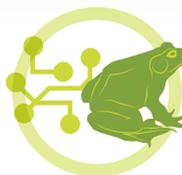


# PRODUÇÃO DE RÃS-TOURO NO BRASIL



Marta Verardino De Stéfani  
Cleber Fernando Menegasso Mansano  
Antonio Cleber da Silva Camargo  
Andressa Tellechea Rodrigues  
Marcelo Maia Pereira

# PRODUÇÃO DE RÃS-TOURO NO BRASIL



**1ª edição**

São Paulo  
2023



# ORGANIZADORES

Marta Verardino De Stéfani  
Cleber Fernando Menegasso Mansano  
Antonio Cleber da Silva Camargo  
Andressa Tellechea Rodrigues  
Marcelo Maia Pereira

## PRODUÇÃO DE RÃS-TOURO NO BRASIL

1ª Edição

ISBN 978-65-00-67871-0

São Paulo - 2023

### ORGANIZADORES

Marta Verardino De Stéfani  
Cleber Fernando Menegasso Mansano  
Antonio Cleber da Silva Camargo  
Andressa Tellechea Rodrigues  
Marcelo Maia Pereira

### Coordenação de Produção

Ailton Fernandes

### Projeto Gráfico e Capa

Amilton Ishikawa

### Editoração Eletrônica

Studio AMJ



### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Produção de rãs- touro no Brasil / organização

Marta Verardino De Stéfani...[et al.]. --

São Paulo : Ed. dos Autores, 2023.

Outros organizadores: Cleber Fernando Menegasso Mansano, Antonio  
Cleber da Silva Camargo, Andressa Tellechea Rodrigues, Marcelo Maia Pereira  
Bibliografia.

ISBN 978-65-00-67871-0

1. Aquicultura - Brasil 2. Rãs - Criação 3. Rã-touro I. Stéfani, Marta Verardino  
De. II. Mansano, Cleber Fernando Menegasso. III. Camargo, Antonio Cleber da  
Silva. I. Rodrigues, Andressa Tellechea. V. Pereira, Marcelo Maia Pereira.

23-154946

CDD-639.3789

### Índices para catálogo sistemático:

1. Rãs : Criação 639.3789

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida, gravada, transmitida ou copiada por qualquer outro meio, seja eletrônico, mecânico, ou xerox sem a prévia autorização por escrito dos organizadores.



## APRESENTAÇÃO

**A** ideia deste livro sempre surgia no início de cada semestre da disciplina "Ranicultura", que ministrei na FCAV (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias) - UNESP. Ao apresentar aos alunos de Zootecnia o programa do curso e as bibliografias recomendadas, não havia, até então, um material que centralizasse todo o conteúdo.

O sonho se concretizou com a colaboração de orientados e alunos da pós-graduação, que hoje são docentes de Universidades e atuam em instituições de pesquisa pelo país, além de outros colegas da área.

Espero que todos possam desfrutar e compartilhar os conhecimentos aqui reunidos no livro "Produção de rãs-touro no Brasil".

Profa. Dra. Marta Verardino De Stéfani



## AGRADECIMENTOS

**O**s organizadores não poderiam deixar de agradecer todos os colaboradores, pois sem prestimosidade dos mesmos, a presente obra não chegaria às mãos dos leitores. Somos extremamente gratos pelas suas valiosas contribuições. Especialmente aos autores dos capítulos, agradecemos pelo atendimento ao nosso convite, pela paciência e a compreensão para com todos os atrasos que foi sujeita a elaboração e a conclusão do livro, além da ímpar consideração e respeito com os organizadores.

Cabe destacar, também, os agradecimentos à todas as instituições de ensino e pesquisa, institutos de pesquisa, empresas públicas e privadas que autorizaram os seus profissionais a utilizarem parte do seu tempo dedicando-se à elaboração dos capítulos deste livro.

Agradecemos a todos e desejamos uma excelente leitura.

## PERFIL DOS ORGANIZADORES



### **PROFA. DRA. MARTA VERARDINO DE STÉFANI**

Possui graduação em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Jaboticabal/SP (1981), mestrado em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Jaboticabal/SP (1987) e doutorado em Aquicultura pelo Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Jaboticabal/SP (1996). Atuou como professor assistente doutor na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Jaboticabal/SP e no Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP) no programa de Pós-Graduação. Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Nutrição de Animais Aquáticos, atuando principalmente na área de ranicultura.



## **PROF. DR. CLEBER FERNANDO MENEGASSO MANSANO**

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO), Câmpus Fernandópolis/SP (2009), mestrado em Aquicultura pelo Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Jaboticabal/SP (2012), Doutorado em Aquicultura pelo Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Jaboticabal/SP (2015). Pós-doutorado pelo curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Dracena/SP (2016). Realizou seu segundo Pós-doutoramento pelo Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Jaboticabal/SP (2018). Como professor titular na Universidade Brasil, Câmpus Fernandópolis/SP e pesquisador, atua nas áreas de Aquicultura, Avicultura, Nutrição Animal, Suinocultura, Produção de Animais Monogástricos e Poligástricos, Piscicultura Continental e Ranicultura. Também atua como consultor e responsável técnico de empresas nacionais e internacionais, em sanidade animal e no desenvolvimento de produtos agropecuários. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2.



## **PROF. DR. ANTÔNIO CLÉBER DA SILVA CAMARGO**

Possui graduação em Zootecnia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) (1986), mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) (1995) e doutorado em Zootecnia Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Jaboticabal/SP (2003). Atualmente é professor titular e coordenador do curso de Tecnologia em Aquicultura na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Câmpus Uruguaiana (RS). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Nutrição de Organismos Aquáticos e Ranicultura.



## **DRA. ANDRESSA TELLECHEA RODRIGUES**

Possui graduação em Aquicultura pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Câmpus Uruguaiana/RS (2017), mestrado em Aquicultura pelo Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Jaboticabal/SP (2019) e doutorado em Aquicultura pelo Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Jaboticabal/SP (2023). Atua como professora (substituta) na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Câmpus Uruguaiana/RS (2022 a 2024). Tem experiência na área de Aquicultura, com ênfase em Alimentação e Nutrição de Organismos Aquáticos.



## **DR. MARCELO MAIA PEREIRA**

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (2007), mestrado em Biologia Animal pela Universidade Federal de Viçosa (2009) e doutorado em Aquicultura pelo Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus Jaboticabal/SP (2013). Atualmente é pesquisador da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ). Tem experiência na área de ricultura, com ênfase em reprodução, nutrição e alimentação, modelos de crescimento animal.



## DADOS DOS ORGANIZADORES

### **MARTA VERARDINO DE STÉFANI**

Departamento de Zootecnia  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Programa de Pós-Graduação em Aquicultura  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) e Centro de Aquicultura  
da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) –  
Jaboticabal, São Paulo, Brasil.  
**marta.v.stefani@unesp.br**

### **CLEBER FERNANDO MENEGASSO MANSANO**

Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado em Ciências  
Ambientais e Produção Animal  
Universidade Brasil - Fernandópolis, São Paulo, Brasil  
**cleber.mansano@ub.edu.br**

### **ANTONIO CLEBER DA SILVA CAMARGO**

Departamento de Aquicultura  
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Uruguaiana,  
Rio Gde, do Sul, Brasil.  
**antonio.camargo@unipampa.edu.br**

### **ANDRESSA TELLECHEA RODRIGUES**

Programa de Pós-Graduação em Aquicultura  
Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
(UNESP) – Jaboticabal, São Paulo, Brasil.  
Departamento de Aquicultura  
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Uruguaiana, Rio Gde. do Sul, Brasil.  
**andressa.tellechea@unesp.br**  
**andressarodrigues@unipampa.edu.br**

### **MARCELO MAIA PEREIRA**

Escritório Regional Centro Sul Fluminense da Fundação Instituto de Pesca do Estado  
do Rio de Janeiro - Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, Brasil.  
**mmaiap2001@yahoo.com.br**



## AUTORES DOS CAPÍTULOS

### **ACACIO APARECIDO NAVARRETE**

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado em Ciências Ambientais  
Universidade Brasil - Fernandópolis, São Paulo, Brasil.

**acacio.navarrete@ub.edu.br**

### **ANDERSON APARECIDO DIAS SANTOS**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Botucatu, São Paulo, Brasil.

**anderson.a.d.santos@outlook.com**

### **ANDRÉ MUNIZ AFONSO**

Departamento de Zootecnia  
Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Palotina, Paraná, Brasil.

**andremuniz@ufpr.br**

### **ANDRÉ YVES CRIBB**

Embrapa Agroindústria de Alimentos - Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

**andre.cribb@embrapa.br**

### **ADRIANA SACIOTO MARCANTONIO**

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA Regional  
Secretária de Agricultura e Abastecimento do Estado de  
São Paulo – SAA - São Paulo, São Paulo, Brasil

**adriana.marcantonio@sp.gov.br / adrana.sacioto@gmail.com**

### **ALEX POETA CASALI**

Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial (DGTA)  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB) (Campus III) – Bananeiras, Paraíba, Brasil.

**alex.poeta.casali@academico.ufpb.br**

### **BEATRICE INGRID MACENTE**

Departamento de Medicina Veterinária  
Universidade Brasil - Fernandópolis, São Paulo, Brasil

**beatrice.macente@ub.edu.br**

### **BRUNO SCARDOELI-TRUZZI**

Programa de Pós-Graduação em Aquicultura  
Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
(UNESP) – Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

**brscardoeli@hotmail.com**

### **CECÍLIA SILVA DE CASTRO**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Botucatu, São Paulo, Brasil.  
**cica-silva@hotmail.com**

### **CÉLIO APARECIDO CARMELIN JUNIOR**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Botucatu, São Paulo, Brasil.  
**carmelin.junior6@gmail.com**

### **CLÁUDIA MARIS FERREIRA**

Instituto de Pesca - APTA – SAA - São Paulo, São Paulo, Brasil  
**cmferreira@sp.go.br**

### **CLAUDIO ÂNGELO AGOSTINHO**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Botucatu, São Paulo, Brasil.

### **CLEBER FERNANDO MENEGASSO MANSANO**

Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado em Ciências Ambientais e Produção Animal  
Universidade Brasil - Fernandópolis, São Paulo, Brasil  
**cleber.mansano@universidadebrasil.edu.br**

### **DANIEL ARGENTIM**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Botucatu, São Paulo, Brasil.

### **EDUARDO PAHOR FILHO**

Instituto Municipal de Ensino Superior de Bebedouro "Victório Cardassi" (IMESB-VC), Bebedouro, São Paulo, Brasil.  
**efpahor@gmail.com**

### **EVANDRO ROBERTO TAGLIAFERRO**

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado em Ciências Ambientais  
Universidade Brasil - Fernandópolis, São Paulo, Brasil  
**evandro.tagliaferro@ub.edu.br**

### **FERNANDA DE FREITAS BORGES**

Programa de Pós-Graduação em Aquicultura  
Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Jaboticabal, São Paulo, Brasil.  
**ferfreitasborges@gmail.com**

**FERNANDA MENEZES FRANÇA**

Instituto de Pesca - APTA - SAA - São Paulo, São Paulo, Brasil  
**fernanda-ranicultura@yahoo.com.br**

**GABRIEL MORENO MARTINELI**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Botucatu, São Paulo, Brasil.  
**gabrielmartineli-613@hotmail.com**

**GABRIELA TOMAS JERÔNIMO**

AQUOS-Sanidade de Organismos Aquáticos  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Florianópolis, Santa Catarina, Brasil  
**gabrielatj@gmail.com**

**JOSÉ LUIZ PEDREIRA MOURIÑO**

AQUOS-Sanidade de Organismos Aquáticos  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Florianópolis, Santa Catarina, Brasil  
**jose.mourino@outlook.com**

**JULIANA HELOISA PINÊ AMÉRICO-PINHEIRO**

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado em Ciências Ambientais  
Universidade Brasil - Fernandópolis, São Paulo, Brasil  
**juliana.pinheiro@ub.edu.br**

**JUNIOR ANTONIO DECARLI**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Botucatu, São Paulo, Brasil.  
**juniordecarli@hotmail.com**

**LÚCIA HELENA SIPAÚBA-TAVARES**

Programa de Pós-Graduação em Aquicultura  
Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Jaboticabal, São Paulo, Brasil.  
**lucia.sipauba@unesp.br**

**LUCIANO CAETANO DE OLIVEIRA**

Universidade Federal do Paraná - Palotina, Paraná, Brasil.  
**luciano.caetano@ufpr.br**

**LUIZ SÉRGIO VANZELA**

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado em Ciências Ambientais  
Universidade Brasil - Fernandópolis, São Paulo, Brasil  
**luiz.vanzela@ub.edu.br**

### **MARCELO MAIA PEREIRA**

Escritório Regional Centro Sul Fluminense da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro - Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, Brasil.

**mmaiap2001@yahoo.com.br**

### **MARCIO HIPOLITO**

Pesquisador Científico VI (Aposentado)

Instituto Biológico de São Paulo – São Paulo, São Paulo, Brasil.

**hipolito.marciomedvet@gmail.com**

### **MARTA VERARDINO DE STÉFANI**

Departamento de Zootecnia

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Programa de Pós-Graduação em Aquicultura

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) e

Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

**marta.v.stefani@unesp.br**

### **MAURÍCIO LATERÇA MARTINS**

AQUOS - Sanidade de Organismos Aquáticos e

Departamento de Aquicultura

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

**mauricio.martins@ufsc.br**

### **RICARDO LUIZ MORO DE SOUSA**

Departamento de Medicina Veterinária

Laboratório de Higiene Zootécnica

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo (USP) - Pirassununga, São Paulo

**rlmoros@usp.br**

### **SANDRA LUCIA DE SOUZA PINTO CRIBB**

Grupo de Investigação, Formação e Ação para o Desenvolvimento (GIFAD) -

Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

**sandralucribb@yahoo.com.br**

### **SCHEILA ANELISE PEREIRA**

Laboratório de Camarões Marinhos

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

**schepereira@gmail.com**



# SUMÁRIO

Capítulo 1. Biologia e morfologia da rã-touro .....	19
<i>Autores: Fernanda Menezes França Adriana Sacioto Marcantonio Claudia Maris Ferreira</i>	
Capítulo 2. Estudos comportamentais e o uso de animais albinos na ranicultura .....	24
<i>Autor: Alex Poeta Casali</i>	
Capítulo 3. Sistemas de criação de rãs .....	35
<i>Autores: Marta Verardino De Stéfani Cleber Fernando Menegasso Mansano Marcelo Maia Pereira Eduardo Pahor Filho</i>	
Capítulo 4. Reprodução de rãs-touro de criação .....	50
<i>Autores: Marcelo Maia Pereira</i>	
Capítulo 5. Nutrição de rãs .....	69
<i>Autores: Marta Verardino De Stéfani Cleber Fernando Menegasso Mansano</i>	
Capítulo 6. Automação do fornecimento de ração para rãs-touro: ensaio de produção .....	84
<i>Autores: Cecília Silva de Castro Célio Aparecido Carmelin Junior Junior Antonio Decarli Anderson Aparecido Dias Santos Gabriel Moreno Martineli Daniel Argentim Luciano Caetano de Oliveira Claudio Angelo Agostinho</i>	
Capítulo 7. Características do crescimento morfométrico e composição corporal de rãs-touro .....	93
<i>Autores: Cleber Fernando Menegasso Mansano Marcelo Maia Pereira Beatrice Ingrid Macente Acacio Aparecido Navarrete Marta Verardino De Stéfani</i>	

Capítulo 8. Ranicultura: bacterioses, profilaxia e prevenção.....	116
<i>Autores: Maurício Laterça Martins Scheila Anelise Pereira José Luiz Pedreira Mouriño André Muniz Afonso Gabriela Tomas Jerônimo</i>	
Capítulo 9. Quitridiomycose e ranavirose .....	131
<i>Autores: Cláudia Maris Ferreira Marcio Hipolito Ricardo Luiz Moro de Sousa</i>	
Capítulo 10. Qualidade de água e licenciamento ambiental para aquicultura.....	137
<i>Autores: Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro Luiz Sérgio Vanzela</i>	
Capítulo 11. "Wetlands" construídos no tratamento de efluente .....	158
<i>Autores: Lúcia Helena Sipaúba-Tavares Bruno Scardoeli-Truzzi Fernanda de Freitas Borges</i>	
Capítulo 12. Legislação ambiental na aquicultura .....	167
<i>Autor: Evandro Roberto Tagliaferro</i>	
Capítulo 13. Abate e processamento de rãs.....	183
<i>Autor: Andre Muniz Afonso</i>	
Capítulo 14. Adequabilidade da cooperação para o mercado ranícola: considerações conceituais e evidências empíricas no Brasil.....	200
<i>Autores: André Yves Cribb Sandra Lucia de Souza Pinto Cribb</i>	

# CAPÍTULO 1

## **BIOLOGIA E MORFOLOGIA DA RÃ-TOURO**

Fernanda Menezes França  
Adriana Sacioto Marcantonio  
Claudia Maris Ferreira



Dentro da Classe Amphibia, a Ordem Anura é composta por sapos, rãs e perezecas. A rã-touro americana (*Lithobates catesbeianus*) pertence à Família Ranidae, é originária da América do Norte (região do lago Ontário no sudeste do Canadá e nordeste dos Estados Unidos), mas tem distribuição cosmopolita. Inicialmente esta espécie foi descrita por Shaw em 1802 como *Rana catesbeiana*. Em 2006 ela e diversos outros anfíbios foram reclassificados em um amplo trabalho taxonômico baseado em critérios genéticos feito pelo Museu de Zoologia de Washington, EUA (FROST et al., 2006). Suas principais características são a presença de membranas interdigitais nos membros posteriores (semelhantes a pés de pato) o que as tornam excelentes nadadoras e, o fato dos machos emitirem sons (*i.e* coaxo) que lembram o mugido de um touro, razão pela qual receberam este nome popular. As rãs-touro apresentam coloração que vai do verde claro ao verde escuro, variando dependendo do ambiente em que vivem e conforme a temperatura a que são expostas. Sua pele é úmida e glandular, possuem olhos com pálpebras móveis chamadas de membranas nictitantes, boca com língua prostrátil e dentes finos, como uma serra. A fecundação é externa e ocorre na água, sendo que os ovos são envolvidos em cápsulas gelatinosas. Vivem em média 8 anos na natureza, mas há registros de 16 anos em cativeiro (STORER e USINGER, 1991; DUELLMAN e TRUEB, 1994).

Apesar de não ser um animal nativo da fauna brasileira, a rã-touro é o único anfíbio autorizado para criação comercial em nosso país e é o de maior cultivo intensivo no mundo, pois além do excelente sabor de sua carne, suas características zootécnicas de precocidade (*i.e* crescimento rápido), prolificidade (*i.e* grande número de ovos) e rusticidade (*i.e* resistência) permitem sua exploração econômica. Foi introduzida no Brasil em 1935 para fins de cultivo por um técnico canadense chamado Tom Cyriril Harrison. Cerca de 300 casais foram levados para o primeiro ranário comercial no Brasil, o Ranário Aurora, situado no município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro. Oficialmente, após esta data apenas mais 20 casais foram importados da Universidade de Michigan/EUA pelo Dr. Luiz Dino Vizotto (FERREIRA et al., 2002; SCHLOEGEL et al., 2010; CRIBB et al., 2013).

São animais ectotérmicos ou de sangue frio, ou seja, seu metabolismo varia de acordo com a temperatura do ambiente. O esperado é que sua temperatura corporal esteja sempre um grau acima da temperatura ambiente. Esta espécie é adaptada ao calor, apesar de ser originária de regiões com invernos frios. Temperaturas abaixo de 15°C diminuem seu metabolismo, os adultos não se reproduzem, os girinos não se metamorfoseiam e ocorre uma diminuição da frequência alimentar em todas as fases de seu desenvolvimento. Em temperaturas extremas de frio elas estivam, ou seja, o metabolismo cai tanto que elas praticamente não se alimentam ou mexem. Em regiões quentes os adultos tentam manter sua temperatura corporal entre 26 e 33°C durante o dia. Apesar de serem capazes de manter suas atividades em uma faixa térmica muito mais ampla, esses animais tendem a manter a temperatura corporal principalmente através de mudanças na localização e alterações na postura corporal, usando a radiação como fonte de calor e a água para seu resfriamento por exemplo (BURY e WHELAN, 1984; DUELLMAN e TRUEB, 1994).

Possuem duas fases de vida, a primeira é essencialmente aquática e as formas larvais são chamadas de girinos. Depois passam por um processo conhecido como

metamorfose, onde ocorrem transformações fisiológicas e morfológicas. Somente quando terminam esse processo é que passam a viver também na terra, mas sua dependência da água ainda é extrema, pois as rãs não bebem água. Elas se hidratam através da absorção deste elemento pela pele. Existem várias formas de categorizar os estágios de vida dos anuros. Para as rãs-touro a mais usual é a chamada Tabela de Gosner (GOSNER, 1960). Esta tabela classifica os estágios de vida destes animais desde a fase de ovo até a fase adulta, conforme a morfologia externa destes animais. Entretanto, ela é mais acadêmica e na prática os criadores de rãs classificam estes organismos em 5 estágios: G1 = fase inicial de crescimento (bem pequenos); G2 = fase de crescimento; G3 = as patas posteriores se desenvolvem externamente e as anteriores internamente; G4 = auge da metamorfose, com exteriorização das patas anteriores; G5 = imagos (LIMA e AGOSTINHO, 1995).

Os girinos são onívoros (comem alimentos de origem vegetal e animal) e coprófagos (alimentam-se das próprias fezes). Possuem respiração principalmente branquial, mas também respiram através da pele (e.i. respiração cutânea). É por esta razão que eles suportam bem a hipóxia (Figura 1).



**FIGURA 1.** GIRINO DE RÃ-TOURO (*LITHOBATES CATESBEIANUS*) EM FASE DE METAMORFOSE. FASE G4. FOTO DE FERNANDA MENEZES FRANÇA

Basicamente, três mudanças primárias ocorrem nos girinos durante a metamorfose as quais são capazes de transformar quase todos os órgãos do girino para sua forma adulta. A primeira mudança envolve destruição completa ou digestão de órgãos específicos de girinos, como por exemplo a reabsorção da cauda durante o clímax metamórfico. A segunda mudança envolve o desenvolvimento de novos tecidos de células, assim como acontece em processos embriológicos. Por último, ocorre a reestruturação de órgãos já existentes, como o fígado, pulmões e intestino para a adaptação à fase adulta, além da mudança do esqueleto cartilaginoso para ósseo (SHI, 2000).

Quando os animais chegam ao clímax da metamorfose, passam por um período em que não necessitam de alimentos, pois a reabsorção da cauda supre suas necessidades proteicas e, o corpo gorduroso, suas necessidades energéticas (CRIBB et al., 2013). Os animais recém metamorfoseados recebem o nome de imagos. Esta é uma fase extremamente crítica da produção da rãs-touro. Segundo França *et al.* (2008), logo após a metamorfose, em criações comerciais, os animais encontram-se mais vulneráveis, podendo ocorrer altas taxas de mortalidade. Após a metamorfose os animais tornam-se carnívoros, caçadores e canibais. Duas rãs do mesmo tamanho tentam se comer, mas a maior tendência é que a de maior porte ataque a de menor porte. Têm respiração bucofaríngea (quando engolem o ar), pulmonar e cutânea. As principais modificações entre girinos e as rãs que acontecem após a metamorfose podem ser visualizadas na Tabela 1.

**TABELA 1 – PRINCIPAIS MUDANÇAS MORFOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS QUE ACONTECEM ANTES E APÓS A METAMORFOSE EM RÃS-TOURO (*LITHOBATES CATESBEIANUS*).**

	<b>Fase Aquática Girinos</b>	<b>Fase Terrestre Rãs</b>
<b>Locomoção</b>	Cauda natatória	Patas anteriores e posteriores
<b>Respiração</b>	Branquial e cutânea	Bucofaríngea, cutânea e pulmonar
<b>Hábito alimentar</b>	Onívoros	Carnívoros
<b>Excreção</b>	Amônia (intestino longo)	Uréia (intestino curto)
<b>Tegumento</b>	Pele fina com poucas glândulas	Pele estratificada com várias glândulas

As rãs-touro atingem a maturidade sexual bem cedo. Machos com cerca de 50g já iniciam sua produção espermática e, a disputa por território e coaxo iniciam-se a partir dos 100g. Já as fêmeas estarão maduras a partir de 200g. Basicamente, esta maturidade sexual vem acompanhada de características fenotípicas que se acentuam com o peso e idade dos animais. Os machos possuem papo amarelo-esverdeado, tímpanos com diâmetro de duas a três vezes maiores que os olhos e, calo nupcial no dedo mais interno das mãos. As fêmeas possuem tímpano do mesmo diâmetro dos olhos e ventre abalado quando aptas a reproduzir (CRIBB et al., 2013).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURY, R.B ; WHELAN, J.A. **Ecology and management of the bullfrog**. U.S. Fish and Wildlife Service, Resource Publication 155, Washington, D.C, 1984.
- CRIBB, A.Y.; AFONSO, A.M.; MOSTERIO, C.M.F. **Manual técnico de ranicultura**. 1ª ed., Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 73p.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of the amphibians**. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1994. 670 p.
- FERREIRA, C.M.; PIMENTA, A.G.C.; PAIVA NETO, J.S. Introdução à ranicultura. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, São Paulo, 33: 1-15, 2002.
- FRANÇA, F.M; DIAS, D.C.; TEIXEIRA, P.C.; MARCANTÔNIO, A.S.; STÉFANI, M.V.; ANTONUCCI, A.M.; ROCHA, G.C.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; FERREIRA, C.M. Efeito do probiótico *Bacillus subtilis* no crescimento, sobrevivência e fisiologia de rãs-touro (*Rana catesbeiana*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.34, n.3, p.403-412, 2008.

- FROST, D. R.; GRANT, T.; FAIVOVICH, J.; BAIN, R. H.; HAAS, A.; HADDAD, C. F. B.; DE SA, R. O.; CHANNING, A.; WILKINSON, M.; DONNELLAN, S. C.; RAXWORTHY, C. J.; CAMPBELL, J. A.; BLOTTO, B. L.; MOLER, P.; DREWES, R. C.; NUSSBAUM, R. A.; LYNCH, J. D.; GREEN, D. M.; WHEELER, W. C. The amphibian tree of life. **Bulletin of American Museum of Natural History**, v.297, p.1-370, 2006.
- GOSNER, K.L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. **Herpetologica**, v.16, n.3, p.183-190, 1960.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **A criação de rãs**. 3ª ed., Coleção do agricultor. São Paulo: Globo, 1995. 187 p.
- SCHLOEGEL, L.M.; FERREIRA, C.M.; JAMES, T.Y.; HIPOLITO, M.; LONGCORE, J.E.; HYATT, A.D.; YABSLEY, M.; MARTINS, A.M.R.P.F.; MAZZONI, R.; DAVIES, A.J.; DASZAK, P. The North American bullfrog as a reservoir for the spread of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Brazil. **Animal Conservation**, v.13, p.53-61, 2010.
- SHI, Y.B. From morphology to molecular biology. **Amphibian metamorphosis**; Wiley-Liss; New York. p.288, 2000.
- STORER, T.I.; USINGER, R.L. **Zoologia geral**. 6ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1991. 876p.

# CAPÍTULO 2

## **ESTUDOS COMPORTAMENTAIS E O USO DE ANIMAIS ALBINOS NA RANICULTURA**

Alex Poeta Casali



O estudo do comportamento, quando aplicada a criação comercial de animais, está diretamente ligado ao bem-estar animal em ambiente de cativeiro (GONYOU,1994). As pesquisas em etologia aplicada têm como preocupação o entendimento e a promoção do bem-estar animal, o que tem sido feito por décadas, desde a fundação da ISAE (International Society for Applied Ethology) (MILLMAN et al., 2004). Assim, o conhecimento de aspectos ligados ao comportamento de rã-touro visa trazer informações que poderão atuar diretamente sobre o aumento da sua produtividade e no atendimento de exigências atuais do consumidor, em um mercado que requer um produto que cause menos danos sociais e ambientais.

Existem poucas pesquisas no campo de etologia aplicadas a rãs em cativeiro, sendo descritos alguns comportamentos de movimentação dos animais entre a área seca e a área com água, para termorregulação, através da determinação do número de animais em cada um desses ambientes em diferentes temperaturas, conforme foi relatado por Figueiredo *et al.* (1999). Trabalhos descrevendo as atividades comportamentais e o comportamento alimentar de rãs-touro em cativeiro foi descrito para animais albinos e de pigmentação normal por Casali (2010). Publicações de observação desses animais na natureza são mais comuns. Dentre eles, se encontram os estudos que envolvem reprodução de rãs (AUSTIN *et al.* 2003; MOOREA e JESSOP, 2003; PEARL, 2005; KAEFER et al., 2007), aqueles que tratam comunicação por vocalização (BEE e GERHARDT, 2001a,b e 2002; BEE, 2002 e 2004; BEE e BOWLING, 2002) e os que estudaram o conteúdo estomacal dos animais (LIMA e AGOSTINHO, 1992; DAZA e CASTRO, 1999; COPPO, 2003; WU *et al.*, 2005).

No entanto, estas pesquisas pouco se aplicam à situação da criação comercial de rãs, onde estes animais se encontram em elevadas densidades populacionais e se alimentam de ração em forma de peletes. Assim, o estudo do comportamento de rãs, serve de ferramenta importante para a melhoria do bem-estar animal em cativeiro, podendo exercer uma influência positiva em seu desempenho zootécnico.

O bem-estar animal pode resultar no aperfeiçoamento de índices de produtividade e conseqüentemente na diminuição dos custos de produção. A aplicação de conhecimentos acerca das atividades diárias e do comportamento alimentar da rã-touro visa contribuir para a adequação do manejo técnico diário dos animais. Hötzel e Machado Filho (2004) advertem que a preocupação do bem-estar animal não pode ser direcionada apenas para a questão de produtividade. Segundo esses autores, os principais motivos que levam os pesquisadores a estudar o bem-estar animal incluem também as questões éticas, a qualidade do produto final e o atendimento de exigências internacionais do comércio.

Os animais alcançam seus melhores níveis de crescimento quando são submetidos a um mínimo de estresse em seu ambiente de criação, por isso uma grande preocupação dos pesquisadores é quanto as influências que ambientes de cativeiro podem causar aos animais. Conforme Duellman e Trueb (1994), a atividade dos anfíbios vai depender das particularidades do local onde eles habitam. Øverli *et al.* (2004) reportaram a complexidade dessas interações em trutas, onde a adaptação ao ambiente gera respostas comportamentais, neuroendócrinas e metabólicas, sendo um fenômeno biológico comum que envolve estresse e respostas ao nível do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal, além do sistema nervoso simpático.

A capacidade dos anfíbios em responder apropriadamente através de seu comportamento defensivo, frente a uma ameaça, pode afetar a sua sobrevivência (CODDINGTON e MOORE, 2003; MOORE e JESSOP, 2003), sendo que o animal dispõe de um repertório amplo de comportamentos, de acordo com o ambiente, situação fisiológica e estado reprodutivo (CODDINGTON e MOORE, 2003). Estas respostas comportamentais podem variar entre indivíduos, resultando em diferentes estratégias, de acordo com o contexto social e ambiental que o animal está exposto (MOORE e JESSOP, 2003).

Os peixes, que também são animais pecilotérmicos e usam o meio aquático como os anfíbios, foram alvos de diversas pesquisas aplicadas à criação em cativeiro. Lima e Agostinho (1984) consideraram que os peixes carnívoros têm ecologia e fisiologia semelhante à rã, que também pode ser considerada carnívora em sua fase pós-metamórfica (REEDER, 1964; NISHIKAWA, 2000; COPPO, 2003), e servem de comparação, na ausência de dados específicos sobre anfíbios.

Em um raro estudo mais específico das atividades comportamentais (deslocamento, descanso e ingestão de alimento) durante as 24 horas (fases claro e escuro) de rãs em cativeiro, Casali (2010) ofertou alimento em diferentes horários do dia utilizando uma mini baía composta de: área seca, área de piscina, cocho e abrigo. Foram observadas frequências mais elevadas de ingestão ao amanhecer, seguido dos agrupamentos de fase de claro, sendo que a observação dessa atividade foi relativamente menor na fase de escuro. O deslocamento foi característico da transição das fases de claro e de escuro. O deslocamento no seco apresentou um aumento no amanhecer e ocorreu também durante a fase clara, coincidindo com o comportamento de ingestão. O deslocamento na água teve pequena tendência de aumento no início da fase de escuro. O abrigo foi usado na fase de claro e de escuro, sem uma preferência significativa. O descanso no seco foi observado tanto na fase de claro e de escuro, sendo que na fase de claro, parece seguir a atividade de alimentação, e na fase de escuro apresenta um aumento e frequência dessa atividade ao amanhecer, sugerindo uma espera pelo alimento. O descanso na água foi mais frequente na fase de escuro. As atividades de descanso na água, descanso no seco e permanência no abrigo tiveram maior frequência durante as 24 h de observação, caracterizando como sendo as atividades de longa duração e preferidas pelos animais, enquanto as atividades de ingestão, deslocamento na água e no seco tiveram menor frequência, sendo observadas mais raramente. Segundo Duellman e Trueb (1994), a maioria dos anfíbios apresenta o tipo de forrageio “passivo” (“senta e espera”), mas pode haver espécies com estratégias intermediárias entre o tipo “ativo” e o “passivo” (TOFT, 1981). Assim a atividade de descanso no seco poderia estar relacionada à espera do alimento, aumentando sua frequência de ocorrência, resultando em uma redução na frequência de deslocamento do animal, que se torna mais rara para ser observada.

## COMPORTAMENTO ALIMENTAR

---

A fase inicial do desenvolvimento de anfíbios (girinos) é totalmente aquática e se alimenta basicamente de algas (PRYOR, 2003), enquanto que a fase pós-metamorfose

apresenta características de espécie carnívora (REEDER, 1964). Coppo (2003) estudou o aparelho digestivo de anuros e concluiu que o mesmo é semelhante ao de animais carnívoros. Apesar de semelhanças com os peixes carnívoros, é importante lembrar que na fase pós-metamórfica o alimento, no cativeiro, é oferecido fora do ambiente aquático, preservando suas características por maior tempo, quando comparado ao ambiente de criação de peixes.

Os anuros do gênero *Rana*, entre eles a *Rana catesbeiana* (reclassificada para *Lithobates catesbeianus* por FROST *et al.*, 2006) possuem comportamento alimentar compatível com animais predadores, oportunistas, não discriminantes, o que foi comprovado pelo conteúdo de seu estômago (PARKER e GOLDSTEN, 2004). Wu *et al.* (2005) e Coppo (2003) reportaram a dieta alimentar de rãs-touro na natureza, sendo encontrados artrópodes, moluscos, anelídeos e cordatos em seu estômago, junto com material vegetal e mineral. Dieta semelhante foi descrita por Lima e Agostinho (1992) e Daza e Castro (1999), que identificaram sequencialmente os representantes mais importantes para alimentação de rãs na natureza: coleópteros, peixes, aranhas, grilos, percevejos, rãs e sapos. Trata-se de um predador generalista que parece se alimentar de tudo que caiba em sua boca e o tamanho da presa, na natureza, aumenta com o tamanho do animal (WU *et al.*, 2005).

Na criação de rãs em cativeiro, a alimentação com presas vivas torna-se sem praticidade e antieconômica, sendo necessário o uso de alimentos artificiais. Segundo Pough (1991), muitos anfíbios respondem apenas ao movimento e ignoram suas presas favoritas se elas estiverem imóveis. Daí a importância dos criadores de rãs, em cativeiro, em dar movimento aos peletes de ração inertes (LIMA e AGOSTINHO, 1984; MILES *et al.*, 2004; CASALI *et al.*, 2006).

Alguns aspectos do comportamento alimentar de rãs foram descritos por poucos autores, que usaram diferentes metodologias. Nos ranários, é comum constatar que os animais procuram submergir na água após ingerirem ração. Busk *et al.* (2000), verificaram o intercâmbio de substâncias entre a pele de rãs-touro e a água que a cercava após sua alimentação, sendo que a água tem importância para a hidratação do animal, para as trocas gasosas (oxigênio e gás carbônico), e para excreção de compostos nitrogenados (amônia).

O comportamento de antecipação do horário de alimentação pelos animais pode fornecer importantes informações para a adequação do manejo alimentar em cativeiro. Segundo Boujard e Leatherland (1992), o horário de alimentação atua como marcador biológico e pode anular os efeitos de mudanças de claro e escuro, assim os animais são capazes de apresentar comportamentos de alimentação antecipadamente, quando alimentados sempre no mesmo horário. A busca antecipada do local específico, no horário previsto de alimentação, também foi descrita para rãs, como na pesquisa de Bergeijk (1967), que demonstrou que a rã-touro é capaz de aprender o horário de alimentação com pequeno tempo para adaptação.

Nos anfíbios, o uso da língua para a captura de alimentos, foi estudado por muitos autores (ROTH *et al.*, 1990; ANDERSON e NISHIKAWA, 1993; NISHIKAWA, 1999; O'REILLY *et al.*, 2002). Vários problemas relativos à alimentação de anuros terrestres em cativeiro podem ser resultantes do uso de alimentos artificiais, uma vez que, a espécie

pode não estar adaptada para identificar como comida ou para capturar através da língua. Segundo Nishikawa (2000) a língua tem a função de capturar o alimento, levá-lo à boca e depois direcioná-lo para o esôfago, ajudando na deglutição. Os anfíbios são capazes de identificar o tipo e tamanho da presa mudando a forma de capturá-la através do uso da língua (NISHIKAWA et al., 1992; ANDERSON e NISHIKAWA, 1993; ANDERSON e NISHIKAWA, 1996; VALDEZ e NISHIKAWA, 1997). Já Gray et al. (1997) estudaram o hábito da rã de utilizar as patas dianteiras na captura e transporte do alimento. Assim, para as rãs capturarem o alimento, acredita-se que haja uma importância significativa da visão que, por sua vez, é dependente da presença de luz no ambiente.

Pesquisando um anuro de hábito diurno, Hantano et al. (2002) reportaram que as atividades padrões do ciclo circadiano são reguladas pelo fotoperíodo e que a espécie *Hylodes phyllodes* sofreu influências da luz, umidade do ar e das chuvas em suas atividades diurnas, assim como foi reportado por Cree (1989) e Duellman e Trueb (1994) para espécies noturnas. Provavelmente em cativeiro, existe uma preferência de horário de alimentação, em função da influência da presença ou ausência de luz no ambiente.

Buchanam (1993), pesquisando hábitos noturnos de anuros, recomendou o uso de métodos de visão por infravermelho ou ampliadores de visão no escuro (visão noturna), alegando que muitas pesquisas feitas usaram de luz incandescente ou luz branca, que podem mudar o comportamento natural dos animais.

O horário de alimentação durante a fase clara do período de 24 h é geralmente associado a maior eficiência de conversão alimentar do animal, provavelmente devido às maiores temperaturas do dia. Entretanto Heilman e Spieler (1999), estudando pampo, propuseram que a alimentação do animal deve ser realizada em horários propícios de acordo com o ritmo circadiano do animal, tirando-se maior proveito de seu crescimento. Esses autores mostraram que na alimentação de peixes, o horário de maior apetite e interesse dos animais não é necessariamente a melhor hora para resultar em seu maior crescimento. Já para Harpaza *et al.* (2005), estudando a perca-gigante, observaram que o horário de alimentação diurno ou noturno não afetou substancialmente o crescimento animal. Mas, quando os dois horários de alimentação em conjunto foram usados, os resultados mostraram uma melhor utilização do alimento pelo animal em condições de criação intensiva.

Valdimarsson et al. (1997), estudando salmões, traçaram um paralelo entre luz e temperatura, sugerindo que os animais pecilotérmicos se tornam menos ativos quando a temperatura cai, mas se considera que seu ritmo comportamental continua sendo modulado pela luminosidade. Segundo esses autores, a mudança na temperatura seria um indicador de tempo menos confiável do que a mudança na intensidade luminosa, e ainda lembraram a relação direta entre estas variáveis, em que a temperatura é influenciada pela luz (a noite é mais fria que o dia, o inverno mais frio que verão).

O entendimento da distribuição do repertório de comportamentos de rãs, em cativeiro, pode ajudar na indicação de horários mais adequados de fornecimento de ração, o que foi feito por Casali (2010) que testou fornecer alimento aos animais pela manhã (10h), ou pela tarde (16h), ou em ambos horários. Com os resultados obtidos ficou evidenciado que os animais que recebiam alimento somente às 10 h e os que recebiam as 10 e 16 h tiveram uma distribuição de atividades comportamentais mais equivalentes, e

que o fornecimento de alimento apenas às 16 h provocou maiores interferências nas atividades das rãs. As principais diferenças de atividades comportamentais registradas podem ser assim resumidas: no agrupamento de horário em que as rãs recebiam alimento, observou-se maior frequência de ingestão, quando comparado aos demais, com exceção do agrupamento de horário do amanhecer. Assim, de forma geral, houve uma tendência comum dos animais preferirem se alimentar no amanhecer e logo após a oferta de alimento. Desta forma, existem evidências suficientes que o horário de fornecimento do alimento altera as atividades comportamentais de rãs.

Este mesmo autor mediu o crescimento e o gasto de ração, além de comportamento de ingestão, interações/disputas entre os animais e a latência de chegada ao cocho, durante as 24h e especialmente antes e após a oferta de alimento. Ao investigar se o horário de oferta de alimento pode interferir no comportamento alimentar e no desempenho de rãs, foi observado que houve diferença entre os tratamentos para a frequência de ingestão de alimento nos horários de antes e depois da oferta de alimento pela manhã, e também antes e depois da oferta da tarde. Não houve diferenças estatísticas para as disputas entre os animais, mas da mesma forma que a ingestão, percebeu-se uma tendência de as mesmas ocorrerem em maior frequência ao amanhecer. Assim, as principais evidências observadas neste trabalho, podem ser assim resumidas: o uso de dois parcelamentos diários estimula a rã-touro a consumir alimento em diferentes horários do dia, embora isso não resulte em maior crescimento; os animais que recebem alimento apenas a tarde apresentam menor latência de chegada ao cocho e de ingestão, e mais eventos de disputas por alimento, por permanecerem maior tempo sem estímulo do alimento novo (jejum); antes do horário de alimentação, o consumo de alimento é baixo e após o fornecimento de ração e larva frescas o consumo aumenta bruscamente; o alimento fresco é um estímulo para os animais se alimentarem, mas o amanhecer parece atuar como um estímulo ambiental que também interfere com grande importância no comportamento alimentar das rãs; e, não houve diferenças, para ganho de peso e conversão alimentar dos animais, entre o fornecimento de ração e larvas as 10h, que é o manejo tradicional dos ranários, e as alternativas de se oferecer alimento as 16 h, e a de oferecer duas vezes ao dia. Portanto, conclui o autor, os produtores podem continuar a executar o manejo padrão de oferta de alimento pela manhã sem prejuízos de produtividade.

## USO DE RÃS ALBINAS EM CATIVEIRO

---

A rã-touro de pigmentação normal é usada em todos os ranários brasileiros, mas já existem algumas pesquisas sendo feitas com a variedade albina.

O albinismo em rãs-touro se caracteriza pela ausência de pigmentação na pele e olhos, tornando-se um animal de coloração branco-amarelada, bastante visível a predadores. Considerando-se que nas diversas espécies animais, as variedades albinas possuem problemas em seu desenvolvimento, geralmente associado a problemas de visão e queimaduras de pele, a recomendação do uso de rãs albinas depende do conhecimento de seu comportamento e desenvolvimento em cativeiro.

O albinismo em rãs foi pouco documentado, sendo comum encontrar rãs albinas apenas em “pet shops”, sendo vendidas como animais de estimação, pela coloração

exótica e rara. Algumas características dos animais albinos atraem pesquisadores para sua utilização, entre elas a diferenciação de um produto de cativeiro quando comparado à rã caçada na natureza, diminuição de danos causados por fugas acidentais, pela dificuldade dos albinos em permanecerem vivos quando soltos na natureza (LIMA, 2005), e a possibilidade de obtenção de uma carne com melhor sabor, coloração e conservação, pela ausência do pigmento (MOURA, 2003).

Apesar das vantagens descritas, são necessárias informações comparativas da produtividade de albinos em cativeiro, para sua posterior recomendação, em ranários comerciais. Dessa forma, a observação das atividades comportamentais durante o período de 24 horas, assim como do comportamento alimentar de rãs albinas, vem a contribuir na comparação desses aos de pigmentação normal.

Albinismo é a falta de melanina (HOPERSKAYA, 1975), sendo um distúrbio de natureza genética em que há redução ou ausência congênita desse pigmento (ROCHA e MOREIRA, 2007), que é considerado o mais importante dos animais (VIDAURRI-SOTELO et al., 2005). A melanina dá a cor aos olhos, pelos e pele, e é sintetizada e depositada por uma organela especializada dos melanócitos, denominada melanossomo (ORLOW et al., 2004). Uma enzima muito importante, no processo de fabricação da melanina, está presente no melanossomo e é denominada de Tirosinase, sendo responsável por uma transformação essencial do aminoácido tirosina (PASSERON et al., 2005; DESSINIOTI et al., 2009). Os verdadeiros albinos não possuem grânulos de pigmentos na pele ou no epitélio (HOPERSKAYA, 1975), sendo geralmente causado por problemas relacionados às células, organelas ou enzimas envolvidas no processo de pigmentação.

Diversos genes regulam a produção de melanina e sua distribuição pelos melanossomos (DESSINIOTI et al., 2009). Muitas mutações genéticas podem causar diversas desordens de pigmentação (HORNYAK, 2006), as quais foram classificadas por PASSERON et al. (2005) em seis grupos de hipomelanoses, onde ocorrem falhas de: desenvolvimento embrionário dos melanócitos, melanogênese, biogênese dos melanossomos, transporte dos melanossomos, sobrevivência dos melanócitos, e finalmente, falhas causadas por outros processos desconhecidos.

Diversas pesquisas estudaram diferentes formas de manifestação de problemas com a pigmentação (SCHRAERMEYER e HEIMANN, 1999; PASSERON et al., 2005; DESSINIOTI et al., 2009), entre elas o albinismo, sendo os seguintes tipos descritos por Orlow (1997), em sua revisão: albinismo oculocutâneo tipos 1 a 3 (OCA 1 a 3 - todo o corpo é afetado, totalmente ou parcialmente), albinismo ocular (AO - somente o olho é afetado), albinismo ocular autossomal recessivo (AROA) e as síndromes de Chédiak-Higashi e Hermansky Pudlak. As síndromes foram diferenciadas por Scheinfeld (2003) como sendo os casos de problemas de empacotamento da melanina e outras proteínas celulares, essa mesma pesquisa ainda reportou outras síndromes relacionadas ao albinismo, citando além da Chédiak-Higashi (CHS) e Hermansky-Pudlack (HPS), a Griscelli (GS), a Elejalde (ES), e a Cross-McKusick-Breen (CMBS).

Uma característica física do albinismo com a ausência de pigmentação na retina são os olhos róseos resultantes da irrigação sanguínea local (FISH and WILDLIFE SERVICES, 1948; HOPERSKAYA, 1975;). A importância da pigmentação na retina foi revisada por Schraermeyer e Heimann (1999), que apresentam diversas funções ligadas ao olho,

e conseqüentemente, à visão. Um estudo em humanos sobre a visão estereoscópica (tridimensional) em albinos reportado por Lee *et al.* (2001), e Neveu *et al.* (2009) propõem haver uma ligação entre os problemas estruturais da visão, que albinos apresentam, com problemas na capacidade de visão dos mesmos.

Outros problemas foram relatados como correlacionados ao albinismo, entre eles, pode-se citar: aumento do risco de predação (FISH and WILDLIFE SERVICES, 1948; VIDAURRI-SOTELO *et al.*, 2005); desenvolvimento de câncer de pele (WITKOP, 1979; KROMBER *et al.* 1989; ASUQUO *et al.*, 2009); problemas ligados a imunodeficiência (STINCHCOMBE *et al.*, 2004); e falhas na comunicação visual de animais dentro da mesma espécie (VIDAURRI-SOTELO *et al.*, 2005).

Os problemas de pigmentação, apesar de serem muito estudados em mamíferos e principalmente nos humanos, também foram pesquisados em anfíbios, peixes e aves (HORNYAK, 2006), tendo o albinismo sido reportado em diversas classes animais como os anfíbios, répteis, aves e peixes (BINKLEY, 2001).

Mecanismos genéticos, que levam a alteração na pigmentação animal, foram estudados em anuros por Sumida e Nishioka (1994) e Nishioka *et al.* (1987) em *Rana japonica* e *Rana nigromaculata*, respectivamente. A coloração dos animais vem sendo estudada estando ligada, entre outros fatores, a mecanismos de herdabilidade, ontogenia e comportamentos, sendo que é comum existir cores diferentes dentro de uma mesma espécie de anuros (HOFFMAN e BLOUIN, 2000). Assim, é provável que problemas ligados à pigmentação podem dar origem a modificações comportamentais (alimentação, predação, reprodução, mimetismo e outros) nestes animais.

Nos anfíbios existem relatos de albinismo com diferentes espécies de anuros, como, por exemplo: Hoperskaya (1975) estudou a espécie *Xenopus laevis*, Nishioka *et al.* (1987) pesquisaram implicações genéticas do albinismo em *Rana nigromaculata*, e Smallcombe (1949) reportou albinismo em *Rana temporaria*. Na espécie *Lithobates catesbeianus*, Mitchell e McGranaghan (2005) reportaram albinos em girinos, enquanto que Fish and Wildlife Services (1948) registrou a ocorrência rara de albinos no estágio pós-metamórfico, reportando problemas de visão com rãs-touro albinas mantidas em zoológico, e ainda descreveu as principais características de exemplares normais dessa espécie como: animais de olhos com coloração cinza ou amarronzados e pele do corpo variando de verde a marrom escuro. No mesmo trabalho, foram descritos exemplares albinos como animais que possuíam olhos róseos e uma fraca coloração amarela na pele. Segundo Binkley (2001), alguns pigmentos podem aparecer em anuros albinos como no caso da rã Leopardo, onde é possível ver a cor amarela, assim o animal não seria totalmente branco.

Os albinos despertam bastante interesse no comércio de animais de estimação, e em pesquisas como marcador biológico e acompanhamento de transmissão genética de certas características, na produção de triploidia entre outros (THORGAARD, 1995).

Com relação ao desenvolvimento do animal em cativeiro, Dobosz *et al.* (2000) encontraram diferenças de crescimento entre três fenótipos diferentes de trutas, sendo que os albinos obtiveram pior performance. Resultados semelhantes foram alcançados por BONDARI (1984), que encontrou menor peso e comprimento corporal em bagres (catfish) albinos quando comparados aos de pigmentação normal. Não foram encontradas, nas referências pesquisadas, descrições do efeito do albinismo que provem ter influência no comportamento de rãs em cativeiro, e se essa possível interferência altera o desempenho dos animais.

O único trabalho de comportamento de albinos em criação comercial de rãs-touro, Casali (2010) constatou que rãs albinas apresentaram uma distribuição de atividades comportamentais similar com as relatadas para animais pigmentados. Em termos quantitativos (frequências), também foram observados valores próximos entre albinos e animais de pigmentação normal, para todas as atividades, o que demonstra uma semelhança de comportamentos entre eles. Considerando que o pico de alimentação das rãs albinas ocorreu no amanhecer e na fase de claro, recomenda-se para os animais albinos, da mesma forma que foi recomendado para rãs de pigmentação normal, que a alimentação seja fornecida na fase de claro, sendo de grande importância que os animais encontrem ração e larvas disponíveis para o consumo no amanhecer.

Assim, em função das semelhanças entre atividades comportamentais de albinos e animais de pigmentação normal, não houve evidências de necessidade de uma alteração de conduta no manejo diário em um ranário. Portanto, a partir da análise dos comportamentos aqui observados, os animais albinos apresentam um bom potencial para serem usados na ranicultura. Mas, novas pesquisas são recomendadas para testar se o ambiente de ranários comerciais pode prejudicar o desenvolvimento de albinos, e se será preciso o uso de melhoramento genético nesse grupo particular de animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, C.W.; NISHIKAWA, K.C. A Prey-type dependent hypoglossal feedback system in the frog *Rana pipens*. **Brain, Behaviour and Evolution**, v.42, p.189-96, 1993.
- ANDERSON, C.W.; NISHIKAWA, K.C. The roles of visual and proprioceptive information during motor program choice in frogs. **Journal of Comparative Physiology A**, v.179, p.753-762, 1996.
- ASUQUO, M.E.; NGIM, O.; EBUGHE, G.; BASSEY, E.E. Skin cancers amongst four Nigerian albinos. **International Journal of Dermatology**, v.48, p.636-638, 2009.
- AUSTIN, J.D.; DÁVILA, J.A.; LOUGHEED, S.C.; BOAG, P.T. Genetic evidence for female-biased dispersal in the bullfrog, *Rana catesbeiana* (Ranidae). **Molecular Ecology**, v.12, p.3165-3172, 2003.
- BEE, M.A. Territorial male bullfrogs (*Rana catesbeiana*) do not assess fighting ability based on size related variation in acoustic signals. **Behavioral Ecology**, v.13, n.1, p.109-124, 2002.
- BEE, M.A. Within-individual variation in bullfrog vocalizations: Implications for a vocally mediated social recognition system. **J. Acoust. Soc. Am.**, v.116, n.6, p.3770-3781, 2004.
- BEE, M.A.; BOWLING, A.C. Socially Mediated Pitch Alteration by Territorial Male Bullfrogs, *Rana catesbeiana*. **Journal of Herpetology**, v.36, n.1, p.140-143, 2002.
- BEE, M.A.; GERHARDT, H.C. Neighbor-stranger discrimination by territorial male bullfrogs (*Rana catesbeiana*): I. Acoustic basis. **Animal Behaviour**, v.62, p.1129-1140, 2001a.
- BEE, M.A.; GERHARDT, H.C. Neighbor-stranger discrimination by territorial male bullfrogs (*Rana catesbeiana*): II. Perceptual basis. **Animal Behaviour**, v.62, p.1141-1150, 2001b.
- BEE, M.A.; GERHARDT, H.C. Individual voice recognition in a territorial frog (*Rana catesbeiana*). **Proceedings of the Royal Society of London Series B** 269, 2002. p.1443-1448.
- BERGEIJK, W.A.V. Anticipatory feeding behaviour in the bullfrog (*Rana catesbeiana*). **Animal Behaviour**, v.15, n.2-3, p.231-238, 1967.
- BINKLEY, S.K. Color on, color off. **Minnesota Conservation Volunteer**, nov-dez, 29-38, 2001.
- BONDARI, K. Comparative performance of albino and normally pigmented channel catfish in tanks, cages, and ponds. **Aquaculture**, v.37, n.4, p.293-301, 1984.
- BOUJARD, T.; LEATHERLAND, J.F. Circadian rhythms and feeding time in fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v.35, n.2, p.109-131, 1992.
- BUCHANAM, B.W. Effects of enhanced lightning on the behavior of nocturnal frogs. **Animal Behaviour**, v.45, p.893-899, 1993.
- BUSK, M.; JENSEN, F.B.; WANG, T. Effects of feeding on metabolism, gas transport, and acid-base balance in the bullfrog *Rana catesbeiana*. **Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol.**, v.278, p.185-195, 2000.

- CASALI, A.P. 2010. **Atividades comportamentais e comportamento alimentar de rã-touro**, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802), de pigmentação normal e albina em cativeiro. 2010. Tese (Doutorado em Psicobiologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2010.
- CASALI, A.P.; MOURA, O.M.DE; MENDES, R.R.B.; NOBREGA, I.C.C. Desempenho de rãs-touro (*Rana catesbeiana*), em fase pós-metamórfica, alimentadas com dietas contendo diferentes proporções de larvas de *Musca domestica*. In: **43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, João Pessoa-PB. 2006.
- CODDINGTON, E.; MOORE, F.L. Neuroendocrinology of context-dependent stress responses: vasotocin alters the effect of corticosterone on amphibian behaviors. **Hormones and Behavior**, v.43, p.222-228, 2003.
- COPPO, J.A. El medio interno de la "rana toro" (*Rana catesbeiana*, Shaw 1802). **Rev. Vet.**, v.14, n.1, p.25-41, 2003.
- CREE, A. Relationship between environmental conditions and nocturnal activity of the terrestrial frog, *Leiolepis archeyi*. **Journal of Herpetology**, v.23, p.61-68, 1989.
- DAZA, J.D.; CASTRO, F. Hábitos alimenticios de la rana toro (*Rana catesbeiana*) Anura: Ranidae en el Valle del Cauca, Colombia. **Rev. Acad Colomb. Cienc.**, v.23(suplemento especial), p.265-274, 1999.
- DESSINIOTI, C.; STRATIGOS, A.J.; RIGOPOULOS, D.; KATSAMBAS, A.D. A review of genetic disorders of hypopigmentation: lessons learned from the biology of melanocytes. **Experimental Dermatology**, v.18, p.741-749, 2009.
- DOBOSZ, K.; KOHLMANN, K.; GORYCZKO; KUZMINSKI, H. Growth and vitality in yellow forms of rainbow trout. **Journal of Applied Ichthyology**, v.16, p.117, 2000.
- DUELLMAN, W.E.; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1994.
- FISH AND WILDLIFE SERVICES. Aquarium displays rare albino bullfrogs. 1948. Disponível em: <http://www.fws.gov/news/historic/1948/19480825b.pdf> Acesso em: 10/10/2009.
- FROST, D. R.; GRANT, T.; FAIVOVICH, J.; BAIN, R.H.; HAAS, A.; HADDAD et al. 2006. The amphibian tree of life. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v.297, 370p.
- GONYOU, H.W. Why the study of animal behavior is associate with the animal welfare issue. **Journal of animal science**, v.72, p.2171-2177, 1994.
- GRAY, L.A.; O'REILLY, J.C.; NISHIKAWA, K.C. Evolution of forelimb movement patterns for prey manipulation in anurans. **Journal of Experimental Zoology**, v.277, p.417-424, 1997.
- HANTANO, F.H.; ROCHA, C.F.D.; SLUIS, M.V. Environmental factors affecting calling activity of a tropical diurnal frog (*Hylodes phyllodes*: Leptodactylidae). **Journal of Herpetology**, v.36, n.2, p.314-318, 2002.
- HARPAZA, S.; HAKIMA, Y.; BARKIA, A.; KARPLUSA, I.; SLOSMANA, T.; EROLDOGANA, O.T. Effects of different feeding levels during day and/or night on growth and brush-border enzyme activity in juvenile *Lates calcarifer* reared in freshwater re-circulating tanks. **Aquaculture**, v.248, p.325-335, 2005.
- HEILMAN, M.J.; SPIELER, R.E. The daily feeding rhythm to demand feeders and the effects of timed meal-feeding on the growth of juvenile Florida pompano, *Trachinotus carolinus*. **Aquaculture**, v.180, p.53-64, 1999.
- HOFFMAN, E.; BLOUIN, M.S. A review of colour and pattern polymorphisms in anurans. **Biological Journal of the Linnean Society**, v.70, p.633-665, 2000.
- HOPERSKAYA, O.A. The development of animals homozygous for a mutation causing periodic albinism (ap) in *Xenopus laevis*. **Embryol. Exp. Morph.**, v.34, n.1, p.253-264, 1975.
- HORNYAK, T.J. The developmental biology of melanocytes, and its application to understanding human congenital disorders of pigmentation. **Advances in Dermatology**, v.22, p.201-218, 2006.
- HÖTZEL, M.J.; MACHADO FILHO, L.C.P. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. **Revista de etologia**, v.6, p.03-15, 2004.
- KAEFER, I.L.; BOELTER, R.A.; CECHIN, S.Z. Reproductive biology of the invasive bullfrog *Lithobates catesbeianus* in southern Brazil. **Annales Zoologici Fennici**, v.44, n.6, p.435-444, 2007.
- KROMBER, G.J.G.R; CASTLE, D.; ZWANE, E.M.; JENKINS, T. Albinism and skin-cancer in southern-Africa. **Clinical Genetics**, v.36, n.1, p.43-52, 1989.
- LEE, K.A.; KING, R.A.; SUMMERS, G. Stereopsis in patients with albinism: clinical correlates. **Journal of AAPOS**, v.5, n.2, p.98-104, 2001.
- LIMA, S.L. Situação atual e perspectiva da ranicultura. **Panorama da aquicultura**, v.15, n.89, p.32-34, 2005.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **Ranicultura, técnicas e propostas para alimentação de rãs** (Informe técnico, 50). Viçosa-MG:UFV, 1984.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. 1992. **A tecnologia de criação de rãs**. Viçosa-MG: Imprensa Universitária, 1992.
- MILES, J. WILLIAMS, J.; HAILEY, A. Frog farming: investigation of biological and mechanical agents to increase the consumption of pelleted food by adult *Rana temporaria*. **Applied Herpetology**, v.1, n.3-4, p.271-286, 2004.
- MILLMAN, S.T.; DUNCAN, I.J.H.; STAUFFACHER, M.; STOOKEY, J.M. The impact of applied ethologists and the International Society for Applied Ethology in improving animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v.86, p.299-311, 2004.
- MITCHELL, J.C.; McGRANAGHAN, L. Albinism in American bullfrog (*Rana catesbeiana*) tadpoles from Virginia. **Banisteria**, v.25, p.51, 2005.

- MOOREA, I.T.; JESSOP, T.S. Stress, reproduction, and adrenocortical modulation in amphibians and reptiles. **Hormones and Behavior**, v.43, p.39-47, 2003.
- MOURA, O.M. A carne de rã como matéria-prima e seu uso em produtos derivados. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, v.34, p.68-73, 2003.
- NEVEU, M.M.; JEFFERY, G.; MOORE, A.T.; DAKIN, S.C. Deficits in local and global motion perception arising from abnormal eye movements. **Journal of Vision**, v.9, n.4, p.1-15, 2009.
- NISHIKAWA, K.C. Feeding in Frogs. In: **Feeding: form, function and evolution in tetrapod vertebrates**. San Diego: K. Schwenk, ed., Academic Press, 2000. p.117-144.
- NISHIKAWA, K.C. Neuromuscular control of prey capture in frogs. **Phil.Trans. R. Soc. Lond. B**, v.354, p.941-954, 1999.
- NISHIKAWA, K.C.; ANDERSON, C.; DEBAN, S.; O'REILLY, J. The evolution of neural circuits controlling feeding behavior in frogs. **Brain, Behavior and Evolution**, v.40, p.125-140, 1992.
- NISHIOKA, M.; OHTANI, H.; SUMIDA, M. Chromosomes and the sites of five albino gene loci in the *Rana nigromaculada* group. **Sci. Rep. Lab. Amphibian Biol.**, v.9, p.1-52, 1987.
- O'REILLY, J.C.; DEBAN, S.M.; NISHIKAWA, K.C. Derived life history characteristics constrain the evolution of aquatic feeding behavior in adult amphibians. **Topics in Functional and Ecological Vertebrate Morphology**, p. 153-190, 2002.
- ØVERLI, Ø.; KORZAN, W.J.; HÖGLUND, E.; WINBERG, S.; BOLLIG, H.; WATT, M.; et al. Stress coping style predicts aggression and social dominance in rainbow trout. **Hormones and Behavior**, v.45, p.235-241, 2004.
- ORLOW, S. J. Albinism: An Update. **Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery**, v.116, n.1, p.24-29, 1997.
- PARKER, M.L.; GOLDSTEN, M.I. Diet of the Rio Grande Leopard Frog (*Rana berlandieri*) in Texas. **Journal of Herpetology**, v.38, n.1, p.127-130, 2004.
- PASSERON, T.; MANTOUX, F.; ORTONE, J. Genetic disorders of pigmentation. **Clinics in Dermatology**, v.23, p.56-67, 2005.
- PEARL, C.A. Observations of interspecific amplexus between Western North American ranid frogs and the introduced American bullfrog (*Rana catesbeiana*) and an hypothesis concerning breeding interference. **Am. Midl. Nat.**, v.154, p.126-134, 2005.
- POUGH, F.H. Recommendations for the care of amphibians and reptiles in academic institutions. **ILAR Journal, Supplement**, v.33, p.1-21, 1991.
- PRYOR, G.S. Growth rates and digestive abilities of bullfrog tadpoles (*Rana catesbeiana*) fed algal diets. **Journal of Herpetology**, v.37, n.3, p.560-566, 2003.
- REEDER, W.G. The digestive system. In: MOORE, J.A. (Ed.) **Physiology of the Amphibia**. New York: Academic Press, 1964. p.99-209.
- ROCHA, L.M.; MOREIRA, L.M.A. Diagnóstico laboratorial do albinismo oculocutâneo. **Bras Patol Med Lab.**, v.43, n.1, p.25-30, 2007.
- ROTH, G.; NISHIKAWA, K.C.; WAKE, D.B.; DICKE, U.; MATSUSHIMA, T. Mechanics and neuromorphology of feeding in amphibians. **Netherlands Journal of Zoology**, v.40, p.115-135, 1990.
- SCHEINFELD, N.S. Syndromic albinism: A review of genetics and phenotypes. **Dermatology Online Journal**, v.9, n.5, p.5, 2003.
- SCHRAERMEYER, U.; HEIMANN, K. Current understanding on the role of retinal pigment epithelium and its pigmentation. **Pigment Cell Res.**, v.12, p.219-236, 1999..
- SMALLCOMBE, W.A. Albinism in *Rana temporaria*. **Journal of Genetics**, v.49, n.3, p.286-291, 1949.
- STINCHCOMBE, J.; BOSSI, G.; GRIFFITHS, G.M. Linking albinism and immunity: the secrets of secretory lysosomes. **Science**, v.305, p.55-59, 2004.
- SUMIDA, M.; NISHIOKA, M. Geographic variability of sex-linked loci in the Japanese brown frog, *Rana japonica*. **Sci. Rep. Lab. Amphibian Biol.**, v.139, p.173-195, 1994.
- THORGAARD, G.H. Incidence of albinos as a monitor for induced triploid in rainbow trout. **Aquaculture**, v.137, p.121-130, 1995.
- TOFT, C.A. Feeding ecology of Panamanian litter anurans: patterns in diet and foraging mode. **Journal of Herpetology**, v.15, p.139-144, 1981.
- VALDEZ, C.M.; NISHIKAWA, K.C. Sensory modulation and behavioral choice during feeding in the Australian frog, *Cyclorana novaehollandiae*. **J Comp Physiol A**, v. 180, p.187-202, 1997.
- VALDIMARSSON, S.K.; METCALFE, N.B.; THORPE, J.E.; HUNTINGFORD, F.A. Seasonal changes in sheltering: effect of light and temperature on diel activity in juvenile salmon. **Animal Behaviour**, v.54, p.1405-1412, 1997.
- VIDAURRI-SOTELO, A.L.; MARCÍAS-ZAMORA, R.; CABELLO, M.G. Albinism in sailfish (*Istiophorus platypterus*) found in the coast of Colima, México. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.8, n.4, 669-671, 2005.
- WITKOP, C.J. Albinism - Hematologic-storage disease, susceptibility to skin-cancer, and optic neuronal defects shared in all types of oculocutaneous and ocular albinism. **Alabama Journal of Medical Sciences**, v.16, n.4, p.327-330, 1979.
- WU, Z.; LI, Y.; WANG, Y.; ADAMS, M.J. Diet of introduced bullfrogs (*Rana catesbeiana*): predation on and diet overlap with native frogs on Daishan Island, China. **Journal of Herpetology**, v.39, n.4, p.668-674, 2005.

# CAPÍTULO 3

## **SISTEMA DE CRIAÇÃO DE RÃS**

Marta Verardino De Stéfani  
Cleber Fernando Menegasso Mansano  
Marcelo Maia Pereira  
Eduardo Pahor Filho



O sistema de criação de rãs denominado Anfigranja foi desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa (LIMA e AGOSTINHO, 1988, 1992). Suas instalações são distribuídas em três locais distintos: setor de reprodução, setor de girinos e setor de recria ou engorda, onde é empregado um manejo estritamente racional e profilático.

## SETOR DE REPRODUÇÃO

O ciclo de criação de rãs em cativeiro tem início no setor de reprodução. Neste local, os reprodutores fora do período reprodutivo são mantidos separados ou não pelo sexo (machos e fêmeas) em baias de manutenção, as quais apresentam estrutura semelhante às baias de recria, mas de tamanho menor, contendo abrigos mais altos (8 cm de altura), piscina (25-30 cm de profundidade) e cochos alimentares (vibratórios ou lineares), distribuídos em volta da piscina.

Para o melhor desenvolvimento das gônadas dos reprodutores, o fotoperíodo deve ser mantido com 12,6/11,4h (L/E), a temperatura do ar entre 26 a 29°C e da água 28°C (FIGUEIREDO *et al.*, 2001). No manejo diário, a água da piscina é renovada para retirada de fezes, urina, exúvia e as sobras de alimento. Como ainda não há uma tabela de exigência nutricional para os reprodutores, os mesmos são alimentados com ração comercial de peixes carnívoros (3-5% do peso vivo/dia) com alto nível proteico (40 a 45%), consorciada ou não com larvas de moscas domésticas, três vezes ao dia (8h, 11h e 17h), nos cochos alimentares (LIMA e AGOSTINHO, 1992).

No período reprodutivo, machos e fêmeas são selecionados de acordo com características morfológicas favoráveis e, transferidos para as baias de acasalamento, que podem ser individuais (2,5m<sup>2</sup>) (Figura 1A) ou coletivas (10m<sup>2</sup>) (Figuras 1B e 1C). Quando ocorre a reprodução natural, os casais são formados aleatoriamente, e a proporção de macho:fêmea utilizada pode ser de 1:1 ou 1:2. Na reprodução induzida utiliza-se hormônios comerciais, LHRHa ou acetato de buserelina (CRIBB *et al.*, 2013).



FIGURA 1- A. BAIAS DE ACASALAMENTO INDIVIDUAL (FONTE: LIMA E AGOSTINHO, 1992).



**FIGURA 1- B.** BAÍA DE ACASALAMENTO COLETIVO, DETALHE PARA AONDE OCORRE A MANUTENÇA DOS REPRODUTORES (FOTO DE STÉFANI).



**FIGURA 1- C.** BAÍA DE ACASALAMENTO COLETIVO, DETALHE PARA OS TANQUES DE ACASALAMENTO (FOTO DE STÉFANI).

## SETOR DE GIRINOS

As desovas coletadas no setor de reprodução são transferidas inicialmente para tanques menores, aonde ocorre o desenvolvimento embrionário e posteriormente a eclosão e desenvolvimento das larvas. Esses tanques podem ser de alvenaria (Figura 2A), caixas de plástico ou de polietileno (Figura 2B), com entrada e saída individuais de água. É importante nessa fase que não ocorra sobreposição dos ovos nos tanques, portanto dependendo do tamanho da desova, utiliza-se mais de um tanque.



**FIGURA 2- A. TANQUES DE ALVENARIA PARA ECLOSÃO DAS DESOVAS E DESENVOLVIMENTO INICIAL DOS GIRINOS (FOTO DE STÉFANI).**



**FIGURA 2- B. CAIXAS DE PLÁSTICO ADAPTADAS PARA ECLOSÃO DAS DESOVAS E DESENVOLVIMENTO INICIAL DOS GIRINOS (FOTO DE STÉFANI).**

O início da alimentação dos girinos ocorre após a reabsorção do saco vitelínico, nessa fase os mesmos são transferidos para tanques maiores, denominados de crescimento e metamorfose. Geralmente esses tanques são retangulares, de cimento, com profundidade média de 1m, entrada de água superior e saída inferior, com renovação de água de até 25% do volume total/dia (CRIBB *et al.*, 2013). A densidade utilizada é de 1girino/2L de água (CRIBB *et al.*, 2013), portanto suas dimensões variam de acordo com a meta de produção do ranicultor. Apresentam uma rampa em um dos lados, com uma canaleta, aonde os imagos caem e são coletados no clímax da metamorfose (Figura 2C), facilitando o manejo (LIMA, 2012). No sistema intensivo os girinos dependem exclusivamente do alimento ofertado, visto que há pouca produção de alimento vivo, representado somente pelo perifiton formado nas paredes dos tanques. Pinto *et al.* (2015) recomendam o uso de ração farelada contendo 27,7% de proteína digestível.



**FIGURA 2- C. TANQUE DE METAMORFOSE (FOTO DE STÉFANI).**

Outra opção é o uso de viveiros de terra escavados (Figura 2D) os quais devem ser construídos em solo pouco permeável, com textura argilo-arenosa, com leve declividade (1-3%) e com entrada e saída de água individuais e suficiente para facilitar as despescas, esvaziamentos e drenagem de água com restos de ração e fezes. Nesse sistema ocorre produção de alimento natural (fitoplâncton e zooplâncton), o que pode reduzir o custo de alimentação com ração, que é o item mais caro da cadeia produtiva. A densidade de estocagem utilizada é menor (1 girino/3L), proporcionando maior espaço disponível por animal, o que pode melhorar o desenvolvimento (LIMA e AGOSTINHO, 1992).



**FIGURA 2- D. VIVEIRO ESCAVADO DE TERRA (FOTO DE STÉFANI).**

Independentemente do tipo de tanque de girinos utilizado, a manutenção da qualidade da água é essencial para o bom desenvolvimento dos animais. Por isso, a renovação diária de água é um fator primordial, mantendo os seguintes parâmetros de qualidade de água: temperatura (21 a 25°C), pH (6,5-7,5), amônia (até 0,7 mg/L), nitrito (até 1 mg/L), O<sub>2</sub>D (não inferior a 1,5 mg/L) e transparência (20 a 40cm) (CRIBB *et al.*, 2013).

Também é necessário proteger os animais contra predação, através da cobertura dos tanques com telas de sombrite (50% de transparência) ou telas de passarinho; e contra fuga com muros (50 cm de altura) instalados em volta das instalações (CRIBB *et al.*, 2013).

Novos estudos com tanques modernos que facilitem o manejo e também, novas alternativas para o tratamento de efluentes tornam-se necessários para melhorar a qualidade dos girinos ofertados, tornando o sistema economicamente viável e ecologicamente correto.

## SETOR DE RECRIA OU ENGORDA

Os imagos, animais recém metamorfoseados, são transferidos para o setor de recria ou engorda, constituído por baias de alvenaria que ficam no interior de um galpão de alvenaria coberto com telhas, com abertura e cortinas de lona escamoteável nas laterais para controlar a circulação de ar e proteger do excesso de sol, chuva e frio (Figura 3A).



**FIGURA 3- A. GALPÃO DE ENGORDA DE RÃS (FOTO DE STÉFANI).**

As baias são equipadas com três itens principais: cochos alimentares, piscina e abrigos dispostos linearmente. Nos cochos alimentares coloca-se a ração e devem ser projetados de forma contínua, de maneira a oferecer amplo acesso das rãs ao alimento, sem causar competição. A piscina serve para que as rãs se hidratem, regulem a temperatura corporal e façam suas necessidades fisiológicas. O abrigo é um local onde as rãs descansam e se refugiam, tendo uma função primordial na uniformização do plantel nas baias. Podem ser construídos de cimento ou madeira e sua altura deve permitir a entrada e saída dos animais, confortavelmente. O piso deve possuir declividade de 0,15%, evitando que ocorra acúmulo de água dentro dos abrigos (LIMA e AGOSTINHO, 1992). Atualmente, algumas anfigranjas dispensam o uso dos abrigos, visto que eles podem esconder animais doentes, mortos e até mesmo predadores, uma vez que não são retirados no manejo diário.

As anfigranjas mais antigas apresentam dois tipos de baias: baia inicial, onde os imagos são estocados na densidade de 100/m<sup>2</sup>, permanecendo até atingirem, aproximadamente 40 g de peso vivo. Após, são transferidos para as baias de crescimento e terminação (50/m<sup>2</sup>), onde permanecerão até atingirem o peso de abate (LIMA e AGOSTINHO, 1992).

As anfigranjas atuais utilizam a baia única ou versátil, desenvolvida por Lima (1997), aonde o imago é colocado nessa baia e permanece até atingir o peso de abate. A baia apresenta aproximadamente 4,28m<sup>2</sup> de largura, com o comprimento variável, dependendo da produção do ranicultor. A piscina é central, disposta linearmente por toda baia. Na fase inicial da engorda (animais com até 40g de peso vivo) a piscina tem uma área maior, incluindo o degrau de acesso para facilitar a saída dos imagos e para que a água esteja próxima do cocho (Figura 3B); na fase de terminação (animais com mais de 40g), a piscina se restringe à parte central (Figura 3C). O abastecimento de água deve ser individual, com uma torneira comum em uma das extremidades da piscina. A saída da água com os dejetos é feita na extremidade oposta através de um ralo ligado a um cotovelo de drenagem.

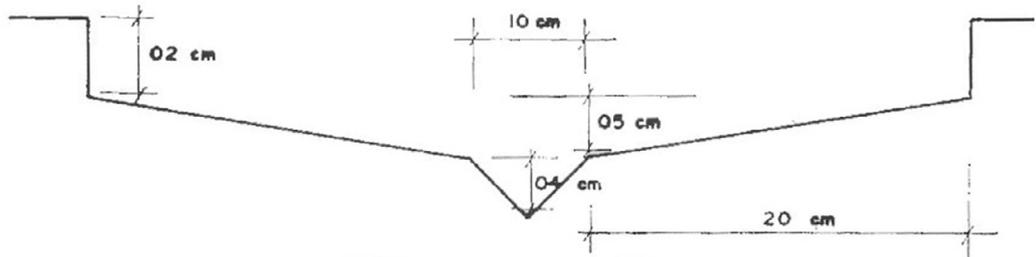


**FIGURA 3- B. BAIÁ ÚNICA OU VERSÁTIL. DETALHE PARA OS COMPONENTES DO PISO, AONDE A ÁGUA DA PISCINA FICA MAIS PRÓXIMA DOS COCHOS E O ABRIGO ESTÁ NA ALTURA DE 3CM PARA A FASE INICIAL DA ENGORDA (FOTO DE STÉFANI).**



**FIGURA 3- C. BAIÁ ÚNICA OU VERSÁTIL. DETALHE PARA A PISCINA E MAIS UMA FILEIRA DE ABRIGO COM 6 CM DE ALTURA PARA A FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO DA ENGORDA (FOTO DE STÉFANI).**

O cocho é linear, disposto longitudinalmente, um de cada lado da piscina, de cimento, com o fundo em formato de “V” ou “U”, onde é oferecido ração consorciada com larvas de mosca doméstica para a alimentação das rãs (Figura 3D). Outra opção seria o uso de cochos vibratórios (80 x 34 cm) dispostos linearmente ao lado da piscina. São formados de uma barra de alumínio (2,5 cm) e tela de nylon (5 mm entre nós) (Figura 3E). Apresenta uma chapa galvanizada (59,4 x 4,5 cm) no centro, com um conversor ligado a um timer, para regular o tempo de vibração, geralmente, de 15 em 15 minutos (PAHOR-FILHO *et al.*, 2015). Nesse caso é oferecido somente ração aos animais.



COCHO - CORTE TRANSVERSAL

**FIGURA 3- D. CORTE TRANSVERSAL DO COCHO DA BAIÁ ÚNICA OU VERSÁTIL (FONTE: LIMA, 1997).**



**FIGURA 3- E. DETALHE DO COCHO VIBRATÓRIO (FOTO DE STÉFANI).**

Os abrigos, de madeira ou cimento, são construídos com duas alturas, 3 e 6 cm. Na fase inicial usa-se virado com a altura de 3cm para baixo e apenas nas laterais da baia. Quando as rãs estão maiores usa-se altura de 6cm para baixo. Quando as rãs têm mais de 120g, há necessidade de mais espaço de abrigo, para isso uma fileira adicional de abrigos é colocada entre a piscina e o cocho.

No manejo diário das rãs no setor de recria ou engorda as baias são limpas com uma vassoura individual, as sobras de alimento são retiradas e a água da piscina é esvaziada e renovada, para evitar acúmulo de fezes, urina, alimento e exúvia. Os animais são alimentados com ração comercial para peixes carnívoros com alto nível proteico (40 a 45%), consorciada ou não com larvas de moscas domésticas, nos cochos alimentares (LIMA e AGOSTINHO, 1992). O consumo alimentar varia de 5,2 a 1,2% do peso vivo dos animais/dia (LIMA *et al.*, 2003). Na fase inicial os peletes tem que ser menores (2-3 mm) e na fase de crescimento e terminação maiores (6-8 mm). Devido ao crescimento heterogêneo observado principalmente na fase inicial dos animais, é imprescindível a realização de triagens, separando-se os animais por tamanho semelhantes para evitar o canibalismo.

## SISTEMA INUNDADO

O sistema inundado foi desenvolvido na década de 90 na Ásia, principalmente em Taiwan e Tailândia. Na América Latina foi adotado pelo Brasil, Argentina, Uruguai, Equador, Guatemala e México (FAO, 2005). Esse Sistema é utilizado somente na fase de engorda, ou seja, a partir de imago até o animal atingir o peso de abate.

Vários tipos de materiais podem ser utilizados na construção das baias de engorda (Figuras 4A e 4B). O piso e os primeiros 10 cm da parede devem ser de concreto impermeabilizado ou revestidos com polietileno para evitar a infiltração de água. (MAZZONI, 1997). O fluxo de água deve ser constante através de entrada e saída de água individuais (FLORES-NAVA, 2000). Todo piso da baia é coberto com água, sendo que a altura da água varia de 1 a 5 cm de acordo com o tamanho do animal, de modo que ele fique apoiado no piso e com a cabeça de fora (Figura 4C) (MAZZONI, 1997).



**FIGURA 4- A. BAIAS INUNDADAS DE ALVENARIA (FOTO DE STÉFANI).**



**FIGURA 4- B. BAIÁ INUNDADA COM A BASE DE FIBRA DE VIDRO (FOTO DE STÉFANI).**



**FIGURA 4- C. ALTURA DA ÁGUA VARIA COM O TAMANHO DOS ANIMAIS (FOTO DE STÉFANI).**

As baias normalmente são construídas no interior de um galpão de alvenaria ou estufa de polietileno com boa ventilação, não devem ser maiores do que 15 m<sup>2</sup> e a altura das paredes pelo menos 80 cm para evitar que as rãs passem de uma baia para outra (MAZZONI, 1997). A densidade utilizada atualmente pelos ranicultores é cerca de 80 a 100 rãs/m<sup>2</sup>, variando de acordo com o tamanho dos animais e a temperatura ambiente do local; estudos para definir a densidade ideal são necessários para melhorar a produtividade dos ranários.

Nesse sistema não se utiliza abrigos e cochos. A ração utilizada deve ser extrusada, pois é colocada diretamente na água e deve flutuar por alguns minutos (MAZZONI,

1997; MELLO, 2001). Geralmente é fornecida 2 a 3 vezes ao dia, tomando-se o cuidado para não haver sobras de ração, que afundam com o movimento das rãs eutrofisando a água. Outra possibilidade é o uso de alimentadores automáticos (AGOSTINHO *et al.*, 2010) que liberam o alimento na superfície da água (OLIVEIRA *et al.*, 2009; CASTRO *et al.*, 2012) e facilita o manejo alimentar, possibilitando o fornecimento de pequenas quantidades de ração com alta frequência alimentar (Figura 4D). Estudo avaliando diferentes frequências alimentares (6, 24 e 46 alimentações/dia) para rãs-touro em baias inundadas equipadas com alimentadores automáticos observou-se maior ganho em peso com 46 alimentações/dia, entretanto a conversão alimentar e a digestibilidade da proteína e disponibilidade de cálcio e fósforo não foram influenciadas (CASTRO *et al.*, 2012).

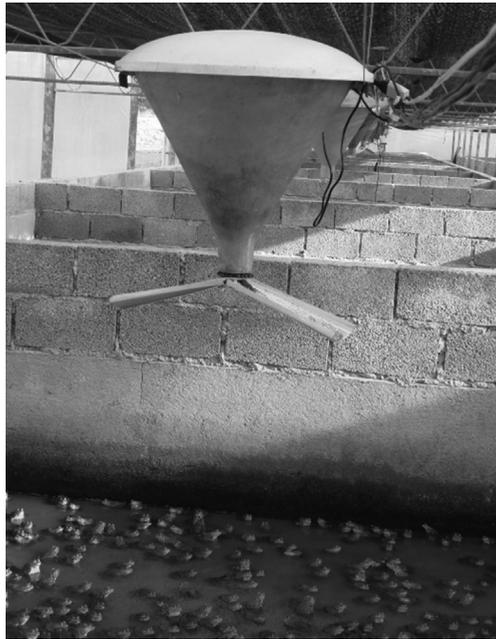
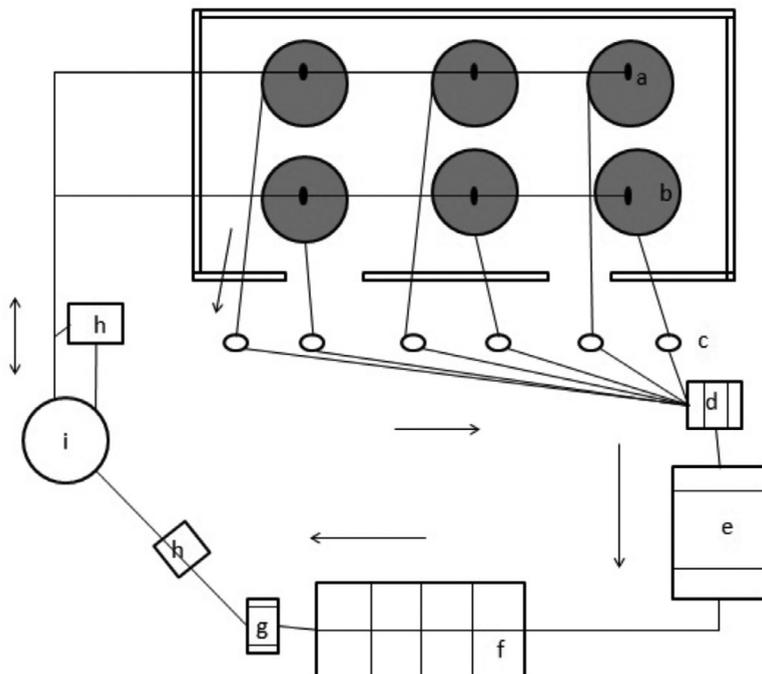


FIGURA 4- D. ALIMENTADOR AUTOMÁTICO (FOTO DE STÉFANI).

Diariamente a água das baias deve ser retirada para remoção da amônia, fósforo provenientes do excesso de alimento e das excretas das rãs; em seguida água limpa deve ser repostada. Essa água que é descartada diariamente acelera a eutrofização no corpo receptor, como por exemplo rios, represas, etc (BORGES *et al.*, 2012). Uma alternativa que diminui a carga de nutrientes no corpo receptor é a construção de “wetlands” (BORGES e SIPAÚBA-TAVARES, 2017). Outra opção para diminuir o consumo de água e a descarga de nutrientes é o sistema de recirculação de água proposto por Mello *et al.* (2016) (Figura 5).

As principais vantagens da utilização do sistema inundado são a eliminação do uso da larva de mosca, redução da mão de obra, uso de altas densidades de animais, crescimento mais homogêneo e diminuição do canibalismo (MAZZONI, 1997). Esses fatores aumentam a produtividade e diminuem os custos do ranário.

As baias inundadas para criação de rãs têm sido pouco estudadas, portanto vários aspectos ainda precisam ser solucionados tais como: taxa ideal de renovação diária de água, densidade ideal de acordo com a idade dos animais e temperatura ambiente, limpeza ideal das baias, presença ou ausência de parte seca na baia, etc.



**FIGURA 5- SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA PARA PRODUÇÃO DE RÃS.**  
 (A) ENTRADA DE ÁGUA, (B) BAIJA INUNDADA, (C) CAIXA DE INSPEÇÃO,  
 (D) CAIXA DE SEPARAÇÃO DOS SÓLIDOS, (E) TANQUE SÉPTICO,  
 (F) BIOFILTRO ANAERÓBICO DIVIDIDO EM TRÊS CÂMERAS E UMA FINAL DE POLIMENTO,  
 (G) CAIXA DE ESTOCAGEM DE ÁGUA, (H) BOMBA, (I) BIOFILTRO AERÓBICO (FONTE: MELLO *ET AL.*, 2016).

## SISTEMA DE TANQUES-REDE

Os tanques-rede podem ser utilizados na ranicultura no caso da produção de girinos em viveiros de terra escavada, bem como na engorda de rãs-touro em policultivo com tilápia-do-Nilo.

Para a produção de girinos, o tanque-rede impede que os mesmos entrem em contato com o fundo do viveiro e permite a separação dos animais em diferentes lotes, buscando uniformidade do tamanho e da metamorfose. Nesse caso, recomenda-se a densidade de estocagem de até 2,5 girinos/L, entretanto, em um estudo utilizando densidades menores, houve produção de girinos maiores, lotes mais uniformes e maior sobrevivência (HAYASHI *et al.*, 2004).

Outra alternativa para o uso de tanques-rede é na realização de pesquisas, pois permite aumentar o número de repetições, devido ao laboratório possuir quantidade limitada de tanques como unidades experimentais (MARTINO *et al.*, 2012).

A partir da fase de imagos, a utilização de tanques-rede proporciona um ambiente adequado para a recria e engorda das rãs. Dessa forma, não ocorrem grandes oscilações térmicas da água durante o dia e à noite devido ao grande volume de água, há menor proliferação de bactérias patogênicas e também menor estresse dos animais, pois não ocorre a limpeza diária das instalações. Além disso, pode fornecer uma receita adicional com a produção de tilápias.

O primeiro estudo realizado utilizou tanques-rede distribuídos em viveiros escavados (72 m<sup>2</sup>) contendo tilápias-do-Nilo. Os tanques-rede (1m largura x 1m comprimento x 1,2m de altura) foram confeccionados com malhas de tela metálica (16 mm), recoberta com PVC, evitando a fuga dos imagos com peso superior a 25g. A tampa, recoberta com tela, deslizava sobre um trilho, evitando a fuga dos animais durante o manejo. No interior do tanque havia uma plataforma telada, o que possibilitava ajustar uma lâmina de água de 2 a 5cm de acordo com o tamanho das rãs e um abrigo com 3cm de altura x 30cm de largura (Figura 6A). Os autores observaram que as diferentes densidades de rã-touro utilizadas nos tanques-rede (28, 56 e 84 rãs) não influenciaram o desempenho das rãs no período do inverno (SOUSA *et al.*, 2010).

Posteriormente, foi desenvolvido por CASTRO *et al.* (2014a) uma baía de polipropileno (0,70 m x 0,70 m x 0,15 m), instalada dentro de um tanque-rede (1 m<sup>3</sup>) contendo tilápias. Na parte superior da baía havia uma abertura, onde foi instalado o alimentador automático (AGOSTINHO *et al.*, 2010). As paredes laterais foram totalmente fechadas para manter o alimento e o conforto dos animais; o piso é de tela de metal coberta com PVC para facilitar a saída das fezes e restos de alimento, mantendo a qualidade da água dentro do tanque-rede. No interior da baía foi instalado um abrigo (0,65 m x 0,29 m x 0,10 m) de madeira e PVC para que as rãs tivessem uma superfície seca para termorregulação (Figura 6B) Nesse sistema, utilizando 43 rãs/baía de polipropileno dentro de um tanque-rede com 30 alevinos de tilápias-do-Nilo, que se alimentavam somente com as sobras de ração, Castro *et al.* (2014a) recomendaram alta frequência alimentar (96 refeições/dia). Tais dados evidenciaram um sistema de criação eficiente e sustentável, com menor impacto das sobras de ração sobre o ambiente aquático. Portanto, em tanques-rede a utilização de alimentadores automáticos é indispensável para melhor desempenho dos animais.

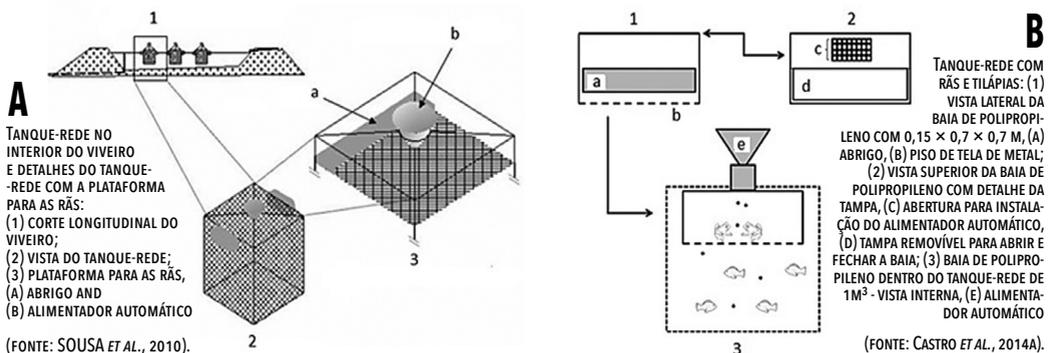


FIGURA 6- SISTEMA DE TANQUE-REDE.

A alimentação da rã-touro em tanques-rede pode ser realizada nos períodos diurno, noturno ou diurno/noturno, com bons resultados de desempenho produtivo (Figura 7). Recomenda-se 96 refeições/dia para os períodos diurno e diurno/noturno, e 48 refeições/dia para o período noturno para a alimentação de rãs-touro em tanque-rede, com peso médio entre 79 a 255g, criadas no período de outono e inverno, cuja temperatura média da água varia entre 16,3 e 20,7°C (CASTRO *et al.*, 2014b).

Novas pesquisas serão necessárias para aprimorar esse sistema de criação, principalmente com as demais fases de crescimento das rãs, densidades de estocagem de ambas as espécies (rãs e tilápias), e durante as outras estações do ano.



**FIGURA 7**-BAIAS DE POLIPROPILENO COM ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS INSTALADOS DENTRO DE TANQUES-REDE DISTRIBUÍDOS LINEARMENTE EM UM VIVEIRO (FONTE: CASTRO *ET AL.* 2014B).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, L.C.; AGOSTINHO, L.M.; SOUSA, R.M.R.; KUNII, E.K.; ARGENTIM, D.; CASTRO, C.S.; AGOSTINHO, S.M.M. (PI10055363, December 03). Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Brazil, 2010. 17p.
- BORGES, F.F.; AMARAL, L.G.; STÉFANI, M.V. Characterization of effluents from bullfrog (*Lithobates catesbeianus*, Shaw, 1802) grow-out ponds. **Acta Limnologica Brasiliense**, v.24, p.160-166, 2012.
- BORGES, F.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Treatment of bullfrog farming wastewater in a constructed wetland. **Journal of Water Resource and Protection**, v.9, p.57-589, 2017.
- CASTRO, C.S.; AGOSTINHO, C.A.; ARGENTIM, D.; ALEXANDRE, J.S.; OLIVEIRA, L.C.; SOUSA, R.M.R.; PADILHA, P.M. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs fed in high and low frequency. **Aquaculture**, v.326, p.123-128, 2012.
- CASTRO, C.S.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P.K.; COSTA, J.M.; MENEZES, C.S.M.; CONTIN NETO, A.; VIEIRA, J.C.S.; PADILHA, P.M.; AGOSTINHO, C.A. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs raised in cages and fed in different periods and high frequency. **Aquaculture**, v.433, p.1-5, 2014b.

- CASTRO, C.S.; RIBEIRO, R.Z.; AGOSTINHO, L.M.; SANTOS, A.A.D.; CARMELIN JR, C.A.; CHAN, R.V.; FAVERO NETO, J.; AGOSTINHO, C.A. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. **Aquacultural Engineering**, v.61, p.43-48, 2014a.
- CRIBB, A.Y.; AFONSO, A.M.; MOSTÉRIO, C.M.F. 2013. **Manual Técnico de Ranicultura**. Embrapa: Editora, 2013. 73p.
- FAO, Cultured Aquatic Species Information Programme. *Rana catesbeiana*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Flores Nava, A. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 9 February 2005. [Cited 21 February 2017]. [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rana\\_catesbeiana/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rana_catesbeiana/en)
- FIGUEIREDO, M.R.C.; LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A.; BAÊTA, F.C. Efeito da temperatura e fotoperíodo sobre o desenvolvimento do aparelho reprodutor da rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.916-923, 2001.
- FLORES-NAVA, A. Bullfrog farming: comparison of inundated and semi-dry on growing methods. **Global Aquaculture Advocate**, v.1, n.1, p. 52-54, 2000.
- HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; GALDIOLI, E.M.; FURUYA, V.R.B.; BOSCOLO, W.R. Desenvolvimento de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) cultivados em diferentes densidades de estocagem em tanque-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.14-20, 2004.
- LIMA, S.L. **Criação de rãs (Sistema Anfigranja)**, CPT, Viçosa, (Manual Técnico, 8), 1997. 48p.
- LIMA, S.L. **Criação de rãs - Novas Tecnologias**, Viçosa, CPT, 2012. 260p.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **A criação de rãs**. Rio de Janeiro:Globo, 1988. 187p.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **A tecnologia de criação de rãs**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1992. 168p.
- LIMA, S.L.; CASALI, A.P.; AGOSTINHO, C.A. Desempenho zootécnico e percentual de consumo de alimento de rã-touro (*Rana catesbeiana*) na fase de recria (pós-metamorfose) do sistema anfigranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.505-511, 2003.
- MARTINO, R.C.; SEIXAS FILHO, J.T.; BASTOS, D.L.; RAMOS, F.R.M.; KATO, M.M. Proximate composition and growth response of bullfrog (*Lithobates catesbeinus*, Shaw 1802) tadpoles fed diets formulated with different lipid levels. In AQUA 2012, Praga, 2012, **Anais...** Praga: European Aquaculture Society, 2012. CD.
- MAZZONI, R. Sistema inundado de cria de ranas. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 9. INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY, 2, 1997, Santos. **Anais...**Santos: ABETRA/ABCR, 1997. p. 151-160.
- MAZZONI, R.; CARNEVIA, D.; ALTIERI, W.; MATSUMARA, Y. Cria de ranas em ‘Sistema Inundado’, experiências em ranários comerciais. In: INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY, 1, ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 8, 1995, Viçosa. **Anais...**Viçosa, 1995. p.121-122.
- MELLO, S.C.R.P. Sistema inundado de criação de rãs. Ensaios experimentais. In: Ciclo de palestras sobre ranicultura do Instituto de Pesca, 1, **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, v. 31, 2001.
- MELLO, S.C.R.; OLIVEIRA, R.R.; PEREIRA, M.M.; RODRIGUES, E.; SILVA, W.N.; SEIXAS FILHO, J.T.S. Development of a water recirculating system for bullfrog production: technological innovation for small farmers. **Ciência e Agrotecnologia**, v.40, n.1, p.67-75, 2016.
- OLIVEIRA, F.A.; AGOSTINHO, C.A.; SOUSA, R.M.R.; LIMA, S.L.; GONÇALVES, H.C.; ARGENTIM, D.; CASTRO, C.S. Manejo alimentar com dispensador automático na recria de rã-touro. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.589-592, 2009.
- OLIVEIRA, G.A. Instalação de ranários. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTORES, 3, 1983, Uberlândia. **Anais...**Uberlândia:MA/MEC/UFU, 1983. p 41-58.
- PAHOR-FILHO, E.; PEREIRA, M.M.; STÉFANI, M.V. A vibrating feeder tray improves bullfrog production. **Aquacultural Engineering**, v.68, p.6-9, 2015.
- PINTO, D.F.H.; MANSANO, C.F.M.; STÉFANI, M.V.; PEREIRA, M.M. Optimal digestible protein level for bullfrog tadpoles. **Aquaculture**, v.440, p.12-16, 2015.
- SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A.; ARGENTIM, D.; OLIVEIRA, L.C.; WECHSLER, F.S.; AGOSTINHO, S.M.M. Recria de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em tanques rede alojados em viveiros de tilápia. **Archivos de Zootecnia**, v.59, p.31-38, 2010.
- VIZOTTO, L.D. **Ranicultura**. São José do Rio Preto, 1975. 43p.

# CAPÍTULO 4

## **REPRODUÇÃO DE RÃS-TOURO DE CRIAÇÃO**

Marcelo Maia Pereira



## 1. INTRODUÇÃO

**E**m qualquer setor agropecuário, a reprodução de indivíduos é que determina o sucesso de uma produção. Nos ranários, a reprodução da rã-touro ocorre de forma natural nos meses de setembro até março, meses que no Brasil correspondem ao período de primavera e verão que possuem como características temperatura elevada, fotoperíodo com maior tempo de luz (superior a 12 horas) e umidade alta (acima de 70%).

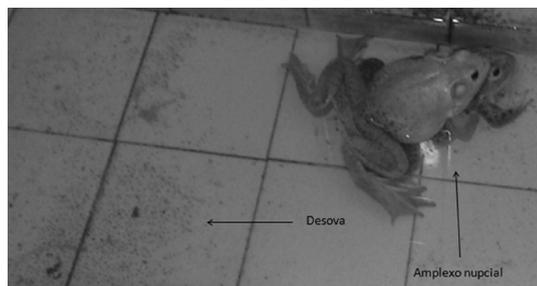
O tripé entre a temperatura, fotoperíodo e umidade ideais variam com a espécie e são essenciais para a maturação dos gametas masculinos (espermatozoides) e femininos (ovócitos). No caso da rã-touro, necessita de temperatura entre 25 a 30°C, fotoperíodo com 14 horas de luz e umidade acima dos 70% para que ocorram reproduções de forma adequada com altos índices de eclosão (Figueiredo *et al.*, 2001). Essas condições são facilmente encontradas no período da primavera e verão na maior parte do Brasil, confirmando parte do grande sucesso de adaptação da espécie no Brasil.

Uma característica reprodutiva importante da fêmea de rã-touro é o grande número de ovócitos produzidos; na primeira desova em média possuem 3.000 a 5.000 ovócitos, número pequeno em relação à de fêmeas com quatro a cinco anos de vida reprodutiva, produzindo até 24.000 ovócitos (Ribeiro Filho *et al.*, 1998).

Outro fator relevante para o sucesso da reprodução são as instalações onde os animais serão alojados durante o período de acasalamentos ou de manutenção, período que os animais se recuperam da temporada reprodutiva para retornarem saudáveis e com os gametas prontos. As instalações devem possuir medidas e tecnologias para que a temperatura, fotoperíodo, umidade e espaço sejam adequados à necessidade da rã-touro.

Além das instalações, a nutrição e a saúde de machos e fêmeas devem ser atendidas de forma adequada para que principalmente os ovócitos possuam reservas nutricionais suficientes para atender as larvas no período onde se utilizam do alimento interno. Durante o período de manutenção, machos e fêmeas se alimentam e recuperam suas reservas para o próximo período reprodutivo, onde podem ficar dias sem se alimentarem, além disso, os machos gastam energia com a vocalização nupcial para atrair as fêmeas.

É importante ressaltar que a reprodução das rãs-touro pode ser realizada através do acasalamento natural (figura 1), com indução através do uso de hormônio reprodutivo e acasalamento natural, ou fertilização artificial.



**FIGURA 1.** ACASALAMENTO DE RÃS-TOURO, ONDE O MACHO NA PARTE SUPERIOR EM ABRAÇO COM FÊMEA NA PARTE INFERIOR, DETALHE PARA OS OVOS FECUNDADOS POSTERIORES AOS ANIMAIS (FOTO DO AUTOR).

## 2. SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO

O aparelho reprodutor masculino da rã-touro é constituído por dois testículos geralmente de forma ovoide, situados ventralmente aos rins, próximos aos quais se conectam a cavidade abdominal por intermédio do mesórquio. Também estão presentes os corpos gordurosos ou adiposos, posicionados cranialmente em relação aos testículos, com os quais se relacionam intimamente (Costa *et al.*, 1998 (a)).

Microscopicamente, ao longo do seu desenvolvimento, o testículo passa por diferentes fases morfológicas. Em seu interior, estão presentes os túbulos seminíferos, as estruturas enoveladas e envoltas por tecido conjuntivo, cujo lume varia, em diâmetro, no decorrer de seu desenvolvimento. Nos túbulos seminíferos se encontram as células germinativas, em diferentes estádios de desenvolvimento. Estas ocorrem em grupos, no interior de cistos formados pelas células de Sertoli, de modo que em um mesmo cisto todas as células se encontram no mesmo estágio de desenvolvimento. Nas fases finais do processo espermatogênico, os cistos se rompem liberando as células (espermátides ou espermatozoides) para o lume dos túbulos seminíferos (Segatelli *et al.*, 2009).

## 3. SISTEMA REPRODUTOR FEMININO

O aparelho reprodutor feminino da rã-touro é composto de ovários e ovidutos aos pares, seguindo o padrão definido para anfíbios anuros em geral. Macroscopicamente, os ovários são órgãos multilobulados e saculares, situando-se um a cada lado da cavidade corporal da fêmea, próximos aos rins, presos ao peritônio dorsal por meio do mesovário (Costa *et al.*, 1998 (b)).

Através da parede dos ovários é possível visualizar, dependendo da fase de crescimento (bem como do ciclo reprodutivo) em que o animal se encontra os ovócitos em vários graus de desenvolvimento, conferindo-lhes ampla variedade de quadros morfológicos diferentes, visíveis macroscopicamente (Costa *et al.*, 1998 (b)).

Os ovidutos, estruturas tubulares e enoveladas, encontram-se situados lateralmente aos ovários. Abrem-se em sua porção proximal dorsalmente, no nível dos pulmões e seguem aderidos ao peritônio, desembocando na cloaca, distalmente (Lisboa *et al.*, 2014).

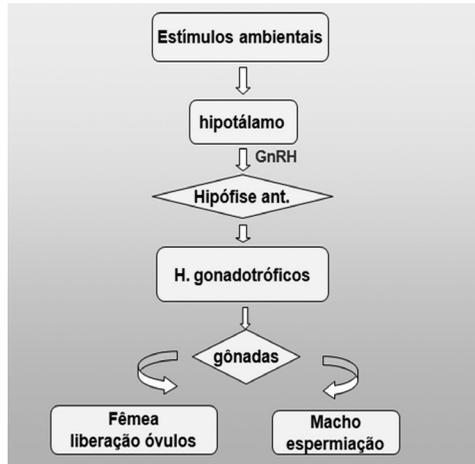
Na extremidade posterior de cada oviduto ocorre uma dilatação denominada ovisaco, que exerce a função de armazenamento temporário dos ovócitos maduros. Assim como os ovários, os ovidutos sofrem modificações marcantes em seu aspecto e no volume, no decorrer do crescimento do animal, bem como ao longo do ciclo reprodutivo anual (Lisboa *et al.*, 2014).

Os corpos gordurosos ou adiposos encontram-se aderidos na porção anterior dos ovários. Esses corpos são estruturas digitiformes, de coloração variando de creme esbranquiçado a amarelado, cuja suposta função seria de armazenamento de gordura para ser utilizada pelo animal durante o período reprodutivo e, também, como reserva de inverno (Pereira *et al.*, 2011).

Uma característica comum em abatedouros de rãs quando se abatem fêmeas é de encontrarem estas com fígado com aspecto esbranquiçado, ou seja, de não encontrar este órgão com coloração vermelho vivo, isso se deve ao fato da gordura do corpo adiposo migrar para os ovócitos via fígado.

## 4. FISILOGIA REPRODUTIVA DA RÃ-TOURO (MACHOS E FÊMEAS)

Os estímulos ambientais exercidos principalmente pelo tripé; temperatura, fotoperíodo e umidade; são os responsáveis por desencadear uma série de fenômenos endócrinos e fisiológicos nos machos e fêmeas de rã-touro para seus gametas sejam produzidos e desenvolvidos para serem finalmente liberados para futura fusão dos materiais genéticos iniciada pela fecundação, que neste caso é externa e ocorre em meio aquático (Figura 1).



**FIGURA 2.** SEQUÊNCIA DE EVENTOS QUE INFLUENCIAM NA FISILOGIA REPRODUTIVA DE MACHOS E FÊMEAS DE RÃ-TOURO COM RESULTADO FINAL A LIBERAÇÃO DOS GAMETAS.

Nos machos os fatores ambientais iram estimular o hipotálamo a liberar o GnRH (Hormônio Liberador de Gonadotropinas) que atuará na Hipófise para liberação dos hormônios sexuais que atuaram nas gônadas para produzirem espermatozoides passando pelos processos da espermatogênese (Polzonetti-Magni *et al.*, 1995) e também nas características sexuais secundárias que são visíveis na morfologia dos machos (por exemplo: membrana timpânica maior que as das fêmeas, braços bem desenvolvidos e entre outras).

Nas fêmeas os fatores ambientais iram estimular o hipotálamo a liberar o GnRH (Hormônio Liberador de Gonadotropinas) que atuará na Hipófise para liberação dos hormônios sexuais que atuaram nas gônadas para produzirem ovócitos passando pelos processos da ovulogênese (Polzonetti-Magni *et al.*, 1995) e também nas características sexuais secundárias que são visíveis na morfologia nas fêmeas (por exemplo: membrana timpânica do mesmo tamanho que a circunferência ocular, ventre bem desenvolvido e em forma de “pera” e entre outras).

## 5. INSTALAÇÕES DE MANTENÇA

O setor de reprodução deve ser um espaço único onde todas as suas divisões devem possuir as mesmas características para qualidade de ambiente e água, isso deve ser realizado para que o animal não precise de adaptação ao novo ambiente. O setor de re-

produção é dividido em três partes, a área de reprodução e acasalamento onde ficam os motéis, área de manutenção de machos e a área de manutenção das fêmeas.

A construção de uma área de reprodução não tem uma regra geral, existem conceitos básicos de acordo com as condições fisiológicas dos reprodutores que precisam ser respeitadas e condições sanitárias para evitar doenças.

O pé-direito varia de acordo com o clima da região e com o micro clima do local da instalação, os materiais para construção podem ser diversos desde aqueles já existentes na propriedade como aqueles que podem ser adaptados.

Em regiões frias, por exemplo, para diminuir o custo de produção com uso de aquecedores, o uso do plástico agrícola é recomendado para aumentar a entrada da luminosidade natural e com isso elevar a temperatura interna do setor com baixo custo financeiro (Figura 3).

As baias de manutenção podem ser construídas seguindo os conceitos do sistema semi-seco (com área seca com comedouros e área úmida com canaleta com água) ou sistema inundado com uma parte seca (alimentação ocorre na água) (Figura 3).

Durante o período de recesso da reprodução é recomendado separar machos e fêmeas por inúmeros motivos, dentre eles: evitar desovas em local indesejado, cruzamentos indesejáveis, contaminação da desova por ração e brigas entres os animais.

A densidade recomendada é de 10 animais por  $m^2$ . Em ranários que optem por climatização e também utilizam somente a fertilização artificial podem optar por uso na manutenção de caixas de água de 500 ou 1000 L para colocar seus reprodutores de forma separadas e quando prontos selecionarem para o protocolo de reprodução artificial (Figura 4).





**FIGURA 3.** SETOR DE REPRODUÇÃO COM COBERTURA DE PLÁSTICO AGRÍCOLA, DETALHE PARA DIVISÃO DO AMBIENTE EM TRÊS PARTES (REPRODUÇÃO E MANUTENÇÃO PARA MACHOS E FÊMEAS EM SEPARADO) (FOTO DO AUTOR).



**FIGURA 4.** MANTENÇA CLIMATIZADA (CONTROLE DE TEMPERATURA, FOTOPERÍODO E UMIDADE) PARA MACHOS E FÊMEAS DE RÃ-TOURO.

## 6. INSTALAÇÕES DE REPRODUÇÃO

Na teoria, o setor de reprodução e acasalamento deve conter nove tanques (motéis) de 1 m<sup>2</sup> com profundidade máxima de 20cm, com espaço gramado entre eles de um metro. Importante ressaltar que a área de 1 m<sup>2</sup> é de grande importância para que durante o amplexo e liberação dos gametas tenha espaço suficiente para o casal “abrir” a desova, aumentando o índice de fecundação e oxigenação dos ovos.

Porém na prática, nos ranários no Brasil se encontram uma diversidade de motéis e com eles uma gama de deficiência e problemas como baixa eclosão de girinos. Uma das opções encontradas em muito ranários é a utilização de caixas de água de 500 a 1000 L (figura 5), onde são selecionados e colocados de um a dois casais, principalmente produtores que adotam uso de aplicação de hormônios.

Os motéis tradicionais são confeccionados de alvenaria (figura 6), porém alguns produtores têm utilizados caixas plásticas de diversos tamanhos e nas inúmeras vezes inferiores a área recomendado levando a baixos índices de fecundação e eclosão.

Em locais como o Ranário da Fundação Instituto de Pesca do Estado do rio de Janeiro, localizado no bairro de Guaratiba do município do Rio de Janeiro, onde possui um inverno característico de temperatura inferior a 25°C, umidade baixa por ser um período de poucas chuvas e fotoperíodo natural com horas de luz inferior a 10 horas nesta época, foi necessária a climatização (14 horas de luz, 70% de umidade do ar e 25°C a temperatura do ar e água) de uma baía para que machos e fêmeas ficassem aptos à reprodução induzida e com isso permitiu obtenção de desovas através da fertilização artificial com até 90% de eclosão e 50% de sobrevivência dos girinos ao atingir 1g (figura 7).

Importante o produtor realizar planejamento sobre o tamanho das instalações da reprodução de acordo com a produção que se objetiva de carne de rã, para não ocorrer nem sub ou sobre dimensionamento da área, pois isso pode inviabilizar a produção levando um acúmulo de girinos e imagos ou falta deles.

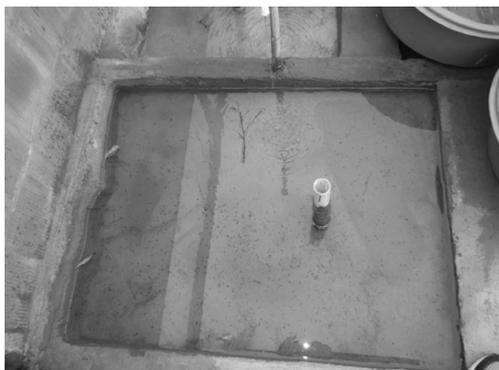
Em relação aos custos de implantação, hoje importante o produtor verificar se técnica da fertilização artificial que será descrita a frente pode ser adotada na propriedade, pois apesar do hormônio apresentar um custo variável moderado pode ser mais viável que se construir instalações de alvenaria de custos alto e fixas.



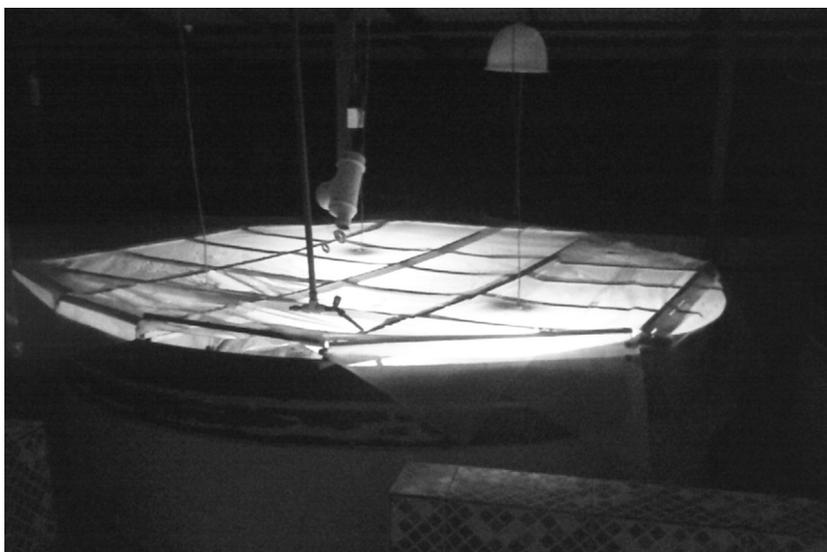


**FIGURA 5. CAIXAS DE ÁGUA DE 1.000 L PODEM SER UMA OPÇÃO PARA ACASALAMENTO INDIVIDUAL PARA O PRODUTOR, PRINCIPALMENTE AQUELES QUE ADOTAM O USO DO HORMÔNIO PARA REPRODUÇÃO (FOTO DO AUTOR).**





**FIGURA 6.** DETALHES DOS MOTÉIS PARA ACASALAMENTO DE RÃS-TOURO COM E SEM DESOVA (FOTO DO AUTOR).



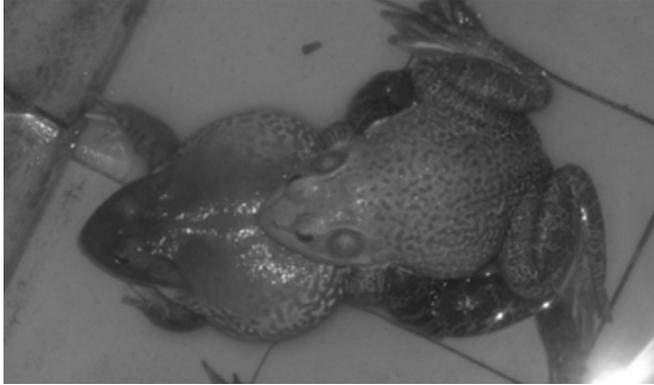
**FIGURA 7.** BAIÁ CLIMATIZADA PARA REPRODUÇÃO DE RÃS NO PERÍODO DE OUTONO E INVERNO, DETALHE PARA ILUMINAÇÃO PARA MANUTENÇÃO DO FOTOPERÍODO DE 14 HORAS DE LUZ.

## 7. REPRODUÇÃO NATURAL

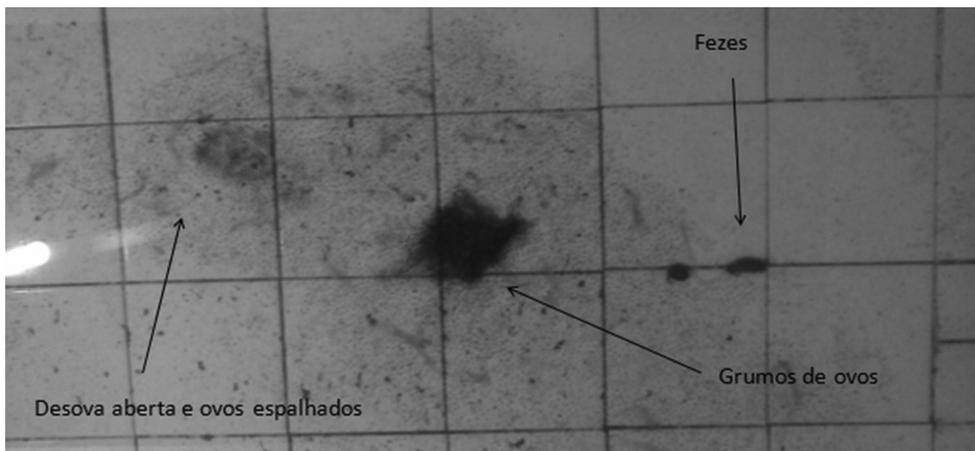
Selecionar os machos e fêmeas aptos para reprodução. Para os machos, adota-se o critério de animais com papo amarelo (quanto mais intenso melhor), resposta ao reflexo do abraço nupcial (amplexo), com membros anteriores bem desenvolvidos, com calo nupcial, coaxando e peso superior a 200 g. Para as fêmeas, peso superior a 250 g, com a cavidade celomática (abdômen) bem distendida e ovalada e ao deixá-las de cabeça para baixo seu abdômen lembrará o formato de uma pera (Costa *et al.*, 1998 (a, b); Lima *et al.*, 1998). Estes animais devem ser direcionados para o local de reprodução na proporção de 1macho:1fêmea ou 1macho:2fêmeas, e lá permanecerem até ocorrer a reprodução.

O produtor deve pelo menos uma vez ao dia verificar o comportamento dos animais, por exemplo, se há animais acasalando (figura 8), e a ocorrência de desovas (figura 9),

que deverão ser retiradas de forma cautelosa com uma peneira e transferidas para recipiente limpo com água. Os melhores índices de fecundação, eclosão e sobrevivência dos girinos ocorre nas desovas que ocorrem através do acasalamento natural.



**FIGURA 8.** AMPLEJO OU ABRAÇO NUPCIAL DO MACHO EM UMA FÊMEA, ATO QUE PODE DEMORAR HORAS ATÉ QUE TODOS OS OVÓCITOS DA FÊMEA SEJAM LIBERADOS E FERTILIZADOS PELO SÊMEN DO MACHO.



**FIGURA 9.** DESOVA DE RÃ-TOURO, DETALHES PARA PARTE ABERTA E BEM ESPALHADAS DOS OVOS PARA OCORRER DESENVOLVIMENTO CORRETO DO FUTURO GIRINO, FEZES NÃO DEVEM CONTER E GRUMOS TAMBÉM DEVEM SER EVITADOS, POIS IMPEDE A OXIGENAÇÃO CORRETA DOS OVOS (FOTO DO AUTOR).

## 8. REPRODUÇÃO INDUZIDA

O uso de hormônio sexual na ranicultura não é uma prática recente, há muitos anos é utilizado em pesquisas acadêmicas (Alonso, 1998). Atualmente alguns produtores adotam este recurso em suas propriedades, onde o maior entrave é o momento exato de usá-lo e o animal responder a esse estímulo hormonal, liberando seus gametas.

Anfíbios anuros, grupo do qual as rãs se inserem, são animais dependentes dos estímulos ambientais para a maturação dos seus gametas (aumento da temperatura e

do fotoperíodo e presença de chuva). Com isso, no período do outono e inverno, onde a maioria dos rancultores usa esta técnica de reprodução, torna-se necessário manter os reprodutores em baias climatizadas para se obter sucesso na liberação dos gametas (Agostinho *et al.*, 2011).

O principal hormônio utilizado atualmente é o acetato de buserelina, que é sintético e fabricado pela indústria internacional e nacional (Nascimento *et al.*, 2014). Outros hormônios já foram utilizados como o extrato de hipófise da rã-touro (Ribeiro Filho *et al.*, 1998), extrato bruto hipofisário de carpa, e os sintéticos, acetato de gonadorelina e gonadotropina coriônica humana (Rosemblyt *et al.*, 2006). Os extratos de hipófise são excelentes indutores à reprodução, porém não se consegue quantificar a concentração exata de hormônio, além de serem possíveis portadores de patógenos (Kouba e Vance, 2009). No caso dos hormônios sintéticos se conhece a concentração dos mesmos.

Os ranários têm apresentado resultados satisfatórios com o uso do acetato de buserelina, entretanto o estágio de maturação das gônadas dos reprodutores é de vital importância para o sucesso da técnica da reprodução induzida.

O uso dos hormônios deve ser adotado quando a reprodução natural não ocorrer e para não prejudicar o planejamento da produção, quando se deseja determinar o cruzamento de determinado casal para fins de melhorias do plantel ou evitar consanguinidade, ou produtor que não possui um setor tradicional de reprodução.

## 9. FERTILIZAÇÃO ARTIFICIAL

A técnica da fertilização artificial é a união dos gametas masculino e feminino através da intervenção humana. A seguir segue passo a passo, todos os cuidados e os itens necessários para realização dessa técnica.

Os materiais necessários são: hormônio (acetato de buserelina), seringas para insulina (1 mL a 2 mL), toalha de rosto, luvas plásticas descartáveis, uma pipeta graduada de 2 mL, uma proveta graduada de 10 a 20 mL, uma bacia de tamanho médio, balança, dois baldes de volume entre 15 a 20 litros, caixas plásticas para incubação da desova.

Machos e fêmeas devem estar em local com fotoperíodo no mínimo de 12 horas de luz, umidade em torno de 80% e temperatura entre 25 a 30°C (nunca exceder 30°C). Animais fora dessas condições têm poucas chances de desovarem. Durante a manutenção é importante os reprodutores serem alimentados com dieta de boa qualidade (40% proteína bruta) e em local de excelente assepsia.

Para escolha dos reprodutores é necessário verificar se eles apresentam as características reprodutivas para machos e fêmeas (machos com papo amarelado, presença do calo nupcial e vocalizando; fêmeas com ventre volumoso). Após, manter os animais em jejum de 24 a 40 horas com água circulando para evitar contaminação dos gametas pelas fezes dos animais durante a coleta.

Nas fêmeas serão aplicadas duas doses de 1 mL do hormônio, sendo a primeira inicial (hora zero) e a segunda após 8 a 12 horas da primeira dose. As fêmeas irão responder e estar aptas à extrusão dos ovócitos a partir de 24 horas após a primeira apli-

cação, porém para verificar se a fêmea está pronta para extrusão é necessário apertar o ventre com leve pressão e verificar se há liberação de ovócitos pela cloaca.

Em relação às dosagens alguns produtores aplicam nas fêmeas na primeira dose a quantidade de 0,5 mL e na segunda 1,0 mL do hormônio e se tem êxito, porém outros produtores quando selecionam animais com mais 750g de peso vivo aplicam 1,0 mL na primeira dosagem e 1,5 mL na segunda. Importante ressaltar que aptidão a reprodução da fêmea que determina o sucesso da técnica.

A indução dos machos será através da aplicação de 0,1 a 0,25 mL de hormônio por animal, a quantidade varia com o tamanho e pelas características sexuais dos machos. Essa aplicação deve ocorrer de uma a duas horas antes da extrusão dos ovócitos das fêmeas.

Para a coleta do sêmen uma pipeta será introduzida na cloaca do macho, uma leve massagem na cavidade celomática do macho deve ser feita para melhor liberação do sêmen, que deverá ser colocado em uma proveta graduada (Figura 10). No mínimo devem ser coletados 10 mL de sêmen, com isso, pelo de três a cinco machos devem ser selecionados para cada fêmea para garantir a quantidade de sêmen para uma boa fertilização (Figura 10).

Para a extrusão dos ovócitos deve-se utilizar uma bacia limpa e com seu peso tarado, segurar a fêmea com uma das mãos em suas patas posteriores e a outra com os dedos pressionando sua cavidade celomática ou ventre (figura 10). A bacia com toda a desova deve ser pesada, por exemplo, se a desova pesar 100 g deve se adicionar somente 100 mL de líquido (sendo 10 a 20 mL de sêmen e o restante (80 a 90 mL) de água de qualidade) que para diluir o sêmen para fertilização, ou seja, a regra é 1ml líquido para cada 1g de ovócito. Após a extrusão dos ovócitos as fêmeas devem ser colocadas em local fresco para descanso e recuperação.

Após a diluição do sêmen, o mesmo deve ser dispensado em cima dos ovócitos de forma mais uniforme possível e agitar o recipiente com movimentos circulares por dois minutos para aumentar o contato dos gametas (figura 10).

Para hidratação dos ovos a desova deve ser colocada em um balde com 15 a 20 litros de água limpa e realizar movimentos com a mão de baixo para cima do balde até a albumina ficar evidente (figura 10). O ponto ideal para retirada e término dessa etapa será quando toda a desova se encontrar dispersa na água.

A desova pode ser incubada em vários locais como bandejas ou caixas de plástico, tanques de alvenaria com incubadeiras flutuantes (estrutura de PVC com tela de mosquito para que a desova flutue), tomando-se o cuidado para que não ocorra sobreposição dos ovos, e tenha boa oxigenação. A temperatura ideal da água é de 25°C.

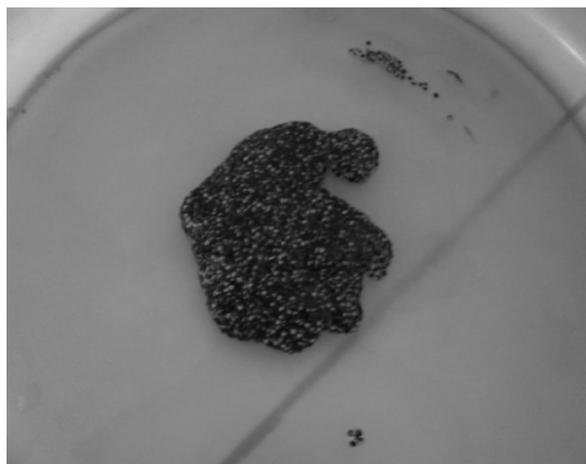
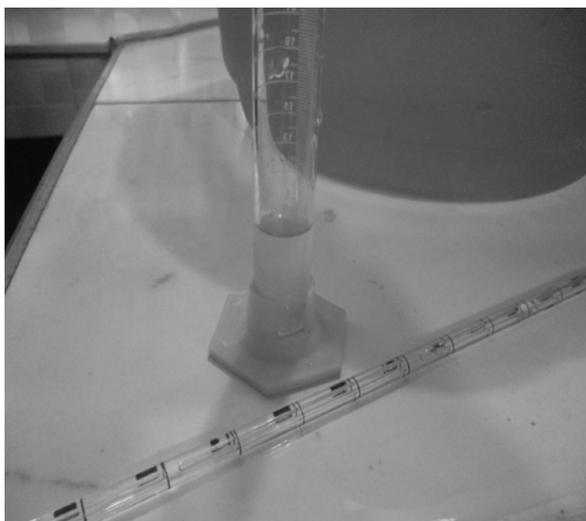
Importante se ter conhecimento da qualidade do sêmen dos machos, quando possível, pois para tal é necessário um microscópio de luz para visualização dos espermatozoides e uma câmara de Neubauer para determinar a concentração espermática. Pois há tendência que machos com o passar do tempo diminuem sua capacidade reprodutiva. A pesquisa possui algumas informações sobre a qualidade seminal que pode auxiliar os produtores para suas análises (Tabela 1).

**TABELA 1. VOLUME (VE), COR (CE), VIGOR (VI), MOTILIDADE (ME), CONCENTRAÇÃO (CE) E NÚMERO E PORCENTAGEM DE ESPERMATOZÓIDES (SPTZ), CLASSIFICADO EM NORMAIS (SN), COM DEFEITOS MAIORES (DMA), E MENORES (DMN), CABEÇA DEGENERADA (CABD), PEÇA INTERMEDIÁRIA DEGENERADA (PID), CAUDA DEGENERADA (CAUD) OU FRATURADA (CAUF) OU ENROLADA (CAUE), MACROENCEFALIA (MAE), CABEÇA ISOLADA NORMAL (CIN), GOTA PROXIMAL (GP) OU DISTAL (GD) E CAUDA DOBRADA (CAUD) OBTIDOS NA AVALIAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SÊMEN DE *LITHOBATES CATESBEIANUS***

<b>Amostra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Média</b>	<b>D. P.</b>
VE (mL)	5,4	10,4	7,1	2,5	3,4	5,76	3,148
CE (1-2)	2	2	2	2	2	2	0
VI (1-5)	5	4	5	5	5	4,8	0,447
ME (0-100%)	95	90	95	90	95	93,00	2,738
CE (10 <sup>6</sup> xSPTZ/mL)	12,2	10,2	8,8	16,8	23,2	14,24	5,850
N (1-50 SPTZ)	38	37	33	34	33	35,00	2,345
N (%)	76	74	66	68	66	70,00	-
DMA (1-50 SPTZ)	9	6	8	6	9	7,60	1,516
DMA (%)	18	12	16	12	18	15,20	-
DMN(1-50 SPTZ)	3	7	9	10	8	7,40	2,701
DMN(%)	6	14	18	2	16	14,80	-
CABD (1-50 SPTZ)	1	0	1	0	0	0,40	0,547
PID (1-50 SPTZ)	0	1	0	0	0	0,20	0,447
CAUD (1-50 SPTZ)	2	2	1	0	2	1,40	0,894
CAUF (1-50 SPTZ)	5	1	4	4	4	3,60	1,516
CAUE (1-50 SPTZ)	1	2	2	1	3	1,80	0,836
MAE. (1-50 SPTZ)	0	0	0	1	0	0,20	0,447
CIN (1-50 SPTZ)	1	1	1	2	1	1,20	0,447
GP (1-50 SPTZ)	2	2	1	1	2	1,60	0,547
GD (1-50 SPTZ)	0	1	1	1	1	0,80	0,447
CAUD (1-50 SPTZ)	0	2	6	6	4	3,60	2,607

*Adaptado de Pereira et al., 2013.*



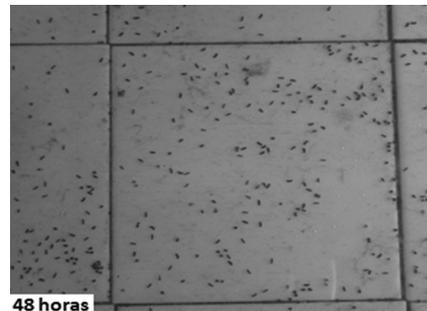
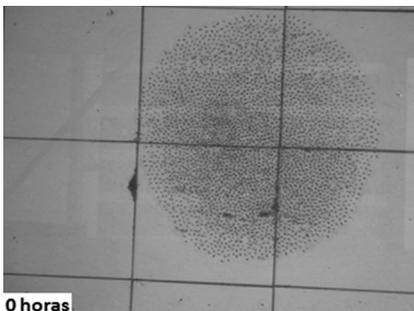


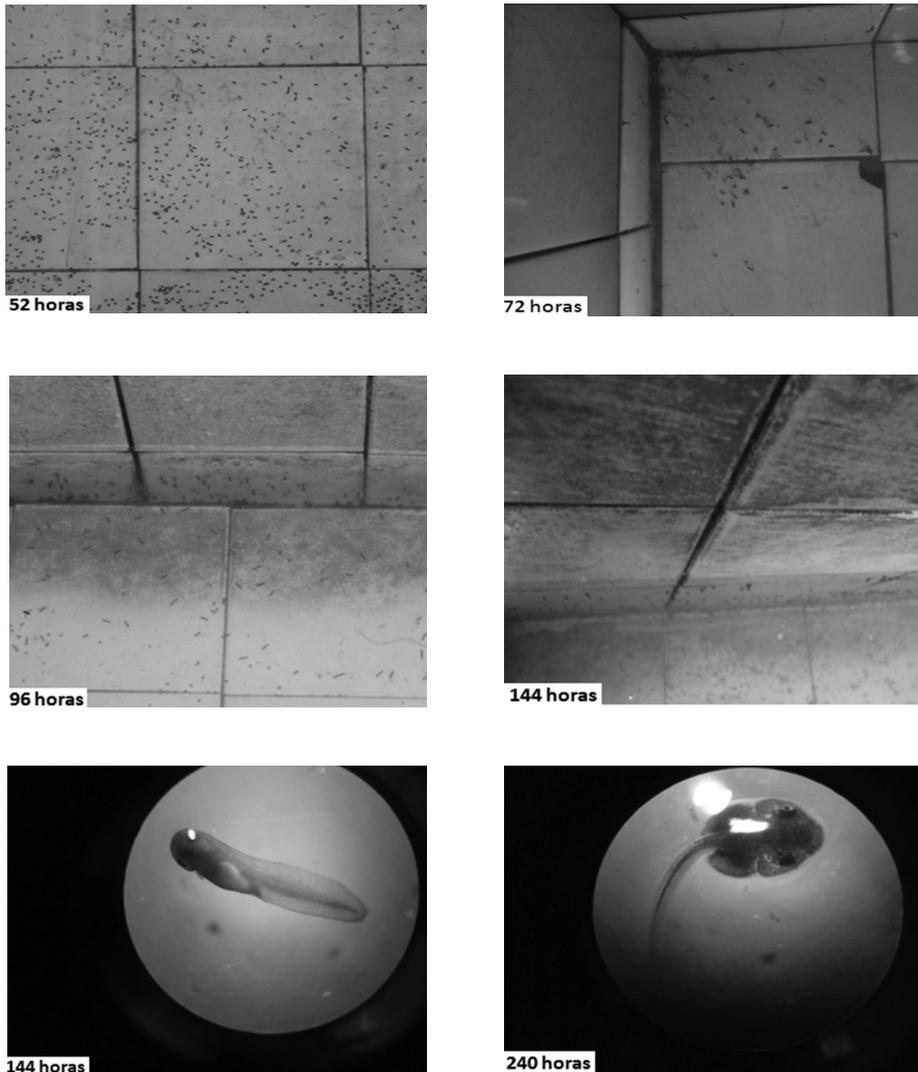


**FIGURA 10.** SEQUÊNCIA DE PASSOS PARA FERTILIZAÇÃO ARTIFICIAL, COLETA DO SÊMEN, EXTRUSÃO DOS OVÓCITOS, A UNIÃO DOS GAMETAS OU FERTILIZAÇÃO PROPRIAMENTE DITA COM A HIDRATAÇÃO DA DESOVA (FOTO DO AUTOR).

## 10. DESOVAS, LARVAS E GIRINOS

As desovas devem ser alocadas em local adequado para seguimento do desenvolvimento embrionário, como caixas de águas ou plásticas (Figura 11).





**FIGURA 11. SEQUÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DA DESOVA DE RÃ-TOURO ATÉ GIRINO FORMADO (FOTO DO AUTOR).**

O acompanhamento da desova é muito importante para verificar se o desenvolvimento está ocorrendo de forma adequada, importante salientar que a temperatura influencia no tempo desse processo, temperatura entre 25 a 30°C é a ideal.

Normalmente 48 horas após a fecundação já possível ver modificações no embrião como o seu aumento em comprimento, com 72 horas já é possível ver as larvas se movimentando, principalmente em direção aos extremos do local onde se encontram como as paredes de tanque de alvenaria, e ali se fixam e acompanham o nível da água do tanque. Em média os girinos com 10 dias já começam a depender do alimento externo.

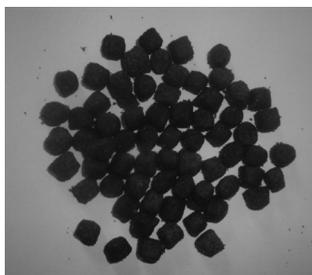
O uso de aeradores em desovas pode ser utilizados, porém evitar agitação excessiva da água.

## 11. NUTRIÇÃO DE REPRODUTORES

Até o momento não temos informações sobre as exigências nutricionais de reprodutores de rãs-touro. Na prática o que se utiliza é o fornecimento de ração com no mínimo 40% de proteína bruta indicada para peixes carnívoros (figura 12).

A quantidade de ração a ser oferecida depende do sistema de criação ou de alimentação. Quando se utilizar cochos pode colocar a ração à vontade, porém se a ração umedecer deve ser retirada e trocada sempre. Se o sistema de criação for o alagado deve-se alimentar as rãs após a renovação de água e fornecer em torno de 3 a 5% do peso vivo, divididos em seis a sete vezes ao dia para não haver desperdício de ração (figura 13).

É importante intensificar a alimentação para as fêmeas após a reprodução quando voltam à manutenção com objetivo de recupera-las o mais rápido possível para que possam em 2 a 3 meses se reproduzirem novamente.



**FIGURA 12.** DIETA COMERCIAL ADEQUADA PARA NUTRIÇÃO DE MACHOS E FÊMEAS DEVEM POSSUIR PELLETS COM NO MÍNIMO DE 6 MM E COM 40% DE PROTEÍNA BRUTA (FOTO DO AUTOR).

Entre os poucos trabalhos sobre nutrição e reprodução, colocar a citação dos autores constataram com base nos estudos dos estádios de maturação no momento da indução hormonal que a dieta com a relação de 2.850 kcal/kg de energia bruta e 41% de proteína bruta proporcionaram uma maturação do ovário mais rápida que outras relações entre energia e proteína (Rodrigues, 2005).





**FIGURA 13.** REPRODUTORES SE ALIMENTANDO DIRETAMENTE NA ÁGUA DE RAÇÃO EXTRUSADA (A), COCHO PARA ALIMENTAÇÃO DAS RÃS, PORÉM NÃO SE DEVEM ALIMENTAR REPRODUTORES NO LOCAL DE REPRODUÇÃO (B) (FOTO DO AUTOR).

## 12. SELEÇÃO DE REPRODUTORES

A seleção dos reprodutores deve ter critérios baseados em características genéticas e em índices zootécnicos.

As primeiras aquisições de reprodutores devem obedecer aos seguintes detalhes: comprar de produtores reconhecidos e idôneos, verificar a sanidade dos animais, adquirir animais com as características sexuais secundárias já presentes e consolidadas e quando possível comprar de dois ou mais produtores animais que possuem genealogia conhecida e que não possuem parentescos.

Num segundo momento, a principal característica genética a ser adotada é não acasalar irmãos para evitar problemas com consanguinidades, por exemplo, aparecimento de rãs com excesso de patas, sem as patas ou pernas (uma ou as duas) e a dificuldade durante a metamorfose para exteriorizar os membros anteriores e entre outras. Porém no melhoramento animal há momento que cruzamento entre parentes e irmão pode ser adotado.

A seleção de reprodutores dentro da própria propriedade para reposição por aqueles que morreram ou diminuíram seus índices reprodutivos deve seguir protocolos definidos, dentre eles: controle das proles, através de marcações; biometrias semanais dos girinos e quinzenais para imagos e rãs dos animais em teste para seleção dos melhores em relação a peso ou característica de interesse; avaliação dos aspectos sanitários dos animais.

O melhoramento de rãs pode ser uma boa alternativa para produtores que vendem girinos e imagos, pois animal com reconhecido valor genético ou superior apresenta valor maior de venda.

## 13. REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, C.A.; WECHSLER, F.S.; CASTRO, C.S.; AGOSTINHO, L.M.; RIBEIRO, R.R.; AGOSTINHO, S.M.M. Time interval from ovulation to extrusion in female bullfrog in different photoperiods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1625-1668, 2011.
- AGOSTINHO, C.A.; WECHSLER, F.S.; NICTEROY, P.E.O.; PINHEIRO, D.F. Indução à ovulação pelo uso de LHRH análogo e fertilização em rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1261-1265, 2000.
- ALONSO, M. Uso de análogos do GnRH para indução de desova e espermiacão em rã-touro, *Rana catesbeiana*, Shaw, 1802. 1997. 136f. **Tese (DS)** - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1997.
- COSTA, C.L.S.; LIMA, S.L.; ANDRADE, D.R.; AGOSTINHO, C.A. Caracterização morfológica dos estágios de desenvolvimento do aparelho reprodutor masculino da rã-touro, *Rana catesbeiana*, no sistema anfigranja de criação intensiva. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.651-657, 1998 (a).
- COSTA, C.L.S.; LIMA, S.L.; ANDRADE, D.R.; AGOSTINHO, C.A. Caracterização Morfológica dos Estádios de Desenvolvimento do Aparelho Reprodutor Feminino da Rã-touro, *Rana catesbeiana*, no Sistema Anfigranja de Criação Intensiva. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.642-650, 1998 (b).
- FIGUEIREDO, M.R.C.; LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A.; BAÊTA, F.C. Efeito da temperatura e do fotoperíodo sobre o desenvolvimento do aparelho reprodutor de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.916-923, 2001.
- KOUBA, A.J.; VANCE, C.K. Applied reproductive technologies and genetic resource banking for amphibian conservation. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 21, p.719-737, 2009.
- LIMA, S.L.; COSTA, C.L.S.; AGOSTINHO, C.A.; ANDRADE, D.R.; PEREIRA FILHO, H.P. Estimativa do tamanho da primeira maturação sexual da rã-touro, *Rana catesbeiana*, no sistema anfigranja de criação intensiva. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.416-420, 1998.
- LISBOA, M.L.; CARNIATTO, C.H.O.; RODRIGUES, R.F.; MELO, A.P.F. Topograia e irrigação do oviduto da rã-touro *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802). **Biotemas**, 27 (1): 93-99, 2014.
- NASCIMENTO, N. F.; SILVA, R. C.; VALENTIN, F. N.; PAES, M. C. F.; DE STÉFANI, M. V.; NAKAGHI, L. S. Efficacy of buserelin acetate combined with a dopamine antagonist for spawning induction in the bullfrog (*Lithobates catesbeianus*). **Aquaculture Research**, v.40, p 1-4, 2014.
- PEREIRA, M.M.; RIBEIRO FILHO, O.P.; TRONI, A.R.; TAKAMURA, A.E.; MANSANO, C.F.M.; NASCIMENTO, F.B.; CAMARGO FILHO, C.B. Tecido hepático e corpo adiposo de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) submetido a diferentes fotoperíodo. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 1, p. 76-80, 2011.
- PEREIRA, M.P.; RIBEIRO FILHO, O.P.; ZANUNCIO, J.C.; NAVARRO, R.D.; SEIXAS FILHO, J.T.; RIBEIRO, C.D.L. Evaluation of the semen characteristic after induced spermiation in the bullfrog *Lithobates catesbeianus*. **Acta Scientiarum Biological Science**, 2013.
- POLZONETTI-MAGNI, A.; CARNEVALLI, O.; YAMAMOTO, K.; KIKUYAMA, S. Growth hormone and prolactin in amphibians reproduction. **Zoological Science**, 12: 683-694, 1995.
- RIBEIRO FILHO, O.P.; LIMA, S.L.; ANDRADE, D.R.; SEIXAS FILHO, J.T. Estudo da desova de Rã-touro, *Rana catesbeiana*, mediante indução do acasalamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.216-233, 1998.
- RODRIGUES, M.L. Curva de crescimento média e efeitos dos níveis de energia e relação energia/proteína sobre o desempenho e fecundidade da rã-touro. 2005. 88 f. **Tese (DS)**. Universidade Federal da Paraíba, Areias, PB, 2005.
- ROSEMBLIT, C.; POZZI, A.G.; CEBALLOS, N.R. Relationship between steroidogenesis and spermiation in *Rana catesbeiana* and *Leptodactylus ocellatus*. **Journal Comparative Physiological B**, v.176, p.559-566, 2006.
- SEGATELLI, T.M.; BATLOUNI, S.R.; FRANÇA, L.R. Duation of spermatogenesis in the bullfrog (*Lithobates catesbeianus*). **Theriogenology**, v.72, 894-901, 2009.

# CAPÍTULO 5

## **NUTRIÇÃO DE RÃS**

Marta Verardino De Stéfani  
Cleber Fernando Menegasso Mansano



A partir de meados da década de 80, com a introdução da consorciação da ração com larvas de moscas, surgiram as principais modificações com relação à alimentação de rãs. Entretanto, até o momento não temos uma ração específica para esses animais, uma vez que ainda não se dispõe de informações suficientes sobre suas necessidades nutricionais, constituindo um dos fatores limitantes para maior desenvolvimento da ranicultura brasileira.

Para a criação racional de rã-touro, ou de qualquer outro animal confinado, são fatores essenciais uma instalação que ofereça um ambiente ótimo de criação e o fornecimento de um alimento adequado que satisfaça suas exigências nutricionais. A alimentação normalmente representa o maior custo da criação, e para rãs foi estimada em 57,1% do custo total (LIMA e AGOSTINHO, 1988), portanto é de fundamental importância o fornecimento de uma alimentação adequada às exigências dos animais para se obter um menor custo de produção.

## DESENVOLVIMENTO DE RAÇÕES PARA RÃS

O requerimento nutricional varia com a idade dos animais, temperatura da água e do ambiente, frequência alimentar, quantidade de energia e qualidade da proteína.

A proteína é considerada o principal nutriente da dieta e também o de maior custo. Por essas razões, várias pesquisas são desenvolvidas para descobrir a quantidade mínima necessária desse nutriente para o animal se desenvolver e ser produtivo (BORIN *et al.*, 2002).

Nesse sentido, as pesquisas realizadas utilizaram valores quantitativos de proteína bruta e energia bruta dos alimentos. MONTEIRO *et al.* (1988), trabalhando com diferentes níveis proteicos, sugeriram que a rã necessita de um teor de 48% de proteína bruta na dieta. BARBALHO (1991), testando cinco níveis de proteína bruta (35, 40, 45, 50 e 55%) em dietas isocalóricas (3150 kcal kg<sup>-1</sup> de EM para aves) para rãs em terminação, concluiu que nessa fase exigem em média 46% de proteína bruta na ração. MAZZONI *et al.* (1992) testaram quatro níveis de proteína bruta (35, 40, 45 e 50%) e dois níveis de energia bruta (4200 e 4700 kcal kg<sup>-1</sup>) e observaram que os melhores índices produtivos foram obtidos quando as rãs receberam ração contendo 45% de PB e 4200 kcal EB kg<sup>-1</sup> de ração. STÉFANI (1995) observou que em rãs alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta (20, 28, 36 e 44%), o melhor ganho de peso foi observado nas rãs que receberam dieta contendo 44% PB, entretanto com relação à qualidade da carcaça, as rãs que foram alimentadas com dieta com 36%PB apresentaram carcaça de melhor qualidade, ou seja, maior teor de proteína bruta na matéria seca e menor teor de extrato etéreo na matéria seca. OLVERA-NOVOA *et al.* (2007) recomendaram o uso de dietas com 39,21% de proteína bruta e 482 kcal EB/100g para rãs touro.

Entretanto, para avaliar o real valor nutritivo dos alimentos é necessário o conhecimento da digestibilidade dos mesmos, o que permitiria formular dietas que atendessem as exigências dos animais, maximizando o aproveitamento proteico e energético dos ingredientes, além de minimizar a poluição da água.

Desta forma, foram determinados os valores de energia metabolizável (Tabela 1) de vários ingredientes utilizados em dietas para rãs-touro (BRAGA *et al.*, 1998; CASTRO *et al.*, 1998, 2001; RODRIGUES *et al.*, 2004).

TABELA 1. VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE INGREDIENTES UTILIZADOS EM DIETAS PARA RÃS-TOURO.

Alimentos	E MA (kcal/kg)				E MV (kcal/kg)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Fubá de milho	2498	2645	-	1983	2552	2686	-	1971
Amido de milho	-	2240	-	2132	-	2246	-	2175
Óleo de soja	-	7358	-	-	-	7468	-	-
Farelo de soja	2780	-	-	2718	2857	-	-	2754
Farelo de trigo	2429	-	-	2800	2510	-	-	2838
Farelo de arroz	1452	-	-	-	1536	-	-	-
Farinha de peixe	3217	2242	-	2266	3313	2352	-	2347
Farinha de carne	1937	-	-	-	2278	-	-	-
Larva de mosca	-	3337	-	-	-	3498	-	-
Farinha de vísceras de ave	-	-	4473	-	-	-	4516	-
Farinha de sangue	-	-	4520	-	-	-	4564	-
Farinha de carne e osso	-	-	2663	2080	-	-	2706	2113
Amido de mandioca	-	-	3387	-	-	-	3436	-
Farinha de camarão	-	-	3202	-	-	-	3247	-
Farinha de couro de bovino	-	-	2503	-	-	-	2552	-

A - Castro et al. (1998); B - Braga et al. (1998); C - Rodrigues et al., (2004); D - Castro et al. (2001).

Com relação à metodologia de coleta de fezes, STÉFANI *et al.* (2015) avaliaram o método de dissecação intestinal e o de decantação de fezes para determinar a digestibilidade proteica de uma ração comercial (45% PB). Em ambas metodologias as rãs ficaram 48 horas em jejum antes da alimentação forçada (5% do peso vivo das rãs). No método da dissecação, os animais foram sacrificados 36 horas após a alimentação forçada e as fezes coletadas diretamente do intestino grosso (Figura1).

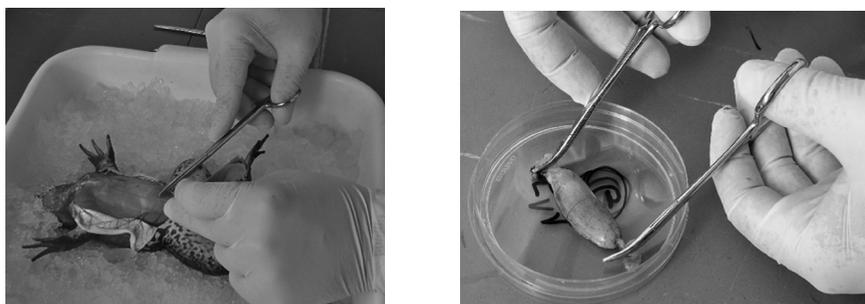


FIGURA 1. DISSECAÇÃO DO INTESTINO GROSSO DE RÃS-TOURO

No método de decantação, as fezes foram coletadas assim que apareciam no tubo de Falcon fixado na extremidade anterior dos aquários cilíndricos (Figura 2). Os autores não observaram diferença significativa nos valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta, concluindo que ambas metodologias podem ser utilizadas (STÉFANI *et al.*, 2015).

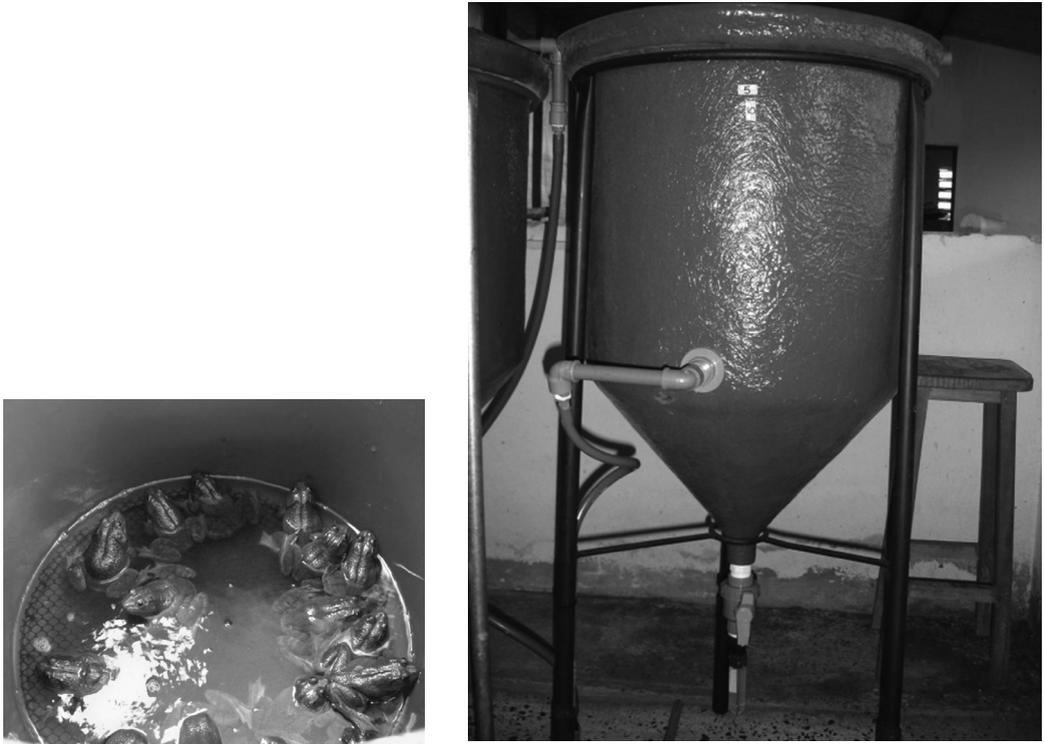


FIGURA 2. RÃS-TOUROS EM COLETA PELO MÉTODO DE DECANTAÇÃO.

O conhecimento da digestibilidade dos nutrientes como dos aminoácidos dos alimentos utilizados em dietas de rã-touro é muito importante, tornando sua utilização mais confiável (HOSSAN e JAUNCEY, 1989), possibilitando fornecer dietas com alta digestibilidade, aumentando os lucros e diminuindo o impacto ambiental (PEZZATO *et al.*, 2002). MANSANO *et al.* (2017a) determinaram os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína, energia e extrato etéreo (Tabela 2) de vários ingredientes utilizados em dietas para rãs-touro, em diferentes fases de desenvolvimento: fase inicial (peso de 30-50g), fase de crescimento (80-110g) e fase de terminação (150-200g). Os autores observaram que a farinha de resíduos de salmão e o glúten de milho apresentaram bom aproveitamento da fração proteica (78,9 e 86,7% respectivamente) e da energia (89,4 e 83,3% respectivamente). As farinhas de resíduos de salmão, de vísceras de frango, de resíduos de sardinha, o concentrado proteico de soja, farelo de trigo e o óleo de soja apresentaram bom aproveitamento do extrato etéreo (81,2 a 92,8%), recomendando-se seu uso em dietas para rãs-touro.

**TABELA 4.** VALORES DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEÍNA BRUTA (CDAPB), ENERGIA BRUTA (CDAEB) E EXTRATO ETÉREO (CDAEE) DOS INGREDIENTES PROTEICOS DE ORIGEM ANIMAL PARA RÃS-TOURO NAS DIFERENTES FASES DE DESENVOLVIMENTO.

w/ingredientes	Fases		
	Inicial	Crescimento	Terminação
	<b>CDA<sub>PB</sub> (%)</b>		
FSG	50,3±2,03	44,6±8,13	37,4±2,87
FCO	87,3±2,03	44,5±2,25	33,5±1,80
FS	92,6±0,15	73,3±4,19	71,8±0,20
CH	65,1±0,47	64,9±0,76	75,6±1,05
FP	59,1±1,08	64,2±2,04	42,0±1,23
FVF	92,7±0,03	62,3±0,26	54,2±1,55
FT	77,9±0,21	76,9±0,30	65,2±1,74
FSD	64,8±0,80	57,8±2,38	40,4±0,27
	<b>CDA<sub>EB</sub> (%)</b>		
FSG	47,5±4,44	65,9±3,25	49,9±3,18
FCO	94,7±1,67	91,6±3,10	86,7±2,25
FS	91,6±1,79	88,0±0,90	88,6±0,56
CH	59,8±1,78	65,8±2,30	83,7±0,21
FP	69,3±1,14	87,1±0,90	55,7±0,95
FVF	96,7±0,38	79,6±0,71	68,6±0,57
FT	85,0±0,07	93,4±0,71	70,1±0,69
FSD	74,8±1,36	79,1±1,98	54,2±1,86
	<b>CDA<sub>EE</sub> (%)</b>		
FSG	50,3±3,20	67,4±0,31	71,3±0,40
FCO	70,3±0,85	83,6±1,39	83,7±1,05
FS	83,9±1,00	74,6±0,61	85,1±8,71
CH	38,1±2,07	53,3±2,44	64,3±0,66
FP	57,9±1,36	71,8±1,13	66,1±1,00
FVF	86,3±0,19	85,8±0,52	78,9±0,24
FT	82,6±0,03	77,7±0,36	78,4±0,33
FSD	87,4±4,55	97,5±1,56	88,8±1,36

FSG - Farinha de sangue "spray dried"; FCO - farinha de carne e ossos; FS - Farinha de resíduos de salmão;  
 CH - Concentrado de hemácias; FP - Farinha de penas hidrolisada; FVF - Farinha de vísceras de frango;  
 FT - Farinha de resíduos de tilápia; FSD - Farinha de resíduos de sardinha.

Utilizando uma metodologia diferente de coleta de fezes, ZHANG *et al.* (2015) determinaram os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína, energia e dos aminoácidos de ingredientes proteicos para dietas de rês-touro (Tabela 3 e 4). Concluíram que a farinha de carne e ossos suína, farinha de vísceras de frango, farelo de soja e o farelo de amendoim são boas fontes de proteína e aminoácidos, sendo substitutos promissores para a farinha de peixe em dietas para rês-touro.

**TABELA 3. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE (CDA%) DE NUTRIENTES E ENERGIA BRUTA DOS INGREDIENTES DE ACORDO ZHANG *ET AL.* (2015).**

<b>Ingredientes</b>	<b>Matéria seca</b>	<b>Proteína bruta</b>	<b>Energia bruta</b>	<b>Fósforo</b>
FPB	82.9 ± 1.3	89.8 ± 0.6	89.2 ± 1.1	84.8 ± 1.0
FPM	82.0 ± 2.7	87.6 ± 1.3	88.0 ± 2.2	83.2 ± 0.4
FCO	63.9 ± 2.2	78.0 ± 1.2	77.4 ± 1.9	81.3 ± 1.1
FSA	66.5 ± 4.2	77.5 ± 2.3	73.4 ± 3.5	84.0 ± 1.2
FP	54.4 ± 3.6	60.7 ± 2.2	56.9 ± 2.9	63.6 ± 1.3
FS	64.8 ± 3.2	83.3 ± 1.6	62.9 ± 3.3	81.6 ± 0.4
FA	58.0 ± 4.6	82.1 ± 2.0	62.0 ± 4.3	79.0 ± 0.8
FSA	36.8 ± 2.6	67.5 ± 1.5	30.2 ± 2.8	71.9 ± 1.5
FC	24.5 ± 4.3	69.5 ± 2.1	24.5 ± 4.3	73.5 ± 4.0

FPB - Farinha de peixe branco; FPM, Farinha de peixe marrom; FCO - Farinha de carne e ossos suína; FSA - Farinha de subprodutos de aves; FP - Farinha de penas (hidrolisada, seca); FS - Farelo de soja (extraído com solvente); FA - Farelo de amendoim (triturado mecanicamente); FSA - Farinha de semente de algodão (extraído com solvente); FC - Farinha de colza (Canola) (extraída com solvente).

Do mesmo modo, MANSANO *et al.* (2017b) determinaram a digestibilidade aminoacídica de vários ingredientes proteicos de origem animal para rês-touro em diferentes fases de desenvolvimento (Tabelas 5, 6 e 7). Observaram que a farinha de vísceras de frango, de resíduos de salmão e de sangue apresentaram maior número de altos coeficientes de digestibilidade aparente dos aminoácidos essenciais para as fases inicial, de crescimento e terminação, respectivamente. Os diferentes valores observados entre os trabalhos de ZHANG *et al.* (2015) e MANSANO *et al.* (2017 a,b) podem ser devido qualidade e/ou processamento do ingrediente utilizado, idade dos animais e método de coleta de fezes.

**TABELA 4. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE (CDAs, %) PARA AMINOÁCIDOS DOS INGREDIENTES, DE ACORDO ZHANG ET AL. (2015).**

<b>Ingredientes</b>	<b>FPB</b>	<b>FPM</b>	<b>FCO</b>	<b>FSA</b>	<b>FP</b>	<b>FS</b>	<b>FA</b>	<b>FSA</b>	<b>FC</b>
Alanina	89.2 ± 0.6	90.2 ± 1.1	79.3 ± 1.1	75.4 ± 2.3	55.3 ± 2.6	73.4 ± 2.4	79.0 ± 2.8	58.8 ± 2.1	56.5 ± 3.0
Arginina	97.0 ± 0.2	96.6 ± 0.5	85.5 ± 0.7	87.9 ± 1.1	78.1 ± 1.1	95.9 ± 0.5	94.9 ± 0.5	93.1 ± 0.3	90.9 ± 0.7
Aspartato	95.8 ± 0.4	92.5 ± 0.9	75.9 ± 1.3	77.3 ± 2.2	52.6 ± 2.6	91.8 ± 0.9	86.4 ± 1.4	83.6 ± 1.0	74.2 ± 2.0
Glutamato	95.7 ± 0.3	91.6 ± 0.9	75.9 ± 1.1	82.0 ± 1.6	61.9 ± 2.0	93.4 ± 0.7	89.6 ± 1.0	90.1 ± 0.5	89.1 ± 0.8
Glicina	90.1 ± 0.5	90.0 ± 1.1	79.9 ± 0.8	81.9 ± 1.6	68.8 ± 1.7	82.3 ± 1.7	78.6 ± 2.1	72.7 ± 1.4	70.3 ± 1.9
Histidina	97.0 ± 0.3	96.1 ± 0.5	88.5 ± 0.7	83.7 ± 1.5	70.0 ± 1.9	92.4 ± 0.8	84.4 ± 1.5	86.7 ± 0.6	85.5 ± 1.0
Isoleucina	93.2 ± 0.5	91.4 ± 1.1	76.7 ± 1.5	73.0 ± 2.6	71.4 ± 1.6	85.8 ± 1.5	81.6 ± 2.3	71.4 ± 1.5	65.4 ± 2.3
Leucina	94.8 ± 0.4	92.2 ± 0.9	81.0 ± 1.1	77.2 ± 2.1	68.5 ± 1.7	86.9 ± 1.3	83.6 ± 1.9	73.0 ± 1.3	67.5 ± 2.0
Lisina	96.5 ± 0.3	95.5 ± 0.6	85.9 ± 0.9	79.3 ± 1.9	47.4 ± 3.2	91.3 ± 1.0	71.6 ± 2.8	65.4 ± 1.5	73.7 ± 1.7
Metionina	94.4 ± 0.2	93.6 ± 0.6	79.8 ± 1.0	86.8 ± 1.2	67.4 ± 2.0	87.4 ± 1.5	83.5 ± 2.0	78.3 ± 1.1	77.4 ± 1.5
Fenilalanina	93.5 ± 0.4	91.7 ± 1.0	77.7 ± 1.3	73.9 ± 2.4	68.2 ± 1.7	88.1 ± 1.2	87.8 ± 1.4	82.8 ± 0.9	67.5 ± 2.1
Serina	95.8 ± 0.4	93.7 ± 0.9	83.6 ± 1.0	78.7 ± 2.0	72.5 ± 1.3	90.0 ± 1.0	82.5 ± 1.7	78.2 ± 1.1	68.0 ± 2.0
Treonina	92.5 ± 0.4	90.7 ± 0.9	77.2 ± 1.2	71.8 ± 2.4	59.8 ± 2.0	78.8 ± 1.6	63.9 ± 3.2	62.4 ± 1.5	55.3 ± 2.3
Tirosina	93.0 ± 0.4	90.3 ± 1.1	81.8 ± 1.2	78.6 ± 2.1	61.3 ± 2.0	90.0 ± 1.2	87.9 ± 1.5	81.7 ± 1.1	68.1 ± 2.2
Valina	93.9 ± 0.4	92.4 ± 1.0	80.8 ± 1.2	75.0 ± 2.3	70.4 ± 1.6	84.8 ± 1.5	80.9 ± 2.2	73.2 ± 1.3	68.3 ± 2.0

*FPB - Farinha de peixe branco; FPM, Farinha de peixe marrom; FCO - Farinha de carne e ossos suína; FSA - Farinha de subprodutos de aves; FP - Farinha de penas (hidrolisada, seca); FS - Farelo de soja (extraído com solvente); FA - Farelo de amendoim (triturado mecanicamente); FSA - Farinha de semente de algodão (extraído com solvente); FC - Farinha de colza (Canola) (extraída com solvente)*

**TABELA 5. VALORES DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS AMINOÁCIDOS DOS INGREDIENTES PROTEICOS DE ORIGEM ANIMAL PARA RÃS-TOURO NA FASE INICIAL.**

Aminoácidos	Ingredientes							
	FSG	FCO	FS	CH	FP	FVF	FT	FSD
Arginina	42,7	70,8	80,6	74,0	80,3	93,0	81,9	79,3
Fenilalanina	44,5	75,3	75,2	66,3	92,8	92,3	85,7	65,4
Histidina	44,0	95,4	77,9	87,5	58,4	94,8	66,7	76,2
Isoleucina	90,3	93,9	92,5	95,7	47,5	77,5	77,5	67,7
Leucina	31,9	92,0	94,2	70,3	75,4	95,3	75,8	76,9
Lisina	37,4	97,5	88,7	86,0	51,9	91,3	83,1	71,0
Metionina	63,6	84,6	93,4	65,7	69,1	93,7	85,3	78,9
Treonina	24,7	83,5	71,9	67,4	48,9	91,5	74,0±	77,7
Triptofano	44,0	97,1	95,1	42,4	49,9	93,2	95,5	88,3
Valina	58,7	91,4	94,6	75,4	75,8	91,4	74,3	67,9

FSG - Farinha de sangue, "spray dried"; FCO - farinha de carne e ossos; FS - Farinha de resíduos de salmão; CH - Concentrado de hemácias; FP - Farinha de penas hidrolisada; FVF - Farinha de vísceras de frango; FT - Farinha de resíduos de tilápia; FSD - Farinha resíduos de sardinha.

**TABELA 6. VALORES DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS AMINOÁCIDOS DOS INGREDIENTES PROTEICOS DE ORIGEM ANIMAL PARA RÃS-TOURO NA FASE DE CRESCIMENTO.**

Aminoácidos	Ingredientes							
	FSG	FCO	FS	CH	FP	FVF	FT	FSD
Arginina	63,7	74,9	98,8	75,1	93,3	87,7	94,6	85,5
Fenilalanina	65,1	89,6	91,1	88,9	94,0	84,3	91,4	73,9
Histidina	73,6	96,3	92,3	84,7	79,5	88,6	88,9	79,8
Isoleucina	63,9	76,6	85,3	81,9	87,8	72,5	84,6	68,6
Leucina	55,2	81,2	87,8	77,1	83,6	75,9	88,1	75,5
Lisina	55,6	78,6	92,3	84,8	73,8	84,7	91,7	81,7
Metionina	59,0	68,7	83,7	64,6	73,1	73,4	86,0	83,1
Treonina	57,9	74,4	91,1	75,9	65,1	78,5	91,6	76,0
Triptofano	51,4	93,4	79,7	47,4	88,7	79,6	86,9	88,0
Valina	55,0	79,6	85,3	91,6	83,7	70,3	86,3	69,6

FSG - Farinha de sangue, "spray dried"; FCO - farinha de carne e ossos; FS - Farinha de resíduos de salmão; CH - Concentrado de hemácias; FP - Farinha de penas hidrolisada; FVF - Farinha de vísceras de frango; FT - Farinha de resíduos de tilápia; FSD - Farinha resíduos de sardinha.

**TABELA 7. VALORES DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS AMINOÁCIDOS DOS INGREDIENTES PROTEICOS DE ORIGEM ANIMAL PARA RÃS-TOURO NA FASE DE TERMINAÇÃO.**

Aminoácidos	Ingredientes							
	FSG	FCO	FS	CH	FP	FVF	FT	FSD
Arginina	88,3	54,3	90,8	74,8	71,4	73,6	83,2	69,7
Fenilalanina	95,0	58,3	73,9	74,7	57,5	58,2	68,2	37,1
Histidina	93,6	89,5	81,2	87,1	53,9	78,0	91,5	67,7
Isoleucina	22,8	62,3	84,9	92,9	74,3	72,4	79,2	64,6
Leucina	91,3	62,1	82,2	78,8	59,3	69,6	77,7	60,6
Lisina	92,2	58,7	89,2	88,6	40,3	81,7	86,6	71,1
Metionina	78,0	53,1	71,7	73,4	60,9	62,7	66,5	52,2
Treonina	86,7	54,6	93,1	86,5	50,1	84,1	93,0	79,0
Triptofano	56,1	90,7	87,0	86,0	66,9	69,8	88,7	73,7
Valina	93,5	59,0	85,9	86,1	65,4	70,6	78,9	64,2

FSG - Farinha de sangue, "spray dried"; FCO - farinha de carne e ossos; FS - Farinha de resíduos de salmão; CH - Concentrado de hemácias; FP - Farinha de penas hidrolisada; FVF - Farinha de vísceras de frango; FT - Farinha de resíduos de tilápia; FSD - Farinha resíduos de sardinha.

Também foi determinada a digestibilidade dos aminoácidos de ingredientes proteicos e energéticos de origem vegetal para rês-touro em diferentes fases de desenvolvimento (MANSANO, 2015) (Tabelas 8 e 9). Concluíram que a digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes proteicos de origem vegetal (concentrado proteico de soja, glúten de milho e farelo de soja) foram superiores aos dos ingredientes energéticos de origem vegetal (milho em grão e farelo de trigo).

**TABELA 8. VALORES DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS AMINOÁCIDOS DOS INGREDIENTES PROTEICOS DE ORIGEM VEGETAL PARA RÃS-TOURO.**

Aminoácidos	Fase Inicial			Fase de Crescimento			Fase de Terminação		
	CPS	FSJ	GM	CPS	FSJ	GM	CPS	FSJ	GM
Arginina	83,8	90,9	88,4	96,4	97,5	95,1	88,8	91,4	89,7
Fenilalanina	79,0	83,3	96,3	93,3	83,9	94,3	87,2	76,4	93,7
Histidina	72,9	90,7	86,4	94,3	61,4	90,4	79,1	75,3	94,8
Isoleucina	78,2	59,3	94,7	81,5	74,5	90,6	83,1	79,9	92,4
Leucina	75,2	46,3	92,4	86,2	74,1	92,9	83,5	73,1	93,7
Lisina	81,7	91,5	90,9	87,1	73,9	89,5	81,9	79,7	84,0
Metionina	67,6	31,4	93,6	90,5	65,7	91,7	82,6	70,0	88,6
Treonina	74,3	80,1	82,4	88,2	97,8	85,0	83,5	69,2	87,0
Triptofano	92,3	91,3	89,0	94,9	82,7	59,8	95,0	84,8	64,9
Valina	65,1	87,0	91,8	79,0	69,4	91,4	76,5	71,1	88,8

CPS - Concentrado proteico de soja; FSJ - Farelo de soja; GM - Glúten de milho.

**TABELA 9. VALORES DE DIGESTIBILIDADE DOS AMINOÁCIDOS DOS INGREDIENTES ENERGÉTICOS DE ORIGEM VEGETAL PARA RÃS-TOURO.**

Aminoácidos	Fase Inicial		Fase de Crescimento		Fase de Terminação	
	MG	FTO	MG	FTO	MG	FTO
Arginina	70,6	68,7	96,7	93,3	65,8	71,7
Fenilalanina	44,9	31,2	70,0	64,5	24,3	17,4
Histidina	71,2	53,3	85,1	81,3	87,3	71,6
Isoleucina	23,2	28,2	47,6	56,7	43,4	61,1
Leucina	55,5	41,6	76,0	64,8	59,7	29,8
Lisina	75,3	80,7	77,3	76,2	46,7	69,2
Metionina	61,0	18,0	72,5	50,5	74,9	67,0
Treonina	47,2	53,2	71,2	67,1	92,9	77,8
Triptofano	90,5	65,7	75,6	75,9	81,3	93,7
Valina	51,9	28,3	64,2	61,4	59,2	67,8

MG - Milho, grão; FTO - Farelo de trigo.

O conhecimento do perfil enzimático do sistema digestivo é importante, pois permite melhor entendimento da fisiologia da digestão e do metabolismo dos nutrientes, gerando subsídios para ajustes mais precisos na elaboração de dietas. Com relação à atividade da tripsina, foi observada sua presença no quimo logo após o término da metamorfose, aumentando até alcançar estabilidade ainda na fase de imago, demonstrando que a rã-touro tem, inicialmente, capacidade para digerir alimentos proteicos (BRAGA *et al.* 2004). Do mesmo modo, foi observado que a atividade da amilase se estabiliza ainda na fase de imago, portanto os animais apresentam capacidade de digerir alimentos de origem amilásica (BRAGA *et al.*, 2005). Para a lipase, a rã-touro na fase inicial apresenta baixa capacidade de hidrólise, aumentando sua atividade posteriormente em rãs com peso superior a 10g (BRAGA *et al.*, 2006).

A metodologia tradicional utilizada para determinação da exigência em aminoácidos baseia-se em experimentos individuais de dose-resposta para cada aminoácido, demandando maior período de tempo e alto custo (SMALL e SOARES, 1998). No entanto, com o conceito de proteína ideal, todos os aminoácidos essenciais são expressos como taxas ideais ou porcentagens de um aminoácido referência, normalmente o mais limitante. Assim, determinada a exigência do aminoácido mais limitante, a exigência dietética para todos os outros aminoácidos pode ser estimada por meio do perfil de aminoácidos apresentados na musculatura dos animais de acordo com a metodologia de TACON (1987).

Nesse sentido, MANSANO *et al.* (2017 c) determinaram a exigência de lisina digestível (2,71% do peso seco ou 8,91% da proteína digestível da dieta) e estimaram a exigência dos aminoácidos digestíveis essenciais para rã-touro (% do peso seco): 2,16% arginina;

0,94% histidina; 1,34% isoleucina; 2,39% leucina; 0,79% metionina; 1,31% fenilalanina; 1,34% treonina; 0,23% triptofano; 1,58% valina; 0,36% cistina e 1,07% tirosina.

A exigência de metionina foi estimada em 1,53% da dieta para o melhor ganho de peso e 1,62% para a melhor taxa de eficiência proteica de rãs-touro (ZHANG *et al.*, 2016a).

As dietas devem ter um equilíbrio entre a proporção de proteína e energia presente nas mesmas. Dietas com alto teor de proteína e baixo conteúdo de energia, parte dessa proteína será desviada como fonte energética pelo ciclo de Krebs; ao contrário, dietas com baixo teor de proteína e alto conteúdo de energia haverá uma redução no consumo de alimento e o animal poderá não atingir as exigências dos aminoácidos essenciais.

Na literatura, poucos foram os trabalhos realizados com relação à exigência energética para rãs em engorda. RODRIGUES *et al.* (2007) testando dois níveis de energia metabolizável (2850 e 3050 kcal/kg) e duas relações energia:proteína (60 e 70 kcal/100g PB) observaram que na fase inicial (até 112 dias), o melhor ganho de peso das rãs foi obtido com a dieta contendo 2850 kcal/kg e 48% de PB (60 EM:PB) e, após esse período com a dieta com 3050 kcal/kg e 44% de PB (70 EM:PB), indicando que na fase inicial o animal tem mais necessidade de proteína e após, maior necessidade energética. CASTRO *et al.* (2008) não observaram diferença no desempenho de rãs-touro alimentadas com dietas isoproteicas (40% PB) contendo diferentes níveis de energia metabolizável (2300, 2400, 2500, 2600 e 2700 kcal/kg de ração), entretanto a relação lipossomática aumentou com a elevação do nível de energia na dieta.

Os lipídios, juntamente com os carboidratos são importantes fontes de energia para os animais. Além da produção de energia, os lipídios têm função estrutural nas membranas celulares e são precursores de hormônios e outras moléculas bioativas. Até o momento não temos na literatura trabalhos sobre exigência de lipídios para rãs-touro pós-metamorfoseadas. ZHANG *et al.* (2016b) testaram várias fontes de lipídios (5,2% de óleo de peixe, gordura de frango, banha de porco, óleo de soja e óleo de dendê), com o objetivo de substituir o óleo de peixe em dietas de rã-touro. Os autores concluíram que o óleo de peixe pode ser totalmente substituído pelo óleo de soja ou de dendê, por oito semanas, sem afetar o desempenho dos animais.

STÉFANI (1996) utilizou dietas isoproteicas (30%PB) e isocalóricas (4300 kcal EB/kg) contendo diferentes níveis de carboidratos (30, 35, 40 e 45%) para rãs em crescimento. Observou que o carboidrato em alta concentração (40 e 45%) foi uma fonte de energia disponível para a rã-touro, com um importante efeito economizador de proteína para o crescimento dos animais, não promovendo acúmulo de gordura na carcaça. Concluiu que a viabilidade do uso de altos níveis de carboidratos na dieta das rãs, leva à redução dos níveis de proteína, com conseqüente diminuição do custo da ração.

## MANEJO ALIMENTAR

---

### RAÇÃO UTILIZADA

Como ainda não há no mercado uma ração específica para rãs na fase pós-metamorfose, a maioria dos rancultores tem utilizado ração comercial peletizada ou extrusada, formulada para peixes carnívoros, com bons resultados práticos em ganho de peso e

conversão alimentar. O teor de proteína bruta dessas rações varia em média de 40 a 45%, dependendo da marca utilizada.

O ranicultor também tem a opção de produzir sua ração no próprio ranário, entretanto, para a formulação de rações são necessários vários conhecimentos técnicos, tais como: requerimentos nutricionais, composição bromatológica dos ingredientes utilizados, limitações de cada ingrediente, formulação de uma dieta balanceada, além de noções básicas sobre processamento e estabilidade das mesmas.

Nos sistemas de criação semi-secos (confinamento e anfigranja) essas rações, comerciais ou não, normalmente são oferecidas consorciadas com larvas de mosca doméstica (*Musca domestica*), produzidas em moscários controlados (ALEIXO *et al.*, 1984), para movimentar as mesmas e estimular o consumo pelas rês. Na fase inicial de crescimento (rês até 40g) utiliza-se cerca de 10 a 20% de larvas da quantidade de ração a ser oferecida, diminuindo para cerca de 5% na fase de crescimento e terminação (rês maiores de 40g até o peso de abate). Quando não se utiliza larvas de moscas, a ração pode ser oferecida em cochos vibratórios.

PAHOR-FILHO *et al.* (2015) observaram melhor ganho de peso (240,48g), conversão alimentar (1,1:1) e taxa de crescimento específico (4,85%/dia) em rês-touro alimentadas por 90 dias em cocho vibratório, comparadas com aquelas que receberam ração consorciada com 5% de larvas de moscas (198,91g;1,31:1 e 4,73%/dia, respectivamente). Essa resposta pode ser devido ao maior estímulo visual do alimento se movimentando no cocho vibratório.

No sistema de criação inundado, a ração oferecida tem que ser extrusada, pois é colocada diretamente na água, tendo que permanecer flutuando por um determinado tempo.

O tamanho do pélete deve ser proporcional ao tamanho dos animais, para as rês na fase inicial, os péletes da ração devem ter o tamanho de 3 a 5 mm, e na fase de crescimento e terminação cerca de 7 mm.

## CONSUMO DE ALIMENTO

O conhecimento do consumo alimentar diário dos animais em cada baía de engorda é muito importante, pois se o alimento for oferecido em excesso, além de aumentar o custo de produção, prejudica os animais, poluindo o ambiente devido à deterioração das sobras de ração. Ao contrário, se uma quantidade de alimento insuficiente for oferecida, ocorrerá uma diminuição do desempenho dos animais.

O consumo alimentar varia principalmente com a temperatura ambiente, qualidade da ração utilizada e com o peso corporal dos animais.

BRAGA *et al.* (1997) obtiveram o consumo de alimento em função do peso da rã-touro na fase de recria, mantidas na temperatura de  $25,1 \pm 1,1$  °C (Tabela 10).

**TABELA 10 - PERCENTUAL DE ALIMENTO OFERECIDO EM RELAÇÃO AO PESO DA RÃ-TOURO.**

<b>Peso da rã (g)</b>	<b>Consumo (%)</b>
8,5	12,18
20,0	6,20
40,0	4,24
60,0	3,21
80,0	2,64

A nível de campo, LIMA *et al.* (2003) observaram o seguinte consumo de alimento no sistema de criação anfigranja (Tabela 11).

**TABELA 11 - PERCENTUAL DE ALIMENTO OFERECIDO EM RELAÇÃO À FAIXA DE PESO DA RÃ-TOURO.**

<b>Faixa de peso (g)</b>	<b>Consumo (%)</b>
8 a 19	5,2
20 a 29	3,9
30 a 39	3,2
40 a 109	2,5
110 a 149	2,1
150 a 209	1,8
210 a 230	1,2

Para se estimar a quantidade de alimento a ser oferecido para cada baía, o raniculor terá que periodicamente coletar uma amostra de rês de cada baía, pesá-las, obter o peso médio, verificar na tabela qual a porcentagem de alimento a ser oferecido, e multiplicar pelo peso total estimado de todos animais alojados na baía. Além disso, a observação diária do tratador é muito importante, pois se ocorrer variação na temperatura ambiente o consumo também irá se alterar.

## FORNECIMENTO DE ALIMENTO

Nos sistemas semi-secos (confinamento e anfigranja) o alimento é oferecido diariamente uma a duas vezes ao dia. No fornecimento do alimento, o tratador deverá procurar colocar a mesma quantidade em cada cocho, ou se forem cochos contínuos, distribuir de forma homogênea, para não ocorrer disputa pelo alimento.

No dia seguinte, completar os cochos vazios. Se o alimento remanescente molhou, é melhor retirá-lo para não correr o risco de fermentação do mesmo.

No caso do sistema de criação com baía inundada ou alagada, o fornecimento de alimento é realizado várias vezes ao dia (6 a 7 vezes ao dia) em pequenas quantidades, para não haver sobras de alimento. Utilizando alimentadores automáticos nas baias de engorda no sistema inundado, CASTRO *et al.* (2012) observaram melhor ganho de peso nas rês que receberam 46 refeições/dia; a conversão alimentar nas diferentes frequências alimentares foram 2,31; 1,88 e 1,20 respectivamente para 6, 24 e 46 refeições/dia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação à nutrição e alimentação de rãs, vários aspectos ainda precisam ser solucionados para o desenvolvimento de uma ração adequada, que atenda as exigências nutricionais dos animais nas diferentes fases de crescimento, possivelmente abaixando o custo com a alimentação e, conseqüentemente, diminuindo o custo de produção da carne de rã nos ranários comerciais. Para isso, torna-se necessário a realização de várias pesquisas, as quais demandam recursos humanos e financeiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEIXO, R.C.; LIMA, S.L.; LOPES, A.G. 1984. **Criação de mosca doméstica para suplementação alimentar de rãs**. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ. (Informe técnico, 46).
- BARBALHO, O.J.M. 1991. **Exigência de proteína bruta de rã-touro** (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802) na fase de terminação. 1991. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.
- BORIN, K.; OGLE, B.; LINDBERG, J.E. 2002. Methods and techniques for the determination of amino acid digestibility: A review. **Livestock Research for Rural Development** 14(6), 115p.
- BRAGA, L.G.T.; LIMA, S.L.; DONZELE, J.L.; CASTRO, J.C. 1998. Valor nutritivo de alguns alimentos para rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia** 27(2), 203-209.
- BRAGA, L.G.T.; LIMA, S.L.; CASTRO, J.C.; SILVA, F.B.G. (1997). Consumo de alimento em função do peso da rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) na fase de recria. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 9, INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY, 2, Santos, 1997, **Anais ...** Santos, ABETRA/ABCR, p.190.
- BRAGA, L.G.T.; OLIVEIRA, M.G.A.; LIMA, W.C.; EUCLYDES, R.F. 2004. Atividade da tripsina em rã-touro na fase pós-metamórfica. **Revista Brasileira de Zootecnia** 33(4), 821-827.
- BRAGA, L.G.T.; OLIVEIRA, M.G.A.; LIMA, W.C.; EUCLYDES, R.F. 2005. Atividade da amilase em rã-touro durante a fase pós-metamórfica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 40(10), 947-951.
- BRAGA, L.G.T.; OLIVEIRA, M.G.A.; LIMA, W.C.; EUCLYDES, R.F. 2006. Enzymatic activity of lipase in post-metamorphic phase bullfrogs. **Scientia Agricola** 63(5), 439-443.
- CASTRO, C.S.; AGOSTINHO, C.A.; ARGENTIM, D.; ALEXANDRE, J.S.; OLIVEIRA, L.C.; SOUZA, R.M.R.; PADILHA, P.M. 2012. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs fed in high and low frequency. **Aquaculture** 326, 123-128.
- CASTRO, J.C.; BARBOZA, W.A.; SILVA, K.K.P.; PIRES, S.C. 2008. Níveis de energia metabolizável para rações de rã-touro. **Boletim do Instituto de Pesca** 34(4), 519-525.
- CASTRO, J.C.; LIMA, S.L.; DONZELE, J.L.; BRAGA, L.G. 1998. Energia metabolizável de alguns alimentos usados em rações de rãs. **Revista Brasileira de Zootecnia** 27(6), 1051-1056.
- CASTRO, J.C.; SILVA, D.A.V.; SANTOS, R.B.; MODENESI, V.F.; ALMEIDA, D.F. 2001. Valor nutritivo de alguns alimentos para rãs. **Revista Brasileira de Zootecnia** 30(3), 605-610.
- HOSSAN, M.A.; JAUNCEY, K. 1989. Studies on the protein, energy and amino acids digestibility of fish meal, mustard oilcake, linseed and sesame meal for common carp (*Cyprinus carpio*). **Aquaculture** 83, 59-72.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. 1988. **A criação de rãs**. Rio de Janeiro, Globo. 187p.
- LIMA, S.L.; CASALI, A.P.; AGOSTINHO, C.A. 2003. Desempenho zootécnico e percentual de consumo de alimento de rã-touro (*Rana catesbeiana*) na fase de recria (pós-metamorfose) do sistema anfigranja. **Revista Brasileira de Zootecnia** 32(3), 505-511.
- MANSANO, C.F.M. 2015. **Digestibilidade e exigência de aminoácidos para rã-touro**. 2015. 115f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal - SP.
- MANSANO, C.F.M.; MACENTE, B.I.; NASCIMENTO, T.M.T.; PINTO, D.F.H.; PEREIRA, M.M.; STÉFANI, M.V. 2017a. Digestibility of nutrients and energy ingredients for bullfrogs during different phases of development. **Aquaculture Nutrition** 23, 1368-1378.
- MANSANO, C.F.M.; MACENTE, B.I.; NASCIMENTO, T.M.T.; PEREIRA, M.M.; TAKAHASHI, L.S.; STÉFANI, M.V. 2017b. Amino acid digestibility of animal protein ingredients for bullfrogs in different phases of post-metamorphic development. **Aquaculture Research** 48, 4822-4835.

- MANSANO, C.F.M.; MACENTE, B.I.; NASCIMENTO, T.M.T.; PEREIRA, M.M.; SILVA, E.P.; STÉFANI, M.V. 2017c. Determination of digestible lysine and estimation of essential amino acid requirements for bullfrogs. **Aquaculture** 467, 89-93.
- MAZZONI, R.; CARNEVIA, D.; ROSSO, A.; SALVO, M.A.; AREOSA, O.; ANTONIELLO, A. 1992. Estudio del porcentaje de proteína y la energía en el alimento peletado para engorde de rana toro (*Rana catesbeiana* Shaw 1802). 2da parte. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 7, Rio de Janeiro, 1992. **Anais ...**, Rio de Janeiro, ARERJ. p.185-190.
- MONTEIRO, E.S.; LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. 1988. Avaliação do desenvolvimento de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw) alimentadas com diferentes níveis de proteína. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25, Viçosa, 1988. **Anais...**, Viçosa, Sociedade Brasileira de Zootecnia. p77.
- OLVERA-NOVOA, M.A.; ONTIVEROS-ESCUZIA, V.M.; FLORES-NAVA, A. 2007. Optimum protein level for growth in juvenile bullfrog (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). **Aquaculture** 266, 191-199.
- PAHOR-FILHO, E.; PEREIRA, M.M.; STÉFANI, M.V. 2015. A vibrating feeder tray improves bullfrog production. **Aquacultural Engineering** 68, 6-9.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. 2002. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia** 31(4), 1595-1604.
- RODRIGUES, M.L.; LIMA, S.L.; MOURA, O.M.; AGOSTINHO, C.A.; SILVA, J.H.V.; CRUZ, G.R.B.; CAMPOS, V.M.; CASALI, A.P.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; MENDES, R.R.B. 2007. Efeito dos níveis de proteína e relação energia/proteína sobre o desempenho da rã-touro. **Archivos de Zootecnia** 56(216), 939-942.
- RODRIGUES, M.L.; MOURA, O.M.; LIMA, S.L. 2004. Determinação da energia metabolizável de alguns alimentos para rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Boletim do Instituto de Pesca** 30(2), 147-154.
- SMALL, B.C.; SOARES, J.H. 1998. Estimating the quantitative essential amino acid requirements of striped bass *Morone saxatilis*, using fillet A/E ratios. **Aquaculture Nutrition** 4, 225-232.
- STÉFANI, M.V. 1996. **Metabolismo e crescimento da rã-touro** (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) alimentada com níveis crescentes de carboidratos. 1996. 92f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal - SP.
- STÉFANI, M.V. 1995. Níveis de proteína adequada ao crescimento da rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802). In: INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY, 1st, & ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, VIII, Viçosa. **Resumos ...**, p.65.
- STÉFANI, M.V.; PEREIRA, M.M.; RECHE, M.R.; MANSANO, C.F.M. 2015. Fecal collection methods for the determination of protein digestibility in bullfrogs. **Ciência Rural** 45(8), 1492-1495.
- TACON, A.G.J. 1987. **Nutrition and feeding of farmed fish and shrimp: a training manual**. Redmond: Argent Laboratories Press. 454p.
- ZHANG, C.X.; FENG, W.; WANG, L.; SONG, K.; LU, K.L.; LI, P. 2016a. Optimal dietary methionine requirement of bullfrog *Rana (Lithobates) catesbeiana*. **Aquaculture** 464, 576-581.
- ZHANG, C.X.; HUANG, K.K.; LU, K.L.; WANG, L.; SONG, K.; ZHANG, L.; LI, P. 2016b. Effects of different lipid sources on growth performance, body composition and lipid metabolism of bullfrog *Lithobates catesbeiana*. **Aquaculture** 457, 104-108.
- ZHANG, C.X.; HUANG, K.K.; WANG, L.; SONG, K.; ZHANG, L.; LI, P. 2015. Apparent digestibility coefficients and amino acid availability of common protein ingredients in the diets of bullfrog, *Rana (Lithobates) catesbeiana*. **Aquaculture** 437, 38-45.

# CAPÍTULO 6

## **AUTOMAÇÃO DO FORNECIMENTO DE RAÇÃO PARA RÃS-TOURO: ENSAIO DE PRODUÇÃO**

Cecília Silva de Castro

Célio Aparecido Carmelin Junior

Junior Antonio Decarli

Anderson Aparecido Dias Santos

Gabriel Moreno Martineli

Daniel Argentim

Luciano Caetano de Oliveira

Claudio Angelo Agostinho



A ranicultura é uma atividade zootécnica e econômica que vem sendo implantada no meio rural brasileiro, assim como em outros países (CRIBB *et al.*, 2013). O crescente interesse do consumo por carnes brancas e saudáveis projeta esta atividade como uma fonte alternativa de proteína (MOREIRA *et al.*, 2013). A espécie *Rana catesbeiana*, que recebeu nova classificação taxonômica como *Lithobates catesbeianus* (FROST *et al.*, 2006), se destaca nas produções comerciais devido às suas características biológicas e zootécnicas favoráveis para o cultivo, como alta taxa de fecundidade, rápido desenvolvimento corpóreo e grande porte (FERREIRA *et al.*, 2002; OLVERA-NOVOA *et al.*, 2007), podendo produzir mais de 10 mil girinos por desova (Agostinho, 2003), atingir 20 cm de comprimento e peso acima de 800 g (FLORES-NAVA, 2005).

O Brasil possui tecnologia própria para criação de rãs em cativeiro (SEIXAS FILHO *et al.*, 2009; ARRUDA *et al.*, 2014). O sistema anfigranja (LIMA e AGOSTINHO, 1992), desenvolvido no país, e o sistema inundado (MAZZONI *et al.*, 1995), originário dos países asiáticos, são os mais utilizados pelos ranicultores brasileiros. A utilização de tanques-rede para criação dessa espécie é recente e traz novas oportunidades para a ranicultura. Sousa *et al.* (2010) propuseram esse tipo de instalação para rãs por ser um sistema superintensivo com constante renovação de água e permitir alta densidade de estocagem.

Atualmente, um dos maiores desafios da ranicultura é diminuir os desperdícios de ração para tornar a produção mais lucrativa e sustentável. Melhorias no manejo alimentar devem ser implementadas na ranicultura, visando diminuir os efeitos indiretos da alimentação inadequada, resultando em melhores taxas de crescimento e deposição de nutrientes, consequentemente obtendo animais de melhor qualidade (MANSANO *et al.*, 2014). A automação auxilia positivamente o manejo alimentar, pois contribui para o controle eficiente do fornecimento de ração e permite a utilização de altas frequências alimentares, ou seja, menor quantidade de alimento fornecida mais vezes durante o dia ou à noite, fatores que favorecem o aumento da produtividade na criação de rãs (OLIVEIRA *et al.*, 2009; CASTRO *et al.*, 2014a).

Para melhorar a eficiência do manejo alimentar automatizado na produção de rãs é importante restringir a oferta de ração a medida que a temperatura se afasta da faixa ideal para a criação. A rã-touro diminui o consumo de ração quando a temperatura está acima ou abaixo da faixa ótima para o seu crescimento (BRAGA e LIMA, 2001). Em anfíbios a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo assim como a eficiência com o qual a energia é assimilada são influenciadas pela temperatura (WELLS, 2007), que consequentemente influenciam o desempenho produtivo dos animais. A temperatura tem efeito sobre o ganho de peso e crescimento corporal, rendimento de carcaça e conversão alimentar na produção de rãs (FIGUEIREDO *et al.*, 1999). Portanto, torna-se importante desenvolver a técnica de automação do fornecimento de ração para rãs-touro criadas em baias flutuantes, bem como avaliar diferentes níveis de restrição na taxa de alimentação conforme a temperatura da água se afasta da faixa de conforto térmico para a espécie.

## DESENVOLVIMENTO DA TÉCNICA DE AUTOMAÇÃO

### BAIAS FLUTANTES PARA CRIAÇÃO DAS RÃS

As baias flutuantes (2,0x2,0x0,15 m) são confeccionadas com boias de polipropileno. Cada boia constitui uma das paredes laterais da baia, e o fundo é revestido com tela de aço inox de abertura de 12 mm. A tampa da baia, confeccionada em polipropileno e instalada sobre as boias, permite a abertura nas duas laterais, e nela é feita uma abertura para acoplar um alimentador automático (AGOSTINHO *et al.*, 2010). Os alimentadores automáticos são controlados por CLP (Controlador Lógico Programável) para ajustar diariamente o fornecimento da ração de acordo com o ganho de peso das rãs e instantaneamente de acordo com a temperatura da água (Figura 1).

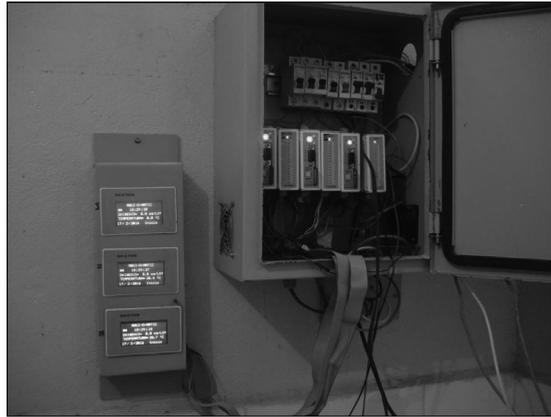
As baias flutuantes para criação das rãs são distribuídas linearmente em um viveiro de 2.000 m<sup>2</sup> com profundidade máxima de três metros e renovação de água de 5 litros/minuto. A instalação de cada baia flutuante no viveiro é feita de forma que a lâmina de água em seu interior não ultrapassasse cinco centímetros. O viveiro é povoado com tilápias, assim a ração não consumida pelas rãs pôde ser aproveitada pelos peixes (CASTRO *et al.*, 2014b), reduzindo o impacto das sobras de ração da produção da rã-touro sobre o ambiente aquático.



**FIGURA 1.** BAIAS FLUTANTES PARA CRIAÇÃO DE RÃS, COM ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS, INSTALADOS LINEARMENTE EM UM VIVEIRO.

### SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA

O sistema de alimentação automática é composto por três unidades de CLP da marca Dexter mDX201 (Figura 2). A programação dos CLPs é feita por meio de software desenvolvido em programação gráfica (AGOSTINHO *et al.*, 2019), que permite a digitação, por meio de um teclado virtual em uma Interface Homem Máquina (IHM), dos parâmetros referentes a automação do oferecimento de ração. O controlador ligado aos alimentadores automáticos determina o tempo de funcionamento, horário de alimentação, frequência alimentar e a quantidade de ração de acordo com a temperatura da água.



**FIGURA 2.** SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA COMPOSTO POR TRÊS CLPs E TRÊS IHM, ENTRE OUTROS COMPONENTES.

O CLP é programado para corrigir a oferta diária de ração de acordo com o ganho de peso dos animais. Para isso, um valor de conversão alimentar esperada (consultado na literatura) é fornecido, por meio da IHM, para que o CLP estime por cálculos os valores diários de ganho de peso dos animais, agregando diariamente este valor estimado no peso médio dos animais.

Outras informações necessárias para o manejo alimentar em cada baia flutuante, como período de alimentação, frequência alimentar, taxa de alimentação, peso médio dos animais, total de animais em cada baia e a regulação dos alimentadores automáticos (quantidade de ração dispensada por segundo) são inseridas no CLP, via IHM, no início da criação das rês. A taxa de alimentação é ajustada no decorrer da criação, e os valores inseridos via IHM quando necessário. A quantidade diária de ração é calculada pelo CLP utilizando as seguintes equações (CASTRO *et al.*, 2014b):

$$PTc (g) = PTcy + GPDe$$

$$GPDe (g) = (PTc \times TA)/CAe$$

$$RD (g) = PTc \times TA$$

onde,  $PTc (g)$  = peso total calculado (que é calculado no segundo dia da criação); no primeiro dia  $PTc = PT$  = peso total das rês;  $PTcy (g)$  = peso total calculado no dia anterior;  $GPDe (g)$  = ganho de peso diário estimado;  $GPDey (g)$  = ganho de peso diário estimado, calculado no dia anterior;  $TA (\%)$  = taxa de alimentação;  $CAe$  = conversão alimentar esperada;  $RD (g)$  = ração diária.

Para ajuste da oferta de ração de acordo com a temperatura da água, um sensor de temperatura é acoplado na entrada analógica do CLP, fornecendo dados instantâneos de temperatura da água do viveiro. Os valores de restrição na oferta de ração (em porcentagem), para cada valor de temperatura da água, são fornecidos ao CLP por meio da IHM, conforme os tratamentos experimentais. Portanto, a quantidade de ração, de cada refeição ofertada é baseada na temperatura da água no momento do fornecimento (Tabela 1). A temperatura da água do viveiro é registrada a cada 30 minutos durante todo o período.

**TABELA 1.** REDUÇÕES NA OFERTA DE RAÇÃO DE ACORDO COM A TEMPERATURA DA ÁGUA, NO PERÍODO DE VERÃO, PARA CRIAÇÃO DE RÃ-TOURO EM BAIAS FLUTUANTES COM ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA.

Temperatura da água (°C)	R0	R2 (%)	R4 (%)
24	sr	12	24
25	sr	10	20
26	sr	8	16
27	sr	6	12
28	sr	4	8
29	sr	2	4
30	sr	sr	sr
31	sr	2	4
32	sr	4	8
33	sr	6	12

*sr = sem restrição no fornecimento de ração; R0 = sem restrição no fornecimento de ração; R2 = com restrição de 2% da oferta de ração para cada grau abaixo ou acima de 30°C na temperatura da água; R4 = com restrição de 4% da oferta de ração para cada grau abaixo ou acima de 30°C na temperatura da água.*

### **Ensaio de Produção**

Em um ensaio realizado no período de verão, no Setor de Aquicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, UNESP, câmpus de Botucatu, foram utilizadas rãs-touro com peso médio inicial de  $75,2 \pm 30\text{g}$ , divididas em três classes de peso ( $48,5 \pm 0,7\text{g}$ ;  $71,2 \pm 1,7\text{g}$ ;  $106,0 \pm 0,8\text{g}$ ). Foram avaliados dois tratamentos com ajuste automático do fornecimento de ração de acordo com a temperatura da água e um tratamento com alimentação automática sem ajuste no fornecimento de ração.

As restrições na oferta da ração foram feitas considerando o intervalo de 24 a 33°C na temperatura da água (Tabela 1). Os ajustes foram feitos como descrito a seguir:

R0: fornecimento de ração sem restrições por temperatura;

R2: restrição de 2% sobre a taxa de alimentação para cada grau abaixo ou acima de 30°C;

R4: restrição de 4% sobre a taxa de alimentação para cada grau abaixo ou acima de 30°C.

Nos blocos experimentais com peso médio de  $48,5 \pm 0,7\text{g}$  e  $71,2 \pm 1,7\text{g}$  as rãs foram distribuídas nas baias flutuantes com densidade de estocagem de 50 rãs/m<sup>2</sup>, totalizando 200 rãs/baia. No bloco com peso médio de  $106,0 \pm 0,8\text{g}$  foram distribuídas 154 rãs em cada baia flutuante, representando aproximadamente 38 rãs/m<sup>2</sup>.

As rãs foram alimentadas por meio de alimentadores automáticos, com ração comercial extrusada para peixes carnívoros (38,9% proteína bruta). O fornecimento da ração foi realizado no período diurno, das 6:00 às 18:00 horas, com frequência de 24 refeições/dia (intervalo de 30 minutos entre as refeições). No primeiro mês de cultivo a taxa de alimentação foi 5% do peso vivo (PV), reduzida para 3% PV no segundo e terceiro mês. O ensaio teve duração de 90 dias, compreendendo os meses de janeiro a abril.

Uma plataforma de manejo foi desenvolvida para auxiliar a despesca das rãs ao final do ensaio. A plataforma foi construída utilizando estruturas de ferro e madeira; possuía assoalho de madeira e uma catraca para elevação da baia flutuante. O manejo de despesca das rãs, utilizando a plataforma de manejo, está apresentado resumidamente na Figura 3.



**FIGURA 3. MANEJO DE DESPESCA DAS RÃS.**

- A e B) BAIJA FLUTUANTE SENDO LEVADA ATÉ A PLATAFORMA DE MANEJO COM AUXÍLIO DE UM BARCO A MOTOR;  
 C e D) RETIRADA DA PLACA DE ZINCO (ESTRUTURA DE APOIO PARA AS RÃS) DE DENTRO DA BAIJA FLUTUANTE;  
 E) SUSPENSÃO DA BAIJA FLUTUANTE ATÉ A ALTURA DA CAIXA DE DESPESCA; F) ENCAIXE DA BAIJA FLUTUANTE DENTRO DA CAIXA DE DESPESCA; G) ABERTURA DA TAMPA DA BAIJA FLUTUANTE PARA LIBERAÇÃO DAS RÃS;  
 H) RÃS DENTRO DA CAIXA DE DESPESCA.

Durante todo o período experimental a temperatura média da água variou de 24,6 a 29°C; no período das 6:00 às 18:00 horas a média foi de  $27,0 \pm 1,1^\circ\text{C}$  e no período das 18:00 às 6:00 horas a média foi de  $26,7 \pm 1,3^\circ\text{C}$ , ficando dentro dos limites adequados para criação da rã-touro, entre 25 e 30°C (BRAGA e LIMA, 2001).

Os resultados de desempenho produtivo das rãs-touro e quantidade de ração fornecida ao final do ensaio estão apresentados na Tabela 2. Não houve diferença entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) para os valores de biomassa final, ganho de peso, ganho de peso total, ganho de peso diário, conversão alimentar aparente e sobrevivência. O peso das rãs ao final do ensaio foi maior ( $P < 0,05$ ) no tratamento onde não houve correção do fornecimento da ração (R0), seguido dos tratamentos com restrição de 2 e 4% (R2 e R4). A quantidade de ração fornecida durante o experimento foi menor ( $P < 0,05$ ) no tratamento R4, e não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos R0 e R2.

**TABELA 2.** VALORES MÉDIOS DA QUANTIDADE DE RAÇÃO FORNECIDA (RF), BIOMASSA FINAL (BF), PESO FINAL (PF), GANHO DE PESO (GP), GANHO DE PESO TOTAL (GPT), GANHO DE PESO DIÁRIO (GPD), CONVERSÃO ALIMENTAR APARENTE (CAA) E SOBREVIVÊNCIA (S) DE RÃS-TOURO CRIADAS EM TANQUE-REDE, POR 90 DIAS, COM FORNECIMENTO DA RAÇÃO DE ACORDO COM A TEMPERATURA DA ÁGUA.

Fornecimento da ração	RF (kg)	BF (kg)	PF (g)	GPT (kg)	GP (g)	GPD (g)	CAA	S (%)
R0	107,18 a	61,62 a	380,49 a	48,26 a	305,34 a	3,39 a	2,26 a	89,80 a
R2	102,29 a	58,83 a	370,53 b	45,43 a	294,83 a	3,27 a	2,27 a	88,11 a
R4	96,26 b	58,25 a	361,29 c	44,72 a	287,63 a	3,19 a	2,06 a	90,99 a
Média	100,57	59,57	370,77	46,14	295,93	3,28	2,19	89,63
CV (%)	5,21	6,14	16,79	8,12	6,48	6,48	7,96	4,25

Médias seguidas por diferentes letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ); R0 = tratamento sem redução no fornecimento de ração; R2 = tratamento com redução de 2% da oferta de ração para cada diminuição de 1°C na temperatura da água; R4 = tratamento com redução de 4% da oferta de ração para cada diminuição de 1°C na temperatura da água; CV = coeficiente de variação.

Apesar do tratamento R0 ter apresentado maior peso médio final, no tratamento R4 foi possível obter a mesma biomassa final com menor quantidade de ração, representando menor desperdício, sendo este o tratamento mais indicado para criação de rãs-touro em baias flutuantes no período de verão.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A rã-touro, assim como todos os anfíbios, é um animal ectotérmico (POUGH, 2007), ou seja, seu metabolismo depende da temperatura ambiente, e esta dependência tem grande influência na produção comercial de rãs, pois, quando a alimentação e a nutrição ocorrem numa faixa de temperatura ótima ocorre maior consumo de alimento, possibilitando maior ganho de peso em menor espaço de tempo (BRAGA e LIMA, 2001). Nas criações intensivas, se as rãs não forem criadas em ambiente que propicie o melhor conforto térmico, seu desempenho será comprometido, tanto pela redução da ingestão de alimentos, quanto pela má conversão do alimento ingerido (FIGUEIREDO *et al.* 1999).

A taxa de alimentação fornecida para rã-touro pode variar com as mudanças na temperatura (LIMA e AGOSTINHO, 1988), idade e peso dos animais (LIMA *et al.*, 2003), e quando o fornecimento de ração é feito de maneira manual a precisão na oferta de alimento depende da habilidade do tratador em detectar tais mudanças.

A alimentação automática é uma alternativa para melhorar o manejo alimentar na produção de rãs, pois permite maior controle da oferta de alimento, diminuindo os desperdícios, além de tornar o manejo alimentar mais prático e reduzir a mão de obra. De acordo com Oliveira *et al.* (2009), os alimentadores automáticos são eficientes para estimular a ingestão do alimento pelas rãs quando a ração é dispensada na superfície da água.

A alta frequência alimentar para organismos aquáticos tem um papel importante no aumento da produtividade, pois com o fracionamento da porção diária em pequenas quantidades oferecidas em várias refeições e distribuídas ao longo do dia melhora o aproveitamento da dieta, evita lixiviação da ração e diminui os desperdícios (SOUSA *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Os efluentes da ranicultura, tanto dos tanques de produção de girinos como nas baias de engorda de rã, apresentam alta concentração de nitrogênio e fósforo proveniente das excretas e do excesso de alimento, que podem acelerar o processo de eutrofização do corpo d'água receptor (BORGES *et al.*, 2012, 2014). Os cultivos de rãs, se não forem bem manejados, podem causar danos ambientais, e entre as alternativas de manejo para melhorar a qualidade dos efluentes está o controle adequado da oferta de alimento (MERCANTE *et al.*, 2014).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, C.A. Desenvolvimento de linhagem comercial de rã-touro (*Rana catesbeiana*): produção de plantel unissexual. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, p.7-11, 2003.
- AGOSTINHO, C.A.; CONTESSOTI JUNIOR, J.; AGOSTINHO, S.M. Aqui-o-Matic (Sistema de automação para a alimentação de peixes). Pedido de registro de Programa de Computador-RPC. Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Petição n. 8701190018166. Data da criação 1/12/2014, data do peticionamento 22/02/2019, 2019.
- AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, L.C.; AGOSTINHO, L.M.; SOUSA, R.M.R.; KUNII, E.K.; ARGENTIM, D.; CASTRO, C.S.; AGOSTINHO, S.M.M. Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Brasil, (PI10055363, 03 dez. 2010), 2010.
- ARRUDA, M.F.; PONTES, C.S.; CASALI, A.P.; CASTRO, F.N.; HATTORI, W.T. Daily behavioral activities of bullfrog *Lithobates catesbeianus* (Shaw 1802). **J. Anim. Behav. Biometeorol.**, v.2, p.47-53, 2014.
- BORGES, F.F.; AMARAL, L.A.; STÉFANI, M.V. Characterization of effluents from bullfrog (*Lithobates catesbeianus*, Shaw, 1802) grow-out ponds. **Acta Limnológica Brasiliense**, v.24, p.160-166, 2012.
- BORGES, F.F.; STÉFANI, M.V.; AMARAL, L.A. Quality of the effluents of bullfrog tadpole ponds. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.40, p.409-417, 2014.
- BRAGA, L.G.T.; LIMA, S.L. Influência da temperatura ambiente no desempenho da rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1659-1663, 2001.
- CASTRO, C.S.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P.K.; COSTA, J.M.; MENEZES, C.S.M.; CONTIN NETO, A.; VIEIRA, J.C.S.; PADILHA, P.M.; AGOSTINHO, C.A. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs raised in cages and fed in different periods and high frequency. **Aquaculture**, v.433, p.1-5, 2014a.
- CASTRO, C.S.; RIBEIRO, R.R.; AGOSTINHO, L.M.; SANTOS, A.A.D.; CARMELIN JR.; C.A.; CHAN, R.V.; FAVERO NETO, J.; AGOSTINHO, C.A. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. **Aquaculture Engineering**, v.61, p.43-48, 2014b.
- CRIBB, A.Y.; AFONSO, A.M.; FERREIRA, C.M. **Manual Técnico de Ranicultura**. Embrapa:Editora, 2013.73p.
- FERREIRA, C.M.; PIMENTA, A.G.C.; PAIVA NETO, J.S. Introdução à ranicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.33, p.1-15, 2002.

- FIGUEIREDO, M.R.C.; AGOSTINHO, C.A.; BAËTA, F.C.; LIMA, S.L. Efeito da temperatura sobre o desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.661-667, 1999.
- FLORES-NAVA, A. Cultured aquatic species information programme - *Rana catesbeiana*. Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, Rome, 2005. [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rana\\_catesbeiana/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rana_catesbeiana/en) (acesso 20.10.16).
- FROST, D.R.; GRANT, T.; FAIVOVICH, J.; BAIN, R.H.; HAAS, A.; HADDAD, C.F.B.; DE SÁ, R.O.; CHANNING, A.; WILKINSON, M.; DONNELLAN, S.C.; RAXWORTHY, C.J.; CAMPBELL, J.A.; BLOTTO, B.L.; MOLER, P.; DREWES, R.C.; NUSSBAUM, R.A.; LYNCH, J.D.; GREEN, D.M.; WHEELER, W.C. The amphibian tree of life. **Bull. Am. Mus. Nat. Hist.**, v.297, p.1-370, 2006.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **A criação de rãs**. Globo, São Paulo, 1988.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A.A. **Tecnologia de criação de rãs**. Imprensa Universitária, Viçosa, 1992.
- LIMA, S.L.; CASALI, A.P.; AGOSTINHO, C.A. Desempenho zootécnico e percentual de consumo de alimento de rã-touro (*Rana catesbeiana*) na fase de recria (pós-metamorfose) do sistema anfigranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.505-511, 2003.
- MANSANO, C.F.M.; De STÉFANI, M.V.; PEREIRA, M.M.; NASCIMENTO, T.S.R.; MACENTE, B.I. Morphometric growth characteristics and body composition of bullfrog tadpoles in captivity. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, p.2817-2830, 2014.
- MAZZONI, R.; CARNEVIA, D.; ALTIERI, W.; MATSUMURA, Y. Cría de ranas en "Sistema Inundado", experiencias en ranarios comerciales. In: Encontro Nacional De Ranicultura & Technofrog'95, 8; 1995, Viçosa. **Anais... Viçosa: ABETRA - Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura e UFV**, p.121-122, 1995.
- MERCANTE, C.T.J.; VAZ-DOS-SANTOS, A.M.; MORAES, M.A.B.; PEREIRA, J.S.; LOMBARDI, J.V. Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) farming system: water quality and environmental changes. **Acta Limnologica Brasiliense**, v.26, p.9-17, 2014.
- MOREIRA, C.R.; HENRIQUES, M.B.; FERREIRA, C.A. Frog farms as proposed in agribusiness aquaculture: economic viability based in feed conversion. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.39, p.389-399, 2013.
- OLIVEIRA, F.A.; AGOSTINHO, C.A.; SOUSA, R.M.R.; GONSALVES, H.C.; ARGENTIM, D.; CASTRO, C.S. Manejo alimentar com dispensador automático na recria de rã-touro. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.589-592, 2009.
- OLIVEIRA, F.A.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P.K.; AGOSTINHO, S.M.M.; AGOSTINHO, L.M.; AGOSTINHO, C.A. Automatic feeders for Nile tilapia raised in cages: productive performance at high feeding frequencies and different rates. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, p.702-708, 2016.
- OLVERA-NOVOA, M.A.; ONTIVEROS-ESCUZIA, V.M.; FLORES-NAVA, A. Optimum protein level for growth in juvenile bullfrog (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). **Aquaculture**, v.266, p.191-199, 2007.
- POUGH, F.H. Amphibian Biology and Husbandry. **ILAR Journal**, v.48, p.202-213, 2007.
- SEIXAS FILHO, J.T.; HIPOLITO, M.; MARTINS, A.M.R.P.F.; RODRIGUES, E.; CASTAGNA, A.A.; MELLO, S.C.R.P. Histopathological alterations in bullfrog juveniles fed commercial rations of different crude protein levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2306-2310, 2009.
- SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P.K.; AGOSTINHO, S.M.M. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.192-197, 2012.
- SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A.; ARGENTIM, D.; OLIVEIRA, L.C.; WECHSLER, F.S.; AGOSTINHO, S.M.M. Recria de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em tanques-rede alojados em viveiros de tilápia. **Archivos de Zootecnia**, v.59, p.31-38, 2010.
- WELLS, K.D. **The ecology and behavior of amphibians**. The University of Chicago Press. Chicago, 2007.

# CAPÍTULO 7

## **CARACTERÍSTICAS DO CRESCIMENTO MORFOMÉTRICO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE RÃS-TOURO**

Cleber Fernando M. Mansano

Marcelo Maia Pereira

Beatrice Ingrid Macente

Acacio Aparecido Navarrete

Marta Verardino De Stéfani



## INTRODUÇÃO

O crescimento de um animal está diretamente relacionado com o ganho de peso do mesmo, constituído pela retenção de água, proteína, gordura e minerais em quantidades que podem variar de organismo para organismo. A ordem de formação dos tecidos é óssea, muscular e adiposa, dependendo da maturidade fisiológica, ou seja, o desenvolvimento de cada tecido ocorre de maneira isométrica, sendo que cada um terá seu estímulo de crescimento em fases diferentes da vida do animal (ENSMINGER *et al.*, 1990; GONZALES e SARTORI, 2002).

Através desta sequência, observamos o destino final dos nutrientes no corpo do animal, sendo assim importante conhecer o peso e/ou idade em que a taxa de crescimento corporal diminui e a maior parte dos nutrientes é enviada para o tecido adiposo, devido ao aumento da demanda de gasto energético (LAWRENCE e FOWLER, 1997). Pesquisas para determinar o crescimento corporal são necessárias para determinar uma maior produção. Entretanto, para que o desenvolvimento corporal ocorra de uma forma adequada, há necessidade de uma boa sustentação, proporcionada pela estrutura óssea, cujo desenvolvimento deve estar intimamente interligado com o desenvolvimento dos músculos para que ocorra um crescimento corporal ideal (MARCATO *et al.*, 2009).

Nos animais aquáticos, o tecido adiposo pode ocorrer como depósitos individualizados, como existentes na região visceral na forma de corpo adiposo nos anfíbios (ALBINATI *et al.*, 2001); ou distribuídos de forma menos difusa em músculos, fígado, pele, rins, pulmões, ossos e tecido conjuntivo (HOTA, 1994). O depósito de gordura nos girinos é adquirido de seus genes que foram passados pelos seus pais (MANWELL, 1966), entretanto outros fatores contribuem para o acúmulo de gordura nos animais, como a dieta e condições ambientais (AGOSTINHO *et al.*, 1991b).

Cada animal apresenta uma variação individual e específica do crescimento de cada osso, e seu controle ocorre através da físe, ou seja, cada cartilagem de conjugação apresenta uma taxa específica de desenvolvimento, o que geralmente é um fator genético (MACARI *et al.*, 1994).

O crescimento animal está diretamente relacionado à alimentação que ele recebe e às condições do clima da região onde ele se encontra, com o estado sanitário, e também com outras características como genética, biótipo, raça, peso, idade e estado corpóreo (MAZZINI *et al.*, 2003).

EMMANS (1981) afirmou que um método ideal de calcular as exigências nutricionais e indicar o consumo de alimento de um animal em seu desenvolvimento é começar primeiro descobrindo seu potencial de crescimento. As exigências de nutrientes e o desenvolvimento do animal estão inteiramente interligados, sendo que através da compreensão destas interações é possível encontrar as falhas nutricionais, e assim obter o máximo desempenho, discernindo os limites de produção, e fazendo as alterações adequadas para melhorar a produtividade (LEESON e SUMMERS, 1997).

## CARACTERÍSTICAS DO CRESCIMENTO ANIMAL

O crescimento envolve o aumento no tamanho do animal, que é acompanhado por mudanças nas proporções do corpo, sendo este último conhecido como “desenvolvimento”. As proporções do corpo mudam em resposta às funções e à estrutura celular mudando com a idade (GOUS, 2001). O crescimento tem início após a fecundação do óvulo e finaliza quando o organismo atinge o peso adulto (HAMMOND, 1960).

O crescimento muscular em peixes difere dos mamíferos em que o recrutamento muscular continua em grande parte do ciclo de vida (JOHNSTON, 1999) ou seja os peixes não param de crescer mesmo após a reprodução, mesmo comportamento que encontramos nos anfíbios. Em mamíferos, GÓMEZ *et al.* (2008) descrevem que o aumento de peso é produzido por três processos: hiperplasia que é o aumento do número das células musculares; hipertrofia que é o aumento do tamanho das células e metaplasma que é a transformação das células. Assim, o crescimento animal é uma resposta celular a diferentes fatores que podem ser internos ou externos.

Em anfíbios, mais precisamente em girinos de rã-touro o ciclo de vida é dividido em três fases: embrionária, larval e metamorfose. A fase embrionária constitui o período de fecundação e o desenvolvimento dentro do ovo. A segunda fase, larval, inicia-se com a eclosão do ovo e todo o período de desenvolvimento do girino. Na terceira e última fase, a metamorfose, ocorrem as mudanças de girino para o anfíbio adulto (ALTIG e McDIARMID, 1999).

GOSNER (1960), levando em consideração as modificações morfológicas que ocorrem nessas fases, subdividiu-as em 46 estágios de desenvolvimento, sendo a primeira fase embrionária correspondendo aos estágios 1 ao 25; a segunda fase, de crescimento do corpo e início do desenvolvimento dos membros posteriores, do estágio 26 ao 35. Nos estágios 36 ao 41 ocorre a estabilização do crescimento corpóreo e desenvolvimento dos membros posteriores, e nos estágios 42 ao 46 ocorre a finalização da metamorfose, com a exteriorização dos membros anteriores, reabsorção da cauda e modificação da mandíbula. A rã-touro, assim como todos os anfíbios anuros são carnívoros durante a fase adulta (terrestre), exigindo em geral maiores teores de proteína na dieta em relação àqueles de outros hábitos alimentares (REEDER, 1964; WERNER *et al.*, 1995; HIRAI, 2004; SILVA *et al.*, 2009).

## FATORES QUE REGULAM O CRESCIMENTO ANIMAL

O crescimento de um animal depende da interação genótipo-ambiente e de fatores como a qualidade e quantidade de alimento, manejo e estado de saúde. O peso e o comprimento do corpo são uma das principais formas dos produtores determinarem se o nível de alimentação está adequado. Para que a dieta atenda um rápido crescimento, é essencial compreender as relações entre peso ou comprimento e crescimento, assim, se o alimento é insuficiente tanto para manutenção como para crescimento, este último pode inibir ou cessar por completo (HEPHER, 1993).

Além do peso e do alimento consumido, o crescimento é influenciado por outros fatores, que com frequência interagem com a quantidade da ração ingerida e o peso corporal. De acordo com HEPHER (1993) estes fatores podem ser internos (que se relacionam com o animal) e ambientais (externos). Assim por exemplo, algumas espécies apresentam evidente diferença de acordo com o sexo variando entre 5-10% (BARBATO e VASILATOST-YOUNKEN, 1991). DUTTA (1994) menciona que machos de *Xiphophorus* e lebistes, atingem um “tamanho específico”, entretanto, as fêmeas continuam crescendo depois da maturidade e a taxa de crescimento diminui ao longo do tempo; outro exemplo são as tilapias onde os machos crescem mais rápido que as fêmeas, embora na carpa comum (*Cyprinus carpio*) e na enguia (*Anguilla anguilla*) observa-se maior crescimento da fêmea em relação ao macho (HEPHER, 1993).

Quando a fêmea apresenta um peso menor comparada com o macho, os valores da velocidade de crescimento inicial, do ponto de inflexão e do peso assintótico são menores, não obstante apresenta menor tempo para atingir a maturidade. Estas diferenças de precocidade entre os sexos podem ser observadas no crescimento dos diferentes tecidos (BARBATO e VASILATOSTYOUNKEN, 1991; RAMOS, 2010), em algumas características genéticas e no estado fisiológico do animal.

Os fatores externos que interferem no crescimento (temperatura, luz e a qualidade da água) podem interatuar com o genótipo dos peixes e anfíbios e gerar variações na taxa de crescimento muscular (DUMAS *et al.*, 2010).

Na ranicultura, o tempo da criação do imago até atingir o peso de abate pode variar de 77 (BORGES *et al.*, 2012) a 166 dias (TEODORO *et al.*, 2005). O principal fator de interferência é a temperatura por influenciar diretamente no metabolismo do animal, assim como todos os anfíbios anuros, a rã-touro é dependente da temperatura do ambiente em que se encontra (PETERSEN e GLEESON, 2011). Em alguns dias ocorreram temperaturas acima da considerada ótima para rã-touro, isso pode influenciar o crescimento das mesmas. BRAGA e LIMA (2001) observaram o melhor crescimento e ganho de peso de rãs-touro com peso vivo entre 37 e 90g na temperatura entre 25,1 e 30,4°C. Já, FIGUEIREDO *et al.* (1999) para rãs-touro com mais de 100g de peso vivo o melhor desempenho zootécnico foi observado entre as temperaturas de 27,6 e 28,2°C. A temperatura ambiente também afeta os pesos dos tecidos adiposo e hepático, apresentando os maiores valores nas temperaturas de 27,27°C e 26,81°C, respectivamente (FIGUEIREDO *et al.*, 2001).

## MODELOS MATEMÁTICOS PARA DESCREVER O CRESCIMENTO ANIMAL

---

Segundo TEDESCHI (2006) os modelos são representações matemáticas dos mecanismos que regem os fenômenos naturais que podem não ser totalmente reconhecidos, controlados ou compreendidos.

Um modelo matemático é uma equação ou conjunto de equações as quais representam o comportamento de um sistema, onde há uma correspondência entre as variá-

veis do modelo e as quantidades observadas (THORNLEY e FRANCE, 2007). Segundo DUMAS *et al.* (2010) os modelos matemáticos são soluções analíticas para as equações diferenciais que podem ser ajustadas aos dados de crescimento empregando a regressão não linear. Do mesmo modo, a análise de regressão utiliza a relação entre duas ou mais variáveis quantitativas, de tal forma que se pode presumir uma variável em função de outra. Os objetivos principais da análise de regressão, são baseados em três propósitos: descrição, controle e predição (MARTINEZ e MARTINEZ, 1997).

O processo da modelagem inclui a definição dos objetivos, construção de um diagrama para identificar o principal fator implicado no sistema a modelar, formular as adequadas funções matemáticas, coletar os dados para estimar os parâmetros, solucionar as equações, avaliar e verificar o modelo e programar a simulação (RONDÓN-OVIEDO e WALDROP, 2002).

O crescimento nos animais pode ser explicado por meio de funções matemáticas. Estas funções podem prever a evolução do peso vivo, o que auxilia na avaliação da produtividade de uma raça sob uma condição de criação específica (PARKS, 1982; GÓMEZ *et al.*, 2008). O crescimento geralmente pode ser descrito e predito usando a matemática convencional, já que este não ocorre de uma forma caótica (DUMAS *et al.*, 2010). Desta forma, para compreender a variação aleatória entre medidas do animal, usa-se a aplicação de curvas de crescimento, com o objetivo de ajustar e padronizar a variação de peso e idade, durante a vida do indivíduo.

Os modelos de crescimento têm sido usados para oferecer um resumo matemático da evolução do crescimento de um organismo ou suas partes em função do tempo (THORNLEY e FRANCE, 2007). A expressão modelo de crescimento é usado para descrever uma função analítica, descrita por uma única equação:  $y = f(x)$ , onde  $y$  é a variável resposta (peso) que depende da relação funcional, que é estabelecida em função da variável independente (tempo).

De acordo com THORNLEY e FRANCE (2007) os modelos de crescimento podem ser categorizadas de acordo com o comportamento funcional como: curvas que descrevem um rendimento decrescente (Monomolecular), as que apresentam um comportamento sigmoidal com um ponto de inflexão (por exemplo Logístico, Gompertz, Schumacher) e aquelas curvas com um ponto de inflexão flexível (como Von Bertalanffy, Richards, López, Weibull).

As curvas de crescimento envolvem uma série de medições de algum interesse ao longo do tempo (peso corporal, composição corporal, diâmetro, longitude) (STRATHE *et al.*, 2010). Geralmente são ajustadas sob condições controladas, e são os primeiros passos para a predição de exigências de nutrientes dos diferentes genótipos (GOUS *et al.*, 1999; DUMAS *et al.*, 2010), avaliam parâmetros como velocidade de crescimento, taxa de maturidade em diferentes idades e peso ao abate, características que permitem estabelecer programas de melhoramento zootécnico (GÓMEZ *et al.*, 2008).

Segundo BROWN e ROTHERY (1993) cada modelo tem a capacidade para calcular uma estimativa do peso médio à maturidade e da maturidade precoce. A assíntota mais próxima é o peso à maturidade, como uma condição constante relativa a um modelo para composição corporal sob ambiente produtivo. DUMAS *et al.* (2010) expõem

que a trajetória do crescimento dos animais apresenta uma fase inicial de aceleração, e se nivela quando o animal está próximo da sua etapa adulta ou induz seu crescimento reprodutivo, sendo esta etapa denominada fase de inibição do crescimento (Figura 1). Muitas espécies de peixes, moluscos, crustáceos e anfíbios podem crescer após atingir o tamanho da maturidade e a fase final do crescimento apresenta uma maior plasticidade (DUMAS *et al.*, 2010).

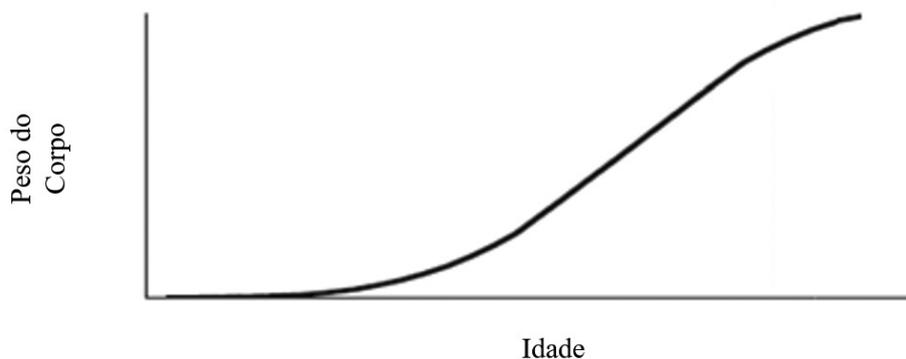


FIGURA 1. TRAJETÓRIA TÍPICA DO CRESCIMENTO EM PEIXES. FONTE: DUMAS *ET AL.* (2010).

## MODELOS APLICADOS PARA AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO

Para descrever o crescimento em anfíbios e peixes é comum o uso de modelos matemáticos não lineares, os mais usados são: Brody, Gompertz, Logístico, Richards e Von Bertalanffy (BROWN *et al.*, 1976; BARLOW, 1992; KEELE *et al.*, 1992; GOMIERO *et al.*, 2009). No entanto existe uma gama muito maior de funções que podem ser empregadas para auxiliar na simulação do crescimento do corpo e de outros constituintes (partes: carcaça, pele, vísceras, coxa ou nutrientes: proteína, gordura, cinzas). Estas funções são empregadas em modelos de simulação, para estimar a composição corporal do animal em qualquer fase do desenvolvimento, precisando de poucas informações sobre o crescimento e composição corporal inicial (DUMAS *et al.*, 2010).

Estes modelos contêm diversos parâmetros em comum, embora existam variações quanto à sua interpretação e conteúdo, é possível associar significado biológico a cada um deles (RAMOS, 2010). Gompertz,  $Y = A \exp(-\exp(-b(t-T)))$ ; Von Bertalanffy,  $Y = A(1 - K \exp(-Bt))^3$ ; Logístico,  $Y = A(1 + K \exp(-Bt))^{-1}$  e Brody,  $Y = A(1 - K \exp(-Bt))$ . Os parâmetros usados nos modelos podem ser definidos da seguinte forma: “Y” = valor mensurado (peso ou comprimento); “t” = dias experimentais; “A” = peso do corpo ou comprimento na maturidade; “K” = parâmetro de escala sem interpretação biológica para os modelos Von Bertalanffy, Logístico e Brody; “B” = taxa de crescimento na maturidade; “T” = taxa de crescimento na maturidade para o modelo de Gompertz, representando o dia que o animal irá apresentar a maior taxa de crescimento. Esses parâmetros podem ser estimados pelo método de Gauss Newton modificado por meio de regressão não linear utilizando o procedimento NLIN do SAS.

## AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DOS MODELOS MATEMÁTICOS

---

De acordo com TEDESCHI (2006), a avaliação da precisão do modelo é um passo essencial no processo da modelagem que indica o nível de precisão nos ajustes das predições. A avaliação do modelo pode e deve proceder até o nível dos resultados preditos (nível superior) e até o nível dos pressupostos (nível mais baixo), embora os parâmetros devam ser determinados pelos pesquisadores. Infelizmente, isto não é sempre possível, e alguns “ajustes” ou “calibração” dos parâmetros são usualmente necessários. Uma maior avaliação pode considerar propriedades do modelo como: simplicidade, plasticidade de ajuste, aplicabilidade e qualidade e quantidade do ajuste das predições.

De acordo com SANTOS *et al.* (2007) para escolha do modelo que mais se ajusta aos dados são considerados os seguintes critérios: quadrado médio do resíduo (QMR), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e interpretabilidade biológica dos parâmetros.

Outros critérios podem ser utilizados para selecionar os modelos e descrever corretamente qual foi o melhor para determinado dados. Os avaliadores da qualidade de ajuste mais utilizados são: coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (OLIVEIRA *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2011b); coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ) (SILVEIRA *et al.*, 2011); quadrado médio do erro (QME) (OLIVEIRA *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2011b); valor do critério de Akaike (AIC) (SILVA *et al.*, 2011b; SILVEIRA *et al.*, 2011); valor do critério de informação Bayesiano (BIC) (SILVA *et al.*, 2011b; SILVEIRA *et al.*, 2011); erro quadrático médio de predição (MEP) (SILVA *et al.*, 2011b; SILVEIRA *et al.*, 2011); porcentagem de convergência (C%) (SILVA *et al.*, 2011b; SILVEIRA *et al.*, 2011); número de iterações (NI) (OLIVEIRA *et al.*, 2000; SANTOS *et al.*, 2007; GOMIERO *et al.*, 2009); desvio médio absoluto dos resíduos (DMA) (SARMENTO *et al.*, 2006; MANSANO *et al.*, 2012); interpretação biológica dos parâmetros (RODRIGUES *et al.*, 2007a; MANSANO *et al.*, 2012); dispersão dos resíduos estimados pelos modelos e a distribuição dos resíduos studentizado (MANSANO *et al.*, 2012).

O conjunto adotado de avaliadores de ajustes deve ser satisfatório para auxiliar na tomada de decisão da escolha do melhor modelo estudado. Critérios de avaliação para seleção de um modelo adequado devem ser bem adotados, pois informações dadas pelos avaliadores de qualidade de ajuste podem indicar qual modelo é o mais apropriado para descrever o crescimento corporal de uma população (SILVA *et al.*, 2002; MENDES *et al.*, 2009; SILVEIRA *et al.*, 2011).

## MODELOS MATEMÁTICOS PARA AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO ANIMAL

---

Cada espécie animal possui uma determinada curva de crescimento, onde a mesma deve estar em um ambiente adequado e não limitante. Ressalta-se o fato de que vários aspectos como maturidade, composição e taxas de deposição dos nutrientes corporais podem interferir na curva de crescimento. Por isso, deve-se tomar cuidado na escolha do

melhor modelo, uma vez que existe uma quantidade muito grande de modelos que irão ajustar-se aos seus dados. No entanto, atente-se a aquele que mostre com maior precisão e clareza o crescimento desses animais em função da sua idade. Uma vez que o modelo tenha sido escolhido erroneamente, esse erro será refletido em pesquisas e programas de alimentação futuros.

Na literatura atual existe um enorme número de trabalhos sobre a aplicação de modelos matemáticos para anfíbios, desses trabalhos alguns foram escolhidos para exemplificar a sua aplicação em estudos, mostrando os valores de peso ou comprimento a maturidade (A) e taxa de crescimento relativo à maturidade (B).

Em anfíbios, mais especificamente em girinos de rã-touro, diferentes modelos (Gompertz, Brody, Von Bertalanffy e Logístico) foram aplicados para avaliação e simulação do crescimento desses animais (MANSANO *et al.*, 2012). Os valores dos parâmetros obtidos para cada modelo de crescimento adotado em peso e comprimento total encontram-se em MANSANO *et al.* (2012), sendo destacados somente os modelos nos quais o critério de convergência foi atingido, sendo eles Gompertz, Von Bertalanffy e Logístico. O modelo de Brody não convergiu para o conjunto de dados observados para peso e comprimento nesse estudo. Uma possível explicação é o fato de o modelo não possuir solução analítica das equações normais, sendo as estimativas dos parâmetros dos modelos não lineares obtidas por algoritmos iterativos (SILVA *et al.*, 2011). O peso à maturidade ou assintótico (A) encontrado para o modelo Logístico (8,90g) foi o que apresentou menor valor, seguido do encontrado para o modelo de Gompertz (10,66g), que foi inferior ao encontrado para o modelo Von Bertalanffy (13,36g). Para o comprimento total à maturidade, o parâmetro A apresentou o mesmo comportamento (MANSANO *et al.*, 2012). Os valores simulados para o parâmetro "A" adotados para esse estudo são biologicamente interpretáveis para girinos de rã-touro.

O parâmetro de "B" para os modelos de Gompertz, Von Bertalanffy e Logístico, representam a taxa de crescimento relativo à maturidade, onde o menor valor destes parâmetros representa o maior peso e comprimento total à maturidade (FREITAS, 2005). No estudo de MANSANO *et al.* (2012), o modelo Logístico apresentou o valor mais alto, entre os três modelos, apresentando o menor peso e comprimento total à maturidade. O oposto ocorreu com o modelo de Von Bertalanffy que apresentou o valor de B mais baixo para este parâmetro e, conseqüentemente, maior peso e comprimento total à maturidade. Nesse mesmo estudo na avaliação do ajuste desses modelos, os valores de  $R^2$  encontrados para todos os modelos foram excelentes ( $> 0,98$ ), com pequenas diferenças tanto para peso vivo como para comprimento total. No entanto, o  $R^2$  não é um bom diferenciador para a escolha de modelos não lineares (SILVA *et al.*, 2011). A partir do QMR encontrado para os modelos, pode se constatar que não houve diferença entre os modelos estudados, tanto para peso vivo como para comprimento total. No entanto, em avaliação pelo DMA foi possível verificar que os modelos Von Bertalanffy e Logístico subestimaram os valores, ou seja, apresentaram valores menores aos observados nos estudos para peso inicial, isso é um grave erro a ser considerado, pois para animais como os girinos de rã-touro que apresentam um peso inicial por volta de 0,1g, não pode ser considerado que um animal tenha um peso negativo, isso é biologicamente impossível.

Em estudo da rã-touro em cativeiro durante sua fase terrestre, PEREIRA *et al* (2014) testaram dois modelos não-lineares, e encontraram valores bastante distintos entre eles. O valor estimado de “A” para peso vivo de 1.051,5g, para o modelo de Gompertz, foi considerado elevado para representar o período de estudo. Espécimes de rã-touro podem atingir esse valor ao longo de sua vida com mais de dois anos. Entretanto, o valor estimado para Pm de 343,7g para o modelo Logístico, foi considerado adequado para o período de engorda dos imagos até o peso de abate, pois as rãs apresentaram peso médio de 214,56g com 126 dias. O valor ajustado para B (taxa de crescimento na maturidade) para a variável peso vivo de 0,0088 (g/dia) para o modelo de Gompertz apresentou a mesma incoerência para o valor de A para o mesmo modelo, pois acredita-se que a rã-touro apresentou taxa de crescimento máxima dentro do período dos 126 dias experimentais, valor que foi ajustado para o modelo Logístico de 0,0313 (g/dia), tendo seu pico máximo estimado por esse modelo no 109º dia de experimento.

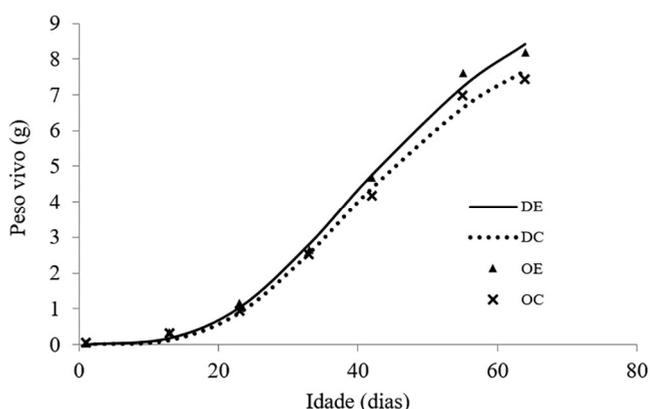
Segundo PEREIRA *et al.* (2014), o modelo Logístico apresentou uma característica de estimar valores iniciais mais baixos que o modelo de Gompertz, subestimando o peso vivo inicial na média de 4,12g. Esse comportamento também foi observado em rãs-touro criadas em mini-baias, onde o modelo Logístico subestimou em 21,8g o peso inicial (RODRIGUES *et al.*, 2007), sendo esse estudo realizado em 294 dias com rãs além da faixa do peso de abate. Esses valores subestimados por qualquer tipo de modelo podem ser considerados desde que esse valor não seja negativo, pois nenhum animal nasce com peso negativo. Importante salientar que os resultados encontrados na literatura, para trabalhos que visem encontrar equações que representem o crescimento, podem variar dentre as diversas espécies de anfíbios e das condições adotadas (HOTA, 1994). A escolha de um modelo de crescimento adequado é importante, uma vez que pode ter efeito decisivo sobre os resultados de uma simulação de um modelo de dinâmica ecológica. Por exemplo, o modelo Logístico é indicado para descrever o crescimento em períodos curtos de tempos (dias e meses) e em ambientes que possuam algum controle como a nutrição (GAMITO, 1998).

A utilização de modelos não-lineares pode ter uma vasta área de aplicação, principalmente com o modelo de Gompertz descrito por MANSANO *et al.* (2012), no qual foi possível descrever a curva de crescimento e a composição corporal (proteína bruta, gordura, água e cinzas) de girinos de rã-touro (MANSANO *et al.*, 2014) (Tabela 2). É possível verificar que além da avaliação e simulação do crescimento, com a utilização do modelo de Gompertz também foi possível verificar qual das dietas apresentou melhor desempenho para os animais (Figura 2). Nesse estudo foi possível concluir que o modelo de Gompertz forneceu um bom ajuste dos dados para descrever a curva de crescimento morfométrica e deposição de nutrientes do corpo de girinos de rã-touro. Maior taxa de crescimento e deposição de nutrientes foram observadas nos girinos que receberam a dieta experimental (26,23% de proteína digestível).

**TABELA 2. ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS OBTIDOS COM A EQUAÇÃO DE GOMPERTZ PARA PESO VIVO, CONSUMO DE ALIMENTO E PROTEÍNA, COMPRIMENTO TOTAL E PARCIAL E DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES DE GIRINOS DE RÃ-TOURO ALIMENTADOS COM DIETAS EXPERIMENTAL (DE) E COMERCIAL (DC)**

Variável	Dieta	Parâmetros		
		A	B (por dia)	T*
Peso corporal (g)	DE	10,66±1,0517a	0,0558±0,0088	38,195±2,2956
	DC	9,54±0,4174b	0,0590±0,0044	37,571±0,9918
Valor de P		0,0028	0,3628	0,3020
Comprimento total (mm)	DE	120,0±3,8715	0,0394±0,0022	21,813±1,0297
	DC	12,1±3,1691	0,0371±0,0016	23,516±0,8630
Valor de P		0,3124	0,2764	0,1046
Comprimento parcial (mm)	DE	37,26±1,0098a	0,0415±0,0023	16,465±0,8371
	DC	35,56±0,8304b	0,0425±0,0021	15,978±0,7135
Valor de P		0,0199	0,5618	0,4519
Ingestão de ração (g)	DE	15,19±0,6551	0,0482±0,0026	42,563±1,0919
	DC	15,33±0,5732	0,0485±0,0023	42,656±0,9413
Valor de P		0,5828	0,7863	0,5979
Ingestão de proteína (g)	DE	4,56±0,1970b	0,0482±0,0026	42,563±1,0919
	DC	5,42±0,5732a	0,0485±0,0023	42,655±0,9413
Valor de P		0,0001	0,7863	0,8405
Proteína corporal (mg)	DE	873,8±0,1837a	0,0478±0,0122	43,759±2,3173
	DC	697,0±0,0373b	0,0672±0,0062	41,271±1,0896
Valor de P		0,0265	0,0817	0,2525
Água corporal (mg)	DE	9.103,8±0,8588a	0,0564±0,0088	37,461±2,2084
	DC	8.168,8±0,3603b	0,0599±0,0048	36,467±1,0097
Valor de P		0,0028	0,5940	0,1574
Gordura corporal (mg)	DE	469,4±0,0864	0,0568±0,0154	43,961±3,9850
	DC	421,5±0,0330	0,0592±0,0061	46,103±1,6829
Valor de P		0,6612	0,4787	0,1197
Cinzas corporal (mg)	DE	195,6±0,0444	0,0443±0,0105	48,064±2,932
	DC	169,6±0,0124	0,0528±0,0043	47,024±1,706
Valor de P		0,1044	0,0545	0,7943

A = peso ou comprimento na maturidade; B (por dia) = taxa de maturação; T\* (dias) = tempo de taxa máxima de crescimento. Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente ( $P < 0,05$ , teste F). Fonte: Elaboração dos autores.  $Y = A \exp(-\exp(-B(t - T^*)))$ , em que Y = peso de nutrientes (g) do animal no tempo t, expresso em função de B; A = peso de nutrientes (g) na maturidade do animal; B = taxa de maturação (por dia); T\* = tempo (dias) quando a taxa de crescimento é máxima.

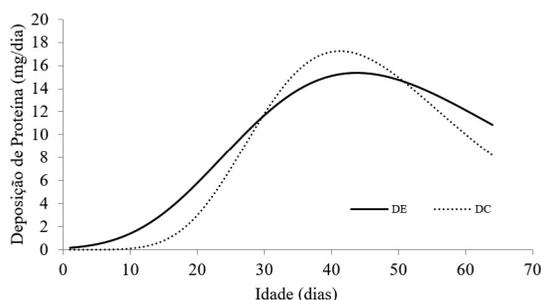


**FIGURA 2.** CURVA DE PESO VIVO DOS GIRINOS DE RÃ-TOURO ALIMENTADOS COM DIETA EXPERIMENTAL (DE) E DIETA COMERCIAL (DC); VALORES OBSERVADOS PARA DIETA EXPERIMENTAL (OE) E DIETA COMERCIAL (OC).

Ainda tomando como exemplo a equação de Gompertz, podemos calcular as taxas de crescimento, consumo e deposição de nutrientes (g/dia) em função do tempo (t), por meio da derivada desta equação:  $dY / dT = b Y \exp(-A(T - T^*))$  (WINSOR, 1932). Esses parâmetros são muito simples de serem obtidos, um exemplo disso é sua estimação pelo método de Gauss Newton modificado, por meio de regressão não linear, utilizando o procedimento NLIN do SAS ou de outro programa estatístico.

Evidenciando o uso da equação derivada de Gompertz no estudo de MANSANO *et al.* (2013), foi possível verificar que os valores de consumo e deposição de proteína (Figura 3), gordura, água e cinzas mostraram que, à medida que os girinos ganharam peso proteico corporal, houve aumento na deposição dos outros nutrientes. Constatou-se, na sequência de deposição de nutrientes no corpo do girino, que a deposição de cinzas, proteína e água ocorreu em maior quantidade na fase inicial (Tabela 3). Os autores concluíram que o consumo de nutrientes é maior do que a deposição destes no corpo de girinos de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), e que o alto teor proteico, de 57,53% da ração comercial utilizada, não é totalmente utilizado pelos girinos de rã-touro.

Apesar dos girinos alimentados com a ração comercial terem apresentado um consumo protéico diário maior (Tabela 2), os mesmos tiveram menor deposição de proteína na carcaça. Verificou-se que os girinos alimentados com a dieta experimental, além de apresentarem uma deposição protéica final maior, o modelo sigmoidal apresentou-se muito mais homogêneo (Figura 3), mostrando uma taxa de deposição protéica diária mais constante. Segundo KESSLER *et al.* (2000), quando o animal apresenta o maior e mais prolongado platô de deposição de proteína, maior é a sua eficiência em produzir carne e melhor é o equilíbrio na sua composição corporal.



**FIGURA 3.** CURVA DA TAXA DIÁRIA DE DEPOSIÇÃO PROTÉICA PARA GIRINOS DE RÃ-TOURO ALIMENTADOS COM DIETA EXPERIMENTAL (DE) E DIETA COMERCIAL (DC).

Com objetivo de descrever as curvas de deposição dos nutrientes do corpo e coxas da rã-touro, e do consumo da dieta, através de dois modelos não lineares PEREIRA *et al.* (2014) também avaliaram a eficiência proteica da dieta utilizada na fase da engorda. Os valores estimados para os parâmetros A e  $T^*$  do modelo de Gompertz para o consumo da dieta, deposição dos nutrientes e para o peso das coxas da rã-touro e dos seus nutrientes podem ter sido superestimados para representar a fase de engorda da rã-touro. Em relação ao parâmetro  $T^*$ , o valor estimado encontra-se depois dos 126 dias experimentais. Acredita-se que o dia em que a taxa de consumo ou deposição foi máxima ( $T^*$ ) tenha ocorrido dentro do período experimental (Tabela 4).

Os valores de  $T^*$  estimados pelo modelo Logístico foram de 107,5 dias para consumo da dieta; 106,1 dias para deposição de água, 113,5 dias para deposição proteica, 124,4 dias para deposição de gordura e 99,69 dias para deposição de cinzas no corpo das rãs (Tabela 4). Para as coxas das rãs, os valores estimados para  $T^*$  pelo modelo Logístico foram de 109,4 dias para peso das coxas; 111,1 dias para deposição de água; 104,0 dias para deposição de proteína; 86,91 dias para deposição de gordura e 119,9 dias para deposição de cinzas, os quais estão dentro dos 126 dias experimentais (Tabela 4) (PEREIRA *et al.*, 2014).

**TABELA 3.** CONSUMO (CONS) E DEPOSIÇÃO (DEP) DE NUTRIENTES DE ACORDO COM A IDADE PARA GIRINOS DE RÃ-TOURO.

Idade (dias)	Proteína		Gordura		Água	Cinzas	
	CONS	DEP*	CONS	DEP*	DEP*	CONS	DEP*
	(g/dia)						
1	0,0058	0,00064	0,0008	0,00016	0,0104	0,00109	0,00005
12	0,0155	0,00399	0,0023	0,00128	0,0569	0,00294	0,00053
20	0,0254	0,00796	0,0037	0,00293	0,1069	0,00482	0,00126
29	0,0414	0,01147	0,0061	0,00485	0,1475	0,00787	0,00201
42	0,0537	0,01207	0,0079	0,00600	0,1497	0,01019	0,00226
54	0,0642	0,00947	0,0094	0,00527	0,1155	0,01218	0,00179
63	0,0608	0,00711	0,0089	0,00711	0,0862	0,01155	0,00134

\*Valores de deposição foram estimados pela derivada da equação de Gompertz.

**TABELA 4.** ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DOS MODELOS ESTUDADOS PARA CONSUMO ACUMULADO E DE PROTEÍNA DA DIETA, PARA A COMPOSIÇÃO CORPORAL DA RÃ- TOURO INTEIRA (Rãs), PARA PESO DAS COXAS DA RÃ-TOURO E SUA COMPOSIÇÃO (COXAS DAS Rãs).

Modelo	Cm (g)	b (g/dia)	t* (dia)
<b>Consumo da dieta</b>			
Gompertz	1059,6 ± 259,10	0,0102 ± 0,0014	156,7 ± 23,166
Logístico	369,30 ± 35,432	0,0335 ± 0,0020	107,5 ± 6,1641
<b>Consumo de proteína da dieta</b>			
Gompertz	394,2 ± 94,8682	0,0102 ± 0,0014	156,7 ± 23,055
Logístico	137,4 ± 12,3549	0,0335 ± 0,0021	107,5 ± 5,7951
<b>Água (Rãs)</b>			
Gompertz	653,3 ± 218,500	0,0094 ± 0,0015	162,0 ± 30,550
Logístico	244,3 ± 23,1017	0,0314 ± 0,0020	106,1 ± 6,4627
<b>Proteína (Rãs)</b>			
Gompertz	217,400 ± 103,9	0,0082 ± 0,0051	201,8 ± 44,518
Logístico	55,1604 ± 6,014	0,0325 ± 0,0020	113,5 ± 6,9098
<b>Extrato etéreo (Rãs)</b>			
Gompertz	226,900 ± 49,70	0,0065 ± 0,0017	274,8 ± 39,155
Logístico	30,9508 ± 4,550	0,0311 ± 0,0020	124,4 ± 9,0358
<b>Cinzas (Rãs)</b>			
Gompertz	18,8105 ± 6,506	0,0106 ± 0,0021	137,7 ± 30,193
Logístico	8,58800 ± 0,955	0,0320 ± 0,0028	99,69 ± 7,7932
<b>Coxas</b>			
Gompertz	300,700 ± 119,5	0,0091 ± 0,0016	176,7 ± 36,051
Logístico	96,9032 ± 10,01	0,0324 ± 0,0021	109,4 ± 6,7337
<b>Água (Coxas das rãs)</b>			
Gompertz	261,600 ± 34,50	0,0086 ± 0,0016	187,0 ± 0,8036
Logístico	77,6277 ± 8,466	0,0318 ± 0,0021	111,1 ± 7,1577
<b>Proteína (Coxas das rãs)</b>			
Gompertz	34,6536 ± 10,11	0,0110 ± 0,0017	145,6 ± 23,772
Logístico	14,5422 ± 1,295	0,0348 ± 0,0023	104,0 ± 5,6596
<b>Extrato etéreo (Coxas das rãs)</b>			
Gompertz	2,2181 ± 0,4031	0,0151 ± 0,0023	95,83 ± 12,8867
Logístico	1,4272 ± 0,0989	0,0377 ± 0,0031	86,91 ± 4,62810
<b>Cinzas (Coxas das rãs)</b>			
Gompertz	17,8502 ± 3,821	0,0076 ± 0,0020	227,5 ± 33,9949
Logístico	3,71290 ± 0,663	0,0317 ± 0,0028	119,9 ± 11,0911

Cm = consumo (g) à maturidade; Pm = peso do nutriente (g) à maturidade;

b = taxa de consumo ou deposição (g/dia); t\* = tempo (dias) em que a taxa de consumo ou deposição é máxima.

## CRESCIMENTO RELATIVO E COEFICIENTES ALOMÉTRICOS DOS COMPONENTES CORPORAIS

### CRESCIMENTO ALÓMETRICO

A composição corporal dos animais muda ao longo do ciclo de vida, e sua utilização é afetada por fatores endógenos (espécie, tamanho) e exógenos como época do ano e composição da ração (DUMAS *et al.*, 2007). Segundo BUREAU *et al.* (2002), fatores nutricionais como o balanço de aminoácidos disponíveis, aminoácidos essenciais, a quantidade de proteína e a relação proteína:energia da ração, são importantes na deposição de proteína e lipídios nos tecidos. Portanto, durante o crescimento, ocorrem mudanças estacionais na composição corporal, associadas ao estado endócrino e às etapas fisiológicas especiais. Já na etapa da reprodução há sínteses e reserva de novos tecidos (DUMAS *et al.*, 2010). Para analisar esta dinâmica, podem-se utilizar os modelos de predição de nutrientes, que são modelos mecanísticos empregados para definir o destino dos nutrientes da dieta, considerando a utilização de aminoácidos, ácidos graxos e seus precursores (DUMAS *et al.*, 2010). Assim por exemplo, a quantidade de proteína no corpo pode ser descrita por meio de uma função de crescimento. Já o incremento na deposição da água, cinzas e lipídios pode ser relacionado com a proteína para determinar a taxa de crescimento do corpo inteiro (GOUS *et al.*, 1999).

### EQUAÇÕES PARA PREDIZER O CRESCIMENTO ALÓMETRICO

As relações isométricas e alométricas baseadas em análise de regressão ainda prevalecem para estimar a composição corporal em peixes e animais de produção (DUMAS *et al.*, 2010). Os diferentes genótipos podem diferir entre os aspectos que se estimam a partir das curvas de crescimento como: maturidade, composição corporal na maturidade, conteúdo de gordura, taxas de maturidade dos componentes químicos do corpo. A composição química varia ao longo do tempo (GOUS *et al.*, 1999). O ganho de energia pode ser predito usando modelos bioenergéticos, mas estes não fornecem muita informação da composição química e ganho de biomassa (DUMAS *et al.*, 2010).

Já a alometria refere-se às mudanças nas diferentes dimensões das partes do corpo que são correlacionadas com as mudanças do corpo inteiro (GAYON, 2000). Segundo THORNLEY e FRANCE (2007) alometria significa crescimento de uma parte do corpo ( $W_1$ ) relacionada a uma proporção diferente do corpo inteiro ( $W$ ). Podendo ser expressa da seguinte forma: , em que : constante de normalização; : dimensões dos parâmetros alométricos. Essa equação pode ser linearizada da seguinte forma: . Quando o valor de “b” é igual a 1, o crescimento é considerado isogônico e os ritmos de desenvolvimento de “Y” e “X” são semelhantes no intervalo de crescimento considerado. No caso de “b” ser maior que 1, o crescimento é chamado heterogônico positivo e o ritmo de crescimento de “Y” é maior que de “X”, caracterizando um desenvolvimento tardio e, quando o valor de “b” for menor que 1, o ritmo de crescimento de “Y” é menor que de “X”, caracterizando um desenvolvimento precoce.

## AValiação Alométrica para Descrever Variáveis de Crescimento Variáveis

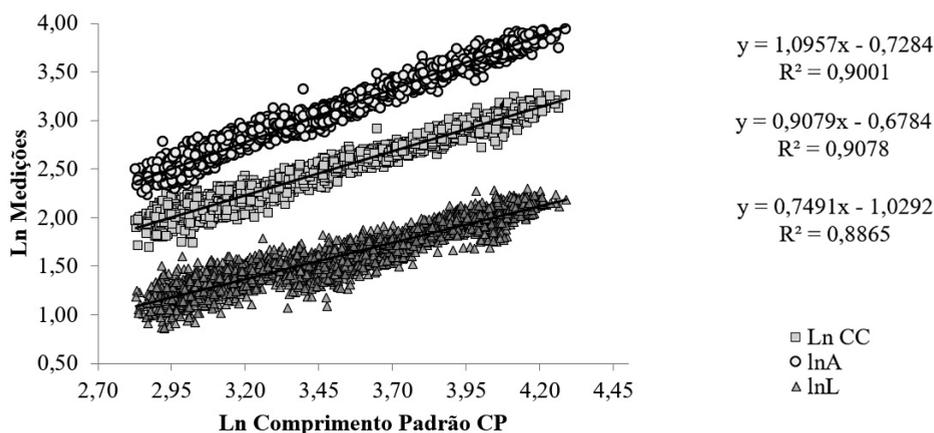
Utilizando como exemplo um estudo com acará bandeira (MANRIQUE *et al.*, 2017), é possível entender melhor a aplicabilidade da alometria, nesse estudo são determinados os coeficientes alométricos para comprimento, peso, proteína, gordura, cinzas e água. As equações alométricas e seus componentes além do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) das relações comprimento padrão, comprimento de cabeça, altura e largura são apresentados na Tabela 5. Para a componente altura o valor de  $b$  foi 1,095 o que indica que os peixes apresentam um crescimento alométrico positivo ou crescimento isogônico ( $b=1$ ), ou seja, dos 30 aos 233 dias de idade, a altura cresceu em igual magnitude que o comprimento padrão.

**TABELA 5.** COEFICIENTES ALOMÉTRICOS DE JUVENIS DE *P. SCALARE* DOS 30 AOS 233 DIAS DE IDADE EM RELAÇÃO AO COMPRIMENTO PADRÃO.

Componente	Coefficientes Ln a	b	R <sup>2</sup>
Comprimento Cabeça	-0,678	0,907	0,907
Altura	-0,728	1,095	0,900
Largura	-1,029	0,749	0,886
Peso	-10,25	3,060	0,989

Logaritmo natural da constante de normalização (Ln a), dimensões dos parâmetros alométricos (MANRIQUE *et al.*, 2017).

Os outros componentes, como o comprimento de cabeça e largura apresentam um crescimento precoce ( $b < 1$ ), aumentando a uma taxa menor que a altura, porém com mais intensidade na fase final do período de crescimento (Figura 4). Concordando com o relatado por SANTOS *et al.* (2006) o crescimento da cabeça é precoce para garantir o consumo de alimento durante as fases iniciais do crescimento dos peixes, na fase adulta apresenta-se um crescimento tardio.

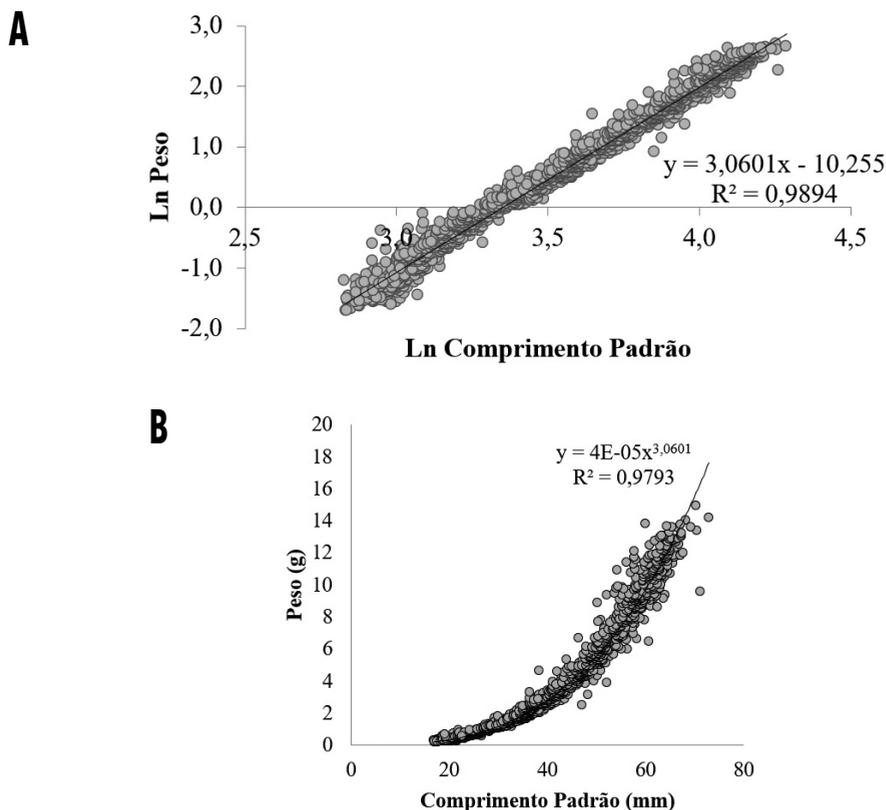


**FIGURA 4.** RELAÇÕES ALOMÉTRICAS COMPRIMENTO CABEÇA (CC), ALTURA (A), LARGURA (L) E COMPRIMENTO PADRÃO (CP) EM *P. SCALARE* DOS 30 AOS 233 DIAS DE IDADE (MANRIQUE *ET AL.*, 2017).

Neste estudo machos e fêmeas estavam juntos nos aquários, não sendo possível estimar a proporção entre sexos pela dificuldade na identificação do dimorfismo sexual nos estágios iniciais do crescimento. A diferença entre as velocidades de crescimento das diferentes partes do peixe é mais notória ao longo do período de estruturação, estabilizando-se quando atingem a maturidade.

Em peixes de produção é útil conhecer o crescimento do filé em relação ao peso corporal, para poder estimar o peso do possível abate, assim, GOMIERO (2009) avaliou o desenvolvimento do filé em relação ao peso corporal em piracanjuba, que apresentou um crescimento isogônico. Segundo os resultados obtidos por ALMEIDA *et al.*, (2006) o crescimento do filé de *Oreochromis niloticus* cultivada num sistema semi-intensivo foi menor que o crescimento do corpo, enquanto num sistema de criação intensiva o filé apresentou um desenvolvimento igual ao peso corporal com um valor de  $b=0,9690$ .

Tomando como exemplo o resultado da análise da relação comprimento padrão e peso do acará bandeira apresentado na Figura 5 (a e b), podemos observar que esse peixe possui um crescimento isogônico indicando um incremento proporcional de peso e comprimento. Na Figura 5b. pode-se observar a relação exponencial entre comprimento padrão e peso. O coeficiente de determinação foi 0,989 para as duas regressões.



**FIGURA 5.** RELAÇÕES ALOMETRICAS ENTRE PESO E COMPRIMENTO PADRÃO EM *P. SCALARE* DOS 30 AOS 233 DIAS DE IDADE. A. REGRESSÃO LINEAR; B. COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (MANRIQUÊ *ET AL.*, 2017).

O valor de  $b$  obtido para acará bandeira foi de 3,06 (Figura 5a). Resultados próximos ao encontrado para essa espécie também foram reportados para outras espécies de peixes. Por exemplo, em *Arapaima gigas* cultivado num sistema semi-intensivo no estado de Amazonas, TAVARES-DIAS *et al.* (2010) obtiveram para o coeficiente  $b$  o valor de 3,068. SILVA-JÚNIOR *et al.* (2007) obtiveram valor de  $b$  entre um intervalo de 2,4 e 3,4 para 33 espécies de peixes de estuário. SANI *et al.* (2010) estudando 14 espécies de peixes de água doce na Índia, também encontraram um intervalo do valor de  $b$  entre 2,4 e 3,52. Estes valores se encontram dentro do ideal para peixes, o qual deve estar perto de 3 (HILE, 1936). A época do ano teve influencia na relação peso comprimento em salmão (*Salmo trutta*), no inverno houve alometria negativa, nas outras estações o crescimento foi isométrico, para fêmeas, machos e o grupo unissexo (ARSLAN *et al.*, 2004). De acordo com TAVARES-DIAS (2010), conhecendo o valor do peso corporal pode se estimar o valor do comprimento padrão ou vice-versa.

ÍLKYAZ *et al.* (2010), avaliaram a relação comprimento-peso em *Buglossidium luteum*, separando os peixes em grupos por sexo e também em grupos misturados, concluíram que apesar do comprimento entre sexos apresentarem valores diferentes, as curvas de comprimento-peso foram muito semelhantes, deste modo o crescimento foi isométrico para fêmeas, machos e para o grupo misturado.

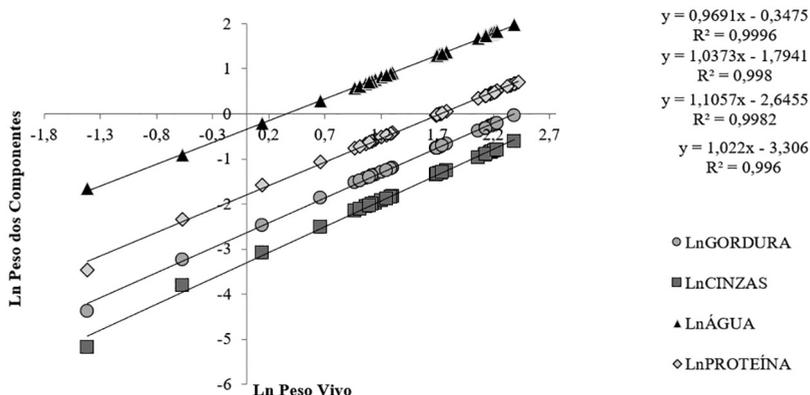
Várias relações alométricas existem na literatura descrevendo a relação entre área de superfície (AS) e massa corporal (MB) para diferentes espécies de anuros as quais são frequentemente utilizados em estudos fisiológicos, no entanto para espécies de produção como a rã-touro, existe muito pouco estudo sobre essa relação alométrica. No estudo de KLEIN *et al.* (2016), foram coletados dados bibliográficos de AS ( $\text{cm}^2$ ) e MB (g), e as relações alométricas entre AS e MB foram avaliadas utilizando regressões lineares e filogenéticas generalizadas de mínimos quadrados (PGLS). Foram incluídos dados de 453 animais de 44 espécies. As relações alométricas intraespecíficas entre AS e MB foram determinadas para 18 espécies, sendo que dez delas apresentaram regressões significativamente não diferentes da regressão familiar respectiva; quatro espécies mostrando uma interceptação- $y$  significativamente diferente; e três espécies apresentando uma inclinação significativamente diferente. Apenas as famílias Bufonidae, Ranidae e Hylidae foram representadas por várias espécies (9, 11 e 12, respectivamente) e com maior número de animais (54, 215 e 127, respectivamente). Estas três famílias apresentaram regressões lineares OLS significativamente diferentes em dados transformados em  $\log_{10}$ , sendo Hylidae o mais íngreme ( $0,7735 \pm 0,0110$ ), Bufonidae um intermediário ( $0,6772 \pm 0,0220$ ) e Ranidae o menor declive ( $0,6091 \pm 0,0114$ ). A relação entre AS e MB para Anura poderia ser descrita pela regressão linear  $AS = 9,8537 MB^{0,6745}$  ou pela regressão de PGLS  $AS = 8,7498 MB^{0,685}$ .

## AVALIAÇÃO ALOMETRICA PARA DINÂMICA DAS MACROMOLÉCULAS

Com as equações alométricas pode-se determinar as relações dos nutrientes corporais em relação ao peso proteico ou peso vivo, deste modo a predição de nutrientes em função do peso proteico corrige as variações da gordura corporal relacionada à dieta (MARCATO *et al.*, 2008). A quantidade de proteína pode ser descrita como uma

função de crescimento, e depois o crescimento da água, cinzas e lipídios pode ser relacionada à proteína para determinar a taxa de crescimento do corpo inteiro (GOUS *et al.*, 1999). Embora, lipídios e cinzas separadamente não são bom preditores do peso corporal (DUMAS *et al.*, 2007).

Na Figura 6 é apresentado graficamente os coeficientes alométricos para os componentes corporais de acará bandeira. A relação alométrica entre a proteína corporal e o peso vivo mostrou uma tendência isogônica ( $b=1,037$ ), a proteína aumenta na mesma proporção que o peso corporal, estas observações concordam com o estudo feito por DUMAS *et al.* (2007) com trutas. Isto pode ser explicado porque o peso da proteína está diretamente ligado ao peso vivo (DUMAS *et al.*, 2007) principalmente pelo ganho muscular. A deposição de gordura em relação ao peso vivo foi superior, depositou-se 1,105 unidades de gordura por cada unidade de peso vivo. A gordura é a macromolécula mais dinâmica, e sua taxa de mudança é afetada facilmente pela temperatura da água em que o peixe está, quantidade de gordura (energia) na dieta, além se a dieta estiver com um desbalanço de proteína. Para cada componente o coeficiente de determinação  $R^2$  esteve acima de 0,99 apresentando um bom ajuste do modelo aos dados.



**FIGURA 6.** RELAÇÕES ALOMÉTRICAS ENTRE PESO VIVO E GORDURA, CINZAS E ÁGUA EM *P. SCALARE* DOS 30 AOS 233 DIAS DE IDADE.

Em estudo alométrico da tilápia nilótica da linhagem GIFT, em função do peso vivo (AMANCIO *et al.*, 2011), verificou que à medida que os peixes ganharam peso vivo houve um aumento na proporção de proteína ( $b=1,039$ ), gordura ( $b=1,089$ ) e cinzas ( $b=1,051$ ) e, uma redução na proporção de água corporal ( $b=0,983$ ). Esta menor relação de peso de água pode ser resultado do aumento das proporções de gordura na carcaça, pois este foi o componente que apresentou maior coeficiente alométrico.

No estudo de SILVA (2008) verificou que em tilápia nilótica da linhagem Supreme, o nutriente corporal que mais aumenta à medida que o peso corporal cresce é a gordura, principalmente em detrimento ao teor de umidade. A relação inversa entre os conteúdos de lipídios e água no músculo do pescado também foi observada por GUI-NAZI *et al.* (2006), CAULA *et al.* (2008) e NEVES (2009). Ainda com a utilização da derivada das equações alométricas é possível o ganho de determinados nutrientes por

grama de peso corporal ou peso proteico. Segundo BUREAU *et al.* (2000) a deposição de proteína governa o crescimento do animal, visto que por cada grama de proteína se depositam entre três e seis gramas de água, enquanto que a deposição de lipídios pode se fazer por substituição da água.

As equações alométricas são importantes para determinar a relação dos nutrientes corporais, órgãos, músculo, ossos e pele em relação ao peso proteico ou peso vivo. As equações podem estimar o conteúdo de nutrientes que o animal vai depositar em função do peso proteico ou peso vivo (MARCATO, 2008). Alometria tem sido usada na modelagem matemática porque a composição corporal de matéria seca livre de lipídios não muda durante o desenvolvimento do animal, mas o conteúdo de lipídios dos animais em crescimento pode ser afetado pela dieta (VARGAS, 2004).

Quando a alometria tem sido utilizada em relação à proporção de proteína do corpo, as diferenças entre sexo e linhagens são pequenas. Desse modo, a utilização do peso proteico nas relações alométricas torna as equações mais precisas. No entanto, a elaboração de equações alométricas em relação ao peso vivo em jejum seria o método mais prático para prever o peso de partes e deposição de nutrientes corporais (MARCATO, 2008).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos de crescimento são ferramentas úteis que além de avaliar variáveis dentro de uma população, permitem tomar medidas para melhorar os pontos da curva, fazer uma seleção das características desejáveis dentro de um sistema de produção e permitem aperfeiçoar as estratégias de alimentação para os animais. Para futuras pesquisas de crescimento alométrico para melhorar a padronização dos valores, poderiam ser estabelecidos diferentes grupos separando os animais por sexo, idade, maturidade sexual e época do ano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, C.A.; Silva, M.A.; Torres, R.A.; Lima, S.L. 1991b. Parâmetros genéticos de características de produção em rã-pimenta (*Leptodactylus labyrinthicus*) (Spix, 1824). **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 20: 55-60.
- Aguiar, F. A. **Modelos matemáticos no lineales como herramienta para evaluar el crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) y tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* Var. *Chitralada*)" alimentadas con dietas peletizadas o extruídas**. 135 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e de Zootecnia, Universidade Nacional de Colômbia, Bogotá, 2010.
- Albinati, R.C.B.; Lima, S.L.; Donzele, J.L. 2001. Níveis de energia digestível na ração de girinos de rã-touro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 2: 48-52.
- ALMEIDA, A.K.; FERREIRA, T.C.; SILVA, S.L.H.; KUSTER L.D.S.; PIRES A.V.; PEREIRA, I.G.; JÚNIOR, F.F.S. Alometria do crescimento do filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em dois sistemas de produção. **ZOOTEC** 2006 - 22 a 26 de maio de 2006 - Centro de Convenções de Pernambuco.
- ALTIG, R.; McDIARMID, R.W. Body plan: developmental and morphology. In: R. W. McDIARMID; R. ALTIG. **Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae**. Ed: Chicago Press, Chicago, 1999, p.24-51.
- Amancio, A. L. L.; Silva, J. H. V.; Fernandes, J. B. K.; Sakomura, N. K.; Cruz, G. R. B. Use of mathematical models in the study of bodily growth in GIFT strain Nile tilapia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p.257-266, 2014.
- ARSLAN, M.; YILDIRIM, A.; BEKTA, S. Length-Weight Relationship of Brown Trout, *Salmo trutta* L., Inhabiting Kan Stream, Çoruh Basin, North-Eastern Turkey. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 4, p. 45-48, 2004.
- BARBATO, G.F.; VASILATOS-YOUNKEN, R. Sex-linked and maternal effects on growth in chickens. **Poultry Science**, v.70, p.709-718, 1991.

- BARLOW, J. Nonlinear and Logistic Growth In Experimental Populations of Guppies. **Ecology**, Vol. 73, n. 3, p. 941-950, 1992.
- BORGES, F.F.; AMARAL, L.A.; STEFANI, M.V. Characterization of effluents from bullfrog (*Lithobates catesbeianus*, Shaw, 1802) grow-out ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 2, p 160-166, 2012.
- BRAGA, S.L.; LIMA S.L. Influência da temperatura ambiente no desempenho da rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, 1659-1663, 2001.
- BROWN, D.; ROTHERY, P. **Models in Biology: Mathematics, Statistics and computing**. England: John Wiley and Sons; Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 1993. 688 p.
- BROWN, J. E.; FITZHUGH, JR. H. A., AND CARTWRIGHT, T. C. A Comparison of Nonlinear Models for Describing Weight-Age Relationships in Cattle. **Journal of Animal Science**, Texas, v. 42, p. 810-818, 1976.
- BUREAU, D. P.; AZEVEDO, P. A.; TAPIA-SALAZAR, M.; CUZON, G. Pattern and Cost of growth and nutrient deposition in fish and shrimp: Potencial implications and applications. In: CRUZ-SUÁREZ, L. E.; RICOQUE-MARIE, D.; TAPIA-SALAZAR, M.; OLVERA-NOVOA, M. A.; CIVERA-CERECEDO, R. Avances en Nutrición Acuicola. SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 5., 2000, Mérida. **Anais...** Mérida, Yucatán, México, 2000. p.119-122.
- BUREAU, D.P.; KAUNSHIK, S.J.; CHO, C.Y. Bioenergetics In: Halver, J.E.; Hardy, R.W. **Fish Nutrition**. 3rd ed. San Diego, CA, USA: Academic Press, 2002. p 1-59.
- CARVALHO, J.C. **Desempenho zootécnico e curvas de crescimento de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) melhoradas geneticamente para ganho em peso**. 2016. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2016.
- CAULA, F. C. B.; OLIVEIRA, M. P.; MAIA, E. L. Teor de colesterol e composição centesimal de algumas espécies de peixes do estado do Ceará. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.4, p.959-963, 2008.
- Costa, A. C.; Neto Reis, R. V.; Freitas, R. T. F.; Freato, T. A.; Lago, A. A.; Santos, V. B. Avaliação do crescimento de tilápias de diferentes linhagens através dos modelos não lineares. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, p.561-564, 2009.
- DUMAS, A.; FRANCE, J.; BUREAU, D. Modelling growth and body composition in fish nutrition: where have we been and where are we going?. **Aquaculture Research**, v. 41, p. 161-181, 2010.
- DUMAS, A.; LANGE, C.F.M.; FRANCE, J.; BUREAU, D. Quantitative description of body composition and rates of nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, n. 273, p.165-181, 2007.
- DUTTA, H. Growth in fishes. **Gerontology**, India, v. 40, p. 97-112, 1994.
- EMMANS, G.C. 1981. A model of the growth and feed intake of ad libitum fed animals, particularly poultry. In: Hillyer, G.M., Whittemore, C.T., Gunn, R.G. (Eds.). **Computers in animal production**. British Society of Animal production, Occasional publication, 5<sup>th</sup> Ed., pp. 103-110.
- ENSMINGER, M. E., Oldfield. J. E., Heinemann, W. W. 1990. **Feeds and nutrition**. 2<sup>nd</sup> Ed., Califórnia, 1544p.
- FIGUEIREDO, M.R.C.; LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A.; BAËTA, F.C. Efeito da temperatura e do fotoperíodo sobre o desenvolvimento do aparelho reprodutor de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.916-923, 2001.
- FIGUEIREDO, M.R.C.; AGOSTINHO, C.A.; BAËTA, F.C.; LIMA, C.A. Efeito da temperatura sobre o desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 661-667, 1999.
- FREITAS, A.R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.3, p.786-795, 2005.
- GAMITO, S. Growth models and their use in ecological modelling: an application to a fish population. **Ecological Modelling**, v.113, p.83-94, 1998.
- GAYON, J. History of the concept of allometry. **American Zoologist**, n. 40, p. 748-758. 2000.
- GÓMEZ, D.A.A., CERÓN M.F.M., RESTREPO L.F.B. Modelación de funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. **Revista Colombiana Ciencias Pecuarias**, v. 21, p. 39-58, 2008.
- GÓMEZ, D.A.A., CERÓN M.F.M., RESTREPO L.F.B. Modelación de funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. **Revista Colombiana Ciencias Pecuarias**, v. 21, p. 39-58, 2008.
- GOMIERO, J.S.G.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS, V.B.; SILVA, F.F.; RODRIGUES, P.B.; LOGATO, P.V.R. Curvas de crescimento morfométrico de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.882-889, 2009.
- Gonzales, E., Sartori, J.S. 2002. Crescimento e metabolismo muscular. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**, Jaboticabal, FUNEP/UNESP, pp. 279-298.
- GOSNER, K. L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. **Herpetologica**, v.16, p.183-190, 1960.

- GOUS, R.M. Modelling energy and amino acid requirements in order to optimise the feeding of commercial broilers. In: **2<sup>nd</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AVIAN NUTRITION**. Concordia, Brazil, 2001.
- GOUS, R.M.; MORAN JR., E.T.; STILBORN, H.R.; BRADFORD, G.D.; EMMANS, G.C. **Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers**. Poultry Science, v.78, p. 812-82, 1999.
- GUINAZI, M.; MOREIRA, A. P. B.; SALARO, A. S.; CASTRO, F. A. F.; DADALTO, M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. **Composição química de peixes de água doce frescos e estocados sob congelamento**. Acta Scientiarum Technology, Maringá, v. 28, n. 2, p. 119-124, 2006.
- HAMMOND, J. **Farm Animals**. 3a ed. London: Edward Arnold Publishers Ltd.; 1960.
- HEPHER, B. Growth. In: HEPHER, B. **Nutrition of pondfishes**. Cambridge: Cambridge University, 1993. p.163-191.
- Hernandez-Llamas, F.; Ratkowsky, D. A. **Growth of fishes, crustaceans and molluscs: estimation of the von Bertalanffy, Logistic, Gompertz and Richards curves and a new growth model**. Marine Ecology Progress Series, v. 282, p. 237-244, 2004
- HILE, R., Age and growth of the cisco, *Leucichthys artedi* (LeSueur), in the lakes of the northeastern highlands. **Bulletin of the US Bureau of Fisheries**. v. 48, n.19, p.211-317, 1936.
- HIRAI, T. Diet composition of introduced bullfrog, *Rana catesbeiana*, in the Mizorogaike Pond of Kyoto, Japan. **Ecological Research**, v. 19, p.375-380, 2004.
- Hota, A.K. Growth in amphibians. **Gerontology**, v. 40, p. 147-160, 1994.
- HOTA, A.K. Growth in amphibians. **Gerontology**, v.40, p.147-160, 1994.
- ÍKÍYAZ, T. A.; METIN, G.; SOYKAN, O.; KINACIGIL, T. Age, growth and sexual development of solenette, *Buglossidium luteum* (Risso, 1810), in the central Aegean Sea. **Journal Applied Ichthyology**, v.26, p. 436-440, 2010.
- JOHNSTON I.A. Muscle development and growth: potential implications for flesh quality in fish. **Aquaculture**, v.177, p. 99-115, 1999.
- Katsanevakis, S.; Maravelias, C. D. Modelling fish growth: multi-model inference as a better alternative to a priori using von Bertalanffy equation. **Fish and Fisheries**, v. 9, n. 2, p. 178-187, 2008.
- KEELE, J. W.; WILLIAMS, C. B.; BENNETT, G. L. A computer model to predict the effects of level of nutrition on composition of empty body gain in beef cattle. I. Theory and development. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 3, p. 841-857, 1992.
- KESSLER, A.M.; SNIZEK, P.N.; BRUGALLI, I. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas, 2000. p. 107-133.
- Klein, W., Dabésc, L., Bonfim, V.M.G., Magrini, L., Napoli, M.F. Allometric relationships between cutaneous surface area and body mass in anuran amphibians. **Zoologischer Anzeiger**, v. 263 p. 45-54, 2016.
- Lawrence, T.L.J., Fowler, V.R. 1997. **Growth of farm animals**. New York, CAB, 330p.
- Macari, M., Furlan, R.L., Gonzales, E. 1994. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 246p.
- Manrinque, C.H.E., Fernandes, J.B.K., Sakomura, N.K., Vigoya, A.A.A., Nascimento, T.M.T., Silva, E.P., Mansano, C.F.M. Description of growth and body composition of freshwater Angelfish (*Pterophyllum scalare*) by Gompertz model. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2017. IN PRESS.
- Mansano, C.F.M., De Stéfani, M.V. Pereira, M.M., Nascimento, T.S.R., Macente, B.I. Morphometric growth characteristics and body composition of bullfrog tadpoles in captivity. **Semina**, v.35, n.5, p.2817-2830, 2014.
- Mansano, C.F.M., De Stéfani, M.V., Pereira, M.M., Macente, B.I. Deposição de nutrientes na carcaça de girinos de rã-touro. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.48, n.8, p.885-891, 2013.
- MANSSANO, C.F.M.; STÉFANI, M.V.; PEREIRA, M.M.; MACENTE, B.I. Non-linear growth models for bullfrog tadpoles. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 4, p. 454-462, 2012.
- Manwell, C. 1966. Metamorphosis and gene action-i. electrophoresis of dehydrogenases, esterases, phosphatases, hemoglobins and other soluble proteins of tadpole and adult bullfrogs. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 17: 805-823.
- Marcato, S.M., Sakomura, N.K., Fernandez, J.B.K., Nascimento, D.C.N., Furlan, R.L., Piva, G.H. 2009. Crescimento e deposição de nutrientes nas penas, músculo, ossos e pele de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Ciência e Agrotecnologia**, 33 (4): 1159-1168.
- MARCATO, S.M.; SAKOMURA, N.K.; MUNARI, D.P.; FERNANDES, J.B.K.; KAWAUCHI, I.M.; BONATO, M.A. Growth and body nutrient deposition of two broiler commercial genetic lines. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.10, p.117-123, 2008.

- MARTÍNEZ, R., MARTÍNEZ, N. **Diseño de experimentos: Análisis de datos estándar y no estándar**. Bogotá: Editorial Guadalupe, 1997. 479 p.
- Mazzini, A.R.A., Muniz, J.A., Aquino, L.H., Silva, F.F. Análise da curva de crescimento de machos hereford. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 5, p. 1105-1112, 2003.
- MENDES, P.N.; MUNIZ, J.A.; SILVA, F.F.; MAZZINI, A.R.A., SILVA, N.A.M. Análise da curva de crescimento difásica de fêmeas hereford por meio da função não linear de Gompertz. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 454-461, 2009.
- NEVES, H. C. N. Avaliação do cultivo e das características físico-química, microbiológica e sensorial de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) criada no açude Jandaia - Bananeiras/PB. 2009. 47p. **Monografia** (Graduação em Agroindústria) - Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, 2009.
- OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B.; PEREIRA, C.S. Comparação de modelos não lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 9, p. 1843-1851, 2000.
- PARKS, J.A. **Theory of feeding and growth of animals**. Berlin: Springer-Verlag; 451p, 1982.
- Pereira, M. M., Mansano, C.F.M., Silva, E.P., De Stéfani, M.V growth in weight and of some tissues in the bullfrog: fitting nonlinear models during the fattening phase. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.38, n.6, p.598-606, 2014.
- PETERSEN, A.M.; GLEESON, T.T. Acclimation temperature affects the metabolic response of amphibians skeletal muscle to insulin. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, v. 160, p. 72-80, 2011.
- RAMOS S. Ajustes de curvas de crescimento e estimativas da variabilidade genética de peso corporal de avestruzes (*Struthio camelus*). 2010. 48 f. **Dissertação** (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista "Julio De Mesquita Filho", Jaboticabal. 2010.
- REEDER, W.G. 1964 The digestive sistem. In: MOORE, J.A. (Ed.) **Physiology of the amphibia**. New York, Academic Press, 1964.v.1, 654 p.
- RODRIGUES, M.L.; LIMA, S.L.; MOURA, O.M.; AGOSTINHO. C.A.; SILVA. J.H.V.; CRUZ, G.R.B.; CAMPOS, V.M.; CASALI, A.P.; MENDES, R.R.B.; ALBUQUERQUE, A.G. Curva de crescimento em rã-touro na fase de recria. **Archivos de Zootecnia**, v. 56, n. 214, p. 125-136, 2007a.
- RODRIGUES, M.L.; LIMA, S.L.; MOURA, O.M.; AGOSTINHO. C.A.; SILVA. J.H.V.; CRUZ, G.R.B.; CAMPOS, V.M.; CASALI, A.P.; MENDES, R.R.B.; ALBUQUERQUE, A.G. Curva de crescimento em rã-touro na fase de recria. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.214, p.125-136, 2007.
- RONDÓN-OVIEDO, O.; WALDROUP, P.W. Models to Estimate Amino Acid Requirements for Broiler Chickens: A Review. **International Journal of Poultry Science**, v.1, n. 5, p. 106-113, 2002.
- SANI, B.K.; GUPTA, U.K.; SARKAR, A.; PANDEY, V.; DUBEY, V.K.; SINGH LAKRA, W. Length-weight relationships of 14 Indian freshwater fish species from the Betwa (Yamuna River tributary) and Gomti (Ganga River tributary) rivers. Technical note. **Journal Applied Ichthyology**, v. 26, p. 456-459, 2010.
- SANTOS, V. B.; de FREITAS, R. T. F.; SILVA, F.F.; FREATO, T.A. Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de linhagens de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) **Ciências Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1486-1492, 2007.
- SANTOS, V. B.; FREATO, T. A.; FREITAS, R. T. F.; LOGATO, P. V. R. Crescimento relativo e coeficientes alométricos de componentes do corpo de linhagens de Tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n. 4, p. 357-364, 2006.
- SANTOS, V.B.; FREITAS, R.T.F.; SILVA, F.F.; FREATO, T.A. Evaluation of morphometric growth curves of tilapia of Nilo (*Oreochromis niloticus*) strains. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1486-1492, 2007.
- SARMENTO, J.L.R.; REZAZZI, A.J.; SOUZA, W.H.; TORRES, R.A.; BREDA, F.C.; MENEZES, G.R.O. Analysis of the growth curve of Santa Ines sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.435-442, 2006.]
- SILVA, E.T.; REIS, E.P.; FEIO, R.N., RIBEIRO FILHO, O.P. Diet of the invasive frog *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) (*Anura: Ranidae*) in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 4, n. 3, p. 286-294, 2009.
- SILVA, F.F.; AQUINO, L.H.; OLIVEIRA, A.I.G. Estimativas de parâmetros genéticos de curva de crescimento de gado nelore (*Bos indicus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Edição Especial, p. 1562-1567, 2002.
- SILVA, F.L. et al. Growth curves in beef cows of diferente biological types. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.3, p.262-271, 2011.
- SILVA, N.A.M.; LANA, A.M.Q.; SILVA, F.F.; SILVEIRA, F.G.; BERGMANN, J.A.G.; SILVA, M.A.; TORAL, F.L.B. Seleção e classificação multivariada de modelos de crescimento não lineares para bovinos nelore. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.364-371, 2011b.

- SILVA, T. S. C. Modelos de crescimento e desempenho de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*; linhagem Supreme) alimentadas com dietas sem ou com suplementação de lisina e treonina, em gaiolas. 2008. 50p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
- SILVA-JÚNIOR, M.G.; CASTRO A.C.L.; SOARES, L.S.; FRANÇA, V.L. Relação peso-comprimento de espécies de peixes do estuário do rio Paciência da Ilha do Maranhão, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 20, p. 31-38, 2007.
- SILVEIRA, F.G.; SILVA, F.F.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M. Classificação multivariada de modelos de crescimento para grupos genéticos de ovinos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 1, p. 62-73, 2011.
- STRATHE, A.B.; DANFAER, A.; SØRENSEN, H.; KEBREAB, E.A. A multilevel nonlinear mixed effects approach to model growth in pigs. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 88, p. 638-649, 2010.
- TAVARES-DIAS, M; BARCELLOS, J.F.M.; MARCON, J.L; MENEZES, G.C.; ONO, E.A.; AFFONSO, E.G. Hematological and biochemical parameters for the pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (*Osteoglossiformes, Arapaimatidae*) in net Cage culture. **Journal of Applied Ichthyology**, Berlin, v. 2, p. 61-68, 2007.
- TEDESCHI, L. O. Review Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, n. 89, p. 225-247, 2006.
- TEDESCHI, L. O. Review Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, n. 89, p. 225-247, 2006.
- TEODORO, S.M.; CHAVES, M.A.; ESCOBEDO, J.F.; AGOSTINHO, C.A. Relação de variáveis ambientais em baías cobertas com polietileno e desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Engenharia Agrícola**, v. 25, n.1, p. 46-56. 2005.
- THORNLEY, J. H. M.; FRANCE, J. **Mathematical models in agriculture: quantitative methods for the plant, animal and ecological sciences**. 2nd ed. Wallingford: CABI, 2007. 906p.
- VARGAS, G. D'A. Modelo de simulação do crescimento e desenvolvimento de frangos de corte. 2004. 116 f. **Tese** (Doutorado em Produção Animal) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.
- WERNER, E.E.; WILLBORN, G.A.; McPEEK, M.A. Diet composition in post metamorphic bullfrog and green frogs: implications for interspecific predation and composition. **Journal of Herpetology**, v. 29, n. 4, p. 600-607, 1995.
- WINSOR, C.P. **The Gompertz curve as a growth curve**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 18(1):1-8, 1932.

# CAPÍTULO 8

## **RANICULTURA: BACTERIOSES, PROFILAXIA E PREVENÇÃO**

Maurício Laterça Martins  
Scheila Anelise Pereira  
José Luiz Pedreira Mouriño  
André Muniz Afonso  
Gabriela Tomas Jerônimo



No Brasil, o cultivo de rãs está baseado principalmente na criação de *Lithobates catesbeianus* Shaw, 1802 conhecida popularmente como rã-touro. Esta atividade agroindustrial é promissora devido aos avanços tecnológicos, aperfeiçoamento das instalações e técnicas de manejo nas unidades produtoras, além do alto valor de mercado da carne da rã e de seus coprodutos (CRIBB *et al.*, 2013; MOREIRA *et al.*, 2013).

A carne de rã é considerada um produto nobre de boa aceitabilidade e digestibilidade, elevado nível de proteína, baixos teores de gordura e colesterol, e ainda é apontada por muitos nutricionistas como uma carne hipoalergênica (PIRES *et al.* 2006; NÓBREGA *et al.* 2007; AFONSO, 2012). O incremento da sua produção para atender a demanda do mercado culmina, muitas vezes, no emprego de sistemas com altas densidades de estocagem, uso excessivo ou inadequado de ração e ainda levar a ocorrência de práticas de gestão pouco adequadas ao sucesso sanitário do cultivo. Tais fatores, aliados às mudanças ambientais podem impactar negativamente a saúde das rãs, pois induzem ao estresse, imunossupressão e alterações em sua homeostase tornando-as mais susceptíveis aos surtos epizoóticos (FENERICK Jr. *et al.*, 2006).

Dessa forma, a transmissão de uma doença infecciosa está baseada na presença do patógeno no ambiente de cultivo, de um hospedeiro suscetível e um ambiente favorável à transmissão (RUTIGH, 2013; MARCHIORI e MARTINS, 2016). Dentre as doenças que podem acometer o cultivo de rã-touro, as de maior importância são aquelas causadas por fungos, bactérias e vírus (MOSTÉRIO *et al.*, 2014). Porém, aquelas causadas por agentes bacterianos oportunistas podem ser consideradas como as mais comuns, e conseqüentemente as mais prejudiciais (MOURIÑO *et al.*, 2006). Dessa forma, maior entendimento das principais doenças, bem como as medidas preventivas são de suma importância para reduzir os impactos negativos associados às enfermidades na ranicultura.

Dentre as doenças bacterianas que acometem tanto rãs adultas quanto girinos pode-se destacar a doença da perna vermelha, do inglês “red-leg syndrome”, pois causa elevada taxa de mortalidade e grandes perdas econômicas (PASTERIS *et al.*, 2011). Esta enfermidade causa surtos epizoóticos de septicemia, ou seja, ocorre ao mesmo tempo em vários animais provocando infecções graves e generalizadas. Ocorre tanto em girinos como em rãs de engorda e reprodutores.

Esta doença tem como principais agentes infecciosos *Staphylococcus aureus* (PINHEIRO, 1989), *Citrobacter freundii* (PASTERIS *et al.* 2011), *Aeromonas hydrophila* (MOURIÑO *et al.* 2006) e *Pseudomonas aeruginosa* (SOUZA-JUNIOR e HIPOLITO, 2001). Os sinais clínicos mais comuns são letargia e perda de apetite, conseqüentemente perda de peso; pontos hemorrágicos ou coloração avermelhada nas patas e região ventral, úlceras nos dedos e superfície do corpo dos adultos; em girinos a hemorragia é principalmente observada na calda e patas em desenvolvimento (MOURIÑO *et al.*, 2006; PASTERIS *et al.*, 2006) (Figura1).



**FIGURA 1.** ESPÉCIMES DE RÃ-TOURO (*LITHOBATES CATESBEIANUS*) EM PROCESSO DE ENGORDA, APRESENTANDO CARACTERÍSTICAS COMPATÍVEIS COM A SÍNDROME DA PERNA VERMELHA (FOTO: ANDRE MUNIZ AFONSO).

Ao realizar-se a necropsia podem ser encontrados sinais como: palidez e flacidez muscular; aumento e escurecimento de órgãos, como fígado (hepatomegalia) e baço (esplenomegalia), causados pela congestão; lesões hemorrágicas; necrose; e presença de líquido sanguinolento na cavidade celomática (Figura 2).



**FIGURA 2.** NECROPSIA DE UMA FÊMEA DE RÃ-TOURO ADULTA (*LITHOBATES CATESBEIANUS*), COM DESTAQUE PARA A BEXIGA E OS OVIDUTOS COM ASPECTO HEMORRÁGICO E FÍGADO ESCURECIDO, COMPATÍVEL COM QUADROS DE SÍNDROME DA PERNA VERMELHA (FOTO: ANDRE MUNIZ AFONSO).

A coloração avermelhada é o sinal mais característico desta bacteriose, entretanto deve-se fazer um correto diagnóstico para não confundir com lesões causadas pelo manejo ou mesmo pelo tipo de instalação (Figuras 3 e 4).



**FIGURA 3.** FÊMEA DE RÃ TOURO (*LITHOBATES CASTEBEIANUS*) APRESENTANDO LESÃO NO MEMBRO INFERIOR, DECORRENTE DE MANEJO INADEQUADO (FOTO: TARCÍSIO LEANDRO SCHNEIDER)



**FIGURA 4.** GIRINO DE RÃ-TOURO (*LITHOBATES CATESBEIANUS*) APRESENTANDO PONTOS HEMORRÁGICOS SUBCUTÂNEOS DECORRENTES DE MANEJO INADEQUADO (FOTO: ANDRE MUNIZ AFONSO).

Outro diagnóstico diferencial que deve ser levado em consideração é quanto à presença da bactéria *Edwardsiella* sp., um bacilo gram negativo normalmente encontrado no intestino de animais ectotérmicos, que também pode levar as rãs pós-metamorfoseadas a um quadro de vermelhidão subcutânea (Figura 5). Além disso, a bactéria provoca o surgimento de ulcerações cutâneas, edemas em membros e cavidades, incoordenação motora e degeneração dos dedos das mãos e pés.



**FIGURA 5.** ESPÉCIME DE RÃ-TOURO (*LITHOBATES CATESBEIANUS*) APRESENTANDO VENTRE LIGEIRAMENTE AVERMELHADO, COM DESTAQUE PARA A REGIÃO INTERNA DAS COXAS E ABDOME, ALÉM DE ULCERAÇÕES PALMARES E DEGENERAÇÃO DOS DEDOS DAS MÃOS E PÉS (FOTO: ANDRE MUNIZ AFONSO).

A micobacteriose é causada por bactérias gram-positivas do gênero *Mycobacterium* spp., que não apresentam esporos e são móveis, e têm sido observadas nas criações de rãs, sendo frequentemente identificadas como *Mycobacterium marinum*, *M. fortuitum*, *M. xenopi* e *M. ranae*. Feridas cutâneas constituem a principal porta de entrada do patógeno nas rãs (Figura 6), que em seguida é fagocitado por macrófagos e no interior dessas células continua a se multiplicar, disseminando-se pelo organismo. A doença, normalmente, é silenciosa, de caráter crônico, e uma vez instalada em um órgão inicia-se a formação dos granulomas. As células de defesa secretam substâncias no intuito de eliminar a bactéria, no entanto, devido à sua alta resistência, apenas o tecido ao redor é afetado, resultando na formação de típica necrose caseosa. Com o tempo ocorre proliferação de tecido conjuntivo ao redor da lesão, que isola o germe mantendo-o vivo, uma vez que os linfócitos e macrófagos (melanomacrófagos) não conseguem ultrapassar essa barreira. Futuramente, com a ocorrência de algum fator imunossupressor, como o estresse, o patógeno pode recrudescer e levar o animal ao óbito (AFONSO, 2002).



**FIGURA 6.** LESÃO EM MEMBRO INFERIOR DE RÃ-TOURO ADULTA (*LITHOBATES CATESBEIANUS*) TÍPICA DE PISO ÁSPERO (FOTO: ANDRE MUNIZ AFONSO).

Em rãs acometidas por esta doença seus sinais clínicos são pouco evidentes, uma vez que, acometem os órgãos internos promovendo principalmente formação de nódulos granulados esbranquiçados nos rins, fígado, baço e pulmões (Figuras 7 e 8). Os sinais comportamentais são inespecíficos, como apatia e perda de apetite (BARROS *et al.* 1988; FERREIRA *et al.* 2006). As lesões nos órgãos internos são nodulares, esbranquiçadas, com consistência firme, de distribuição multicêntrica, apresentando números e tamanhos variados, normalmente entre 1,0 e 2,0 mm de diâmetro (BARROS *et al.* 1988; MORAES *et al.* 1999). O baço quando severamente afetado apresenta o dobro de seu tamanho normal (esplenomegalia), cor escura e consistência rígida.



**FIGURA 7.** NECROPSIA DE UMA FÊMEA ADULTA DE RÃ-TOURO (*LITHOBATES CATESBEIANUS*), ONDE SÃO EVIDENCIADOS DIVERSOS NÓDULOS ESBRANQUIÇADOS SUGESTIVOS DE MICOBACTERIOSE, COM DESTAQUE PARA O FÍGADO, PULMÕES E BAÇO (ESPLENOMEGALIA). TAMBÉM PODEM SER VERIFICADOS PONTOS ENEGRECIDOS, CARACTERÍSTICOS DE CORPOS MELANOMACROFÁGICOS À MICROSCOPIA (FOTO: ANDRE MUNIZ AFONSO).



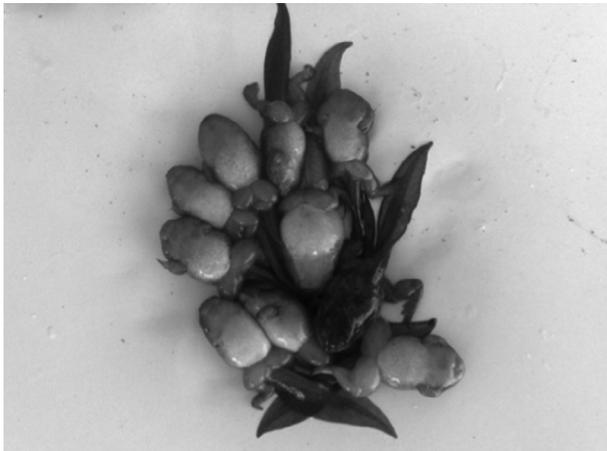
**FIGURA 8.** NECROPSIA DE UM EXEMPLAR ADULTO DE RÃ-TOURO (*LITHOBATES CATESBEIANUS*), APRESENTANDO NÓDULOS ESBRANQUIÇADOS SUGESTIVOS DE MICOBACTERIOSE NOS PULMÕES, RINS E CORPO ADIPOSEO E PONTOS ENEGRECIDOS, CARACTERÍSTICOS DE CORPOS MELANOMACROFÁGICOS À MICROSCOPIA (FOTO: ANDRE MUNIZ AFONSO).

Vale ressaltar que a micobacteriose causada por *Mycobacterium* spp. é classificada como uma doença ocupacional, pois possui potencial zoonótico e pode causar lesões nos pés e mãos dos indivíduos que lidam diretamente com as rãs. A enfermidade em humanos é popularmente conhecida como “Doença do aquaríofila” ou “Granuloma

de Piscina” (do inglês “swimming pool granuloma”). Sua evolução pode levar a quadros de artrites, sinovites e até mesmo a morte (AFONSO, 2002).

Por sua vez, bactérias do gênero *Streptococcus* e *Staphylococcus* (gram positivas) e *Edwardsiella* (gram negativa), podem causar a síndrome do edema generalizado em girinos (Figura 9) e rãs adultas (Figura 10). Os girinos podem apresentar apatia, anorexia, ascite (acúmulo de líquido na cavidade) e dificuldade de locomoção. Já nas rãs adultas, pode resultar em encefalite ou incoordenação motora (síndrome vestibular), devido ao desvio do centro de equilíbrio, dificuldade de locomoção (rodopios), modificação de postura e diminuição da reação à estímulos externos (Figura 11). Estas bactérias podem acometer os cultivos por problemas na conservação dos alimentos, manejo sanitário deficiente e, ainda, por brigas entre os animais. Porém, há dúvidas em relação ao papel primário deste agente infeccioso, pois normalmente é encontrado como componente natural do ambiente (CUNNINGHAM *et al.*, 1996; CASTAMAN *et al.*, 2013).

A enfermidade também pode levar o animal à morte por afogamento, uma vez que com os movimentos dificultados ele pode permanecer muito tempo em decúbito dorsal após um salto, aspirando água (Figura 12).



**FIGURA 9.** GIRINOS DE RÃ TOURO APRESENTANDO EDEMAS NOS MEMBROS E CAVIDADE VISCERAL (FOTO: ANDRE MUNIZ AFONSO).



**FIGURA 10.** MACHO ADULTO DE RÃ-TOURO (*LITHOBATES CATESBEIANUS*) APRESENTANDO EDEMA GENERALIZADO (FOTO: TARCÍSIO LEANDRO SCHNEIDER).



**FIGURA 11.** MACHO ADULTO DE RÃ-TOURO (*LITHOBATES CATESBEIANUS*) COM MODIFICAÇÃO DE POSTURA, CARACTERÍSTICA DA INCOORDENAÇÃO MOTORA (FOTO: GABRIELA TOMAS JERÔNIMO).



**FIGURA 12.** BAIA SEMI-SECA DE ENGORDA DE RÃS-TOURO (*LITHOBATES CATESBEIANUS*) APRESENTANDO ANIMAIS COM CARACTERÍSTICAS DE INCOORDENAÇÃO MOTORA (FOTO: ANDRE MUNIZ AFONSO).

O tratamento e controle de uma doença depois de instalada no ranário se torna difícil e muitas vezes inviável economicamente. A maioria dessas enfermidades que provocam grandes mortalidades ou deformações nos lotes são causadas pelas bactérias anteriormente apresentadas e tratadas com antibióticos. O uso inadequado de quimioterápicos oferece riscos, podendo levar à seleção de cepas patogênicas resistentes, presença de resíduos na carne, aumento nos gastos de produção, além de poluição ambiental (CABELLO, 2006). Na ranicultura, por exemplo, já foi observado resistência de *Streptococcus* sp. aos antibióticos cefalotina, oxacilina e penicilina, sugerindo que os ranários podem se tornar ambientes propícios ao desenvolvimento de bactérias resistentes (PI-LARSKI e SCHOCKEN-ITURRINO, 2010).

Muitos países têm proibido o uso de antibióticos na produção animal, assim como a União Europeia desde o ano de 2006 (LÜCKSTÄDT, 2006). No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2004) já proibiu o uso de diversos antibióticos como aditivo alimentar na produção animal, a saber: cloranfenicol e nitrofuranos (IN nº 09, 27/06/2003); quinolonas e sulfonamidas (IN nº 26, 9/07/2009), espiramicina e eritromicina (IN nº 14, 17/05/2012). Neste sentido, as melhores medidas para o controle de enfermidades em ranários são as medidas profiláticas e preventivas.

As medidas profiláticas, seriam a adoção de um conjunto de boas práticas que devem ser adotadas em todas as etapas de produção, que visam evitar a disseminação e contaminação nos ambientes de cultivo. Segundo Martins *et al.* (2016), é importante ressaltar ainda que, alguns aspectos de manejo são específicos para cada setor de produção e cada estágio ontogênico das rês exige condições ambientais específicas necessárias para manter o bom estado sanitário no ranário. A seguir, serão listadas as principais medidas profiláticas para evitar possíveis bacterioses:

- Analisar a água da fonte de abastecimento e seu trajeto, a fim de evitar contaminação por dejetos químicos, orgânicos e de outros possíveis vetores de enfermidades;
- Instalação e utilização de filtros mecânicos e biológicos anteriormente ao abastecimento de água dos ranários;
- Uso de grades ou telas para evitar a presença de animais invasores, como aves ou morcegos, podendo ser transmissores de patógenos;
- Caso a girinagem for realizada em viveiros escavados, cuidar com a fonte de adubação. O uso de dejetos frescos (de suínos e aves) deve ser cauteloso, pois pode aumentar consideravelmente a concentração de matéria orgânica na água;
- A concentração de amônia na água está relacionada a densidade de animais, restos de alimentos, troca de pele, plantas e animais mortos. Portanto, é importante não ultrapassar a densidade de animais por baia ou tanque e evitar excesso de ração;
- Assepsia das baias ou tanques de girinos deve ser realizada sempre ao final de cada ciclo de produção;
- Para viveiros de terra destinados a girinagem, aplicar cal virgem sobre o fundo e paredes do viveiro úmido e deixar secar por pelo menos, uma semana para, posteriormente, completar com água. No caso de tanques de concreto ou outro material, assim como nas baias de engorda ou reprodução, recomenda-se cloro, sal grosso ou outro produto agropecuário para tal finalidade. Lembrando que a limpeza pode ser feita com jato de água e também com vassoura para remoção de sujidades do ciclo anterior;
- As vassouras utilizadas em um determinado setor, obrigatoriamente devem ser higienizadas com formalina, cloro ou outro desinfetante antes de limpar a instalação seguinte;
- A desinfecção das instalações deve seguir um modelo de rodízio, ou seja, mudar o princípio ativo utilizado com o intuito de evitar a aquisição de resistência por parte dos microrganismos patógenos. Alguns dos produtos recomendados para isso e suas dosagens indicadas são: permanganato de potássio (1 g/4 L de água), sulfato de cobre (0,2 g/1.000 L de água), formalina (1 L/7.000 L de água), sal grosso (25 g/L de água), água de cal (100 g/L de água), hipoclorito de sódio (5 ml/L de água), cloro (1,2 mg/L de água) e iodóforos (segundo recomendação do fabricante);

- Se o tipo de construção possibilitar, é ideal que se aplique a vassoura de fogo. A limpeza das mãos dos funcionários pode ser realizada com solução de álcool 70% (700 mL de álcool comum 92-96% para cada 300 mL de água potável). Em hipótese alguma deve haver a introdução de rãs selvagens na criação, uma vez que, ao introduzir esses animais, ocorrerá o contato com uma variedade de micro-organismos que podem trazer sérios problemas sanitários;
- Utilizar rodolúvio na entrada do ranário e pedilúvio na entrada de cada setor da propriedade. Vale lembrar que, nada adianta utilizar o pedilúvio se as demais medidas sanitárias não forem implementadas. No setor de engorda, utilizar vassouras somente destinadas a esse setor, o mesmo procedimento para o de reprodução;
- Os animais mortos e doentes precisam ser retirados do ambiente de criação diariamente, pois são foco de proliferação e disseminação de patógenos. Estes devem ser destinados à incineração;
- Animais mortos ou com lesões devem ser manipulados com luvas e desinfetados antes de serem descartados. Geralmente esses animais são fonte de contaminação por bactérias, por exemplo *Aeromonas* e *Mycobacterium*, causadoras de infecção generalizada e micobacteriose;
- Animais recém-chegados à criação devem passar por um período de quarentena, em que não há contato entre estes e os demais animais do ranário. Eles precisam passar também por um período de aclimação à temperatura do tanque, pH e concentração de oxigênio do novo local. É no período de quarentena que uma amostragem de cerca de 1% dos animais deve ser examinada quanto à presença de patógenos. Essa análise deve ser feita por um técnico ou profissional capacitado;
- Realizar triagem, separando as rãs por tamanho, para evitar brigas e canibalismo, que possam ocasionar feridas nos animais. Através dessas feridas, as bactérias se instalam em curto período de tempo;
- Uma das principais premissas na profilaxia de organismos aquáticos é adquirir animais de fonte idônea e se possível com atestado sanitário ou laudo técnico emitido por um profissional que tenha conhecimento de enfermidades de anfíbios.

Por sua vez, as medidas preventivas são aquelas utilizadas para evitar as doenças ou suas consequências propriamente ditas. Dentre estas, destaca-se a vacinação tendo em vista que as rãs são vertebrados e, portanto, apresentam resposta imune inata e adaptativa, o que as confere memória imunológica. Entretanto, esta tecnologia não é amplamente difundida e aplicada na ranicultura.

Em decorrência da rara utilização de imunização de rãs em nível de campo na ranicultura, existem outras práticas preventivas de maior aplicabilidade como a suplementação de alguns micronutrientes antioxidantes como vitaminas A, C e E, carotenóides e alguns minerais. Sabe-se que a deficiência das vitaminas C e E compromete o sistema imune, ao passo que níveis acima da exigência aumentam a resposta imunológica e oferecem resistência contra doenças (KIRON, 2012).

Colombano et al. (2007) observaram que a suplementação com 2.000 mg/Kg de ração de vitamina C para girinos de *L. catesbeianus* apresentou melhores taxas de sobrevivência (93%), crescimento específico (6,03% ao dia), ganho de peso (4,22g) e porcentagem de metamorfose.

Já a adição de diferentes níveis de vitamina C (0, 250, 500, 750, 1.000 e 2.000 mg/Kg de ração) para rês-touro na fase pós-metamorfose parecem não interferir sobre a conversão alimentar, crescimento, sobrevivência, níveis de leucócitos, de corticosterona no plasma (indicador de estresse) e de macrófagos ativos (KNOOP *et al.*, 2011; KNOOP *et al.*, 2014).

Além destes aditivos alimentares, os ranicultores podem fazer uso dos imunostimulantes como medida preventiva. Estes compostos modulam o sistema imune inato conferindo ao animal maior resistência às doenças. Entretanto, o uso rotineiro e ininterrupto pode ter efeito contrário. As rês mantêm o sistema imune ativo o tempo todo, dispendendo energia que poderia estar sendo usada para crescimento, metamorfose e engorda. Esta estimulação excessiva pode culminar na imunodepressão dos animais e maior susceptibilidade às enfermidades.

Contudo, a administração correta destes compostos pode beneficiar o ranicultor e deixar o animal com o sistema de defesa mais preparado para adversidades. Kiron (2012) infere que a suplementação dos imunostimulantes na dieta deve ser realizada durante ou imediatamente antes das operações estressantes como classificação/triagem, transferências ou ao longo das fases cruciais de vida do animal, como a metamorfose, para ajudá-lo a manter boa saúde.

Para exemplificar os efeitos benéficos dos imunostimulantes, Freitas *et al.* (2014) suplementaram a dieta das rês-touro com beta-glucanas e as submetem a condições estressantes. Ao final observaram que o imunostimulante teve papel hepato-protetor, reduzindo os efeitos estressores sobre o fígado.

Além destas técnicas, o setor da ranicultura pode fazer uso dos prebióticos, produto bem conhecido e estudado na piscicultura. Os prebióticos são normalmente carboidratos fibrosos de alto peso molecular não digerível pelo hospedeiro, mas é substrato para a fermentação, proliferação e crescimento da flora bacteriana benéfica. Já é sabido que estas bactérias são normalmente bifidobactérias e lactobacilos, as quais melhoram o equilíbrio intestinal do hospedeiro e inibem a colonização por bactérias patogênicas (ENCARNAÇÃO, 2010). Entretanto, até o momento não há relatos da utilização de prebióticos para anfíbios.

Contudo, se as bactérias da microbiota intestinal do próprio organismo são as que contribuem para manter a saúde do hospedeiro, pode-se utilizar sua suplementação como probióticos na dieta para rês, afim de trazer melhorias no desempenho zootécnico e imune. Dessa forma, essas bactérias denominadas probióticos autóctones, ao serem adicionadas na alimentação, colonizam e se mantêm vivas no trato digestório dos animais, de modo a melhorar a condição de saúde dos mesmos, agindo de maneira preventiva (GATESOUBE, 1999).

Os probióticos podem atuar das seguintes formas: a) competir pelos nutrientes e/ou inibir o crescimento de bactérias patogênicas; b) alterar a composição da comunidade bacteriana, promovendo melhorias na saúde dos animais; c) excluir o organismo patogênico devido a alguma competição; d) contribuir com fonte nutricional e/ou na digestão enzimática; e) melhorar os parâmetros zootécnicos (BALCÁZAR *et al.*, 2006).

Os probióticos podem ser alóctones que são produtos comerciais que muitas vezes não foram isolados e selecionados do organismo alvo ou autóctones que são produtos isolados do hospedeiro e são espécie específicos. De acordo com sua origem os pro-

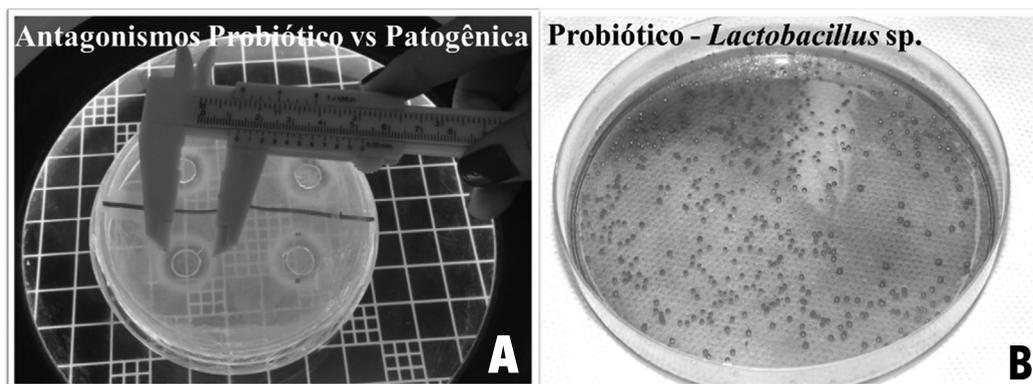
bióticos podem apresentar efeitos diversos e controversos, quanto mais específico for o micro-organismo maior será seu potencial benéfico no hospedeiro.

A grande maioria dos estudos com rã faz uso de probióticos alóctones, comerciais. A exemplo, França *et al.* (2008) suplementaram o probiótico comercial *Bacillus subtilis* em diferentes dosagens (2,5, 5 e 10 g·kg<sup>-1</sup>) para rã-touro recém metamorfoseada e não observaram diferenças significativas no ganho de peso, conversão alimentar e sobrevivência.

Já no trabalho realizado por Dias *et al.* (2008; 2010) onde se suplementou a rã-touro pós-metamorfose com probióticos comerciais P1- *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* e *Enterococcus faecium* 3 x 10<sup>6</sup> UFC/g e P2- *Bacillus subtilis* 10<sup>9</sup> UFC/g e em duas dosagens (10 g/Kg e 5 g/kg), se observou aumento no ganho de peso, redução do ciclo produtivo em 28 dias e efeito imunomodulador decorrente do aumento da capacidade fagocítica. Em contrapartida, não averiguaram melhorias ou alterações nos parâmetros hematológicos, na conversão alimentar e na taxa de crescimento específico.

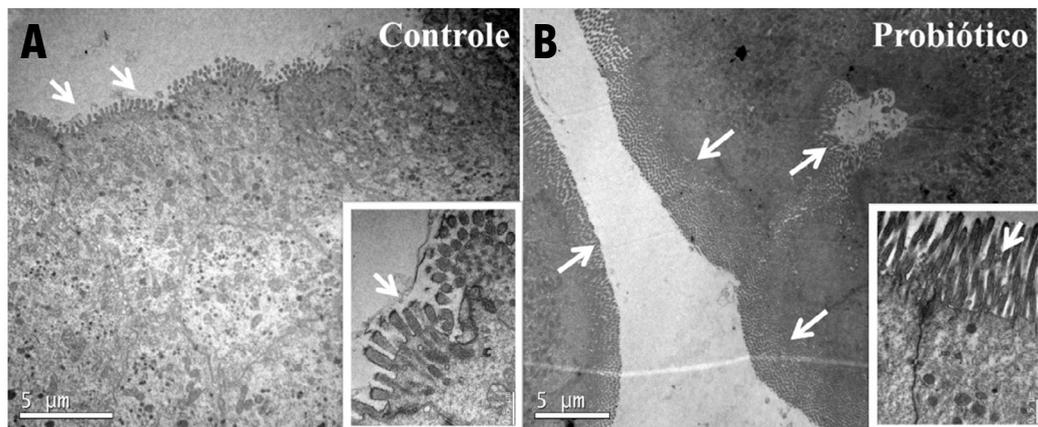
Devido a não regularidade dos efeitos benéficos dos probióticos comerciais aplicados na ranicultura, tem-se buscado isolar e selecionar bactérias possivelmente probióticas do próprio trato intestinal do animal em questão, ou seja, espécie-específicas. Neste sentido, Mendoza *et al.* (2012), selecionaram um grupo de bactérias ácido-láticas potencialmente probióticas da cloaca, da pele dorsal e ventral de *L. catesbeianus*. Identificaram-nas como *Lactococcus lactis*, *L. garvieae*, *Lactobacillus plantarum*, *L. brevis*, *Pediococcus pentosaceus* e *Enterococcus gallinarum*. Entretanto, esses autores não realizaram a suplementação dietária destes micro-organismos potencialmente probiótico para confirmar seus efeitos benéficos no hospedeiro.

Diferentemente de Mendoza *et al.* (2012), Pereira *et al.* (2016) isolaram do intestino de rã-touro micro-organismo com potencial probiótico e selecionaram por teste *in vitro* o que apresentou maior potencial probiótico, o *Lactobacillus* sp. Após a seleção e verificação de halos de inibição contra patógenos (Figura 13), estes autores realizaram a suplementação desta bactéria com potencial probiótico em dietas para girinos de rã-touro. Como resultado, observaram melhorias no ganho em peso, conversão alimentar, aumento da concentração de bactérias benéficas, as ácido-láticas, no intestino e a adição destes micro-organismos não comprometeu a sobrevivência e a integridade da mucosa intestinal dos girinos.



**FIGURA 13.** A- HALOS DE INIBIÇÃO DE LACTOBACILLUS SP. CONTRA BACTÉRIAS PATOGÊNICAS, B- COLÔNIAS PURAS DE LACTOBACILLUS SP. EM MEIO AGAR MRS COM AZUL DE ANILINA.

Pereira *et al.* (2016) concluíram que o *Lactobacillus* sp. apresentou potencial probiótico para girinos de *L. catesbeianus*, pois colonizou o trato intestinal dos girinos, produziu enzimas digestivas que auxiliaram no melhor aproveitamento dos nutrientes promovendo melhorias na conversão alimentar, ganho de peso e aumento no número de microvilosidades intestinais nos animais suplementados com o probiótico (Figura 14).



**FIGURA 14.** MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE TRANSMISSÃO DO INTESTINO DE GIRINOS DE *LITHOBATES CATESBEIANUS* SUPLEMENTADOS COM PROBIÓTICO *LACTOBACILLUS* SP. NA RAÇÃO. A-CONTROLE, B-SUPLEMENTADO COM PROBIÓTICO MOSTRANDO AUMENTO NAS MICROVILOSIDADES INTESTINAIS (SETA).

É notória a importância de estudos que busquem compreender os mecanismos de ação de probióticos autóctones. Nesta linha, Pasteris *et al.* (2014) caracterizaram as bactericinas produzidas por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* CRL 1584 isolada de girinos de *L. catesbeianus*. Os autores verificaram que a cepa CRL 1584 foi capaz de inibir o crescimento das bactérias patogênicas *Citrobacter freundii* e *Listeria monocytogenes* devido à liberação de produtos como: ácido láctico, peróxido de hidrogênio e diversos tipos de bactericinas moleculares. Os testes químicos indicaram que as bactericinas do sobrenadante eram proteinases naturais. Estes e outros resultados encontrados neste trabalho auxiliam no aumento do conhecimento sobre as bactericinas tendo em vista o seu potencial de inclusão em probióticos na ranicultura ou como biopreservacionista.

Todas estas investigações são de importância para a ranicultura, pois buscam avaliar o potencial de aplicabilidade de probióticos em prevenção à diversas doenças infecciosas relacionadas às mortalidades, declínio global de diversas espécies de anfíbios e perdas econômicas no setor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, A.M. Micobacteriose em rã-touro. In: ENCONTRO SOBRE PATOLOGIA DE ANIMAIS AQUÁTICOS DA FIPERJ, 1, 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: FIPERJ, 2002. p.4-10.
- AFONSO, A.M. Ranicultura se consolida com cadeia produtiva operando em rede interativa. **Visão Agrícola**, v.11, p.33-35, 2012.
- BALCÁZAR, J.L.; BLAS, I.; RUIZ-ZARZUELA, I.; CUNNINGHAM, D.; VENDRELL, D.; MÚZQUIZ, J.L. Review: The role of probiotics in aquaculture. **Veterinary Microbiology**, v.114, p.173-186, 2006.

- BARROS, G.C.; LANGENEGGER, C.H.; LANGENEGGER, J.; PEIXOTO, P.V. Surto de micobacteriose em criação de rãs (*Rana catesbeiana*) causado por *Mycobacterium marinum*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.8, p.75-80, 1988.
- BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 13, de 30 de novembro de 2004. Disponível em [http://www.cfmv.org.br/portal/legislacao/outras\\_normas/instrucao\\_normativa\\_013.htm](http://www.cfmv.org.br/portal/legislacao/outras_normas/instrucao_normativa_013.htm). Acesso em: 5 de outubro, 2016.
- CABELLO, F.C. Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. **Environmental Microbiology**, v.8, p.1137-1144, 2006.
- CASTAMAN, R.A.; KRACIZY, R.O.; LIMA, E.T.; BARREIROS, M.A.B.; AFONSO, A.M. Estudo das doenças de origem bacteriana que acometem as rãs-touro americanas (*Lithobates catesbeianus*), em processo final de engorda. In: EVINCI, 21; EINTI, 6, 2013, Curitiba. **Livro de Resumos...** Curitiba: UFPR, 2013. p.502.
- CRIBB, A.Y.; AFONSO, A.M.; MOSTÉRIO, C.M.F. **Manual Técnico de Ranicultura**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2013. 73p.
- COLOMBANO, N.C.; FENERICK JÚNIOR, J.; DE STÉFANI, M.V.; MORAES, F. R.; SOUZA, M.A.; MALHEIROS, E.B. Suplementação alimentar com vitamina C e desempenho zootécnico de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, p.333-338, 2007.
- CUNNINGHAM, A.; LANGTON, T.; BENNETT, P.; LEWIN, J.; DRURY, S.; GOUGH, R.; MACGREGOR, S. Pathological and microbiological findings from incidents of unusual mortality of the common frog (*Rana temporaria*). *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science*, v.351, p.1539-1557, 1996.
- DIAS, D.C.; STÉFANI, M.V.; FERREIRA, C.M.; FRANÇA, F.M. Uso de probióticos em ração de rã-touro (*Rana catesbeiana*): desempenho produtivo. **Arquivos de Zootecnia**, v.57, p.449-455, 2008.
- DIAS, D.C.; STÉFANI, M.V.; FERREIRA, C.M.; FRANÇA, F.M.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SANTOS, A.A. Haematologic and immunologic parameters of bullfrogs, *Lithobates catesbeianus*, fed probiotics. **Aquaculture Research**, v.41, p.1064-1071, 2010.
- ENCARNAÇÃO, P. Varied feed additives improve gut animal health. **Global Aquaculture Advocate**, v.3, p.1- 41, 2010.
- FENERICK JUNIOR, J.; STÉFANI, M.V.; MARTINS, M.L. Parâmetros hematológicos de rã-touro, *Rana catesbeiana*, alimentada com diferentes rações comerciais. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.32, p.173-181, 2006.
- FERREIRA, R.; FONSECA, L.S.; AFONSO, A.M.; SILVA, M.G.; SAAD, M.H.; LILENBAUM, W. A report of mycobacteriosis caused by *Mycobacterium marinum* in bullfrogs (*Rana catesbeiana*). **Veterinary Journal**, v.171, p.177-180, 2006.
- FRANÇA, F.M.; DIAS, D.C.; TEIXEIRA, P.C.; MARCANTONIO, A.S.; DE STÉFANI, M.V.; ANTONUCCI, A.; DA ROCHA, G.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; FERREIRA, C.M. Effect of the probiotic *Bacillus subtilis* on growing, survival and physiology in the bullfrog (*Rana catesbeiana*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.34, p.403-412, 2008.
- FREITAS, J.J.G.; BACH, E.E.; BORDON, I.C.A.C.; MARTINS, A.M.C.R.P.F.; HIPOLITO, M.; FERREIRA, C.M. Resposta hepática à suplementação alimentar em rãs-touro sob condição de estresse. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.40, p.261-269, 2014.
- GATESOUBE, F.J. The use of probiotics in aquaculture. **Aquaculture**, v.180, p.147-165, 1999.
- KIRON, V. Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. **Animal Feed Science and Technology**, v.173, p.111-133, 2012.
- KNOOP, R.; FERREIRA, C.M.; TAKAHASHI, N.S.; FRANÇA, F.M.; ANTONUCCI, A.M.; TEIXEIRA, P.C.; SUGOHARA, A.; DIAS, D.C.; TACHIBANA, L.; HIPOLITO, M. Influência da incorporação de vitamina C à dieta no desempenho produtivo de rãs-touro *Lithobates catesbeianus* pós-metamorfoseadas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.37, p.383-391, 2011.
- KNOOP, R.; DIAS, D.C.; FRANÇA, F.M.; ANTONUCCI, A.M.; TEIXEIRA, P.C.; VIAU, P.; OLIVEIRA, C.A.; HIPOLITO, M.; FERREIRA, C.M. Vitamin C supplementation has no effect on American bullfrog's immune response. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.99, n.1, p.85-91, 2014.
- LÜCKSTÄDT, C. Acidifiers in aquaculture prove beneficial. **Feed Mix**, v.14, p.11-12, 2006.
- MARCHIORI, N.C.; MARTINS, M.L. Sobre a relação hospedeiro-patógeno-ambiente. Cap. 5. In: MARTINS, M.L.; MARCHIORI, N.C.; MOURINO, J.L.P.; SILVA, E.; DOTTA, G. (Eds) **Sanidade na ranicultura**. EDUFSC, Florianópolis, 2016. pp. 51-56.
- MARTINS, M.L.; KOERICH, G.; SAYNOVICH, N.; MARCHIORI, N.C.; FIGUEIREDO, L.G.U.; NUTZKE, T.R.; AMBROSINI, M.F. Manejo sanitário na ranicultura. Cap. 3. In: MARTINS, M.L.; MARCHIORI, N.C.; MOURINO, J.L.P.; SILVA, E.; DOTTA, G. (Eds) **Sanidade na ranicultura**. EDUFSC, Florianópolis, 2016. pp. 19-29.

- MENDOZA, G.M.; PASTERIS, S.E.; ALE, C.E.; OTERO, M.C.; BÜHLER, M.I.; NADER-MACÍAS, M.E. Cultivable microbiota of *Lithobates catesbeianus* and advances in the selection of lactic acid bacteria as biological control agents in raniculture. **Research in Veterinary Science**, v.93, p.1160-1167, 2012.
- MORAES, J.R.E.; MARTINS, M.L.; SOUZA, V.N.; MORAES, F.R.; SOUZA JÚNIOR, F.L. Anatomopathological diagnosis of mycobacteriosis in bullfrogs (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) from Brazilian commercial frogfarms. **ARS Veterinária**, v.15, n.2, p.110-114, 1999.
- MOREIRA, C.R.; HENRIQUES, M.B.; FERREIRA, C.M. Frog farms as proposed in agribusiness aquaculture: economic viability based in feed conversion. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.39, p.389-399, 2013
- MOSTÉRIO, C.M.F.; MAZZONI, R.; HIPÓLITO, M. Principais patologias de anfíbios em criadouros comerciais. In: MADI, R.R.; CAMPOS, C.M.; LIZAMA, M.A.P.; TAKEMOTO, R.M. (Org.). **Patologia e Sanidade em Ambientes Aquáticos**, 2014. p. 115-135.
- MOURIÑO, J.L.P.; MARTINS, M.L.; YAMASHITA, M.M.; BATISTA, C.R.V.; PEREIRA, M.A. Isolamento de *Aeromonas hydrophila* em girinos de rã-touro na metamorfose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.8, p.1325-1327, 2006.
- NÓBREGA, I.C.C.; ATAÍDE, C.S.; MOURA, O.M.; LIVERA, A.V.; MENEZES, P.H. Volatile constituents of cooked bullfrog (*Rana catesbeiana*) legs. **Food Chemistry**, v.102, p.186-191, 2007.
- PASTERIS, S.E.; BUHLER, M.; NADER-MACIAS, M. Microbiological and histological studies of farmed-bullfrog (*Rana catesbeiana*) tissues displaying red leg syndrome. **Aquaculture**, v.251, p.11-18, 2006.
- PASTERIS, S.E.; GUIDOLI, M.G.; OTERO, M.C.; BUHLER, M.I.; NADER-MACÍAS, M.E. In vitro inhibition of *Citrobacter freundii*, a red-leg syndrome associated pathogen in raniculture, by indigenous *Lactococcus lactis* CRL 1584. **Veterinary Microbiology**, v.151, p.336-344, 2011.
- PASTERIS, S.E.; VERA PINGITORE, E.; ALE, C.E.; NADER-MACÍAS, M.E. Characterization of a bacteriocin produced by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* CRL 1584 isolated from a *Lithobates catesbeianus* hatchery. **World Journal of Microbiological Biotechnology**, v.30, p.1053-1062, 2014.
- PEREIRA, S.A.; JERONIMO, G.T.; MARCHIOR, N.C.; OLIVEIRA, H.M.; OWTARI, M.S.; JESUS, G.F.A.; GARCIA, P.; VIEIRA, F.N.; MARTINS, M.L.; MOURIÑO, J.L.P. Autochthonous probiotic *Lactobacillus* sp. in the diet of bullfrog tadpoles *Lithobates catesbeianus* improves weight gain, feed conversion and gut microbiota. **Aquaculture Nutrition**, v. 23, n. 5, p. 910-916, 2016.
- PILARSKI, F.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. Isolamento e resistência a antimicrobianos de cepas de *Streptococcus* spp. provenientes de rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.1275-1279, 2010.
- PINHEIRO, M.F.S. *Staphylococcus aureus* em 2 rãs-touro (*Rana catesbeiana*) de um ranário em Belém. **Acta Amazonica**, v.19, p.343-348, 1989.
- PIRES, C.V., OLIVEIRA, M.G.A.; ROSA, J.C.; COSTA, N.M.B. Nutritional quality and chemical score of amino acids from diferente protein sources. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p.179-187, 2006.
- RUTHIG, G.R. Temperature and water molds influence mortality of *Lithobates catesbeianus* eggs. **Herpetological Conservation and Biology**, v.8, p.707-714, 2013.
- SOUZA JUNIOR, F.L.; HIPOLITO, M. Manejo sanitário de criação de rãs. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 11., 2001, Bragança Paulista, SP. **Anais...** Bragança Paulista: Abetra, 2001. p.1-34.

# CAPÍTULO 9

## **QUITRIDIOMICOSE E RANAUIROSE**

Cláudia Maris Ferreira

Marcio Hipolito

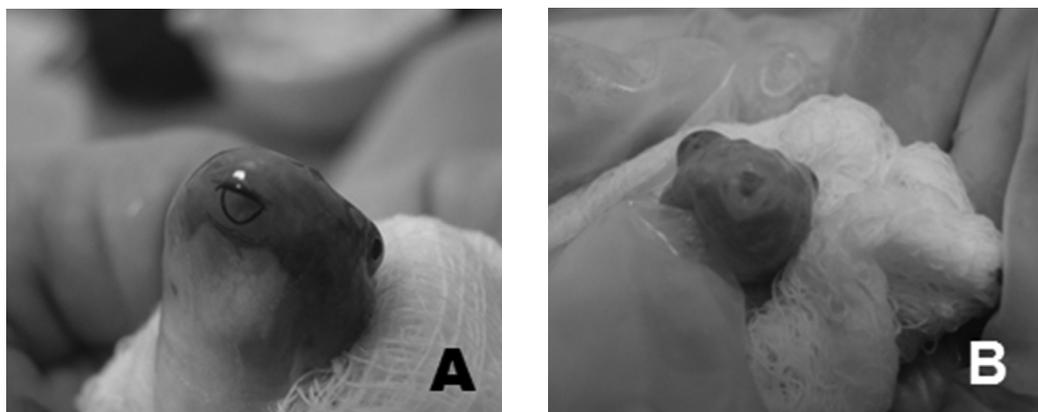
Ricardo Luiz Moro de Sousa



Os anfíbios são a classe mais afetada pelas ações antrópicas, poluição e fragmentação de habitats (VERDADE *et al.*, 2010). Esta classe enfrenta um evidente declínio global fortemente agravado pelo aparecimento de duas doenças emergentes: a quitridiomicose e a ranavirose (SCHLOEGEL *et al.*, 2010; OLIVEIRA, 2017). Ambas são de notificação obrigatória conforme OIE (2017) e MAPA (2013) e são patógenos considerados impactantes no comércio internacional de anfíbios segundo o Office International des Epizooties e o Group on Amphibian Diseases (OIE, 2017).

A quitridiomicose é causada pelo fungo quitrídio (*Batrachochytrium dendrobatidis*) (*Bd*) que pertence ao Filo Chytridiomycota, e acomete os anfíbios em estágio pré-metamorfose e pós-metamorfose. Ele se desenvolve apenas na camada queratinizada da epiderme desses animais, como as peças bucais queratinizadas de girinos, a parte ventral e entre os dedos das patas posteriores dos adultos. Os fungos desse Filo são em sua maioria aquáticos, possuem hifas cenocíticas e parede celular de quitina. Sua reprodução é assexuada, se reproduzem por esporos móveis (zoósporos) que os são flagelados, e algumas espécies possuem rizóides e sua estrutura reprodutiva possui forma globosa (zoosporângio). Os zoosporângios possuem uma estrutura denominada papila de descarga, onde ocorre a liberação dos zoósporos. (BERGER *et al.*, 1998; LONGCORE *et al.*, 1999; PIRES-ZOTTARELLI e GOMES, 2007). KRIGER *et al.* (2007) reportaram que um único zoósporo pode causar a infecção, onde ele se instala na pele, e quando ele atinge a maturidade, ele encista formando um zoosporângio.

Nos girinos, o principal sinal clínico da presença do quitrídio é a despigmentação das peças bucais, pois o *Bd* se alimenta dessa queratina (Figuras 1a e 1b).



**FIGURA 1** – SINAL CLÍNICO EM PEÇA BUCAL SUGESTIVO DA PRESENÇA DE (*BATRACHOCHYTRIUM DENDROBATIDIS*) (*Bd*), EM GIRINOS DE *LITHOBATES CASTEBEANUS* (RÃ-TOURO).  
A – ANIMAL NORMAL. B – ANIMAL POSSIVELMENTE CONTAMINADO.

Já nos adultos pode ocorrer alterações na aparência, tendo como sintomas iniciais a pele de cor avermelhada, mudanças nos padrões da epiderme, como hiperqueratose, alteração do estrato córneo com aumento de sua espessura e mudanças comportamentais (BERGER *et al.*, 1998). O diagnóstico da doença é realizado comumente pela visualização deste fungo em cortes histológicos da epiderme do animal (HIPOLITO

*et al.*, 2014). Os zoósporos podem também serem visualizados por microscopia eletrônica, mostrando sua estrutura interna, como área ribossomal, mitocôndrias e micro glóbulos de gordura (BERGER *et al.*, 1998; LONGCORE *et al.*, 1999). Entretanto, a técnica de diagnóstico mais usual, rápida e de fácil e precisa interpretação é a PCR (*Polimerase Chain Reaction* – Reação em Cadeia da Polimerase) (LAMBERTINI *et al.*, 2013).

O *Bd* já foi observado em quase todos os continentes havendo notificações em espécies nativas livres, em rãs-touro criadas comercialmente, e em espécimes de coleções de museus zoológicos (CARNAVAL *et al.*, 2006). Na Austrália foram notados declínios pela primeira vez nas décadas de 70 e 80 onde diversos pesquisadores relataram o desaparecimento completo de várias espécies nativas ou não, e perda de aproximadamente 90% da população. Na América do Norte, o primeiro indício da doença apareceu em 1965 no Canadá e nos Estados Unidos, onde pesquisadores observaram a pele de rãs mortas e encontraram evidências do fungo, que na época ainda não tinha sido identificado e classificado. Após alguns anos, essas amostras conservadas foram examinadas novamente, possibilitando encontrar as mesmas evidências em mais de 200 outras espécies (OUELLET *et al.*, 2005). Na Europa, os indícios ocorreram pela primeira vez em 1997 na Espanha, e depois em Portugal, Itália, Inglaterra, França e Alemanha. Houve casos também na África, e na Ásia, na Indonésia, Coréia do Sul, China e Japão (SWEI *et al.*, 2011). Já na América Central, os declínios de anfíbios foram notados na década de 80 no México, Guatemala, Honduras, Costa Rica e Panamá (CHENG *et al.*, 2011), se alastrando para a América do Sul, onde apareceu em todos os países (CARNAVAL *et al.*, 2006).

Até o momento foram identificadas sete linhagens de *Bd*: *Bd*-GLP-1 da Américas, *Bd*-GLP-2 com ocorrência Global, *Bd*-Brasil com ocorrência no Brasil (isolado de rãs nativas), *Bd*-Híbrido com ocorrência no Brasil, *Bd*-CH (Suíça), *Bd*-CAPE (África do Sul) e, *Bd*-KOREA (Korea) (SCHLOEGEL *et al.*, 2012; RODRIGUEZ *et al.*, 2014, TOLEDO, 2016 comunicação pessoal<sup>1</sup>). Importante registrar que a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) não é a responsável pela introdução e disseminação do *Bd* no Brasil como aventado anteriormente.

O ranavírus é o responsável pela doença que se chama Ranavirose. A ranavirose é uma das principais patologias de importância econômica e ecológica que afetam os vertebrados ectotérmicos. A doença tornou-se reconhecida por apresentar altas taxas de infecção, morbidade e mortalidade. O ranavírus pertence à família *Iridoviridae* que contém cinco gêneros: *Iridovirus* (atinge insetos em geral), *Chloriridovirus* (acomete mosquitos), *Ranavirus* (acomete peixes, anfíbios e répteis), *Lymphocystivirus* (acomete peixes) e *Megalocytivirus* (acomete peixes) (ICTV, 2011).

Algumas das características comuns desse vírus dentro dessa família são o formato icosaédrico do vírion de grande tamanho (140-200 nm de diâmetro), podendo ser envelopados ou não. O DNA dupla fita linear, a capacidade replicação no núcleo e citoplasma das células hospedeiras e o gene estrutural MCP (Major Capside Protein) altamente conservado. Esse gene é o marcador taxonômico para diagnosticar ranaviroses por desafios biomoleculares. Sua transmissão ocorre tanto de forma indireta, água ou solo, quanto de forma direta, como predação ou canibalismo (ICTV, 2011; OIE, 2017).

<sup>1</sup> Dr. Felipe Toledo – UNICAMP – toledolf2@yahoo.com

O gênero *Ranavirus* ganhou notoriedade científica na década de 90 quando estudos o associaram a mortalidade em organismos aquáticos. A doença já alcançou cinco continentes, mais de 175 espécies de vertebrados ectotérmicos já foram afetados e quase 100% de uma população pode sucumbir a doença em certas situações. Apesar de se desenvolver até em linhas celulares de mamíferos nunca houve relato da doença em animais endotérmicos, provavelmente em virtude da temperatura corpórea desses organismos acima de 30 °C o que prejudicaria a replicação viral (WHEELWRIGHT *et al.*, 2014; GRAYFER *et al.*, 2015; OIE, 2017).

Segundo HYATT *et al.* (2000), o gênero *Ranavirus* engloba viroses em peixes, anfíbios e répteis. Os membros dessa família possuem genomas lineares com cadeia dupla de DNA. O Frog vírus 3 (FV3) é a espécie de ranavírus mais comum e pode ser letal para anfíbios (CHINCHAR *et al.*, 2005; ICTV, 2011). Os sinais clínicos do ranavírus nem sempre são aparentes, geralmente os animais imunocomprometidos desenvolvem infecções sistêmicas, apresentando ulcerações nas porções distais dos membros, aumento do volume ventral ou emagrecimento, hemorragias, letargia e morte, além de severas lesões internas encontradas nos rins, fígado, baço e revestimento gastrointestinal (HOVERMAN *et al.*, 2011). As lesões internas são encontradas principalmente no baço, fígado, rim e revestimento gastrointestinal. Dentro do plantel o contágio é rápido e facilitado por comportamentos inerentes dos anfíbios como o canibalismo e necrofagia de organismos moribundos ou recém falecidos pela doença, os quais tem grande carga viral (WILLIAMS *et al.*, 2005; SAMPLE *et al.*, 2007; OIE, 2017; OLIVEIRA, 2017). As metodologias de diagnóstico principais da doença são a cadeia de reação da polimerase (PCR), microscopia eletrônica (ME), imunohistoquímica (IHQ) e hibridização *in situ* (HIN), porém todas as técnicas exigem sacrifício do animal (OIE, 2017).

O primeiro relato de caso a nível global de ranavírus se deu na década de 60 com um isolamento de FV3 por Allan Granoff, porém não recebendo grande atenção como patógeno no momento. Somente na década de 80 novos estudos passaram a ligar os surtos de mortalidade com a presença de isolados similares ao identificados por Granoff. Nos últimos anos ocorreu um aumento de 90% de reportes de casos de ranavírus pelo mundo, em parte porque os estudos passaram a ter maior capacidade de rastreio, visto que os sinais clínicos nem sempre são aparentes no hospedeiro (OLIVEIRA, 2017).

No Brasil, os relatos oficiais sobre surtos causados por ranavírus foram todos em fazendas de cultivo comercial de anfíbios, ou seja, raniculturas a saber: HIPOLITO (2004), MAZZONI *et al.* (2009), MESQUITA (2014), ALENCAR (2016), NEVES *et al.* (2016), e OLIVEIRA (2017). Todos os casos tratavam de animais da espécie *Lithobates castebeianus* - rã-touro.

Tanto a quitridiomiose como a ranavirose tem uma grande incidência em *L. castebeianus* sendo, portanto, considerada uma doença de importância econômica, que causa mortes em ranários comerciais podendo inclusive ser veiculada para pisciculturas (OIE, 2017). Já foi constatado que alguns indivíduos de rã-touro escapam de recintos de cativeiro invadindo ambientes naturais no Brasil estabelecendo-se próximos às propriedades rurais. Por outro lado, também existem relatos de anuros silvestres que adentram ranários de maneira acidental. Nesse fluxo bidirecional, com indivíduos entrando ou saindo de ranários, pode ocorrer o intercâmbio de patógenos entre as populações de rãs-

-touro cultivadas e as demais populações de anfíbios selvagens. Este fluxo bidirecional de patógenos deve ser contido e medidas mitigadoras de desinfecção aplicadas quando necessárias (NEVES *et al.*, 2016).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGER, L.; SPEARE, R.; DASZAK, P.; GREEN, D.E.; CUNNINGHAM, A.A.; GOGGIN, C.L.; SLOCOMBE, R.; RAGAN, M.A.; HYATT, A.D.; McDONALD, K.R.; HINES, H.B.; LIPS, K.R.; MARANTELLI, G.; PARKES, H. 1998. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 95, 9031-9036.
- CARNAVAL, A.C.O.Q.; PUSCHENDORF, R.; PEIXOTO, O.L.; VERDADE, V.K.; RODRIGUES, M.T. 2006. Amphibian Chytrid fungus broadly distributed in the Brazilian Atlantic Rain Forest. **Ecohealth** 3(2), 41-48.
- CHENG, T.L.; ROVITO, S.M.; WAKE, D.B.; VREDENBURG, V.T. 2011. Coincident mass extirpation of Neotropical amphibians with the emergence of the infectious fungal pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis*. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 108, 9502-9507.
- CHINCHAR, G.; ESSBAUER, S.; HE, J.G.; HYATT, A.; MIYAZAKI, T.; SELIGY, V.; WILLIAMS, T. 2005. Family *Iridoviridae*. In: Virus Taxonomy. Classification and Nomenclature of Viruses. **Eight Report of the International Committee on the Taxonomy of Viruses**, 145-161.
- GRAYFER, L.; EDHOLM, E.S.; DE JESUS ANDINO, F.; CHINCHAR, V.G.; ROBERT, J. 2015. Ranavirus host immunity and immune evasion. In: Gray, M.J.; Chinchar, V.G. (eds) **Ranaviruses: lethal pathogens of ectothermic vertebrates**. Springer, New York. 2p
- HIPOLITO, M. 2004. Manejo sanitário no cultivo de rã. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M. de los A.P. (eds.) **Sanidade de organismos aquáticos**, Ed. Varela. p.333-353.
- HIPOLITO, M.; MARTINS, A.M.C.R.P.F.; CASSIANO, L.L.; SOUSA, R.B.; TEDESCO, R.C.; REIS, A.; FERREIRA, C.M. 2014. Use of historesin for viewing *Batrachochytrium dendrobatidis* in the mouth of *Lithobates catesbeianus* tadpoles (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802), bullfrog. **Aquaculture** 431, 107-110.
- HOVERMAN, J.T.; GRAY, M.J.; HAISLIP, N.A.; MILLER, D.L. 2011. Phylogeny, life history, and ecology contribute to differences in amphibian susceptibility to ranaviruses. **Ecohealth**, 8, 301-319.
- HYATT, A.; GOULD, A.; ZUPANOVIC, Z.; CUNNINGHAM, A.; HENGSTBERGER, S.; WHITTINGTON, R.; KATTENBELT, J.; COUPAR, B. 2000. Comparative studies of piscine and amphibian iridoviruses. **Archives of Virology** 145(2), 301-331.
- KRIGER, K.M.; ASHTON, K.J.; HINES, H.B.; HERO, J.M. 2007. On the biological relevance of a single *Batrachochytrium dendrobatidis* zoospore: a reply to Smith (2007). **Diseases of Aquatic Organisms** 73, 257-260.
- LAMBERTINI, C.; RODRIGUEZ, D.; BRITO, F.B.; LEITE, D.S.; TOLEDO, L.F. 2013. Diagnóstico do fungo Quitrídio: *Batrachochytrium dendrobatidis*. **Herpetologia Brasileira** 2(1), 12-17.
- LONGCORE, J.E.; PESSIER, A.P.; NICHOLS, D.K. 1999. *Batrachochytrium dendrobatidis*, a chytrid pathogenic to amphibians. **Mycologia** 91(2), 219-227.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2013. **Lista de doenças animais de notificação obrigatória**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sau-de-animal/arquivos-das-publicacoes-de-sau-de-animal/Listadedoencasanimaisdenotificacaoobrigatoria.pdf>> Acesso Novembro de 2017.
- MAZZONI, R.; MESQUITA, A.J.; FLEURY, L.F.F.; BRITO, W.M.E.D.; NUNES, I.A.; ROBERT, J.; MORALES, H.; COELHO, A.S.G.; BARTHASSON, D.L.; GALLI, L.; CATROXO, M.H.B. 2009. Mass mortality associated with a frog virus 3-like Ranavirus infection in farmed tadpoles *Rana catesbeiana* from Brazil. **Diseases of Aquatic Organisms** 86, 181-191.
- MESQUITA, A.J. 2014. Síndrome vestibular em *Lithobates catesbeianus* associada à Ranavirus. 2014. **Tese** (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 80p.
- NEVES, P.H.V.; CATROXO, M.H.; HIPOLITO, M.; OLIVEIRA, C.R.; FERREIRA, C.M. 2016. Using polyclonal antibodies and electronmicroscopy to detect ranavirus in bullfrogs. **Boletim do Instituto de Pesca** 42(3), 523-531.
- OIE. The Organization for Animal Health 2017. **Infection with Ranavirus**. Disponível em: <[http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/aahm/current/chapitre\\_ranavirus.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/aahm/current/chapitre_ranavirus.pdf)> Acesso Novembro de 2017.
- OLIVEIRA, C.R. 2017. Rastreamento e caracterização molecular de ranavirus em rãs-touro provenientes da região centro-Sul do Brasil. 2017. **Dissertação** (Mestrado) - Instituto de Pesca, São Paulo, (in press).
- OUELLET, M.; MIKAELIAN, I.; PAULI, B.D.; RODRIGUE, J.; GREEN, D.M. 2005. Historical evidence of widespread chytrid infection in North American amphibian populations. **Conservation Biology** 19, 1431-1440.

- PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A.; GOMES, A.L. 2007. Contribuição para o conhecimento de Chytridiomycota da Reserva Biológica de Paranapiacaba, Santo André, SP, Brasil. **Biota Neotropica** 7(3), 309-320.
- RODRIGUEZ, D.; BECKER, C.G.; PUPIN, N.C.; HADDAD, C.F.B.; ZAMUDIO, K.R. 2014. Long-term endemism of two highly divergent lineages of the amphibian-killing fungus in the Atlantic Forest of Brazil. **Molecular Ecology** 23, 774-787.
- SAMPLE, R.C.; BRYAN, L.; LONG, S.; MAJJI, S.; HOSKINS, G.; SINNING, A.; CHINCHAR, V.G. 2007. Inhibition of protein synthesis and viral replication by antisense morpholino oligonucleotides targeted to the major capsid protein, 18 kDa immediate-early protein, and viral homolog of RNA polymerase II. **Virology** 358, 311-320.
- SCHLOEGEL, L.M.; FERREIRA, C.M.; JAMES, T.; HIPOLITO, M.; LONGCORE, J.; HYATT, A.; YABSLEY, M.; MARTINS, A.M.C.R.; MAZZONI, R.; DAVIES, A.J.; DASZAK, P. 2010. The North American Bullfrog (*Rana catesbeiana*) as a reservoir for the spread of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Brazil. **Animal Conservation** 13,53-61.
- SCHLOEGEL, L.M.; TOLEDO, L.F.; LONGCORE, J.E.; GREENSPAN, S.E.; VIEIRA, C.A.; LEE, M.; ZHAO, S.; WANGEN, C.; FERREIRA, C.M.; HIPOLITO, M.; DAVIES, A.J.; CUOMO, C.A.; DASZAK, P.; JAMES, T.Y. 2012. Novel, panzootic and hybrid genotypes of amphibian chytridiomycosis associated with the bullfrog trade. **Molecular Ecology** 21, 5162-5177.
- SWEI, A.; ROWLEY, J.J.L.; RÖDDER, D.; DIESMOS, M.L.L.; DIESMOS, A.C.; BRIGGS, C.J.; BROWN, R.; CAO, T.T.; CHENG, T.L.; CHONG, R.A.; HAN, B.; HERO, J.; HOANG, H.D.; KUSRINI, M.D.; LE, D.T.T.; MCGUIRE, J.A.; MEEGASKUMBURA, M.; MIN, M.; MULCAHY, D.G.; PHIMMACHAK, T.N.S.; RAO, D.; REEDER, N.M.; SCHOVILLE, S.D.; SIVONGXAY, N.; SREI, N.; STÖCK, M.; STUART, B.L.; TORRES, L.S.; TRAN, D.T.A.; TUNSTALL, T.S.; VIEITES, D.; VREDENBURG, V.T. 2011. Is chytridiomycosis an emerging infectious disease in Asia? **Plos One** 6(8), e23179.
- VERDADE, V.K.; DIXO, M.; CURCIO, F.F. 2010. Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais. *Estudos Avançados* 24(68), 161-172.
- WHEELWRIGHT, N.T.; GRAY, M.J.; HILL, R.D.; MILLER, D.L. 2014. Sudden Mass Die-off a Large Population of Wood Frog (*Lithobates sylvaticus*) Tadpoles in Maine, USA, Likely Due to Ranavirus. **Herpetological Review** 45(2), 240-242.
- WILLIAMS, T.; BARBOSA-SOLOMIEU, V.; CHINCHAR, G.V. 2005. A decade of advances in Iridovirus research. **Advances in Virus Research** 65,173-248.

# CAPÍTULO 10

## **QUALIDADE DE ÁGUA E LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA AQUICULTURA**

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro

Luiz Sérgio Vanzela



Aquicultura é uma atividade econômica que visa a produção de organismos que utilizam o ambiente aquático durante um período ou totalidade do seu ciclo de vida. Para que essa atividade seja sustentável e viável economicamente, é necessário um controle da qualidade da água utilizada no cultivo desses organismos.

De acordo com dados publicados pela “Food and Agriculture Organization of the United Nations”, a produção mundial de animais aquáticos provenientes da aquicultura em 2014 foi de 73,8 milhões de toneladas. Desse total, 49,8 milhões de toneladas são de pescado, 16,1 milhões de toneladas são de moluscos, 6,9 milhões de toneladas são de crustáceos e 7,3 milhões de toneladas são de outros animais aquáticos, incluindo os anfíbios (FAO, 2016).

Os programas de aquicultura são uma grande alavanca para o desenvolvimento social e econômico, pois permitem o aproveitamento dos recursos naturais locais com ganhos significativos para economia regional e nacional, criando empregos e melhorando a qualidade de vida da população. No entanto, esse tipo de atividade depende do equilíbrio dos ecossistemas na qual está inserida para possibilitar sua manutenção e produzir o menor impacto possível no ambiente (VALENTI, 2000).

O conhecimento assim como o monitoramento da qualidade das águas utilizadas para aquicultura é necessário, não apenas para evitar doenças e mortalidade dos organismos cultivados, mas também para possibilitar um manejo adequado do sistema de criação, melhor utilização da água, controle da alimentação e comportamento dos organismos (LEIRA *et al.*, 2017).

A habilidade de técnicos e produtores, assim como, o conhecimento dos principais parâmetros de qualidade de água são indispensáveis para o sucesso do empreendimento aquícola (KUBITZA, 2003). O conhecimento de apenas um parâmetro isolado não é suficiente para se ter uma água de qualidade para aquicultura, ou seja, uma avaliação física e química da água deve ser realizada de forma conjunta, considerando todos os fatores (CRIBB *et al.*, 2013).

A qualidade da água da aquicultura depende da fonte de água utilizada para o abastecimento dos sistemas aquícolas. Essas fontes podem ser superficiais (rios, lagos, açudes, córregos e canais de irrigação) ou subterrâneas e influenciam nas características físicas e químicas da água de cultivo (KUBITZA, 2003).

Um fator importante que deve ser considerado na aquicultura é a espécie que será cultivada, pois tem exigência diferente em relação à qualidade da água que será utilizada. Assim, antes de iniciar o cultivo de qualquer espécie é necessário que se tenha conhecimento da biologia do animal assim como dos parâmetros de qualidade de água.

A aquicultura, assim como qualquer atividade humana, resulta em impactos ambientais. Com isso é necessário que a atividade seja disciplinada pela legislação ambiental visando à sustentabilidade do uso dos recursos hídricos para a produção aquícola. Pela legislação ambiental, dependendo do nível de impacto da atividade aquícola ao ambiente, trata-se de atividade que necessita de licença ambiental.

Nesse sentido, esse capítulo apresenta os principais parâmetros de qualidade de água e os fatores que os influenciam que são essenciais para a produção de organismos aquáticos, assim como os aspectos relacionados ao licenciamento ambiental e manejo de bacias hidrográficas para empreendimentos aquícolas.

## PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA AQUICULTURA

### TEMPERATURA

A temperatura da água é um dos parâmetros mais importantes que deve ser monitorado durante o cultivo dos organismos aquáticos. Esse parâmetro altera a taxa de reações químicas e biológicas, a taxa de transferência de gases, a solubilidade de gases, varia a massa específica (estratificação) e influência nas atividades metabólicas.

Todas as atividades fisiológicas dos organismos aquáticos como respiração, digestão, reprodução e alimentação estão associadas à temperatura da água (LEIRA *et al.*, 2017). A faixa de conforto térmico adequada varia de acordo com a espécie cultivada e seu estágio de desenvolvimento. Temperaturas acima ou abaixo da faixa ideal interferem no consumo de alimento, no crescimento e no aparecimento de doenças nos organismos aquáticos. A faixa favorável para o cultivo de espécies de peixes de clima tropical varia entre 26,0 e 30,0°C (MORO *et al.*, 2013), enquanto que a faixa recomenda para os viveiros de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), que é a espécie de anfíbio mais cultivada no Brasil, varia entre 21,0 e 25,0°C (CRIBB *et al.*, 2013).

Quanto maior a temperatura da água, maior será a atividade metabólica, o consumo de alimento e o crescimento. Peixes tropicais, geralmente, têm uma redução na produção de anticorpos e imunoglobulinas em baixas temperaturas. A temperatura também interfere na respiração, ou seja, quanto mais elevada, maior será o consumo de oxigênio da água (KUBITZA, 2003).

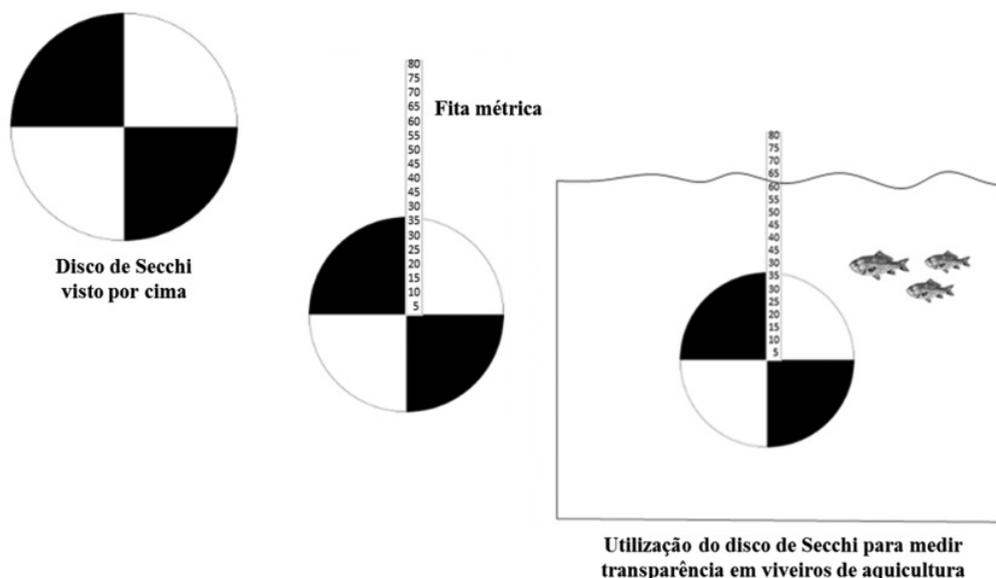
A temperatura da água dos viveiros deve ser monitorada com auxílio de um termômetro, que deve ser posicionado no meio da coluna d'água para mensuração do seu valor. Segundo Moro *et al.* (2013), a aferição da temperatura da água na superfície não representa normalmente a temperatura do viveiro todo, pois a superfície recebe maior incidência de luz solar e conseqüentemente apresentará um valor maior desse parâmetro.

O monitoramento da temperatura da água deve ser diário devido a sua variação ao longo do dia, sendo recomendadas pelos menos três leituras diárias. Essa recomendação justifica-se pelo fato de que as variações de temperatura podem influenciar no crescimento do animal e até provocar mortalidade devido à friagem, que em alguns casos, não é ocasionada por quedas bruscas de temperatura do ar, mas sim pelo aumento da nebulosidade que diminui a luminosidade e conseqüentemente afeta a fotossíntese responsável pela inserção de oxigênio na água (LOURENÇO *et al.*, 1999).

### TURBIDEZ E TRANSPARÊNCIA

O parâmetro de turbidez é definido como o grau de atenuação na intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água, devido à presença de sólidos em suspensão (partículas de silte, argila e coloides), matéria orgânica, algas e microrganismos. Dessa forma, a transparência é a medida de capacidade de penetração da luz na água que está associada à turbidez, ou seja, a água com elevado valor de turbidez conseqüentemente apresenta maior resistência à passagem de luz, e assim baixa transparência.

A transparência da água é medida em centímetros por meio de um instrumento chamado de disco de *Secchi* que pode ser confeccionado pelo aquicultor. Esse instrumento é constituído por um disco de metal ou madeira com dois quadrantes brancos e dois pretos acoplado a um chumbo e à uma fita métrica ou corda. A mensuração da transparência pode ser realizada pela pessoa responsável pelo viveiro que irá segurar o disco pela ponta da corda ou fita, mergulhando o instrumento verticalmente na água até o mesmo desaparecer. No ponto onde a pessoa não consegue ver com clareza o disco na água, anota-se o valor em centímetros da transparência (Figura 1).



**FIGURA 1 - DISCO DE SECCHI UTILIZADO PARA MEDIR A TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA EM VIVEIROS DE AQUICULTURA.**

Águas com valores de transparência superiores a 60,0 cm propiciam a penetração de grande quantidade de luz solar em profundidade e favorecem o crescimento de organismos fotossintetizantes. Valores de transparência inferiores a 30,0 cm estão associados a quantidades excessivas de nutrientes e plâncton e nesse caso os viveiros podem apresentar redução da concentração de oxigênio dissolvido (KUBITZA, 2003). No caso de viveiros de anfíbios, a faixa de tolerância aceitável para transparência da água é de 20,0 a 40,0 cm, sendo 30,0 cm o valor ideal (CRIBB *et al.*, 2013).

É recomendado que a transparência da água utilizada para fins aquícolas seja monitorada pelo menos uma vez na semana (LOURENÇO *et al.*, 1999). O monitoramento desse parâmetro é importante, pois durante a noite o fitoplâncton que está associado à transparência da água não produz oxigênio por meio da fotossíntese e libera o gás carbônico na água assim como, todos os seres vivos aeróbios presentes no ambiente aquático. Dessa forma, no final do período noturno se a água apresentar valores reduzidos de transparência pode ocorrer mortalidade de peixes nos viveiros devido às baixas concentrações de oxigênio que foi consumido durante o período noturno.

## OXIGÊNIO DISSOLVIDO

A concentração de oxigênio dissolvido na água é um fator essencial para a manutenção da vida aquática e para o sucesso do empreendimento aquícola. A entrada de oxigênio na água pode ocorrer por meio da fotossíntese realizada pelo fitoplâncton e pela troca de gases entre a superfície da água em contato com o ar atmosférico.

Nos sistemas de produção aquícola, a principal fonte de oxigênio é a própria água utilizada para o abastecimento. No entanto, a oxigenação pode ser suplementada com o uso de equipamento que proporcionam a aeração, como aeradores mecânicos disponíveis no mercado (CASTAGNOLLI, 2000).

Fatores como temperatura, solubilidade, pressão atmosférica e salinidade interferem na variação da concentração de oxigênio dissolvido na água. À medida que a temperatura aumenta, a solubilidade do oxigênio na água diminui. Em temperaturas elevadas, os animais utilizam mais oxigênio da água para respiração o que pode ocasionar mortalidade por asfixia. A solubilidade de oxigênio diminui com a redução da pressão atmosférica (LEIRA *et al.*, 2017).

Em setores de girinagem, a concentração de oxigênio na água deve ser igual ou superior a  $4,0 \text{ mg L}^{-1}$  com uma faixa de tolerância que não seja inferior a  $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ . Quando se registra baixas concentrações de oxigênio no viveiro, deve-se renovar um maior percentual da água e eliminar o fornecimento de alimento (CRIBB *et al.*, 2013).

O monitoramento do oxigênio nos sistemas de cultivo deve ser realizado diariamente e pode ser aferido diretamente na água com auxílio de aparelhos medidores portáteis chamados de oxímetros que expressam os níveis em  $\text{mg L}^{-1}$  ou em porcentagem de saturação de oxigênio. Medições por meio de análises titulométricas também são utilizadas, no entanto, os valores de oxigênio não são determinados *in situ*, sendo necessário coletar a água e realizar a leitura em laboratório.

## POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

O potencial hidrogeniônico corresponde à concentração de íons  $\text{H}^+$  na água, sendo que o valor desse parâmetro químico de qualidade da água indica se o meio líquido é ácido, neutro ou alcalino. O pH é mensurado em uma escala que varia de 0,0 a 14,0. Água com pH igual a 7,0 indica condição neutra, valores acima de 7,0 correspondem à meios alcalinos e valores abaixo de 7,0 caracterizam meios ácidos.

Em viveiros de criação comercial de girinos de rã-touro, recomenda-se valores de pH entre 6,5 e 7,0. Em variações de pH entre 6,0 e 8,0 não foram observados danos aparentes nos anfíbios (FERREIRA, 2003).

O pH pode variar durante o dia de acordo com a atividade fotossintética e respiratória das comunidades aquáticas nos viveiros, ocorrendo diminuição do seu valor em função do aumento da concentração de gás carbônico na água. Porém, mesmo em altas concentrações, o gás carbônico, não é capaz de abaixar o pH da água para valores inferiores a 4,5. Condições de pH abaixo de 4,5 podem estar associadas a presença de ácidos sulfúrico, clorídrico e nítrico na água de cultivo (KUBITZA, 1998a).

Alterações no pH da água são capazes de provocar mortalidade de peixes e girinos. Dependendo da proporção da alteração do pH e da capacidade de cada espécie estabelecer

seu equilíbrio osmótico nas brânquias, podendo ocorrer dificuldades respiratórias nos organismos cultivados, levando-os à morte (MOREIRA *et al.*, 2001).

Problemas de acidez são comuns durante o cultivo de organismos aquáticos, nesses casos deve-se realizar a calagem dos viveiros sejam eles de anfíbios ou peixes (QUEIROZ e BOEIRA, 2006; CRIBB *et al.*, 2013). A calagem dos viveiros pode ser realizada por meio da aplicação de calcário agrícola diretamente sobre a superfície dos viveiros (QUEIROZ *et al.*, 2004).

O uso do calcário agrícola na calagem de viveiros justifica-se pelo seu preço e boa disponibilidade no mercado, além de apresentar lenta reação com água e ser seguro. A cal hidratada também pode ser utilizada nos viveiros para calagem, no entanto, deve-se evitar doses elevadas, devido a sua maior solubilidade e rápido efeito na elevação do pH da água (KUBITZA, 1998b). No caso de ranários, recomenda-se a calagem utilizando 10 g de dolomita por m<sup>2</sup> (CRIBB *et al.*, 2013).

A mensuração do pH deve ser realizada pelo menos uma vez por semana (LOURENÇO *et al.*, 1999). O pH da água pode ser determinado com auxílio de *kits* colorimétricos comerciais ou por meio de aparelhos eletrônicos denominados de “peagômetros” que fornecem valores mais precisos do parâmetro.

## ALCALINIDADE E DUREZA

A alcalinidade é definida como a capacidade da água em neutralizar sua acidez, ou seja, corresponde à concentração total de bases tituláveis presentes na água. Os seus valores são expressos em mg L<sup>-1</sup> de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). As principais bases responsáveis pela alcalinidade de viveiros de aquicultura são bicarbonato e carbonato (QUEIROZ e BOEIRA, 2006).

Baixa alcalinidade pode resultar em variações de pH da água ao longo do dia por proporcionar um meio com baixa capacidade de tampão da água. Durante o período noturno, não ocorre a fotossíntese, apenas a respiração dos organismos presentes na água. Assim, há um aumento da concentração de gás carbônico que reage com a água e consequentemente forma o ácido carbônico. Esse ácido se dissocia em bicarbonato e íon hidrogênio, que resultará numa diminuição do pH da água. O nível ideal de alcalinidade em viveiros de aquicultura é de 40,0 mg de CaCO<sub>3</sub> por litro de água (MORO *et al.*, 2013).

A dureza é um parâmetro de qualidade de água que indica a concentração de íons metálicos, principalmente íons de cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e de magnésio (Mg<sup>2+</sup>). É expressa em mg de CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>. Os valores de dureza encontram-se associados à alcalinidade e podem potencializar a toxicidade de vários produtos químicos (CRIBB *et al.*, 2013). Esses parâmetros devem ser monitorados mensalmente, principalmente em viveiros onde ocorre diluição da calagem associada à reposição de água (KUBITZA, 1998b). As medidas de alcalinidade e dureza da água podem ser realizadas por meio de processos titulométricos ou com auxílio de *kits* comerciais de análise de água.

## GÁS CARBÔNICO

O gás carbônico ou dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é altamente solúvel em água, no entanto, as concentrações desse gás são muito baixas no meio aquático. A água pura satura-

da com gás carbônico à 25,0°C (760,0 mm Hg) possui 0,46 mg L<sup>-1</sup> de gás carbônico (Tabela 1). A respiração dos organismos aquáticos como algas, macrófitas, zooplâncton e peixes assim como processos microbiológicos de decomposição da matéria orgânica são fontes de gás carbônico nos tanques e viveiros destinados à aquicultura (KUBITZA, 1998a).

**TABELA 1 - SOLUBILIDADE DE GÁS CARBÔNICO (MG L<sup>-1</sup>) EM ÁGUA DOCE SOB CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO COM A ATMOSFERA (760 MM HG) DE ACORDO COM A TEMPERATURA (°C).**

Temperatura	Solubilidade de gás carbônico na água
10,0	0,75
15,0	0,63
20,0	0,54
25,0	0,46
30,0	0,40
35,0	0,35

Fonte: Kubitza (1998a)

Esse gás pode provocar problemas nos sistemas de produção aquícola relacionados à asfixia dos organismos aquáticos. Porém, nem sempre o gás carbônico é tóxico para a maioria das espécies, pois elas podem sobreviver por vários dias em água contendo 60,0 mg L<sup>-1</sup>, desde que se tenha disponível oxigênio dissolvido na água de acordo com os valores ideais para a espécie cultivada (MOREIRA *et al.*, 2001). A concentração de gás carbônico na água pode ser avaliada por processos titulométricos ou *kits* comerciais de análise de água.

## NITROGÊNIO, AMÔNIA, NITRITO E NITRATO

O nitrogênio é dos elementos químicos essenciais para o metabolismo dos organismos aquáticos, pois participa da formação de proteínas, da clorofila, dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) e de outros compostos biológicos. O nitrogênio presente nos viveiros de aquicultura pode ser de origem orgânica ou inorgânica, estar na forma dissolvida ou particulada, ter sua origem de processos de decomposição de matéria orgânica ou ser resultante do intemperismo do solo.

A introdução de nitrogênio nos viveiros de cultivo de organismos aquáticos também está diretamente associada ao manejo alimentar e percentual de nitrogênio presente na ração utilizada. Geralmente, as rações utilizadas em pisciculturas contêm entre 4,5 e 7,0% de nitrogênio (QUEIROZ e BOEIRA, 2007). Aproximadamente 13,0% do nitrogênio introduzido via ração sofre sedimentação, 25,0% são convertidos em massa (carne) e 62,0% ficam dissolvidos na água (FOLKE e KAUTSKY, 1992).

O nitrogênio pode ser encontrado, nos ambientes de aquicultura, em cinco formas: nitrogênio (N<sub>2</sub>), amônia (NH<sub>3</sub>), nitrogênio orgânico (incorporado aos seres vivos),

nitrito ( $\text{NO}_2$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3$ ). A concentração de nitrogênio na sua forma molecular gasosa depende da pressão parcial da água e na atmosfera, sendo diretamente proporcional à pressão e inversamente proporcional à temperatura e salinidade (MORO *et al.*, 2013).

A amônia pode ocorrer na água dos viveiros de aquicultura como um subproduto da excreção nitrogenada dos organismos aquáticos, assim como da decomposição de resíduos orgânicos (sobras de ração, fezes e adubos orgânicos) por microrganismos (KUBITZA, 2003). Quanto mais elevado o pH e a temperatura da água, maior é a proporção relativa da amônia na forma gasosa.

Os anfíbios também apresentam intolerância à amônia, a concentração ideal de amônia na água de setores de girinagem comercial de rã-touro é de até  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ , no qual há uma faixa de tolerância observada de até  $0,7 \text{ mg L}^{-1}$ . Quando a amônia atinge valores superiores aos recomendados, deve-se renovar maior percentual de água nos viveiros e não administrar alimentos aos animais (CRIBB *et al.*, 2013).

O nitrito é um composto intermediário do processo de nitrificação, em que a amônia é oxidada em nitrato por meio da ação de bactérias dos gêneros *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*, contribuindo com o acúmulo de nitrito na água (KUBITZA, 2003). Quando o nitrito é absorvido pelos animais, esse metabólito provoca a oxidação da molécula de hemoglobina do sangue transformando-se em metahemoglobina que é uma molécula incapaz de transportar oxigênio causando problemas respiratórios e fisiológicos. Nessas condições pode ocorrer hipóxia e os animais podem morrer por envenenamento ou sufocação (CYRINO *et al.*, 2010).

Altas concentrações de nitrito na água ocorrem devido ao manejo alimentar inadequado quando são fornecidos excessos de ração, que não são totalmente consumidas, assim como a adubação excessiva dos viveiros. A tolerância de girinos de rã-touro em viveiros comerciais é de  $0,50 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo que já foram registrados valores de nitrito em água de girinagem de até  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  sem observação de danos nos animais (CRIBB *et al.*, 2013).

O nitrato é uma forma em que o nitrogênio se encontra facilmente assimilável pelos organismos fotossintetizantes dos viveiros de aquicultura, além de ser uma forma menos perigosa do que as demais à vida dos animais. A presença de nitrato na água favorece o florescimento de algas, que se intensifica no verão por causa das maiores temperaturas e intensidade de luz nesse período (CASTAGNOLLI, 2000).

A ocorrência dos chamados “blooms” de algas em viveiros de aquicultura é preocupante, pois esses seres vivos realizam a fotossíntese durante o dia e elevam os níveis de oxigênio na água, porém, durante o período noturno devido à sua respiração e dos demais organismos presentes na água ocorre déficit desse gás, provocando estresse ou letalidade aos animais.

## LICENCIAMENTO AMBIENTAL NA AQUICULTURA

De acordo com CONAMA (1997), o licenciamento ambiental é um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

Assim, o empreendedor somente poderá executar uma atividade potencialmente poluidora ou utilizadora de recursos naturais, se lhe for concedida a licença ambiental, que é o ato administrativo que estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental para exercer a atividade. A licença ambiental pode ser constituída de licença prévia – LP (aprova a localização e concepção, estabelecendo condições para a implementação), licença de instalação – LI (autoriza a instalação de acordo com os projetos aprovados) e licença de operação – LO (autoriza a operação, após cumprida as exigências nas licenças anteriores).

Em esfera federal, seguindo as condições de abrangência expostas na resolução CONAMA nº 237 de 1997 (CONAMA, 1997), o órgão responsável pela expedição de licenças ambientais é o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

Algumas atividades aquícolas são consideradas legalmente como atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais (IBAMA, 2018), se enquadrando na categoria de uso de recursos naturais com exploração de recursos aquáticos vivos (BRASIL, 2009). Assim, se a atividade aquícola for enquadrada nessa categoria, os empreendedores (pessoas físicas e jurídicas) deverão realizar o registro da atividade no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP) (Tabela 2).

**TABELA 2 - DETALHE DAS ATIVIDADES QUE SE ENQUADRAM E QUE NÃO SE ENQUADRAM NA DESCRIÇÃO DE EXPLORAÇÃO DE RECURSOS AQUÁTICOS VIVOS.**

<b>1. Atividades que se enquadram</b>
1.1. Pesca comercial industrial; 1.2. Pesca comercial artesanal; 1.3. Abate e a frigorificação de recursos pesqueiros, quando integrados à exploração pesqueira; 1.4. Preservação do pescado realizada em embarcação dedicada à pesca comercial; 1.5. Pesca comercial de recursos pesqueiros, embarcada ou não; 1.6. Pesca comercial para captura de organismos aquáticos vivos com fins de ornamentação e aquarofilia; 1.7. Pesca comercial em qualquer área de exercício da atividade pesqueira; 1.8. Captura com propósito comercial de peixes, crustáceos e moluscos em águas marinhas; 1.9. Coleta com propósito comercial de produtos marinhos, tais como esponjas, corais, pérolas, algas, outros produtos e seres vivos marinhos; 1.10. Pesca não comercial científica.
<b>2. Atividades que não se enquadram</b>
2.1. Preparação de pescados em entrepostos pesqueiros; 2.2. Fabricação de conserva de pescado quando efetuada em barco-fábrica; 2.3. Abate e a frigorificação de peixes, de crustáceos e de moluscos quando não integrados à exploração pesqueira; 2.4. Aquicultura comercial, com ou sem utilização de embarcação; 2.5. Comercialização de recursos pesqueiros; 2.6. Revenda de organismos aquáticos vivos ornamentais; 2.7. Pesca não comercial de subsistência; 2.8. Pesca não comercial amadora; 2.9. Pesca não comercial esportiva.

Fonte: Adaptado de IBAMA (2018).

As atividades elencadas na Tabela 2 representam um resumo geral das atividades que necessitam ou não do registro na CTF/APP. Por esse motivo, em caso de especificidades ou dúvidas dos empreendedores quanto ao enquadramento nas atividades descritas, os mesmos deverão procurar o IBAMA para confirmar a necessidade ou não de registros adicionais (como, por exemplo, a necessidade de cadastro nacional de operadores de resíduos perigosos/CNORP ou outros enquadramentos na legislação específica).

Para informações mais detalhadas sugere-se que os empreendedores e/ou profissionais consultem as referências legais e normativas federais que regulamentam as atividades relacionadas com aquicultura que estão elencadas na Tabela 3.

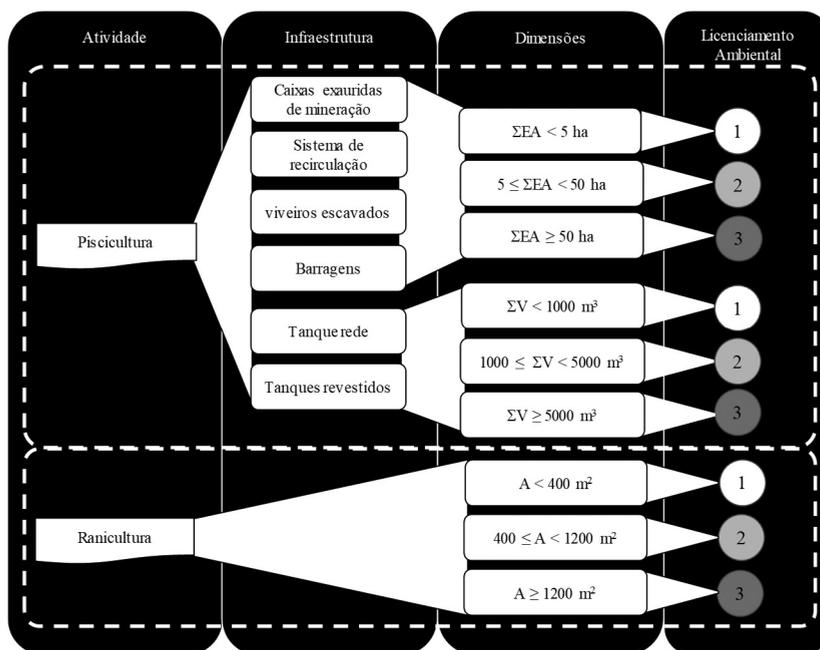
**TABELA 3 - REFERÊNCIAS LEGAIS E NORMATIVAS PARA O LICENCIAMENTO DAS ATIVIDADES AQUÍCOLAS POTENCIALMENTE POLUIDORAS E UTILIZADORAS DE RECURSOS AMBIENTAIS.**

<b>1. Leis</b>	
<b>1</b>	Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (e alterações): art. 9º, XII; art. 17, II; Anexo VIII;
<b>2</b>	Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006 (e alterações): referente à Política Nacional da Agricultura Familiar e empreendimentos familiares rurais;
<b>3</b>	Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009: referente à Política Nacional de Pesca e Aquicultura e ao exercício de atividades pesqueiras, mediante inscrição no CTF/APP, na forma de legislação específica;
<b>4</b>	Lei nº 13.502 de 1º de novembro de 2017: art. 12, XIII: referente ao registro automático, no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais, de beneficiários de licenças, permissões e autorizações concedidas para pesca e aquicultura
<b>2. Decretos</b>	
<b>1</b>	Decreto nº 96.000, de 2 de agosto de 1988: regulamenta a autorização e o acompanhamento, pelo Ministério da Marinha, de pesquisa e investigação científicas na plataforma continental e em águas sob jurisdição brasileira;
<b>2</b>	Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002: referente aos princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade;
<b>3</b>	Decreto nº 4.810, de 19 de agosto de 2003: referente à atuação contra delitos da pesca e fiscalização da atividade pesqueira nas zonas brasileiras de pesca, alto-mar e por meio de acordos internacionais;
<b>4</b>	Decreto nº 8.425, de 31 de março de 2015 (e alterações): referente à concessão de autorização, permissão ou licença para o exercício da atividade pesqueira, mediante inscrição no Registro Geral da Atividade Pesqueira – RGP e no CTF/APP, na forma de legislação específica;
<b>3. Resoluções</b>	
<b>1</b>	Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997: referente à prevenção e ao controle de poluição da atividade Manejo de recursos aquáticos vivos, por meio de licenciamento ambiental;
<b>2</b>	Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (e complementações): referente ao controle ambiental do lançamento no meio ambiente de poluentes, para que a saúde, o bem-estar humano e o equilíbrio ecológico aquático não sejam afetados pela deterioração dos corpos d'água;
<b>3</b>	Resolução CONABIO nº 6, de 3 de setembro de 2013: referente às Metas Nacionais de Biodiversidade para 2020;

<b>4. Instruções Normativas</b>	
<b>1</b>	Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 1, de 3 de janeiro de 2012: referente às normas, critérios e padrões do uso de peixes nativos ou exóticos de águas marinhas e estuarinas com finalidade ornamental e de aquariofilia;
<b>2</b>	Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 9, de 13 de junho de 2012: referente às normas gerais para o exercício de atividade de pesca amadora;
<b>3</b>	Instrução Normativa Ibama nº 202, de 22 de outubro de 2008: referente às normas, critérios e padrões do uso de peixes nativos ou exóticos de águas marinhas e estuarinas com finalidade ornamental e de aquariofilia;
<b>4</b>	Instrução Normativa Ibama nº 204, de 22 de outubro de 2008: referente ao controle o uso de raias de água continental com finalidade ornamental e de aquariofilia;
<b>5</b>	Instrução Normativa Ibama nº 6, de 15 de março de 2013 (e alterações): referente ao Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP; Ficha Técnica de Enquadramento COAVI 1596291 SEI 02001.002352/2018-52 / pg. 2
<b>6</b>	Instrução Normativa Ibama nº 6, de 24 de março de 2014 (e alterações): referente ao Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais – RAPP;
<b>7</b>	Instrução Normativa Ibama nº 12, de 13 de abril de 2018: referente ao Regulamento de Enquadramento de pessoas físicas e jurídicas no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais – RE-CTF/APP.

Normalmente, o licenciamento ambiental é composto de documentação do empreendedor (documentos, registros, anuências, fichas, etc) e documentação do empreendimento (certidões, matrículas, plantas, estudos ambientais, etc). Esses documentos permitem que o órgão ambiental avalie os possíveis impactos ambientais da atividade e faça a expedição das licenças ambientais. A documentação exigida dependerá do tipo de empreendimento aquícola e é ditada pela legislação e instruções normativas que podem ser verificadas na Tabela 3.

No Estado de São Paulo, seguindo as condições de abrangência expostas na resolução CONAMA nº 237 de 1997 (BRASIL, 1997), o órgão ambiental responsável pela expedição de licenças para atividades aquícolas é a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. A CETESB (2018) divide as exigências de documentação geral e técnica para o licenciamento ambiental de atividades aquícolas, em 21 cenários em função da atividade, infraestrutura e dimensões do empreendimento. Entretanto, todas elas levam a três níveis diferentes de complexidade para o licenciamento da atividade aquícola (Figura 2).



**FIGURA 2 - DETALHE DO ENQUADRAMENTO DA ATIVIDADE DE PISCICULTURA E RANICULTURA NOS TRÊS NÍVEIS DE COMPLEXIDADE DO LICENCIAMENTO (1, 2 E 3), DE ACORDO COM A INFRAESTRUTURA E DIMENSÕES DO EMPREENDIMENTO, SENDO "ΣEA" O SOMATÓRIO DA ÁREA TOTAL DE ESPELHO D'ÁGUA, "ΣV" O SOMATÓRIO DA ÁREA TOTAL DE VOLUME E "A" A ÁREA TOTAL DE INSTALAÇÕES.**

Pode-se verificar que nas atividades de piscicultura e ranicultura que, dependendo da infraestrutura e dimensões do empreendimento, o licenciamento ambiental no Estado de São Paulo leva a três níveis de complexidade de documentação e estudos exigidos para o licenciamento ambiental (Tabela 4).

**TABELA 4 - DOCUMENTAÇÃO TÍPICA PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE ATIVIDADES AQUÍCOLAS NO ESTADO DE SÃO PAULO DE ACORDO COM A ATIVIDADE, INFRAESTRUTURA E DIMENSÕES DO EMPREENDIMENTO.**

Complexidade	Documentação
1	<b>Dispensado de Licenciamento Ambiental</b>
	Documento único: Declaração de Conformidade da Atividade Agropecuária a ser obtida na Secretaria da Agricultura e Abastecimento (Artigo 7º do Decreto Estadual nº 62.243, de 02 de novembro de 2016)
2	<b>Licenciamento Ambiental Obrigatório</b>
	<p>Documentação do empreendedor: Formulários de solicitação (online), procurações (se for o caso), registro do aqüicultor no Ministério da Pesca e anuências (se for o caso).</p> <p>Documentação do empreendimento: Memorial de Caracterização do Empreendimento, Mapa de acesso, Croquis detalhados, Averbção de reserva legal (para área rural), projetos de supressão de vegetação nativa (se for o caso), outorgas federais (ANA) ou estadual (DAEE), autorizações de uso de espaço na água (Ministério da Pesca e Capitania dos Portos), matrícula do imóvel (para área rural) e documentação complementar (quando necessário).</p>

<b>Licenciamento Ambiental Obrigatório</b>	
<b>3</b>	<u>Documentação do empreendedor:</u> Formulários de solicitação (online), procurações (se for o caso), registro do aquicultor no Ministério da Pesca, autorizações de uso de espaço na água (Ministério da Pesca e Capitania dos Portos), anuências (se for o caso) e contrato social (quando necessário).
	<u>Documentação do empreendedor:</u> Memorial de Caracterização do Empreendimento, Mapa de acesso, Croquis detalhados, Averbação de reserva legal (para área rural), projetos de supressão de vegetação nativa (se for o caso), Estudo Ambiental Simplificado, outorgas federais (ANA) ou estadual (DAEE), Certidão da Prefeitura Municipal, Manifestação do órgão ambiental municipal matrícula do imóvel (para área rural) e documentação complementar (quando necessário).

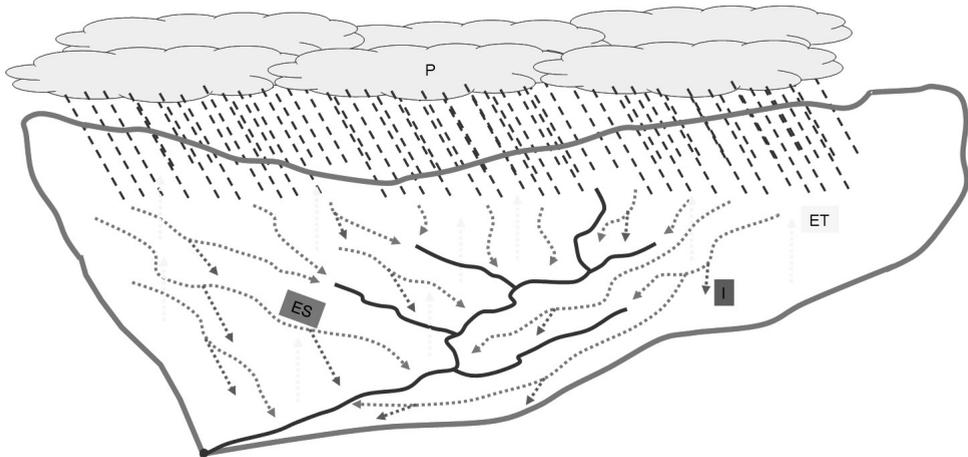
Fonte: Adaptado de CETESB (2018).

Embora o licenciamento ambiental da atividade aquícola aparenta ser complexo, mesmo no nível de complexidade número 3 (Tabela 4), a documentação e estudos ambientais exigidos são bem simples quando comparados à outras atividades econômicas. O importante é que a atividade esteja legalizada para que não ocorram sanções aos empreendedores e, principalmente, se mantenha a sustentabilidade dos recursos ambientais necessários na produção aquícola.

## MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E RECURSOS HÍDRICOS PARA AQUICULTURA

As atividades aquícolas podem utilizar os recursos hídricos dos continentes (recursos hídricos superficiais e subterrâneos) e dos oceanos (regiões costeiras). Mas embora essas fontes de recursos hídricos possam ser separadas popularmente pelos termos em “água doce” e “água salgada”, elas se conectam por um dinâmico processo denominado ciclo hidrológico.

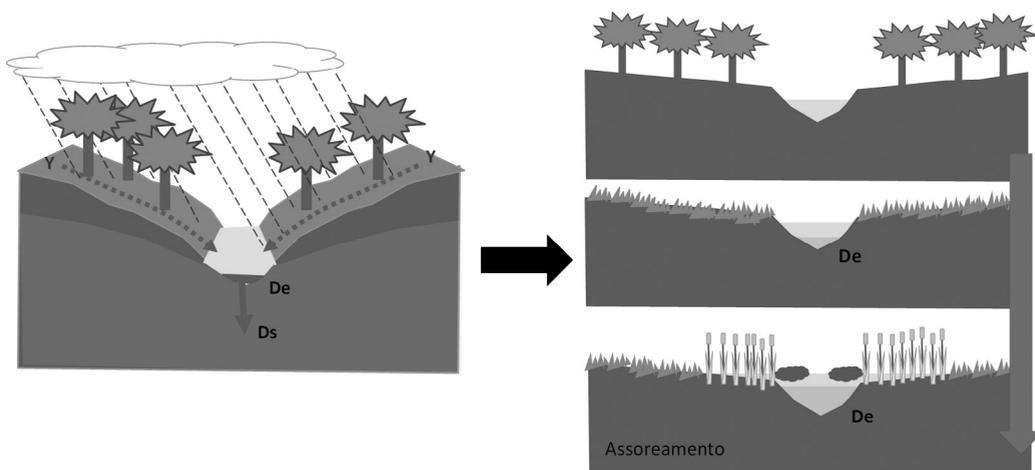
A água evaporada/evapotranspirada dos oceanos e continentes (superfícies livres de água ou vegetadas) transfere para a atmosfera grandes quantidades de vapor, que pela interação de alguns processos junto ao resfriamento, provoca a condensação e coalescência em gotas suficientemente pesadas (ou partículas de gelo), permitindo a transferência de água para a superfície por meio da precipitação. Nos continentes, parte da água que atinge a superfície terrestre infiltra no solo e o restante escoar superficialmente até atingir os cursos d’água. A água infiltrada contribuirá para a recarga dos aquíferos livres (lençol freático) e confinados, enquanto parte da água dos aquíferos livres retorna para os cursos d’água pelo escoamento subsuperficial (Figura 3).



**FIGURA 3 - ILUSTRAÇÃO DO CICLO HIDROLÓGICO NA BACIA HIDROGRÁFICA, ONDE "P" É A PRECIPITAÇÃO, "ET" É A EVAPOTRANSPIRAÇÃO, "I" É INFILTRAÇÃO E "ES" É O ESCOAMENTO SUPERFICIAL.**

Com o impacto da precipitação no solo das bacias hidrográficas, dependendo das condições edáficas e de cobertura da camada superficial, a parcela que esco superficialmente terá certa energia cinética suficiente para carrear sedimentos diluídos e/ou em suspensão na água. Ao chegar ao curso d'água, o escoamento superficial promoverá incremento nas vazões (descarga líquida) e nos sedimentos (descarga sólida). Na coluna líquida do curso d'água, os sedimentos são transportados até que a energia cinética do escoamento não seja suficiente para transportar as partículas em suspensão. Assim, parte dos sedimentos decanta no leito dos cursos d'água (parte mais pesada) e parte continua em percurso até desaguar em outro curso d'água ou nos oceanos.

As ações humanas, em função do desenvolvimento socioeconômico, resultam em modificações nas características edáficas e de cobertura da camada superficial do solo das bacias hidrográficas que, quando comparada às condições naturais, potencializa o escoamento superficial e a capacidade de arraste de sedimentos para o leito dos cursos d'água (Figura 4).

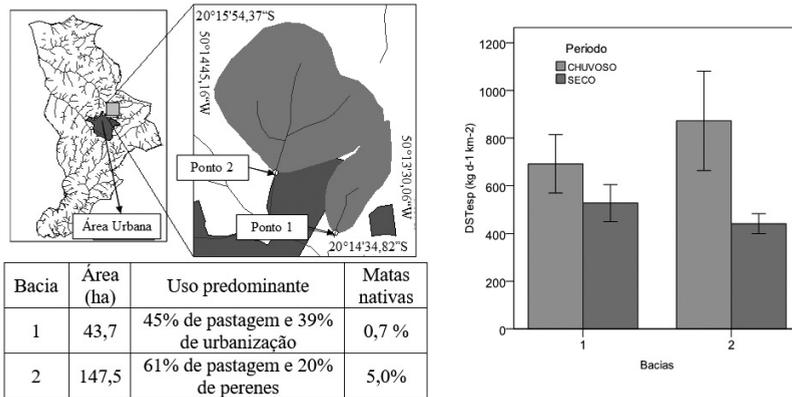


**FIGURA 4 - DETALHE DA ILUSTRAÇÃO DO APORTE POTENCIAL DE SEDIMENTOS (Y) PARA O CURSO D'ÁGUA, SENDO QUE PARTE É DEPOSITADA NO LEITO (DE) E PARTE CONTINUA EM SUSPENSÃO NA COLUNA LÍQUIDA (DS). COM A DEGRADAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA, A DEPOSIÇÃO EVOLUI PARA O ASSOREAMENTO.**

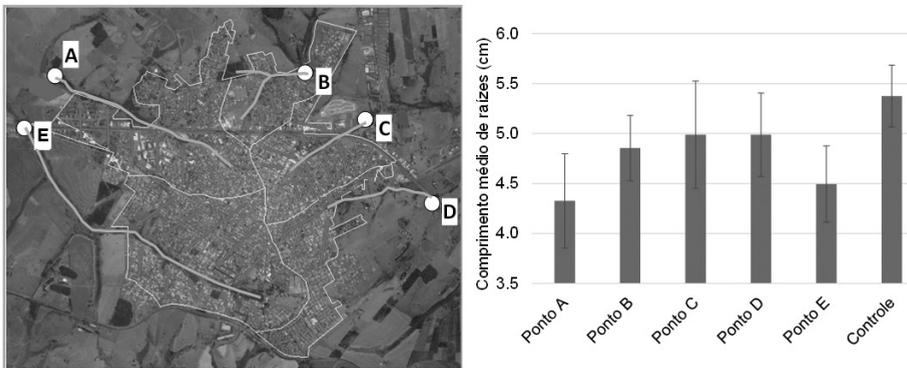
Nas bacias hidrográficas os sedimentos são constituídos de partículas sólidas de diferentes tamanhos e de origem (natural ou artificial), podendo ser solúveis ou não na água. Os sedimentos naturais são originados da matéria orgânica em decomposição ou dos minerais que constituem o solo e rochas, enquanto os artificiais podem ser originados de insumos agrícolas (defensivos e fertilizantes), compostos químicos diversos (detergentes, óleos, graxas, etc) e/ou resíduos sólidos secos (papel, latas, plástico, etc). O processo de arraste de sedimentos de origem antrópica pelo escoamento superficial, resultando em alteração das características originais do curso d'água, é denominado poluição difusa (Figura 5).

De acordo com os resultados de descarga sólida específica média obtida por Vanze-la *et al.* (2012) em duas bacias hidrográficas do município de Fernandópolis – SP (Figura 5a), os valores nas bacias 1 e 2 foram, respectivamente, de  $692 \pm 123$  e  $872 \pm 208$   $\text{kg d}^{-1} \text{km}^{-2}$  para o período chuvoso e  $528 \pm 77$  e  $441 \pm 42$   $\text{kg d}^{-1} \text{km}^{-2}$ , sendo estes valores considerados de alto a muito alto (CARVALHO *et al.*, 2000). No mesmo município, Oliveira *et al.* (2015) observaram que as bacias drenadas pelos pontos “A” e “E” foram de maiores citotoxicidades médias pelo teste de Fiskesjö, verificada pela menor média de comprimento de raízes de cebola medida *in vitro* quando comparado com o controle medido na água destilada (Figura 5b). Estes resultados, segundo os autores, são atribuídos ao fato de que estes locais drenam água de bairros industriais que se localizam no divisor de águas em comum das duas bacias, com maior contribuição de elementos tóxicos carreados pelo escoamento superficial urbano.

A



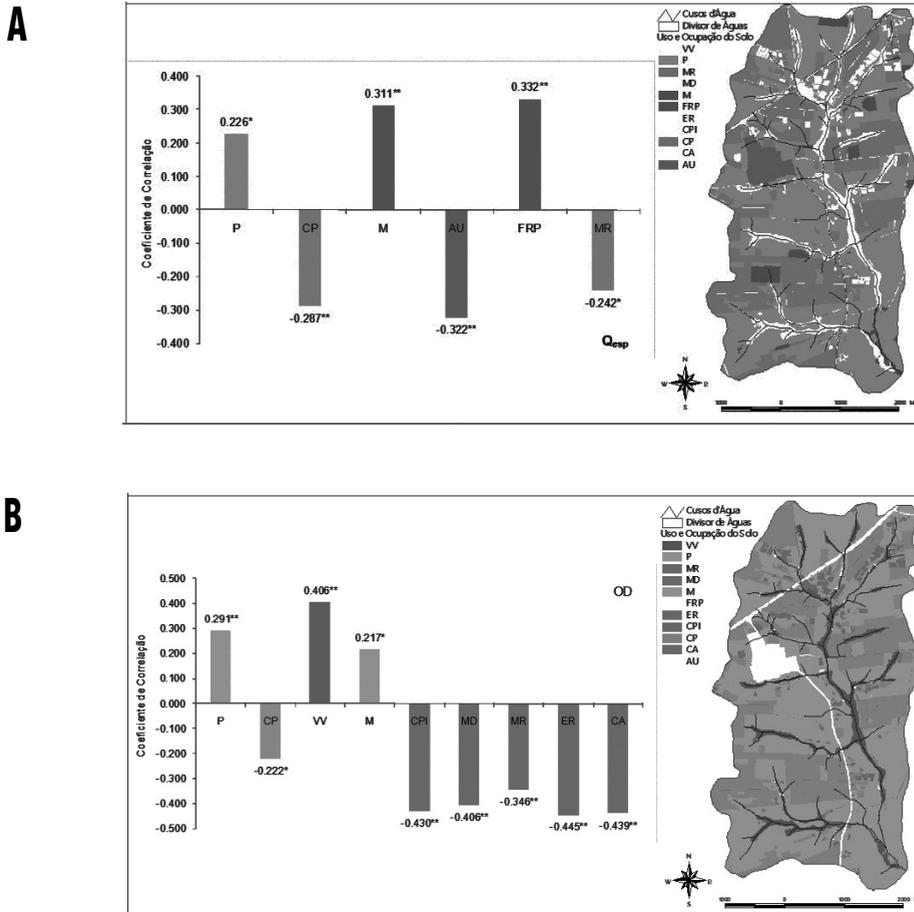
B



**FIGURA 5 - (A) DESCARGA SÓLIDA TOTAL ESPECÍFICA EM DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE FERNANDÓPOLIS (VANZELA ET AL., 2012) E (B) TESTE DE CITOTOXICIDADE DA ÁGUA POR FISKESJÖ EM CINCO BACIAS URBANAS DE FERNANDÓPOLIS (OLIVEIRA ET AL., 2015).**

Como observado (Figuras 5a e 5b), dependendo da quantidade e qualidade dos sedimentos, os mesmos podem impactar significativamente os recursos hídricos para os usos múltiplos, inclusive para aquicultura.

A disponibilidade de água é impactada pelo processo de assoreamento, que reduz o raio hidráulico da calha pela perda de profundidade associada ao alargamento da borda livre de água, com redução da velocidade de escoamento e, conseqüentemente, da vazão do curso d'água. Outro fator que é impactado pelos sedimentos de origem difusa é a qualidade da água, pois dependendo das ocupações e atividades nas bacias hidrográficas, os sedimentos transportados podem conter elementos orgânicos e/ou químicos com potencial de reduzir o oxigênio dissolvido e/ou causar toxidez a fauna aquática (Figura 6).



**FIGURA 6 - CORRELAÇÃO CRUZADA ENTRE O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E A VAZÃO MÉDIA ESPECÍFICA (A) E CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (B) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO TRÊS BARRAS EM MARINÓPOLIS - SP, SENDO PASTAGEM (P), CULTURAS PERENES (CP), VEGETAÇÃO DE VÁRZEAS (VV), MATAS NATIVAS (M), CULTURAS PERENES IRRIGADAS (CPI), MATAS DEGRADADAS (MD), MORADIAS RURAIS (MR), ESTRADAS RURAIS (ER) E CULTURAS ANUAIS (CA) (VANZELA *ET AL.*, 2010).**

Como observado por Vanzela *et al.* (2010), as áreas de culturas perenes, áreas urbanas e moradias rurais se correlacionaram negativamente com a vazão média específica. No mesmo trabalho observaram que as áreas de culturas perenes irrigadas, matas degradadas, moradias rurais, estradas rurais e culturas anuais se correlacionaram negativamente com a concentração de oxigênio dissolvido. Estes resultados demonstram que o uso e ocupação do solo, se manejado de forma inadequada, pode impactar negativamente a disponibilidade e qualidade de água para aqüicultura.

Embora seja possível minimizar os impactos das atividades econômicas sobre os recursos hídricos nas bacias hidrográficas, jamais será possível impedi-los totalmente quando comparadas com as condições naturais. Entretanto ações podem ser planejadas e executadas a fim de minimizar/compensar os impactos causados ao ambiente, bastando para isso, realizar o manejo sustentável das bacias hidrográficas. Para isso, o manejo

da bacia hidrográfica deve considerar a mitigação da poluição difusa nas zonas urbanas e rurais além do uso racional dos recursos hídricos.

Para as zonas urbanas é imprescindível que as gestões municipais implementem políticas, projetos e ações efetivas para a gestão de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos), drenagem pluvial, arborização urbana e educação ambiental. O resultado esperado é anular as potenciais fontes superficiais de sedimentos, minimizar os processos erosivos em canteiros de obras, eliminar/reduzir a poluição pontual (lançamento de efluentes não tratados) e atenuar as ondas de cheias em córregos urbanos (Figura 7).



**FIGURA 7 - DETALHE DE PROJETO DE BARRAGEM NO CÓRREGO DA ALDEIA EM FERNANDÓPOLIS - SP PARA DUAS FINALIDADES: ACESSO FACILITADO PARA BAIRROS NOVOS DA CIDADE E IMPEDIR O AVANÇO DE PROCESSOS EROSIVOS NOS TALUDES DO CÓRREGO PELA ATENUAÇÃO DAS ONDAS DE CHEIAS.**

Para o controle da poluição difusa em zonas rurais é necessário a integração de políticas e planos de ação pública e emprego de tecnologias de agricultura sustentável pelos produtores rurais.

As principais ações por parte dos municípios é a criação e aprovação por Lei dos Planos Municipais de Mata Atlântica/Cerrado e o Plano Municipal de Controle de Erosão. Nestes planos deve ser contemplado o diagnóstico da situação atual de vegetação nativa e de solos, as causas da degradação e previsão de ações para a preservação, conservação e restauração desses recursos (Figura 8). Os planos devem prever a restauração da vegetação nativa em, pelo menos, 20% da área municipal (priorizando áreas de preservação permanente e corredores ecológicos) e o terraceamento dimensionado conforme a cultura, manejo do solo e condições edafoclimáticas.

### DIAGNÓSTICO DA ATUAL SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA



Descrição	ha
Área municipal	54.930,00
20% da Área municipal (A)	10.986,00
Matas nativas (B)	4.334,48
Necessidade de restauração (A-B)	6.651,52

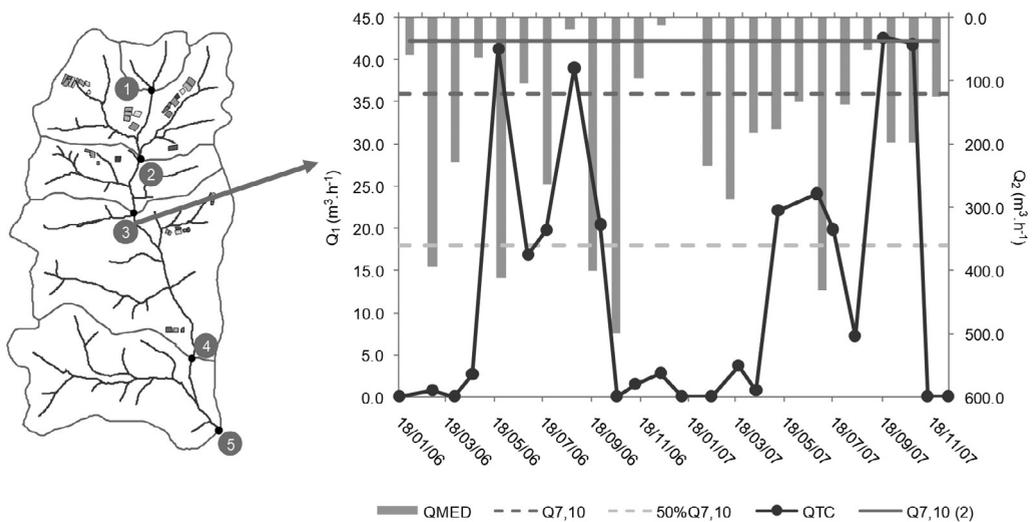
Áreas de preservação permanente	ha
Preservada	914,74
Degradada	3.471,43
<b>Total</b>	<b>4.386,17</b>

**FIGURA 8** - DETALHE DO DIAGNÓSTICO DA VEGETAÇÃO NATIVA DO PLANO MUNICIPAL DE MATA ATLÂNTICA DO MUNICÍPIO DE FERNANDÓPOLIS - SP (SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DE FERNANDÓPOLIS, 2017).

No caso do município de Fernandópolis - SP (Figura 8) a previsão é a restauração de 6.651,51 ha em 100 anos (66,51 ha por ano), sendo 3.471,17 ha localizados em áreas de preservação permanente (APP). Para atingir este objetivo o Plano prevê que boa parte será executada pela adequação do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) com o apoio das ações e programas de produção de mudas da Prefeitura Municipal.

Nas propriedades rurais a agricultura deve ser executada utilizando tecnologias que minimizem a disponibilidade de sedimentos na superfície e aumente a infiltração, com atenuação do escoamento superficial. Dentre as tecnologias de agricultura sustentável que devem ser adotadas destacam-se os sistemas conservacionistas de manejo do solo (plantio direto), rotação de pastagens, entrelinhas vegetadas, agricultura de precisão, manejo integrado de pragas - MIP e insumos racionais (biofertilizantes, controle biológico de pragas e defensivos de ação seletiva).

O manejo das bacias hidrográficas também deve prever o uso racional dos recursos hídricos associado às ações de controle da poluição difusa, pois o uso excessivo ou de baixa eficiência pode resultar em escassez hídrica para aquicultura, mesmo que os regimes pluviométricos estejam normais (Figura 9).



**FIGURA 9 - VARIAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA (QMED), DA VAZÃO TOTAL CONSUMIDA (QTC), VAZÃO MÍNIMA DE 7 DIAS CONSECUTIVOS COM PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS (Q7,10) E 50% DA Q7,10 (50%Q7,10) NA BACIA DRENADA PELO PONTO 3, DO CÓRREGO TRÊS BARRAS, MARINÓPOLIS - SP (VANZELA, 2008).**

Observando as vazões totais consumidas no Córrego Três Barras, entre janeiro de 2006 e dezembro de 2007, verificou-se que foram superiores a 50% da Q7,10 justamente no período seco, colocando a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica drenada pelo ponto 3 em risco de escassez para atividades localizada a jusante desse ponto.

É imperativo que todos os empreendimentos que captam água superficial e subterrânea estejam devidamente licenciados por meio da outorga de recursos hídricos, permitindo o controle do uso de vazões racionais dentro das bacias hidrográficas, sem riscos de exaurir a água para as atividades instaladas e de possíveis conflitos nos usos múltiplos. Além disso, o poder público também deve criar e conduzir programas de incentivo a adoção de tecnologias de manejo sustentável do uso da água, como por exemplo, adoção de sistemas eficientes de abastecimento público e irrigação, manejo da irrigação, reuso da água e sistemas industriais de recirculação da água.

Portanto, o sucesso da atividade aquícola depende diretamente de recursos hídricos em quantidade e qualidade, que somente será alcançada com o manejo sustentável das bacias hidrográficas, visando o controle do aporte de sedimentos e do uso racional da água nas demais atividades econômicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2012.
- BRASIL. Lei nº 11.959 de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei no 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2009.

- CARVALHO, N.O. *et al.* **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL / Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 132p.
- CASTAGNOLLI, N. Piscicultura intensiva e sustentável. In: VALENTI, W. C. *et al.* (Org.). **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq - Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. p.181-195.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Licenciamento ambiental: aquicultura**. São Paulo: CETESB, 2018. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/roteiros/aquicultura/>. Acesso em: 20 mai 2018.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 237 de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1997.
- CRIBB, A.Y.; AFONSO, A.M.; MOSTÉRIO, C.M.F. **Manual técnico de ranicultura**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 73p.
- CYRINO, J.E.P. *et al.* A piscicultura e o ambiente - o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.68-87, 2010.
- FERREIRA, C.M. A importância da água e sua utilização em ranários comerciais. **Panorama da Aquicultura**, v.13, n.79, p.15-17, 2003.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture**. 2016. 200p. Disponível em: < <http://www.fao.org/fishery/aquaculture/en>>. Acesso em: 28 abr. 2018.
- FOLKE, C.; KAUTSKY, N. Aquaculture with its environment; prospects for sustainability. **Ocean and Coastal Management**, v.17, p.5-24, 1992.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Instrução normativa nº 6 de 15 de março de 2013 (Texto compilado para fins de divulgação, incluindo alterações até a Instrução Normas nº 11, de 13 de abril de 2018)**. Brasília: IBAMA, 2018. 36p.
- KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - Parte I. **Panorama da Aquicultura**, v.8, n.45, p.36-41, 1998a.
- KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - Parte II. **Panorama da Aquicultura**, v.8, n.46, p.1-5, 1998b.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1. ed. Jundiá: Gráfica e Editora Degaspari, 2003. 265p.
- LEIRA, M.H. *et al.* Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **Pubvet**, v.11, n.1, p.11-17, 2017.
- LOURENCO, J.N.P.; MALTA, J.C.O.; SOUSA, F.N. **A importância de monitorar a qualidade da água na piscicultura**. 1. ed. Manaus: Embrapa, 1999. 4p.
- MOREIRA, H.L.M. *et al.* **Fundamentos da moderna aquicultura**. 1. ed. Canoas: ULBRA, 2001. 200p.
- MORO, G.V. *et al.* Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas. In: RODRIGUES, A.P.O. *et al.* (Org.). **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Brasília: Embrapa, 2013. p.141-169.
- OLIVEIRA, L.E.da S.de; VANZELA, L.S.; GUIDOTI, D.T. Citotoxicidade da água de córregos urbanos do município de Fernandópolis - SP. In: III Encontro de Pós-Graduação e IX Encontro de Iniciação Científica, 2015, Descalvado. **Anais ...** São Paulo: UNICASTELO, 2015. v. 1. p. 535-536.
- QUEIROZ, J.F. *et al.* Lime application methods, water and bottom soil acidity in fresh water fish ponds. **Scientia Agricola**, v.6, n.5, p.469-475, 2004.
- QUEIROZ, J.F.; BOEIRA, R.C. **Calagem e controle de acidez dos viveiros de aquicultura - Circular técnica 14**. 1. ed. Jaguariúna: Embrapa, 2006. 8p.
- QUEIROZ, J.F.; BOEIRA, R.C. **Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia em viveiros de aquicultura - Comunicado técnico 44**. 1. ed. Jaguariúna: Embrapa, 2007. 5p.
- VALENTI, W.C. Introdução. In: VALENTI, W.C. *et al.* (Org.). **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq - Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. p. 25-32.
- VANZELA, L.S. *et al.* Influência da ocupação do solo e do excedente hídrico sobre a vazão e transporte de sedimentos. **Irriga**, v.1, p.181-191, 2012.
- VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; FRANCO, R.A.M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.55-64, 2010.
- VANZELA, L. S. **Planejamento integrado dos recursos hídricos na microbacia do córrego três barras no município de Marinópolis - SP**. 2008. 213f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

# CAPÍTULO 11

## **“WETLANDS” CONSTRUÍDOS NO TRATAMENTO DE EFLUENTE**

Lúcia Helena Sipaúba-Tavares  
Bruno Scardoeli-Truzzi  
Fernanda de Freitas Borges



Um dos problemas atuais na criação de organismos aquáticos está relacionado ao efluente gerado em função do manejo alimentar. No caso da ranicultura o manejo de criação dos animais tem como procedimento a lavagem diária dos locais de criação e, em determinados casos isto pode ocorrer mais de uma vez ao dia. Desta forma, o efluente dos setores de criação de rãs gera uma elevada carga de resíduos onde restos de ração e fezes são carreadas para fora do sistema promovendo um impacto negativo no corpo receptor. O alimento consumido pelas rãs varia de acordo com a fase de criação, ocorrendo diferenças no aproveitamento dos nutrientes e na conversão desse alimento em biomassa e conseqüentemente, na liberação de nutrientes. Neste caso, o tratamento do efluente torna-se um ponto emergencial nos sistemas “indoor” de criação de rãs.

Os principais desafios de pesquisa e desenvolvimento na ranicultura visam à redução dos custos e melhora da produtividade e estão voltados para o controle de temperatura, melhoramento genético e desenvolvimento de rações adequadas para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) e num enfoque mais recente, em relação à qualidade do efluente que é gerado nas baias de criação que impactam o corpo receptor (BORGES *et al.*, 2012).

No tratamento de efluentes pode se utilizar sistemas naturais com plantas aquáticas também denominadas de macrófitas, que podem ser formados por um único tipo de planta ou por um conjunto de plantas submersas, emergentes e enraizadas. Estes sistemas são denominados de “wetland” construídos e, funcionam como filtros biológicos que sintetizam e mineralizam as partículas orgânicas e inorgânicas provenientes da aquicultura melhorando de forma significativa a água que irá desaguar no manancial adjacente. “Wetlands” construídos são sistemas projetados com base naqueles existentes na natureza utilizando plantas aquáticas (macrófitas) em substratos como areia, cascalhos ou outro material inerte, onde ocorre a proliferação de perífiton, agregando populações variadas de microrganismos que por meio de processos biológicos, químicos e físicos, tratam as águas residuais (SOUSA *et al.*, 2004).

As plantas e a biota do solo se caracterizam por ambientes de zona úmida, sendo que as folhas e as partes localizadas acima do solo realizam a fotossíntese enquanto suas raízes e rizosferas dirigem a produtividade subterrânea da biota do solo heterotrófico (NEORI e AGAMI, 2017). As macrófitas são capazes de melhorar os indicadores de qualidade da água possibilitando seu uso para irrigação (EL-DIN e ABDEL-AZIZ, 2018). O uso de plantas aquáticas no tratamento de água e reciclagem, tem aumentado o interesse neste tipo de estudo, pois são economicamente viáveis e eficientes dependendo principalmente, das condições ambientais, qualidade do efluente e manejo do tratamento. As plantas aquáticas possuem muitas espécies e cepas de microrganismos associados a elas que se alimentam de diferentes componentes dos resíduos provenientes dos sistemas de criação de organismos aquáticos, metabolizando a matéria orgânica e oxidando amônia a nitrato, funcionando como agente despoluidor ou mesmo como um competidor primário, principalmente na ocorrência de florescimento de algas (CALHEIROS *et al.*, 2007). As macrófitas desempenham diferentes funções no ecossistema aquático, aumentam a heterogeneidade do habitat, fornece alimento e abrigo para muitos organismos e criam caminhos físico-químicos específicos dependendo das condições em que se encontram (GUTIERREZ e MAYORA, 2016).

Estudo realizado em um “wetland” no efluente de uma fazenda de aquicultura foi verificado a existência de uma enorme comunidade de microrganismos associados à macrófita *E. crassipes* representados principalmente por Protozoa (69% a 80% do total da comunidade planctônica) devido a presença de *Vorticella* sp. e, por Rotifera (14% a 22% do total da comunidade planctônica) pela presença de *Lecane bula* (SIPAÚBA-TAVARES *et al.*, 2017).

De acordo com Travaini-Lima e Sipaúba-Tavares (2012), a remoção dos compostos fosfatados está associada ao fluxo hidráulico, tempo de retenção e espécie de planta utilizada. As plantas aquáticas tais como: *Cyperus giganteus*, *Typha domingensis* e *Eichhornia crassipes* são resistentes e de grande eficácia para regiões subtropicais. As macrófitas enraizadas têm como principal componente a troca direta com o sedimento e no caso das plantas flutuantes, estas absorvem os nutrientes inorgânicos principalmente pelas raízes, embora possam também absorver pelas folhas, mostrando benefícios no tratamento de sistemas eutrofizados. Em relação às flutuantes, como no caso do aguapé, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, muito utilizada em “wetlands” devido as suas características, possuindo grande sistema de raízes (mais de 50% da sua biomassa) através dos quais absorvem os nutrientes da água. Apresentam grande número de espaços gasosos que são capazes de absorver e usar CO<sub>2</sub> a partir da respiração que poderiam ser perdidos pela atmosfera. Nas espécies de folhas flutuantes, as raízes apresentam numerosos pelos ou folhas modificadas que podem absorver com sucesso os nutrientes da coluna d’água (LI *et al.*, 2009).

*Eichhornia crassipes*, é nativa da bacia Amazônica com elevado potencial para retenção do material orgânico e inorgânico em sua biomassa, no entanto é considerada muitas vezes como espécie invasora (VILLAMAGNA e MURPHY, 2010). Nos últimos anos, esta espécie tem recebido muita atenção em função do potencial benéfico para produção de biogás, purificação da água, alimento para organismos aquáticos, fertilizante e meio de cultura para microalgas além de excelente ferramenta em efluente de aquicultura (MALIK, 2007; SIPAÚBA-TAVARES *et al.*, 2009; 2017; 2018). *Eichhornia crassipes* tem as raízes adventícias bem desenvolvidas como também as raízes laterais e os pelos epidérmicos que juntamente com seus caules, folhas e estolões constituem uma estrutura complexa oferecendo habitat adequado ou abrigo para diversos organismos (MONTIEL-MARTÍNEZ *et al.*, 2015).

Além disso, *E. crassipes* tem rápida taxa de crescimento e grande adaptabilidade às condições extremas (KALUBOWILA *et al.*, 2013). Esta espécie de macrófita tem ganhado grande importância em função da elevada capacidade de retenção de nutrientes nos ambientes aquáticos eutrofizados, acumulando-os em sua biomassa e metabolizando-os para seu crescimento e proliferação (REZANIA *et al.*, 2015).

A Tabela 1 mostra a retenção de nutrientes pela planta aquática *E. crassipes* comparando antes e depois de colocada para tratamento de efluente do setor de ranicultura do CAUNESP (Jaboticabal, SP) durante o período de criação de *Lithobates catesbeianus* na fase adulta, em sistema anfigranja. Duas diferentes biomassas de rãs foram avaliadas e, independente da densidade de estocagem, as plantas assimilaram de forma elevada os nutrientes importantes para o seu metabolismo como P, K, Fe e Ca, porém não foi efetiva para o Bo.

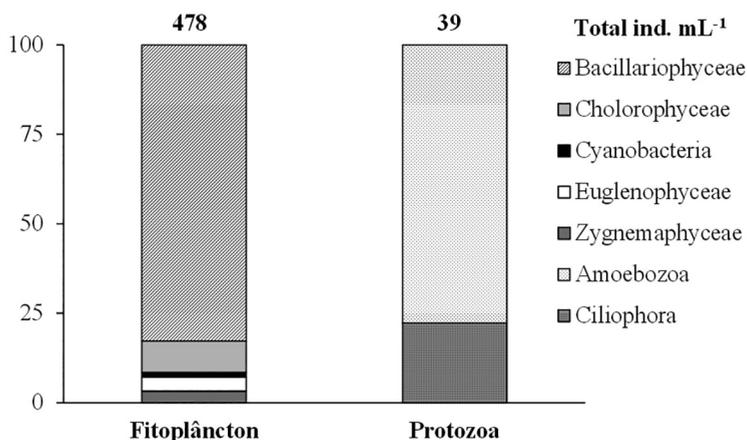
Desta forma, a utilização de “wetland” permite que a água possa ser reutilizada na própria fazenda de aquicultura ou em áreas agrícolas, antes de atingir o manancial adjacente. Assim, a água tratada poderá ser utilizada para irrigação de hortaliças e aquaponia cuja biofiltração evitará a contaminação por coliformes ou mesmo toxinas provenientes de microalgas que aparecem quando a qualidade da água é deteriorada (LACHI e SI-PAÚBA-TAVARES, 2008; MACEDO *et al.*, 2009; SI-PAÚBA-TAVARES e BRAGA, 2008).

**TABELA 1.** VARIÁVEIS MENSURADAS NA PLANTA *EICHHORNIA CRASSIPES* ANTES (INICIAL) E APÓS (FINAL) O USO NO TRATAMENTO DE EFLUENTE DO SETOR DE RANICULTURA DO CAUNESP.

Nutrientes (g kg <sup>-1</sup> )	Biomassa (351 Kg)		Biomassa (1088 Kg)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
P	3,3	13,1	1,1	7,8
K	24,2	74,6	21,7	25,3
Ca	7	30,7	9,5	12,6
Mg	3,2	5,0	2,8	2,3
Cu	0,02	0,03	0,01	0,01
Fe	3,01	18,2	1	1,3
Zn	0,16	0,3	0,07	0,11
Bo	0,01	0,01	0,02	0,02

“Wetlands” são caracterizados por grande acúmulo de matéria orgânica devido a alta taxa de produção primária e decomposição (HAMMER e BASTIAN, 1998). A entrada de nutrientes auxilia o crescimento da vegetação que converte substâncias químicas inorgânicas em materiais orgânicos e mantém a cadeia alimentar no “wetland” (BRIX, 1994). Uma das funções principais deste tipo de sistema é a capacidade de absorver o teor de nitrogênio da água, reduzindo a quantidade de amônia e os níveis de fósforo (LAWSON, 1995).

Mercante et al (2014) verificaram que as elevadas concentrações de nutrientes, condutividade e turbidez do efluente, estiveram associadas ao crescimento das rãs dentro do sistema de criação, sendo que os níveis destes compostos foram tóxicos para as comunidades biológicas contidas no efluente, principalmente para a comunidade planctônica onde *Ceriodaphnia dubia* (Cladocera - zooplâncton) e *Pseudokirchneriella subcaptata* (Chlorophyceae – fitoplâncton) foram fortemente afetadas, reduzindo estas populações. Estudos de efluente de ranicultura realizado no CAUNESP (Jaboticabal, SP) verificaram grande presença de fitoplâncton e Protozoa com dominância de espécies características de ambientes eutróficos como o grupo Bacillariophyceae (fitoplâncton) com um total de 395 indivíduos mL<sup>-1</sup> e dominância de Amoebozoa (Protozoa), representado principalmente por *Arcella discoides* apresentando um total de 31 indivíduos mL<sup>-1</sup> (Figura 1).



**FIGURA 1.** ABUNDÂNCIA RELATIVA (%) E NÚMERO TOTAL DE INDIVÍDUOS (ML<sup>-1</sup>) DA COMUNIDADE FITOPLÂNTÔNICA E DE PROTOZOA NO EFLUENTE DE RANICULTURA DO CAUNESP (JABOTICABAL, SP).

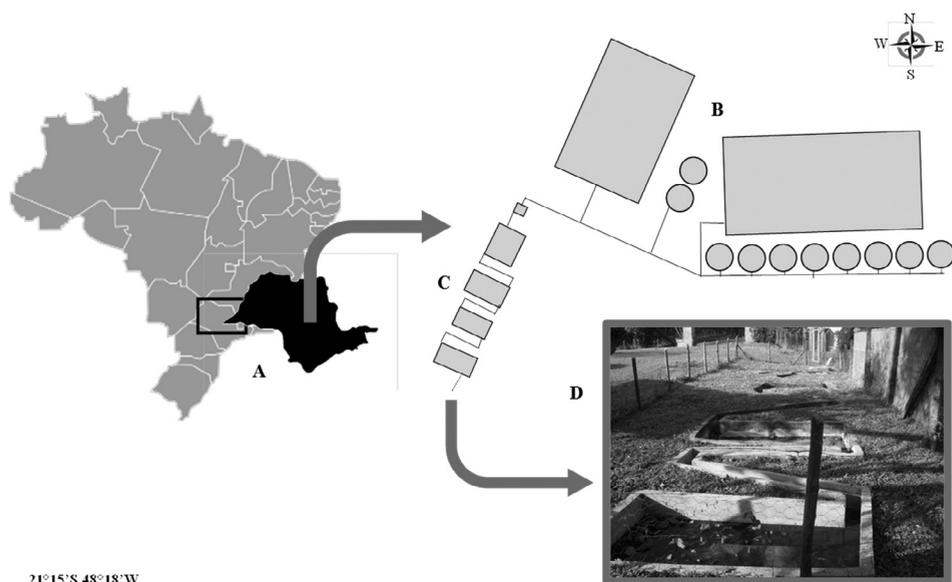
A carga de amônia e fósforo proveniente do setor de ranicultura do CAUNESP pode ser observada abaixo. Este estudo foi avaliado durante a fase de engorda da rã-touro *Lithobates catesbeianus* em anos distintos, com diferentes estocagens de biomassas. Foi observado que a carga proveniente do setor de ranicultura foi elevada impactando de forma direta o corpo receptor sendo totalmente dependente do manejo adotado. Neste caso com o agravante, pois, o efluente deságua diretamente em um dos viveiros desta fazenda (Tabela 2).

**TABELA 2.** AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE MANEJO E CARGA DE NUTRIENTES DO SETOR DE RANICULTURA DO CAUNESP EM DUAS DIFERENTES ÉPOCAS.

	2012	2016
Biomassa total (Kg)	351	1088
Vazão (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	1,6	0,85
Carga de NH <sub>3</sub> (g dia <sup>-1</sup> )	115	15
Carga de P (g dia <sup>-1</sup> )	21	6

Mello *et al.* (2016) trabalhando com biofiltro aeróbico e anaeróbico no tratamento de efluente de ranicultura verificaram que o uso conjunto destes dois sistemas foi eficiente na remoção da matéria orgânica e amônia tóxica da água.

Em função da elevada carga e seu efeito impactante no corpo receptor (viveiro) desta fazenda foi construído um wetland para tratamento da água que sai do setor de ranicultura em duas épocas distintas. Uma em 2012, neste período, o wetland foi construído com três caixas num total de 23 m contendo três tipos de macrófitas, *Eichhornia crassipes*, *Typha domingensis* e *Cyperus giganteus*. Posteriormente, no ano de 2016 o wetland foi aumentado passando para 25,3 m contendo somente a planta aquática *E. crassipes*. Abaixo é mostrado o esquema do setor de ranicultura do CAUNESP e do wetland com uma foto do local do tratamento de água (Figura 2).



**FIGURA 2.** DESENHO ESQUEMÁTICO DO SETOR DE RANICULTURA DO CAUNESP (JABOTICABAL, SP), ONDE: A = ÁREA INDICANDO O ESTADO DE SÃO PAULO, B = SETOR DE RANICULTURA, C = WETLAND, D = FOTO PANORÂMICA DO WETLAND CONSTRUÍDO.

Segundo Borges e Sipaúba-Tavares (2017) o uso de wetland construído no efluente do setor de criação de rãs, melhorou a qualidade da água residual, removendo eficientemente os nutrientes. As plantas aquáticas nestes sistemas de tratamento removem, em função da capacidade que apresentam em reter em sua biomassa, excessiva carga de nutrientes agindo como armadilhas para a matéria particulada absorvendo íons minerais e promovendo a retenção de metais. As macrófitas favorecem a sedimentação, retardam o fluxo de água e reduzem a re-suspensão do sedimento (SRIVASTAVA *et al.*, 2008). No Brasil, estudos de tratamento de efluentes em sistemas de criação de rãs ainda são escassos, no entanto, esforços estão sendo realizados para avaliar os impactos gerados por este sistema de criação de organismos aquáticos (BORGES *et al.*, 2012; MERCANTE *et al.*, 2014; MELLO *et al.*, 2016; BORGES e SIPAÚBA-TAVARES, 2017).

Borges *et al.* (2012) caracterizaram o efluente da fase de engorda de um sistema anfigranja de criação de rãs-touro alimentadas com dieta com 40% de proteína bruta e, constataram altas cargas de nitrogênio e fósforo, além da alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>). Segundo os autores, neste tipo de sistema ocorre incremento de matéria orgânica devido à sobra de alimento não consumido, excretas e restos de peles dos animais, aumentando a concentração dos nutrientes e diminuindo o oxigênio dissolvido na água. Os métodos de tratamento do efluente de ranicultura devem ser testados devido ao elevado potencial de impacto, eutrofizando os corpos d'água receptores.

Para manter o potencial de absorção das macrófitas aquáticas é necessária a realização de manejo periódico com a finalidade de manter a densidade ótima no local, visto que o crescimento e a concentração de nutrientes no tecido vegetal são fatores limitantes do potencial de absorção destas plantas aquáticas (VYMAZAL, 2007).

O processo de eutrofização é um problema frequentemente observado e que gera a necessidade de estudos de efluentes e técnicas de manejo voltadas para aspectos ecológicos e específicos destes sistemas, favorecendo um menor impacto dos efluentes nos corpos d'água receptores (MACEDO e SIPAÚBA-TAVARES, 2010). É necessário desenvolver novas aplicações de pesquisa com o objetivo de evitar ou pelo menos reduzir os impactos negativos dos efluentes da aquicultura no meio ambiente (TURCIUS e PAPENBROCK, 2014). Estudos que possibilitem maior conhecimento sobre o uso racional das plantas aquáticas em sistema de aquicultura como suporte para o desenvolvimento sustentável, determinando a influência das variações sazonais dos fatores bióticos e abióticos, sendo importantes para a implantação desta ecotecnologia, garantindo melhoria nas condições ambientais.

O uso sustentável de um recurso é aquele que pode ser estendido por muito tempo, pois, o nível de uso e implantação do sistema permite renovar os recursos naturalmente ou com a ajuda do homem. Quando os recursos naturais são usados a uma velocidade que até certo ponto não os afetam e não os ameacem com catástrofes, pode ser dito que aquele uso é sustentável. A sustentabilidade acontece no caso de “wetlands” para tratamento de efluentes que são usados tanto para purificar águas, como para fins produtivos (SIRACUSA e LA ROSA, 2006).

Vários países têm priorizado o desenvolvimento de mecanismos legais e científicos para controlar a escassez e melhorar a qualidade da água disponível através de legislações, as quais ganharam relevância nas últimas décadas. A gestão qualitativa e quantitativa da água está intimamente ligada ao conceito de desenvolvimento sustentável. O direito das futuras gerações está vinculado diretamente à conservação dos recursos naturais. As normas legais adaptaram-se às novas realidades e há necessidade da implantação de sistemas alternativos de conservação dos recursos hídricos. Dentre eles estão os sistemas de “wetlands” construídos, como forma de adequação à legislação ambiental brasileira (TAUK-TORNISIELO *et al.*, 2013).

A busca de alternativas que auxiliem na diminuição do efeito poluidor no meio aquático provenientes de sistemas intensivos e semi-intensivos da criação de organismos aquáticos são procedimentos a serem adotados para uma aquicultura com baixo impacto e uso racional através do manejo empregado. A utilização de “wetlands” construídos pode assegurar o desenvolvimento equilibrado da aquicultura, garantindo o tratamento da carga orgânica proveniente dos sistemas de criação. Assim, estudos que possibilitem maior conhecimento sobre sistemas de tratamento de água, determinando a influência das variações espaciais e sazonais bem como, as influências locais são importantes para a implantação desta ecotecnologia, garantindo melhor qualidade de água para o corpo receptor (SIPAÚBA-TAVARES, 2013).

Os indicadores zootécnicos confirmam que a adequação das instalações e técnicas de manejo para o sistema anfigranja está relacionada à viabilidade da tecnologia em escala de produção e da economia da ranicultura as quais estão baseadas na profissionalização do negócio podendo tornar-se uma demanda para o mercado local e/ou nacional. No entanto, para que isso ocorra é necessário investimento em outras áreas, como melhoramento genético, manejo alimentar e meio ambiente, os quais podem limitar a produção (MOREIRA *et al.*, 2013).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, F.F.; AMARAL, L.A.; STÉFANI, M.V. Characterization of effluents from bullfrog (*Lithobates catesbeianus*, Shaw, 1802) grow-out ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.24, n.2, p.160-166, 2012.
- BORGES, F.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Treatment of bullfrog farming wastewater in a constructed wetland. **Journal of Water Resource and Protection**, v. 9, p. 578-589, 2017.
- BRIX, H. Functions of macrophytes in constructed "wetland"s. **Water Science and Technology**, v.29, n.4, p.71-78, 1994.
- CALHEIROS, C.S.C.; RANGEL, A.O.S.S.; CASTRO, P.M.L. Constructed wetland systems vegetated with different plants applied to the treatment of tannery wastewater. **Water Research**, v. 41, n.8, p.1790-1798, 2007.
- EL-DIN, S.M.; ABDEL-AZIZ, R.A. Potential uses of aquatic plants for wastewater treatment. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 2, n.2, p.37-38, 2018.
- GUTIERREZ, M.F.; MAYORA, G. Influence of macrophyte integrity on zooplankton habitat preferred, emphasizing the released phenolic compounds and chromophoric dissolved organic matter. **Aquatic Ecology**, v. 50, n.1, p.137-151, 2016.
- HAMMER, D. A.; BASTIAN, R. X. Wetlands ecosystems: Natural water purifiers. In: **Constructed Wetlands for Wastewater Treatment**. Chelsea, Lewis, p. 5-19. 1989.ou 1998?
- KALUBOWILA, S.; JAYAWEEERA, M.; NANAYAKKARA, C.M.; GUNATILLEKE, D.N.S. Floating wetlands for management of algal washout from waste stabilization pond effluent: Case study at Hikkaduwa waste stabilization ponds. **Engineer**, v. 36, n. , p.63-74, 2013.
- LACHI, G.B.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n.1, p.29-38, 2008.
- LAWSON, T.B. **Fundamentals of aquaculture engineering**. New York: Chapman & Hall. 355p, 1995.
- LI, M.; WU, Y.J.; YU, Z.L.; SHENG, G.P.; YU, H.Q. Enhanced nitrogen and phosphorus removal from eutrophic lake water by Ipomoea aquatic with low-energy ion implantation. **Water Research**, v. 43, p.1247-1256, 2009.
- MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; AMARAL, L.A. Aspectos sanitários em viveiros de criação de peixes com disposição sequencial. **Magistra**, v. 21, n.2, p.73-80, 2009.
- MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: Consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.36, n.2, p.149-163, 2010.
- MALIK, A. Environmental challenge vis a vis opportunity: The case of water hyacinth. **Environment International**, v. 33, n.1, p.122-138, 2007.
- MELLO, S.C.R.P.; OLIVEIRA, R.R.; PEREIRA, M.M.; RODRIGUES, E.; SILVA, W.N.; SEIXAS-FILHO, J.T. Development of a water recirculating system for bullfrog production: technological innovation foe small farmers. **Ciência e Agrociência**, v. 40, n.1, p.67-75, 2016.
- MERCANTE, C.T.J.; VAZ-DOS-SANTOS, A.M.; MORAES, M.A.B.; PEREIRA, J.S.; LOMBARDI, J.V. Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) farming system: water quality and environmental changes. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.26, n.1, p.9-17, 2014.
- MONTIEL-MARTÍNEZ, A.; CIROS-PÉREZ, J.; CORKIDI, G. Littoral zooplankton-water hyacinth interactions: habitat or refuge? **Hydrobiologia**, v.755, n.1, p.173-182, 2015.
- MOREIRA, C.R.; HENRIQUES, M.B.; FERREIRA, C.M. Frog farms as proposed in agribusiness aquaculture: economic viability based in feed conversion. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.39, n.4, p.389-399, 2013.
- NEORI, A.; AGAMI, M. The functioning of rhizosphere biota in wetlands - A Review. **Wetlands**, v. 37, n.4, p.615-633, 2017.
- REZANIA, S.; PONRAJ, M.; TALAIEKHOZANI, A.; MOHAMAD, S.E.; DIN, M.F.M.; TAIB, S.M.; SABBAGH, F.; SAIRAN, F.M. Perspectives of phytoremediation using water hyacinth for removal of heavy metals, organic and inorganic pollutants in wastewater. **Journal of Environmental Management**, v. 163, p.125-133, 2015.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Uso racional da água em aquicultura**. Gráfica M. L. Brandel - ME, Jaboticabal, 190 p., 2013.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BRAGA, F.M.S. Constructed wetland in wastewater treatment. **Acta Scientiarum. Biological Science**, v.30, n.3, p.261-265, 2008.

- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; IBARRA, L.C.; FIORESI, T.B. *Ankistrodesmus gracilis* (Reinsch) Korshikov (Chlorophyta) laboratory cultured in CHU12 and macrophyte with NPK media. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n.1, p.111-118, 2009.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; SCARDOELLI-TRUZZI, B.; MILSTEIN, A.; MARCARI-MARQUES, A. Associated fauna to *Eichhornia crassipes* in a constructed wetland for aquaculture effluent treatment. **Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research**, 19.1, 2017.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; FLORÊNCIO, T.; SCARDOELLI-TRUZZI, B. Aquaculture biological waste as culture medium to cultivation of *Ankistrodesmus gracilis* (Reinsch) Korshikov. **Brazilian Journal of Biology**, v.78, n.3, p.579-587, 2018.
- SIRACUSA, G.; LA ROSA, A.D. Design of a constructed wetland for wastewater treatment in a Sicilian town and environmental evaluation using the emergy analysis. **Ecological Modelling**, v. 197, n.3-4, p.490-497, 2006.
- SOUSA, J.T.; VAN HAANDEL, A.C.; LIMA, E.P.D.C.; HENRIQUE, I.N. Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.9, n.4, p.285-290, 2004.
- SRIVASTAVA, J.; GUPTA, A.; CHANDRA, H. Managing water quality with aquatic macrophytes. **Reviews in Environmental Science and Biotechnology**, v. 7, n.3, p.255-266, 2008
- TAUK-TORNISIELO, S.M.; CHAGAS, T.W.G.; SALATI, E. Constructed wetland systems: A review of legislation and standards of water quality. United States: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.
- TRAVAINI-LIMA, F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Efficiency of a constructed wetland for wastewaters treatment. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.24, n.3, p.255-265, 2012.
- TURCIUS, A.E.; PAPENBROCK, J. Sustainable treatment of aquaculture effluents - What can we learn from the past for the future? **Sustainability**, v. 6, p.836-856, 2014.
- VILLAMAGNA, A. M.; MURPHY, B. R. Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): a review. **Freshwater Biology**, v. 55, p.282-298, 2010.
- VYMAZAL, J.A.N. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. **Science of the Total Environment**, v. 380, p.48-65, 2007.

# CAPÍTULO 12

## **LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NA AQUICULTURA**

Evandro Roberto Tagliaferro



Considerada uma das mais completas legislações ambientais do planeta, a legislação brasileira tem se empenhado na busca pela melhoria dos fatores de sustentabilidade que envolvem os processos produtivos.

A minimização dos impactos ambientais negativos decorrentes das atividades humanas, bem como a melhoria da qualidade de vida das populações, asseguradas as condições mínimas ao ambiente ecologicamente equilibrado, mostra-se como um importante diferencial.

A penalização dos responsáveis e a reparação de danos ambientais é outra significativa contribuição apresentada, mais recentemente, pela legislação brasileira.

Neste contexto, apesar das críticas de setores específicos da sociedade, em especial, de alguns setores produtivos, que a consideram restritiva e penalizadora demais, de forma geral, se devidamente aplicada, ela cumpre com seus objetivos.

Ressalte-se, porém, as constantes pressões para uma maior flexibilização de suas determinações, tal como recentemente presenciamos com o Código Florestal, cuja aprovação tem mobilizado vários setores econômicos que consideram as alterações um retrocesso quanto às questões ambientais no país, enquanto outros comemoram por terem seus pleitos atendidos.

De toda forma, a legislação ambiental brasileira continua a ser aclamada pelos técnicos e por grande parte da sociedade, inclusive a imensa maioria dos integrantes do setor produtivo.

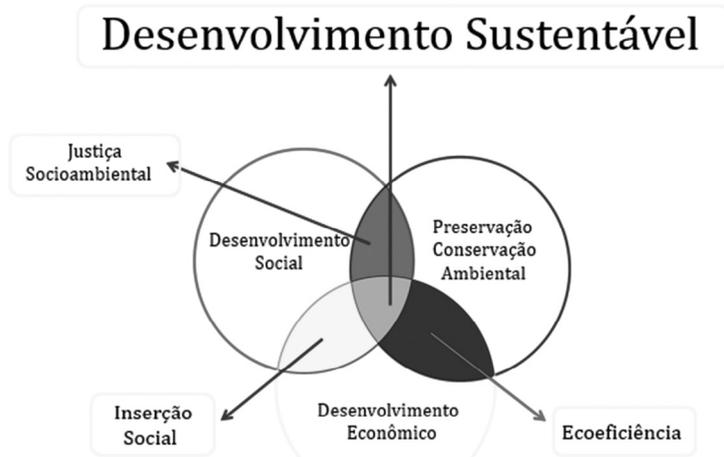
Por outro lado, há a necessária adequação específica em determinados setores, entre eles a aquicultura, até em razão na vasta gama de ambientes atingidos pelas atividades desse setor econômico.

## LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA

---

A legislação ambiental busca integrar questões sociais, econômicas e ambientais na formação de um ambiente mais equilibrado, menos impactante negativamente, propício ao desenvolvimento pautado pelos princípios da sustentabilidade (Figura 1).

A Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), presidida por Gro Harlem Brundtland, primeira-ministra da Noruega, reagindo à série de desequilíbrios causados pelo modelo de desenvolvimento neoliberal dinamizado pela Revolução Industrial, produziu, em 1987, um documento denominado *Nosso Futuro Comum*, também conhecido como *Relatório Brundtland*, pelo qual os governos signatários se comprometiam a promover o desenvolvimento econômico e social em conformidade com a preservação ambiental.



**FIGURA 1 - DESENVOLVIMENTO SOB A ÓTICA DA SUSTENTABILIDADE – PILARES DA SUSTENTABILIDADE (HARMONIA DE FATORES: ECONÔMICOS, SOCIAIS E AMBIENTAIS) / DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.**  
 FONTE: TAGLIAFERRO (2018)

A partir da publicação do *Relatório Brundtland*, definiu-se a mais conhecida conceituação de “desenvolvimento sustentável”, popularizando-se e expandindo-se além dos limites do mundo intelectual como uma das melhores definições para explicá-lo.

[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades [...]. [desenvolvimento sustentável é] um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas. (ONU, 1991).

A definição oficial deixa claro que o suprimento das necessidades do presente está associado à preservação das condições de vida das futuras gerações. E ainda, que o desenvolvimento sustentável pressupõe uma preocupação pela equidade social que deve estar presente tanto entre as gerações quanto em uma mesma geração, de tal forma que um modelo de desenvolvimento que lhe seja positivo no presente não coloque em risco a perpetuação da espécie humana.

Assim, a harmonia de fatores econômicos, sociais e ambientais trouxeram às discussões questões como a inserção social, a justiça socioambiental e a ecoeficiência na busca por um ambiente mais equilibrado, não mais pautado meramente pelo crescimento econômico. Discussões essas que permearam as últimas décadas e continuam até os dias atuais buscando desenvolver e readequar o conceito oficial proposto por *Brundtland* (Tabela 1).

TABELA 1 - SÍNTESE DE ALGUMAS DAS PRINCIPAIS BASES CONCEITUAIS DO CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ALGUMAS BASES CONCEITUAIS	
Strong e Sachs (1972; 1981)	Eficiência econômica + justiça social + condicionalidade ecológica + respeito à diversidade cultural
Clube de Roma (1972)	Crescimento econômico + equilíbrio ambiental
Pearce (1986)	Crescimento econômico + bem-estar + distribuição da riqueza
Brundtland (1987)	Eliminação da pobreza + respeito aos limites físicos do planeta (minimização de impactos/capacidade de suporte) + harmonia de interesses, necessidades e aspirações humanas (redireção de investimentos, tecnologia, informação/orientação) + sustentabilidade social (segurança às necessidades básicas) + ética responsável (responsabilidade da geração presente pelo ambiente às futuras gerações) + crescimento econômico (em primeiro plano)
Pedrozo e Silva (2001)	Crescimento econômico + preservação da natureza + eliminação da pobreza
Klaasen e Opschor (1991)	Aumento do bem-estar mas não de crescimento econômico
Tijiboy (1993)	Desenvolvimento humano centrado na qualidade de vida
Sen (1993)	Desenvolvimento humano sustentável
Streeten (1999)	Desenvolvimento centrado no ser humano
Projeto BECE (2000)	Desenvolvimento centrado no ser humano + valorização dos recursos naturais, socioeconômicos e ambientais + distribuição da riqueza e reinversão da renda + eliminação da pobreza + preservação da natureza + aumento do bem-estar + aumento das escolhas humanas + mudanças nos sistemas de produção, consumo e mercado + crescimento econômico.
Tagliaferro (2004)	<b>Desenvolvimento Ético Sustentável</b> (Desenvolvimento Humano Sustentável = real Desenvolvimento Sustentável) = desenvolvimento centrado no ser humano + valorização dos recursos naturais, socioeconômicos e ambientais + distribuição da riqueza e reinversão da renda + eliminação da pobreza + preservação da natureza + aumento do bem-estar + aumento das escolhas humanas + mudanças nos sistemas de produção, consumo e mercado + crescimento econômico.

Fonte: TAGLIAFERRO (2007)

No mesmo sentido, o arcabouço jurídico resultante trouxe do direito ambiental os princípios que regem a formação da norma brasileira que teve início a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento em 1972, realizada em Estocolmo, culminando, mais a frente, com a Lei 6.938/81 que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente.

Acatando os então recentes conceitos de desenvolvimento, mas sobretudo os princípios internacionais de Direito Ambiental na formação da base jurídica, a legislação ambiental brasileira foi apoiada na legislação internacional o que lhe confere grande credibilidade e aceitação no universo jurídico mundial.

O Direito Ambiental está fundamentado em princípios e tratando-se de um ramo do Direito são reconhecidos por diversos documentos da Organização das Nações Unidas e estão presentes nas Constituições de cada nação (MATOS, 2001).

Neste contexto não se pode conceber o Direito Ambiental dentro dos quadros do Direito tradicional, uma vez sua relação transversal com os demais ramos do Direito, o que implica que as normas ambientais tendem a se inserir em cada um deles. “O Direito Ambiental penetra em todos os demais ramos da Ciência Jurídica” (ANTUNES, 2015).

Considerando que a Ciência Jurídica possui seus princípios, tal como o Direito Ambiental, muitos desses estão consagrados expressamente na Constituição Federal, na Política Nacional de Meio Ambiente e em outros dispositivos legais.

Alguns desses princípios internacionais podem ser analisados sob a ótica de diferentes doutrinadores (Tabela 2). A listagem desses mestres do direito chama a atenção para vários dos princípios igualmente elencados pela maioria deles, bem como outros, cuja titularidade e significância são bastante similares. Excetuando-se algumas poucas diferenciações de entendimento, de uma forma geral, todos convergem para interpretações comuns, entendimentos balizadores, com poucas diferenciações, o que demonstra a coerência na aplicabilidade dos conceitos atribuídos.

Analisar alguns desses princípios é fundamental para o entendimento da legislação ambiental em sua essência, trazendo a luz do entendimento quanto as razões para sua rígida aplicabilidade, mais precisamente, os objetivos a que se propõe.

Iniciamos pelo princípio do Desenvolvimento Sustentável, uma vez sua importância já mencionada quanto a questão conceitual que o envolve na discussão quanto aos fatores integradores (econômico, social e ambiental).

Para Machado (2015) trata-se do equilíbrio entre os desejos humanos e as potencialidades do planeta, onde a produção e o consumo possibilitam assegurar a qualidade de vida das futuras gerações, satisfazendo as necessidades humanas com equilíbrio dos recursos naturais.

**TABELA 2 - ALGUNS DOS PRINCÍPIOS INTERNACIONAIS QUE NORTEIAM O DIREITO AMBIENTAL ELENCADOS POR DIFERENTES DOUTRINADORES.**

<b>Machado (2015)</b>	<b>Mateo (1998)</b>	<b>Fiorillo (2000)</b>	<b>Milaré (2015)</b>	<b>Rodrigues (2002)</b>
Princípios	Princípios	Princípios	Princípios	Princípios
Da obrigatoriedade da intervenção estatal	Da ubiquidade	Do desenvolvimento sustentável	Do ambiente ecologicamente equilibrado	Da ubiquidade
Da prevenção e precaução	Da sustentabilidade	Do poluidor - pagador	Da natureza pública da proteção ambiental	Do desenvolvimento sustentável
Da informação e da notificação ambiental	Da globalidade	Da prevenção	Do controle do poluidor pelo poder público	Do poluidor - pagador
Da educação ambiental	Da subsidiariedade	Da participação	Da consideração de variáveis ambientais nas políticas de desenvolvimento	Da prevenção

Da participação	Da solidariedade	Da ubiquidade	Da participação comunitária	Da precaução
Do poluidor - pagador			Do poluidor - pagador	Da responsabilidade
Da responsabilidade da pessoa física e jurídica			Da prevenção	Da participação
Da soberania dos Estados			Da função socioambiental da propriedade	
Da eliminação de modos de produção e consumo e da política demográfica adequada			Do desenvolvimento sustentável	
Do desenvolvimento sustentável			Da cooperação entre os povos	

Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de Matos (2001).

Fiorillo (2000) afirma ser o equilíbrio entre o uso dos recursos naturais e o desenvolvimento, com o objetivo de assegurar a qualidade de vida para as presentes e as futuras gerações.

Considera Milaré (2015) ser a busca do equilíbrio entre o uso dos recursos naturais, o desenvolvimento e a proteção ambiental, com a finalidade de assegurar as presentes e as futuras gerações um ambiente ecologicamente equilibrado.

Mateo (1998) ao mencionar “sustentabilidade” entende por harmonizar desenvolvimento e sustentabilidade, compatibilizando o uso dos recursos naturais com a preservação ambiental, assegurando recursos para as presentes e as futuras gerações.

Por fim, Rodrigues (2002) assevera ser a harmonia entre o uso dos recursos naturais, o desenvolvimento e a proteção ambiental, objeto de muitas tentativas, algumas vitoriosas e outras infrutíferas, contudo, cada dia mais existe um aumento da consciência da implantação de um sistema sustentável, mesmo porque os recursos naturais são limitados e cada vez mais escassos (MATOS, 2001).

Quanto ao princípio do Poluidor-Pagador, Machado (2015) considera que o empreendedor deve arcar com os custos preventivos bem como aqueles para mitigação dos danos que seu empreendimento possa causar.

Os custos dos mecanismos de mitigação da poluição devem ser internalizados, constituindo-se ônus ao empreendedor, sem que isso seja interpretado como um direito de poluir (FIORILLO, 2000).

Pactua com esse entendimento Milaré (2015) ao afirmar que os custos dos mecanismos de proteção ou reparação ambiental pertencem ao empreendedor não sendo de responsabilidade da coletividade, também não sendo esse uma autorização para poluir.

Já Rodrigues (2002) considera a internalização dos custos ambientais, tanto com a prevenção e a reparação, alertando para a não externalização de seus resíduos por ter efetivado o pagamento.

Os princípios da Prevenção e Precaução muitas vezes se confundem.

Segundo Machado (2015) trata-se da atuação preventiva do Poder Público, onde a Administração Pública tem o poder de polícia para atuar como órgão de controle, garantidor da proteção do meio ambiente, interpretação essa que se difere de alguns outros doutrinadores que diferenciam prevenção de precaução.

Esse não é o caso de Fiorillo (2000) que não distingue precaução de prevenção e entende que são as medidas acautelatórias com a finalidade de evitar a ocorrência de danos ambientais, algumas vezes são inevitáveis em razão de fatos imprevisíveis.

O entendimento de Milaré (2015) coaduna com os anteriores ao não distinguir prevenção de precaução. Considera ser as providências adotadas para evitar a ocorrência dos danos ambientais. Cautelas necessárias antecedentes a qualquer obra ou atividade, com o objetivo de assegurar uma proteção integral com o ambiente comum a todos e por esta razão deve ser defendido e protegido (MATOS, 2001).

Rodrigues (2002) distingue prevenção de precaução. Entende que prevenção trata da adoção das medidas necessárias para evitar o dano quando a fonte poluidora é conhecida e a forma de proteção também está à disposição. Por sua vez, a precaução constitui-se numa qualificadora da prevenção, ou seja, não se conhecendo plenamente a fonte de poluição e seus riscos para o meio ambiente, não obtendo mecanismos cientificamente eficazes à proteção, impõe-se a precaução não permitindo a atividade ou ação ou utilização. Atualmente essa diferenciação de princípios é a mais aceita, tornando por base a precaução quanto necessário.

A obrigatoriedade da intervenção estatal apontada por Machado (2015) é outro importante princípio merecedor de destaque. Nele o Estado configura-se como condutor da política ambiental, por meio de seus órgãos competentes e da implementação das políticas públicas necessárias à efetivação do direito fundamental ao meio ambiente equilibrado.

A responsabilidade da pessoa física e jurídica é outro princípio de extrema importância, merecedora de destaque. A pessoa física ou jurídica será responsável pelos danos que causar ao meio ambiente, respondendo civil, penal e administrativamente. É o que encontramos na Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/98).

Esse entendimento vai ao encontro de Rodrigues (2002) que defini o que considera ser o princípio da Responsabilidade, a responsabilidade daqueles que exercendo atividades ou obras causem danos ao meio ambiente. Neste sentido afirma que tal responsabilidade pode ser cível, administrativa ou penal, das pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado. O ideal é a prevenção, contudo em ocorrendo o dano, o Estado deve buscar a reparação, tanto como forma repressiva e também educativa.

A participação é outro princípio comum a praticamente todos os autores mencionados até aqui.

A participação comunitária de Milaré (2015) diz fomentar a inclusão da sociedade civil no processo decisório e gerencial do meio ambiente, através dos diversos instrumentos existentes.

Rodrigues (2002) apresenta a participação como o envolvimento da coletividade no processo decisório e de gestão, assegurando o direito à informação, bem como a instrumentalização do processo de educação ambiental, como meio de alcançar a efetiva participação de todo o conjunto da sociedade.

Para Fiorillo (2000) trata-se do fomento do envolvimento da sociedade civil no processo de gestão e decisão ambiental, proporcionando o cumprimento dos objetivos constitucionais da ampla participação da sociedade na defesa e proteção do meio ambiente.

A comunidade deve ser incentivada a participar, de forma organizada, das ações que digam respeito a proteção ambiental, afirma Machado (2015). O autor aponta algumas formas de participação, tais como: a) participação das pessoas, através das ONGs, nos conselhos ambientais; b) participação das pessoas e entidades na fase de comentários e na fase de audiência pública no procedimento de estudo de impacto ambiental; c) participação das pessoas em ações judiciais; d) participação na gestão de unidades de conservação; e) participação na fase de consultas; f) participação na iniciativa popular de projeto de lei (MATOS, 2001).

Dois outros princípios apontados por Milaré (2015) devem ser destacados. São eles o Ambiente ecologicamente equilibrado e a Natureza pública da proteção ambiental, ambos explicitados na Constituição Federal de 1988, assegurando a todos o direito à vida, ao reconhecer o direito fundamental ao ambiente equilibrado, bem como ao reconhecer a gestão ambiental como de natureza pública, estabelecendo obrigações ao Poder Público, em todas as entidades federativas.

A Constituição Federal previu, em seu art. 225, que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” Com isso, o meio ambiente tornou-se direito fundamental do cidadão, cabendo tanto ao governo quanto a cada indivíduo o dever de resguardá-lo.

A defesa do meio ambiente apresenta-se também como princípio norteador e inseparável da atividade econômica na Constituição Federal. Desse modo, não são admissíveis atividades da iniciativa privada e pública que violem a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2007).

A necessidade de compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a qualidade ambiental também é expressa pela Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, que tem por objetivo fundamental a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida e visa assegurar as condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (artigo 2º. Lei 6.938/81).

Para garantir esse objetivo, o artigo 9º da Lei 6.938/81 relacionou os instrumentos da PNMA, entre os quais se destacam o licenciamento ambiental, a avaliação de impacto ambiental (AIA), entre outros.

Art 9º - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:

- I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- II - o zoneamento ambiental; (Regulamento)

- III - a avaliação de impactos ambientais;
- IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;
- VI - a criação de reservas e estações ecológicas, áreas de proteção ambiental e as de relevante interesse ecológico, pelo Poder Público Federal, Estadual e Municipal;
- VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas; (Redação dada pela Lei nº 7.804, de 1989)
- VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;
- VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.
- X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA; (Incluído pela Lei nº 7.804, de 1989)
- XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes; (Incluído pela Lei nº 7.804, de 1989)
- XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais. (Incluído pela Lei nº 7.804, de 1989)
- XIII - instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006).

(Lei 6.938/81)

Entende-se por Licenciamento Ambiental o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras; ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (CONAMA, 1997).

Já Avaliação de Impacto Ambiental - AIA é um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistêmico dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles considerados. Além disso, os procedimentos devem garantir a adoção das medidas de proteção ao meio ambiente determinadas, no caso de decisão sobre a implantação do projeto (OLIVEIRA, 2005).

A Lei 6.938/81 não relacionou esses dois instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA que somente a partir da Resolução Conama 01/86, por meio de seu artigo 2º., vinculou a Avaliação de Impactos Ambientais - AIA ao licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras.

Essa resolução, em seu art. 6º., inciso III, consagrou, ainda, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) como o principal documento de avaliação de impactos de empreendimentos sujeitos ao licenciamento e determinou que o EIA deve trazer a “definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e os sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas” (CONAMA, 1986).

Dessa forma, definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para o uso e implementação da AIA só foram estabelecidas a partir da Resolução Conama 01/86.

A necessidade de EIA para o licenciamento é reforçado pelo Inciso IV, do parágrafo 1º do art. 225 da Constituição Federal de 1988 que incumbiu ao Poder Público “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou de atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”.

## LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NA AQUICULTURA

---

Na aquicultura a legislação ainda se mostra, de forma geral, como um entrave sob o ponto de vista do produtor. O desconhecimento, a necessidade de investimentos obrigatórios junto aos empreendimentos e a demora na análise e aprovação dos processos de licenciamento são algumas das razões para as críticas.

Vale lembrar que a atividade da aquicultura tem inúmeras vertentes que causam impactos ambientais, e, por tais razões, necessitam de regulamentação específica, além daquelas inerentes às práticas de produção.

A preocupação com as atividades, elementos e insumos que integram a aquicultura é uma constante que deve ser sistematicamente observada, razão pela qual também o licenciamento ambiental de tais empreendimentos se mostra fundamental.

Por meio dele busca-se entender as peculiaridades daquele determinado empreendimento, seu sistema de produção, suas operações, seus processos, os insumos envolvidos, mas também as externalidades decorrentes.

A análise dessas externalidades possibilita o planejamento e a adoção de medidas mitigadoras que possibilitam a continuidade das operações / produção, bem como são capazes de controlar grande parte dos impactos ambientais negativos resultantes.

A regularização desses empreendimentos, por meio do licenciamento ambiental, possibilita, além dos ganhos com a sustentabilidade ambiental, a garantia do melhor uso dos recursos naturais disponíveis e a consequente continuidade do processo produtivo, com menores riscos, inclusive ao investimento.

O atendimento aos mercados, cada vez mais exigentes quanto aos aspectos ambientais, bem como a segurança quanto a sua atuação perante as fiscalizações ambientais e as consequentes punições (advertências, multas ou embargos), inclusive a suspensão das operações, são outras importantes razões para os produtores manterem seus empreendimentos regularizados / licenciados (BRASIL e SEBRAE, 2011).

Acrescenta o Ministério da Pesca e Aquicultura (2011) que, outra questão se refere às políticas públicas de fomento como: crédito agrícola, incentivos, isenções, programas de aquisição de alimentos do governo, etc., cujo acesso somente é possível se estiverem regulares do ponto de vista ambiental.

Assim, as inúmeras vertentes que abrangem as atividades envolvidas necessitam de amparo para a continuidade e sustentação das operações, sobretudo da produção e mercado, viabilizando a atividade econômica e seu crescimento.

Neste amplo universo, a legislação ambiental não pode ser vista como um obstáculo. A ausência de controle sobre os processos produtivos, sob o ponto de vista ambiental, não só contribui, como, em última análise, pode ser considerada a causadora (por omissão) de impactos relevantes sobre os meios onde se realizam as operações. E esses impactos são responsáveis por processos contaminantes, diminuição na disponibilidade de recursos, entre vários outros.

Contudo, a demora na aprovação dos processos, bem como a dificuldade no entendimento de muitos sobre as competências dos entes públicos responsáveis pelo licenciamento colabora para com as críticas.

Segundo Proença (1998):

Os diversos segmentos e atividades que compõe a aquicultura necessitam estar devidamente adequados à legislação vigente para que o setor possa ter um desenvolvimento sustentável e sem conflitos. Isso significa dizer que o aquicultor deverá ter à sua disposição um conjunto de normas e critérios que lhe permitam exercer plenamente suas funções, causando um mínimo de impactos negativos ao meio ambiente e as demais atividades humanas, bem como sofrendo um mínimo de efeitos adversos sobre seus cultivos e a comercialização de seus produtos.

Neste sentido, acrescenta o autor, que o IBAMA, órgão federal responsável pelo ordenamento (regulamentação) da aquicultura, mostra sua preocupação ao manter constante as discussões sobre importantes temas, sobretudo em duas linhas básicas: a) revisão permanente dos instrumentos legais vigentes, visando seu aperfeiçoamento e atualização diante da constante evolução do setor aquícola brasileiro; e b) elaboração de novos instrumentos de regulamentação dos aspectos ainda conflitantes ou não abordados.

Entre os temas que vêm, já há algum tempo, merecendo a atenção do IBAMA estão:

- **Produtos químicos, farmacêuticos, veterinários e afins utilizados na aquicultura (uso e comercialização).** Ausência de registros nos órgãos competentes e adequação comercial das marcas para uso na aquicultura. Correção das falhas para comercialização e uso regulamentado.
- **Formas de diferenciação do pescado cultivado daquele capturado nos ambientes naturais, para fins de comercialização.** Desassociação da ação das portarias que estabelecem tamanhos mínimos e épocas de defeso para a pesca.
- **Utilização de áreas de apicuns, salinas desativadas e viveiros de piscicultura abandonados para expansão da carcinicultura marinha no litoral norte-nordeste.** Avaliar a restritiva legislação ambiental brasileira quanto ao uso de áreas adjacentes à manguezais.
- **Transferência de espécies aquáticas entre diferentes bacias hidrográficas brasileiras.** Analisar os impactos ambientais da transferência de organismos aquáticos nativos.

- **Importação e exportação de organismos aquáticos cultivados para fins de ornamentação.** Normas para balizar as translocações.
- **Revisão e alteração das taxas e licenças exigidas do aquicultor, bem como das multas aplicadas.** Equacionar a confusa legislação e as injustas cobranças em relação ao porte dos empreendimentos ou aos impactos que possa causar aos recursos naturais.
- **Uso das águas públicas pela aquicultura.** Regulamentação de uso.

A preocupação quanto a estes e outros vários temas tem fundamento, até porque, tal como afirmado por Tiago (2002), a atividade aquícola interfere na maioria dos sistemas legais e é diretamente afetada por leis referentes a solo, água, meio ambiente, conservação de recursos naturais, caça e pesca, sanidade animal. E desta forma, de maneira geral, por leis de saúde pública, leis sanitárias, leis de exportação e importação, leis tributárias, dentre outras.

Essas gamas de matérias correlacionadas tornam usualmente complexos os processos de licenciamento das atividades aquícolas, envolvendo muitas e diferentes instituições, o que, por certo, com uma centralização e integração a um processo de assessoramento, pode indubitavelmente ajudar a reduzir as complexidades burocráticas, assim como baixar os custos para aquicultores e governo (VAN HOUTTE, 1996 apud TIAGO, 2002).

Segundo o Canal Rural (2018), pelo menos 3 mil pedidos de licença ambiental para o setor de aquicultura esperam há mais de 10 anos em Brasília para serem aprovados. A burocracia e o desconhecimento específico da cadeia produtiva são apontados como os principais entraves à expansão do setor, como afirma Francisco Hidalgo Farina, representante da Associação dos Produtores de Peixe de Rondônia.

Segundo Farina apud Canal Rural (2018), “Os órgãos competentes não têm mão de obra disponível e conhecedora da cadeia produtiva, logo criam um desconforto na execução ou na deliberação das outorgas por falta de conhecimento”.

O presidente da Comissão Nacional de Aquicultura - CNA, Eduardo Ono atribui as dificuldades dos criadores à falta de legislação específica em cada estado, uma vez que seguem as orientações do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Alguns estados possuem legislações próprias para o licenciamento e regularização da aquicultura (ONO, 2018). Contudo, a ausência de instrumentos normativos específicos para a atividade acaba por generalizar os estudos ambientais exigidos, impondo ao setor, muitas vezes, exigências desconexas a sua realidade.

Por outro lado, mesmo em estados que já possuem legislações específicas, os criadores ainda encontram dificuldade para conseguir os licenciamentos ambientais em razão da necessidade de pareceres distintos de órgãos responsáveis pela análise dos processos, tais como a Agência Nacional de Águas, Ibama e Marinha do Brasil. Todos também responsáveis por emitir pareceres relacionados à implantação de estruturas de aquicultura, o que pode atrasar os processos (CANAL RURAL, 2018).

Para aumentar os números da produção nacional e minimizar as questões relacionadas aos entraves se propõe unificar e informatizar os pedidos de licenciamento ambiental, tal como afirmado por Tiago (2002).

Neste sentido, em 2017, o Governo do Estado de São Paulo anunciou uma série de ações objetivando fortalecer e incentivar a aquicultura paulista, com base no Decreto nº 62.243 de 01 de novembro de 2016.

Segundo o Instituto de Pesca (IP) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (2017), o conjunto de ações integra o Programa de Modernização e Desburocratização da Agricultura (Agrofácil SP), com objetivo de facilitar a execução das atividades agropecuárias pelos produtores rurais. Dentre elas, ações relacionadas à regularização das atividades aquícolas que teve como meta fazer com que os pequenos produtores paulistas deixassem a informalidade e passassem a trabalhar de forma segura, de acordo com as legislações vigentes.

Os aquicultores do Estado de São Paulo (piscicultores, ranicultores, criadores de mariscos, ostras, algas e outros animais aquáticos) foram convocados a regularizar suas atividades até o dia 31 de outubro de 2017, por meio da Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura (DCAA). Trata-se de um formulário autodeclaratório a ser preenchido pelo produtor no *site* da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), órgão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Segundo o Governo do Estado (2017) basta inserir os dados pessoais do produtor e da propriedade onde a atividade é desenvolvida, bem como indicar as espécies cultivadas, os sistemas de produção utilizados e a bacia hidrográfica em que o empreendimento está inserido. Na impossibilidade de o cadastro ser feito por via eletrônica, o interessado pode se dirigir a Casa da Agricultura de sua região.

Acrescenta a Secretaria de Agricultura e Abastecimento (2017) que, com a declaração efetuada, o produtor passa a estar em dia com a legislação; pode instalar e operar seus empreendimentos no Estado e acessar as linhas de financiamento disponibilizadas pelo Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista/Banco do Agronegócio Familiar (Feap/Banagro).

Contudo, apesar da medida buscar estimular a atividade, oferecendo maior segurança jurídica, ao tirar os produtores da informalidade e permitir maior conhecimento para a formulação de melhores políticas públicas em prol da aquicultura, a Declaração não dispensa as outras exigências legais, isto é, o produtor ainda está obrigado a obter todas as licenças necessárias, outorga da água, licença para exercer a atividade em água da União, entre outras, como afirma João Brunelli Júnior, coordenador da CATI.

A regularização da atividade aquícola atende ao Decreto 62.243/2016 e a Resolução SAA – 77.

O Decreto dinamiza as regras para obtenção do licenciamento ambiental e estabelece critérios para o cultivo de espécies aquáticas alóctones e exóticas e híbridos, dividindo a permissão de cultivo por bacias hidrográficas e observando os sistemas de cultivo que devem ser seguidos com o objetivo de mitigar possíveis impactos ambientais. Já a Resolução SAA – 77 estabelece procedimentos para a emissão da Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura (DCAA) pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). (Governo do Estado de São Paulo, 2017).

Desta forma, o licenciamento é dividido em três níveis conforme a escala de produção:

- a) Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura (DCAA);
- b) Licenciamento Simplificado, caso ultrapassem as escalas determinadas para cada atividade em específico; e
- c) Licenciamento Pleno, para escalas maiores de produção em quaisquer das atividades.

Observa-se que estes dois últimos devem ser feitos junto à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Portanto, para obter o licenciamento ambiental os aquicultores de pequeno porte devem fazer a Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura (DCAA); os de médio porte devem fazer o licenciamento simplificado na Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB); e os de grande porte devem fazer o licenciamento ordinário, também junto a CETESB.

Informa ainda o Centro de Comunicação Rural da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CECOR-CATI) (2017), que a DCAA deverá ser emitida nos seguintes casos:

- piscicultura e pesque e pague em viveiros escavados, cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja inferior a cinco hectares;
- piscicultura em tanques revestidos, cuja somatória de volume seja inferior a mil metros cúbicos;
- piscicultura e pesque e pague com barramento, cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja inferior a cinco hectares;
- piscicultura e pesque e pague em sistema com recirculação, cuja somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a cinco hectares;
- piscicultura em tanques-rede, cuja somatória de volume seja inferior a mil metros cúbicos, em águas públicas estaduais, federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração;
- piscicultura em cavas exauridas de mineração, cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja inferior a cinco hectares.

Também estão sujeitas à emissão da DCAA:

- ranicultura que ocupe área inferior a 400 metros quadrados;
- carcinicultura (criação de camarões) em água doce realizada em viveiros escavados, cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja inferior a cinco hectares;
- malacocultura (criação de ostras e mexilhões) cuja superfície de lâmina d'água seja inferior a cinco hectares; e
- algicultura (cultivo de algas), cuja superfície de lâmina d'água seja inferior a 10 hectares.

Já os estabelecimentos localizados nas Áreas de Proteção aos Mananciais ou Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo deverão ter alvará de Licença Metropolitana emitido pela CETESB, assim como as áreas cuja implantação implicar supressão de vegetação nativa ou intervenção em Área de Preservação Permanente deverão obter prévia autorização.

Para maior facilidade de acesso às referidas normas legais, formulários declaratórios e processos de licenciamento simplificado integramos os links na Tabela 3.

**TABELA 3 - LINKS DE ACESSO AS NORMAS, FORMULÁRIOS DECLARATÓRIOS E LICENCIAMENTO.**

Links
<p><b>Decreto nº 62.243/2016</b>  <a href="http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2016/decreto-62243-01.11.2016.html">http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2016/decreto-62243-01.11.2016.html</a></p>
<p><b>Resolução SAA - 77</b>  <a href="http://www.agricultura.sp.gov.br/media/13388-resolucao-saa-77.pdf">http://www.agricultura.sp.gov.br/media/13388-resolucao-saa-77.pdf</a></p>
<p><b>Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura - DCAA</b>  <a href="http://www.cati.sp.gov.br/portal/produtos-e-servicos/declaracao-de-conformidade-da-atividade-de-aquicultura-dcaa">http://www.cati.sp.gov.br/portal/produtos-e-servicos/declaracao-de-conformidade-da-atividade-de-aquicultura-dcaa</a></p>
<p><b>Portal de Licenciamento Ambiental da Cetesb:</b>  <a href="https://portalambiental.cetesb.sp.gov.br/pla/welcome.do">https://portalambiental.cetesb.sp.gov.br/pla/welcome.do</a></p>
<p><b>Sistema de Gestão de Defesa Animal e Vegetal (Gedave):</b>  <a href="https://gedave.defesaagropecuaria.sp.gov.br/">https://gedave.defesaagropecuaria.sp.gov.br/</a></p>

*Fonte: Governo do Estado de São Paulo, Centro de Comunicação Rural da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CECOR-CATI) (2017).*

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que o Programa de Modernização e Desburocratização implementado pelo governo do Estado de São Paulo de fato cumpra com os objetivos propostos, bem como incentive os demais órgãos estaduais e federais à aplicação de medidas que propiciem a melhoria no atendimento às solicitações dos produtores, agilizando os processos de licenciamento, entre outras ações que tanto perturbam o setor.

Agilizar tais processos não significa flexibilizar parâmetros de análise, colocando em riscos a interação dos fatores que sustentam o desenvolvimento pautado pela sustentabilidade ou ignorar quaisquer dos princípios que balizam a estrutura jurídica desse instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, mas proporcionar maior segurança, inclusive segurança jurídica, uma vez que as incertezas decorrentes da ausência de definição quanto aos processos de licenciamento tornam inviáveis quaisquer ações, bem como criam instabilidade socioeconômica e ambiental, sem mencionar os prejuízos ao produtor e a toda a estrutura econômica a que está inserido.

Os impactos dessa instabilidade tendem a causar danos irreparáveis a qualquer setor produtivo, o que, por certo, impacta negativamente em toda a cadeia de mercado (produção, distribuição, consumo, etc), por sua vez, na sociedade.

Possuímos uma excelente legislação, cabe, portanto, estruturar as instituições para que tenham condições de aplicá-la corretamente, o que significa proporcionar melhores condições para o desenvolvimento de setores como a aquicultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, P.B. **Direito ambiental**. 17.ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- BASTOS, C.R. **Curso de direito administrativo**. São Paulo: Saraiva, 1994.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE. **Licenciamento ambiental da aquicultura: critérios e procedimentos**. 2011.
- BRASIL. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Cartilha de licenciamento ambiental**. 2.ed. Brasília: TCU, 4ª Secretaria de Controle Externo, 2007. 83p.
- CANAL RURAL. Aquicultura: setor reclama da burocracia para conseguir licenças ambientais. São Paulo. 2018. Disponível em: <[https://administracaoambiental.com.br/aquicultura-setor-reclama-da-burocracia-para-conseguir-licencas-ambientais/](https://administracaoambiental.com.br/aquicultura-setor-reclama-da-burocracia-para-conseguir-licencas-ambientais)>. Acesso em: 29 set 2018.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Licenciamento ambiental: aquicultura**. São Paulo: CETESB, 2018. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/roteiros/aquicultura/>>. Acesso em: 29 set 2018.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 01 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre os estudos de impacto ambiental e seus relatórios em complementação aos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1986.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 237 de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1997.
- FIORILLO, C.A.P. **Curso de direito ambiental brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2000.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO; CENTRO DE COMUNICAÇÃO RURAL DA COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL (CECOR-CAT). Aquicultor paulista tem até o dia 31 de outubro para regularizar suas atividades. **Secretaria de Agricultura e Abastecimento - Instituto de Pesca (IP)**. 18 out. 2017. Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br/instituto/centro-de-comunicacao/sala-de-imprensa/509-aquicultor-paulista-tem-ate-o-dia-31-de-outubro-para-regularizar-suas-atividades>>. Acesso em 29 set. 2018.
- MACHADO, P.A.L. **Direito ambiental brasileiro**. 23 ed. São Paulo: Malheiros, 2015.
- MATEO, R.M. **Manual de derecho ambiental**. Madrid: Trivium, 1998.
- MATOS, E.L. **Autonomia Municipal e Meio Ambiente**. Belo Horizonte: Del Rei, 2001.
- MILARÉ, E. **Direito do ambiente**. 10 ed. São Paulo: RT, 2015.
- OLIVEIRA, A.I. **Introdução à Legislação Ambiental Brasileira e Licenciamento Ambiental**. Editora Lumen Juris, Rio de Janeiro, p. 403, 2005.
- ONO (2018) não está citado
- PROENÇA, C.E.M. Legislação aquícola. **Panorama da aquíicultura**. v.8, n.45, p.34-35. 1998.
- RODRIGUES, M.A. **Instituições de direito ambiental**. São Paulo: Max limonad, 2002.
- TAGLIAFERRO, E.R. **Ciências Ambientais: Políticas Públicas, Economia Municipal e Meio Ambiente**. Pós-graduação - MESTRADO (aulas). Fernandópolis/São Paulo: UNIVERSIDADE BRASIL, 2018.
- TAGLIAFERRO, E.R. **Mudanças Sistêmicas e Transmutações do Mercado - O Projeto BECE (Bolsa Brasileira de Commodities Ambientais): uma proposta para o desenvolvimento sustentável**. 1. ed. Campos do Jordão: MIX EDITORES ASSOCIADOS, 2007. p. 194.
- TIAGO, G.G. Aquicultura, Meio Ambiente e Legislação. Annablume Editora Comunicação. 2002

# CAPÍTULO 13

## **ABATE E PROCESSAMENTO DE RÃS**

André Muniz Afonso



## ASPECTOS GERAIS

A etapa do abate e processamento de animais de produção constitui um importante momento nas cadeias produtivas. Por estar próxima ao final do processo - que na cadeia ranícola pode ser resumido por: *Reprodução; Incubação; Crescimento e Desenvolvimento das formas larvais; Crescimento e Desenvolvimento das formas jovens; Crescimento e Desenvolvimento das formas adultas; Abate e Processamento; Distribuição; e Venda* - pode servir como indicador da qualidade do processo de produção, uma vez que os animais serão, de acordo com a legislação nacional, inspecionados antes e após a morte (BRASIL, 2017a; 2020b).

Outra característica inerente à esta etapa é que ela divide os atores do processo produtivo, separando as etapas anteriores de criação, ligadas ao produtor rural, denominado de “ranicultor”, das etapas de comercialização dos produtos gerados por aquela cultura, sejam eles alimentícios ou não. Ela é, portanto, um elo entre os segmentos de produção e venda dos produtos. As informações geradas no processo de abate e processamento são estratégicas e fundamentais ao conceito de rastreabilidade.

No que se refere à legislação nacional e internacional de processamento de produtos de origem animal, a rã está inserida na **classe do pescado** e possui normas e procedimentos inerentes ao abate deste grupo de animais. A Subchefia para Assuntos Jurídicos da Presidência da República publicou, recentemente, o Decreto nº 9.013, de 27 de março de 2017, que constitui o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), que disciplina a fiscalização e a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, instituídas pela Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e pela Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989 (BRASIL, 2017a). Isto é, dispõe sobre os procedimentos a serem adotados pelos órgãos de fiscalização quanto aos métodos, equipamentos e materiais diversos empregados no abate e no processamento das espécies animais comercializadas no país. Cabe lembrar que, até a presente data, este regulamento, ainda que vigente, já foi modificado cinco vezes (Decretos de nºs 9.069/2017; 9.621/2018; 10.130/2019; 10.419/2020; e 10.468/2020). Particularmente, o Decreto nº 10.468/2020 promoveu muitas modificações voltadas ao abate e processamento do pescado (BRASIL, 2020b).

No âmbito federal, tais procedimentos são de competência do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) e do Serviço de Inspeção Federal (SIF), ambos vinculados ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Nos âmbitos estadual e municipal, quando não houver regulamentação específica, cabe às Secretarias de Agricultura seguir as normas contidas na legislação federal. Existem municípios que não dispõem de serviço de inspeção próprio, sendo esta atividade ligada às Secretarias de Saúde e órgãos a ela vinculados, como a Vigilância Sanitária.

De maneira geral, os estabelecimentos de inspeção federal são conhecidos pela sigla “SIF”, enquanto os estaduais por SIE (Serviço de Inspeção Estadual<sup>1</sup>) e os municipais por SIM (Serviço de Inspeção Municipal). Tradicionalmente, os estabelecimentos inspecionados e fiscalizados pelo SIF podem comercializar seus produtos em todo o território

<sup>1</sup> Vários estados utilizam a sigla SIE, mas podem existir variações, como São Paulo (SISP - Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal) e Paraná (SIP/POA - Serviço de Inspeção do Paraná), por exemplo.

nacional e até exportar, quando regras e procedimentos complementares estabelecidos pelo país comprador forem seguidos. Estabelecimentos com SIE podem comercializar no âmbito estadual e, por sua vez, os com SIM no âmbito municipal.

Com a promulgação do Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006, pela Presidência da República, organizou-se o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), que, paralelamente ao SUS (Sistema Único de Saúde), opera em conformidade com os princípios e definições da sanidade agropecuária, incluindo o controle de atividades de saúde, sanidade, inspeção, fiscalização, educação, vigilância de animais, vegetais, insumos e produtos de origem animal e vegetal, de maneira a estabelecer ações voltadas à Saúde Pública nacionais (BRASIL, 2006). Neste mesmo decreto também foi instituído o SISBI (Sistema Brasileiro de Inspeção), englobando a inspeção e fiscalização de produtos de origem animal, vegetal e insumos agropecuários. Este novo sistema permitiu que estados e municípios, sob adesão, estabelecessem convênios com o MAPA para que fossem auditados, inspecionados e fiscalizados por seu corpo técnico. Por meio desta adesão estados e municípios participantes podem comercializar seus produtos em todo o território nacional com a sigla do SISBI, ampliando o escopo de atuação anteriormente mencionado.

Recentemente, com a promulgação da Lei nº 13.680, em 14 de junho de 2018, pela Presidência da República, criou-se um selo nacional denominado de “Selo Arte”. Esta medida teve por objetivo disciplinar o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Em seguida, com a publicação do Decreto nº 9.918, em 18 de julho de 2019, que regulamentou a lei, diretrizes foram criadas de maneira que alguns produtos originais produzidos no Brasil passassem a seguir os mesmos padrões de qualidade exigidos para os produtos industrializados e fiscalizados, ou seja, marcando o processo de formalização de tais produtos perante o comércio nacional.

No que se refere ao pescado, no dia 6 de março de 2020, o MAPA publicou no Diário Oficial da União a Portaria nº 22, que se referia à consulta pública para que fossem estabelecidos os requisitos de Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação aplicáveis aos aquicultores, pescadores e produtores de produtos alimentícios derivados do pescado e classificados como artesanais (BRASIL 2020c). Neste mesmo ano, no dia 2 de abril, o Ministério publicou outra Portaria, a de nº 56, prorrogando o prazo para recebimento das sugestões que serviram de base para a publicação dos requisitos supramencionados, porém, até o presente momento, não existe nenhuma legislação que discipline o assunto.

De acordo com o RIISPOA (Decreto 9.013/2017 e suas respectivas modificações), os estabelecimentos de pescado que processam rês devem ser classificados na categoria de **abatedouro frigorífico de pescado**, que abrange as operações de abate e processamento, que pode ser dividido em áreas de recepção, lavagem, manipulação, acondicionamento, rotulagem, armazenagem e expedição, sendo capaz de receber, manipular, industrializar, acondicionar, rotular, armazenar e distribuir produtos comestíveis e não comestíveis (BRASIL 2017a; 2020b). Resumidamente, o abatedouro frigorífico de pescado é o estabelecimento que pode receber rês vivas para, em seguida, proceder o seu

abate e processamento, armazenando os seus produtos e subprodutos (coprodutos<sup>2</sup>) até que estes sejam expedidos.

## FLUXOGRAMA DO ABATE DE RÃS

O procedimento de abate de um animal possui uma sequência lógica operacional, denominada de fluxograma operacional ou simplesmente de fluxograma. Na figura 1 pode-se observar um típico fluxograma adotado em abatedouros frigoríficos especialmente projetados para o abate de rês no Brasil. Nem todas as indústrias possuem o mesmo tipo de sequenciamento operacional, mas a espinha dorsal apresentada neste exemplo recebe poucas alterações de um estabelecimento para outro, principalmente quando são fiscalizados e inspecionados pelo SIF. Maiores variações são esperadas quando estes estabelecimentos processam diferentes tipos de pescado, como rês e peixes, por exemplo, tarefa permitida pelos serviços de inspeção, desde que realizada em dias ou turnos distintos.

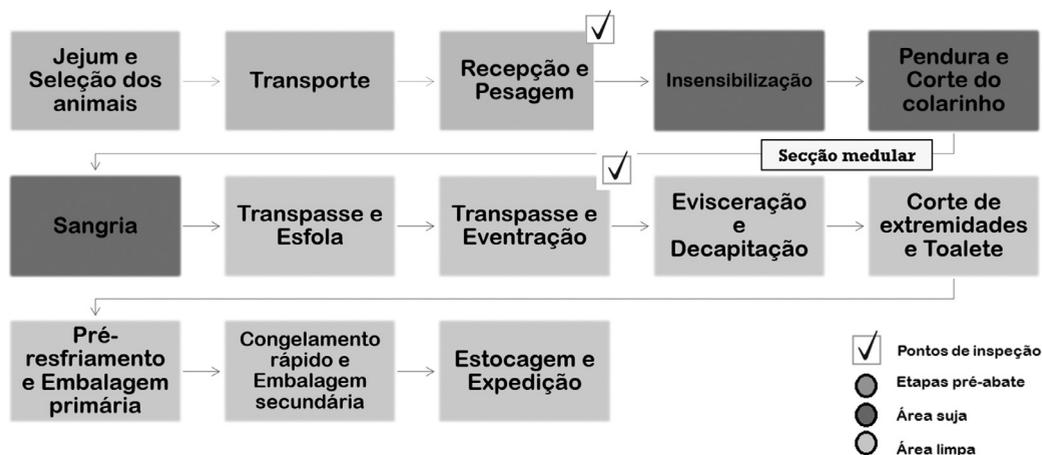


FIGURA 1. EXEMPLO DE FLUXOGRAMA DO ABATE DE RÃS EM ESTABELECIMENTOS SOB INSPEÇÃO FEDERAL NO BRASIL, BASEADO EM CRIBB ET AL. (2013).

Os procedimentos ou etapas do fluxograma podem ser divididos em pré-abate e abate. Esta divisão é importante, pois caso a indústria se limite a receber animais para abate sem que as condições pré-existent sejam conhecidas, problemas na sua linha de produção e posteriormente no pós-venda podem comprometer a sua reputação, gerando prejuízos de diversas naturezas.

### JEJUM E SELEÇÃO DOS ANIMAIS

O jejum e a seleção dos animais compreendem a primeira etapa pré-abate. Geralmente, preconiza-se um jejum de pelo menos 24 horas antes do abate, podendo este tempo ser contado desde a cessação do fornecimento de alimento nas baias até o momento em que os animais são submetidos à insensibilização. O jejum é uma importante

<sup>2</sup> Nomenclatura mais adequada aos subprodutos da produção, uma vez que podem atingir valor comercial maior do que muitos produtos ditos primários.

etapa no manejo pré-abate, uma vez que quanto menor for a carga de conteúdo gastrointestinal no decorrer do processamento, menores serão as chances de contaminação na linha. O período de 24 horas não é suficiente para esgotar completamente o conteúdo presente no sistema digestório, mas, como dito anteriormente, quanto menor a carga melhor. Existem empresas que trabalham com períodos maiores, como 48 e 72 horas, no entanto, nem assim todo o conteúdo é eliminado e o animal pode apresentar muita perda de peso, o que influencia negativamente no rendimento final da carcaça. É importante frisar que não existe período de tempo legalmente preconizado para rês, os tempos aqui informados são aqueles normalmente encontrados em empresas em funcionamento sob inspeção federal e utilizados para diversos tipos de animais submetidos ao sistema de abate oficial.

Como em qualquer abate animal, as rês não podem ser privadas de dieta hídrica, neste caso realizada pelo contato da pele do animal com a água. Portanto, no decorrer da espera (descanso pré-abate), os animais devem ser constantemente hidratados, caso sejam acondicionados em caixas plásticas ou em tanques de espera/depuração. Se o transporte até o abatedouro for prolongado, medidas deverão ser tomadas para que não ocorra sofrimento animal.

A seleção dos animais (Figura 2) é tão importante quanto o jejum alimentar, pois é por meio dela que o produtor separa os animais que estão aptos ao processo de abate. Até o final da década de 1990, no Brasil, preconizava-se o abate de rês com peso vivo total entre 180 a 220 gramas. Este parâmetro foi sendo modificado desde então e, hoje, normalmente se abatem rês com peso vivo na faixa dos 250 gramas (MOREIRA *et al.*, 2013), podendo ultrapassar este total em alguns casos. A discussão do peso ideal de abate, apesar de muito importante para a definição de diversos parâmetros de criação e para fins de planejamento de produção, é precária, limitando-se, na maioria dos casos, à negociação entre a empresa processadora e o produtor. Estudos de rendimento e de ganho de peso com animais acima dos 250 gramas são escassos ou inexistentes e precisam ser realizados para que estes novos padrões possam ser melhor comparados com o planejamento de produção atualmente empregado.

Outra característica importante da seleção é que por meio dela o produtor pode selecionar animais que não apresentem feridas ou quaisquer outros indícios de anormalidade, como inchaços e traumatismos em membros e articulações, nódulos subcutâneos, sangramentos, entre outros. Animais recebidos pelas indústrias com estas características são, normalmente, destinados ao final do ciclo de abate pela inspeção, pois podem constituir importantes pontos de contaminação na linha. Caso existam condições compatíveis com o abate emergencial, como o sofrimento animal, por questões de bem-estar animal estes animais deverão ser submetidos imediatamente ao abate, eliminando-se a exigência legal do descanso pré-abate (BRASIL, 2000; 2017c).



FIGURA 2. RÃS APTAS AO ABATE EM RANÁRIO COMERCIAL (CACHOEIRAS DE MACACU/RJ).

## TRANSPORTE

O transporte constitui uma importante etapa pré-abate animal, devendo ser realizado, preferencialmente, em veículos fechados, com ventilação, temperatura e umidade que propiciem conforto aos animais. Devem-se evitar as estradas irregulares, quando realizado por meio de rodovias, os horários mais quentes do dia, dando-se preferência às primeiras horas da manhã ou final da tarde, e tempos longos, de forma a diminuir o estresse causado aos animais. Admite-se que rãs sejam transportadas em veículos abertos, desde que os itens descritos anteriormente sejam respeitados, principalmente pela possibilidade de ressecamento e desidratação intensos.

A quantidade de animais por caixa ou outro recipiente fechado deve permitir que todos os animais possam ficar em estação, ou seja, com seus membros em contato direto com o assoalho do recipiente, ainda que, por questões comportamentais, eles se aglomerem. Esse espaçamento também está ligado ao conceito de bem-estar animal, disciplinado pelas instruções normativas de nº 3 (BRASIL, 2000) e de nº 12 (BRASIL, 2017c), do MAPA.

## RECEPÇÃO E PESAGEM

A recepção é marcada pela chegada e acondicionamento dos animais previamente ao abate. É nesta etapa que o fiscal realiza a checagem dos documentos de transporte, como a Guia de Trânsito Animal (GTA), e observa o lote de animais, inclusive procedendo ao exame clínico de alguns, de maneira a avaliar o estado sanitário em geral (inspeção *ante-mortem*). É importante que o fiscal tenha conhecimento das características anatômicas, fisiológicas, patológicas, comportamentais, entre outras, para que possa exercer a clínica médica veterinária aplicada às rãs, razão pela qual o inspetor é obrigatoriamente um médico veterinário, podendo dispor de outros profissionais, inclusive veterinários,

em sua equipe de apoio. De acordo com o novo RIISPOA, a inspeção deve ser realizada em caráter permanente ao longo das operações de abate, no que se refere aos anfíbios e répteis (BRASIL, 2017a; 2020b).

Os animais que chegam podem, a critério da inspeção, continuar acondicionados às caixas ou recipientes de transporte (Figura 3), em local sombreado e livre de trânsito de pessoas ou animais, livre de ruídos excessivos ou quaisquer outros componentes que possam estressar os animais, uma vez que é na recepção que ocorre o chamado “descanso pré-abate”, responsável pela recuperação do glicogênio muscular, fundamental ao processo de transformação do músculo em carne. Nas rãs, ainda que não seja definido em norma ou lei, o tempo de descanso preconizado nos abatedouros é de 6 ou mais horas. Como anteriormente informado, os animais não podem ser privados da dieta hídrica, dessa forma, caso as rãs não sejam alocadas em tanques com reservatório com água potável<sup>3</sup>, deve-se promover a sua aspersão constantemente sobre elas.



**FIGURA 3.** RÃS ACONDICIONADOS EM CAIXAS DE TRANSPORTE, EM PERÍODO DE DESCANSO PRÉ-ABATE (NOVA ERA/MG).

A pesagem constitui importante etapa, pois permite o cálculo para pagamento ao produtor, bem como àqueles resultantes das perdas por aproveitamento no abate. Como mencionado, a tendência é que se utilizem cada vez mais animais com padrão de peso vivo igual ou superior a 250 gramas, quando se trata de mercado interno, pois mercados estrangeiros, como a França e outros países da Europa, tendem a preferir carcaças ou pernas de rãs menores, uma vez que suas rãs nativas não chegam ao tamanho de uma rã-touro americana (*Lithobates catesbeianus*) (TEIXEIRA *et al.*, 2001), único anfíbio produzido comercialmente no Brasil com fins alimentares (BRASIL, 1998).

## INSENSIBILIZAÇÃO

Considerada a primeira etapa do abate, realizada na área suja<sup>4</sup> do abatedouro (Figura 4), a insensibilização constitui uma das etapas mais importantes dentro de um

<sup>3</sup> Os padrões de potabilidade da água são definidos pela Portaria de consolidação nº 5, de 28/09/2017, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017d).

<sup>4</sup> Denominação que caracteriza a área do abatedouro que recebe animais vivos e aonde são realizadas as operações de limpeza externa e sangria.

fluxograma operacional. Seu objetivo é promover um estado de inconsciência nos animais, evitando assim que as percepções oriundas dos sentidos sejam processadas no cérebro, como a percepção da dor, por exemplo. A insensibilização não promove a morte do animal, por isso diferentes métodos foram testados para que se chegasse ao que é considerado como ideal para o pescado, de forma geral.

São considerados métodos de insensibilização para o abate de rês no Brasil a termomarcose ou insensibilização pelo gelo (Figura 5), a eletronarcose (aplicação de corrente elétrica de baixa voltagem) e a exposição à atmosfera controlada (câmara de CO<sub>2</sub>), também denominada de quimionarcose (GUEDES *et al.*, 2002; MOURA, 2003). Recentemente, estudos voltados ao bem-estar de animais aquáticos destinados ao abate determinaram que a insensibilização por meio da termomarcose não pode ser considerada como um método de abate humanitário, devendo ser complementada por outro procedimento que atenda a esse propósito (EFSA, 2009). De maneira a resolver essa questão, por ser a termomarcose o método mais empregado no abate de rês no Brasil, devido ao seu baixo custo e praticidade, o SIF permite que ele seja empregado seguido de um corte medular transversal (secção medular), logo após a junção do crânio com a coluna do animal, entre o atlas e o eixo.

Para realizar a termomarcose, inicialmente se prepara um recipiente, normalmente um tambor plástico, previamente higienizado, sem a presença de sujidades e resíduos de produtos químicos, com água (hiperclorada à 5ppm) e gelo (potável), de maneira que a temperatura permaneça entre -1 e 1° C. Em seguida os animais são introduzidos e, normalmente, em até 10 minutos atinge-se o estado de torpor desejado, representado pela perda dos reflexos posturais e projeção da membrana nictitante, característicos do processo de hibernação.

A tendência é que os abatedouros brasileiros atendam cada vez mais aos preceitos estipulados pelas normas de bem-estar animal, dessa forma, espera-se que, em futuro próximo, existam mais indústrias adotando métodos mais completos e aceitos internacionalmente.



FIGURA 4. ÁREA SUJA DO ABATEDOURO (NOVA ERA/MG).



**FIGURA 5.** RÃS EM PROCESSO DE INSENSIBILIZAÇÃO POR TERMONARCOSE (NOVA ERA/MG).

## PENDURA E CORTE DO COLARINHO

A pendura tem por objetivo fixar a rã à nória, uma estrutura herdada do abate de aves que, por meio de ganchos, conduz as rãs e depois as carcaças até os funcionários ou máquinas executoras das diversas etapas do fluxograma. A nória pode ser manual (conduzida por tração humana) ou mecânica, conduzida por estrutura similar a correntes presas a máquinas com velocidade de tração variável. De modo a preparar a rã para a etapa de sangria, a pendura é feita fixando-se a rã pelos pés ou pela cabeça (Figura 6).

Após a pendura procede-se o corte do colarinho, que nada mais é do que um corte na pele do animal, logo após a cabeça, sem que se atinja a musculatura subjacente, facilitando assim a etapa da retirada na pele. A secção medular é realizada logo após esta etapa, quando a coluna do animal fica mais evidente.



**FIGURA 6.** RÃS PRESAS A NÓRIA APÓS A INSENSIBILIZAÇÃO (NOVA ERA/MG).

## SANGRIA

Responsável pela morte do animal, a sangria provoca um colapso no seu sistema circulatório, levando-o à parada cardíaca. É desejável que ela ocorra logo após a insensibilização, dessa forma, as etapas de pendura e corte do colarinho, adicionadas da secção medular, são imediatamente seguidas pelo corte dos vasos da base do coração. Cabe ressaltar que, por características fisiológicas, na rã não existe parada cardíaca por conta da sangria, principalmente devido à complexidade do seu sistema linfático, que impede a instalação de um quadro de choque hipovolêmico, desviando líquidos para o sistema circulatório e mantendo a volemia.

Devido ao exposto, a sangria não deve exceder os 8 minutos, tempo suficiente para que a maior parte do sangue presente na carcaça possa ser liberada, permitindo maior tempo de vida útil à carne e seus derivados. Cabe ressaltar que enquanto o animal e/ou a carcaça estiverem presos à nória, jatos de água hiperclorada (5 ppm de cloro) de baixa pressão são aspergidos para facilitar a limpeza, o que permite maior eliminação do sangue residual.

## TRANSPASSE E ESFOLA

Após a etapa de sangria, por meio de um óculo na parede, as rãs adentram a área limpa<sup>5</sup> do abatedouro, sendo fixadas à nória pela cabeça (1º transpasse), permitindo a remoção integral da pele logo abaixo deste ponto, no procedimento conhecido como esfola (Figura 7). Este envoltório externo é a única etapa considerada “suja” a ser realizada na área limpa e não pode ser feita antes de adentrá-la para que se evitem ao máximo as contaminações à carcaça.



FIGURA 7. ESFOLA DA RÃ (NOVA ERA/MG).

<sup>5</sup> Separada fisicamente da área suja por paredes sem portas. O acesso de pessoal a esta área é restrito e exclusivo da equipe que o executa. O fiscal e sua equipe são os únicos profissionais a transitar entre as áreas no decorrer do abate.

## TRANSPASSE E EVENTRAÇÃO

Após a esfola, o animal é novamente pendurado à nória pelos pés (2º transpasse) e procede-se a abertura da cavidade celomática cortando-se a musculatura por sobre a linha alba, expondo-se as suas vísceras à inspeção (*post mortem*) (Figura 8). Cabe lembrar que, o funcionário que executa a esfola não pode mais tocar na carcaça, ainda que esteja portando equipamentos de proteção individual (EPIs) como luvas, por exemplo, de modo a evitar contaminações.

No exame *post mortem*, o inspetor dá continuidade ao exame clínico feito na área de recepção, correlacionando aquilo que é encontrado nos órgãos e na carcaça com possíveis achados do exame anterior ou mesmo com aspectos ligados à criação dos animais. Esses achados patológicos norteiam as decisões a respeito do destino dos produtos e co-produtos do abate, pois dependendo da gravidade das lesões e achados, esses materiais podem constituir importante fonte de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) ao homem e aos animais. A fiscalização é, antes de tudo, um exemplo do conceito de saúde única<sup>6</sup>, pois lida com a saúde dos animais, uma vez que os dados coletados pelo serviço de inspeção podem nortear ações futuras de defesa sanitária animal, com a saúde das populações humanas, pois o abastecimento de alimentos à população (segurança alimentar<sup>7</sup>) deve ser feito com produtos inócuos (segurança do alimento<sup>8</sup>) e com a saúde ambiental, pois o descarte correto de rejeitos, deve impedir a disseminação de patógenos e outros elementos nocivos ao ambiente, preservando o seu equilíbrio.



**FIGURA 8.** CARCAÇA DE RÃ EVENTRADA, EVIDENCIANDO-SE A EXPOSIÇÃO DAS VÍSCERAS PARA A INSPEÇÃO SANITÁRIA (NOVA ERA/MG).

<sup>6</sup> Do inglês "one health".

<sup>7</sup> Do inglês "food security".

<sup>8</sup> Do inglês "food safety".

## EVISCERAÇÃO E DECAPITAÇÃO

Após a inspeção *post-mortem* os órgãos são tracionados para baixo e soltos da carcaça juntamente com a cabeça. Os órgãos, a cabeça, as mãos, os pés e a pele representam cerca de 50% do peso vivo do animal<sup>9</sup>, o que faz com que algumas empresas deem melhor destino a esses produtos do que apenas o descarte. A gordura, principalmente concentrada num órgão acumulador de gordura denominado de corpo adiposo, pode ser aproveitada como óleo ou gordura comestível ou como produtos farmacêuticos, como cremes, “shampoos” e afins. O fígado, desde que convenientemente tratado industrialmente, pode ser utilizado na elaboração de patês. Os outros órgãos, a cabeça, as mãos e os pés podem servir de matéria-prima para a farinha de carne de rã e, dessa forma, ser aproveitada na indústria de rações para animais. Por fim, a pele pode ser transformada em couro<sup>10</sup> por indústrias de curtume.

## CORTE DE EXTREMIDADES E TOALETE

O corte de extremidades é realizado por meio da secção das mãos e dos pés, sendo seguido por uma toailete (Figura 9), que compreende a remoção de coágulos sanguíneos, esquirolas ósseas e resquícios de pele que ficam presos à cloaca (Figura 10), constituindo uma espécie de acabamento final à carcaça, que adquire melhor aspecto visual e por conter menos sangue espera-se que tenha maior vida útil.

Cabe ressaltar que, o corte de extremidades pode ser realizado no momento da sangria, ainda na área suja (Figura 6), de modo a facilitar o escoamento do sangue e posterior esfolagem, estando essa variação sujeita à aprovação do serviço de inspeção. Com isso, faz-se uma pequena modificação do fluxograma apresentado na figura 1.



**FIGURA 9.** CARÇAÇAS DE RÃ EVENTRADAS (ESQUERDA) E EVISCERADAS E DECAPITADAS AGUARDANDO A TOALETE (DIREITA) (UBERLÂNDIA/MG).

<sup>9</sup> Devido a isto, considera-se que a rã apresenta 50% de rendimento de carcaça médio (RCM).

<sup>10</sup> O couro de rã tem ótimo aproveitamento pela indústria têxtil, por ser fino e maleável é utilizado em roupas, cintos, sapatos e artesanato em geral.



**FIGURA 10.** DESTAQUE PARA O REMANESCENTE DE PELE QUE PERMANECE PRESO À CLOACA, NO CENTRO DA IMAGEM (UBERLÂNDIA/MG).

## PRÉ-RESFRIAMENTO E EMBALAGEM PRIMÁRIA

De maneira a retardar os processos de estabelecimento do *rigor mortis* nas carcaças das rãs recém-abatidas, colocam-se as mesmas em recipientes plásticos ou metálicos<sup>11</sup> (Figura 11), dispostas entre camadas de gelo potável, em escamas ou moído. Dependendo do fluxo de trabalho, de tempos em tempos um funcionário passa por este setor e recolhe essas carcaças resfriadas levando-as para uma mesa e acondicionando-as em pequenas embalagens de policloreto de vinila (PVC) para que sejam, posteriormente, submetidas ao congelamento.



**FIGURA 11.** ESTEIRA METÁLICA QUE CONDUZ AS CARCAÇAS DAS RÃS, APÓS O TOILETE, PARA AS CAIXAS DE PRÉ-RESFRIAMENTO (NOVA ERA/MG).

<sup>11</sup> De preferência em aço inoxidável.

## CONGELAMENTO E EMBALAGEM SECUNDÁRIA

De acordo com o RIISPOA, no pescado só é permitido o congelamento do tipo rápido, ou seja, aquele que é capaz de passar pela zona crítica (0 a -5 °C) em até duas horas (BRASIL, 2007; 2020b). Com isso formam-se os microcristais de gelo e ao descongelar o produto, sua estrutura se mantém o mais próximo possível daquela do músculo *in vivo*, preservando seus sucos e substâncias intracelulares, que a caracterizam sensorial e nutricionalmente.

A temperatura de congelamento final deve ser igual ou menor a -18 °C<sup>12</sup>. Para que isto ocorra, as carcaças de rã ou suas partes devem ser submetidas ao congelamento por placas, por ventilação forçada (mais comum) ou por imersão em soluções. Em câmaras frigoríficas com sistema de congelamento por ventilação forçada, o calor dos produtos da rã é removido por convecção, num processo que pode durar entre 6 e 12 horas, dependendo da regulagem da temperatura da câmara. Em equipamentos avançados, como “ultra-freezers”, pode-se chegar a temperaturas muito baixas (abaixo de -80 °C) em poucas horas, o que confere maior agilidade ao fluxograma de produção em escala industrial.

Após o congelamento, nos casos onde utiliza-se a embalagem primária<sup>13</sup> como envoltório de cada carcaça ou produto em separado, os produtos congelados podem receber uma nova embalagem, denominada de secundária. Nela, de acordo com diversos dispositivos legais, seguem as informações que descrevem o produto, sua origem, carimbo modelo da inspeção com seu número de identificação único e tipo (SIF, SIE ou SIM), telefones para contato, endereço, tabela de componentes nutricionais, entre outros. Quando os produtos não são embalados em separado, a embalagem com estas informações constitui a própria embalagem primária. Antes de seguirem para a estocagem, os produtos são, na maioria das vezes, embalados em caixas de papelão (embalagem secundária ou terciária<sup>14</sup>), que facilitam a sua acomodação nas câmaras de estocagem.

## ESTOCAGEM E EXPEDIÇÃO

Após o congelamento os produtos são estocados em temperatura igual ou menor a -18 °C e devem ser conduzidos até os pontos de venda, atacadistas ou varejistas, mantendo-se o mesmo padrão, de maneira que não ocorram quebras na cadeia do frio, prejudiciais à sua qualidade. O local de acoplamento do caminhão na expedição deve permitir que as operações sejam feitas sem que existam as variações de temperatura supramencionadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo projeto de abatedouro deve ser submetido à análise pelo serviço de inspeção escolhido, previamente à etapa de construção. Dificilmente uma planta é aprovada sem que a inspeção não proponha algum tipo de modificação estrutural ou no fluxograma operacional para a produção daquilo que é pretendido por parte do industrial. Complementarmente a este capítulo, recomenda-se a leitura cuidadosa da legislação apresen-

<sup>12</sup> Aferida no centro geométrico da peça.

<sup>13</sup> Embalagem primária é aquela que entra em contato com o produto.

<sup>14</sup> Varia conforme o abatedouro.

tada, bem como do “Manual de Procedimento para Implantação de Estabelecimento Industrial de Pescado”<sup>15</sup>, elaborado pelo MAPA em parceria com a extinta Secretaria de Aquicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP/PR). Assim como a inspeção deve dar o aval para que um empreendimento dessa natureza possa iniciar suas operações, quaisquer modificações, sejam elas reduções ou acréscimos na estrutura, inclusão de produtos ou coprodutos, ou modificações de fluxo, devem ser submetidas à inspeção para nova aprovação.

A figura 12 mostra um exemplo de planta baixa sob inspeção federal apta ao abate e processamento de rês.

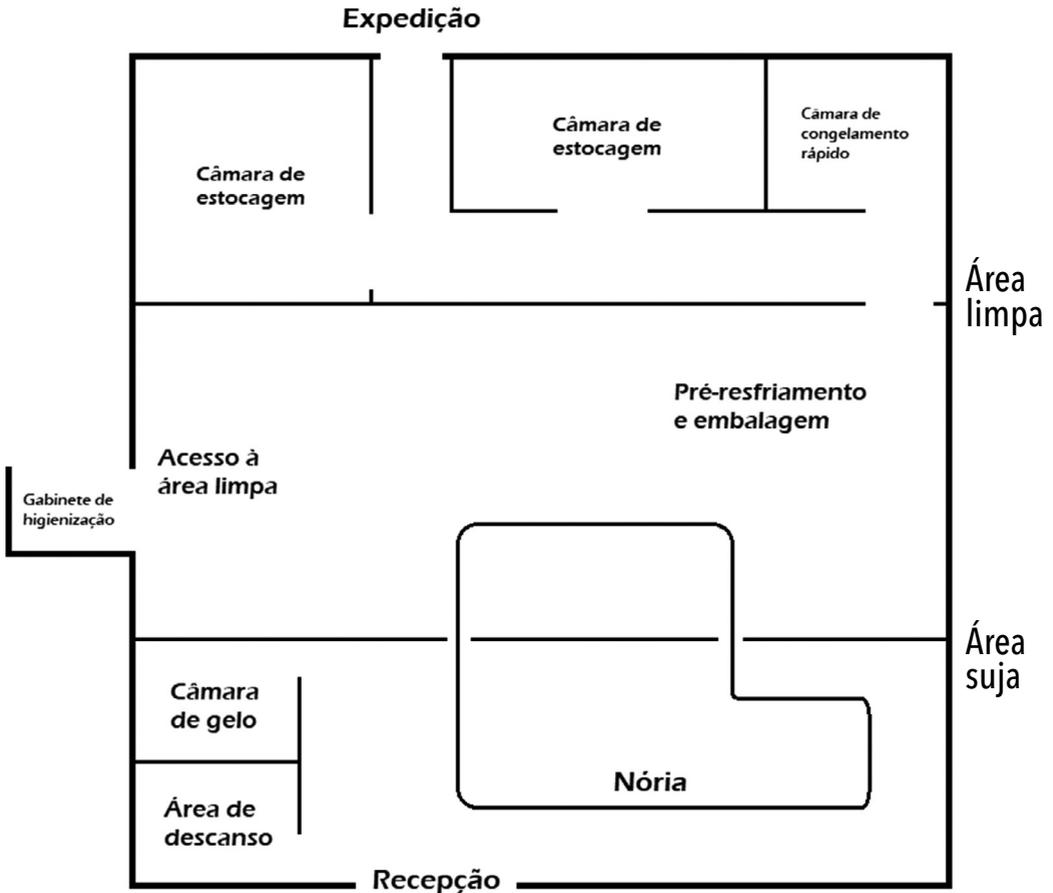


FIGURA 12. "LAY-OUT" OPERACIONAL DE UM ABATEDOURO FRIGORÍFICO DE RÊS.

Cabe mencionar que, toda a água que escorre das carcaças, misturada ao sangue ou não, é drenada para o setor de tratamento de efluentes do abatedouro, onde existe a separação dos resíduos sólidos e líquidos. Além disso, pode existir no abatedouro um setor denominado de graxaria, responsável pelo tratamento da matéria-prima fruto da condenação por parte dos inspetores, entre outros resíduos.

<sup>15</sup> Encontra-se nas referências ao final do capítulo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. **Decreto** nº 10.130, de 25 de novembro de 2019. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1 p., 26 nov. 2019a.
- BRASIL. **Decreto** nº 10.419, de 07 de julho de 2020. Regulamenta a alínea “e” do § 1º do art. 9º da Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, para dispor sobre a inspeção ante mortem e post mortem de animais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 35 p., 08 jul. 2020a.
- BRASIL. **Decreto** nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 35 p., 19 ago. 2020b.
- BRASIL. **Decreto** nº 5.741, de 30 de março de 2006. Regulamenta os artigos 27-A, 28-A e 29-A da Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, organiza o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 47 p., 31 mar. 2006.
- BRASIL. **Decreto** nº 9.013 de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 137 p., 29 mar. 2017a.
- BRASIL. **Decreto** nº 9.069, de 31 de maio de 2017. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 4 p., 01 jun. 2017b.
- BRASIL. **Decreto** nº 9.621, de 20 de dezembro de 2018. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de fevereiro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1 p., 21 dez. 2018a.
- BRASIL. **Decreto** nº 9.918, de 18 de julho de 2019. Regulamenta o artigo 10-A da Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, que dispõe sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 4 p., 18 jul. 2019b.
- BRASIL. **Instrução Normativa** nº 03, de 17 de janeiro de 2000. Institui o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 7 p., 2000.
- BRASIL. **Instrução Normativa** nº 12, de 11 de maio de 2017. Ficam estabelecidas as normas para o credenciamento de entidade para realizar o Treinamento em Manejo Pré-abate e Abate de Animais com fins de capacitar e emitir Certificado de Aptidão dos responsáveis pelo abate humanitário nos estabelecimentos de abate para fins comerciais, na forma desta Instrução Normativa e seus Anexos I, II e III. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1 p., 15 mai. 2017c.
- BRASIL. **Instrução Normativa** nº 34, de 28 de maio de 2008. Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Higiénico Sanitária e Tecnológica do Processamento de Resíduos de Animais e o Modelo de Documento de Transporte de Resíduos Animais, constantes dos Anexos I e II, respectivamente. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 p., 29 mai. 2008.
- BRASIL. **Lei** nº 13.680, de 14 de junho de 2018. Altera a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, para dispor sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1 p., 15 jun. 2018b.
- BRASIL. **Manual de Procedimento** para Implantação de Estabelecimento Industrial de Pescado. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, 2007, 112 p.
- BRASIL. **Portaria de consolidação** nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 926 p., 28 set. 2017d.
- BRASIL. **Portaria** nº 22, de 04 de março de 2020. Proposta de Instrução Normativa cujo objetivo é estabelecer os requisitos de Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação aplicáveis aos aquicultores, pescadores e produtores de produtos alimentícios derivados do pescado e classificados como artesanais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 7 p., 06 mar. 2020c.

- BRASIL. **Portaria** nº 56, de 26 de março de 2020. Prorrogar por mais 45 dias, a contar do dia 04 de abril de 2020, o prazo fixado para encaminhamento de sugestões de aperfeiçoamento da proposta de Instrução Normativa de Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação destinada aos aquicultores, pescadores e fabricantes de produtos alimentícios artesanais elaborados à base de pescado. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1 p., 02 abr. 2020d.
- BRASIL. **Portaria** nº. 93, de 07 de julho de 1998. Normaliza a importação e a exportação de espécimes vivos, produtos e subprodutos da fauna silvestre brasileira e da fauna silvestre exótica. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 08 jul. 1998.
- CRIBB, A.Y.; AFONSO, A.M.; MOSTÉRIO, C.R.F. **Manual técnico de ranicultura**. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013. 73p.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed fish: rainbow trout. **The EFSA Journal**, v.1013, p.1-55, 2009.
- GUEDES, W.; LOPES, M.; AFONSO, A.M.; SANTOS, I.F.; PARDI, H.S.; GUERREIRO, L.; MANO, S. B. Estudo comparativo da insensibilização por dióxido de carbono em rãs - *Rana catesbeiana*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002. CD-ROM.
- MOREIRA, C.R.; HENRIQUES, M.B.; FERREIRA, C.M. Frog farms as proposed in agribusiness aquaculture: economic viability based in feed conversion. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.39, n.4, p.389-399, 2013.
- MOURA, M.O. A carne de rã como matéria-prima e seu uso em produtos derivados. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**. São Paulo: Instituto de Pesca, n. 34, p. 68-73, 2003.
- TEIXEIRA, R.D.; MELLO, S.C.R.P.; SANTOS, C.A.M.L. **The world market for frog legs**. Rome: FAO, 2001, v. 68, 44 p. (Globefish version).

# CAPÍTULO 14

## **ADEQUABILIDADE DA COOPETIÇÃO PARA O MERCADO RANÍCOLA:**

CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS E EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS NO BRASIL

André Yves Cribb

Sandra Lucia de Souza Pinto Cribb



**G**eralmente, o mercado é definido como o lugar físico ou virtual de encontro entre a oferta e demanda de um bem ou serviço. O equilíbrio entre essas é evidenciado pelo preço que representa o valor monetário do bem ou serviço<sup>1</sup> (VASCONCELLOS et al., 2011).

“Um mercado é uma instituição em que indivíduos ou empresas trocam não apenas mercadorias, mas também os direitos de usá-los de maneiras específicas por um determinado período de tempo. [...] Os mercados são instituições que organizam a troca de controle de mercadorias, onde a natureza do controle é definida pelos direitos de propriedade associados às mercadorias” (GRAVELLE e REES, 2004).

O mercado pode envolver uma ampla diversidade de atores individuais, tais como fornecedores, produtores, fiscais, distribuidores, comerciantes e consumidores. Estes se comportam como tomadores de decisão, cada um buscando satisfazer seu próprio interesse que é influenciado por restrições e estímulos diversos.

O funcionamento do mercado, caracterizado pela multiplicidade e variedade de fluxos de ocorrências, é a manifestação direta da inegável interação entre os atores cuja motivação se inspira geralmente nos movimentos do preço. Em geral, o aumento do preço estimula o crescimento da oferta e provoca a redução da demanda enquanto sua diminuição acarreta efeitos contrários.

As estratégias de atuação dos atores impactam positiva e/ou negativamente o desempenho mercadológico. Numa situação de equilíbrio de um sistema de mercado competitivo, a alocação de recursos alcança a eficiência de Pareto<sup>2</sup>, ou seja, um estado cujo significado é que não há nenhuma outra alocação dos mesmos no sentido de melhorar a situação de qualquer indivíduo sem piorar a situação de outro indivíduo (GRAVELLE e REES, 2004; BARR, 2012).

Apesar da possibilidade de ocorrência da eficiência de Pareto, as interações entre os atores costumam gerar circunstâncias nas quais mercados falham em alocar recursos eficientemente (GRAVELLE e REES, 2004). A falha de mercado, tal como explicada pelas ciências econômicas, é uma ocorrência na qual os bens e serviços não são eficientemente alocados. Basicamente estimulada pela busca excessiva de interesses individuais, ela se caracteriza muitas vezes por uma perda líquida de bem-estar social (KRUGMAN e WELLS, 2006; LEDYARD, 2008).

A falha do mercado costuma ser associada a várias causas explicadas na literatura econômica. Estas incluem o direito de propriedade, a assimetria informacional, o custo de transação, a preferência inconsistente no tempo, o problema de principal-agente, o mercado não competitivo e a externalidade (PALACIOS-HUERTA, 2003; GRAVELLE e REES, 2004; KRUGMAN e WELLS, 2006). Os temas abordados

<sup>1</sup> O preço serve de referência para a definição das duas partes. Por um lado, a oferta é a quantidade do bem ou do serviço que pode ser proposto no mercado a um determinado preço. Por outro lado, a demanda é a quantidade do bem ou serviço que pode ser solicitado no mercado a um determinado preço.

<sup>2</sup> Eficiência ou ótimo de Pareto é um conceito desenvolvido pelo italiano Vilfredo Pareto

e os fatos observados por Cribb (2016) e Muniz (2017) justificam a necessidade de destacar a assimetria informacional e o custo de transação como duas causas fundamentais da falha de mercado na cadeia ranícola brasileira<sup>3</sup>.

A existência de tais falhas é uma prova da complexidade do processo de equilíbrio do mercado. De acordo com de Jong *et al.* (2015), as falhas de mercado constituem uma forma de ineficiência que exige solução. No caso do mercado ranícola brasileiro, a situação não é diferente. É essa exigência que está na origem do presente capítulo cujo objetivo é estudar a adequabilidade da coopetição para o mercado ranícola brasileiro.

## A COOPETIÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE NEGÓCIOS

O conceito de coopetição é construído a partir da junção dos termos cooperação e competição. Designa uma maneira de fazer negócios nos quais a cooperação ocorre entre competidores (LORGNIER e SU, 2014). A existência simultânea de cooperação e competição é o que diferencia a coopetição de outras interações entre empresas (BENGTSSON e KOCK, 2014).

A origem do conceito de coopetição é associada por alguns pesquisadores à teoria dos jogos. Tal associação é expressa de diversas formas na literatura. Nos primeiros momentos de seu surgimento como conceito, a coopetição foi considerada um jogo de soma zero no qual o sucesso de um ator correspondia ao fracasso de seu oposto. Em seguida, foi reconhecido que os perigos do interesse próprio ou comportamento oportunista podem ser superados pelas potenciais sinergias de coopetição. Dentro desta perspectiva, foi sugerido que ambas as partes podem se beneficiar criando maior valor através da colaboração competitiva (TIPPMANN, 2018).

Outros trabalhos enfatizam a associação da coopetição com a teoria dos jogos. Em alguns deles voltados para a pesquisa em economia, a coopetição é considerada a abordagem teórica relativa a jogos de motivos mistos do mundo real (MARIANI 2007; BOUNCKEN *et al.*, 2015). Em outros ligados a estudos de rede estratégica, ela é vista como um conjunto de relações equilibradas de ganho mútuo (BENGTSSON e KOCK, 2014).

Apesar do fato de as contribuições teóricas e empíricas para a consolidação do conceito de coopetição terem múltiplas fontes, Bengtsson e Kock (2014) lembram que a palavra foi empregada pelo empresário Raymond Noorda em 1992 para descrever a estratégia de negócio da empresa Novell. Chim-Miki e Batista-Canino (2017) destacam dois livros que, escritos numa linguagem acessível para públicos não acadêmicos, foram os primeiros trabalhos que apresentavam o termo como conceito ou como sistema de gestão.

Trata-se de livros amplamente conhecidos já que, depois de sua publicação, têm sido utilizados como referências por muitos estudos. O primeiro, intitulado “Coopetition: Global Tourism beyond the Millennium” foi publicado em 1995 nos Estados Unidos por David L Edgell e Todd Haenisch e especialmente focado em turismo (TAYLOR,

<sup>3</sup> Cribb (2016) se baseia na baixa disponibilidade de informações tecnológicas, gerenciais, mercadológicas e socioeconômicas na cadeia ranícola brasileira para justificar a construção participativa de uma rede sociotécnica. Muniz (2017) questiona a estratégia produtiva geralmente encontrada na cadeia ranícola brasileira e conforme a qual o ranicultor costuma verticalizar sua produção, ou seja, atuar em todas as três fases de criação comercial da rã (reprodução, larvicultura ou girinagem e engorda).

1996; CHIM-MIKI e BATISTA-CANINO, 2017). O segundo livro, intitulado “Co-Opetition” e considerado o mais famoso, foi escrito em 1996 por Brandenburger e Nalebuff (1996) e tem sido classificado como o trabalho seminal sobre a coopetição (STEIN, 2010; CHIM-MIKI e BATISTA-CANINO, 2017).

## DINÂMICA DA COOPETIÇÃO

A definição da coopetição, tal como geralmente formulada na literatura, traduz a constatação de um comportamento misturando simultaneamente a competição e a cooperação. Nesse sentido, Luo (2007) afirma que, no contexto da coopetição, a relação entre os rivais é uma interdependência simultânea e inclusiva, sendo a cooperação e a competição dois processos contínuos separados, porém inter-relacionados. Bouncken *et al.* (2015) destacam que a coopetição é observada como a combinação de duas atividades em uma atividade híbrida na qual empresas competem e cooperam entre si ao mesmo tempo. Segundo Akpınar e Vincze (2016), a coopetição desafia os paradigmas de competição e cooperação existentes, tendo o potencial de explicar relações complexas caracterizadas pela indefinição de fronteiras.

Na visão apresentada por Luo (2007), a coopetição não lida com cooperação ou competição em isolamento. Em outras palavras, ela não corresponde a casos em que cooperação ocorre durante um período e competição durante outro. Sob o esquema da coopetição, os rivais cooperam em algumas áreas enquanto competem em outras. Bouncken *et al.* (2015), referindo-se à globalização de mercado, lembram que “metade das relações de cooperação ocorre entre os competidores, implicando que a competição e a cooperação não são mutuamente exclusivas”.

As duas formas de interação podem ser empreendidas em diferentes níveis, ou seja, em nível de indivíduo, equipe ou rede. Porém, os estudos sobre a coopetição são realizados principalmente no nível organizacional, abordando relações entre organizações separadas que cooperam e competem simultaneamente ou entre unidades de negócios de uma organização (BOUNCKEN *et al.*, 2015). Dependendo das intenções estratégicas e necessidades gerenciais das organizações envolvidas, a coopetição pode ocorrer em determinados níveis tais como unidades, áreas, setores e núcleos (LUO, 2007). Também, a coopetição tem sido observada como relação estratégica entre cadeias de suprimento (WILHELM, 2011; COLÉNO e HANNACHI, 2015; LI e DU, 2015; HAFEZALKOTOB, 2017) bem como entre redes (PENG e BOURNE, 2009; KARHU *et al.*, 2014).

O comportamento de cada ator envolvido na coopetição se estabelece e se mantém num processo contínuo de maneira a gerar uma relação de rede e resultar num determinado sistema. Bengtsson e Kock (2014) qualificam a coopetição como “uma relação paradoxal entre dois ou mais atores simultaneamente envolvidos em interações cooperativas e competitivas, independentemente se eles se relacionam horizontal ou verticalmente”.

A coopetição tem uma dinâmica significativamente evidente. Ela pode sofrer alterações ao longo do tempo sob a influência de fatores desencadeadores, como mudanças na indústria ou no ambiente institucional. Os níveis futuros de competição e cooperação podem ser afetados também pelas interações interorganizacionais anteriores e as mudanças nos motivos de aprendizagem interorganizational. Em indústrias intensivas em tecnologia, as mudanças de tais níveis podem ser previstas ao longo dos ciclos de vida

dos produtos. De fato, o nível de cooperação se amplia durante o estágio de desenvolvimento do produto, enquanto a competição se intensifica quando o ciclo de vida atinge o estágio de maturidade (AKPINAR e VINCZE, 2016).

A compreensão da dinâmica da coopetição é fundamental para o planejamento e a execução das atividades das partes envolvidas simultaneamente na cooperação e competição. Nessa perspectiva, é possível mencionar uma definição da coopetição formulada por Gnyawali e Park (2011), destacando a interação dinâmica entre colaboração e competição. De acordo com eles, a coopetição é considerada uma estratégia única que capitaliza os benefícios da colaboração e da competição e exige abordagens gerenciais capazes de lidar com a tensão causada por tal interação.

### **PERTINÊNCIA DA COOPETIÇÃO PARA O DESEMPENHO ORGANIZACIONAL**

Definida como uma rede de valor compreendendo os fornecedores, clientes, concorrentes e complementadores de uma empresa (BRANDENBURGER e NALEBUFF, 1996; AFUAH, 2004), a coopetição pode ser vista como uma maneira de equilibrar as desvantagens da competição com as vantagens da cooperação da cooperação (LORGNIER e SU, 2014; VAN DER ZEE e VANNESTE, 2015). Nesse sentido, ela acarreta múltiplos custos e benefícios (GNYAWALI e PARK, 2009).

Numa revisão de literatura, Bouncken *et al.* (2015) mencionam diversos benefícios e riscos da coopetição levantados em trabalhos de pesquisa. Segundo eles, os benefícios correspondem à capacidade proporcionada pela coopetição às empresas de tirar proveito de efeitos de sinergia enquanto os riscos decorrem de várias fontes de conflito devido à natureza complexa e interdependente do relacionamento cooperativo. Eles acrescentam que “a coopetição é um processo estratégico e dinâmico no qual os agentes econômicos criam valor conjuntamente por meio da interação cooperativa, enquanto competem simultaneamente para capturar parte desse valor”. Os benefícios e riscos são múltiplos e podem ser associados a recursos tangíveis e intangíveis.

A coopetição é uma estratégia de atuação voltada para o alcance de vantagens competitivas e colaborativas (YAMI *et al.*, 2010). Explicando tal asserção, Akdoğan e Cingöz (2012) afirmam que:

“As vantagens competitivas estimulam a busca por novas combinações de recursos, habilidades e processos. As vantagens colaborativas permitem o acesso a recursos raros e complementares. Se a empresa deseja obter os dois tipos de vantagens, ela precisa adotar comportamentos competitivos e cooperativos”.

As empresas praticam a coopetição para obter melhores resultados coletivos e individuais, ou ganhar uma vantagem competitiva (CZAKON, 2009; PARK *et al.*, 2014; CZAKON e CZERNEK, 2016). Os benefícios econômicos e sociais - associados a laços sociais, confiança, comunicação e satisfação de desempenho, etc. - têm o potencial de manter relações cooperativas entre concorrentes (BAGDONIENE e HOPENIENE, 2015).

A coopetição é uma estratégia benéfica para os gestores que buscam melhorias no desempenho organizacional (MORRIS *et al.*, 2007; YAMI *et al.*, 2010). Por meio de atividades mútuas geradoras de efeitos de sinergia (LUO, 2007; YAMI *et al.*, 2010), a coopetição facilita o compartilhamento de custos, a redução de riscos, a definição de padrões,

a realização de economias de escala e o uso de rotinas relacionais (GNYAWALI e PARK, 2011). Tais facilidades se relacionam ao desenvolvimento de novos produtos e serviços, impulsionando o desempenho das partes envolvidas na coopetição (LAINE, 2002; LUO, 2007). Ao melhorar a eficácia e eficiência das empresas envolvidas, a sinergia gerada pela coopetição produz uma situação “ganha-ganha” com menores custos globais. Em tal processo, uma empresa participante não sofre prejuízos por causa da diminuição dos custos dos rivais já que o benefício proporcionado pela redução dos próprios custos supera esse efeito colateral negativo (BOUNCKEN *et al.*, 2015).

“A coopetição induz o compartilhamento do conhecimento que pode ser uma fonte chave de vantagem competitiva” (LEVY *et al.*, 2001). No que diz respeito às atividades de P & D, cada parte pode conceber suas iniciativas e juntá-las com as das outras envolvidas no sentido de buscar recursos aplicáveis especificamente para as mesmas em seu próprio âmbito (BENGTSSON e KOCK 2000; WALLEY, 2007). A aproximação com competidores facilita o acesso à fonte de conhecimento externo e pode servir como um mecanismo para o aprendizado organizacional (AMALDOSS *et al.*, 2000; MORRIS *et al.*, 2007). O aprendizado pode se evidenciar em novos métodos e técnicas sobre as atividades e os fluxos de trabalho do parceiro (AKDOĞAN e CINGÖZ, 2012). As empresas podem aproveitar suas experiências e habilidades e construir uma base de conhecimento comum como ingrediente para aumentar sua capacidade de inovação (BOUNCKEN *et al.*, 2015).

Por meio desses benefícios, as empresas podem se fortalecer em termos de vantagem competitiva, desenvolvendo produtos e serviços que não seriam passíveis de ser gerados fora do âmbito cooperativo ou antes de um estágio posterior. Da mesma forma do que as empresas, os clientes obtêm ganhos de valor já que são melhor servidos pelo equilíbrio cooperativo resultando da mistura entre a competição e a cooperação (WALLEY, 2007). Com a coopetição, o risco de conluio é mínimo (BOUNCKEN *et al.*, 2015).

A coopetição não gera apenas benefícios. Ela apresenta alguns riscos para as partes envolvidas. Na sua revisão de literatura sobre a coopetição, Bouncken *et al.* (2015) levantam alertas formuladas por outros pesquisadores e afirmam que “a gestão de estratégias cooperativas é uma tarefa desafiadora e é por vezes descrita como uma “situação perigosa”<sup>4</sup>, uma vez que implica várias fontes de conflito devido à natureza complexa e interdependente do relacionamento”.

Analisando desafios enfrentados por micro, pequenas e médias empresas (MPME) na sua tentativa de alcançar a inovação tecnológica mediante a coopetição, Gnyawali e Park (2009) destacam vários custos potenciais. Há possibilidade de a empresa participante da coopetição perder seu conhecimento secreto e proprietário para a competidora-parceira se ela não for muito cuidadosa ou se ela conseguir uma parceira oportunista. Em parceria com uma grande empresa, a MPME corre o risco de ser desigualmente apropriada pela parceira e, em caso de esta ser oportunista, é sujeita a enfrentar questões legais. Um aspecto que merece bastante destaque é a seleção da empresa parceira. Apesar da ampla importância das razões baseadas na disponibilidade de recursos, a confiança

<sup>4</sup> Bouncken et al. (2015) lembram que a expressão "situação perigosa" colocada aqui para descrever a gestão de estratégias cooperativas foi anteriormente usada por Pellegrin-Boucher et al. (2013).

permanece um critério fundamental para evitar a fuga tecnológica e o comportamento oportunista por parte da parceira. A operacionalização e o controle da parceria precisam ser adequadamente estabelecidos em prol de uma satisfatória posição de baganha. A gestão da coopetição requer gestores atentos às especificidades da fronteira entre a cooperação e a competição. As capacidades dos gestores em perceber e avaliar conflitos de papéis são, ao longo do tempo, determinantes na evolução da tendência para investir mais na cooperação ou competição com uma determinada empresa.

De uma maneira direta e objetiva, Bouncken e Kraus (2013: 2060) qualificam a coopetição como “uma faca de dois gumes”. Corroborando com essa observação, Bouncken *et al.* (2015: 590) explicam que a coopetição:

“Por um lado, pode ser positivamente relacionada ao crescimento da empresa, sua competitividade e inovação, e sua capacidade de lidar com o ambiente de negócios turbulento. Por outro lado, está repleta de dificuldades, no sentido de que o oportunismo, os mal-entendidos e as repercussões podem dificultar o impacto positivo da coopetição no desempenho e na inovação”.

## CONTEXTUALIZAÇÃO DO MERCADO RANÍCOLA NO BRASIL

Sendo geralmente definido como o lugar de encontro entre a oferta e a demanda, o mercado de um determinado produto leva automaticamente a pensar no produtor e consumidor que são apenas dois dos agentes de sua cadeia (ou *filière*). Sob a ótica sistêmica, torna-se relevante focalizar a cadeia, “avaliando as relações entre os agentes através de diferentes setores da economia e repensando a distinção tradicional entre os setores agrícola, industrial e de serviços” (ZYLBERSZTAJN e NEVES, 2000). A natureza e o funcionamento de um mercado são passíveis de ser detalhadamente compreendidos quando são analisados no âmbito da cadeia adequada.

A cadeia de um produto se refere a um conjunto de componentes interativos, abrangendo produtores, fornecedores de insumos e serviços, industriais de processamento e transformação, agentes de distribuição e comercialização, além de consumidores finais e atuando num ambiente externo bidimensional<sup>5</sup> (CASTRO *et al.*, 2002; CRIBB, 2008; CRIBB, 2015). Ela não se limita ao fluxo do produto mas descreve também um leque de relações complexas, complementares e assegurando a circulação de recursos humanos, financeiros e informacionais<sup>6</sup> entre os componentes (MAILLARD, 2002).

A cadeia ranícola, tal como observada no Brasil, vem se definindo e se consolidando significativamente ao longo das últimas oito décadas. Baseada na ranicultura - entendida como criação racional de rês em cativeiro - ela se iniciou em 1935, quando um

<sup>5</sup> O ambiente externo tem duas dimensões. Por um lado, existe a dimensão organizacional, constituído pelas organizações responsáveis por diversas atividades de suporte tais como incubação de empresas, crédito, fomento, pesquisa, ensino, extensão, informação, assistência técnica, finanças, marketing, etc. Por outro lado, há a dimensão institucional abrangendo regulamentos, normas, leis, tradições, costumes, hábitos, políticas, etc. As duas dimensões do ambiente externo geram influências positivas ou negativas sobre o desempenho dos diversos componentes (ZYLBERSZTAJN e NEVES, 2000; CASTRO *et al.*, 2002; CRIBB, 2008; CRIBB, 2015).

<sup>6</sup> Os recursos informacionais abrangem informações e ordens (MAILLARD, 2002).

técnico canadense trouxe cerca de 300 casais de rã-touro ou rã americana (*Lithobates catesbeianus*) para o Brasil (VIZZOTO, 1984; CRIBB, 2012; CRIBB, 2016). Sua pertinência como plataforma de atuação produtiva e comercial se evidenciou com a consolidação da ranicultura como um dos ramos da agropecuária brasileira, expandindo-se significativamente em função dos resultados das pesquisas que, nas sete primeiras décadas, se desenvolveram em diversas organizações de pesquisa, ensino e assistência técnica (FZEA-USP, 2008). As últimas duas décadas têm sido marcadas pela presença ativa da Embrapa – Empresa de Pesquisa Agropecuária que coordenou múltiplos projetos e intensas ações desenvolvidas em cooperação com outras organizações de pesquisa, assistência técnica e extensão rural (AFONSO, 2012; CRIBB *et al.*, 2013; CRIBB, 2016).

O desempenho da cadeia ranícola<sup>7</sup> se descreve através de uma trajetória marcada por avanços e desafios (CRIBB, 2016). Tal trajetória pode ser observada em diversos aspectos do processo de consolidação da cadeia.

A rã-touro se adaptou muito bem ao clima do Brasil e, ainda mais, apresentou desenvolvimento precoce em comparação ao local de origem com ciclo de produção bastante reduzido, uma vez que esse ciclo é grandemente influenciado pela temperatura ambiente. Devido ao seu hábito diuturno, ela consome bem a ração peletizada, apresenta boa conversão alimentar, tem velocidade de crescimento acelerada e é de fácil manejo. (CASTRO *et al.*, 2008).

Na década de 1970, as pesquisas para o aprimoramento da ranicultura ganharam destacada importância, causando um grande aparecimento de criatórios espalhados pelo território nacional, principalmente na década de 1980 (HAYASHI *et al.*, 2004; FIPERJ, 2008). Esses criatórios foram implantados com várias alternativas tecnológicas, dentre elas o Sistema Anfigranja composto de instalações (bairros iniciais e de terminação) construídas com detalhes especiais para possibilitar o manejo dos animais com técnicas sistematizadas (LIMA *et al.*, 2003; MELLO, 2005; FIPERJ, 2011). Nessa época, as indústrias de beneficiamento de rãs no Brasil alcançaram um progresso extraordinário graças à introdução de Boas Práticas de Fabricação e o sistema HACCP<sup>8</sup> voltados para garantir a inocuidade do produto para o consumidor (MELLO, 2005).

Nos últimos 20 anos, o Brasil tem, à semelhança de outros países como Equador, México e Taiwan, investido significativamente na tecnologia de criação de rãs em cativeiro. No mercado internacional, isso lhe conferiu uma evidente vantagem competitiva já que vários países como a China, Vietnã e Indonésia, têm privilegiado a caça de animais silvestres, gerando desequilíbrios para a biodiversidade. O bom desempenho do Brasil se materializou, primeiramente, através dos esforços isolados de criadores independentes e, mais tarde, com a efetiva participação de organizações de pesquisa, como universidades, institutos e outros (FERREIRA, 2011).

<sup>7</sup> As estatísticas referentes à cadeia ranícola no Brasil estão defasadas. Tal situação dificulta um exame quantitativo de seu desempenho. Frente a essa defasagem, a Embrapa Agroindústria de Alimentos procurou, em 2014, o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para a inserção da ranicultura na lista dos setores a serem considerados em censos agropecuários. O IBGE aceitou e a ranicultura foi inserida no Censo Agropecuário iniciado em 2017. Com os dados coletados no âmbito deste censo, espera-se uma melhoria das estatísticas referentes à cadeia ranícola no Brasil.

<sup>8</sup> HACCP é a sigla inglesa de Hazard Analysis and Critical Control Point que significa "Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle". É um sistema de gestão de segurança alimentar.

Um diagnóstico, realizado por Afonso (2003)<sup>9</sup>, mostra que a maioria dos produtores tem a ranicultura como atividade secundária. Entre esses, mais da metade é constituída por aposentados. Boa parte dos ranicultores possui inscrição de produtor rural; o que, por lei, lhes dá um desconto de 27 a 40% na conta de energia. A grande maioria possui pelo menos um empregado, sendo que alguns arcam com suas despesas de moradia, entre outras. Os empregados têm nível básico de escolaridade, sendo que alguns são considerados analfabetos. Esta limitação em termos de capital intelectual dificulta a implantação de novas técnicas no manejo, contagem e pesagem de animais, entre outras práticas rotineiras.

A ranicultura historicamente passou por um grande momento de crescimento na década de 90, atingindo o número aproximado de 2.000 ranários em funcionamento no Brasil. Devido à falta de investimento no setor, a dificuldade de manejo dos animais e os elevados custos de insumos, a atividade entrou em declive rapidamente (FERREIRA, 2011).

No que diz respeito às condições de comercialização, um estudo elaborado por Weichert *et al.* (2007) revela que a maioria dos pontos de venda, ou seja, uma percentagem de 70%, comercializa a rã inteira, eviscerada e congelada. Entre os estabelecimentos de comercialização, apenas 25% trabalham com rã fresca e fazem reposição semanal. A maioria (65%) trabalha com o produto congelado. Entre estes, 36% compram mensalmente e 29% esporadicamente.

Em relação ao consumo, a decisão de compra, tomada por 86% dos consumidores, é motivada pelo sabor, textura e qualidade da carne de rã. Mas, 63% destes reclamam do preço do produto, considerado alto. Há também restrições, manifestadas por 36% dos compradores em lojas varejistas, em relação à aparência e preconceito ligados à imagem estética do produto (WEICHERT *et al.*, 2007). Um estudo de avaliação mercadológica destaca que a maioria dos consumidores (59,26%) consome apenas a coxa da rã. Grande parte dos entrevistados (63,33%) mostrou interesse em experimentar o produto. Também, 68,33% estão dispostos a indicar o produto, principalmente por ser carne branca e, portanto, ligada a hábitos mais saudáveis de consumo. Para boa parte dos entrevistados, falta maior divulgação e visualização dos produtos nos postos de venda (Tomazela, 2011).

## EVIDÊNCIAS RELACIONADAS À COOPETIÇÃO NO CONTEXTO DO MERCADO RANÍCOLA BRASILEIRO

A pesquisa baseada na perspectiva de coopetição no contexto do setor agroalimentar é muito escassa. Nas suas revisões sistemáticas da literatura sobre este assunto, Bengtsson *et al.* (2013), Bouncken *et al.* (2015) e Bengtsson e Raza-Ullah (2016) não revelam nenhuma pesquisa deste tipo.

No entanto, buscas feitas ao longo da presente pesquisa mostram que existem trabalhos elaborados na perspectiva de coopetição associada ao setor agroalimentar. Tais buscas foram configuradas e executadas, utilizando *coopetition*, *food e agri-food* como palavras-chave<sup>10</sup> nas bases de dados Google Scholar, Scopus e Web of Science.

<sup>9</sup> Apesar de as informações, fornecidas por Afonso (2003) e Weichert *et al.* (2007) e utilizadas nesta seção, ter sido geradas há mais de uma década, elas permanecem pertinentes. A observação da cadeia ranicola nos últimos cinco anos mostra que tais informações são ainda válidas.

<sup>10</sup> São palavras inglesas utilizadas intencionalmente para aumentar a chance de encontrar trabalhos deste tipo. Se nenhum trabalho fosse encontrado em inglês, as buscas seriam estendidas a outras línguas.

Walley e Custance (2010) destacam que a distribuição e venda de produtos agrícolas têm sido realizadas ao longo de séculos. Com base neste destaque, eles argumentam que a indústria agroalimentar se encontra entre as mais antigas do mundo. Segundo eles, a rica história de cooperação dentro da cadeia de suprimento agroalimentar é uma prova de que os envolvidos perceberam cedo a existência de vantagens passíveis de serem obtidas da cooperação bem como da competição.

Na mesma linha de argumentação, Hingley *et al.* (2006) reconhecem que o setor agroalimentar constitui um bom pano de fundo para fornecer informações sobre os motivos e a natureza da cooperação. De acordo com eles, “a questão da construção de relacionamentos duradouros, significativos e viáveis onde a competição e a cooperação estão sempre presentes é altamente pertinente ao estudo das relações da cadeia de suprimento agroalimentar”. Eles esclarecem que, ao longo da história do setor agroalimentar, práticas de relacionamento cooperativo têm sido observadas e estudadas à luz de outros conceitos.

A cooperação como potencial estratégia decorrente da alta presença de MPME na cadeia ranícola

A cooperação pode facilitar o compartilhamento de recursos, competências, informações e riscos entre as empresas envolvidas (BOUNCKEN *et al.*, 2015; BENGTSSON e RAZA-ULLAH, 2016; BENDIG *et al.*, 2018). Nesse contexto, ela se revela interessante para estimular a colaboração entre empresas competidoras, mesmo sendo estas de tamanho diferente ou de governança diferente<sup>11</sup> (DELLA CORTE e SCIARELLI, 2012). Apesar do fato de a cooperação costumar ser usada por grandes empresas, é reconhecido que ela apresenta certas vantagens para as MPME (AKDOĞAN e CINGÖZ, 2012).

De acordo com Kosyva *et al.* (2014), a cooperação implica que as empresas, especialmente as MPME, têm melhor desempenho quando estão envolvidas em relações competitivas e cooperativas ao mesmo tempo e combinam suas forças complementares para criar sinergias. Gnyawali e Park (2009) argumentam que a cooperação ajuda as MPME a desenvolver sua capacidade de buscar efetivamente inovações tecnológicas. No seu estudo de casos múltiplos, Kock *et al.* (2010) observam que, por meio da cooperação, as MPME adquirem mais competitividade e, como consequência, conseguem enxergar e aproveitar oportunidades internacionais práticas e estratégicas. Akdoğan e Cingöz (2012) lembram que as MPME que implementam a estratégia de cooperação entram em mercados facilmente, colaborando umas com outras em diferentes áreas e reunindo recursos raros e complementares. Além disso, eles destacam que tais empresas compartilham o conhecimento que pode ser uma fonte chave de vantagem competitiva. Gnyawali e Park (2009) sustentam que as MPME poderiam competir de forma mais eficaz contra os grandes participantes se eles colaborarem entre si (competidores) bem como acessarem, adquirirem e usarem recursos relevantes detidos uns pelos outros.

Portanto, a cooperação tem potencial para se adequar à cadeia ranícola em geral e ao mercado ranícola em particular que, no Brasil, é caracterizado por uma alta

<sup>11</sup> Em termos de governança, a empresa ou exploração agrícola pode ser pública ou privada bem como patronal ou familiar (Della Corte e Sciarelli, 2012).

variedade de ranários em termos de tamanho e estrutura de propriedade bem como em termos de abrangência mercadológica e orientação estratégica. Numa análise dos estabelecimentos de produção e venda de produtos da ranicultura, IBGE (2009) considera os ranicultores com base nas suas condições em relação às terras e os classificam em proprietários (90%), assentados sem titulação definitiva (1,76%), arrendatários (2,35%), parceiros (1,19%), ocupantes (2,35%) e produtores sem área (2,35%).

A grande maioria dos estabelecimentos ranícolas no Brasil é de porte micro, pequeno e médio. Castro *et al.* (2008) observam que, devido não apenas a seu reduzido custo de produção mas também a seu atraente preço de mercado, a rã tem despertado interesse de produtores rurais na busca de formas alternativas de diversificação produtiva no Brasil. Segundo Feix *et al.* (2006), a ranicultura, sendo rentável e pouco exigente em termos de investimentos financeiros, se revela uma atividade econômica e tecnicamente passível de realização em pequenas propriedades rurais e, portanto, vem se destacando como uma alternativa econômica aos produtores rurais que se encontram à margem das condições exigidas pela agricultura de grande escala. Em tais condições, a coopetição pode ser uma estratégia adequada para a sustentação da cadeia ranícola no Brasil.

### **A COOPETIÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE RESPOSTA À ALTA COMPETIÇÃO EXTERNA ASSOCIADA À CADEIA RANÍCOLA**

As mudanças no ambiente global vêm ocorrendo de maneira rápida e dramática, levando as empresas a enfrentarem diariamente muitos novos desafios (CANO-KOLLMANN *et al.*, 2018). Observando esta tendência, Akdoğan e Cingöz (2012) formulam seus comentários da seguinte maneira.

“Existem muitas pressões e riscos competitivos que impedem as empresas de atingir seus objetivos. Portanto, no mundo de hoje, a capacidade da empresa de adotar as mudanças determinará seu sucesso e sustentabilidade. Sustentabilidade ou mesmo sobrevivência. Mas não há maneira fácil de adaptação. Sob a intensa rivalidade, muitas empresas não possuem todos os recursos e capacidades necessários para a competição por conta própria” (AKDOĞAN e CINGÖZ, 2012).

Nesse sentido, podem ser consideradas pelo menos duas situações. A primeira é quando a empresa competidora penetra o mercado local. A segunda é quando a empresa local quer atuar num mercado de outro país.

Por um lado, a ameaça pode vir da entrada de uma empresa multinacional (EMN) querendo se tornar ator influente numa cadeia produtiva de um país de acolhimento. Poulis *et al.* (2012) chamam de “batalha competitiva” a competição entre EMN e empresas locais. A literatura sobre essa questão é dominada por duas correntes. Na primeira, a ênfase está em processos de capacitação e de aprendizagem deliberada que permitem que as empresas locais superem as limitações estratégicas de seu ambiente doméstico e adquiram ativos de propriedade para internacionalização. A outra corrente defende que as empresas locais devem adotar estratégias que, essencialmente, evitem o confronto direto com as EMN, procurando ocupar nichos mediante estratégias baseadas em critérios culturais e de identidade em vez de

competir diretamente com as EMN. Distanciando-se dessas duas correntes, Poulis *et al.* (2012) argumentam que, ao adotar uma estratégia de acesso a recursos, as empresas locais podem competir com as EMN, formando alianças que acessem recursos em seus mercados domésticos sem necessariamente recuar para pequenos nichos em que as EMN podem não estar interessadas.

Por outro lado, a realidade da competição se evidencia quando empresas locais querem estar presentes em mercados de países estrangeiros. Kock *et al.* (2010) lembram que uma quantidade crescente de MPME internacionalizadas pode ser observada, embora o processo de internacionalização envolva muitos novos riscos e desafios. Eles acrescentam que as MPME geralmente têm uma quantidade limitada de recursos tangíveis e intangíveis para usar nesse processo. Costa *et al.* (2016) reconhecem a internacionalização como um requisito fundamental para que as MPME obtenham vantagem competitiva, o que resulta em um esforço crescente na gestão dos processos de internacionalização das empresas. Eles destacam que a eficácia desses processos está diretamente relacionada à forma como as empresas gerenciam as informações relacionadas à internacionalização, estabelecem redes colaborativas e aprendem/utilizam os conhecimentos relacionados à internacionalização. O estudo, realizado por Kock *et al.* (2010) revela que a coopetição fornece oportunidades internacionais para MPME, embora em caráter e graus variados.

A dimensão externa do mercado ranícola é evidente e se expressa como palco de uma competição inegável. Warkentin *et al.* (2009) observam que “anfíbios, e rãs em particular, contribuem substancialmente para a gastronomia de várias culturas”. Altherr *et al.* (2011) destacam que o comércio de pernas de rã “é onipresente em muitas regiões do mundo, incluindo a América Latina, Ásia e África”. Na literatura sobre o mercado ranícola, o Brasil não é apontado como importador de produtos e derivados de rãs. Aliás, Feix *et al.* (2006) relatam que o consumo da carne de rã no Brasil é similar à sua produção nacional, afirmando implicitamente a inexistência ou insignificância das importações ou exportações. Altherr *et al.* (2011) lembram que “o Brasil é um dos países líderes na criação da rã-touro americana”. Eles acrescentam que, no Brasil, a parte da produção não consumida internamente é exportada para os EUA, Argentina e Chile (ALTHERR *et al.*, 2011).

Os principais países importadores de rãs são a França, os Estados Unidos, a Bélgica e Luxemburgo enquanto os exportadores, a Indonésia é a maior, seguida pela China, Bélgica e Luxemburgo<sup>12</sup> (WARKENTIN *et al.*, 2009; ALTHERR *et al.*, 2011). No contexto da internacionalização do comércio de produtos e derivados da rã, destaca-se a possibilidade de ocorrência de problemas ecológicos ligados ao risco de extinção de rãs nativas descontroladamente caçadas, exportadas e consumidas. Uma das soluções propostas é a criação de rãs em cativeiro (HARDOUIN, 1997; CARPENTER *et al.*, 2007; WARKENTIN *et al.*, 2009; ALTHERR *et al.*, 2011). Vários sistemas voltados para este tipo de criação já estão em uso no Brasil (CRIBB *et al.*, 2013) que, portanto, possui vantagem competitiva em comparação com outros países exportadores de produtos e derivados de rãs. Os ranários, atuando no Brasil, têm recursos tecnológicos suficientes

<sup>12</sup> Os dois últimos atuam como pontos de transbordo (WARKENTIN *et al.*, 2009).

para contornar tais problemas ecológicos. Como são, na sua maioria, de pequeno e médio porte, eles precisam se organizar para ter acesso a outros recursos tais como capital e informação. Nesse sentido, a coopetição se apresenta como uma estratégia adequada para consolidar a atuação desses ranários na internacionalização do comércio de produtos e derivados de rês. As ações decorrentes de tal estratégia podem levar, por exemplo, ao compartilhamento de custos de promoção, ao desenho de estratégias de marketing em conjunto e ao compartilhamento de riscos e conhecimentos.

### **A COOPETIÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE SOBREVIVÊNCIA À ALTA COMPETIÇÃO INTERNA EXISTENTE NA CADEIA RANÍCOLA**

No Brasil, observa-se a economia de mercado, ou seja, o sistema econômico onde as decisões de produzir, comercializar e alocar bens e serviços raros são determinadas fundamentalmente mediante informações resultando do confronto entre a oferta e a demanda. Os atores que atuam no mercado se envolvem em processos interativos complexos, moldados pela liberdade, competição e existência de lucro. Em qualquer economia de mercado, a competição é um elemento fundamental para configurar as informações de preço, de qualidade e de disponibilidade (FACCHINI, 2006; DANIEL, 2008).

Com a globalização, o ecossistema de negócios torna-se mais dinâmico, convergente e mutável. As empresas estão envolvidas em alianças multi-empresa. As relações entre as empresas se desenvolvem em relações tanto horizontais quanto verticais. Os papéis que as empresas desempenham com relação às outras tornam-se multifacetadas (BENGTSSON e KOCK, 2014). A competição, inerente à economia de mercado, se intensifica quando o ecossistema de negócios é amplamente afetado por gargalos. Hannah e Eisenhardt (2017) esclarecem que:

“Os gargalos são componentes que limitam o crescimento ou o desempenho geral do ecossistema devido à baixa qualidade, desempenho fraco ou escassez. Um gargalo impede que outros componentes e todo o sistema operem em seu potencial. As empresas que ocupam gargalos (ou seja, resolvem o gargalo), portanto, têm a chance de reduzir a restrição ao crescimento do ecossistema, e os gargalos podem conter nenhuma, uma ou até muitas empresas”.

Portanto, tal chance tem o potencial de fortalecer as empresas que conseguem contornar ou mitigar os gargalos e provocar a intensificação da competição no ecossistema de negócios. No que diz respeito à cadeia ou mercado ranícola brasileiro, Cribb *et al.* (2013) destacam que o processo de sua modernização tem enfrentado uma série de gargalos constantes. Segundo eles, tais gargalos incluem notadamente a escassez de estudos socioeconômicos, a dificuldade de acesso ao crédito, a lentidão do licenciamento ambiental, o engessamento do processo de cadastramento do produtor, a dificuldade de escoamento dos produtos e acarretam a baixa disponibilidade de informações tecnológicas, organizacionais e mercadológicas para os atores da cadeia em geral e das MPME em particular. Nesse contexto, torna-se necessária a adoção da estratégia de coopetição.

## CONCLUSÃO

Este capítulo estuda empiricamente a adequabilidade da coopetição para o mercado ranícola com referência a aspectos teoricamente considerados fundamentais. O estudo focaliza o contexto brasileiro sem deixar de dar atenção à dinâmica mundial da cadeia ranícola. Pelo seu conteúdo, o capítulo não é um simples diagnóstico do mercado ranícola, analisando apenas aspectos básicos tais como produção, comercialização e consumo. Ele vai além deste tipo de diagnóstico, abordando questões estratégicas que envolvem atores da cadeia. Adota uma abordagem abrangente, notadamente ao estender suas considerações teóricas aos conceitos de cadeia (ou *filière*) e de ecossistema de negócios.

A perspectiva de cadeia tem uma conotação sistêmica e ajuda a vislumbrar um leque de atores maior do que costuma ser destacado pelo mercado. Além do produtor e do consumidor do produto-alvo, torna-se indispensável configurar o leque com a inserção de outros atores tais como fornecedor de insumos, processador e comerciante. Tal perspectiva ajuda a entender os processos de formação do preço do produto e de formulação da estratégia do ator envolvido.

O ecossistema de negócios é visto como uma rede configurada com referência a uma empresa interagindo com diversos outros atores tais como fornecedores, clientes e complementadores. A presença dos últimos - ou seja, dos fornecedores de complementos - na esfera do negócio é importante para entender a necessidade de cooperação interorganizacional.

A pertinência da coopetição para a cadeia ranícola é conferida mediante a análise de três aspectos considerados fundamentais pela literatura sobre a gestão relacional de empresas. Como estratégia organizacional misturando simultaneamente a competição e a cooperação, a coopetição aparece como uma interessante alternativa para a cadeia ou mercado ranícola cuja maioria das empresas é de micro, pequeno e médio porte. Ela pode facilitar o acesso a recursos - tais como capital e informação - necessários para que as empresas ranícolas enfrentem a alta competição externa e penetrem mercados de outros países. Também, pode ajudar as MPME ranícolas a sobreviver diante da alta competição interna acentuada pela existência de múltiplos gargalos.

Essas observações são baseadas essencialmente em publicações de várias áreas do conhecimento tais como microeconomia, administração de empresas, gestão estratégica, gestão do conhecimento, engenharia de produção, desenvolvimento rural, etc. A literatura, diretamente ligada ao setor agroalimentar no qual está inserida a cadeia ou mercado ranícola, é escassa e necessita de mais atenção e esforço de pesquisa. No caso específico da cadeia ou mercado ranícola no Brasil, a situação se agrava pela evidente falta de artigos publicados em revistas indexadas nas últimas duas décadas. As estatísticas disponíveis sobre seus diferentes componentes estão desatualizadas. No entanto, as experiências vivenciadas no âmbito dos projetos e ações sob a coordenação da Embrapa em parceria com outras organizações de pesquisa, assistência técnica e extensão rural permitem entender a situação da cadeia ranícola no Brasil e os comportamentos de seus atores.

Com base nessas considerações, é possível concluir que a coopetição é uma estratégia interorganizacional adequada para o mercado ranícola no Brasil. Ela corresponde à

configuração estrutural e funcional da cadeia ranícola. Sendo de natureza relacional, ela é compatível com diversas iniciativas de atuação coletiva, ***já experimentadas por atores desta cadeia.***

No entanto, alguns aspectos merecem ser esclarecidos. É preciso desenvolver uma agenda de pesquisa voltada para a coopetição no setor agroalimentar em geral e na cadeia ou mercado ranícola no Brasil em particular. Esta agenda se justifica pela necessidade de melhor entender os fatores capazes de influenciar a adoção da coopetição na cadeia. Nesse sentido, é possível sugerir ações de pesquisa focalizadas nas seguintes três questões: a) desenvolvimento de modelos teóricos sobre a coopetição para o setor agroalimentar e sua aplicação para a cadeia ranícola no Brasil; b) análise das experiências de gestão empresarial coletiva no mercado ranícola; e c) caracterização dos determinantes de formação de um sistema cooperativo nesse mercado. Essas propostas, feitas para a agenda de pesquisa, ***têm o potencial de fornecer subsídios para reforçar a capacidade da coopetição se estabelecer como estratégia interorganizacional fundamental para o mercado ranícola no Brasil.***

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, A. M. Ranicultura se consolida com cadeia produtiva operando em rede interativa. **Revista Visão Agrícola**, n. II, p.33-35, 2012.
- AKDOĞAN, A. A.; CINGÖZ, A. An empirical study on determining the attitudes of small and medium sized businesses (SMEs) related to coopetition. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v.58, p.252-258, 2012.
- AMALDOSS, W.; MEYER, R.; RAJU, J.; RAPOPORT, A. Collaborating to compete, **Marketing Science**, v. 19, n.2, p.105-126, 2000.
- ALTHERR, S.; GOYENECHEA, A.; SCHUBERT, D. **Canapés to extinction: the international trade in frogs' legs and its ecological impact**. A report by Pro Wildlife, Defenders of Wildlife and Animal Welfare Institute (eds.), Munich (Germany), Washington, D.C. (USA), 2011.
- BARR, N. The relevance of efficiency to different theories of society. **Economics of the Welfare State**, 5th ed. [S.l.]: Oxford University Press, 2012. 46p.
- BENDIG, D.; ENKE, S.; THIEME, N.; BRETTEL, M. Performance implications of cross-functional coopetition in new product development: the mediating role of organizational learning. **Industrial Marketing Management**, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2018.02.007>.
- BENGTTSSON, M.; JOHANSSON, M.; NÄSHOLM, M.; RAZA-ULLAH, T. A systematic review of coopetition: levels and effects on different levels. Presented at the **The 13th Annual Conference of the European Academy of Management**, EURAM 2013, 26-29 June 2013, Istanbul, Turkey. Disponível em < [umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:706193](http://umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:706193)>. Acesso em 12 jul 2018.
- BENGTTSSON, M.; KOCK, S. Coopetition-Quo vadis? Past accomplishments and future challenges. **Industrial Marketing Management**, v.43,n.2, p.180-188, 2014.
- BENGTTSSON, M.; KOCK, S. "Coopetition" in business networks: to cooperate and compete simultaneously. **Industrial Marketing Management**, v.29, n.5, p.411-426, 2000.
- BENGTTSSON, M.; RAZA-ULLAH, T. A systematic review of research on coopetition: Toward a multilevel understanding. **Industrial Marketing Management**, v.57, p.23-39, 2016.
- BOUNCKEN, R. B.; GAST, J.; KRAUS, S.; BOGERS, M. Coopetition: a systematic review, synthesis, and future research directions. **Review of Managerial Science**, v.9, n.3, p.577-601, 2015.
- BOUNCKEN, R. B.; KRAUS, S. Innovation in knowledge-intensive industries: the double-edged sword of competition. **Journal of Business Research**, v.66, n.10, p.2060-2070, 2013.
- CANO-KOLLMANN, M.; HANNIGAN, T.J.; MUDAMBI, R. Global Innovation Networks - Organizations and People. **Journal of International Management**, v.24, n.2, p.87-92, 2018.

- CARPENTER, A. I.; DUBLIN, H.; LAU, M.; SYED, G.; MCKAY, J. E.; MOORE, R. D. Overharvesting. pp. 26-31. In: C. Gascon, J. P. Collins, R. D. Moore, D. R. Church, J. E. McKay, and J. R. Mendelson III, editors. **Amphibian conservation action plan**. International Union for Conservation of Nature, Gland, Switzerland, 2007.
- CASTRO, J. C.; LIMA, S. L. L.; BRAGA, G. T.; AZEVEDO, R. V. de; PINTO, C. E. L.; SILVA, A. R. da. Anatomohistologia do esôfago da rã touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.130-139, 2008.
- CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; CRISTO, C. M. P. N. Cadeia Produtiva: Marco Conceitual para Apoiar a Prospecção Tecnológica. **XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**. Salvador-BA, 2002.
- CHIM-MIKI, A. F.; BATISTA-CANINO, R. M. Tourism coopetition: An introduction to the subject and a research agenda. **International Business Review**, v.26, n.6, p.1208-1217, 2017.
- COLÉNO F.C.; HANNACHI M. A simulation model to evaluate the effect of cooperation between grain merchants in managing GM and non-GM segregation for maize. **Food Control**, v.47, p.60-65, 2015.
- COSTA, E.; SOARES, A. L.; SOUSA, J. P. de. Information, knowledge and collaboration management in the internationalisation of SMEs: A systematic literature review. **International Journal of Information Management**, v.36, n.4, p.557-569, 2016.
- CRIBB, A.Y. **Avaliação e transferência da tecnologia de processamento de carne de dorso de rã no setor agroindustrial da região Sudeste do Brasil**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2008. [Projeto de Transferência de Tecnologia e Comunicação Empresarial].
- CRIBB, A.Y. **Construção de uma rede de interação e aprendizagem para a transferência de tecnologia na cadeia ranicola brasileira**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2012. [Projeto de Transferência de Tecnologia e Comunicação Empresarial].
- CRIBB, A.Y. Construção participativa de uma rede sociotécnica na cadeia ranicola brasileira: avanços e desafios. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO FEA-USP, 19, 2016, São Paulo. **Anais**. São Paulo: USP, 2016. p. 1-14. SEMEAD.
- CRIBB, A.Y.; AFONSO, A.M.; MOSTÉRIO, C.M.F. **Manual técnico de ranicultura**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2013. 76p.
- CZAKON, W.; CZERNEK, K. The role of trust-building mechanisms in entering into network coopetition: The case of tourism networks in Poland. **Industrial Marketing Management**, v.57, p.64-74, 2016.
- DANIEL, J. M. L'économie de marché: liberté et concurrence. **L'Économie politique**, v.37, n.1, p.38-50, 2008.
- DE JONG, J. P. J.; VON HIPPEL, E.; GAULT, F.; KUUSISTO, J.; RAASCH, C. Market failure in the diffusion of consumer-developed innovations: Patterns in Finland, **Research Policy**, v.44, n.10, p.1856-1865, 2015.
- DELLA CORTE, V.; SCIARELLI, M. Can coopetition be source of competitive advantage for strategic networks? **Corporate Ownership and Control**, v.10, n.1, p.363-379, 2012.
- FACCHINI, F. La place de la firme dans la coordination, **Revue Française de Gestion**, v.32, n.165, p.105-121, 2006.
- FEIX, R. D.; ABDALLAH, P. R.; FIGUEIREDO, M. R. C. Resultado econômico da criação de rã em regiões de clima temperado, Brasil. **Informações Econômicas**, v.36, n.3, p.70-80, 2006.
- GNYAWALI D.; PARK B. Co-opetition and technological innovation in small and medium-sized enterprises: a multilevel conceptual model. **Journal of Small Business Management**, v.47, n.3, p.308-330, 2009.
- GNYAWALI, D.; PARK, B. Co-opetition between giants: collaboration with competitors for technological innovation. **Research Policy**, v.40, n.5, p.650-663, 2011.
- GRAVELLE, H.; REES, R. **Microeconomics**. 3rd Edition. Essex, England: Prentice Hall, Financial Times, 2004.
- HAFEZALKOTOB, A. Competition, cooperation, and coopetition of green supply chains under regulations on energy saving levels. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v.97, p.228-250, 2017.
- HARDOUIN, J. Elevage comercial de grenouilles en Malaisie. **Tropicultura**, v.15, n.4, p. 209-213, 1997.
- HINGLEY, M.K.; CUSTANCE, P. R.; WALLEY, K. E. Coopetition within the UK AgriFood chain. Paper presented at the **7th International Conference on Management in Agrifood Chains and Networks**, Ede, The Netherlands, 31 May-2 June, 2006.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e**

- Unidades da Federação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 777p.
- KARHU, K.; TANG, T.; HÄMÄLÄINEN, M. Analyzing competitive and collaborative differences among mobile ecosystems using abstracted strategy networks. **Telematics and Informatics**, v.31, n.2, p. 319-333, 2014.
- KOCK, S.; NISULUS, J.; SODERQVIST, A. Co-opetition: a source of international opportunities in Finnish SMEs. **Competitiveness Reviewer: An International Business Journal**, v.20, n.2, p.111-125, 2010.
- KOSSYVA, D.; SARRI, K.; GEORGOPOULOU, N. Co-opetition: a business strategy for SMEs in times of economic crisis. **South-Eastern Europe Journal of Economics**, pp. 89-106, 2014.
- KRUGMAN, P; WELLS, R. **Economics**. Worth Publishers, New York, 2006.
- LAINE, A. Hand in hand with the enemy: Defining a competitor from a new perspective, **EURAM-Innovative Research in Management**, Stockholm, Sweden, May 9-12, pp. 1-10, 2002.
- LEDYARD, J. O. **Market Failure**. Abstract. In: Palgrave Macmillan (eds). **The New Palgrave Dictionary of Economics**, 2nd Ed. Palgrave Macmillan, London, 2008. Disponível in: < [https://link.springer.com/reference/workentry/10.1057/978-1-349-95121-5\\_1052-2](https://link.springer.com/reference/workentry/10.1057/978-1-349-95121-5_1052-2)>. Acesso em 18 fev. 2018.
- LEVY, M.; LOEBBECKE, C.; POWELL, P. SMEs, co-opetition and knowledge sharing: the IS role. **Anais**. The 9th European Conference on Information Systems: Global Co-Operation in the New Millennium. Bled, Slovenia, June 27-29, 2001. Disponível in: < <http://www.mm.uni-koeln.de/team-loebbecke-publications-conf-proceedings/Conf-050-2001-SME%27s%20Co-opetition%20and%20Knowledge.pdf>>. Acesso em 05 maio 2018.
- LI, K.; DU, T. C. Building a boundary-spanning service for co-opetition. **Expert Systems With Applications**, v.42, n.22, p.8413-8422, 2015.
- LORGNIER, N.; SU, C. Considering coopetition strategies in sport tourism networks: A look at the nonprofit nautical sports clubs on the northern coast of france. **European Sport Management Quarterly**, v.14, n.1, p.87-109, 2014.
- LUO, Y. A coopetition perspective of global competition. **Journal of World Business**, v.42, n.2, p.129-144, 2007.
- MAILLARD, J. C. Le commerce international de la banane : marché, filière, système. **Les Cahiers d'Outre-Mer** [En ligne], No. 220, pp. 371-392, Outubro-Dezembro 2002. Colocado online: 13 fev. 2008. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/com/942>>. Acesso em: 25 maio 2018.
- MARIANI M. Coopetition as an emergent strategy: empirical evidence from an Italian consortium of opera houses. **Int. Stud. Manag. Org.**, v.37, n.2, p.97-126, 2007.
- MORRIS, M. H.; KOCAK, A.; ÖZER, A. Coopetition as a small business strategy: Implications for performance. **Journal of Small Business Strategy**, v.18, n.1, p. 35-55, 2007.
- PALACIOS-HUERTA, I. Time-inconsistent preferences. In: Adam Smith and David Hume, **History of Political Economy**, v.35, n.2, p.241-68, 2003.
- POULIS, K.; YAMIN, M.; POULIS, E. Domestic firms competing with multinational enterprises: The relevance of resource-accessing alliance formations. **International Business Review**, v.21, n.4, p.588-601, 2012.
- TAYLOR, G. D. [Review of the book Coopetition: Global tourism beyond the millennium, by David L. Edgell, Sr and T. R. Haenisch. International policy publishing, Kansas City, MI (1995) 148p.]. **Tourism Management**, v.17, n.4, p. 312, 1996.
- TIPPMANN, E.; SCOTT, P. S.; REILLY, M.; O'BRIEN, D. Subsidiary coopetition competence: Navigating subsidiary evolution in the multinational corporation. **Journal of World Business**. Online publication date: 1-Mar-2018. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2018.02.006>.
- TOMAZELA, J. M. Rancultores criam pacote de integração. **O Estado de S.Paulo**. 13 de julho de 2011. [Economia & Negócios]. Disponível em: < <http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,rancultores-criam-pacote-de-integracao,744176,0.htm>>. Acesso em 01 out. 2018.
- VASCONCELLOS, M. A. S. de; OLIVEIRA, R. G. de.; BARBIERI, F. **Manual de microeconomia**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- VIZOTTO, L.D. Rancultura. **Ciência & Cultura**, v.36, n.1, p.42-45, 1984.
- WALLEY, K. Coopetition: an introduction to the subject and an agenda for research. **Int. Stud. Manag. Org.**, v.37, n.2, p.11-31, 2007.

- WALLEY, K.; CUSTANCE, P. Coopetition: insights from the agri-food supply chain. **Journal on Chain and Network Science**, v.10, n.3, p.185-192, 2010.
- WARKENTIN, I.; BICKFORD, D.; SODHI, N.; BRADSHAW, C. Eating frogs into extinction. **Conservation Biology**, v.23, n.4, p.1056-1059, 2009.
- WILHELM, M. M. Managing coopetition through horizontal supply chain relations: Linking dyadic and network levels of analysis. **Journal of Operations Management**, v.29, n.7-8, p.663-676, 2011.
- YAMI, S.; CASTALDO, S.; DAGNINO, G. B.; LE ROY, F. **Coopetition: Winning Strategies for the 21st Century**, Edward Elgar Publishing Inc., USA, 2010.
- ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Org.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição**. São Paulo: Pioneira, 2000. 428p.



Impresso em São Paulo