baixo volume de introdução dos mesmos;

Aditivos: não possuem função nutricional como, por exemplo, medicamentos, imunoestimulantes, palatabilizantes, pigmentos, aglutinantes, antioxidantes, entre outros.

5.3.1 Fontes proteicas de origem animal

As fontes proteicas de origem animal possuem proteína de alto valor biológico em relação às fontes de origem vegetal, isso implica em uma melhor estabilidade entre os aminoácidos essenciais, o que ajuda para uma maior utilização da fração proteica do ingrediente. Ainda, concedem maior palatabilidade (sabor) à ração, colaborando para maior aceitação pelos peixes. Como pontos negativos, possuem produção instável e grande variação na composição entre lotes fabricados.

Farinha de peixe: existem as farinhas de peixe integral e a de resíduo de peixe. A primeira apresenta maior teor proteico, em relação à de resíduos, que por sua

vez, tem maior quantidade de matéria animal. Correspondem a um subproduto desidratado e moído, obtido pelo cozimento do peixe integral, do corte de órgãos ou de ambos, após extração parcial do óleo. Em sua composição, possuem boa proporção de aminoácidos e ácidos graxos essenciais, taxas variáveis de gordura (4 a 20%) e de minerais (11 a 23%), sendo importante fonte de fósforo, zinco, manganês, cobre, selênio e ferro para a ração.

É ideal na alimentação de reprodutores e juvenis, por apresentarem maior exigência nutricional nessas fases. Enquanto que na fase de engorda, onde é consumido maior quantidade de ração, é ideal diminuir a introdução de farinha de peixe nas dietas, isto porque, a farinha de peixe é o ingrediente de maior custo utilizado na fabricação de rações.

Farinha de carne e Farinha de carne e ossos: são produtos provenientes do processamento industrial de tecidos dos animais. As duas farinhas são produzidas com base no mesmo fluxograma de processamento. A diferença entre elas está no teor de fósforo e de matéria mineral (cinzas). Na farinha de carne, o nível de cinzas é de 9,6% e de fósforo não pode ser superior a 4%. Quando estes

teores forem maiores, a farinha é considerada de carne e ossos.

A farinha de carne e ossos pode ser encontrada no mercado, com diferentes teores de proteína, variando entre 35% e 45%. O mesmo acontece com a farinha de carne, porém ela possui, em geral, teores maiores, variando entre 36% e 60%, também há variação na quantidade de ossos e origem, se a carne é bovina, suína ou mista. Desta maneira, a desvantagem em utilizar produtos de origem animal na formulação de dietas para tilápias, é a variação no teor de proteínas entre produtos. E a vantagem da utilização das farinhas de carne ou carne e ossos para tilápias é o preço baixo desses elementos, além de serem melhores em palatabilidade, em comparação as rações de origem vegetal.

Farinha de vísceras de aves: corresponde ao processamento de partes de carcaças de aves, como cabeça, pescoço, sangue e vísceras. Esta farinha contém os maiores graus de digestibilidade aparente da proteína bruta, em relação às farinhas de carne e de peixe. Seu teor de proteína varia entre 55% e 65%. Possui uma quantidade elevada de gordura, acima de 13%, o que atrapalha o

processamento da ração e, como resultado, diminui estabilidade da ração na água.

Farinha de sangue: é obtida do processo de cocção e secagem (desidratação) do sangue bovino ou suíno fresco. O teor proteico deve ser no mínimo de 80%, porém o processamento de secagem do sangue pode interferir na qualidade e digestibilidade da farinha de sangue. A farinha de sangue seca em tambor apresenta baixa qualidade e digestibilidade da proteína. A farinha de sangue atomizada apresenta alto coeficiente de digestibilidade aparente e melhor qualidade proteica. Ambas devem ser utilizadas com certa restrição como alimento para tilápias, devido haver baixa palatabilidade.

5.3.2 Fontes proteicas de origem vegetal

Os ingredientes proteicos de origem vegetal estão disponíveis constantemente ao longo do ano, possuem uma composição homogênea e preço comparativamente menor aos ingredientes de origem animal. Podem comprometer o desempenho e prejudicar o crescimento da tilápia, quando utilizados como única fonte proteica na

ração, porque haverá desequilíbrio de aminoácidos, além do mais, a maior parte apresenta fatores antinutricionais e baixa palatabilidade.

Farelo de soja: ingrediente obtido da extração do óleo e, atualmente, o ingrediente vegetal amplamente empregado na formulação de rações para peixes, em razão do alto valor proteico que possui, variando entre 44% e 50% de proteína bruta e um bom balanço de aminoácidos, principalmente lisina. No entanto, os níveis de metionina são relativamente baixos em comparação às exigências da espécie.

O farelo de soja vem substituindo a farinha de peixe, podendo constituir até 50% da fração proteica da ração, para espécies onívoras, como a tilápia, essa troca pode ser de 100%, dependendo da fase de vida da tilápia e da qualidade dos ingredientes.

A qualidade do farelo de soja pode sofrer influências de fatores antinutricionais, como os inibidores de tripsina, quimotripsina, hemaglutininas, ácido fítico, saponinas e lectinas. Alguns desses inibidores podem ser destruídos com um adequado tratamento de calor, portanto uma torragem adequada da soja antes do preparo da ração é fundamental para bloquear a ação destes fatores.

Farelo de canola: ingrediente obtido depois da retirada do óleo por prensagem e/ou com solventes. O farelo de canola apresenta bons coeficientes de digestibilidade da proteína para a tilápia e um teor de proteína bruta de até 35%. Seu perfil de aminoácidos é equivalente ao do farelo de soja, mas com menor teor de lisina e maior teor de metionina. Para a tilápia-do-Nilo pode ser adicionado até 45% de farelo de canola na dieta, sem diminuir seu crescimento, sendo que para alevinos esse valor deve ser de 20%. Como desvantagem, possui fatores antinutricionais como o ácido fítico e os glicosinolatos, que dificultam a produção de hormônios pela tireoide.

Farelo de girassol: ingrediente obtido da extração do óleo e possui teor de proteína bruta entre 30% e 40%. Em relação ao perfil de aminoácidos, possui baixo teor de lisina. Podendo ser incluído na dieta de peixes, no máximo 30%, por possuir alto teor de fibra. Uma maneira de aumentar o teor proteico e diminuir a quantidade de fibra é a exclusão das cascas do grão antes da retirada do óleo. Outros fatores antinutricionais podem ser encontrados, além da fibra, como o ácido fítico, os compostos fenólicos e os taninos.

Farelo de algodão: ingrediente obtido da prensagem e moagem das sementes de algodão e possui teor de proteína bruta entre 30% e 42%, este nível varia em função do processo de extração do óleo. Seu perfil de aminoácidos é razoável, com exceção da lisina. Apresenta alto teor de fibra, aproximadamente 10%, e a semente do algodão contém um pigmento amarelo chamado de gossipol, cerca de 0,03% a 0,2%, que causa uma queda no consumo, diminuição na taxa de crescimento e alteração do fígado e dos rins, além de afetar a reprodução.

5.3.3 Fontes energéticas

As fontes energéticas quando utilizadas em proporções adequadas e forem de boa qualidade, são relevantes para potencializar a eficácia de utilização da proteína pela tilápia.

Milho: é a fonte energética mais empregada na formulação de rações para peixes onívoros e herbívoros. Seu nível proteico está entre 7,5% e 9,5% e a energia digestível é de 2.200 kcal/kg. Para a tilápia, o coeficiente de digestibilidade da energia bruta é superior a 90%. A digestibilidade proteica pode ser maior que 90%, porém

possui baixos níveis de lisina e metionina. A forma mais utilizada é o milho moído e seu teor de inclusão na dieta é dependente da disponibilidade, da viabilidade econômica, analisando-se o teor de umidade e a existência de micotoxinas.

Sorgo: quando há ausência de milho no mercado, o sorgo é aproveitado como reserva. De maneira geral, possui entre 8,5% e 10% de proteína bruta com 3,2% de gordura, cerca de 0,02% de Ca, 0,25% de P e 2.800 kcal/kg de energia digestível (sorgo com baixo tanino). Apresenta deficiência em lisina e presença de tanino em sua composição. Tanino é um antinutriente que pode ser tóxico para os peixes, esse composto pode se ligar às proteínas e diminuir a ação de enzimas importantes, como a tripsina, a lipase e a amilase. Além disso, proporciona baixa palatabilidade à ração. Existem variedades de sorgo com baixos níveis de tanino, cerca de 0,1%, que podem ser utilizados para a alimentação da tilápia.

Farelo de trigo: é proveniente da moagem do trigo para a produção de farinhas, constituído principalmente pelo tegumento que circunda o grão. De maneira geral, possui entre 15% e 17% de proteína bruta, 4,5% de gordura, mais de 10% de fibra e 2.600 kcal/kg de energia

digestível. Sua inclusão na dieta é limitada pelo alto teor de fibra e ácido fítico, além da deficiência em aminoácidos essenciais, como a lisina, a metionina e a fenilalanina.

Farelo de arroz: existem dois farelos, o farelo de arroz integral e o farelo de arroz desengordurado (FAD). O primeiro é um subproduto proveniente do polimento do arroz descascado e o FAD é obtido após a extração do óleo do primeiro farelo. O FAD possui maior teor proteico, podendo chegar a 17% e 3.748 kcal/kg de energia bruta, enquanto que o farelo de arroz integral possui entre 11% e 14% de proteína bruta e 4.098 kcal/kg de energia bruta (2.360 kcal/kg de energia digestível). Os fatores antinutricionais presentes no FAD são: o alto conteúdo de fibra bruta, a presença de inibidores de tripsina, polissacarídeos não amiláceos e fitato.

5.4 Bibliografia consultada

BINI, E. *Peixes do Brasil: de rios, lagoas e riachos*. 1ª Edição. Itapema: Ed. Homem – Pássaro Publicações, 2012. 300 p.

BORGES NETO, J. P.; PRADO, G. F. Nutrição e alimentação de peixes. *Bigsal – Nutrição Animal*. Disponível em: <<http://www.bigsal.com.br/cartilha-de-peixes.php>>. Acesso em: 16 de março de 2015.

FURUYA, W. M. *Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias*. Toledo, PR: Ed. GFM, 2010. 100 p.

HEIN, G.; BRIANESE, R.H. *Modelo Emater de produção de tilápia*. Novembro 2004. Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br>>. Acesso em: 30 de abril de 2015.

ITAIPU BINACIONAL. *Boas práticas de manejo em aquicultura*. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br>>. Acesso em: 20 de março de 2015.

KUBITZA, F. Nutrição e alimentação de tilápias – parte 1. *Panorama da Aquicultura*, vol.9, n.52, p.42-50, mar./abr. 1999.

KUBITZA, F. Nutrição e alimentação de tilápias – parte 2. *Panorama da Aquicultura*, vol.9, n.53, p.41-49, mai./jun. 1999.

KUBITZA, F. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade – parte 1. *Panorama da Aquicultura*, vol.10, n.59, p.44-53, mai./jun. 2000.

KUBITZA, F. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade – parte 2. *Panorama da Aquicultura*, vol.10, n.60, p.31-53, jul./ago. 2000.

KUBITZA, F. Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias. *Panorama da Aquicultura*, vol.16, n.98, p.14-24, nov./dez. 2006.

- KUBITZA, F. Produção de tilápias em tanques de terra: estratégias avançadas no manejo. *Panorama da Aquicultura*, vol.19, n.115, p.14-21, set./out. 2009.
- KUBITZA, F. Nutrição e alimentação de tilápias. IN: KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. 2ª Edição. Jundiaí: F. Kubitza, 2011. p.93-119.
- LAZZARI, R. Pontos críticos de manejo na piscicultura. IN: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. *Sistemas de produção agropecuária (Ciências Agrárias, Animais e Florestais)*. Dois Vizinhos, PR: 2010. p.11-27.
- LOGATO, P. V. R. *Nutrição e alimentação de peixes de água doce*. 2ª Edição. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, 2011. 130 p.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL. *Noções básicas sobre o cultivo de tilápias*. Disponível em: <<http://www.mds.gov.br>>. Acesso em: 20 de março de 2015.
- MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; ZIMMERMANN, S. *Fundamentos da moderna aquicultura*. Canoas: Ed. Ulbra, 2001. 200 p.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. Arraçoamento. IN: OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo*. Guaíba: Ed. Agropecuária, 1998. p.119-130.

RIBEIRO, P. A. P.; MELO, D. C.; COSTA, L. S. *et al.* *Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce*. Disponível em: <<http://www.vet.ufmg.br>>. Acesso em: 12 de abril de 2015.

RIBEIRO, P. A. P.; COSTA, L. S.; ROSA, P. V. Manejo alimentar em piscicultura convencional. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.7, n.02, p.1189-1196, mar./abr. 2010. Disponível em: <<http://www.nutritime.com.br>>. Acesso em: 28 de março de 2015.

RODRIGUES, A. P. O.; BERGAMIN, G. T.; SANTOS, V. R. V. Nutrição e alimentação de peixes. IN: RODRIGUES, A. P. O. *et al.* *Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos*. 1ª Edição. Brasília, DF: Ed. Embrapa, 2013. p.171-213.

VIDAL JUNIOR, M. V. *Apostila de Piscicultura*. Universidade Estadual do Norte Fluminense – Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal. Disponível em: <<http://pjfishes.wordpress.com>>. Acesso em: 30 de março de 2015.



6 SANIDADE E PROFILAXIA

Marcos Vinicios Dalmass

Durante o cultivo de peixes várias enfermidades causadas por vírus, fungos, bactérias e parasitos são observadas. Essas enfermidades não são específicas para tilápias-do-Nilo, mas ocorrem com grande frequência.

Neste capítulo serão relatadas informações com relação à sanidade e profilaxia dos peixes, como características relacionadas à imunologia em peixes e descrição, sinais clínicos, prevenção e controle das principais doenças em tilápias-do-Nilo e dos principais parasitos presentes no cultivo de tilápias.

6.1 Imunologia em peixes

6.1.1 Resposta imune inata

São os mecanismos de defesa que o animal possui desde as fases iniciais de vida, agindo como a primeira barreira de defesa. Têm ação rápida e menos específica, impedindo que agentes patogênicos tenham acesso ao organismo, podendo além de bloquear a sua entrada, eliminá-los. Consistem principalmente em barreiras físicas como a pele, escamas e o muco que é produzido.

Se houverem penetrações na barreira externa, devido a lesões ou outras causas, entram em ação os componentes biológicos de imunidade inata que são: leucócitos (monócitos, macrófagos, neutrófilos), células NK (natural killer) e o sistema complemento.

6.1.2 Resposta imune adaptativa

É a linha de defesa secundária do organismo. Ela atuará quando a imunidade inata não conseguir eliminar os patógenos, então os linfócitos T e B irão gerar memória imunológica e eliminar os patógenos, respectivamente. Os linfócitos são produzidos no tecido linfóide primário (timo e medula óssea), porém só ficam na sua forma ativa após sofrerem amadurecimento no tecido linfóide secundário (rim, baço, tecido linfóide associado às mucosas).

Nas fases iniciais de vida os peixes serão muito mais susceptíveis a patógenos, pois como foram apresentados a poucos desafios, ainda não possuem memória imunológica, demorando mais tempo para apresentar uma resposta imune.

O sistema imunológico pode ser gravemente afetado pelo estresse que os animais sofrem. As principais fontes

de estresse são: baixa qualidade da água, temperaturas muito baixas ou muito altas em relação à faixa de conforto térmico das tilápias-do Nilo, desnutrição, altas densidades e manejos, sendo o principal a despesca dos animais. Quando ocorre a imunossupressão os animais ficam mais susceptíveis a patógenos como bactérias, fungos, vírus e parasitos.

6.2 Principais doenças em tilápias-do-Nilo

As doenças se instalam principalmente quando os indivíduos se encontram imunodeprimidos devido ao estresse, pois o organismo não consegue eliminar os patógenos. As doenças podem ser de origem ambiental, causadas por parasitos, bactérias, fungos ou ainda vírus, este último não possuindo muitos relatos ou estudos em tilápias-do-Nilo.

A maioria das doenças são passíveis de tratamento com uso de antibióticos ou através de outras técnicas como salinização da água. Porém, a maneira menos onerosa será sempre atuar na prevenção, realizando manejos profiláticos e mantendo sempre a qualidade da água nos

viveiros, que é um dos fatores que mais predis põem os peixes a doenças.

6.2.1 Doenças ambientais

As doenças ambientais são aquelas que ocorrem em função da baixa qualidade do ambiente onde se encontram os peixes, sendo possível evita-las através do monitoramento e manejo da qualidade da água.

Além de favorecer o estabelecimento de doenças infecciosas, a qualidade do ambiente onde se encontram as tilápias pode gerar doenças, como a síndrome do sangue marrom, doença ambiental das brânquias e a síndrome da bolha de gás.

6.2.1.1 Síndrome do sangue marrom

A amônia (NH_4) presente na água é convertida em nitrito (NO_2^-) pelo processo de oxidação realizado pelas bactérias do gênero *Nitrossomonas*. O nitrito pode ser prejudicial aos peixes em concentrações superiores a 0,1 ppm. Em concentrações de 0,5 ppm quando entra na corrente sanguínea dos peixes forma o ácido nítrico (HNO_3) que faz a oxidação da molécula de ferro da hemoglobina

das hemácias, deixando-a na forma férrica (Fe^{3+}) e assim formando a metahemoglobina (coloração marrom) que não possui a capacidade de transporte de oxigênio, levando a asfixia.

Sinais Clínicos: devido à formação da metahemoglobina a coloração do sangue muda, ficando em um tom de marrom, peixes apresentam dificuldade de respirar e tem seu comportamento alterado.

Controle: adicionar cloreto de sódio (NaCl), pois os íons de cloro (Cl^-) diminuem a absorção do nitrito. Deve ser realizada a renovação da água do viveiro, verificando se não há excesso de matéria orgânica.

6.2.1.2 Síndrome da bolha de gás

As macrófitas e outras algas presentes no viveiro têm a sua taxa de fotossíntese elevada quando estão sob altas temperaturas e podem saturar o ambiente com a produção de gases, principalmente de oxigênio e nitrogênio, assim como quando utilizados aeradores de maneira incorreta que promovem grande entrada de gases na água. Quando isso ocorre, bolhas de gases se formam no sangue, tecidos e órgãos dos animais, podendo ainda causar embolia nos peixes.

Sinais Clínicos: os peixes acometidos apresentam letargia, dificuldade respiratória, exoftalmia, alterações no comportamento e ainda é possível observar bolhas de ar na boca.

Controle: deverá ser realizado o manejo para que se reduza a entrada de gases no viveiro.

6.2.1.3 Doença ambiental das brânquias

Causada pela baixa qualidade da água no viveiro, tem origem multifatorial devido ao excesso de produtos químicos como medicamentos, herbicidas usados no controle de macrófitas, água contaminada com resíduos da agricultura, exposição frequente a altos níveis de amônia, baixos níveis de oxigênio, altos valores de pH, grande quantidade de matéria orgânica e sólidos em suspensão na água.

Sinais Clínicos: peixes apresentam brânquias pálidas e/ou marrons, com lesões, inflamação e necrose.

Controle: deverá ser realizado o manejo do viveiro, para melhorar a qualidade da água.

6.2.2 Doenças fúngicas

Assim como as bactérias os fungos são situacionistas, se estabelecendo normalmente em lesões causadas durante os manejos como: despesca, transporte, pesagem, entre outros ou também em períodos que os peixes se encontram imunodeprimidos, por exemplo, durante o inverno até início da primavera.

Normalmente são agentes secundários, mas também podem ser agentes primários da infecção. São organismos pluricelulares que se encontram organizados em hifas (cadeia de células longas, ramificadas e filamentosas), o conjunto de hifas é denominado micélio.

Se instauram sob substratos orgânicos em decomposição como restos vegetais, ração e animais mortos, onde se reproduzem, dando origem a esporos que são a sua forma infectante. Quando os esporos encontram um ambiente favorável para o seu desenvolvimento, como uma lesão cutânea, se desenvolvem em hifa que forma uma necrose nos tecidos onde se instalam. Digerem parcialmente as células saudáveis ao redor do ponto de infecção, e assim vão se expandindo.

6.2.2.1 Saprolegniose

Dentre as doenças fúngicas, a principal para o cultivo de tilápias é a Saprolegniose, que é causada por fungos da família Saprolegniaceae, destacando-se dentro desta família os indivíduos do gênero *Saprolegnia*, *Achlya* e *Dictyuchus*. Pode acometer desde ovos até os indivíduos adultos de tilápia. São frequentes no período de inverno, pois sua temperatura ideal é abaixo de 24°C e também em viveiros que possuam uma alta carga orgânica, facilitando a sua reprodução.

Sinais Clínicos: os peixes acometidos pela Saprolegniose possuem pontos despigmentados na pele, que depois começam a se desenvolver em hifas, o que leva a um processo de necrose do tecido, após algum tempo viram micélio possuindo o aspecto de “tufos de algodão”.

Infecções por Saprolegniose normalmente vem acompanhadas de infecções bacterianas como *Aeromonas*, *Pseudomonas* e *Flavobacterium columnare* e por parasitos como o *Epistylis*. Também podem aparecer hifas sobre os ovos, durante o processo de incubação.

O diagnóstico é feito com base nos sinais clínicos observados, porém a confirmação só se dá a partir da visualização das hifas em microscópios.

Controle: minimizar as lesões nos peixes durante os manejos, evitando que estes ocorram durante o período do inverno. Realizar a retirada de animais mortos de dentro do viveiro, manter os animais bem nutridos, controlar a carga orgânica do viveiro e remover os ovos mortos da incubadora para não servirem de substrato para as hifas.

O tratamento dos ovos na incubadora deverá ser realizado com formalina, em banho de 15 a 20 minutos ou com peróxido de hidrogênio durante uma hora, nas concentrações indicadas na Tabela 13, seguido sempre de troca total de água.

Para os alevinos e peixes adultos podem ser realizados banhos

com sal comum, formalina, sulfato de cobre e permanganato de potássio (também pode ser feito uso tópico), conforme o tempo e concentrações indicadas na Tabela 13.

6.2.3 Doenças bacterianas

As bactérias são situacionistas, ou seja, aproveitam o momento em que o animal está imunodeprimido para invadirem o seu organismo. A imunodepressão ocorre

conforme citado anteriormente no item 6.1.2 deste capítulo. A prevenção de doenças bacterianas é realizada através da adoção de boas práticas de manejo como: monitoramento da qualidade da água, manejo de arraçoamento, nutrição, densidades adequadas de estocagem em cada fase, remoção dos indivíduos doentes ou mortos, desinfecção do viveiro e dos equipamentos utilizados regularmente na atividade. O uso indiscriminado de medicamentos deve ser evitado, uma vez que pode gerar problemas como a seleção de cepas bacterianas mais resistentes como é o caso da *Aeromonas* sp.

Apesar de várias doenças de origem bacteriana em tilápias já terem sido diagnosticadas, neste capítulo serão apresentadas apenas as mais frequentes e que possuem maior importância econômica.

6.2.3.1 Streptococcose

É uma doença que causa grande impacto na tilapicultura, ocorrendo principalmente em regime mais intensivo devido, a sua transmissão horizontal (peixe a peixe). Causada por bactérias Gram positivas do gênero *Streptococcus*, do qual foram isoladas 3 principais espécies: *Streptococcus agalactiae* (mais comumente encontrada),

Streptococcus inae e *Streptococcus dysgalactiae* (espécie recentemente diagnosticada).

Sinais clínicos: os peixes infectados, coloração escura do corpo, letargia ou natação errática, em sentido espiralado devido inflamação da meninge cerebral, corpo levemente curvado, abdômen distendido, córnea opaca e hemorrágica, hemorragia difusa na pele, ao redor da boca e do ânus, hemorragia na base das nadadeiras e no opérculo. Em um estágio mais avançado os olhos podem estar saltados uni ou bilateralmente (exoftalmia) e podem apresentar uma inflamação granulomatosa bastante severa. Podem ocorrer lesões na epiderme, inicialmente se apresentando como áreas despigmentadas, evoluindo para lesões mais definidas.

Os animais ainda apresentam sinais internos como ascite (acúmulo de líquido no abdômen), trato digestivo avermelhado (acúmulo de sangue), o intestino apresenta fluido sanguinolento que pode ser facilmente identificado através da compressão abdominal, fígado pálido, baço escuro e com tamanho aumentado.

O diagnóstico é dado a partir do isolamento de bactérias em meio de cultura seletivo como BHI, TSA e Todd-Hewlitt. Podem ser realizados esfregaços do tecido

infectado ou por exame histológico para checar se há coccus Gram positivos.

Controle: será mais eficaz se a doença for diagnosticada precocemente, caso isso não ocorra, a mortalidade será alta e há pouca coisa a se fazer. Por isso, devem ser adotadas boas práticas de manejo, para a redução do estresse, como:

- Evitar à deterioração da água no viveiro, adequando à densidade de estocagem dos animais, fazendo o correto arraçoamento e garantindo a disponibilidade de nutrientes, evitando sempre o fornecimento de ração nos horários de temperaturas altas (>29-30°C);
- Remoção dos peixes moribundos e mortos para diminuir as fontes de infecção;
- Evitar manejos estressantes desnecessários;
- Uso de sal e permanganato de potássio conforme indicadas na Tabela 13.

Em casos onde a mortalidade ainda está baixa, pode ser realizado o fornecimento de ração medicada com antibióticos como: oxitetraciclina, sulfonamidas + diaminopirimidinas, eritromicina e florfenicol nas

concentrações e formas de tratamentos apresentadas na Tabela 13.

6.2.3.2 *Columnariose/ Boca de algodão/ Cauda comida*

Causa grandes prejuízos econômicos quando acomete peixes adultos, porém é conhecida por levar a morte massiva de alevinos e juvenis. É causada pela bactéria *Flavobacterium Columnare*, que é um bacilo Gram negativo, encontrado em colônias na forma de colunas, daí a denominação “*Columnare*”. Normalmente é encontrada no ambiente junto aos peixes, se instalam em ferimentos ou lesões corporais que são causadas principalmente pelos manejos de despesca, pesagem, classificação e carregamento/descarregamento, ou ainda por lesões branquiais causadas por parasitos ou por causas ambientais como aumento na turbidez da água.

Ocorre principalmente em regiões que possuem altas temperaturas, pois seu crescimento é ótimo entre 28-30°C, portanto nas regiões do estado com inverno rigoroso podem aparecer somente durante o período do verão. A tilápia-do-Nilo parece ser mais vulnerável a essa bactéria

quando está em condições de pH muito baixo ou muito alto.

Sinais Clínicos: os peixes acometidos pela Columnariose apresentam perda de apetite, natação vagarosa, comportamento de isolamento e normalmente ficam na superfície do viveiro boquejando, devido à asfixia causada pela infecção nas brânquias. Apresentam manchas despigmentadas pelo corpo e lesões nas nadadeiras (principalmente na caudal), causando um aspecto de podridão, na região da boca aparecem lesões esbranquiçadas e/ou amareladas, com crescimento bacteriano, ficando com aspecto de tufo de algodão daí o nome “boca de algodão”.

O diagnóstico é dado através dos sinais clínicos característicos da doença, mas para ser conclusivo é preciso isolar as bactérias das lesões ou da área necrosada em meios de cultura específicos como Ordal's ou Hsu-Shotts.

Controle: por ser considerada uma doença de origem secundária, a melhor forma de evitá-la é com a prevenção, portanto devem ser adotadas boas práticas de manejo, principalmente no momento da despesca, seja dos alevinos ou dos indivíduos adultos. Durante o transporte dos peixes,

poderá ser feita a adição de sal na água, para que os animais produzam mais muco e percam menos sais minerais do seu corpo. O sal ainda atua como agente profilático em concentrações de 0,5-0,8% tanto para alevinos como para animais adultos no processo de depuração.

Para tratamento em grandes viveiros pode ser feito o fornecimento de antibióticos como a oxitetraciclina e permanganato de potássio, através de ração medicada nas concentrações e formas de tratamentos apresentadas na Tabela 13.

*6.2.3.3 Septicemias causadas por *Aeromonas* e *Pseudomonas**

A *Aeromonas hydrophila* e a *Pseudomonas fluorescens*, são bacilos móveis Gram negativos encontrados comumente no solo e na água, sendo o primeiro encontrado mais frequentemente.

Infectam os peixes a partir da sua ingestão ou através de lesões cutâneas e branquiais. Normalmente, estão associados a um quadro de infecção generalizada. Sapos, rãs, tartarugas e cobras também são acometidos por

Aeromonas sp., portanto esses animais também servem como reservatórios desta bactéria.

Acometem os indivíduos imunodeprimidos, principalmente por baixa qualidade da água nos viveiros e pouco oxigênio dissolvido no processo de transporte. Ocorrem com maior frequência no período do inverno, pois com temperaturas amenas o sistema imunológico dos peixes se torna menos competente contra patógenos.

Sinais Clínicos: os peixes infectados apresentam perda de apetite, redução da atividade, escurecimento do corpo, brânquias e mucosas pálidas, devido à hemólise das hemácias, perda de escamas, lesões hemorrágicas pelo corpo, exoftalmia, abdômen distendido, com presença de líquido opaco ou sanguinolento, hemorragia petequeal interna, aumento de tamanho do fígado, baço e rins.

Apenas os sinais clínicos não são conclusivos para diagnóstico da doença, pois apresentam sinais semelhantes a outras doenças bacterianas. Deve ser realizado o isolamento da bactéria por meio de esfregaços do rim e outros órgãos em meios específicos de cultivo (Rimler-Shotts e TSA).

Controle: assim como outras bactérias, a *Aeromonas* e *Pseudomonas* possuem caráter oportunista, sendo a

melhor forma de controle a adoção de boas práticas de manejo para reduzir o estresse e realizando o controle da qualidade da água do viveiro. A adição de sal ou permanganato de potássio na água conforme dosagens apresentadas na Tabela 13 podem ajudar no manejo profilático após a despesca dos animais.

Para o tratamento das septicemias pode ser realizado o uso de rações medicadas com antibióticos a base de oxitetraciclina, na forma e dosagens recomendadas na Tabela 13. Deve-se tomar cuidado quanto ao uso de oxitetraciclinas, pois algumas cepas bacterianas de *Aeromonas* sp. desenvolveram resistência contra este antibiótico, neste caso deve ser realizado um antibiograma para definir qual antibiótico é mais eficiente para o controle da doença.

6.3 Principais parasitos

6.3.1 Protozoários

São organismos unicelulares que se multiplicam no ambiente, independente da presença do seu hospedeiro, bastando apenas que a água possua uma grande carga

orgânica. Em situação normal não são encontrados em grandes quantidades, porém quando os peixes são submetidos a condições de baixa qualidade do ambiente onde estão, acabam favorecendo a ocorrência de grandes infestações, por isso normalmente são mais observados em regimes de cultivo mais intensivos.

6.3.1.1 Ichthyophthirius multifiliis

É o agente causador da Ictiofitiríase ou também conhecida por doença dos pontos brancos ou simplesmente Íctio, que pode causar grandes prejuízos à piscicultura. Ocorre principalmente em regiões de temperaturas mais baixas devido à imunodepressão dos peixes e por não limitar o desenvolvimento deste protozoário no meio ambiente e sim apenas atrasa-lo.

Os trofozoitos (forma encistada) ficam aderidos sob a pele do peixe em forma de cistos, até atingirem a maturidade sexual, após este período se desprendem e caem no substrato do fundo dos viveiros, onde se multiplicam e cada trofozoitos pode originar até 2.000 tomites (forma jovem). Os tomites se diferenciam em terontes (forma infestante), que ficam em natação livre por um período de até 24 horas. Se os terontes entrarem em

contato com os peixes neste período, penetrarão na pele aonde vão se alimentar e crescer até atingir sua maturidade, realizando todo ciclo novamente. Caso os terontes não encontrem um novo hospedeiro em até 24 horas ficarão no fundo e serão arrastados pela corrente da água ou morrerão.

Sinais Clínicos: é caracterizada pela presença de pontos brancos (visíveis a olho nu) espalhados por toda superfície corporal do animal, inclusive córneas, brânquias, nadadeiras, cavidade bucal. Em decorrência dos cistos que se formam na superfície do corpo os animais sentem pruridos e aumentam a sua produção de muco. Começam a se esfregar contra superfícies (pedras, plantas, fundo do viveiro, taludes entre outros) a ponto de turvar a água. Podem ocorrer ainda infecções secundárias de bactérias e fungos, devido à exposição da derme, quando os cistos se desprendem do animal. Quando a infestação nas brânquias for grave, poderão ser observados animais com dificuldade respiratória, aumento dos batimentos operculares e boquejamento na superfície ou na entrada de água dos viveiros.

Para o diagnóstico preciso, não basta apenas os sinais clínicos característicos visíveis a olho nu, será necessário

realizar o preparo de lâminas com muco coletado dos peixes, que possibilitará a visualização tanto de formas jovens quanto adultas.

Controle: o controle da Ictiofitiríase pode ser realizado com formalina por tempo indefinido, nas concentrações de 15-25 ml/m³ em 3 a 4 aplicações com intervalos de 3 dias. Também pode ser feito o controle com o uso de sal comum na concentração de 1% durante 7 ou 10 dias, porém essa forma de controle é inviabilizada em grandes viveiros, devido a quantidade de sal necessária. Podem ainda ser utilizados o permanganato de potássio e o sulfato de cobre, em tratamentos por tempo indefinido conforme as concentrações apresentadas na Tabela 13. O permanganato de potássio não possui muitos relatos sobre sua utilização, porém alguns trabalhos mostram sua eficácia contra Íctio.

6.3.1.2 *Chilodonella* spp.

É um ectoparasita obrigatório, ou seja, precisa do seu hospedeiro definitivo para poder existir, se alimenta das células epiteliais e também pode atacar o tecido branquial dos peixes, ocasionando assim uma maior dificuldade respiratória. Normalmente afetam os peixes debilitados ou

que estejam imunodeprimidos, seja por baixas temperaturas, subnutrição, estresse do manejo ou outras formas. Sob condições desfavoráveis, protegem-se encistando, podendo permanecer assim por um grande período na água ou no substrato do fundo do viveiro. Por isso deve ser sempre feita a desinfecção do viveiro quando houver casos de *Chilodonella*.

Sinais Clínicos: apresenta sintomas muito parecidos com o *Ichthyophthirius multifiliis*, como aumento na secreção de muco, pruridos, lesões cutâneas passíveis de infecção secundárias e dificuldade respiratória que em casos mais graves pode levar à morte por asfixia, porém sem a presença de pontos brancos.

Para diagnóstico conclusivo deve ser realizada análise microscópica em lâminas com muco ou através de cortes histológicos de tecidos infestados.

Controle: caso haja histórico do problema na propriedade, deve ser feito um trabalho de prevenção, evitando que os animais fiquem imunodeprimidos. Os pontos críticos possíveis de serem controlados devem ser analisados e corrigidos (melhoria do manejo, fornecimento e qualidade da ração), para minimizar os pontos que não podem ser controlados (baixas temperaturas da água em

períodos de inverno). Em caso de infestações já estabelecidas pode ser realizado o tratamento com formalina na dosagem de 25 a 50 ml/m³ por tempo indefinido, podendo ser repetido caso haja necessidade.

6.3.1.3 *Tricodinídeos*

Os principais representantes deste grupo são os parasitos dos gêneros *Trichodina* e *Tripartiella*, que utilizam o peixe apenas como substrato de fixação, normalmente se instalando em nadadeiras e brânquias. Alimentam-se de resíduos orgânicos que estão na água e se reproduzem assexuadamente por fissão binária, por isso multiplicam-se rapidamente quando a água apresenta uma carga orgânica elevada. Sua transmissão é feita através do contato direto entre os indivíduos, portanto grandes infestações serão facilitadas em regimes mais intensivos de cultivo.

São de grande importância na criação de tilápias, pois afetam principalmente as larvas, infestando-as quando ainda estão dentro da boca da fêmea, ocasionando grandes perdas na fase de pós-larva quando estão no incubatório. Também podem infestar indivíduos juvenis e adultos, porém nestes normalmente são menos danosas, a menos que os peixes estejam submetidos a condições de baixa

qualidade da água, o que favorecerá grandes infestações por Tricodinídeos que podem levar a uma taxa de mortalidade expressiva.

Sinais Clínicos: os peixes infestados apresentam prurido, aumento na secreção de muco, perda de apetite, comportamento letárgico e dificuldade respiratória que em casos graves pode levar à morte por asfixia. Quando afeta animais jovens a taxa de mortalidade é muito alta.

Por possuir sinais clínicos muito parecidos com outras doenças causadas por protozoários, o seu diagnóstico definitivo só é possível a partir de análise microscópica em lâminas com muco.

Controle: como as infestações de Tricodinídeos estão ligadas a carga orgânica, é muito importante ficar atento a qualidade da água, evitando densidades de estocagem muito altas, realizando alimentação de maneira adequada. Ovos e pós-larvas devem ser submetidos a tratamentos com formalina antes de irem para as incubadoras, por cerca de 30 a 60 minutos nas concentrações de 100-150 ml/m³ conforme mostra a Tabela 13. Em viveiros o tratamento poderá ser por tempo indefinido com concentrações de 15-25 ml/m³. Também poderá ser usado sal comum entre 2,5 a 3% em banhos de uma hora, ou

permanganato de potássio em banho de 10 a 15 minutos em concentração de 5 g/m³.

6.3.1.4 *Epistylis, Ambiphrya e Apiosoma*

Assim como os Tricodinídeos, utilizam o peixe apenas como substrato de fixação e se alimentam do material orgânico em suspensão na água para o seu desenvolvimento. Portanto quando houver uma grande carga orgânica na água a multiplicação destes protozoários será rápida, por apresentarem reprodução assexuada por fissão binária. Normalmente acometem os peixes em períodos de temperaturas mais amenas, devido à imunodepressão que os animais sofrem.

Sinais Clínicos: os peixes acometidos apresentam aumento na produção de muco e hiperemia da pele, que em casos mais graves podem evoluir para uma lesão. Em caso de infestações por *Epistylis* as colônias possuem um aspecto de pus, formando-se principalmente nos raios duros das nadadeiras e pelo corpo dos animais. Podem se instalar no opérculo ou brânquias, levando à dificuldade respiratória e em casos mais graves morte por asfixia.

Para realizar o diagnóstico, deverão ser observadas em microscópio lâminas com o material raspado da pele dos animais.

Controle: assim como os Tricodinídeos, a melhor forma de evitar problemas com estes parasitos é realizar o controle da qualidade da água, principalmente controlando o acúmulo de material orgânico. Para casos onde estes protozoários já estejam inseridos, poderá ser realizado o tratamento com banhos ou uso por tempo indefinido de formalina, permanganato de potássio ou sal comum, conforme as concentrações apresentadas na Tabela 13.

6.3.1.5 *Ichthyobodo necator*

Também conhecido como Costia é um parasito que pode causar grandes taxas de mortalidade em tilápias, principalmente na fase de pós-larvas e alevinos. Em adultos, casos frequentes são observados quando os peixes estão expostos a más condições ambientais.

O *Ichthyobodo* sp. fica aderido a superfície dos peixes, ou nas brânquias, se alimentando de conteúdo celular. Possuem duas formas no meio ambiente, uma é quando está aderido no hospedeiro e outra é quando está sob sua forma natante, quando está procurando novos

hospedeiros para se alimentar. A transição de uma forma para outra demora apenas alguns minutos.

Sinais Clínicos: comumente encontrado na pele e nas brânquias dos animais, podem gerar lesões cutâneas, dificuldade respiratória, perda de apetite e natação irregular dos peixes.

Para diagnóstico é preciso observar em microscópio lâminas preparadas com muco e com pele dos animais infectados.

Controle: além das medidas preventivas para diminuir a imunodepressão dos animais, pode ser utilizado como tratamento terapêutico, formalina, permanganato de potássio e sal conforme as concentrações e tempo de aplicação apresentados na Tabela 13.

6.3.1.6 Piscinoodinium pillulare

É um dinoflagelado de coloração ligeiramente esverdeada, devido ao fato de possuir clorofila e realizar fotossíntese. Utilizam os peixes apenas como substrato de fixação, sendo seu desenvolvimento favorecido pelo aumento da carga orgânica e alta densidade de estocagem.

Formam cistos na superfície do corpo dos animais, quando atingem maturidade sexual se desprendem indo

para o fundo do viveiro aonde vão se reproduzir, gerando os dinosporos, que são formas flageladas infectantes que em um período de 14 horas realizam natação livre, e quando encontram um hospedeiro, se fixam a sua superfície reiniciando o ciclo.

Sinais Clínicos: os animais infectados apresentam uma maior produção de muco, prurido, ulcera na pele, corpo escurecido e quando sofrem graves infecções, podem ser observadas a presença de hemorragias, necrose nas brânquias e conseqüentemente animais com dificuldades respiratórias.

Devido à semelhança com sinais de outros parasitos se faz necessária a observação de lâminas de muco e tecido infectado em microscópio para realização de diagnóstico conclusivo.

Controle: o *Piscinoodinium* sp. é resistente a tratamento com sal e formalina, sendo mais indicado a sua prevenção através do controle da qualidade da água. A água não deve apresentar transparência elevada, pois como esses organismos realizam fotossíntese, o seu desenvolvimento é estimulado através de uma maior infiltração de luz solar no viveiro, por isso devem ser

adotadas taxas de renovação de água adequadas, para que haja sempre fitoplâncton.

6.3.1.7 *Myxobolus cerebralis*

São endoparasitos do filo Myxozoa, que pertencem à família Myxobolidae. Possui ciclo indireto, necessitando de hospedeiro intermediário (vermes oligoquetos). Os esporos ficam localizados principalmente na cartilagem da espinha e da cabeça dos peixes, podendo ser liberados quando o animal ainda está vivo, mas a maior fonte de liberação destes esporos são os animais mortos que estão em decomposição. Após a liberação destes esporos, eles passam por um período de maturação, que pode ser tanto no ambiente, quanto em vermes como o *Tubifex tubifex*. Após a maturação, sua forma infectante irá infestar o hospedeiro por contato com a superfície corporal ou pela sua ingestão, através dos vermes. Infestações por Mixosporídios são favorecidas pela presença do hospedeiro intermediário, elevada carga orgânica da água e grandes densidades de estocagem.

Sinais Clínicos: os sinais clínicos do *Myxobolus cerebralis* são bem característicos, pois os animais apresentam comportamento de ficar rodando, devido a

danos causados aos nervos cerebrais e a coluna vertebral, através de cistos.

Pode ser observado escurecimento da parte posterior do peixe, por estar relacionado com a destruição das ligações nervosas que permitiam o controle da pigmentação do animal. Os peixes que sobreviveram a infecções anteriores são fáceis de serem identificados, pois normalmente apresentam deformações no corpo, principalmente na coluna, região da mandíbula e opérculo.

O diagnóstico pode ser realizado apenas com base nos sinais clínicos, com relativa precisão, pois são sinais bem característicos. Para diagnóstico definitivo devem ser feitas lâminas de tecido como coluna vertebral, cartilagem da cabeça ou das brânquias dos peixes, para identificação dos esporos.

Controle: a melhor maneira é realizar o manejo de prevenção, utilizando densidades de estocagem adequadas, controlando a carga orgânica que está na água e no fundo do viveiro, adquirindo peixes de fontes idôneas, quarentena de animais adquiridos, desinfecção do viveiro com cal, retirada e incineração de indivíduos mortos.

6.3.2 Trematodos monogenéticos

São ectoparasitos do grupo dos platelmintos, que possuem ciclo de vida simples. Os mais comumente encontrados em tilápias são o *Gyrodactylus* e o *Dactylogyrus*, infestações deste parasito são mais frequentes em regimes mais intensivos de criação, devido ao aumento da densidade de estocagem e conseqüentemente menor qualidade da água. Causam grandes prejuízos a atividade, em vista que infestam pós-larvas e alevinos durante a fase de reversão sexual em hapas, resultando em elevadas taxas de mortalidade. Aderem-se principalmente na superfície do corpo, nadadeiras e brânquias.

Sinais Clínicos: os animais infestados por estes parasitos apresentam aumento na produção de muco, prurido, letargia e escurecimento do corpo. Quando ocorrem severas infestações nas brânquias, os animais apresentarão casos de asfixia devido à destruição do tecido branquial e em alguns casos podem levar a morte por asfixia.

Para realização do diagnóstico conclusivo se faz necessária à observação de lâminas de muco e tecido

infectado em microscópio ou com lupa por profissionais que estejam bem treinados para identificação destes parasitos.

Controle: devem ser realizados o controle da qualidade da água visando reduzir a carga orgânica, assim como abordado para o *Myxobolus cerebralis*. Para o tratamento terapêutico poderão ser utilizados formalina, permanganato de potássio e triclorfom, conforme as concentrações e período de utilização apresentados na Tabela 13. O sal comum também pode ser usado na concentração de 0,8 a 1% por tempo indefinido, porém esta prática se torna inviável economicamente para viveiros muito grandes.

6.3.3 Microcrustáceos

Os principais microcrustáceos que se têm relatos na tilapicultura são: *Argulus* sp. e *Dolops* sp. da família Branquiurea e a *Lernaea cyprinacea* e *Ergasilus* sp. da família Copepodidae. Uma característica dos microcrustáceos é que possuem estruturas de fixação que usam para se prender ao seu hospedeiro, e que acabam causando lesões que por si só não levam a morte dos

peixes, porém abrem uma porta de entrada para infecções secundárias por fungos e bactérias.

6.3.3.1 *Argulus sp. e Dolops sp.*

Possuem um ciclo de vida simples, onde a fêmea deixa o hospedeiro após a cópula e faz a postura em um substrato qualquer na margem do viveiro. Dos ovos eclodirão as formas jovens que saem à procura de novos hospedeiros, reiniciando o ciclo. Fixam-se ao corpo dos animais na região da boca, brânquias ou pele e inserem o rostro nos peixes para se alimentarem do sangue deles. A única diferença entre estes dois microcrustáceos é que o *Argulus sp.* fixa-se com o uso de ventosas, enquanto que o *Dolops sp.* utiliza ganchos para a fixação, porém os dois causam lesões nos animais.

Sinais Clínicos: os peixes apresentam hemorragias e necroses pelo corpo inclusive nas brânquias, ocorre o aparecimento de infecções bacterianas ou fúngicas. E os animais ficam mais agitados, raspando-se contra taludes e estruturas dos viveiros.

O diagnóstico poderá ser realizado a olho nu, através da observação do animal.

Controle: Apresentam tolerância quanto ao uso de sal comum, portanto a forma que tem se mostrado mais eficiente é o uso de Triclorfom na concentração de 0,50 mg de IA/L por tempo indefinido.

6.3.3.2 *Lernaea sp.*

Dentre as várias espécies de *Lernaea* que afetam os peixes, a *L. cyprinacea* é a mais comum de ser encontrada. Este parasito se fixa ao hospedeiro através de “ganchos” presentes na região cefálica. Quando se prende ao hospedeiro a cabeça do parasito entra na musculatura do animal, deixando apenas a região caudal exteriorizada. Após seu desprendimento deixa um ponto hemorrágico nos peixes. Caso se instale em regiões, como cabeça e abdômen, pode levar à morte devido a perfuração de órgãos vitais. Infestações por este parasito são mais frequentes no período de inverno, quando os animais se encontram mais debilitados. Em períodos do ano com maior temperatura, por a tilápia possuir um hábito planctófago, ao se alimentar de zooplâncton ela ingere as formas jovens da *Lernaea sp.* fazendo assim o seu controle natural.

Sinais Clínicos: animais apresentam pontos de inflamação e hemorrágicos pelo corpo, ulcerações, prurido e podem ocorrer infecções secundárias.

A realização do diagnóstico pode ser realizada a olho nu, através da observação dos parasitos adultos aderidos aos peixes.

Controle: o controle da *Lernaea* sp. deve ser realizado de maneira integrada com técnicas de prevenção, como compra de animais de fontes seguras, realização de quarentena, checagem dos lotes adquiridos. Porém isso pode não ser suficiente, pois os pássaros e anfíbios presentes no meio podem transportar as formas jovens, entre viveiros diferentes e entre propriedades diferentes.

Para o controle terapêutico podem ser utilizados banhos com sal comum na concentração de 3 a 5% por cerca de 10 minutos, porém só é viável para o tratamento de reprodutores. Em viveiros é mais eficiente o uso de Triclorfom na concentração de 0,5 mg IA/L, porém, este produto só é totalmente eficaz contra as formas jovens, sendo assim, os adultos ainda continuarão no viveiro. Durante o verão o intervalo de aplicação deve ser de 7 dias e nos períodos de temperaturas mais baixas este tempo

pode ser aumentado para 12-14 dias, pois se desenvolvem mais lentamente nesses períodos.

Também pode ser utilizado o diflubenzuron (Tabela 13), que é um inibidor da formação de quitina nos insetos e que atua de forma eficaz tanto nas formas adultas, quanto nas formas jovens. Normalmente é preciso realizar apenas uma aplicação, mas em caso de persistência dos parasitos uma nova aplicação poderá ser realizada cerca de 7 a 12 dias após a primeira.

6.3.3.3 *Ergasilus sp.*

É um parasito normalmente encontrado nas brânquias. Em relação a outras espécies, a tilápia possui maior resistência a fixação deste parasito, porém em situações de altas densidades de estocagem, alta carga orgânica, baixa qualidade da água, podem sofrer grandes infestações.

Sinais Clínicos: os peixes infestados por *Ergasilus sp.* possuem as brânquias hipertrofiadas, com inflamação e fusão dos filamentos branquiais. Com isso os peixes deixam de se alimentar, ficam anêmicos e apresentam dificuldade respiratória.

O diagnóstico pode ser feito a olho nu, observando a superfície do corpo e das brânquias dos peixes.

Controle: o controle do *Ergasilus* sp. deve ser realizado, da mesma forma que a *Lernae* sp.

Tabela 13. Produtos e formas de tratamento para prevenção e controle de parasitos, fungos e bactérias em tilápias

PRODUTOS	FORMA DE TRAT. ¹	[] ²	ORGANISMO ALVO
Sal comum (NaCl)	Tempo indefinido	8-12 kg/m ³ (0,5 a 1%)	Íctio, Triconídios, <i>Epistylis</i> , <i>Ichthyobodo</i> , <i>Ambiprya</i> ,
	Banhos 5 a 10 min.	35-50 kg/m ³ (3,5 a 5%) ³	Monogenético, Apiosoma. Bac. Ext. (Columnariose) e Fungos
	Banhos 30 a 60 min.	25-30 kg/m ³ (2,5 a 3%)	<i>Lemaea</i> ; <i>Ergasilus</i> , Todos os outros acima
Permanganato de potássio KMnO₄	Banhos 20 a 30min.	10g/m ³	Íctio, Monogenéticos, Tricodinídios, <i>Ichthyobodo</i>
	Indefinido Tópico	2 a 4g/m ³ Solução 1%	(Costia) Bac. Ext. e Fungos

Formalina (formaldeído a 38-40%)	Banhos 30 min.	100 a 150 ml/m ³	Íctio; Tricodinídios; <i>Epistylis</i> ;
	Banhos 24 h	25 a 50 ml/m ³	<i>Chilodonella</i> ; <i>Ichthyobodo</i> ;
	Banho ovos 20 min.	0,6 ml/litro	<i>Ambiphrya</i> ; <i>Apiosoma</i> .
	Tempo indefinido	20 a 25 ml/m ³	Monogenéticos; Bac. Ext. e Fungos.
Cloramina – T	Banhos diários de 1h repetidos por 3 dias	10 a 20 mg/litro	Columnariose e Doenças bacterianas nas brânquias.
Sulfato de Cobre (SC)	Indefinido ⁴	AT/100 = g de SC/m ³	Íctio, Piscinoodinium e Fungos
Triclorfom⁵	Indefinido	0,5 a 1 g IA/m ³	Monogenéticos, <i>Lernaea</i> , <i>Argulus</i> e <i>Ergasilus</i>
	Banho de 1 a 2 h	2,5 a 5 g IA/m ³	
	Banho de 1 a 3 min.	10 g IA/litro	
Diflubenzuron	Tempo indefinido	0,03 a 0,05 mg/L	
Oxitetraciclina ou clorohidrato de tetraciclina⁵	Na ração 12 a 14 dias	50-75 mg/kg PV/dia	<i>Streptococcus</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Pseudomonas</i> e <i>Columnariose</i>
	Banhos Prolongados	20mg/m ³	
Sulfadimetoxazina ormetoprim⁵	Na ração 5 dias	50-75 mg/kg	<i>Streptococcus</i> , <i>Aeromonas</i> e <i>Pseudomona</i>

		PV/dia	
Eritromicina⁵	Na ração 10 a 14 dias	50-100 mg/Kg PV/dia	<i>Streptococcus, Aeromonas e Pseudomona</i>
Amoxicilina⁵	Na ração 10 dias	50-80 mg/Kg PV/dia	<i>Streptococcus</i>

Fonte: Rodrigues *et al.* (2013).

¹Trat. = tratamento; ²[] = concentração;

³As tilápias toleram altas concentrações de sal;

⁴A dose deve ser calculada dividindo a alcalinidade total da água (AT) por 100. Pode matar o fitoplâncton e causar problemas com baixo oxigênio dissolvido;

⁵Procure um profissional especializado para prescrever o uso deste produtos; no caso dos antibióticos, um antibiograma deve ser feito antes de decidir pelo tratamento; ração medicada com antibióticos não são eficazes se os peixes não estão se alimentando; consulte um profissional especializado para obter auxílio no cálculo da quantidade de antibióticos a ser adicionada nas rações.

6.4 Bibliografia consultada

AZEVEDO, C.; CASAL, G.; MENDONÇA, I. *et al.* *Fine structure of Henneguya hemiodopsis sp. n. (Myxozoa), a parasite of the gills of the Brazilian teleostean fish Hemiodopsis microlepes (Hemiodontidae)*. Memórias instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 104(7) Novembro de 2009. Disponível em: <<http://memorias.ioc.fiocruz>>. Acesso em 10 de junho de 2015.

BOEGER, A. W. SANTOS NETO, M. *Lernaea cyprinacea, melhor prevenir*. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/Paginas/revistas/17/Lernaea.asp> >. Acesso em 10 de junho de 2015.

KUBITZA, F. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade – parte 1. *Panorama da Aquicultura*, vol.10, n.59, p.44-53, mai./jun. 2000.

KUBITZA, F. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade – parte 2. *Panorama da Aquicultura*, vol.10, n.60, p.31-53, jul./ago. 2000.

KUBITZA, M. M. L. Principais enfermidades na criação de tilápias. IN: KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. 2ª Edição. Jundiaí: F. Kubitza, 2011. p.119-256.

PÁDUA, B. S.; MENEZES FILHO, N. R.; DIAS NETO, J. *et al. Ictiofitiríase: conhecendo a doença para elaborar estratégias de controle*. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=2120>>. Acesso em: 01 de junho de 2015.

RANZANI-PAIVA, T. J. M. *Fungos parasitos de peixes*. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/revistas/41/FUNGOS.asp>> acesso em 03 de junho de 2015.



7 REPRODUÇÃO, LARVICULTURA E ALEVINAGEM

Lidiane Marcondes Maciel

A tilápia-do-Nilo destaca-se por apresentar maturidade sexual precoce, porém essa característica pode provocar superpopulação da espécie, interferindo no desempenho da mesma. Desta forma, busca-se na tilapicultura a criação de populações monossexo de machos, as quais são realizadas através da reversão sexual ainda na fase de pós-larva para produção de alevinos. A reversão tem como intuito diminuir a população de fêmeas e aumentar a de machos no plantel, garantindo qualidade do lote.

Neste capítulo serão abordadas as estratégias de reprodução em ambiente natural e ambiente modificado, será detalhado como deve ocorrer o processo de larvicultura e alevinagem em espécies de tilápia-do-Nilo, para que a partir disso consiga-se atingir os resultados esperados no final do processo.

7.1 Estratégias de reprodução em ambiente natural

As fases de formação e desenvolvimento da tilápia são divididas em: ovo, larva, pós-larva, alevino, juvenil, matriz ou reprodutor. As larvas são classificadas por não apresentarem a boca aberta e o trato digestivo formado,

sendo dependente de reservas do saco vitelínico. A partir do momento que conseguem abrir a boca e capturar alimentos externos são classificadas como pós-larva. As pós-larvas são os indivíduos que iniciam o processo de reversão sexual e que apresentam um tamanho entre 8 e 13 mm. As pós-larvas passam a ser alevinos quando apresentam todas as nadadeiras, realizam respiração branquial e possuem forma de peixe adulto com tamanho entre 3 e 6 cm, geralmente obtidos no final do processo de reversão sexual. Juvenis são peixes que medem acima de 6 cm, porém não pesam mais que 100 g, a partir desse peso são classificados como adultos.

A produção de larvas e pós-larvas de tilápias pode ser realizada em diferentes sistemas, sendo eles aquários, piscinas, tanques de alvenaria, tanques revestidos com vinil, viveiros e hapas (tanques-rede com malhas finas), sendo assim, é apontada como uma espécie de fácil reprodução.

A tilápia-do-Nilo é considerada uma espécie muito prolífica. O início da reprodução varia conforme a idade e o tamanho do peixe, podendo vir a atingir a maturidade sexual por volta do quarto ou quinto mês de idade. Normalmente a desova ocorre quando o peixe apresenta

seis meses de idade, podendo acontecer várias vezes ao ano em caso de condições ambientais adequadas.

A espécie apresenta como característica a ocorrência de desova parcelada, podendo as fêmeas realizar de 8 a 12 desovas anuais. Alguns fatores apresentam grande influência para se obter sucesso na reprodução de tilápias, dentre eles encontram-se temperatura, fotoperíodo, qualidade da água e estado nutricional dos reprodutores.

As tilápias são consideradas ovulíparas, ou seja, realizam fecundação e desenvolvimento externo, efetuando a desova quando a temperatura da água permanece acima dos 24°C. Em viveiros os machos realizam depressões côncavas no fundo do tanque através da boca, do movimento do corpo e das nadadeiras, cujo diâmetro pode variar de 20 a 90 cm. Após a construção do ninho, os machos executam a “corte”, atraindo as fêmeas para que depositem os ovos nos ninhos. Depois de uma acentuada movimentação do casal, a fêmea libera os ovos no ninho e simultaneamente o macho os fertilizam.

Após a fecundação as fêmeas apresentam um comportamento de cuidado parental com a prole, recolhendo os ovos na boca, para incubação, eclosão e proteção das larvas (Figura 13). Depois de um período de

incubação de aproximadamente 10 a 15 dias, as larvas eclodem e permanecem na boca até o saco vitelínico ser totalmente absorvido.



Figura 13. Fêmea de *Oreochromis niloticus*, com ovos incubados na boca. Fonte: Patrick Nereu Tetu.

A tilápia-do-Nilo mantém as larvas recém-nascidas dentro da boca para que consigam receber a quantidade adequada de oxigênio. Em um período de 7 a 10 dias, após a absorção do saco vitelínico, as pós-larvas saem periodicamente da boca da fêmea, retornando em situações de perigo. Esse comportamento de cuidado

parental proporciona alta sobrevivência das progênes dessa espécie.

O número de desovas aumenta caso ocorra uma maior atividade de coleta dos ovos ou das pós-larvas para a reprodução em sistemas externos, pois diminuem o período de cuidado parental, estimulando as mesmas a investirem na desova em um menor tempo, aumentando assim, o número médio de desovas por fêmeas anualmente.

Após a maturidade sexual, as fêmeas apresentam uma rigorosa redução no crescimento, pois direcionam boa parte da energia obtida do alimento para a produção dos ovos. Devido à incubação dos ovos na boca, as tilápias permanecem duas semanas ou mais, praticamente sem se alimentar.

Depois que as fêmeas realizam a desova a energia volta a ser direcionada para o desenvolvimento de novos ovócitos, em decorrência ao crescimento ou deposição de gorduras. Diante desse contexto os machos tendem a atingir o peso comercial mais cedo em relação às fêmeas

7.2 Reprodução artificial

Algumas regiões do Paraná caracterizam-se por apresentar um período de inverno com baixas temperaturas, oferecendo risco para a produção de alevinos e juvenis, além de influenciar na diminuição do crescimento das tilápias nessa época. Desta forma, nessas regiões costuma-se utilizar instalações em forma de estufas, onde se pode obter o controle da temperatura dentro desse ambiente, garantindo uma reprodução eficaz nesse período. Além disso, deve haver um planejamento de criação por parte do produtor, para que se consiga abastecer o mercado ao longo do ano.

7.2.1 Escolha dos reprodutores

A escolha dos reprodutores é um dos fatores que deve ser levado em consideração para obter uma desova eficiente e um produto de qualidade. Durante a escolha é importante estabelecer o objetivo que se pretende alcançar, como por exemplo, a criação de peixes para comercialização, onde se busca uma maior precocidade, podendo gerar um retorno econômico antecipado para o

produtor. A partir daí pode-se determinar qual linhagem de tilápia será adequada para o objetivo em questão.

Ao realizar a escolha da espécie ou da linhagem a ser trabalhada, é fundamental que seja identificada a origem do material genético que será utilizado. Linhagens vindas de ambientes naturais podem ser boas fontes de matrizes, pois apresentam maior resistência e adaptação, devido à evolução perante desafios do ambiente para sua sobrevivência, como presença de organismos patogênicos, variações climáticas, qualidade da água, entre outros. É fundamental que seja buscado um material genético melhorado e selecionado garantindo maior variabilidade e ganhos para a produção.

Normalmente, os machos de tilápia-do-Nilo são bons reprodutores desde o primeiro ano, podendo servir até o sétimo, quando a substituição deve ser realizada. Já as fêmeas tornam-se boas reprodutoras somente a partir do segundo ano, servindo de matrizes até o oitavo, embora venham a ovular continuamente, sem jamais cessar.

7.2.2 Sexagem dos reprodutores

É importante reconhecer o sexo dos peixes, para que antes da época reprodutiva eles venham a ser selecionados e separados. A tilápia-do-Nilo apresenta dimorfismo sexual, ou seja, contém características físicas, sexuais, que são marcadamente distintas, possibilitando a diferenciação entre machos e fêmeas. Essa diferença pode ser percebida pela visualização da região ventral, através do número de orifícios presentes na mesma. As fêmeas apresentam três orifícios e os machos apenas dois. Nas fêmeas encontra-se o ânus e uretra, além do canal da uretra tem-se presente um corte transversal denominado de oviduto, por onde são depositados os ovos. Já os machos apresentam somente ânus e orifício urogenital, sendo este último, à abertura por onde passam a urina e o sêmen.

A expansão e o escurecimento da região gular (região abaixo da boca), devido à incubação oral dos ovos, pode ser outra característica notável nas fêmeas. Estas apresentam menor porte em relação aos machos. Machos de tilápia-do-Nilo durante o período de reprodução, podem ser destacados por meio da existência de uma coloração mais rosada na região da cabeça e na extremidade da

nadadeira caudal, além da pigmentação azul/cinza na região ventral do abdômen.

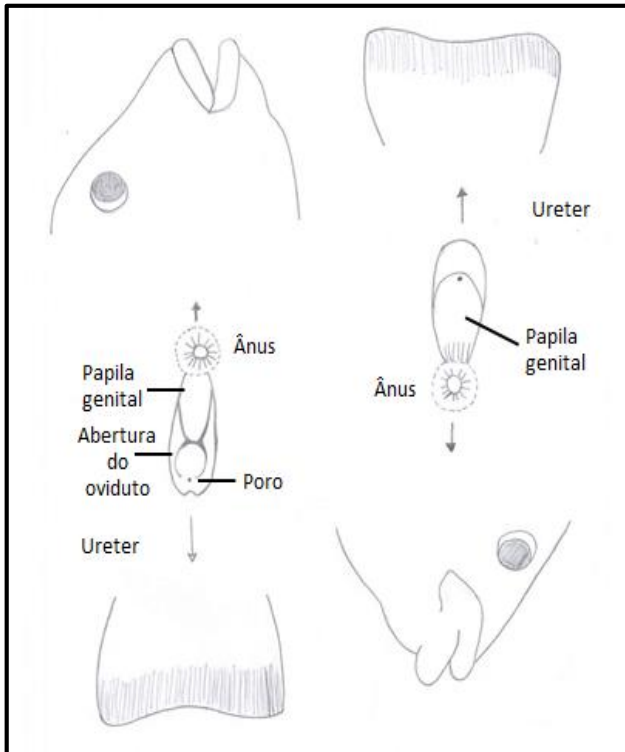


Figura 14. Papilas que permitem a diferenciação sexual entre machos e fêmeas.

7.2.3 Quantidade necessária de reprodutores

Para definir a quantidade de fêmeas que serão estocadas, deve-se levar em consideração a quantidade de alevinos que se pretende produzir mensalmente ou anualmente, além do tamanho dos viveiros onde os reprodutores serão estocados. É fundamental que se tenha um número de reprodutores extras, que servirão para reposição de matrizes que venham apresentar doenças, matrizes mais velhas, ou até mesmo para compensar casos de oscilações na produção de ovos ou pós-larvas.

Após diversas desovas subsequentes, o número de pós-larvas por quilo de fêmeas pode vir a diminuir, desta forma alguns produtores adotam o critério de manter matrizes extras nos plantéis para que ocorra um rodízio ou descanso dos reprodutores, visando manter ou aumentar a produção de pós-larvas. Porém alguns estudos deixam em dúvida o benefício dessa prática, principalmente do ponto de vista econômico, pois se torna necessário um maior número de viveiros, quantidade de ração e uso de mão-de-obra para a movimentação dos peixes.

7.2.4 Sistemas de produção

A reprodução de tilápias pode ser feita de forma artificial utilizando inúmeros métodos. Os principais são: hapas e viveiros.

7.2.4.1 *Uso de hapas*

Hapas são estruturas de tela, fixadas dentro de viveiros escavados, as quais normalmente medem 1 m de largura por 1 m de profundidade e 6- 8 m de comprimento, que contam com uma “bacia” no fundo, para que as fêmeas a utilizem como ninhos e venham a depositar seus ovos para serem fecundados. A estocagem recomendada é de três fêmeas para cada macho e o período de permanência dos animais nas hapas deve ser de aproximadamente 15 dias. Após esse período, os animais são capturados com auxílio de puçás e deve ser observada a existência ou não de ovos na boca das fêmeas. Se as fêmeas apresentarem os ovos, estes são retirados da boca das mesmas e são levados para o laboratório em incubadoras específicas e com ambiência adequada, conforme descrito anteriormente.

Os reprodutores devem passar por um período de descanso após a despesca, sendo levados para tanques de repouso por um período de no mínimo 10 dias. Os machos devem ser separados das fêmeas, para evitar uma nova reprodução.



Figura 15. Hapas de reprodutores. Fonte: Patrick Nereu Tetu.

7.2.4.2 Reprodução em viveiros

Para realizar a reprodução de tilápias em viveiros, recomenda-se que os peixes sejam estocados em uma proporção de 3:1, ou seja, três fêmeas para um macho. A quantidade de animais estocados dependerá do tamanho do viveiro, porém sugere-se que seja de 0,2 a 0,3 kg/m². O

período de permanência dos animais no viveiro deve ser de 10 a 15 dias, realizando em seguida a coleta das “nuvens” (larvas nadantes), com o auxílio de um puçá, ou através da passagem de rede, após a tirada dos reprodutores.

7.2.5 Coleta de ovos

Os reprodutores são capturados e as fêmeas são inspecionadas de 7 a 10 dias após serem estocados nos viveiros de reprodução. Se houver presença de ovos, os mesmos são coletados da boca das fêmeas através de dois puçás, sendo um com uma malha de maior abertura (10 a 15 mm) e outro com uma malha de abertura menor (1 mm). O puçá de maior abertura fica dentro do puçá de menor abertura. Caso a fêmea venha a cuspir alguns ovos no momento em que é capturada, estes ficarão retidos na malha menor. As fêmeas de tilápia depositam em média de 800 a 2000 ovos por desova.

Outra forma de capturar ovos e larvas é recolher a fêmea com um único puçá e segurá-la de cabeça para baixo sob a direção de um balde com água, onde os ovos ou as larvas são depositados. Em seguida são transportados para as incubadoras que devem estar nas condições adequadas

para incubação (temperatura, pH, vazão e renovação da água), até que as larvas venham a eclodir.

7.2.6 Incubação dos ovos

Os ovos que foram retirados da boca das fêmeas antes de irem para a incubadora devem passar por um processo de desinfecção, onde são submetidos a um banho em solução formalina 10% por um período de 30 s. Em seguida, permanecem nas incubadoras a uma temperatura de 28°C, por um período de aproximadamente 4 a 5 dias, com um constante fluxo de água (simulando o movimento da água na boca da fêmea em ambiente natural), ou até que as larvas venham a eclodir.

A quantidade ideal dos ovos a serem incubados dentro de cada recipiente depende do tamanho e da profundidade do mesmo, além da existência e porcentagem de taxa de renovação da água. A taxa de renovação deve ser controlada para que seja evitado um excesso de fricção entre os ovos e a parede da incubadora, pois o controle previne a existência de infecções bacterianas e fúngicas dos ovos. Desta forma a quantidade

é calculada fazendo com que apenas um quarto do fundo do recipiente seja coberto por uma camada de ovos.

O estágio de maturação dos ovos é classificado através da coloração em que estes se apresentam, ou seja, aqueles que possuem uma coloração amarelo-clara, indicam ovos mais jovens, enquanto ovos mais maduros, que estão mais próximo da eclosão, apresentam coloração mais escura.

As larvas ao eclodirem direcionam-se para bandejas plásticas (Figura 16), presentes na direção do fluxo, e permanecem por um período de três dias, até que o saco vitelínico seja consumido. Essas bandejas são compostas por uma tela que tem função de evitar a saída das larvas recém-eclodidas. Ovos mais imaturos mantêm-se nas incubadoras por um período de até 72 h, tempo suficiente para que as larvas venham a eclodir.

7.2.7 Coleta de Nuvens de larvas

A retirada das larvas e pós-larvas dos viveiros é realizada através de um puçá ou de uma rede de malha fina de 3 mm, passando pela superfície do viveiro, onde eles ficam nadando em forma de cardume (Figura 17).

Decorrido a coleta, as pós-larvas são transportadas para um tanque específico para a continuação do processo.



Figura 16. Passagem das larvas para as bandejas após eclosão.
Fonte: Patrick Nereu Tetu.

Para evitar o canibalismo o piscicultor precisa realizar a coleta das pós-larvas 15 dias após a estocagem dos reprodutores nos viveiros de reprodução, além disso, deve haver um acompanhamento diário dos viveiros, pois as fêmeas não desovam simultaneamente.

É importante realizar a cada 60 ou 80 dias o esvaziamento do viveiro de reprodução, pois não se

consegue retirar totalmente as pós-larvas durante o processo de coleta, com isso os alevinos que não foram capturados acabam comendo os menores e os recém-nascidos resultando em problemas futuros.



Figura 17. Despesca de alevinos com rede de malha fina em viveiro. Fonte: Patrick Nereu Tetu.

7.2.8 Estocagem das larvas

O tanque de alevinagem que receberá as pós-larvas depois de serem capturadas nos viveiros precisa estar repleto de plâncton e as pós-larvas devem ser estocadas em um período máximo de 15 a 20 dias. Após esse período, as novas pós-larvas que serão capturadas do viveiro de reprodução devem ser estocadas em um segundo tanque de alevinagem, caso contrário pode ocorrer canibalismo, onde as maiores (acima de 20 dias) costumam comer as menores. Em condições ideais de ambiente e de manejo, até o décimo dia, 80% das pós-larvas sobrevivem em média, caso contrário à perda pode ser excessiva.

O número de larvas coletadas depende de fatores como reprodução, temperatura da água, nutrição dos reprodutores, densidade de estocagem, razão sexual, interações sociais entre reprodutores, tamanho das fêmeas, linhagem da tilápia e canibalismo.

7.3 Reversão sexual

A tilápia-do-Nilo é caracterizada por apresentar maturidade sexual precoce e alta capacidade reprodutiva, isso por sua vez, implica em viveiros superpovoados, o que

causa competição por alimentos, prejudica o crescimento da espécie e conseqüentemente a produtividade nos regimes de criação. A superpopulação faz com que a capacidade de suporte dos viveiros seja atendida no momento em que os peixes ainda não alcançaram seu peso médio ideal para abate, interrompendo assim, o crescimento dos mesmos. Fêmeas tendem a ser menores em comparação aos machos, em virtude do cuidado parental intenso que elas apresentam, como já mencionado anteriormente.

Devido a essas diversas razões, estratégias para obtenção de populações monossexo masculinas foram desenvolvidas, isso por que os machos dessa espécie chegam a crescer de 1,8 a 2,5 vezes mais rápido do que as fêmeas. A masculinização pode ser realizada de duas maneiras, sendo uma através da imersão das larvas em água contendo hormônio e a outra através da inclusão de hormônio nas rações. Desta forma, a utilização de hormônios masculinizantes em rações comerciais vem sendo a técnica mais aplicada para produção de lotes de alevinos masculinos.

A reversão sexual ocorre através da alimentação das pós-larvas com ração contendo hormônios masculinizantes,

como a metil testosterona, fluoximesterona, acetato de trembolona, entre outros. Por apresentar grande eficácia, facilidade de aquisição e baixo custo, a metil testosterona é o hormônio mais utilizado para tal processo.

O processo de reversão deve ocorrer no momento em que o sexo ainda se encontra indefinido, ou seja, do 15º até o 20º dia de vida a pós-larva deve ser submetida à reversão sexual. É necessário que para realização da reversão sexual, as larvas possuam um tamanho entre 11 e 14 mm.

Esse processo de reversão pode ser executado em hapas, tanques-rede de 1 m³ e malha de 1 mm, ou até mesmo em viveiros escavados em terra. A capacidade de estoque varia para cada tipo de sistema, sendo que hapas e viveiros suportam de 3000 a 5000 indivíduos/m³ enquanto tanques de alvenaria podem suportar até 4000 indivíduos/m³. Se optar por realizar o método da incorporação do hormônio na ração, os animais devem ser alimentados de 5 a 6 porções diárias, sendo que durante a primeira semana deve ser disponibilizado 20% do peso vivo de ração ao dia e 10% do peso vivo ao dia nas semanas subsequentes. Além disso, os animais devem permanecer nesses locais por um período de 21 a 28 dias e no final

desse período os alevinos devem apresentar de 0,1 a 0,5 g de peso médio.

7.3.1 Características das rações

Para garantir uma maior fluutuabilidade da ração na água e evitar perdas dos nutrientes através da dissolução, recomenda-se que as rações para pós-larvas de tilápias sejam moídas bem finas, apresentando partículas iguais ou menores que 0,5 mm, o que acaba facilitando também a ingestão pelos animais. A ração deve conter 40% de proteína bruta, e a cada quilo de ração deve ser adicionado de 40 a 60 mg de 17- α -metil-testosterona. Esse hormônio tem baixa solubilidade em água e alta em álcool, desta forma ele deve ser dissolvido em álcool e em seguida deve ser misturado a ração.

Devido à praticidade, recomenda-se que seja preparada uma solução estoque do hormônio. Para isso deve-se dissolver 1 ou 2 g de 17- α -metil testosterona em um litro de álcool etílico 92 a 96°GL² (solução 1 ou 2 mg/ml). A solução deve ser armazenada em uma embalagem escura ou revestida com papel alumínio,

² °GL = %V, quantidade em mililitros de álcool absoluto contida em 100 mililitros de mistura hidro-alcoólica (°Gay Lussac).

podendo ser plástica ou de vidro, em local fresco ou sob refrigeração, preferivelmente por um período de no máximo seis meses.

Existem diversas formas de preparo da ração, porém isso varia conforme a quantidade de ração a ser utilizada, ou seja, a mistura pode ser realizada manualmente dentro de balde ou bacia. Em caso de quantidades maiores recomenda-se o uso de betoneiras, para uma eficiente homogeneização. É importante ressaltar que o álcool não influencia as propriedades nutritivas da ração.

Depois de ser realizada a mistura, a ração deve ser depositada sob bandejas ou filme plástico para secagem por um período de 18 a 24 horas, em um local protegido do sol, calor e umidade, permitindo completa evaporação do álcool. Para facilitar a evaporação do álcool recomenda-se revirar a ração de tempos em tempos. Após a secagem a ração deve ser mantida em freezer a uma temperatura de -20°C, já podendo ser ofertada as pós-larvas.

A ração com hormônio deve ser ministrada de 5 a 6 refeições diárias, quando as pós-larvas possuírem um tamanho entre 8 e 13 mm, por um período de 21 a 28 dias. O excesso de consumo de ração com o hormônio pode prejudicar a eficiência da reversão, com isso recomenda-se

a quantidade de ração, levando em consideração a biomassa existente nos viveiros ou hapas.

Tabela 14. Quantidade de ração recomendada durante a fase de reversão sexual

Semana	Biomassa média (g/mil pós-larva)	Quantidade diária de ração (% biomassa)	Uso diário de ração (g/mil pós-larva/dia)
1	20	25-30	5 a 6
2	80	20-25	16 a 20
3	200	15-20	30 a 40
4	450	10-15	45 a 65

Fonte: Kubitzka, F. (2011).

Para se realizar a reversão de 20 a 40 mil alevinos com tamanhos variando entre 3 e 5 cm, e com consumo médio de 700 g de ração/1000 alevinos, torna-se suficiente a utilização de 1 g de 17- α -metil-testosterona para o preparo de 15 a 30 kg de ração.

Depois de finalizado o processo de reversão sexual as pós-larvas são transferidas das hapas para viveiros já adubados em uma proporção de 20 a 25 peixes/m², permanecendo assim por um período de 60 a 90 dias, onde são alimentadas de 3 a 4 vezes por dia com uso de ração comercial, com o intuito de atingirem o tamanho mínimo de comercialização que é de 4 a 5 cm de comprimento.

7.3.2 Preparo para o transporte

Antes de serem destinados para venda os alevinos ainda precisam passar por algumas etapas importantes, que irão garantir menor mortalidade durante o transporte dos animais.

7.3.2.1 *Tratamento preventivo*

Primeiramente deve ser preparada uma solução, onde em 1000 litros de água são dissolvidos de 80 a 100 ml de formalina e de 8 a 10 kg de sal, em seguida os peixes são expostos a um banho nessa solução por um período de 30 min. Esse procedimento com formalina tem como finalidade eliminar possíveis tricodinas e outros protozoários, presentes nas brânquias e no corpo dos peixes. A concentração de sal evita que ocorram grandes perdas de sais do sangue para a água durante o manejo com os animais, além de auxiliar na diminuição das irritações existentes nas brânquias, provocadas pelo uso de formalina. É importante atentar-se aos níveis de oxigênio durante o processo descrito acima, pois a formalina reage com o oxigênio disponível na água, podendo existir carência do mesmo, causando perdas devido ao processo.

7.3.2.2 Classificação dos animais

Ao final do processo de tratamento com formalina e sal, os peixes são deslocados para os classificadores onde são identificados conforme o tamanho. Os classificadores podem ser de barras ou de telas (Figura 18). Peixes acima de 3 cm são retidos em classificadores com barras espaçadas em 4 mm, já os peixes que apresentam tamanho maior que 4 cm, são retidos em classificadores com barras espaçadas em 5 mm. Peixes com menos de 2 cm no final do processo de reversão devem ser descartados, pois vão apresentar pior conversão alimentar durante a recria e engorda e há uma maior chance de encontrar fêmeas nesse grupo.

Os peixes classificados devem permanecer em jejum por um período de 20 a 24 horas antes de serem transportados, com o objetivo de reduzir o conteúdo gastrointestinal e a carga microbológica. Desta forma, esse processo pode auxiliar na otimização das cargas, redução na utilização oxigênio, qualidade da água superior, menor carga microbiana devido às fezes e maior sobrevivência dos peixes.



Figura 18. Classificação de alevinos em classificadores de tela.
Fonte: Patrick Nereu Tetu.

7.4 Bibliografia consultada

AMARAL JUNIOR, H. *Manual de Reprodução de peixes de água doce com cultivo comercial na Região Sul do Brasil*. Boletim Técnico da Epagri, Florianópolis, 2007. 53p.

BISWAS, A. K.; MORITA, T.; YOSHIZAKI, G. *et al.* Control of reproduction in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) by photoperiod manipulation. *Aquaculture*, v. 243, p. 229–239, 2005.

BRUMMETT, R.E. Environmental regulation of sexual maturation and reproduction in tilapia. *Reviews in Fisheries Science*, v. 3, p. 231-248, 1995.

CORREIA, A.P; ALVES, A.R.M; LOPES, J.P *et al.* Reversão sexual em larvas de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) em diferentes condições ambientais. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*. v.1, n.1, 2006.

GALLI, L. F.; TORLONI, C. E. *Criação de peixes*. Editora Nobel, 1992. p. 81-83.

HEIN, G.; BRIANESE, R.H. *Modelo Emater de produção de tilápia*. Novembro 2004. Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br>>. Acesso em: 29 de março de 2015.

KUBITZA, F. Reprodução e estratégias de produção de pós-larvas de tilápia. IN: KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. 2ª Edição. Jundiaí: F. Kubitza, 2011. p.125-195.

LIMA, A. F.; MORO, G. V.; KIRSCHNIK, L. N. G. *et al.* Reprodução, larvicultura e alevinagem. IN: RODRIGUES, A. P. *et al.* *Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos*. 1ª Edição. Brasília, DF: Ed. Embrapa, 2013. p.301-336.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL. *Noções básicas sobre o cultivo de tilápias*. Disponível em: <<http://www.mds.gov.br>>. Acesso em: 04 de abril de 2015.

MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P. *et al.* *Fundamentos da Moderna Aquicultura*. Canoas: Ed. da ULBRA, 2001. p. 91-95.

- MOURA, P. S.; MOREIRA, R. L.; TEIXEIRA, E. G. *et al.* Desenvolvimento larval e influência do peso das fêmeas na fecundidade da tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, n.3, p.531-537, jun-set, 2011.
- OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. S.; PEREIRA, A. M. L. *et al.* Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria. Circular Técnica 45 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Teresina - PI, 2007.
- PENMAN, D.J.; Mc ANDREW, B.J. Genetics for the management and improvement of cultured tilapia. IN: BEVERIDGE, M.C.M.; MCANDREW, B.J. *Tilapias: Biology and exploitation*. Kluwer Academic Pub., 2000. p.227-266.
- ROTHBARD, S. W.; ZOHAR, Y.; ZAMORA, N. *et al.* Clearance of 17 alphamethyltestosterone from muscle of sex-inversed tilapia hybrids treated for growth enhancement with two doses of the androgen. *Aquaculture*, v. 89, n.3/4. p. 365-376, 1990.
- TEIXEIRA FILHO, A. R. *Piscicultura ao alcance de todos*. 2ª edição. Ed. Nobel, 1991. p.147-151.
- TETU, P. N. *Reprodução de Tilápias* [trabalho de conclusão de curso]. Palotina: Universidade Federal do Paraná, Curso de tecnologia em Aquicultura, 2013.



8 MELHORAMENTO GENÉTICO DE TILÁPIA-DO-NILO

Gisele Ferreira da Silva

No Brasil, os resultados dos programas de melhoramento genético animal já são, amplamente, observados na bovinocultura de corte e leite, na avicultura de corte e postura e na suinocultura.

Na piscicultura, a tilápia-do-Nilo é a espécie de peixe tropical exótico de maior avanço genético em condições de cultivo nos trópicos.

Este capítulo abordará aspectos relacionados com espécies, linhagens e híbridos, bem como conceitos em relação à genética quantitativa, seleção, cruzamento e acasalamento, interação genótipo-ambiente e manipulação cromossômica.

8.1 Espécies, linhagens e híbridos

Nos anos 80, as tilápias foram associadas em três gêneros principais, de acordo com as suas características reprodutivas:

- Gênero *Oreochromis*: as fêmeas realizam a incubação dos ovos na boca e oferecem proteção às pós-larvas, há cuidado parental;

- Gênero *Sarotherodon*: tanto o macho quanto a fêmea realizam a incubação dos ovos na boca e oferecem cuidado parental;
- Gênero *Tilapia*: o qual incluem espécies que desovam em substratos e frequentemente não realizam a incubação dos ovos e a proteção das pós-larvas na boca.

Cerca de 70 espécies de tilápias já foram reconhecidas, sendo a maioria proveniente da África. Todavia, somente quatro espécies adquiriram relevância na piscicultura mundial, sendo todas do gênero *Oreochromis*: a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*); a tilápia de Moçambique (*Oreochromis mossambicus*); a tilápia azul ou tilápia áurea (*Oreochromis aureus*) e a tilápia de Zanzibar (*Oreochromis urolepis hornorum*).

Cruzamentos entre estas espécies vêm sendo realizados para a obtenção de híbridos machos ou de híbridos e linhagens de tilápias vermelhas. Estes híbridos e linhagens possuem características intermediárias às das espécies que os deram origem.

Como este livro descreve o processo de criação e cultivo da tilápia-do-Nilo, as demais espécies não serão abordadas no decorrer deste capítulo.

Espécie: grupo de indivíduos relacionados ou populações que são potencialmente capazes de cruzar e produzir descendentes férteis.

Raça: diferença morfológica entre indivíduos de uma mesma espécie.

Linhagem: diferença fisiológica entre indivíduos de uma mesma espécie.

Híbrido: cruzamento entre indivíduos de espécies distintas ou de duas linhagens consanguíneas diferentes.

8.1.1 A linhagem GIFT

A tilápia-do-Nilo, mesmo sendo a espécie de peixe mais utilizada na produção aquícola brasileira há várias décadas, não existiam, até 10 anos atrás, programas de melhoramento genético fundados na referência individual e na utilização de análise genética com base em metodologias estatísticas já adotadas em outras espécies domésticas.

As ações de melhoramento genético decorriam da introdução de linhagens selecionadas em condições ambientais diferentes do Brasil, cruzamentos

interespecífico (indivíduos de espécies diferentes) e intraespecífico (indivíduos de mesma espécie) e seleção fenotípica. Entretanto, em março de 2005, se deu início o primeiro programa de melhoramento genético com tilápia-do-Nilo no Brasil, a partir de um convênio entre a Universidade Estadual de Maringá (UEM) no estado do Paraná e o World Fish Center, com apoio da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP), atual Ministério de Pesca e Aquicultura (MPA), onde foram transferidas 30 famílias, somando 600 alevinos da linhagem GIFT de tilápia-do-Nilo para a Estação de Piscicultura UEM-CODAPAR no distrito de Floriano em Maringá – PR, nos dias atuais, o programa também é desenvolvido na Unidade Demonstrativa de Produção em Tanques-rede no Rio do Corvo, no município de Diamante do Norte – PR.

O propósito deste programa é a seleção para aumentar a taxa de crescimento e para esse fim, como critério de seleção, é usado o ganho em peso médio diário. Medidas corporais, como largura, altura, comprimento de cabeça, comprimento padrão, comprimento total, altura caudal e largura caudal e, mortalidade à idade comercial, são informações também reunidas para enriquecer o número de informações por animal.

Os resultados obtidos após 5 anos de acasalamentos são significativos para algumas características de importância econômica, como peso à despesca, rendimento de filé e velocidade de crescimento. Em relação às características de ganho em peso diário e peso vivo, no decorrer do período de seleção houve um aumento dos valores genéticos, com taxas anuais de variação de 0,0528 g/dia e 13,663 g/período de cultivo. Através destes valores, os ganhos genéticos anuais seriam de 4% para ambas as características e os ganhos genéticos acumulados na ordem de 16%, ou seja, cada nova geração tende a ser 16% mais evoluída geneticamente que a geração anterior (genética aditiva).

Também foi observada uma redução no período de cultivo dos animais de até 21 dias, o que resultaria na diminuição do custo de produção. Outras características, como rendimento de filé e características de carcaça, também foram observadas no decorrer das gerações. Para rendimento de filé foi encontrada 38% de média, com esse dado é possível distinguir as famílias que manifestam maior potencial genético para rendimento de filé. A seleção para as características de carcaça tem sido importante para a evolução do tamanho do corpo do animal, sem alterações

nas proporções dos comprimentos da cabeça e cauda no comprimento total, indicando aumento da parte comestível do peixe. Semelhantes a estas observações a tendência genética para comprimento do corpo do peixe, descontadas a cauda e a cabeça, é positiva indicando aumento nos valores genéticos para esta característica ao longo das gerações. Dessa forma, a seleção para ganho em peso diário tem contribuído positivamente em outras características de desempenho.

Em 2012, cerca de sete anos após a introdução da linhagem GIFT, cerca de 58% dos alevinocultores do estado do Paraná utilizam esta linhagem e destes mais de 80% estão satisfeitos com o material genético disponibilizado.

8.2 Fundamentos da genética quantitativa

As características de interesse econômico para a tilapicultura são de caráter **poligênico**, ou seja, são controladas por um número grande de pares de genes, como por exemplo, a conversão alimentar. A análise dessas características que são transmitidas de pai para os filhos e de variação quantitativa é chamada de genética quantitativa.

As tilápias, como os demais animais, são avaliadas pelos seus **fenótipos**, que são as características que podem ser observadas e/ou mensuradas, mas não são herdadas. O fenótipo é composto pelo conjunto de genes, chamado de **genótipo** e também pelos fatores do **ambiente**. Os genes serão transmitidos dos pais para os filhos (progênie) para originar os genótipos, e a relação deles com o ambiente gera os fenótipos que serão observados na geração posterior, portanto, o fenótipo pode ser expresso através da fórmula matemática $P=G+E$, onde P é o fenótipo observado, G é o valor genotípico e E é o efeito do ambiente.

Difícilmente o efeito do ambiente poderá ser isolado, de forma que a relação entre o fenótipo com o genótipo jamais será perfeita. Porém, o nível de relação pode ser estimado e é possível pressupor, através da seleção dos animais superiores, a quantidade de variação que será passado à progênie. Esse atributo é chamado de **herdabilidade**, por exemplo, se em um viveiro de tilápias, um casal de reprodutores tem herdabilidade de 80% para desovar cinco vezes ao ano, isso quer dizer que, de cada 10 alevinos desse casal, em média, 8 desovarão cinco vezes por ano quando chegar à idade de reprodução.

8.3 Seleção genética

O parâmetro mais comum utilizado pelos programas de melhoramento genético de espécies aquícolas é a seleção de indivíduos com genótipos superiores para a característica fenotípica desejada, sendo esta característica de alta herdabilidade, de forma que estes animais sejam eficientes em transmitir essa característica à sua progênie através dos seus genes superiores.

A seleção genética não está apta a gerar novos genes, a mesma atua fazendo com que os animais que possuem determinados genes ou combinações gênicas vantajosas deixem mais filhos que outros que não possuem.

Os critérios de seleção são “impostos” para as características de importância econômica, ou seja, para aquelas que refletirão em ganhos econômicos. Estas características podem ser divididas em características de crescimento, reprodução, carcaça e outras.

8.3.1 Características de crescimento

As características de crescimento são avaliadas para se obter o ganho de peso diário e a taxa de crescimento das tilápias, através do peso corporal. Outras medidas

corporais são obtidas na biometria dos animais: o **comprimento total** e o **comprimento padrão** (corresponde à distância do início da boca até a inserção da nadadeira caudal); a **altura** (distância entre as nadadeiras dorsal e peitoral); a **largura** (medida no início da nadadeira dorsal); e o **tamanho de cabeça** (início da boca até a abertura do opérculo). A taxa de crescimento é necessária para que saibamos a quantidade de alimento e sua absorção pelas tilápias.

Com relação às estimativas de herdabilidade encontradas para as características de crescimento, diversos estudos relataram valores de baixa à moderada magnitude para peso corporal, ganho em peso, comprimento total, comprimento padrão, altura, largura e tamanho de cabeça.

8.3.2 Características reprodutivas

A tilápia-do-Nilo apresenta quanto às características reprodutivas relevantes para um programa de seleção, um curto ciclo de produção (160-180 dias), rápido crescimento, **precocidade sexual**, alta **prolificidade**, alta **fertilidade** e **facilidade de reprodução em cativeiro**. As tilápias são

consideradas precoces, pois atingem a **maturidade sexual** por volta dos 5 a 6 meses de idade.

A tilápia apresenta uma grande precocidade sexual, o que pode ser um problema para a tilapicultura, porque pode causar superpopulação nos viveiros, prejudicando a taxa de crescimento dos indivíduos, então a seleção é realizada para postergar a precocidade sexual. O método mais utilizado para controlar a reprodução é a formação de populações monossexo (assunto que será tratado mais adiante).

As características reprodutivas, em geral, apresentam herdabilidade de baixa à moderada magnitude.

8.3.3 Características de carcaça

A seleção para as características de crescimento acaba influenciando positivamente algumas características de carcaça. Por exemplo, as características largura e comprimento padrão podem ser utilizados como critérios de seleção para **rendimento de filé**. Assim como, a altura do corpo da tilápia está associada diretamente com o **rendimento de carcaça**.

Quando se seleciona para as características de carcaça, há um benefício para o **tamanho do corpo** da

tilápia, pois a tendência é não ocorrer mudanças nas proporções dos tamanhos da cabeça e cauda no comprimento total, o que determina um crescimento da porção comestível da tilápia.

A herdabilidade para rendimento de carcaça varia na literatura de moderada a alta magnitude.

8.3.4 Outras características

Há outras características que podem ser utilizadas como critérios de seleção por um programa de melhoramento genético, isso vai depender qual o objetivo do programa.

A tilápia ser **resistente a variações do ambiente**, como temperatura, oxigênio, pH, poluição da água, salinidade, entre outros, são fatores importantes para sua produção. Por exemplo, a tilápia-do-Nilo, em geral, não suporta temperaturas muito frias, por volta de 8 a 13°C, temperaturas estas que podem existir no estado do Paraná, então selecionar linhagens de tilápias que possuam maior tolerância ao frio seria o indicado.

8.4 Cruzamento e acasalamento

Assim como a seleção, o cruzamento e o acasalamento são ferramentas muito utilizadas para promover o melhoramento genético de tilápias. O acasalamento acontece entre indivíduos da mesma espécie, enquanto que o cruzamento ocorre entre animais de espécies distintas, processo comumente conhecido como hibridação interespecífica.

8.4.1 Endogamia ou consanguinidade

Endogamia ou consanguinidade é o acasalamento de animais aparentados para gerar linhagens geneticamente homogêneas e, dessa forma, minimizar os efeitos ambientais no valor fenotípico.

A formação de uma linhagem endogâmica deve ser muito bem elaborada e monitorada, pois o acasalamento de animais aparentados aumenta a incidência de indivíduos homozigotos, aumentando assim, a probabilidade da progênie herdar genes deletérios. Essa probabilidade aumenta à medida que, ao longo de cada geração, os irmãos endogâmicos são aproveitados na reprodução, gerando animais com baixo desempenho reprodutivo, com

redução na capacidade adaptativa, deformidades corporais, mais vulneráveis a doenças e lotes com alta taxa de mortalidade, este evento é denominado de depressão endogâmica.

Os acasalamentos entre animais consanguíneos permitidos são os de casais com parentesco de segundo grau, sendo uma prática importante e inevitável. Uma maneira de monitorar e evitar os danos ruins que o excesso de endogamia pode gerar é marcar fisicamente os animais, com cápsulas magnéticas, como *chips* ou *tags*, por exemplo, que são colocadas no músculo da tilápia. Com os animais identificados, as informações de todo o plantel são organizadas, como o sexo e o grau de parentesco, evitando assim, os acasalamentos do tipo pais-progênie e irmão-irmã.

Em geral, o número de machos e fêmeas do plantel, ou seja, o número de reprodutores existentes, que se reproduzem e deixam uma progênie viável, é um fator que também gera um impacto sobre a endogamia. Estudos apontam que o número mínimo indicado, para se evitar um alto nível de endogamia no plantel, deva ser de 50 indivíduos, na mesma proporção de machos e fêmeas.

8.4.2 Híbridação

Híbridação é o cruzamento de espécies distintas ou duas linhagens consanguíneas diferentes, realizado com o objetivo de aproveitar a superioridade média dos animais cruzados em comparação à média dos pais, ou seja, produzir um plantel de peixes com alto desempenho zootécnico, conhecido frequentemente como vigor do híbrido ou heterose.

A prática da híbridação possibilita agrupar em um mesmo grupo genético, características desejáveis de espécies ou linhagens distintas, somente com uma geração de cruzamentos. Para manter essa superioridade de produção da progênie em relação à média dos progenitores, é necessária a continuidade dos cruzamentos dos indivíduos geneticamente diferentes e que manifestam superioridade para as características de interesse.

Os híbridos obtidos podem ser inférteis ou férteis, quando inférteis, inevitavelmente os cruzamentos serão terminais com máxima utilização da heterose, além do que, o impacto sobre as reservas naturais será mínimo, na hipótese desses híbridos serem liberados na natureza. Na possibilidade dos híbridos serem férteis, haverá a necessidade de manutenção da heterose, além disso, pode

acarretar em problemas ambientais caso estes animais sejam liberados na natureza, diminuindo a biodiversidade existente.

8.5 Interação genótipo-ambiente

A interação genótipo-ambiente é um dos pontos mais importantes e críticos na seleção de genótipos superiores adaptados a determinados ambientes, pois um excelente genótipo para um ambiente pode não ser necessariamente o melhor para outro. Seria ideal que os genótipos considerados de melhor desempenho sejam sempre testados em condições aproximadas aos ambientes de exploração.

Há dois tipos de interação genótipo-ambiente: quando o valor genotípico de dois ou mais genótipos invertem a posição quando comparados em dois ou mais ambientes (Figura 19) ou quando o valor genotípico não muda a posição, mas a magnitude das diferenças entre dois genótipos são alterados entre os dois ambientes (Figura 20).

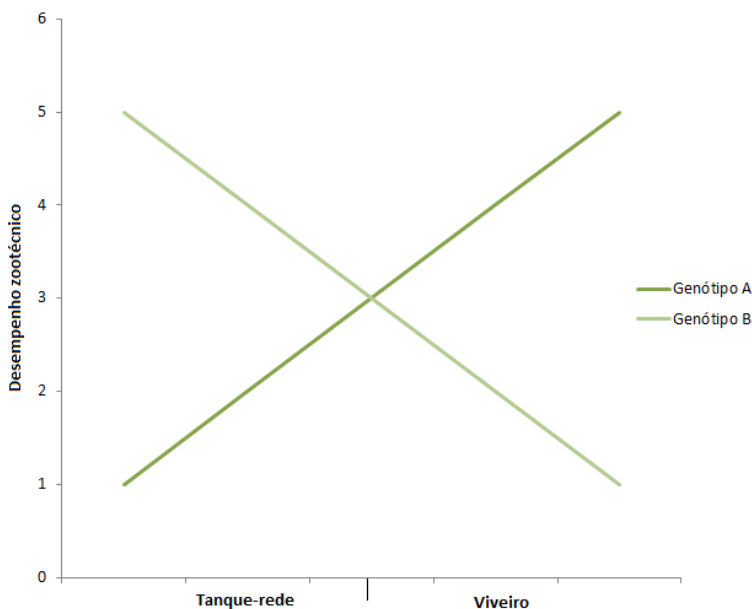


Figura 19. Exemplo de interação genótipo-ambiente em tanque-rede e viveiro quando os valores genéticos de cada linhagem trocam de posição no desempenho zootécnico. Adaptado de Alves et al. (2013).

8.6 Manipulação cromossômica

Os cromossomos presentes nas células sexuais são manipulados durante a fase de reprodução para que haja o aumento da produtividade. Há duas técnicas de manipulação cromossômica que são consideradas como

principais, a obtenção de **linhagens monossexo** e a **poliploidia**.

A formação de linhagens monossexo pode ser alcançada através da *ginogênese*, quando a progênie possui apenas material genético da fêmea, ou *androgênese*, quando a progênie exibe somente material genético do macho. A consecução de linhagens de tilápias de apenas um dos sexos, também pode ser obtida sem a manipulação cromossômica, como já visto no capítulo 4, através da reversão sexual.

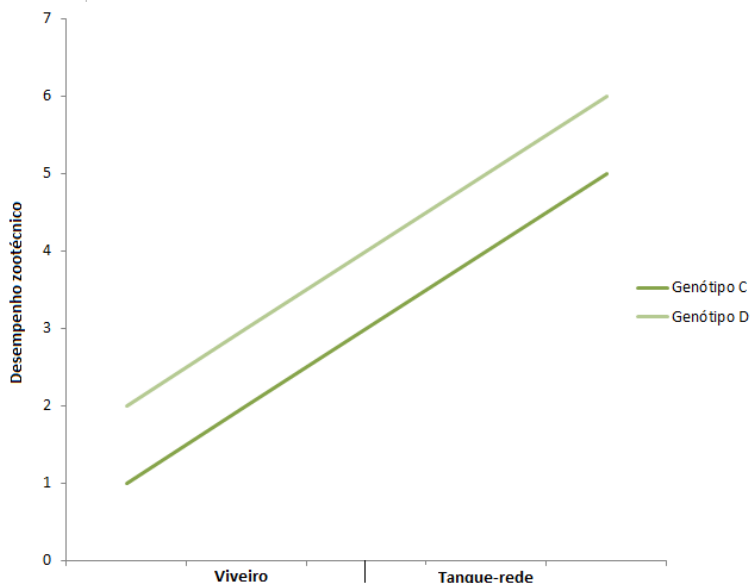


Figura 20. Exemplo de interação genótipo-ambiente em tanque-rede e viveiro quando um dos genótipos sempre será superior ao outro, independente da mudança de ambiente. Adaptado de Alves et al. (2013).

Outro método de obtenção de linhagens monossexo é a produção de linhagens supermacho, isso é possível para a tilápia-do-Nilo devido à mesma possuir o sistema de determinação do sexo tipo XX/XY. Na tilapicultura, a técnica de obtenção de supermachos é realizada da seguinte maneira: as larvas sexualmente indiferenciadas são alimentadas com ração contendo estrógeno, para gerar fêmeas invertidas, que na verdade são machos genotípicos (XY). Estes quando identificados depois de maduros, através da sexagem, serão cruzados com machos normais, a progênie obtida consiste em 25% de fêmeas normais (XX), 50% de machos normais (XY) e 25% de supermachos (YY). Quando for realizado o cruzamento dos supermachos com fêmeas normais, a prole obtida é de 100% machos normais.

A poliploidia consiste na manipulação do número de conjuntos de cromossomos do genoma, existem duas técnicas para que isso ocorra: por choques de temperatura (térmicos) e por choques de pressão (hiperbáricos). Através destas tecnologias, é possível produzir animais com três ou quatro conjuntos cromossômicos, chamados de triploides e tetraploides, respectivamente. Os triploides apresentam dois conjuntos cromossômicos de origem materna e um de origem paterna, estes podem ser benéficos por existir a

oportunidade de aumento do crescimento e rendimento de carcaça, visto que estes animais são estéreis e a energia que poderia ser gasta para a formação de ovócitos e espermatozoides poderá ser transferida para o crescimento muscular.

8.7 Bibliografia consultada

ALVES, A. L.; VARELA, E. S.; HASHIMOTO, D. T. Genética aplicada à piscicultura. IN: RODRIGUES, A. P. O. *et al. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos*. 1ª Edição. Brasília, DF: Ed. Embrapa, 2013. p.273-300.

CESAR, M. P.; MURGAS, L. D. S.; ARAÚJO, R. V. *et al.* Métodos para obtenção de população monosexo na piscicultura. *Boletim Agropecuário da Universidade Federal de Lavras*, n.69, p.1-27.

HILSDORF, A. W. S.; ORFÃO, L. H. Aspectos gerais do melhoramento genético em peixes no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol.40, p.317-324, 2011.

KUBITZA, F. Espécies, linhagens e híbridos. IN: KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. 2ª Edição. Jundiaí: F. Kubitza, 2011. p.13-24.

OLIVEIRA, C. A. L.; RIBEIRO, R. P.; SANTOS, A. I. *et al.* Melhoramento genético de peixes: aspectos relacionados à implantação e condução de programas de melhoramento genético de peixes. IN: CONGRESSO

BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 16., 2009, Natal. *Anais...* Natal: CBEP, 2009. 11 p.

OLIVEIRA, C. A. L.; RESENDE, E. K.; LEGAT, A. P. *et al.* Melhoramento genético de peixes no Brasil: Situação atual e perspectivas. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20., 2010, Palmas. *Anais...* Palmas: ZOOTEC, 2010. p.237-249.

OLIVEIRA, C. A. L.; RESENDE, E. K.; RIBEIRO, R. P. Melhoramento genético de tilápias: 5 anos da linhagem GIFT no Brasil. IN: CONGRESSO PARANAENSE DE ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 32., 2011, Maringá. *Anais...* Maringá: APEZ, 2011. 9 p.

OLIVEIRA, C. A. L.; RIBEIRO, R. P.; STREIT JUNIOR, D. *et al.* Melhoramento genético de peixes: Uma realidade para a piscicultura brasileira. *Panorama da Aquicultura*. Agosto 2013. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=2386>>. Acesso em: 01 de abril de 2015.

PEREIRA, J. C. C. *Melhoramento genético aplicado à produção animal*. 5ª Edição. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008. 617 p.

PONZONI, R. W. Genetic improvement effective dissemination: keys to prosperous and sustainable aquaculture industries. IN: PONZONI, R. W.; ACOSTA, B. O.; PONNIAH, A. G. *Development of aquatic animal genetic improvement an dissemination programs: current status and action plans*. Malaysia. WorldFish Center, 2006. p.1-6.

- PONZONI, R. W.; KHAW, H. L.; YEE, H. Y. GIFT: the story since leaving ICLARM (now known as the WorldFish Center – socioeconomic, access and benefit sharing and Dissemination aspects. Malaysia. WorldFish Center, 2010. 47 p.
- RESENDE, E. K.; OLIVEIRA, C. A. L.; LEGAT, A. P. *et al.* Melhoria animal no Brasil: uma visão crítica espécies aquáticas. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 8., 2010, Maringá. *Anais...* Maringá: SBMA, 2010.
- RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L. Melhoria genética no Brasil: a experiência com a tilápia GIFT em Maringá. *Conselho Regional de Medicina Veterinária – PR*, n.29, ano 7, agosto de 2009. p.16-17.
- SANTOS, A. J. G.; SILVA, A. L. N. Biotecnologia em aquicultura: processos, riscos e cuidados. Ênfase à produção de tilápias. *Panorama da Aquicultura*, vol.8, n.45, jan./fev. 1998.



9 PRINCÍPIOS E TÉCNICAS DE MANEJO

Gisele Ferreira da Silva
Lidiane Marcondes Maciel
Marcos Vinicios Dalmass
Mariana Tiepo Gonçalves

Este capítulo abordará aspectos relacionados aos manejos comumente realizados em tilapiculturas. Tópicos referentes ao manejo de preparação dos viveiros, da qualidade da água, alimentar, profilático, pré-abate e abate.

9.1 Manejo de preparação dos viveiros

9.1.1 Limpeza e desinfecção

A limpeza e desinfecção devem ser realizadas antes do primeiro enchimento ou entre os ciclos de produção dos viveiros, após o esgotamento. A limpeza precisa ser feita em todo o viveiro, realizando as roçadas das bordas, remoção da matéria orgânica do fundo (restos de ração, folhas e galhos) que pode dificultar o processo de desinfecção. Além disso, a decomposição deste material pode vir a comprometer a qualidade da água.

A desinfecção visa eliminar patógenos (parasitos, fungos e bactérias) que possam existir, assim como os ovos dos peixes e outras espécies que venham a prejudicar os alevinos no próximo ciclo de cultivo, como, por exemplo, ovos e girinos de sapos e rãs. A desinfecção se dá pelo

esvaziamento do viveiro, deixando-o secar ao sol por aproximadamente 5 dias. Em seguida, deve ser realizada a desinfecção com a aplicação uniforme de cal virgem (CaO), na dosagem de 200 a 400 g/m² principalmente nas poças, pois elas funcionam como reservatório de patógenos e espécies invasoras.

9.1.2 Calagem

A calagem é realizada no fundo e paredes dos taludes, visando melhorar a qualidade química da água e do solo do fundo do viveiro, para que não ocorram variações de pH da água e que o solo fique mais propício ao desenvolvimento de plantas, melhore a mineralização da matéria orgânica e a disponibilidade dos nutrientes adicionados pela fertilização. Normalmente para a calagem os corretivos mais utilizados são os calcários (CaCO₃). Existem diferentes tipos de corretivos como calcários calcítico e dolomítico, porém o mais utilizado é o dolomítico por apresentar uma quantidade equilibrada de Óxido de cálcio (33- 36%) e Óxido de magnésio (16- 20%) e ainda ser o a opção mais barata.

No primeiro cultivo no viveiro é recomendado que a calagem seja realizada cerca de 60 a 90 dias antes, para que haja tempo suficiente de reação do calcário com solo, esse tempo poderá ser reduzido caso seja utilizado calcário com menor granulometria ou também conhecido como “filler” (granulometria < 0,30 mm). Podem ainda ser utilizadas cal virgem ou cal hidratada, que apresentam um maior poder total de neutralização, reduzindo assim o tempo de reação para cerca de 30 a 45 dias. Essas opções representam um maior custo quando comparadas ao calcário normal. Para os viveiros que já estão sendo utilizados, recomenda-se que a calagem seja realizada cerca de 10 dias antes do enchimento do viveiro.

Para realizar a calagem é recomendado que se faça uma coleta do solo do fundo com um trado, na profundidade de 0- 20 cm e essa amostra deve ser enviada a um laboratório para posterior análise e determinação do pH. Após obter o resultado pode-se realizar a calagem de acordo com o pH e o tipo do solo conforme apresentado pela Tabela 15. Solos mais argilosos precisam de uma quantidade maior de calcário, pois possuem uma maior capacidade de troca de cátions (CTC), ao contrário dos solos mais arenosos. Devido a essa característica, em solos

mais argilosos, o pH se manterá constante por um maior período de tempo.

Tabela 15. Calagem conforme pH e tipo de solo

pH DO SOLO NO FUNDO	TIPO DE SOLO – QUANTIDADE DE CALCÁRIO EM kg/ha		
	Argiloso	Argiloso- arenoso	Arenoso
<4,0	14.320	7.160	4.475
4,0 – 4,5	10.780	5730	4.475
4,6 – 5,0	8.950	4.470	3.580
5,1 – 5,5	5.370	3.580	1.790
5,6 – 6,0	3.580	1.790	896
6,1 – 6,5	1.790	1.790	0
>6,5	0	0	0

Adaptado de Ostrensky e Boeger (1998).

Caso não seja possível realizar a coleta do solo ou não haja tempo suficiente para enviar as amostras para um laboratório, devido à distância, de maneira geral, pode-se adotar a aplicação de 1.000- 3.000 kg de calcário.

9.1.3 Fertilização

A fertilização tem como objetivo promover o aumento na quantidade de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton), que são uma importante fonte de

alimentação natural para a tilápia. O fitoplâncton irá utilizar os nutrientes (nitrogênio - N, fósforo - P e potássio – K) oriundos da adubação química ou orgânica, juntamente com condições favoráveis de luz e temperatura, multiplicando-se no viveiro e servindo de alimento para o zooplâncton. No fundo do viveiro se encontram os bentos (larvas de insetos, vermes, pequenos moluscos) que também servem como fonte de alimentação natural para os peixes. Os bentos se alimentam de fito e zooplâncton mortos que vão parar no fundo do viveiro, assim como de outros materiais orgânicos que pode ir parar no fundo, como sobras de ração, esterco, entre outros.

Os fertilizantes podem ser químicos ou orgânicos, sendo que cada uma possui características próprias em relação a nutrientes e manejo, mas que de maneira geral visam fornecer ao sistema os principais elementos necessários para o desenvolvimento do plâncton que são: fósforo, nitrogênio e em menor quantidade o potássio.

9.1.3.1 *Fertilizantes Químicos*

Os fertilizantes deverão ser aplicados após o solo ter sido corrigido, para que possam ser aproveitados pelo plâncton. Para os fertilizantes químicos é necessário encher o viveiro até aproximadamente 20-50 cm de altura, diluir os fertilizantes em água na proporção de 1:10-20 (1 parte de adubo para 10-20 partes da água) e deixar descansar por 1 a 2 horas antes de realizar a sua aplicação, garantindo a sua diluição.

A diluição é necessária principalmente para adubos fosfatados, pois apresentam uma grande adsorção pelas partículas de argila do solo, ficando assim retidos no fundo do viveiro e indisponíveis para o fitoplâncton, isso ocorre principalmente se o material de origem do fundo for mais argiloso. Podem ser utilizados também sacos porosos, onde o adubo é colocado dentro, estes são pendurados em estacas ao longo do viveiro, assim evitando que haja contato direto com o fundo do viveiro.

Para os fertilizantes nitrogenados, a ureia normalmente é a mais utilizada, devido ao seu menor custo em relação às outras fontes de nitrogênio, porém seu uso dever ser feito com cautela, pois se utilizada em excesso

ocorre à liberação de amônia, que é um composto tóxico para os peixes.

Os fertilizantes mais comumente utilizados na piscicultura são os nitrogenados e os fosfatados, representados na Tabela 16.

Tabela 16. Principais fertilizantes utilizados e suas propriedades

Fertilizante	Fórmula química	Teor de N(%)	Teor de P ₂ O ₅ (%)
Sulfato de amônio	(NH ₄) ₂ SO ₄	21	0
Ureia	(NH ₂) ₂ CO	45	0
Nitrato de amônio	(NH ₄) (NO ₃)	33	0
Superfosfato Simples	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ H ₂ O + CaSO ₄ H ₂ O	0	20
Superfosfato Triplo	Ca (H ₂ PO ₄) ₂ H ₂ O	0	45

Adaptado de Fageria (2003).

A quantidade de fertilizante químico aplicado normalmente fica entre 2-9 kg de P₂O₅ (pentóxido de fósforo) e N por hectare, podendo essas proporções serem alteradas. Pode-se tomar com regra geral a utilização de uma relação N:P₂O₅ de 1:3, ou seja, três vezes mais P₂O₅ que N.

Para calcular a quantidade necessária de fertilizante químico a ser aplicado é preciso saber a área do viveiro (m^2). A quantidade de P_2O_5 e N que se deseja colocar no viveiro (kg/ha) irá depender da percentagem de P_2O_5 e N no fertilizante.

Para a fertilização, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$Q = \frac{(A * C * 10)}{I}$$

Onde: Q = quantidade de fertilizante (kg); A = área do viveiro, C = quantidade que se deseja colocar de P_2O_5 e N; e I = percentagem de P_2O_5 e N nos fertilizantes.

Exemplo:

Considerando as informações da Tabela 16, calcule a quantidade de superfosfato triplo e de sulfato de amônio em um viveiro de 1 ha, que precisa de 9 Kg/ha de P_2O_5 e 3 kg/ha de N.

$$Q_{P_2O_5} = \frac{(1*9*10)}{0,45} \rightarrow Q_{P_2O_5} = 200 \text{ kg/ha de superfosfato triplo.}$$

$$Q_N = \frac{(1*3*10)}{0,21} \rightarrow Q_N = 143 \text{ kg/ha de sulfato de amônio.}$$

9.1.3.2 *Fertilizantes orgânicos*

Os fertilizantes orgânicos podem ser de origem vegetal e/ou animal, sendo comuns diferentes tipos de esterco (suíno, ovino, frango), restos de vegetais ou ainda a mistura deles, também conhecidos como “camas”. Porém, o que define sua utilização é a sua disponibilidade na região, pois como são muito volumosos, normalmente, não apresentam uma boa relação de custo/benefício quando precisam ser transportados a longas distâncias.

Ao contrário dos fertilizantes químicos, os orgânicos não possuem muitos nutrientes prontamente disponíveis para o uso pelo fitoplâncton (com exceção do potássio), sendo assim precisam de decomposição por micro-organismos. Esse fato pode acarretar em um problema com o oxigênio dissolvido na água, pois para realizar a decomposição deste material os micro-organismos consomem oxigênio diminuindo assim a disponibilidade para os demais organismos do viveiro e em casos mais graves podendo levar a morte dos mesmos.

A quantidade de nutrientes adicionada ao viveiro será a mesma e pode ser calculada da mesma forma, como foi feito para os fertilizantes químicos, porém devido à baixa concentração e grande variação dos nutrientes em

fertilizantes orgânicos a quantidade a ser aplicada será muito maior para obter a mesma quantidade de nutrientes. De maneira prática, podemos observar a Tabela 17 que mostra algumas quantidades a serem utilizadas, porém não existe uma quantidade fixa. O mais importante é a correta observação dos parâmetros qualitativos da água (turbidez e oxigênio dissolvido) pelo piscicultor, para definir se a quantidade a ser aplicada poderá ser maior ou menor.

Tabela 17. Quantidade semanal de esterco para manutenção da fertilidade da água

ORIGEM	QUANTIDADE (kg/ha)
Bovinos	1.000
Frango	600-800
Ovelha	1.000
Cavalo	1.000
Suíno	600-800

Adaptado de Ostrensky e Boeger (1998).

A aplicação inicial do esterco pode ser realizada a lanço, com o viveiro ainda seco cerca de 7 dias após a calagem ou ainda sob a lâmina da água como é feito durante os cultivos. As aplicações podem ser diárias, porém demandam uma maior mão de obra, sendo assim de maneira prática é adotado o manejo com aplicações semanais. Normalmente se dá preferência a utilização da

forma líquida do fertilizante, a menos que se deseje utilizar como fonte de alimento direto para os peixes.

A principal vantagem do fertilizante orgânico é que apresenta um efeito residual grande, devido a sua liberação de nutrientes mais lenta, sendo o seu efeito é observado por mais tempo. Enquanto que com fertilizantes químicos o efeito é significativo, porém rápido e, por isso, deve se tomar muito cuidado com eles, porque a perda por renovação da água, o uso pelo fitoplâncton ou por adsorção pela argila pode ser muito grande.

Deve-se tomar cuidado com relação ao esterco fresco (sem curtir), devido a grande quantidade de fibras, pois levam a um maior consumo de oxigênio ao serem degradadas e ainda podem ser apenas parcialmente decompostas, o que acaba gerando um resíduo sólido no fundo (lodo), que no decorrer do tempo diminui a vida útil dos viveiros, causando o assoreamento. Por isso, para a otimização dos recursos a melhor forma de realizar a fertilização é através da integração de fertilizantes químicos e orgânicos.

9.2 Transporte e povoamento

9.2.1 Transporte

O transporte de peixes vivos (larvas, pós-larvas, alevinos e juvenis) é uma atividade delicada, devendo ser realizada durante as horas mais frescas do dia, sem a exposição dos animais a luz e calor. Durante todo o trajeto deverá haver água de boa qualidade e com oxigênio suficiente. É muito importante que os animais sejam submetidos a jejum, antes do transporte, para que esvaziem o seu trato digestório diminuindo o consumo de oxigênio, excreção de amônia e gás carbônico na água, diminuindo assim a contaminação por bactérias. Devido a esses fatores, conseqüentemente, haverá uma maior sobrevivência durante o transporte.

Para o transporte das larvas e alevinos, normalmente são utilizados sacos de polietileno (espessura ideal de aproximadamente 1 mm), pois apresentam um baixo custo e boa praticidade de manejo. Em geral, estes sacos possuem uma capacidade de 60 L onde, aproximadamente, um terço deste volume é preenchido por água e dois terços por oxigênio puro, podendo durar até 24 horas o

transporte, sendo que este tempo será inversamente proporcional ao tamanho das larvas/alevinos, devido ao maior consumo de oxigênio. Para o transporte de juvenis (acima de 20 g), normalmente são utilizados caixas de mil litros, onde podem ser transportados de 155 a 200 kg de peixes, porém com um tempo de transporte menor, cerca de 3-4 horas.

Devido à tilápia-do-Nilo ser um peixe de origem tropical, a temperatura da água recomendada para transporte está entre 19-25°C, temperaturas acima de 25°C fazem com que a atividade metabólica dos animais aumente, resultando em maior consumo de oxigênio e maior excreção de metabólitos tóxicos, como amônia e gás carbônico. Quando a temperatura da água estiver alta, pode ser utilizado gelo para diminuir a temperatura, devendo ser adicionado gradativamente aos sacos ou tambores e seguir fazendo acompanhamento da temperatura da água até o destino.

9.2.2 Povoamento

Antes de realizar o povoamento do viveiro, é muito importante definir a época em que isso ocorrerá, pois

apesar da tilápia tolerar temperaturas baixas (10-11°C) por vários dias, os alevinos são mais sensíveis a isto. De acordo com dados do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), a região Sul do estado esta sujeita a ocorrências de geadas no período de abril a setembro, a região Centro-Oeste no período de maio a agosto, enquanto que as regiões Nordeste e Norte sofrem geadas com menor frequência, tendo os meses de junho e julho, como período crítico. O período de povoamento se dá em função da época em que se deseja realizar a venda dos peixes, como no caso de pesque-pague que há uma demanda maior no período de primavera até o verão. Porém, para o abastecimento da indústria frigorífica isso ocorre durante todo o ano, portanto, para amenizar o problema com as baixas temperaturas, é recomendado que os animais estejam maiores para a passagem do período de inverno.

Para o povoamento é ideal que a aquisição dos peixes (larvas, pós-larvas, alevinos, juvenis) sejam de origem idônea, onde é possível obter animais saudáveis, com atestado de sanidade expedido por médico veterinário e com padrão de qualidade.

O mais indicado é usar viveiros de alevinagem ou também conhecidos por viveiros de crescimento, que

possuem menores dimensões e permitindo um maior controle do processo produtivo (aeração, renovação, temperatura da água e alimentação dos alevinos), diminuindo a mortalidade que normalmente é grande nas primeiras semanas. Podem ser utilizadas maiores densidades de estocagem, devido ao controle das condições ambientais e pelo fato dos animais permanecerem pouco tempo nos viveiros de alevinagem.

As pós-larvas e alevinos não devem ser soltas diretamente no viveiro. Primeiramente, deverá se fazer uma aclimação por cerca de 20-30 min, colocando o saco de transporte ainda fechado dentro da água do viveiro para que possam entrar em equilíbrio térmico, após esse período deve se adicionar pequenas quantidade da água do viveiro dentro do saco de transporte por 5 min, para haver equilíbrio de pH e oxigênio, somente depois poderá virar o saco no viveiro para a liberação das pós-larvas e alevinos.

Para alevinos e juvenis que estejam sendo transferidos em caixas de transporte, normalmente maiores (1.000 L), a aclimação deverá ser feita adicionando lentamente a água do viveiro dentro das caixas antes da liberação dos peixes.

9.2.3 Densidade

A densidade do povoamento é dada em alevinos por metro quadrado (m^2), sendo desconsiderada a profundidade do viveiro devido à distribuição dos peixes não ser uniforme, pois eles ocupam o espaço de acordo com a sua necessidade por recursos, com o seu grau de bem-estar e também pela área de captação de luz que será utilizada para produção de alimento natural no viveiro. Para definir a densidade a ser utilizada, o mais importante é saber a área exata de cada viveiro para que não ocorram problemas de superpovoamento, onde o crescimento dos animais será limitado pela maior competição por alimentos e ainda pelo fato de aumentar o nível de estresse, o que acaba fazendo com que haja uma imunossupressão e os animais fiquem mais susceptíveis a patógenos. O subpovoamento do viveiro faz com que os animais cresçam mais rápido, porém com a subutilização da estrutura instalada a produtividade e a lucratividade serão menores.

A densidade de cultivo pode variar em função de aspectos como: emprego de manejos e de tecnologia no sistema de cultivo, que visem à melhoria da qualidade da

água, regime de produção e tipo de cultivo (monofásico ou multifásico).

Para cultivos monofásicos (de alevinos até o final da fase de engorda) é considerada uma boa densidade entre 2 a 4 tilápias/m². Para cultivos bifásicos ou multifásicos, onde posteriormente os peixes serão redistribuídos, podem ser adotadas densidades maiores entre 6 a 8 alevinos/m².

9.3 Manejo da qualidade da água

9.3.1 Sistemas de aeração

Esse sistema aumenta a taxa de entrada de oxigênio e diminui o excesso de gás carbônico na água, com a utilização de aeradores espalhadores de água ou borbulhadores.

Os **espalhadores de água** podem ser bombas verticais que lançam a água para o ar através de uma hélice, bombas aspersoras que fazem com que a água passe por furos finos em alta velocidade ou aeradores de pás, conforme a rotação lança a água para cima.

Os **borbulhadores** funcionam por meio de um sistema de ar difuso, onde um compressor de ar é utilizado

para que ocorra a condução do ar através de uma tubulação até ser liberado por difusores localizados no fundo dos viveiros ou sob a água e também com a utilização de bombas propulsoras de ar, que liberam bolhas de ar na água.

São utilizadas aerações de emergência quando o nível de oxigênio dissolvido está abaixo do ideal, até que este se reestabeleça, ou em situações de alta densidade. A aeração normalmente é realizada nos períodos de temperatura mais amena devido às baixas concentrações de oxigênio dissolvido, fazendo com que ocorra circulação da água, misturando a água da superfície que aquece mais rápido com a água do fundo. Esse processo quando contínuo pode levar a erosão do fundo do viveiro, aumentando a concentração de sólidos em suspensão na água.

9.3.2 Sistema de renovação da água

A renovação de água pode ser realizada de forma contínua, onde há entrada e saída de água constantemente, ou intermitente, onde a renovação é periódica e com certo volume de água, permitindo assim a diminuição de concentrações de resíduos orgânicos e

metabolitos, evitando o aumento de eutrofização (acúmulo de nutrientes na água) no viveiro.

9.3.3 Controle da temperatura

O controle da temperatura da água em viveiros é uma prática difícil de ser realizada, devido a maior exposição às variações climáticas e ao tamanho da estrutura.

A temperatura deve ser medida regularmente com o auxílio de um termômetro. O uso de aeradores pode ajudar no controle da variação de temperatura dentro do viveiro, pois diminui a estratificação térmica, misturando a água da superfície que aquece mais rápido com a água do fundo que é mais fria. O controle da temperatura também pode ser realizado através de alterações na taxa de renovação da água, no caso da tilápia que sofre com temperaturas mais amenas, a taxa de renovação deve ser reduzida para que a temperatura da água possa ser elevada, porém com a diminuição da taxa de renovação os níveis de amônia devem ser monitorados, pois estes podem aumentar.

9.3.4 Controle de pH

Os viveiros que apresentam problemas com acidez devem passar por uma série de manejos para que a água encontre-se em uma faixa de pH ideal para a espécie, como a adição de calcário.

Durante o contato do calcário com a água ocorre a elevação do pH, melhorando a capacidade de tamponamento. A quantidade a ser adicionada à água deve ser dosada para que não afete os peixes. A adição pode ser feita através de sacos imersos que escoem o produto, a lanço ou no local de entrada de água, para que seja distribuído uniformemente.

9.3.5 Controle de macrófitas

9.3.5.1 *Controle mecânico*

O controle mecânico de macrófitas pode ser realizado através da retirada manual das plantas ou com uso de recursos, como retroescavadeiras, em situações mais severas. Este processo envolve 5 etapas:

- Deslocamento da planta;

- Transporte desde o local de coleta até as margens do viveiro;
- Transferência das macrófitas do corpo hídrico para o ambiente terrestre;
- Transporte;
- Descarte.

A realização destas etapas demanda certo cuidado, pois com a retirada das macrófitas, locais de reprodução e abrigos de alguns organismos aquáticos podem acabar sendo removidos. Sendo mais utilizado no controle de macrófitas emersas.

9.3.5.2 Controle químico

Este controle é feito através da adição de herbicidas para reduzir o crescimento ou eliminar plantas aquáticas indesejáveis. Neste processo, além da ação principal dos herbicidas sobre o controle de macrófitas estão envolvidas questões como, a toxidez para o homem, para os peixes e outros micro-organismos aquáticos.

A eficácia desse controle está diretamente ligada à dosagem aplicada, aos parâmetros da qualidade da água, como temperatura e ao período do ano de aplicação. Após morrerem, as plantas aquáticas entram em decomposição,

processo que demanda um eminente consumo de oxigênio, esse consumo será maior nos períodos mais quentes do ano, sendo recomendada a aplicação de herbicidas no inverno.

Antes da utilização desse método deve ser levado em consideração o tipo de vegetal a ser combatido, o grau de toxidez do produto para com a espécie que é cultivada no viveiro e os possíveis efeitos sob o ecossistema. O uso de herbicidas pode acabar envolvendo alguns problemas como o aparecimento de plantas resistentes ao herbicida, crescimento de plantas não alvo e impactos sob os organismos aquáticos que habitam o viveiro.

Alguns dos herbicidas mais utilizados são:

2,4 D: controle de macrófitas flutuantes como aguapé.

Diquat: controle de macrófitas flutuantes, emersas ou submersas. Aplicado por toda a superfície ou abaixo da superfície da água.

Sulfato de cobre: plantas submersas e cianobactérias. A dosagem a ser aplicada depende da alcalinidade da água e em concentrações muito altas, pode não apresentar efeito. Sua aplicação pode ser feita através de sacos

permeáveis que dissolverão lentamente sob a água do viveiro.

Fluridone: para controle de plantas submersas.

Glyphosate: controle de macrófitas flutuantes e enraizadas. Auxilia no controle mecânico. Aplicado por meio de pulverização.

Fluridone e Glyphosate demoram mais para matar a macrófita alvo, mas tem efeito em longo prazo, pois afetam todas as partes vegetativas da planta.

9.3.5.3 Controle biológico

O controle biológico de macrófitas pode ser feito através de grandes quantidades de fitoplâncton, que formam uma barreira que impede a passagem de luz para o fundo do viveiro e assim, acabam por dificultar o surgimento de macrófitas submersas, ou pelo policultivo com espécies que se alimentem dessas plantas.

9.4 Manejo alimentar

Na criação de tilápias, por representar o maior custo de produção, a nutrição é fundamental para o sucesso das tilapiculturas. O custo com ração pode compor cerca de 40

a 70% da produção, por isso deve estar ajustadas adequadamente ao manejo alimentar das diferentes fases de produção e ao sistema de cultivo utilizado.

Quatro questões práticas poderiam definir o sucesso do manejo nutricional:

1 O que fornecer?

Qual alimento será oferecido, incluindo seus valores nutritivos.

2 Quanto fornecer?

Qual quantidade é adequada para cada fase de produção, incluindo as quantidades de nutrientes presentes na ração.

3 Quando alimentar?

Oferecer o alimento em qual período do dia e quantas vezes ao dia (frequência).

4 Como alimentar?

Qual a forma que o alimento será ofertado, forma física e a maneira de fornecimento.

9.4.1 Fatores que influenciam na ingestão do alimento

A ingestão do alimento é influenciada por diversos fatores do ambiente como pode ser observado na Tabela 18.

Tabela 18. Os fatores que influenciam na ingestão do alimento pela tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

FATORES	INFLUÊNCIA
Temperatura da água	Peixes são ectotérmicos ¹ . Temperaturas baixas reduzem a atividade metabólica, reduzindo a ingestão de alimento. Temperaturas acima do ideal, também levam à redução na ingestão, assim como, variações térmicas inesperadas.
Fotoperíodo	Por ser uma espécie de clima temperado, um maior fotoperíodo intensifica a ingestão alimentar.
Luminosidade	Por ser uma espécie visual ² , a luminosidade exerce grande influência sobre a ingestão, alimentando-se preferencialmente nos horários de maior

	luminosidade.
Ventos e chuvas	Restringe a alimentação em certas partes da coluna d'água, pois desviam os peixes da superfície aquática.
Qualidade da água	Variações nas concentrações de salinidade, pH, amônia e oxigênio dissolvido influenciam no consumo de alimentos.
Poluentes e toxinas	Variam o apetite agindo na palatabilidade, metabolismo e sistemas sensoriais.
Doenças	Afetam a ingestão alimentar reduzindo-a.
Densidade de estocagem	Alta densidade: prejuízo na qualidade da água, heterogeneidade de crescimento ³ e maior suscetibilidade a doenças.
Estrutura social	Hierarquia social: desfavorece o acesso dos peixes dominados ao alimento, evidenciando a heterogeneidade do lote. Essa condição ocorre em alta densidade de estocagem e restrição alimentar.

Presença humana

Afeta a ingestão alimentar em operações de rotina, como biometrias, classificações, limpeza dos viveiros, tratamentos profiláticos e terapêuticos, podendo reduzir a ingestão. Porém, os peixes podem apresentar condicionamento e associar a presença humana com o fornecimento de alimento, o que é bom.

¹A temperatura do corpo varia de acordo com a temperatura do ambiente em que se encontra;

²Espécie que utiliza a visão para captura do alimento;

³Não possui uniformidade de crescimento.

9.4.2 Características das fases de cultivo

Cada fase de cultivo possui suas características específicas quanto à frequência de arraçoamento, taxa de alimentação, tipo de dieta (ração) e horário de arraçoamento.

A frequência alimentar, não somente da tilápia, mas dos peixes em geral, é dependente da temperatura da água e da idade ou tamanho do peixe. A mudança de ração pode acontecer por alguns fatores, como: mudança no tamanho

do pelete, teor de proteína, tipo ou fabricante. Caso isso seja necessário, é recomendada a mudança gradativa, para que a tilápia se adapte e não haja perda de ração e de crescimento.

As espécies onívoras podem ser alimentadas com um número maior de refeições ao dia. A frequência alimentar é maior nas fases mais jovens dos peixes, pois suas exigências nutricionais e taxa de crescimento são maiores. Em viveiros, a existência de alimento natural deve ser considerada, levando em conta o histórico do viveiro e a recomendação do técnico, podendo reduzir o fornecimento de ração que terá grande impacto nos custos.

9.4.2.1 Larvicultura e alevinagem

As pós-larvas de tilápias se desenvolvem muito rápido, sendo muito exigentes nutricionalmente. As mesmas possuem o trato digestório completo e conseguem aproveitar, em sua primeira alimentação exógena, rações fareladas, de boa palatabilidade e nutricionalmente completas. Em viveiros, elas também podem digerir alimento natural, como o fitoplâncton e o zooplâncton.

Estes micro-organismos possuem alto valor energético e altos níveis de proteína variando de 30 a 60%.

As rações usadas para as pós-larvas e alevinos durante a reversão sexual devem possuir três vezes mais vitaminas e minerais do que o mínimo recomendado. A prática da reversão sexual é realizada em pós-larvas com tamanho, em geral, entre 9 e 13 mm. A ração contém cerca de 40 e 60 mg de 17- α -metil-testosterona/kg e deve ser fornecida em 5 a 6 refeições diárias, em um período de 21 a 28 dias, em cada uma dessas refeições os alevinos devem ser alimentados até serem saciados. A Tabela 19 apresenta o manejo alimentar comumente utilizado para alevinos.

Tabela 19. Manejo alimentar normalmente empregado para alevinos¹ da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

FREQUÊNCIA	TAXA DE ALIMENTAÇÃO	DIETA
Até 10 vezes ao dia	Até saciedade aparente	Alimento natural e ração farelada (40-50% de PB ²)

¹Com peso dos peixes até 2 g; ²Proteína bruta.

9.4.2.2 Recria

A fase de recria, assim como a alevinagem, pode ser feita em viveiros com e sem alimento natural, como por exemplo, o plâncton.

As Tabela 20 e a Tabela 21 apresentam como deve ser o manejo alimentar nesta fase, de acordo com a presença ou ausência de alimento natural, respectivamente.

Tabela 20. Manejo alimentar normalmente empregado na fase de recria¹, em viveiros, com alimento natural para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

FREQÜÊNCIA	TAXA DE ALIMENTAÇÃO	DIETA
2 refeições diárias	4 a 2% do peso vivo/dia	24 a 28% de PB ² 2.600 a 2.800 kcal/kg de ED ³ pélete 2 - 4 mm

¹Com peso dos peixes de 3 a 100 g; ²Proteína bruta; ³Energia digestível.

Tabela 21. Manejo alimentar normalmente empregado na fase de recria¹, em viveiros, sem alimento natural para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

FREQÜÊNCIA	TAXA DE ALIMENTAÇÃO	DIETA
------------	---------------------	-------

		36 a 40% de PB ²
3 a 4 refeições diárias	10 a 5% do peso vivo/dia	3.200 a 3.600 kcal/kg de ED ³
		pélete 2 - 4 mm

¹Com peso dos peixes de 3 a 100 g; ²Proteína bruta; ³Energia digestível.

9.4.2.3 Engorda

Na fase de engorda, que pode variar 100 a 800 g de peso vivo e 150-170 dias de idade, o manejo alimentar também é influenciado pela utilização ou não do alimento natural, como observado nas Tabela 22 e Tabela 23, respectivamente.

Tabela 22. Manejo alimentar normalmente empregado na fase de engorda¹, em viveiros, com alimento natural para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

FREQUÊNCIA	TAXA DE ALIMENTAÇÃO	DIETA
		24 a 28% de PB ²
1 a 2 refeições diárias	2 a 1% do peso vivo/dia	2.600 a 2.800 kcal/kg de ED ³
		pélete de 4-6 mm

¹Com peso dos peixes de 100 a 800 g; ²Proteína bruta; ³Energia digestível.

Tabela 23. Manejo alimentar normalmente empregado na fase de engorda¹, em viveiros, sem alimento natural para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

FREQUÊNCIA	TAXA DE ALIMENTAÇÃO	DIETA
2 a 3 refeições diárias	3 a 1,5% do peso vivo/dia	32 a 36% de PB ² 2.900 a 3.200 kcal/kg de ED ³ pélete de 4-6 mm

¹Com peso dos peixes de 100 a 800 g; ²Proteína bruta; ³Energia digestível.

9.4.2.4 Reprodução

A nutrição e alimentação na fase reprodutiva são importantes para a produção de pós-larvas e alevinos de tilápia em quantidade e qualidade satisfatória. A intensa coleta de pós-larvas ou ovos, gera a necessidade de fornecer aos reprodutores uma dieta nutricionalmente completa. Deficiências na nutrição comprometem não apenas a produção de ovos e pós-larvas, mas também o desenvolvimento, a sobrevivência e a qualidade dos alevinos. A Tabela 24 apresenta o manejo alimentar comumente utilizado na fase de reprodução.

Tabela 24. Manejo alimentar normalmente empregado na fase de reprodução da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

FREQUÊNCIA	TAXA DE ALIMENTAÇÃO	DIETA
1 vez ao dia.		40 a 50% de PB ¹ (3 dias da semana)
Pode ser feita 3 dias da semana ou 5-6 dias da semana.	1,5 a 0,5% do peso vivo/dia	24 a 32% de PB ¹ (5-6 dias da semana) pélete de 4-6 mm

¹Proteína bruta.

9.4.3 Horário de arraçoamento

Os peixes, frequentemente, preferem se alimentar nas primeiras horas do dia ou ao entardecer, respeitando-se sempre os mesmos horários, todos os dias, para que as tilápias se condicionem, ou seja, busquem a ração sempre nesses horários. Quando as concentrações de oxigênio forem muito baixas, o ideal é interromper o fornecimento de ração, mesmo que a tilápia seja uma espécie que tolere baixos níveis de oxigênio na água.

No momento do fornecimento da ração, a mesma deve ser espalhada por todo o viveiro, evitando assim que somente as tilápias dominantes tenham acesso a ela.

9.5 Manejo Profilático

A implantação de programas sanitários na piscicultura é uma variável muito importante no processo de produção, por que mesmo que o animal possua uma boa genética e condições ambientais ideais, será ela que garantirá que o animal possa expressar todo o seu potencial. Por isso devem ser adotadas medidas de biossegurança, como: compra de alevinos de origem idônea, com atestado de sanidade, restringir o acesso de pessoas e animais que não estejam envolvidos na atividade, retirar e eliminar os animais mortos (incinerar, fossa séptica, compostagem etc.), pois eles funcionam como meio de cultivo para agentes patogênicos, fazer o controle da qualidade da água do viveiro e da fonte de água que abastece o viveiro, para que ela não possua contaminação, e manejos de desinfecção que serão abordados neste capítulo.

9.5.1 Limpeza e desinfecção das estruturas de cultivo

O processo de limpeza e desinfecção será o mesmo conforme foi descrito no item 9.1.1 deste capítulo.

9.5.2 Limpeza e desinfecção dos equipamentos

Além dos viveiros é muito importante fazer a limpeza e a desinfecção dos equipamentos, principalmente daqueles que são utilizados em vários viveiros, como por exemplo, a rede de despesca, sendo recomendado que seja realizada a limpeza e desinfecção entre os usos em viveiros distintos. Os principais desinfetantes utilizados na aquicultura estão representados na Tabela 25.

Tabela 25. Principais grupos de desinfetantes para uso na aquicultura

GRUPO DE DESINFETANTE	DESCRIÇÃO/INDICAÇÃO	DOSAGEM
	Compostos à base de hipoclorito;	Pó de hipoclorito de cálcio 65% (0,32 g/L água);
	São corrosivos;	Cloro comercial
	Indicados para	líquido 2,5% (10 mL/L)

Compostos à base de cloro	desinfetar utensílios, e o ambiente (laboratórios).	água).
	Compostos mais comuns são os formaldeídos ;	
Aldeídos	Tem ação microbocida, contudo funciona mais lentamente que o gluteraldeído;	Para limpeza dos equipamentos: Formalina comercial 5% (27-220 mL/L água).
	O formol ou formalina contém de 34-40% de formaldeído.	
Compostos à base de iodo	Compostos a base de iodo, geralmente combinados com detergentes;	Para higienização das mãos, usa-se 200 mg de iodo/L de água.
	Podem ser usados como desinfetantes antissépticos.	

Fonte: Kubitza (2011).

Para compostos à base de cloro é recomendada a utilização em áreas ventiladas, pois liberam um gás tóxico. O cloro é tóxico para os peixes, portanto os equipamentos devem ser bem enxaguados com água corrente antes do uso. O contato prolongado com a superfície corrói metais e destrói as redes.

Os formaldeídos são desinfetantes muito potentes, mas são muito tóxicos para humanos e animais. Além disso, seus produtos devem ser usados como último recurso sob a supervisão de um profissional treinado e em local ventilado.

Os compostos à base de iodo levam a uma destruição do conteúdo celular, pois o iodo penetra rapidamente através da parede celular de micro-organismos.

9.6 Manejo pré-abate

Quando retirados do seu habitat e removidos para outro ambiente desconhecido os peixes sofrem uma série de estímulos estressantes, que são detectados por sensores e enviados ao cérebro por meio de neurônios da medula espinhal. O animal acaba reagindo frente a esses estímulos, o que leva a um aumento na produção de cortisol. Reações de fuga frente ao manejo pré-abate geram gastos de reservas de energia muscular, levando a diminuição de glicose e ATP (adenosina trifosfato). Com a queda dos níveis de ATP no músculo o corpo do animal se enrijece, o período de rigor-mortis³ é encurtado,

³ *Rigor-mortis*: parte do processo de transformação do músculo em carne.

culminando na redução da vida útil do pescado e mudanças na característica da carne. O fim do período de rigor-mortis é caracterizado pela auto-hidrólise, que acarreta na destruição de células musculares, provocando liberação de nutrientes e fluidos celulares que geram um aumento na concentração de bactérias que causam a degradação da carne. A redução do glicogênio muscular devido ao estresse também provoca efeitos sob a qualidade final do pescado, levando a uma queda na produção de ácido láctico na musculatura, mantendo o pH próximo a neutralidade e favorecendo a proliferação de bactérias deteriorantes devido ao aumento da ação de enzimas musculares que geram a auto-hidrólise. Assim quanto menor for o estresse no manejo pré-abate maior será o tempo de prateleira do pescado, pois o período de rigor-mortis acontecerá lentamente e o processo de auto-hidrólise será retardado. Por isso as etapas que antecedem o abate devem ser planejadas cuidadosamente e executadas de forma correta para que a vida útil do produto após o processamento seja prolongada.

9.6.1 Jejum

Uma das fases do manejo pré-abate é o jejum, que leva ao esvaziamento total do trato digestório para que não haja contaminação da carcaça. O jejum é realizado antes da captura e transporte dos peixes, tem duração de 24 horas. Esta prática acaba por diminuir o consumo de oxigênio, o estresse e a excreção de amônia, gerando aumento na taxa de sobrevivência pós-transporte e na qualidade da carne do peixe.

9.6.2 Despesca

A captura dos peixes para o abate é realizada quando estes atingem o peso corporal desejado para serem comercializados, por isso antes do processo de despesca uma amostragem dos peixes do viveiro com relação a tamanho, peso e saúde deverá ser feita. Esta etapa deve ser realizada nos períodos do dia com temperaturas mais amenas, pelo início da manhã ou final da tarde. A captura dos peixes deve ser realizada rapidamente para que não haja o comprometimento das funções do animal com

relação à queda na oferta de oxigênio dissolvido, toxicidade e elevação de temperatura.

Em viveiros o processo de despesca é realizado com redes de arrasto ou drenagem do viveiro e posterior coleta em caixas de captação, a escolha do método dependerá do tamanho e da declividade do viveiro.

9.6.2.1 Redes de arrasto

A rede de arrasto deve ser confeccionada com um material que não afete a morfologia dos peixes como, por exemplo, panagens de multifilamentos de nylon sem nó. Devem apresentar comprimento 50% maior do que a largura do viveiro, para que a rede forme um arco na hora da despesca, altura deve ser duas vezes superior à profundidade do viveiro, para evitar que os peixes escapem por cima ou por baixo da rede e abertura da malha em torno de 20 mm.

A apanha de tilápias realizada com redes de arrasto apresenta grande dificuldade, pois estas saltam sobre a rede ou escavam o fundo do viveiro e escapam por baixo. Esta dificuldade faz com que a classificação por tamanho na hora da despesca não seja realizada. Para que este

processo seja feito de forma eficiente são utilizadas redes de arrasto especiais para a despesca de tilápias com um ensaque ao centro de maior comprimento e 6 a 8 m de altura de panagem central, favorecendo aderência ao fundo. O ensaque pode ser acoplado a uma estrutura chamada “carro vivo”, um tipo de tanque rede que é ligado ao ensaque onde os peixes ficaram concentrados facilitando a despesca. Este método deve dispor de mão de obra treinada e acaba por ter melhores resultados quando implantando em viveiros pequenos e sem muita declividade.

9.6.2.2 Drenagem do viveiro e caixas de despesca

O processo de despesca de tilápias pode ser facilitado com a utilização de caixas de despesca, que apresentam renovação de água e sistema de aeração. A água vai sendo retirada do viveiro e os peixes vão se concentrando na caixa, de onde são retirados com o auxílio de redes. Sendo este método melhor implantado em viveiros grandes, profundos e irregulares.

O prolongamento do tempo de concentração dos peixes em ambos os métodos de despesca pode levar a um

aumento de cortisol no sangue devido ao estresse, possibilitando a permeabilidade das membranas branquiais fazendo com que ocorra a perda de sais do sangue para a água. A liberação do cortisol leva a um desequilíbrio osmorregulatório e a queda na resposta imunológica dos peixes.

A despesca poderá ser feita de maneira total ou parcial. Para a despesca total é necessário que toda a água do viveiro seja drenada. O volume de água do viveiro deve ser reduzido a 30% para que haja concentração dos peixes. Como viveiros apresentam certa declividade, após a concentração dos peixes a rede de arrasto deve ser passada da área de menor profundidade em direção a área de maior profundidade, até que 80% dos peixes sejam capturados. A partir dessa captura o viveiro é totalmente esvaziado e ocorre a retirada dos 20% de peixes restantes.

Na despesca parcial ocorre somente o esvaziamento de 25% do volume de água do viveiro, o processo de apanha ocorre várias vezes até que a quantidade de peixes desejada seja capturada.

Durante o processo de despesca o canal de drenagem do viveiro deve ser mantido fechado para que a água com sólidos em suspensão (devido ao revolvimento do solo) não

seja despejada nestes canais e o volume de efluentes diminua. Como fim do manejo a água do viveiro deverá ser liberada gradativamente para as lagoas de decantação (ver capítulo 3).

9.6.3 Depuração

Para peixes filtradores, como é o caso da tilápia, apenas realizar a prática de jejum não promove o esvaziamento total do trato, já que esses peixes alimentam-se de outros organismos que estão presentes na água. Após o jejum é realizada a retirada de uma amostra dos peixes, que passa por uma análise sensorial por meio de degustação da carne cozida ou por análise na quantidade de compostos voláteis presentes na carne, pele e fígado do peixe. Se o sabor da carne estiver adequado os peixes seguem para o transporte, porém se a amostra for caracterizada com presença de off-flavor⁴ faz-se necessária a retirada desses peixes do viveiro, que são levados a tanques de alvenaria com alta vazão de água, permanecendo nesses tanques de horas até dias, variando de acordo com a qualidade da água do cultivo. A junção do

⁴*Off-flavor*: ocorrência de sabor/odor indesejável no pescado.

processo de jejum e renovação de água é conhecida como depuração, para que haja a desintoxicação do organismo do peixe. A duração e o volume de água gastos para realização da depuração variam de acordo com a quantidade de geosmina (GEO) e metil-isoborneol (MIB), substâncias provenientes de algas e bactérias que são absorvidas e encaminhadas para tecidos com maior aporte sanguíneo, depois são levadas para tecidos ricos em gordura e aderem à musculatura do peixe conferindo sabor de terra e mofo, respectivamente, ao pescado. O excesso de matéria orgânica nos viveiros leva a formação dessas substâncias, para que isto seja evitado a qualidade da água deve ser controlada, assim como a quantidade de matéria orgânica existente na água. Longos períodos de depuração podem acarretar em perda de peso significativa. O baixo teor de gordura presente nos filés de tilápia beneficia a rápida eliminação do “off-flavor” através da depuração. Porém se realizada no inverno pode levar a mortalidade das tilápias, pois estas apresentam metabolismo reduzido diante de temperaturas mais amenas, fazendo com que períodos de depuração maiores sejam necessários, tornando-as susceptíveis a infecções por bactérias e fungos. A água do tanque de depuração deve ser salinizada

em torno de 6 a 10%, para evitar que os peixes percam grandes quantidades de sal do sangue para a água devido ao estresse do confinamento e prevenir que os peixes contraíam infecções fúngicas e bacterianas.

9.6.4 Transporte para o abate

O transporte dos peixes até o local de abate é realizado em caixas com volume de 4.000-5.000 L, que podem estar acopladas a caminhões, com isolamento térmico para evitar oscilações de temperatura. A temperatura deve ser de 4°C a menos em relação à temperatura do viveiro. Utiliza-se a adição de gelo para que ocorra a queda, assim a taxa metabólica dos peixes é reduzida e a produção de compostos tóxicos também, estes compostos podem levar a mortalidade dos peixes e a redução do oxigênio da água. A redução da temperatura não deve ser acentuada para que não haja mortalidade devido a alterações térmicas durante o percurso.

Na água utilizada são adicionados compostos tamponantes para evitar alterações de pH, sais para a redução de CO₂ na água, sulfato e cloreto de sódio para auxílio na manutenção do equilíbrio osmorregulatório dos

peixes. Para a diminuição de estresse dos animais durante o transporte é prescrita a incorporação de sal marinho na água, para estimular a produção de muco e reduzir perda de sais do sangue. A água deve ser livre de matéria orgânica, sólidos em suspensão e organismos presentes no viveiro, como o fitoplâncton. Em águas com pH ácido são adicionadas quantidades de bicarbonato de sódio para que a sobrevivência dos peixes não seja afetada.

Devem ser feitas medições de oxigênio ao longo de todo trajeto com o auxílio de um oxímetro, para que os níveis de oxigênio sejam ajustados de acordo com a necessidade dos peixes. O consumo de oxigênio durante o transporte está estritamente ligado à movimentação e a taxa metabólica dos peixes, por isso a temperatura da água deve ser regulada e o processo de depuração realizado.

No transporte os peixes são sedados devido ao CO₂ presente na água, em condições de hipercapnia⁵ ocorre um desequilíbrio ácido-base no organismo dos animais que pode levar a morte. Devido ao estresse a renovação de água faz-se necessária em longos períodos de locomoção para que não haja acúmulo de fezes, evitando o excesso de bactérias e amônia na água. No decorrer do trajeto há um

⁵*Hipercapnia*: altas concentrações de CO₂ no sangue.

aumento na concentração de amônia na água, fazendo com que a amônia do sangue dos peixes também aumente, impossibilitando a eliminação da mesma do sangue para a água. Condições adversas de cultivo prévias ao transporte como: baixa disponibilidade oxigênio, manejo de despesca inadequado, arraçoamento errôneo e presença de parasitas, culminando no aumento da taxa de mortalidade dos peixes.

A água no transporte de tilápias deve ser resfriada a 19°C e salinizada a 8%, reduzindo assim o metabolismo e o estresse gerado durante o transporte.

9.7 Manejo de abate

9.7.1 Insensibilização

A insensibilização prévia ao abate tem como objetivo tornar o animal inconsciente, sendo uma forma de anestésiar o peixe. Assim que insensibilizado o peixe tem o movimento rítmico do opérculo imediatamente interrompido e a perda do reflexo vestibulo-ocular. Quando a perda de consciência é imediata o abate é tido como humanitário, no qual o período de baixo grau de

bem-estar durante o processo de insensibilização é encurtado. O objetivo dessa fase é que a dor e o estresse relacionados ao processo de abate sejam reduzidos, acabando por melhorar a qualidade do pescado, levando em consideração o bem-estar animal. No decorrer dos tópicos a seguir serão descritas as técnicas utilizadas para a insensibilização dos peixes, sendo a técnica de Termonarcole utilizada majoritariamente no estado do Paraná.

9.7.2 Métodos de Insensibilização

9.7.2.1 Eletronarcole

Uma corrente elétrica atravessa o corpo do peixe que está em meio fluido e salinizado, causando perda de consciência imediata. É menos estressante para os peixes, pois não será necessária a retirada dos mesmos do ambiente aquático. Pode ser realizado individualmente ou em lotes. O efeito deste método depende da força, duração e frequência da corrente elétrica. Uma regulação errônea pode levar a hemorragias no músculo e quebra de ossos.

9.7.2.2 Atordoamento cerebral

Este método consiste na perfuração do cérebro, com o objetivo de destruí-lo. Provoca insensibilização e morte em seguida. É realizado individualmente, com auxílio de uma agulha, dardo cativo ou objeto perfurante direcionado na posição em que o cérebro está mais próximo ao ponto mais fino do crânio. Esse método permite maior nível de ATP no músculo, aumentando a vida útil da carne, devido à queda do pH. É um método de baixo custo, porém inviável se o objetivo é a venda do peixe inteiro, já que acaba por destruir o cérebro.

9.7.2.3 Percussão

O método de percussão é aplicado com um golpe na cabeça, com força suficiente para que ocorra perda de consciência instantânea. Este método é apropriado para a insensibilização de peixes maiores e em lotes pequenos. O peixe deve permanecer fora d'água por um período máximo de 15 segundos, o golpe deve ser rápido e certo, é realizado com auxílio de um martelo ou outro objeto que gere uma pressão sob a cabeça. É um método de baixo custo e que não promove perda de qualidade da carne.

9.7.2.4 Termonarcose

Neste método, logo após a despesca os peixes são colocados em um tanque com água e gelo na proporção 2:1, por tempo variável de 10 a 15 min. Promovendo a diminuição das funções vitais, quando a água é resfriada a taxa metabólica dos peixes sofre uma queda. Em termos de bem estar animal essa técnica deixa a desejar, já que o tempo para que a insensibilização ocorra pode ser prolongado levando a um maior período de baixo grau de bem estar, mas apresenta como vantagem o baixo custo e a possibilidade de insensibilização em massa.

9.7.2.5 Secção de medula

Esta forma de insensibilização ocorre após a despesca, com o auxílio de um bisturi ou uma faca, ocorre à perfuração da medula espinhal. O objeto cortante com lâmina unilateral ou bilateral é introduzido em uma posição de 30°C por um dos opérculos do peixe, até que ocorra o encontro com a medula. É um método de baixo custo e o abate ocorre em um curto espaço de tempo.

9.7.2.6 Dióxido de carbono (CO₂)

Este método é utilizado como anestésico de peixes, o CO₂ é bombeado na água por um período de 10 min em concentrações baixas para que não haja letalidade dos peixes.

9.7.3 Abate

O abate é descrito como morte de animais para fins de consumo humano. O processo de abate deve ocorrer em locais com inspeção oficial, de forma rápida e higiênica, de acordo com a política sanitária estabelecida pelo SIF (serviço de inspeção federal), com insensibilização prévia e equipamentos apropriados. A lei de abate humanitário que rege no Brasil com relação a animais de açougue não abrange peixes, por isso muitas vezes são utilizados resultados de pesquisas na área de bem-estar animal para realizar este processo.

9.7.3.1 Anóxia

Na maioria dos estabelecimentos a morte dos peixes se dá por anóxia (falta de oxigênio), a produção de muco

cessa selando as os filamentos branquiais e faz com que as trocas gasosas não ocorram, levando o animal a óbito. Sendo este método o mais estressante para os peixes.

9.7.3.2 Choque térmico

O abate de tilápias pode ser feito através de choque térmico em água limpa com gelo, preferencialmente clorados. A quantidade de gelo deve ser suficiente para deixar a temperatura da água em torno de 6°C. O abate pode ser realizado em caixas de transporte, apresentando a vantagem de ocorrer próximo ao local de despesca, diminuindo o tempo até o abate. As caixas de transporte servem também como isolantes térmicos e podem ser transferidas até o local de processamento.

9.7.3.3 Eletronarcole e percussão

São métodos utilizados para a insensibilização de peixes, mas que também são empregados no abate. Enquanto na insensibilização a corrente elétrica e a força aplicadas nesses processos são baixas, quando se deseja abater os animais por esses meios a corrente elétrica e a

força devem ser maiores, resultando na morte dos animais. A corrente elétrica para levar a óbito varia de 150 a 180 V.

9.7.3.4 *Asfixia por mistura gasosa (CO₂N)*

Em uma caixa é incorporado à água, através de um difusor e uma mistura de gases formada por 70% de CO₂ e 30% de N, onde os peixes permanecem até a morte.

9.7.3.5 *Sangria das brânquias*

Logo após a insensibilização do animal é realizada a perfuração das brânquias, após o corte o peixe é transferido imediatamente para um tanque com gelo e água com temperatura em torno de 1°C para que ocorra o escoamento do sangue.

9.8 Bibliografia consultada

BOYD, C. *Manejo do Solo e da Qualidade da Água em Viveiro para Aquicultura*. Tradução: Eduardo Ono. São Paulo. 1997.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. *Relatório de Prognóstico*. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br>>. Acesso em: 15 de maio de 2015.

- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. *Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003b. 250 p.
- FARIA, S. H. G. *et al. Manual de criação de peixes em viveiros*. Brasília: Codevasf, 2013, 136 p.
- FREIRE, C. E. C.; GONÇALVES, A. A. Diferentes métodos de abate do pescado produzido em aquicultura, qualidade da carne e bem estar do animal. *Holos*, vol.06, ano 29, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.researchgate.net>>. Acesso em: 13 de maio de 2015.
- FURUYA, W. M. *Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias*. Toledo, PR: Ed. GFM, 2010. 100 p.
- HEIN, G.; PARIZOTTO, M. L. V.; BRIANESE, R. H. *Tilápia: uma atividade que agrega renda a propriedade em áreas marginais*. Maio de 2004. Disponível em: <<http://www.iapar.br/arquivos>>. Acesso em: 09 de junho de 2015.
- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. *Relatório Projeto CT-Hidro*. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br>>. Acesso em: 04 de abril de 2015.
- ITAIPU BINACIONAL. *Boas práticas de manejo em aquicultura*. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br>>. Acesso em: 20 de março de 2015.
- KUBITZA, F. Transporte de peixe vivo – parte I. *Panorama da Aquicultura*. n.43. set./out. 1997. Disponível em:

<<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/revistas/43/transporte.asp>>. Acesso em: 13 de maio de 2015.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – parte I. *Panorama da Aquicultura*, vol.8, n.45, p.36-41, jan./fev. 1998.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – parte II. *Panorama da Aquicultura*, vol.8, n.46, p.35-41, mar./abri. 1998.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes – parte III. *Panorama da Aquicultura*, vol.8, n.47, p.35-42, mai./jun. 1998.

KUBITZA, F. “Off-flavor”, nutrição, manejo alimentar e manuseio pré-abate afetam a qualidade do peixe destinado à mesa. *Panorama da Aquicultura*, vol.9, n.54, p.39-49, jul./ago. 1999.

KUBITZA, F. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade – parte 1. *Panorama da Aquicultura*, vol.10, n.59, p.44-53, mai./jun. 2000.

KUBITZA, F. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade – parte 2. *Panorama da Aquicultura*, vol.10, n.60, p.31-53, jul./ago. 2000.

KUBITZA, F. “Off-flavor” em peixes cultivados. *Panorama da Aquicultura*, vol. 14, n.84, p.15-25, jul./ago. 2004.

- KUBITZA, F. Manejo na produção de peixes: boas práticas de despesca, manuseio e classificação dos peixes - parte 6. *Panorama da Aquicultura*, vol. 19, n.113, p.14-23, mai./jun. 2009.
- KUBITZA, F. Produção de tilápias em tanques de terra: estratégias avançadas no manejo. *Panorama da Aquicultura*, vol.19, n.115, p.14-21, set./out. 2009.
- KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. 2ª Edição. Jundiaí: F. Kubitzza, 2011. 316 p.
- LOGATO, P. V. R. *Nutrição e alimentação de peixes de água doce*. 2ª Edição. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, 2011. 130 p.
- MATAVELI, M. *et al.* *Despesca: viveiros escavados*. Embrapa. Outubro de 2014. 6 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113868/1/fd5.pdf>>. Acesso em: 22 de abril de 2015.
- ONO, E. A.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes - parte II. *Panorama da Aquicultura*, v.12, n.73, p. 15-29. 2002.
- ONO, E. A.; CAMPOS, J.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes - parte III. *Panorama da Aquicultura*, vol.12, n.74, p. 15-30. 2002.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo*. Guaíba: Ed. Agropecuária, 1998. 211 p.

QUEIROZ, F. J.; BOEIRA, C. R. *Calagem e Controle da Acidez dos Viveiros de Aquicultura*. Circular Técnica 14 - Embrapa. São Paulo. Dezembro. 2006. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br>>. Acesso em: 20 de abril de 2015.

QUEIROZ, F. J.; BOEIRA, C. R. *Boas Práticas de Manejo (BPMs) para Reduzir o Acúmulo de Amônia em Viveiros de Aquicultura*. Comunicado Técnico 44 – Embrapa. São Paulo. Dezembro. 2007. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br>>. Acesso em: 20 de abril de 2015.

RIBEIRO, P. A. P.; MELO, D. C.; COSTA, L. S. *et al. Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce*. Disponível em: <<http://www.vet.ufmg.br>>. Acesso em: 12 de abril de 2015.

RIBEIRO, P. A. P.; COSTA, L. S.; ROSA, P. V. Manejo alimentar em piscicultura convencional. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.7, n.02, p.1189-1196, mar./abr. 2010. Disponível em: <<http://www.nutritime.com.br>>. Acesso em: 28 de março de 2015.

RODRIGUES, A. P. O. *et al. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos*. 1ª Edição. Brasília, DF: Ed. Embrapa, 2013. 440 p.

SANTOS, B. C. E. *Métodos de abate e qualidade da tilápia do nilo*. 2013. 97 f. Tese (doutorado) - Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

SILVEIRA, S. U.; LOGATO, R. V. P.; PONTES, C. E. Fatores estressantes em peixes. *Revista Eletrônica Nutritime*, vol.06, n.4, p.1001-1014, jul./ago. 2009. Disponível em: <<http://nutritime.com.br>>. Acesso em: 12 de maio de 2015.

ISBN 978-85-60930-07-4



9 788560 930074