



A ultra-sonografia na piscicultura

Ultrasonography in fish culture

Daniel V. Crepaldi¹, Edgar A. Teixeira¹, Paulo M.C. Faria², Lincoln P. Ribeiro³, Helton M. Saturnino³
Daniela C. Melo¹, Alexandre B. de Sousa, Daniel C. Carvalho¹

¹Doutorando em Ciência Animal, Departamento de Zootecnia.

²Mestrando em Zootecnia, Departamento de Zootecnia.

³Professor Adjunto, Departamento de Zootecnia.

Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁴Professor Adjunto, COLTEC-UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Correspondência: danielcrepaldi@hotmail.com

Resumo

A ultra-sonografia, por ser uma técnica não invasiva, precisa e de rápida mensuração é utilizada na pesquisa animal desde a década de 50. Já na piscicultura, os trabalhos envolvendo essa tecnologia são mais recentes, mas não menos importantes. Nos países onde a piscicultura já é consagrada como uma atividade empresarial, a utilização do ultra-som é rotineira em centros de pesquisas e demonstração de tecnologias, envolvendo trabalhos nas áreas de diagnóstico de doenças, avaliação de carcaças e, principalmente, na reprodução. No Brasil, trabalhos nesse campo são escassos e mais pesquisas direcionadas a essa área precisam ser concretizadas.

Palavras-chave: ultra-som, peixe.

Abstract

Ultrasonography is a non invasive, accurate and precise technique used in animal research since 50's. In fish culture works using this technology are more recent but not less important. In countries where the fish culture is already an entrepreneurial activity, ultrasound is commonly used in research units involving works in areas such as disease diagnostic, evaluation of carcass traits and mainly in reproduction. In Brazil, works in this field are scarce and more research in this area should be done.

Keywords: ultrasound, fish culture.

Introdução

O aumento da população mundial e a crescente demanda por fontes proteicas de alta qualidade levam os setores da produção animal a buscar uma maior eficiência produtiva e econômica.

A aquicultura, apoiada em um mercado que busca produtos de qualidade, com altos valores nutricionais, passíveis de rastreabilidade e que atinjam as mais variadas classes sociais, mostra crescimento extraordinário em todo o mundo, sendo considerada a atividade zootécnica de maior crescimento nas últimas décadas. Segundo o "Japan International Food and Aquaculture Society (JIFAS)", somente a produção de organismos aquáticos será capaz de atender as necessidades de proteína da população mundial no futuro (New..., 1996).

O sucesso tecnológico da aquicultura empresarial no mundo resulta do desenvolvimento de técnicas para cultivo, escolha de espécies de interesse comercial, controle das etapas produtivas adequadas às condições socioeconômicas regionais e melhoria dos índices zootécnicos, por meio da detecção dos animais com características superiores por técnicas realmente eficazes.

O ultra-som (US)

A ultra-sonografia é uma técnica que permite identificar estruturas moles em diversas profundidades do organismo de maneira não invasiva. Essa técnica baseia-se na captação dos sons refletidos (ecos) ao passarem por tecidos de impedâncias diferentes. Esses ecos são transformados em imagens que podem ser facilmente interpretadas (Goddard, 1995). As imagens de ultra-som são geradas a partir de ondas de alta frequência, produzidas por vibração de cristais específicos (Cristais Pizeoelétricos) alojados no transdutor do aparelho e enviadas por pulsos elétricos. Essas atuam em uma quantidade estreita, mas profunda de tecido, resultando em uma imagem bidimensional de uma pequena fração do local atingido por elas. Variando-se o ângulo e os movimentos do transdutor, é possível direcionar-se as ondas para a estrutura do organismo a ser pesquisada. O

transdutor tanto envia quanto recebe as ondas emitidas, sendo que a quantidade de ondas refletidas para ele são convertidas em correntes elétricas visualizadas como ecos na tela do aparelho. Os ecos são evidenciados na tela como uma variação de sombras em cinza, preto e branco. Líquidos não refletem ondas sonoras (anaecóicos ou hipoecóico) e são representados nas imagens pela cor preta (ou branca, dependendo da formatação do *scanner*). Sendo assim, as imagens ultra-sonográficas de estruturas contendo líquido como folículos de ovário, vesículas embrionárias ou mesmo estômago repleto de líquido aparecem com a coloração preta no visor. Tecidos densos, como os ossos, refletem uma grande quantidade das ondas transmitidas (hiperecóico) e são representados por tonalidades de cinza claro ou branco (Griffin e Ginther, 1992).

A maioria dos aparelhos de US utilizados hoje são do tipo “módulo B” (modalidade de brilho), em tempo real. Nesse tipo de ultra-sonografia a imagem é exibida em duas dimensões de pontos (*pixels*); sendo o brilho dos pontos proporcional à amplitude das ondas refletidas para o transdutor. O termo “Tempo real” refere-se à habilidade em captar imagens em movimento (movimentos cardíacos) quando esses ocorrem. A gravação em vídeo dessas imagens pode ser uma ferramenta importante no estudo da dinâmica dos eventos reprodutivos que acontecem nos animais (Griffin e Ginther, 1992).

Ultra-som na experimentação animal

O ultra-som (US), desde 1950, tem sido utilizado na produção animal como meio para se avaliar a composição corporal dos animais (Fisher, 1997). Tal avaliação só é útil se a característica desejada for de grande acurácia e tiver importância econômica. (Busch *et al.*, 1969).

Por ser uma técnica não invasiva, precisa e de rápida mensuração, pode ser empregada em laboratórios ou a campo. Seu grande potencial aliado às vantagens sobre as demais técnicas tem levado muitos pesquisadores a estudarem aplicações variadas na experimentação animal em todo o mundo (Braun, 1990). O US emite ondas sonoras de alta frequência, sendo utilizadas na medicina veterinária frequências de 1 a 10 MHz (Taylor e Hillyer, 1997), já na piscicultura, os transdutores mais usados estão entre 3,5 e 7,5 MHz, sendo que quanto maior a frequência das ondas transmitidas menor a penetração nos tecidos e melhor a resolução das imagens geradas (Griffin e Ginther, 1992).

A mudança de hábito alimentar da população mundial buscando fontes de proteína animal com níveis reduzidos de gordura tem forçado os produtores a procurar animais que apresentem características de carcaça diferentes daqueles encontrados no passado. Os programas de seleção têm acompanhado essa tendência em todo o mundo. Para tal, faz-se necessária a utilização de ferramentas de seleção que sejam eficazes que tenham uma boa acurácia. O uso da ultra-sonografia para mensurar a composição corporal de animais vivos tem potencial para satisfazer esses dois requisitos (Wilson, 1992).

O conhecimento sobre a composição corporal do animal é muito importante, já que esta sempre irá determinar a qualidade e a precisão do resultado de diagnóstico por imagem (Ghaedian *et al.*, 1997), podendo fornecer informações sobre tamanho, forma, localização e arquitetura das estruturas a serem examinadas (Burk e Ackerman, 1996). Bush *et al.* (1969) avaliaram a quantidade de gordura em touros jovens; Cisneros *et al.* (1996) estudaram o ultra-som na avaliação da profundidade e da espessura de gordura do músculo *longissimus dorsi* em suínos e Berg *et al.* (1996) avaliaram rendimento e composição da carcaça de ovelhas através da ultra-sonografia.

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos visando correlacionar as medidas obtidas por US de áreas específicas como a área do *longissimus dorsi* ou espessura de gordura na 12^a costela obtidas em animais vivos com as mensurações dos mesmos pontos após o abate. Greiner *et al.* (2003a) estudaram as correlações entre as medidas da área do músculo *longissimus dorsi* e a espessura de gordura na 12^a costela medida por US ou pela maneira convencional após o abate em 534 novilhos de corte, encontrando altas correlações entre as medidas feitas por US e aquelas mensuradas após o abate (0,86 a 0,89). Devido às altas correlações encontradas, esses dados têm sido utilizados na confecção de equações para prever a composição corporal de bovinos de corte (Herring *et al.*, 1994; Williams *et al.*, 1997). Tais equações são de grande importância para a indústria, uma vez que contribuem para a avaliação da carcaça de cada lote e para o avanço em programas de seleção (Greiner *et al.*, 2003b).

A importância da ultra-sonografia aplicada no melhoramento animal pode ser confirmada por Stelzleni *et al.* (2002) que estimaram os parâmetros genéticos de qualidade de carcaça avaliados pelo US em tempo real nas medidas de área do *longissimus dorsi*, espessura de gordura na 12^a costela e porcentagem de gordura intramuscular para touros e novilhas Brangus. Desta forma, concluindo-se que as medidas ultra-sonográficas podem ser usadas como ferramenta em programas de seleção visando à melhoria das características de carcaça.

Ultra-som na piscicultura

A qualidade da imagem ultra-sonográfica é influenciada diretamente pela composição corporal do animal assim como pela interferência do ar do meio na condução das ondas.

Na piscicultura é possível a obtenção de imagens mantendo-se o peixe dentro d'água, o que é uma

grande vantagem, uma vez que se elimina qualquer interferência do ar na imagem gerada, proporcionando uma maior nitidez (Fig. 1).

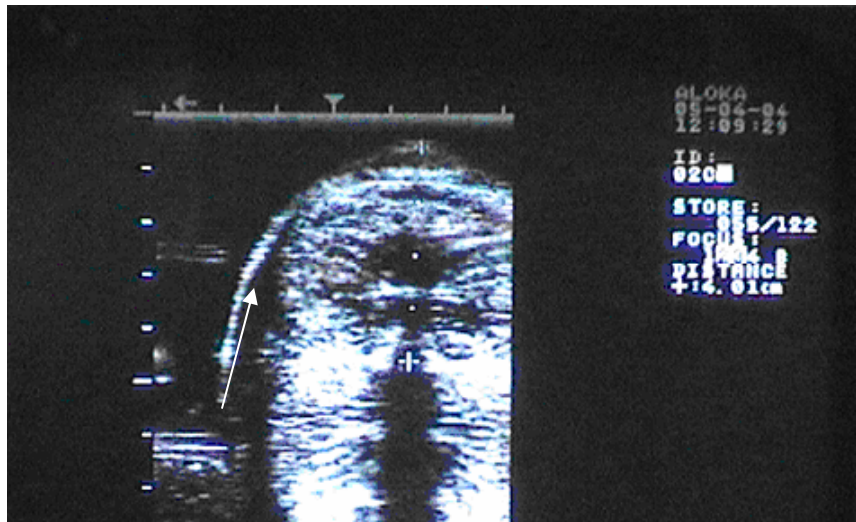


Figura 1: Imagem ultra-sonográfica em surubim (*Pseudoplatystoma* spp.) imersos em água.

As frequências de ondas sonoras utilizadas para diagnóstico por imagem nos peixes estão entre 3,5 e 7,5 Mhz, sendo que as diferentes aplicações do ultra-som na piscicultura estão diretamente relacionadas com a capacidade de reflexão de ondas no tecido do peixe, a composição corporal e a estrutura a ser visualizada.

As aplicações do ultra-som na piscicultura abrangem as áreas de diagnóstico de doenças, reprodução animal e avaliação de características de qualidade e rendimento de carcaça, com importância relevante nas pesquisas correlatas.

Diagnóstico de patologias

Love e Lewbart (1997) avaliaram a aplicabilidade da técnica de US na detecção e no diagnóstico de doenças em peixes ornamentais. Segundo os autores, proprietários em todo o mundo têm buscado maior assistência veterinária para essa categoria de peixes. As avaliações clínicas são complicadas devido à limitação física para o exame e pouca disponibilidade de testes diagnósticos efetivos. Entretanto, a técnica de ultra-sonografia, por ser relativamente barata e não invasiva, mostrou ser viável e eficiente na detecção de algumas doenças comuns a esses animais como sarcomas, hérnias de bexiga natatória e escoliose.

Gumpenberger *et al.* (2004) compararam as técnicas de ultra-sonografia, tomografia computadorizada e radiografia para o diagnóstico de aumento de volume da cavidade celomática em Oscar vermelho (*Astronotus ocellatus*). Enquanto a radiografia só demonstrou uma compressão caudoventral da bexiga natatória, o US detectou um grande tumor no parênquima, e a tomografia uma possível conexão do tumor com os rins. Após a necropsia, diagnosticou-se um adenoma papilar cístico dos rins. Concluiu-se que a técnica de US é eficaz no diagnóstico de algumas patologias para os peixes ornamentais assim como a tomografia computadorizada. A técnica de US foi ainda utilizada para a detecção de nematóides na musculatura de peixes (Hafsteinsson *et al.*, 1989) e para a verificação da função cardíaca no salmão (*Salmo salar*) (Reimers *et al.*, 1987).

Reprodução

Existem várias técnicas para análise do desenvolvimento e estágio de maturação gonadal e para sexagem de peixes, como: canulação urogenital, concentração lipofosfoprotéica do plasma, concentração vitelogênica, métodos de imuno-aglutinação e radioimunoensaio dos níveis de esteróides no sangue. A maioria delas são invasivas, prejudicando a saúde e a *performance* reprodutiva. Elas geram um grande estresse nos reprodutores do plantel, introduzindo patógenos e inibindo a ovulação, sendo ainda métodos ineficientes ao longo do ano, particularmente quando os peixes não estão em período reprodutivo (Blythe *et al.*, 1994).

A descoberta precoce do *status* reprodutivo dos peixes traz vantagens como melhoria nos índices de produção de larvas, ajustes do manejo nutricional para os peixes selecionados e controle de vendas dos peixes em desenvolvimento gonadal uma vez que as gônadas podem chegar a ocupar 75% do volume da cavidade celomática quando maduras, representando menor rendimento de carcaça desses peixes, que irão atingir menores preços na indústria (Mattson, 1991).

Pesquisas avaliando o emprego da ultra-sonografia na sexagem e determinação do período de maturação

gonadal têm sido desenvolvidas buscando estratégias para melhorar os índices reprodutivos ou buscando correlações entre o grau de maturação e o comportamento desses animais. Contudo, os peixes utilizados para esses estudos são, geralmente, oriundos de espécies de clima temperado, como o salmão, a truta e o bacalhau. Os trabalhos com as espécies de interesse zootécnico de clima tropical, como o surubim, são necessários a fim de melhorar os conhecimentos acerca das características e do potencial desses peixes adaptados às nossas condições ambientais.

A detecção do estágio reprodutivo é fundamental para o início do protocolo de indução à desova em peixes de piracema, principalmente aqueles com ausência de dimorfismo sexual, como o surubim. Até então, as técnicas usualmente empregadas na identificação e na seleção dos reprodutores se baseiam na visualização de caracteres externos, como abaulamento da parede celomática e hiperemia do poro urogenital. Tais técnicas, devido ao seu caráter subjetivo, podem acarretar uma menor eficiência em programas de indução à desova. O emprego da ultra-sonografia para avaliação e detecção do estágio de maturação gonadal pode gerar melhorias nos índices reprodutivos em protocolos de desova induzida em peixes de piracema, uma vez que pode ser possível a identificação do momento exato de início do protocolo de indução. Crepaldi (2006; Informação verbal) avaliou a eficácia do ultra-som na detecção do estágio de maturação gonadal em fêmeas de surubins (*Pseudoplatystoma coruscans*) e concluiu que essa técnica é viável principalmente em peixes em estágio final de maturação (Fig.2).

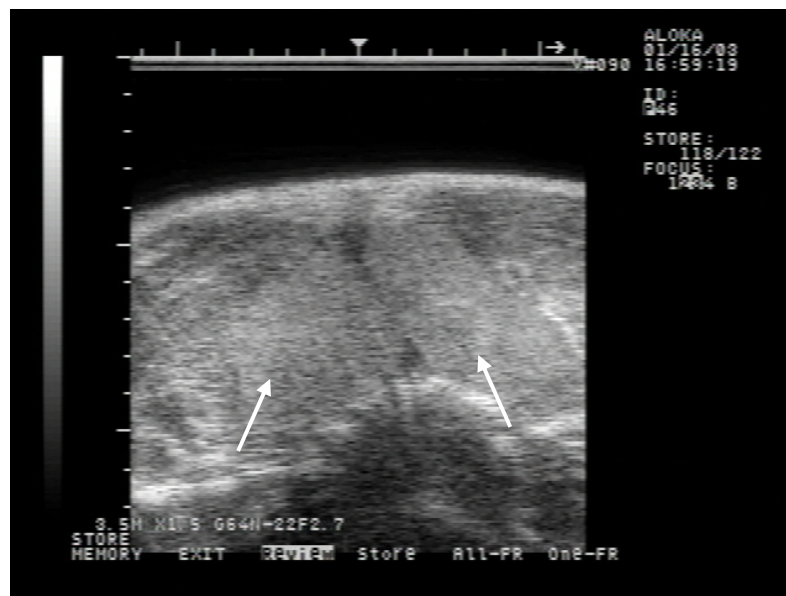


Figura 2: Ovários de surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) em fase final de maturação

Em contraste com a escassez de dados a respeito de peixes tropicais, a ultra-sonografia provou ser útil na determinação do sexo e na avaliação do desenvolvimento gonadal em salmão adulto (*Oncorhynchus kisutch*) a um mês do período de ovulação (Martin *et al.*, 1983), para salmão do Atlântico (*Salmo salar*) e truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) foi possível a avaliação cinco meses antes da ovulação (Reimers *et al.*, 1987).

Bonar *et al.* (1989) avaliaram a eficiência do uso de US na sexagem e na determinação do desenvolvimento gonadal em Arenque (*Clupea harengus pallasii*). A técnica apresentou grande acurácia, sendo que as fêmeas e os machos com gônadas pesando mais que 8,5g e 2,5g respectivamente foram sexados corretamente. Nos peixes com peso gonadal inferior aos citados, não foi possível a sexagem com o ultra-som. Conclui-se então que, para determinadas espécies, a sexagem e a classificação do estágio reprodutivo só são possíveis mediante um desenvolvimento mínimo das gônadas.

Blythe *et al.* (1994) avaliaram a eficácia da técnica de US na sexagem, acompanhamento e determinação do *status* reprodutivo durante o período de um ano em perca (*Morone saxatilis*). A sexagem dos peixes adultos apresentou uma grande acurácia (95%) ao longo de todo o período. O *status* reprodutivo dos adultos foi determinado por meio de mensurações transversais do diâmetro das gônadas feitas pela ultra-sonografia. Foi encontrada alta correlação ($r=0,92$) entre o diâmetro máximo dos ovários e o diâmetro dos oocistos, sendo que os melhores resultados para determinação do estágio de maturação foram obtidos pelo tamanho total das gônadas quando comparado com o tamanho médio das gônadas mensurado com o US.

Na Noruega, o uso prático da ultra-sonografia para diagnóstico de maturação gonadal, determinação de sexo e avaliação de órgãos internos já era rotina nas pisciculturas comerciais tecnificadas desde a década de 80 (Reimers *et al.*, 1987). A importância e a aplicabilidade dessa técnica são reconhecidas em centros de pesquisa e desenvolvimento da aquicultura em todo o mundo, buscando o conhecimento das características produtivas das

espécies de interesse econômico, o que leva à maior agilidade em programas de seleção.

Mattson (1991) avaliou a técnica de US para a sexagem e a avaliação de gônadas de salmão (*Salmo salar* Linnaeus) concluindo que machos imaturos são difíceis de serem identificados enquanto fêmeas maduras são fáceis de serem sexadas e classificadas. Quando comparadas às medidas de diâmetro das gônadas mensuradas por ultra-som com a mesma medida obtida por régua, foram encontradas correlações de 0,926 para as fêmeas e 0,754 para os machos. Tal fato pode ser explicado pela maior facilidade em visualização e mensuração dos ovários, acarretando em medidas mais precisas ao longo do experimento.

Karlsen e Holm (1994) estudaram a eficácia da ultra-sonografia na sexagem de 788 bacalhau (*Gadus morhua*) de diferentes idades (1 a 6 anos), concluindo que desde que os peixes tenham começado seu processo de aumento de volume e maturação das gônadas, é possível a diferenciação entre os sexos. Assim como as demais espécies citadas (salmão, truta e Arenque), os ovários do bacalhau apareceram nas imagens de US com um aspecto granuloso em tons de cinza claro, sendo que a intensidade dos ecos não foi constante. Os maiores ecos (mais ecogênico) foram mais evidentes imediatamente antes do momento da desova. Os testículos apareceram como estruturas escuras ou áreas cinza escuras.

Avaliação da composição corporal

A composição corporal dos peixes determina seu valor nutricional, atributos sensoriais, capacidade de processamento e armazenamento, sendo o conhecimento dessa composição de grande importância.

Peixes são compostos de água, proteínas, lipídeos e minerais e a proporção entre esses componentes é dependente da espécie, sexo, estação do ano, idade e estado sanitário dos mesmos (Ghaedian *et al.*, 1998), sendo assim, essas variáveis determinarão o sucesso do emprego dessa técnica ou não em algumas categorias. Segundo Badolato *et al.* (1994), diversos fatores podem contribuir para a grande variedade na composição da parte comestível dos peixes, tais como: espécie, sexo e grau de maturidade sexual, tamanho, local de captura, temperatura da água, natureza da alimentação e estação do ano.

Embora extremamente variável, a composição química da carne dos peixes aproxima-se bastante da composição de aves, bovinos e suínos. Seu principal componente é a água, cuja proporção, na parte comestível, pode variar de 64 a 90%, seguido pelas proteínas, de 8 a 23% e pela gordura, de 0,5 a 25%. Entre os constituintes minoritários encontram-se os sais minerais, cujo teor varia de 1 a 2%, os carboidratos, que, no caso dos peixes, não chegam a representar 1% da sua composição, e as substâncias nitrogenadas não protéicas, sem importância nutricional, que não atingem a 0,5% na carne fresca. Deve-se ressaltar que a carne de peixe apresenta a mesma proporção de proteínas que as carnes bovina, suína e de aves, porém de qualidade superior devido ao fato de conter menor teor de tecido conjuntivo, que é constituído basicamente de proteínas de baixa qualidade (Badolato *et al.*, 1994). Dentro desse aspecto, Kinsella (1998), em estudo sobre implicações nutricionais da qualidade de peixes e alimentos marinhos, determinou que estes contêm níveis de proteínas de 17 a 25%, ressaltando que ela é altamente digerível e rica em metionina e lisina, possuindo ainda um excelente perfil de outros aminoácidos essenciais.

A composição de lipídeos é responsável pelas maiores diferenças observadas, variando entre espécies, podendo ainda apresentar grandes diferenças em uma mesma espécie, durante diferentes épocas do ano. Rocha *et al.* (1982) ressaltam que os peixes onívoros e herbívoros migradores que têm uma desova ao ano apresentam grande variação de gordura entre os períodos de inverno e verão. Essa variação é menor ou ausente nos peixes carnívoros, os quais ocupam o fim da cadeia alimentar. Um outro fator que torna o conhecimento dos teores de lipídeos muito importante é a presença de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente os da família ômega-3, aos quais são atribuídos efeitos benéficos ao organismo humano. Belda e Pourchet-Campo (1991) destaca que o fornecimento de ácidos graxos ômega-3 para a espécie humana depende da fonte alimentar, sendo, portanto, importante conhecer as fontes capazes de suprir essas necessidades. Dentre os alimentos conhecidos, podem ser citados: leite humano, óleos vegetais, peixes, óleos de peixes e diversos animais marinhos, dentre outros.

Alguns constituintes corporais, como gorduras e água, podem ser determinados pela mensuração da velocidade de propagação das ondas de baixa intensidade geradas pelo US através deles. Portanto, o US pode ser utilizado para fornecer informações sobre a concentração, localização, composição estrutural e física de componentes específicos dos alimentos (McClements, 1995).

Os métodos tradicionais para determinação do conteúdo de gordura, proteína, umidade e cinzas são demorados, destrutivos e, muitas vezes, difíceis de serem executados. A análise do conteúdo corporal dos peixes pela ultra-sonografia tem sido empregada em pesquisas em todo o mundo devido ao seu caráter não destrutivo, simples, preciso e informatizado (Suvanich *et al.*, 1998), além de possibilitar a análise de amostras visivelmente opacas sem a necessidade de preparações laboratoriais específicas (Ghaedian *et al.*, 1997). Esses autores estudaram a viabilidade do uso do ultra-som como técnica não invasiva para determinar o conteúdo de umidade dos filés e a influência da gordura, umidade e sólidos não gordurosos na velocidade do ultra-som em tecidos de bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*), concluindo que a velocidade do ultra-som cai linearmente com o aumento da umidade dos filés.

Suvanich *et al.* (1998) mensuraram a velocidade do US nos filés de bacalhau (*Gadus morhua*), sarda do

Atlântico (*Scomber scombrus*), salmão do Atlântico (*Salmo salar*), bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) e linguado (*Pseudopleuronectes americanus*) em diferentes temperaturas (5 a 30°C). Esses autores concluíram que a velocidade do US varia entre as diferentes espécies, de acordo com a composição corporal, sendo possível a predição dessa composição a partir de equações. O aumento da temperatura aumentou a velocidade do US para todas as espécies. Sugeriram ainda que é possível determinar o conteúdo de gordura e sólidos não gordurosos, mensurando a velocidade do US em função da temperatura.

Rendimento de carcaça

Na aquicultura, as pesquisas relacionadas com a avaliação de carcaça e suas correlações por meio do ultra-som só tiveram início poucos anos após o trabalho de Bosworth *et al.* (2001). Esses autores avaliaram as imagens ultra-sonográficas de 30 bagres-do-canal (535 a 967 gramas) relacionadas com o rendimento de carcaça dos animais após o abate, comparando as imagens transversais de ultra-som feitas na musculatura e sua posterior medição nos cortes transversais do músculo. Para tal, utilizou-se um transdutor de 5Mhz linear, realizando-se imagens transversais da musculatura dos peixes em cinco pontos: inserção anterior da nadadeira dorsal, inserção posterior da nadadeira dorsal, inserção da nadadeira pélvica, inserção anterior da nadadeira anal e inserção anterior da nadadeira adiposa. Foram colocados sobre a pele dos peixes pequenos cateteres perpendiculares à coluna, servindo como marcadores dos pontos a serem feitas as imagens. Os peixes foram sacrificados com uma dose letal de tranqüilizante (2% triclaínametilsulfonato), pesados e colocados em uma cuba de plástico com água. Após a obtenção, as imagens foram armazenadas, os peixes congelados a -20°C por 24 horas, retirados do freezer e submetidos a cortes transversais da musculatura nos mesmos locais onde as imagens foram realizadas. A mensuração dos cortes congelados e a área obtida pelo ultra-som não mostraram diferenças significativas entre si ($P > 0,05$) e as correlações entre tais medidas foram altas ($r = 0,84$ a $0,94$, $P < 0,001$), indicando que as imagens de ultra-som podem ser usadas para se calcular a área da musculatura desses peixes.

No Brasil, o primeiro relato envolvendo a ultra-sonografia na avaliação do rendimento de carcaça em peixes foi o de Crepaldi (2004). Foram avaliados 34 surubins híbridos (*Pseudoplatystoma coruscans* X *Pseudoplatystoma fasciatum*) vivos, divididos em dois grupos de acordo com seu peso médio (grupo1: 2,5kg e grupo2: 1,5 kg). Mensurou-se, por meio das imagens ultra-sonográficas a altura, largura e área da musculatura epiaxial (Fig.3) em quatro pontos definidos (base anterior da nadadeira dorsal, base posterior da nadadeira dorsal, base anterior da nadadeira adiposa e base do pedúnculo caudal). As medidas ultra-sonográficas (altura, largura e área) das imagens de cada ponto foram correlacionadas com o peso da cabeça, peso da carcaça, peso do filé de barriga e peso do filé de lombo. Obtiveram-se ainda as correlações entre comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC) e peso total (PT) com as medidas de rendimento citadas anteriormente. Estabeleceu-se então qual ponto apresenta as melhores correlações com o rendimento de carcaça. Com esse trabalho, demonstrou-se que é possível selecionar potenciais reprodutores por meio de avaliação de suas características zootécnicas com uma técnica não invasiva, mantendo os animais vivos.

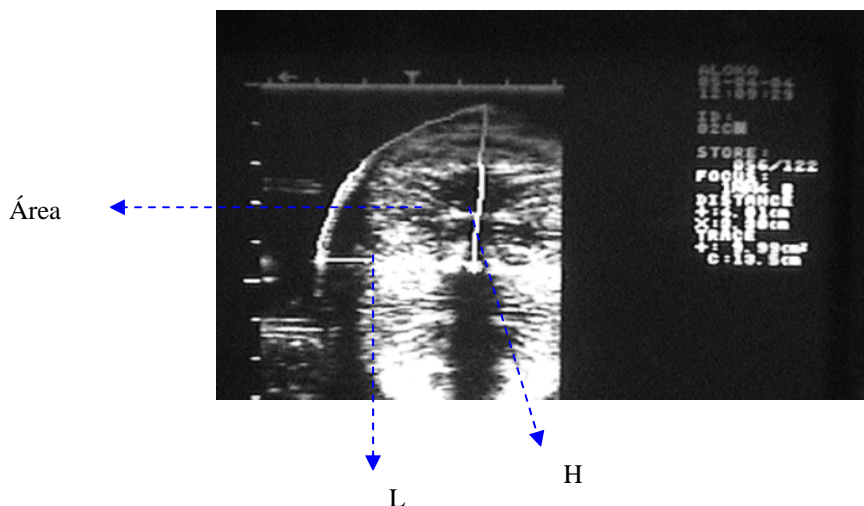


Figura 3. Imagem ultra-sonográfica e mensurações da Altura (H); Largura (L) e Área da musculatura epi-axial em surubins.

A importância da ultra-sonografia para o desenvolvimento da atividade piscícola nacional pode ser comprovada pela sua utilização em estações de pesquisa em todo o mundo. A exemplo de países que têm a aquicultura como uma atividade bem fundamentada e consolidada, o Brasil, deverá adotar o uso de novas tecnologias visando à melhoria de seu setor produtivo.

Devido a sua ampla aplicabilidade e a suas características funcionais, o ultra-som pode servir como uma importante ferramenta em programas de seleção e melhoramento genético em que peixes com características zootécnicas superiores podem ser mantidos vivos dentro de um plantel.

Referências

- Badolato ESG, Aued-Pimentel S, Tavares M, Morais, C.** Sardinhas em óleo comestível. parte II. Estudo da interação entre os ácidos graxos do peixe e do óleo de cobertura. *Rev Inst Adolfo Lutz*, v.54, p.21-26, 1994.
- Belda MCR, Pourchet-Campo MAA.** Ácidos graxos essenciais em nutrição: Uma visão atualizada. *Ci Tecnol Alim*, v.11, p.5-35, 1991.
- Berg EP, Neary MK, Forrest JC, Thomas D, Kauffman RG.** Assessment of lamb carcass composition from live animal measurement of bioelectrical impedance or ultra-sonic tissue depths. *J Anim Sci*, v.74, p.2672-2678, 1996.
- Blythe B, Helfrich LA, Beal WE, Bosworth B, Libey GS.** Determination of sex and maturational status of striped bass (*Morone saxatilis*) using electronic ultrasonic imaging. *Aquaculture*, v.125, p.175-184, 1994.
- Braun, U.** Ultrasonography examination of the liver in cows. *Am J Vet Res*, v.51, p.1522-1526, 1990.
- Bonar SA, Thomas BP, Pauley GB, Martin, RW.** Use of ultrasonic images for rapid non-lethal determination of sex and maturity of Pacific Herring. *Aquaculture Research*, v.32, p.113-120, 1989.
- Bosworth BG, Holland M, Brazil BL.** Evaluation of ultrasound imagery and body shape to predict carcass and fillet yield in farm-raised catfish. *J Anim Sci*, v.79, p.1483-1490, 2001.
- Burk LR, Ackerman, N.** Introduction. In: Burk LR, Ackerman N (Ed.). *Small animal: radiology and ultrasonography*. Philadelphia: WB Saunders, 1996. p (05-16).
- Busch DA, Dinkel CA, Minyard JA.** Body measurements, subjective scores and estimates of certain carcass traits as predictors of edible portion in beef cattle. *J Anim Sci*, v.29, p.557-563, 1969.
- Cisneros F, Ellis M, Miller KD, Novakofski J, Wilson ER, McKeith FK.** Comparison of transverse and longitudinal real-time ultrasound scans for prediction of lean cut yields and fat-free content in live pigs. *J Anim Sci*, v.74, p.2566-2576, 1996.
- Crepaldi DV.** Avaliação da técnica de ultra-sonografia como indicador de rendimento de carcaça e biometria em surubim (*Pseudoplatystoma spp.*). 2004. 39f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
- Fisher AV.** A review of the technique of estimating the composition of livestock using the velocity of ultrasound. *Comput Electron Agric*, v.17, p.217-231, 1997.
- Ghaedian R, Coupland JN, Decker EA, McClements DJ.** Ultrasonic determination of fish composition. *J Food Eng.*, v.35, p.323-337, 1998.
- Ghaedian R, Decker AE, McClements DJ.** Use of ultrasound to determine cod fillet composition. *J Food Sci*, v.62, p.(500-504), 1997.
- Goddard PJ.** General principles. In: Goddard PJ. *Veterinary ultrasonography*. Weybridge: CAB International. 1995. p.1-19.
- Greiner SP, Rouse GH, Wilson DE, Cundiff L.V, Wheeler TL.** Accuracy of predicting weight and percentage of beef carcass retail product using ultrasound and live animal measures. *J Anim Sci*, v.81, p.466-473, 2003a.
- Greiner SP, Rouse GH, Wilson DE, Cundiff L.V, Wheeler TL.** The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J Anim Sci*, v.81, p.676-682, 2003b.
- Griffin PG, Ginther OJ.** Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. *J Anim Sci*, v.70, p.953-972, 1992.
- Gumpfenberger M, Hochwartner Mag O, Loupal G.** *Vet Rad Ultrasound*, v.45, p.139-142, 2004.
- Hafsteinsson H, Parker K, Chivers R, Rizvi SSH.** Application of ultrasonic waves to detect seal worms in fish tissue. *J Food Sci*, v.54, p.244-247, 1989.
- Herring WO, Williams SE, Bertrand JK, Benyshek LL, Miller DC.** Comparison of live and carcass equations predicting percentage of cutability, retail product weight, and trimmable fat in beef cattle. *J Anim Sci*, v.72, p.1107-1118, 1994.
- Karlsen O, Holm JC.** Ultrasonography, a non-invasive method for sex determination in cod (*Gadus morhua*). *J Fish Biol*, v.44, p.965-971, 1994.
- Kinsella JE.** Fish and Seafoods: Nutritional implications and quality issues. *Food Technol*, v.2, p.146- 150, 1998.
- Love NE, Lewbart GA.** Pet radiography: Technique and case history reports. *Vet Radiol Ultrasound*, v.38, p.24-29, 1997.
- Martin RM, Myers J, Sower SA, Phillips DJ, McAuley C.** Ultrasonic imaging, a potential tool for sex determination of live fish. *North Am J Fish Man*, v.3, p.258-264, 1983.
- Mattson NS.** A new method to determine sex and gonad size in live fish by using ultrasonography. *J Fish Biol.*, v.39, p.673-677, 1991.



McClements DJ. Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. *Food Sci Tecnol* v.6, p.293-299, 1995.

New system developed for onshore production. *Fish Farm Int*, p.32-33, Jan. 1996.

Reimers E, Landmark P, Sorsdal T, Bohmer E, Solum. Determination of salmonids' sex maturation and size: an ultrasound and photocell approach. *Aquacult Mag*, v.13, p.41-44, 1987.

Rocha YR, Aguiar JPL, Marinho HÁ, Shrimpton R. Aspectos nutritivos de alguns peixes da Amazônia, *ACTA Amazônica*, v.12, p.787-794, 1982.

Stelzleni AM, Perkins TL, Brown AH, Pohlman FW, Johnson ZB, Sandelin BA. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. *J Anim Sci*, v.80, p.3150-3153, 2002.

Suvanich V, Ghaedian R, Chanamai R, Decker EA, McClements DJ. Prediction of proximate fish composition from ultrasonic properties: Catfish, cod, flounder, mackerel and salmon. *J Food Sci*, v.63, p.966-968, 1998.

Taylor FGR, Hillyer MH. *Diagnostic techniques in equine medicine*. Philadelphia: WB Saunders, 1997. 348 p.

Williams R E, Bertrand JK, Williams, SE, Benyshek LL. Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. *J Anim Sci*, v.75, p.7-13, 1997.

Wilson DE. Application of ultrasound for genetic improvement. *J Anim Sci*, v.70, p.973-983, 1992.

Agradecimentos

Apoio financeiro da SEAP/PR.
