

ULTRASSONOGRAFIA REPRODUTIVA EM BOVINOS

Diagnóstico e Biotécnicas
Aplicadas

Marcelo M. Seneda
Fábio Morotti
Larissa Z. Bergamo
Luiz F. M. Pfeifer
Rogério Ferreira



Editora
MedVet

ULTRASSONOGRAFIA REPRODUTIVA EM BOVINOS

Diagnóstico e Biotécnicas
Aplicadas

Marcelo M. Seneda
Fábio Morotti
Larissa Z. Bergamo
Luiz F. M. Pfeifer
Rogério Ferreira

Editora
MedVet
São Paulo – 2025

CAPÍTULO 1

Princípios fundamentais da ultrassonografia	1
<i>Rogério Ferreira; Larissa Zamparone Bergamo; Sofia Botsaris Delchiaro; Andrey Osvaldo Souza Ferro; Marcelo Marcondes Seneda</i>	
Introdução	1
Princípios básicos da ultrassonografia	2
Formação da imagem	2
Conceitos físicos relacionados com a formação das imagens	4
Aparelho de ultrassom	6
Transdutores.....	7
Principais ajustes no equipamento	8
Modo	8
Frequência	9
Ganho.....	10
Profundidade da imagem.....	10
Foco	10
Contraste e brilho	10
Compensação de ganho em tempo – função TGC.....	11
Recursos e mensurações.....	11
Função <i>freeze</i> (congelamento da imagem).....	11
Função voltar (<i>rewind/scroll-back/cine-loop</i>).....	12
Salvar imagens e vídeos	12
Anotações e marcadores na imagem	12
Zoom	12
Mensurações gerais	12
Artefatos	13
Reforço acústico posterior	13
Reverberação.....	14
Sombra acústica.....	14
Espelhamento (<i>mirror image</i>)	14
Considerações finais	14
Bibliografia consultada	15

CAPÍTULO 2

Ultrassonografia modo Doppler	17
<i>Denis Vinicius Bonato; Luiz Francisco Machado Pfeifer; Francieli Gesleine Capote Bonato; Tamires Korchovei Sanches; Karen Cristina Lye Ioshimura; Daniele Missio</i>	
Introdução	17
Princípios da ultrassonografia modo Doppler	18
Frequência Doppler	18
Velocidade de fluxo sanguíneo	20
Ângulo de insonação e magnitude do desvio Doppler	20
Formas de apresentação do desvio Doppler	21
Tipos de Doppler	21
Imagem Doppler	21
Utilização do modo Doppler no sistema reprodutivo de fêmeas bovinas	24
Ajustes dos parâmetros de ultrassonografia em modo Doppler	27
Utilização do modo Doppler no sistema reprodutivo de machos bovinos	27
Considerações finais	29
Bibliografia consultada	30

CAPÍTULO 3

Ultrassonografia transretal aplicada à avaliação ginecológica	31
<i>Amanda Fonseca Zangirolamo; Nathalia Covre da Silva; Tamires Korchovei Sanches Fábio Morotti; Luiz Francisco Machado Pfeifer; Camila Bortoliero Costa; Daniele Missio; Marcela Bortoletto Cerezetti</i>	
Introdução	31
Avaliação uterina	32
Alterações uterinas	36
Avaliação ovariana	38
Alterações ovarianas	44
Considerações finais	46
Bibliografia consultada	46

CAPÍTULO 4

Diagnóstico e estimativa da idade gestacional	49
<i>Amanda Fonseca Zangirolamo; Ana Clara Canto Souza; Nathália Covre da Silva; Daniele Missio; Anne Kemmer Souza Candotti; Camila Bortoliero Costa; Fábio Morotti</i>	
Introdução	49
Características do útero gestante	50
Período gestacional inicial (10 a 24 dias)	50
Gestação de 25 a 30 dias	50
Gestação de 31 a 40 dias	52

Gestação de 41 a 90 dias.....	54
Gestação de 91 a 150 dias.....	57
Morte embrionária/fetal.....	58
Considerações finais.....	59
Anexo.....	60
Bibliografia consultada.....	61
CAPÍTULO 5	
Identificação do sexo fetal por ultrassonografia.....	63
<i>Denis Vinicius Bonato; Francieli Capote Bonato; Anne Kemmer Souza Candotti; Emanuel Binotto Ferreira; Andressa Lindquist Vargas</i>	
Introdução.....	63
Identificação precoce do sexo do concepto.....	64
Identificação tardia do sexo fetal.....	66
Considerações finais.....	72
Bibliografia consultada.....	73
CAPÍTULO 6	
Ultrassonografia na IA e IATF.....	75
<i>Fábio Morotti; Luiz Francisco Machado Pfeifer; Camila Bortoliero Costa; Daniele Missio; Marcela Bortoletto Cerezetti; Rogério Ferreira; Marcelo Marcondes Seneda</i>	
Introdução.....	75
Conceitos e principais manejos na IATF.....	76
Diâmetro do folículo dominante na IATF.....	79
Ultrassom para avaliação da contagem de folículos antrais (CFA).....	83
Ultrassom como ferramenta auxiliar nos programas de ressincronização.....	85
Bibliografia consultada.....	89
CAPÍTULO 7	
Ultrassonografia na avaliação de doadoras e receptoras de embrião.....	93
<i>Marcelo Marcondes Seneda; Camila Bortoliero Costa; Eduardo Antônio de Almeida Rossignolo; Anne Kemmer Souza Candotti; Fabio Morotti</i>	
Seleção de Doadoras de acordo com a Contagem de Folículos Antrais (CFA).....	95
Protocolos de superovulação e suas diferentes respostas.....	95
Seleção de receptoras de acordo com as características do CL.....	97
Avaliação do diâmetro do CL.....	97
Avaliação do CL em modo Doppler.....	98
Bibliografia consultada.....	101

CAPÍTULO 8

Ultrassonografia na produção de embriões *in vitro* 105

Camila Bortoliero Costa; Nathalia Covre da Silva; Anne Kemmer Souza Candotti; Fabio Morotti; Marcelo Marcondes Seneda

Avaliação ultrassonográfica das doadoras de oócitos e embriões..... 105

Aspiração folicular guiada por ultrassonografia (*ovum pick-up*)..... 108

Equipamento de aspiração folicular 109

 Transdutores e frequência 109

 Agulhas 109

Cuidados gerais ao realizar a OPU 110

Descrição da técnica de OPU 111

Preparação das doadoras 111

Aspiração folicular 113

Desafios durante a OPU..... 113

Bibliografia consultada 114

CAPÍTULO 9

Ultrassonografia na seleção de novilhas 117

Fábio Lucas Zito de Moraes; Anne Kemmer Souza Candotti; Rafael Luiz Stolf; Fabio Morotti; Camila Bortoliero Costa; Marcelo Marcondes Seneda

Parâmetros avaliados pela ultrassonografia para a seleção de novilhas .. 120

Desenvolvimento uterino..... 124

Atividade ovariana..... 124

Classificação de novilhas para maior eficiência reprodutiva 127

Indução da puberdade 129

Fatores de descarte para novilhas 129

Considerações finais 131

Bibliografia consultada 131

CAPÍTULO 10

Uso da ultrassonografia na avaliação do sistema reprodutor de touros 135

Fábio Morotti; Flávio Antônio Barca Júnior; Suellen Miguez Gonzalez; Matheus Cruz Silva; Eduardo Antônio de Almeida Rossignolo

Introdução..... 135

Anatomia e fisiologia do sistema reprodutor do touro 137

 Eixo Hipotalâmico-hipofisário-gonadal..... 138

 Bolsa Testicular 140

 Testículos..... 141

 Epidídimo 144

 Cordão espermático..... 145

 Glândulas Sexuais Acessórias..... 147

 Pênis, uretra peniana e prepúcio..... 151

Considerações finais 155

Bibliografia consultada 156

CAPÍTULO 8

Ultrassonografia na produção de embriões *in vitro* 105

Camila Bortoliero Costa; Nathalia Covre da Silva; Anne Kemmer Souza Candotti; Fabio Morotti; Marcelo Marcondes Seneda

Avaliação ultrassonográfica das doadoras de oócitos e embriões..... 105

Aspiração folicular guiada por ultrassonografia (*ovum pick-up*)..... 108

Equipamento de aspiração folicular 109

 Transdutores e frequência 109

 Agulhas 109

Cuidados gerais ao realizar a OPU 110

Descrição da técnica de OPU 111

Preparação das doadoras 111

Aspiração folicular 113

Desafios durante a OPU..... 113

Bibliografia consultada 114

CAPÍTULO 9

Ultrassonografia na seleção de novilhas 117

Fábio Lucas Zito de Moraes; Anne Kemmer Souza Candotti; Rafael Luiz Stolf; Fabio Morotti; Camila Bortoliero Costa; Marcelo Marcondes Seneda

Parâmetros avaliados pela ultrassonografia para a seleção de novilhas .. 120

Desenvolvimento uterino 124

Atividade ovariana 124

Classificação de novilhas para maior eficiência reprodutiva 127

Indução da puberdade 129

Fatores de descarte para novilhas 129

Considerações finais 131

Bibliografia consultada 131

CAPÍTULO 10

Uso da ultrassonografia na avaliação do sistema reprodutor de touros 135

Fábio Morotti; Flávio Antônio Barca Júnior; Suellen Miguez Gonzalez; Matheus Cruz Silva; Eduardo Antônio de Almeida Rossignolo

Introdução 135

Anatomia e fisiologia do sistema reprodutor do touro 137

 Eixo Hipotalâmico-hipofisário-gonadal..... 138

 Bolsa Testicular 140

 Testículos..... 141

 Epidídimo 144

 Cordão espermático 145

 Glândulas Sexuais Acessórias..... 147

 Pênis, uretra peniana e prepúcio 151

Considerações finais 155

Bibliografia consultada 156

- **Refração:** é a mudança de direção das ondas sonoras ao passar de um meio para outro com diferentes velocidades de propagação. A refração obedece à lei de Snell, que determina que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de refração quando as velocidades são iguais, e que o ângulo de refração é maior quando a velocidade no segundo meio é menor que no primeiro. A refração pode causar distorções na imagem, como o deslocamento ou duplicação de estruturas, ou formação de artefatos.

APARELHO DE ULTRASSOM

Em termos básicos, o aparelho de ultrassom é constituído por uma unidade base com monitor em cuja tela há a formação da imagem; e por um transdutor composto por um cabo contendo cristais piezoelétricos na extremidade, local em que as ondas ultrassonográficas são emitidas e recebidas.

A unidade-base conta ainda com um teclado acoplado para funções de configurações, registros e mensurações. O software, embarcado no equipamento, ainda permite captar imagens imóveis (*congelar*) e salvar vídeos, além de ampliar e duplicar imagens. Além disso, os aparelhos mais atuais têm bateria interna com boa autonomia de funcionamento, para situações de queda de energia elétrica. O aparelho de ultrassonografia completo está demonstrado na Figura 1.3.



FIGURA 1.3. Exemplo de ultrassom portátil, composto por monitor, teclado e painel de controle.

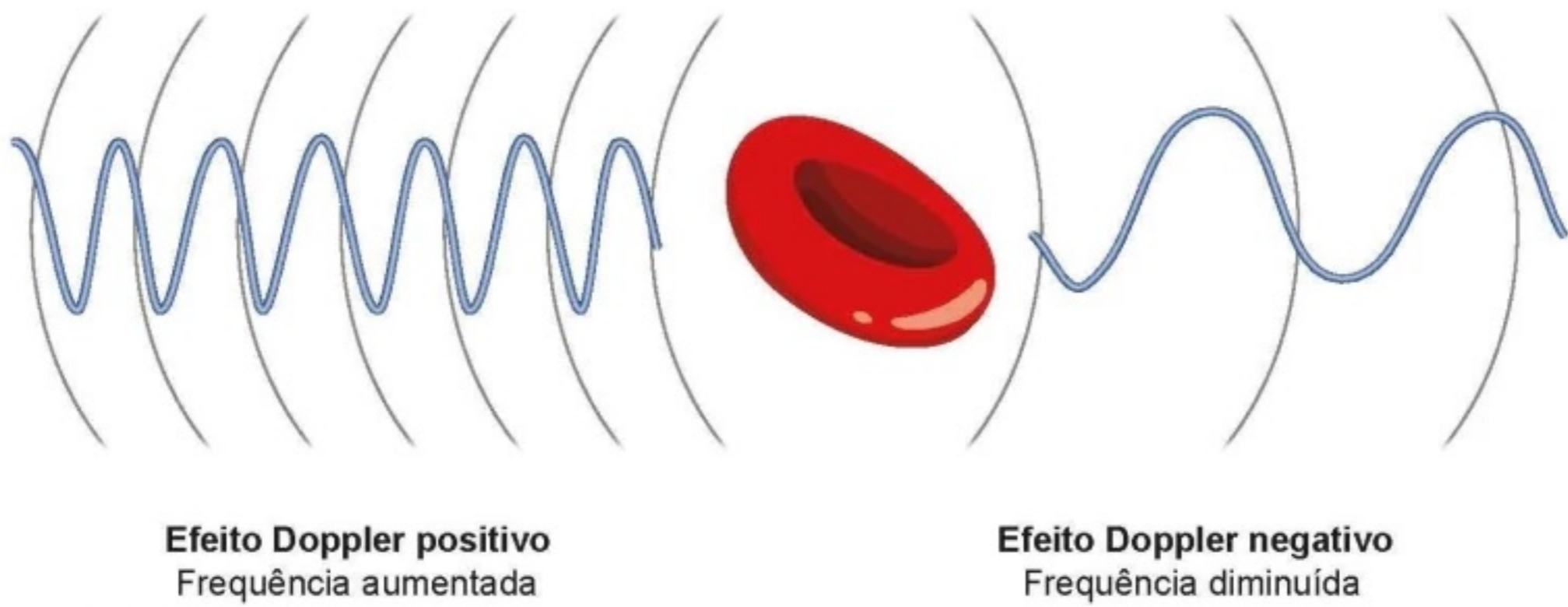


FIGURA 2.1. Ilustração do efeito Doppler positivo e negativo. Fonte: Adaptado de Carvalho, 2009.

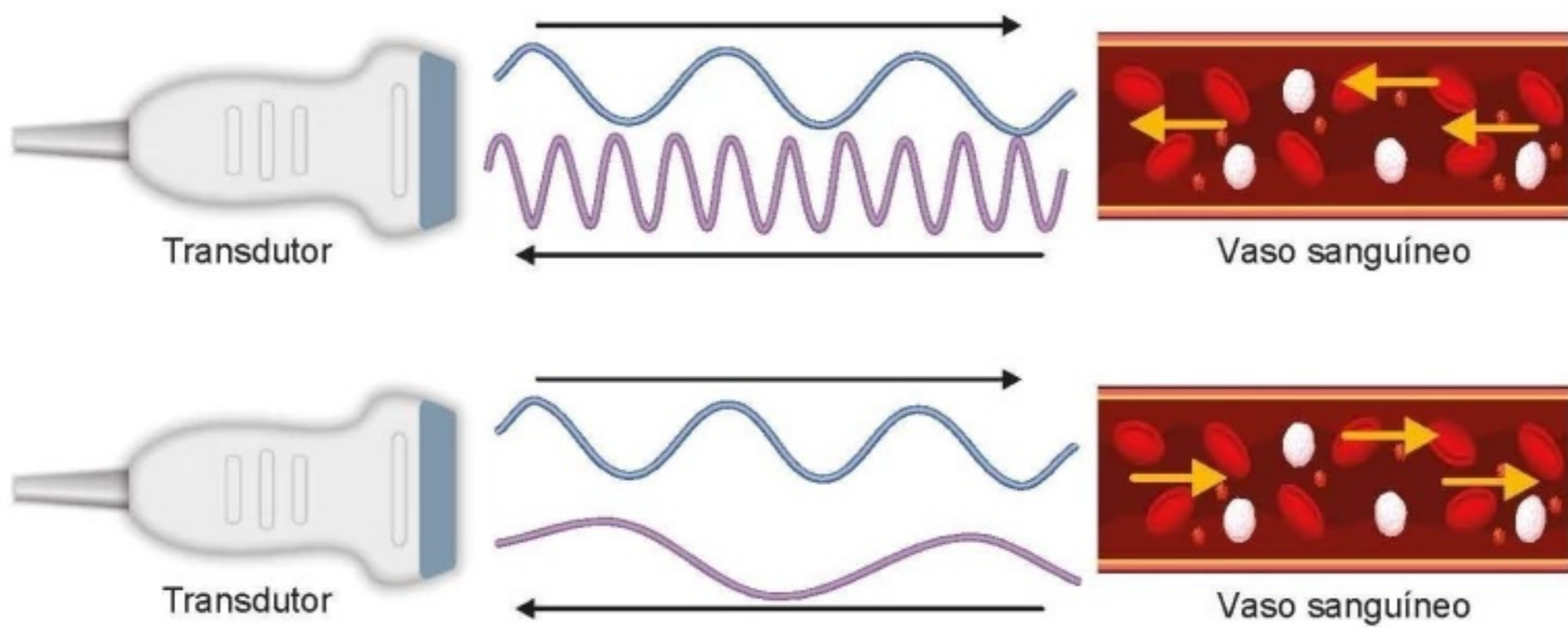


FIGURA 2.2. Ilustração da frequência Doppler captada pelo transdutor do ultrassom. Fonte: Adaptado de Carvalho, 2009.

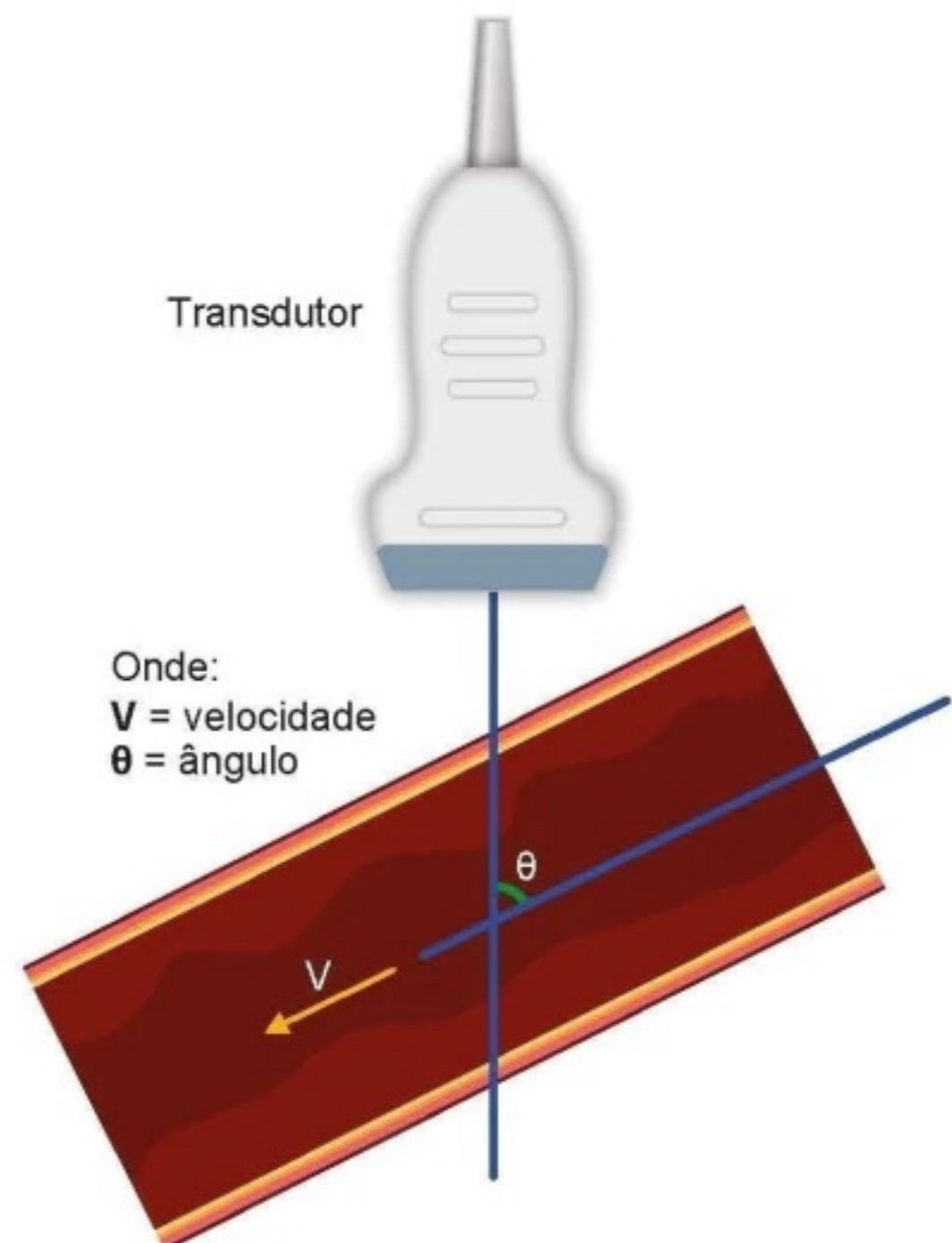


FIGURA 2.3. Ilustração da velocidade do fluxo sanguíneo com base no ângulo e desvio Doppler captada pelo transdutor do ultrassom. Fonte: Adaptado de Nyland; Mattoon, 2002.

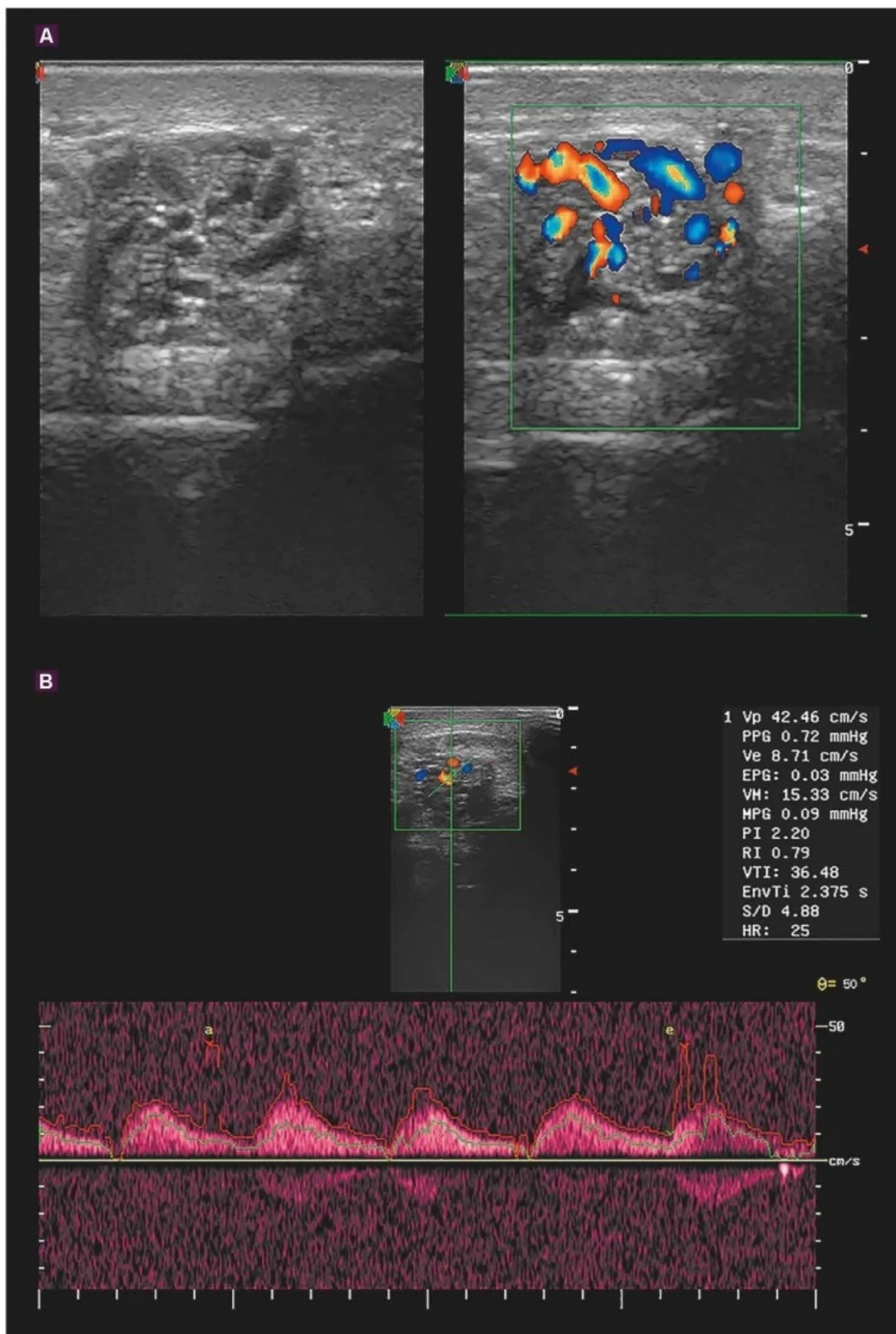


FIGURA 2.5. (A) Imagem esquerda: imagem ultrassonográfica em modo B em corte transversal do plexo pampiniforme de touro. Imagem direita: imagem ultrassonográfica em modo Doppler colorido em corte transversal do plexo pampiniforme de touro. (B) Imagem ultrassonográfica de artéria testicular bovina em modo Doppler espectral (superior), gerando o gráfico de ondas (imagem inferior). Imagens geradas via transretal com o equipamento modelo S8v (SonoScape®) com frequência de 8,6 MHz e transdutor linear de 5-10,0 MHz.

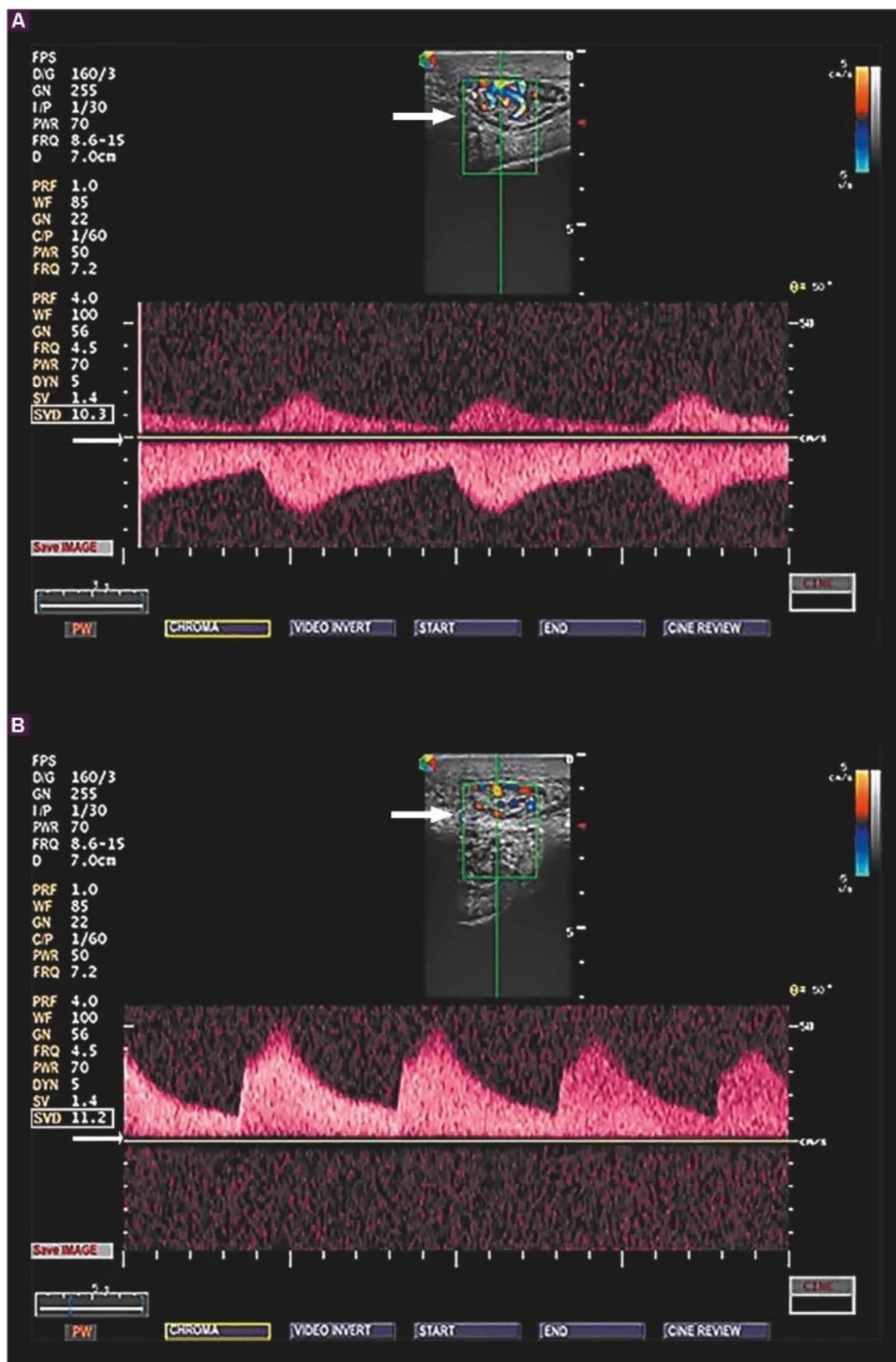


FIGURA 2.12. Imagem ultrassonográfica em modo Doppler espectral evidenciando o (A) aliasing (*seta*) em irrigação testicular com formação do gráfico no eixo horizontal. (B) O aumento da frequência (*seta*) e o melhor posicionamento da probe removeram o artefato. Imagens geradas via transretal com o equipamento modelo S8v (SonoScape®) com frequência de 8,6 MHz e transdutor linear de 5-10,0 MHz.

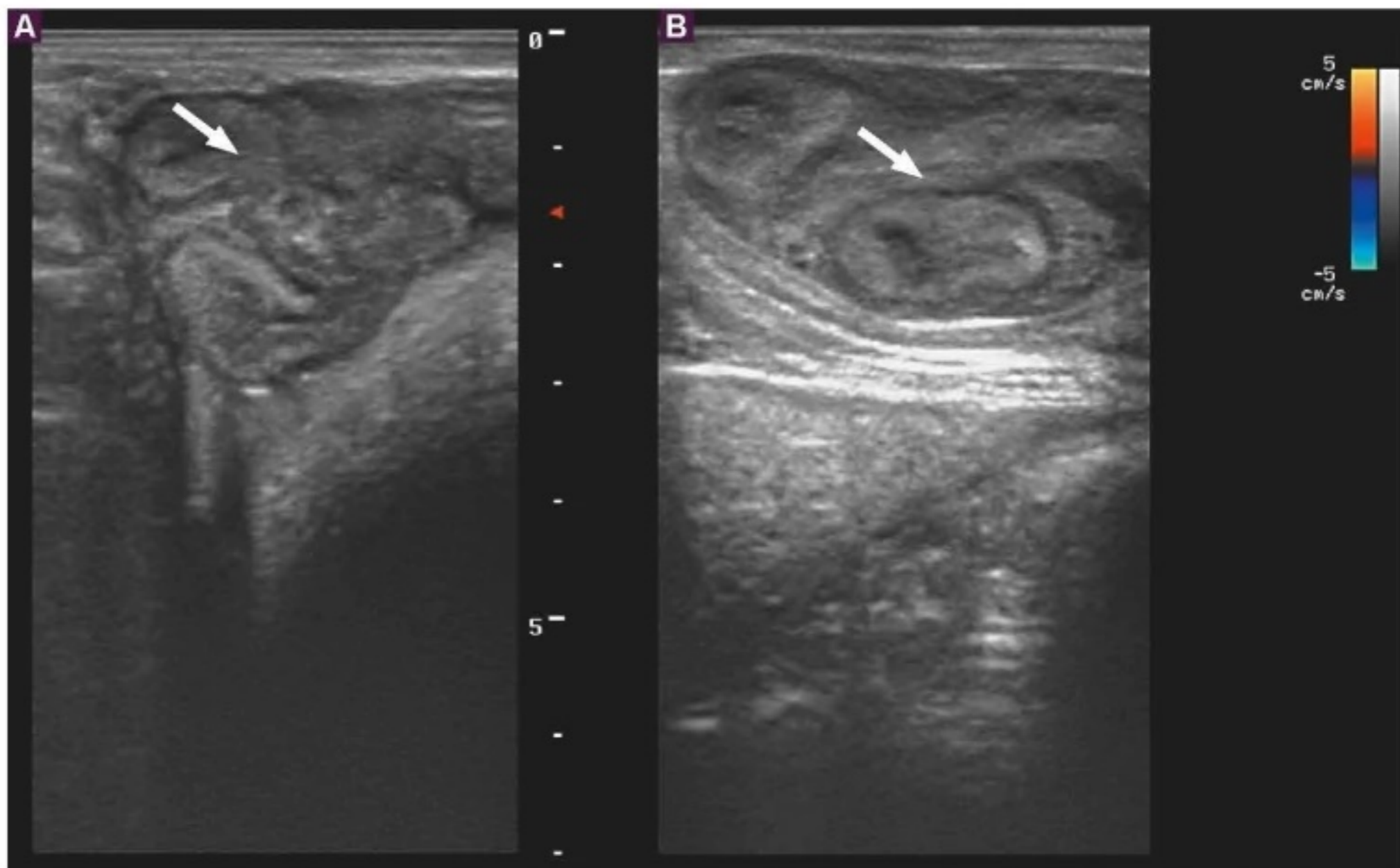


FIGURA 3.4. Imagem ultrassonográfica em modo B de útero bovino em diversos cortes transversais que se apresentam como estruturas circulares (*setas*) e de ecogenicidade diferente do tecido adjacente. Imagens geradas pela via transretal com o equipamento modelo S8v (SonoScape®) frequência 8,6 MHz, transdutor linear de 5 – 10,0 MHz. Fonte: Eduardo A. A. Rossignolo.

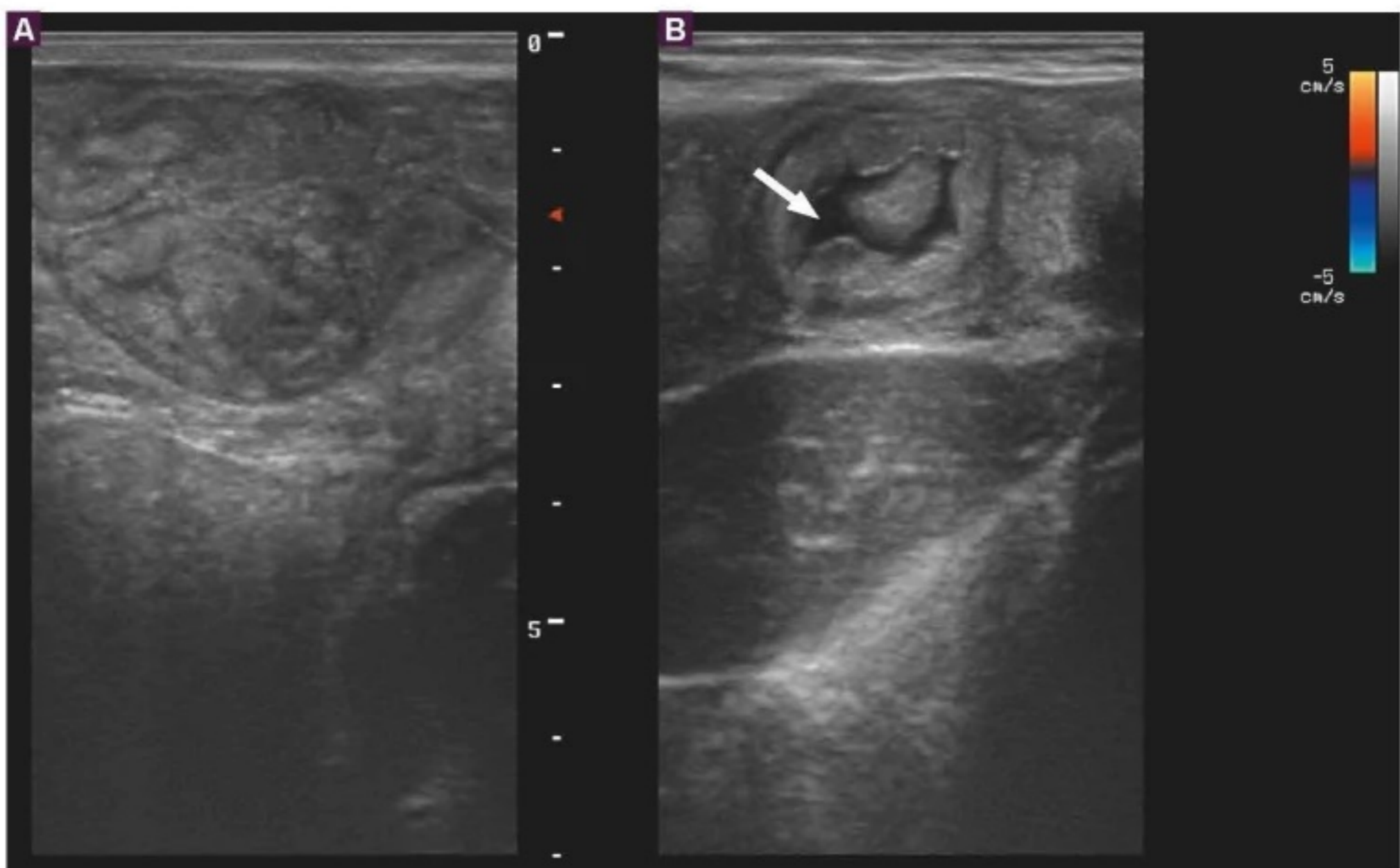


FIGURA 3.5. Imagem ultrassonográfica de útero bovino em modo B: cortes transversais do útero não gestante (A); corte transversal do útero em fase de proestro com pequena quantidade de líquido (*seta* – aspecto anecogênico; B). Imagens geradas pela via transretal com o equipamento modelo S8v (SonoScape®) frequência 8,6 MHz, transdutor linear de 5 – 10,0 MHz. Fonte: Eduardo A. A. Rossignolo.

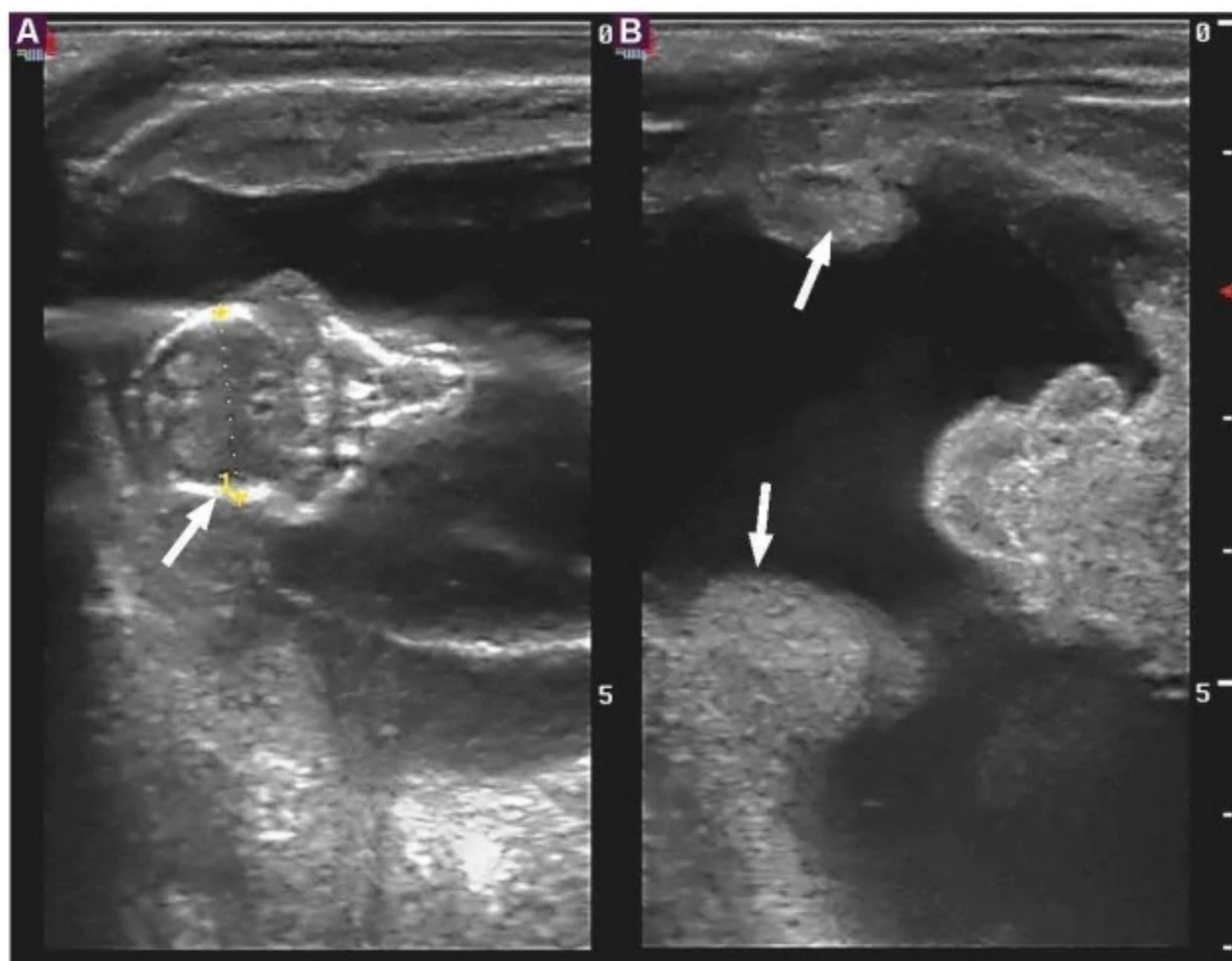


FIGURA 4.9. Imagens ultrassonográficas em modo B em corte transversal de feto aos 63 dias de idade. (A) Medida do diâmetro da cabeça (*seta*). Os ossos do crânio já apresentam calcificação, sendo visualizados como contornos hiperecoicos. (B) Placentônios de formato circular da mesma gestação (*setas*). Imagens geradas via transretal com o equipamento modelo S8v (SonoScape®) com transdutor linear de 8,6 MHz.

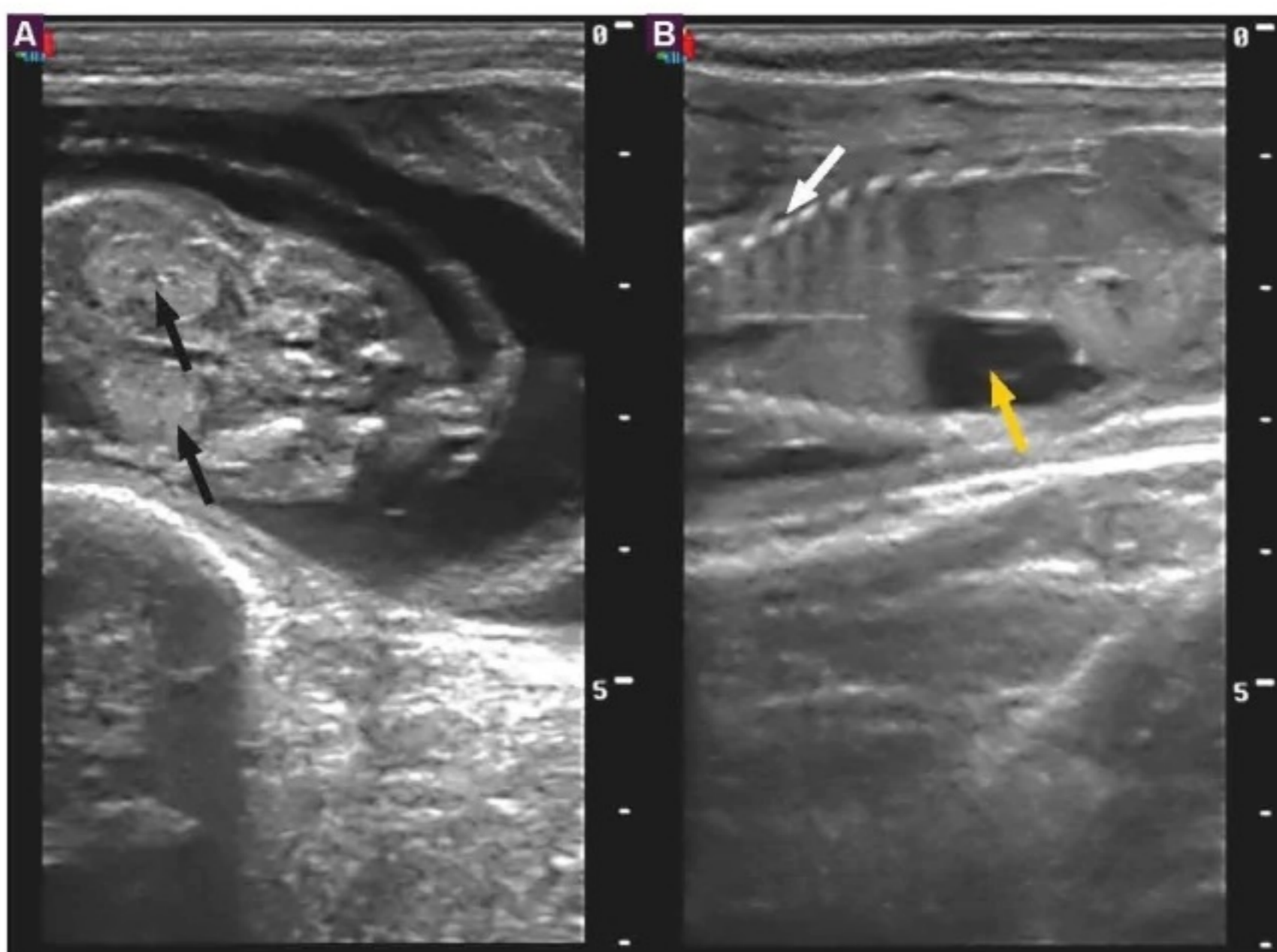


FIGURA 4.10. Imagens ultrassonográficas em modo B em corte longitudinal de feto aos 75 dias de idade. O feto ultrapassa o comprimento do transdutor. Nessa fase gestacional, é possível identificar os diferentes órgãos em desenvolvimento como os rins (*setas pretas*), abomaso (*seta amarela*), além da evidente calcificação dos ossos, sendo possível distinguir costelas (*seta branca*). Imagens geradas via transretal com o equipamento modelo S8v (SonoScape®) com transdutor linear de 8,6 MHz.

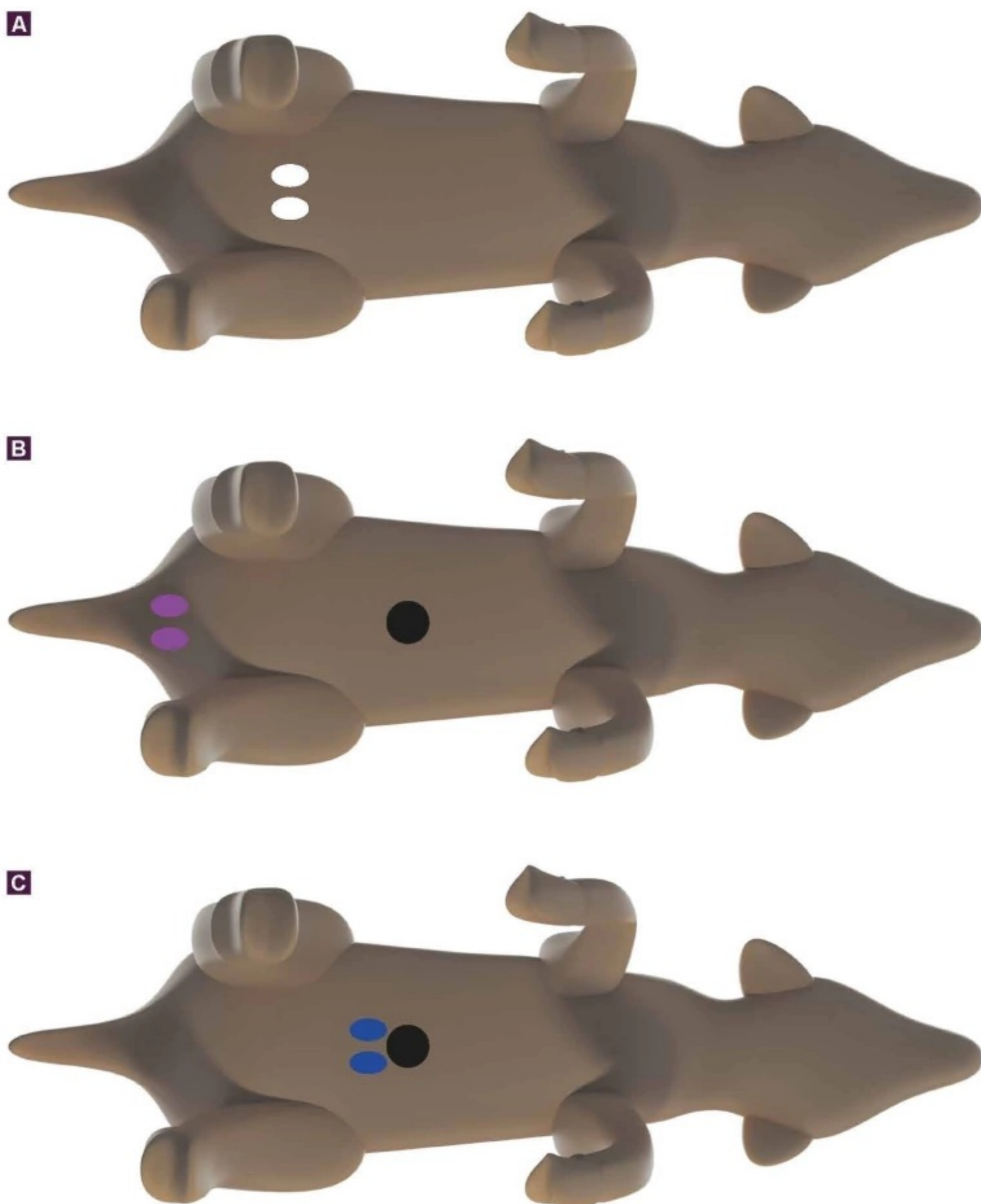


FIGURA 5.1. Esquema da posição do tubérculo genital. (A) Concepto bovino com tubérculo genital (*branco*) antes da migração. (B) Concepto bovino fêmea demonstrando a localização do tubérculo genital (*lilás*) na base da cauda. (C) Concepto bovino macho demonstrando a localização do tubérculo genital (*azul*) adjacente ao cordão umbilical (*preto*).

Ao realizar a identificação precoce do sexo, é importante conhecer o padrão ultrassonográfico das imagens e a anatomia do conceito para não se confundir o tubérculo genital com o cordão umbilical ao tentar diagnosticar machos. Do mesmo modo, ao avaliar conceitos fêmeas para obter um diagnóstico preciso, deve-se tomar cuidado para não confundir o tubérculo com os processos transversos das vértebras caudais, que também aparecem como pontos hiperecoicos.

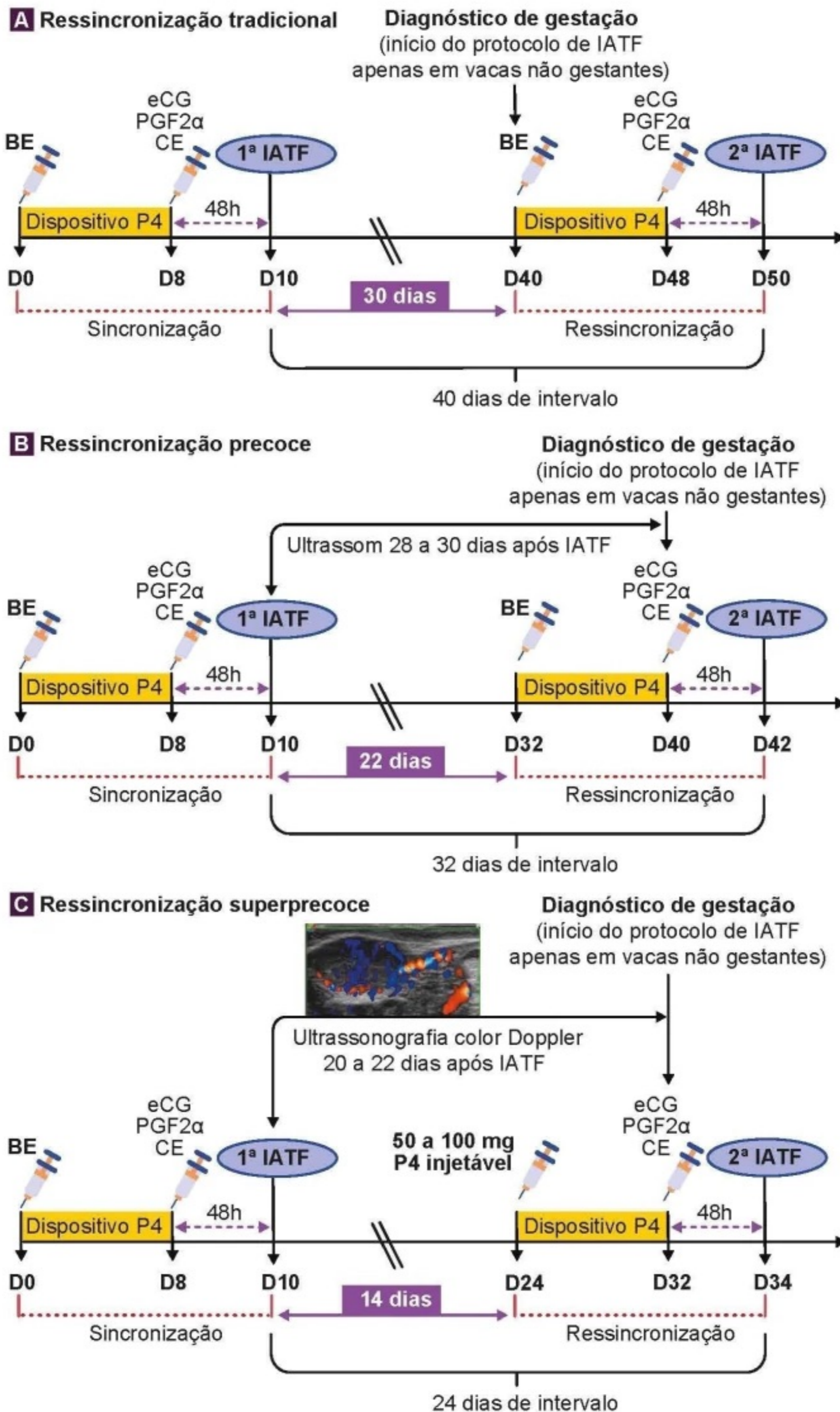


FIGURA 6.7. Representação esquemática do protocolo usado para inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e ressincronização da ovulação em vacas não gestantes. (A) Ressincronização convencional. (B) Ressincronização precoce. (C) Ressincronização superprecoce. D, dia; P4, progesterona (0,5-1,9 g); EB, benzoato de estradiol (2 mg); CE, cipionato de estradiol (0,5 mg para novilhas e 1 mg para vacas); PGF2α, prostaglandina (125-500 µg); eCG, gonadotrofina coriônica equina (300-400 IU); US, avaliação ultrassonográfica da prenhez.

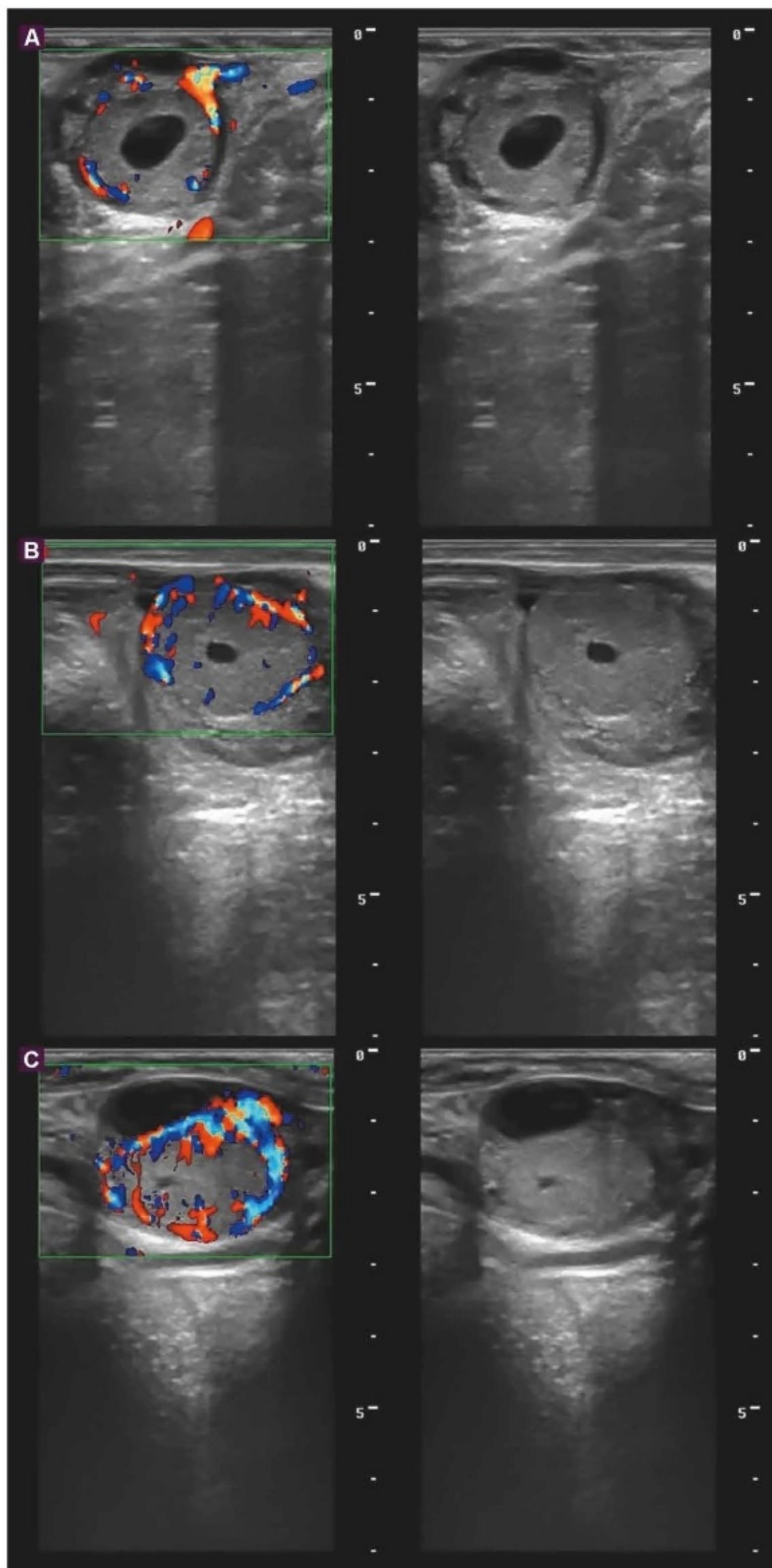


FIGURA 7.2. Imagens ultrassonográficas em modo B e modo Doppler para avaliação dos graus de vascularização divididos em baixa (< 40% do CL; **A**), média (45 a 50% do CL; **B**) e alta (> 55% do CL; **C**), com limite mínimo de detecção de 5 cm/s. Imagens geradas via transretal com o equipamento modelo S8v (SonoScape®) com frequência de 8,6 MHz e transdutor linear de 5-10,0 MHz.

aspiração folicular mais lento, recuperam gametas com melhor qualidade. Uma alternativa para facilitar a reposição, a troca entre animais e tem custo mais baixo é utilizar a agulha descartável, além disso, ela apresenta volume morto reduzido e facilita a aspiração de pequenos volumes de líquido folicular.

A agulha é acoplada a um tubo cônico de 50 mL por uma linha de aspiração (mangueira fina) de teflon de 120 cm de comprimento (Fig. 8.4). O sistema todo é conectado a uma bomba a vácuo que exerce a pressão responsável por aspirar o líquido folicular através da agulha. A pressão usada no procedimento é em média de 80 mmHg a 100 mmHg, ainda vale ressaltar que pressão excessiva na bomba de vácuo pode desnudar os oócitos durante a passagem pelo sistema. O ideal é recuperar oócitos envoltos pela camada de células do *cumulus* para aprimorar sua qualidade.

Cuidados gerais ao realizar a OPU

O médico-veterinário deve receber treinamento técnico e ser capacitado para evitar a ocorrência de lesões nos animais durante a aspiração. Com relação ao aparelho de ultrassom, a imagem transmitida pelo transdutor deve ser da mais alta qualidade para permitir a correta visualização a fim de guiar a agulha dentro do ovário e aspirar os folículos.

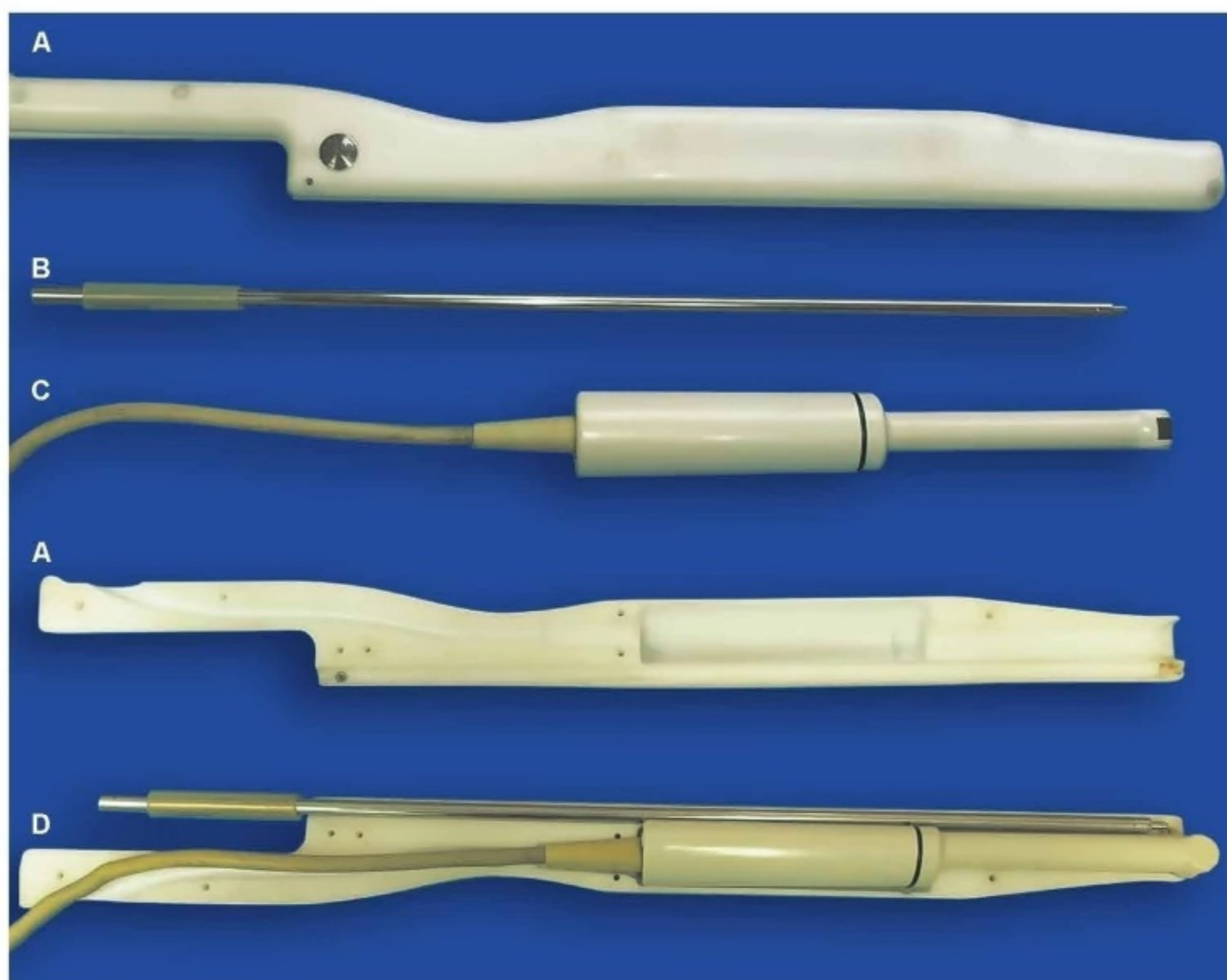


FIGURA 8.2. Guia para a realização de aspiração folicular com o transdutor acoplado. (A) Guia. (B) Mandril. (C) Transdutor microconvexo. (D) Guia montada.

da retirada das fezes do reto. Posteriormente, a higienização da área perineal deve ser feita com água e a desinfecção com álcool 70%. A anestesia com bloqueio regional epidural baixa é necessária, deve ser realizada com 5 a 7 mL de lidocaína 2% a fim de evitar o peristaltismo e diminuir o desconforto durante a manipulação transretal. O transdutor, acoplado à guia de aspiração, é então introduzido pela vulva e empurrado até o fórnix vaginal (área pouco inervada e vascularizada), sendo posicionado onde melhor se capta as imagens dos ovários no monitor do aparelho de ultrassom (Fig. 8.5).

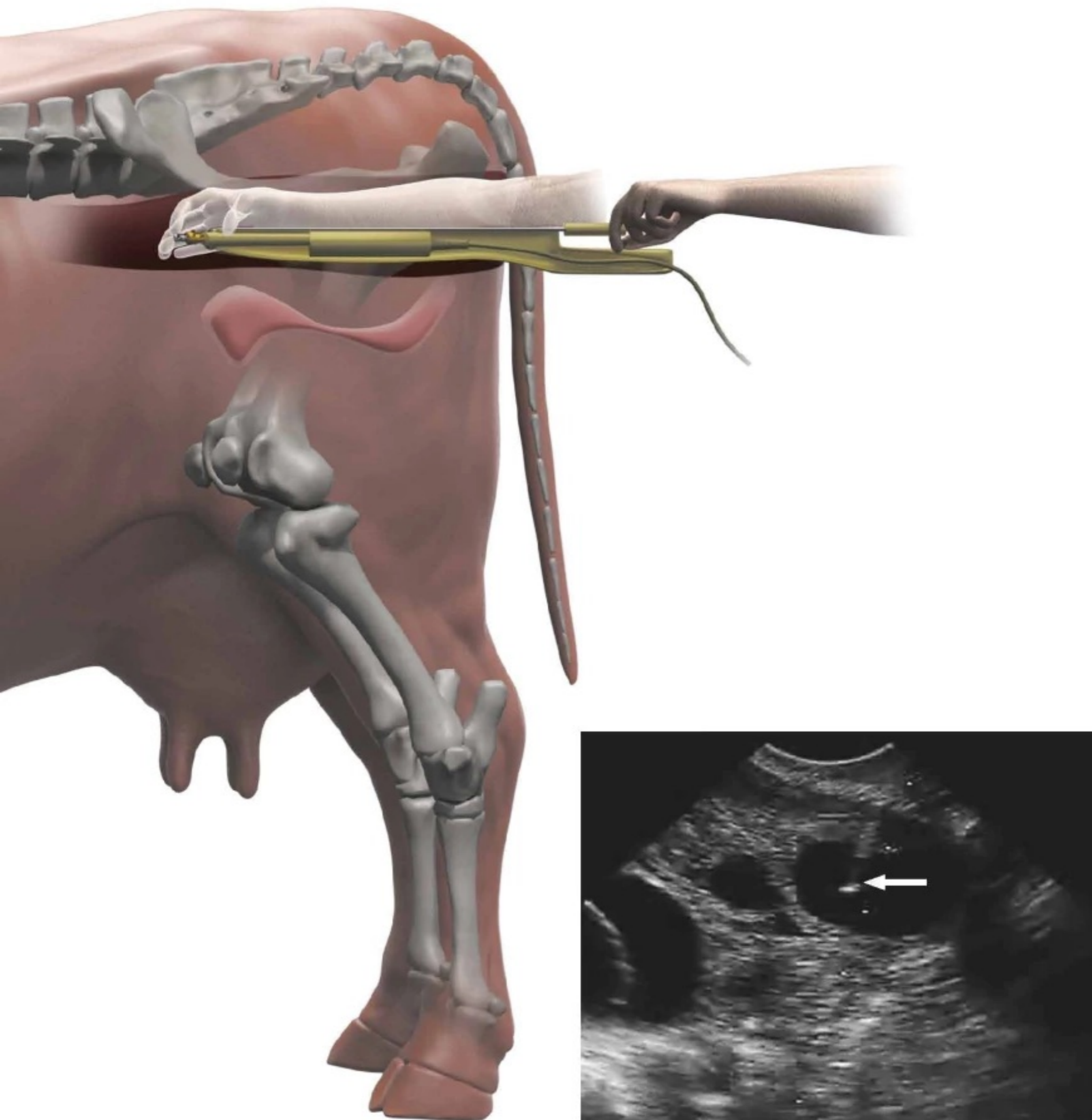


FIGURA 8.5. (A) Ilustração da guia de aspiração introduzida pela vulva e fixação do ovário para procedimento de aspiração folicular. (B) Imagem ultrassonográfica do momento de inserção da agulha de aspiração folicular (*seta*) no interior do folículo antral. Fonte: Adaptada de Penitente-Filho et al., 2012.

A relação das imagens ultrassonográficas com a precocidade sexual do macho também tem sido estudada. Tais estudos evidenciaram que há correlação entre o aumento da ecogenicidade testicular com a área de túbulos seminíferos. Portanto, a ultrassonografia testicular pode ser considerada uma ferramenta na avaliação da função testicular em animais que atingiram a maturidade sexual. A mudança de ecogenicidade das imagens ultrassonográficas já foi associada a ocorrência de puberdade, sendo um indicador de *status* puberal e maturidade. Essa mudança na ecogenicidade testicular durante o desenvolvimento são atribuídos à proliferação celular e à produção de fluídos, o que resulta numa maior intensidade de *pixels* em razão do aumento da densidade testicular. Entretanto, apenas uma avaliação por ultrassom não é suficiente para determinar a ocorrência de puberdade, sendo necessário realizar avaliações seriadas associando-as também ao perímetro escrotal, que é um preditor acurado de precocidade sexual.

Anatomia e fisiologia do sistema reprodutor do touro

O sistema reprodutor do touro é composto pela bolsa testicular, dois testículos, dois epidídimos, dois cordões espermáticos, glândulas sexuais acessórias, pênis e prepúcio (Fig. 10.1).

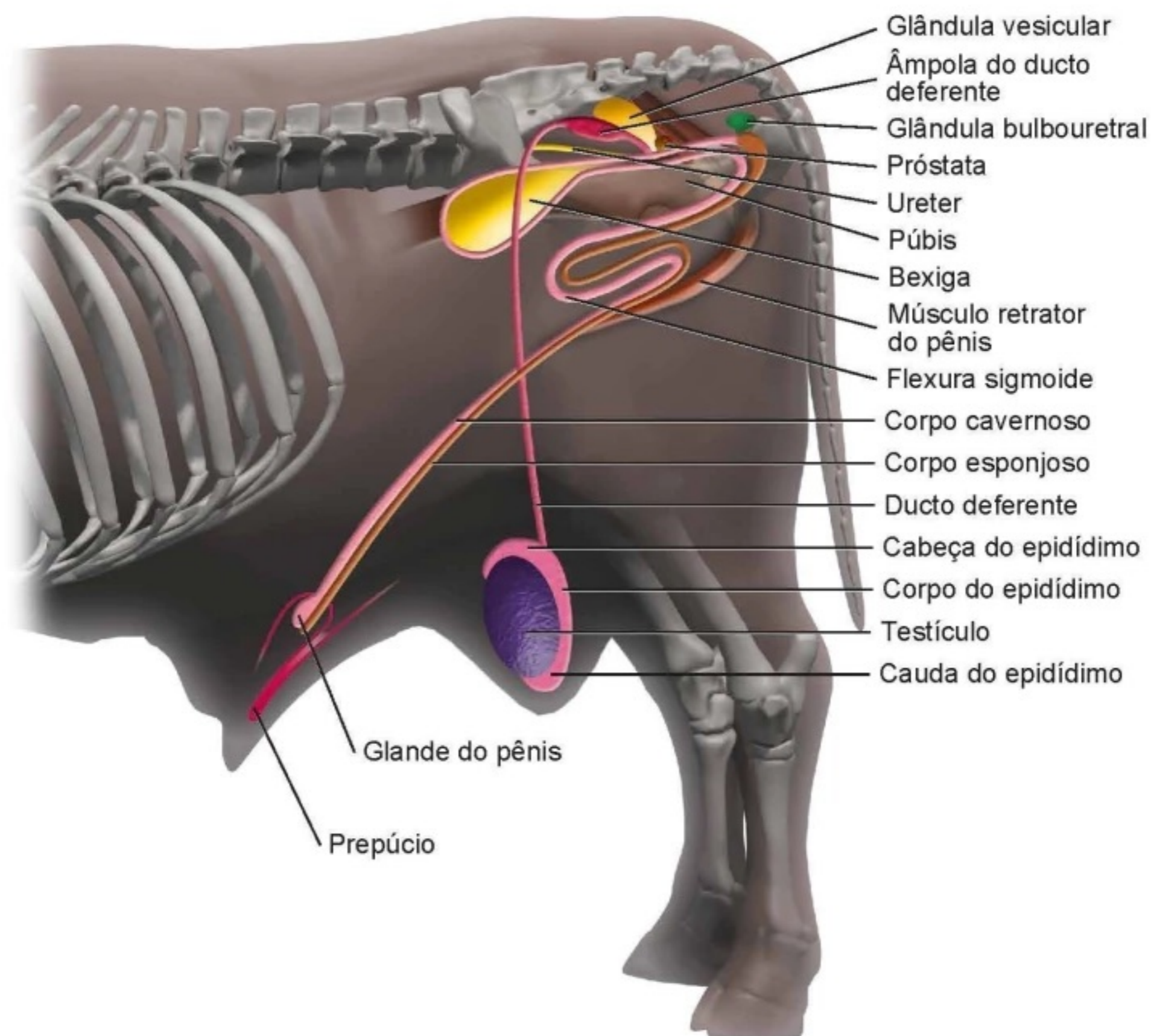


FIGURA 10.1. Imagem ilustrativa do sistema reprodutor do touro.

O primeiro par de glândulas sexuais acessórias dispostas na porção caudal da cavidade pélvica são as glândulas bulbouretrais, também conhecidas como glândulas de Cowper (Fig. 10.11A). Em relação às características morfológicas, estas possuem o formato arredondado ou oval, com coloração amarelo-avermelhado e mensuram entre 2-2,5 cm. Tais glândulas permanecem cobertas pelo músculo bulboesponjoso, o que impossibilita a palpação transretal, entretanto, é possível realizar a avaliação ultrassonográfica (Fig. 10.11B).

Na imagem ultrassonográfica, visualiza-se as bulbouretrais como estruturas arredondadas uniformemente hiperecoicas, em que, ao fundo, detecta-se a presença do músculo bulboesponjoso (Fig. 10.11). Além disso, ao redor de cada glândula detecta-se uma borda hiperecoica, identificada como sua cápsula. Durante a formação de imagens em tempo real, no plano sagital, as glândulas podem exibir achatamento ou expansão, sendo que mudanças na forma são resultantes de contrações rítmicas do músculo bulboesponjoso. Ainda assim, com menor frequência, pode ser visualizado o ducto coletor sob cada glândula, possuindo imagem hipoeicoica. A fim de facilitar a localização das glândulas bulbouretrais, o transdutor é inserido no reto na posição de 6 horas (área dos cristais da probe voltada para baixo) e numa distância cranial inferior a 10 cm do esfíncter retal. Então, para visualização da bulbouretral direita o transdutor é girado gentilmente para posição de 5 horas (para direita) e para identificação da glândula esquerda,

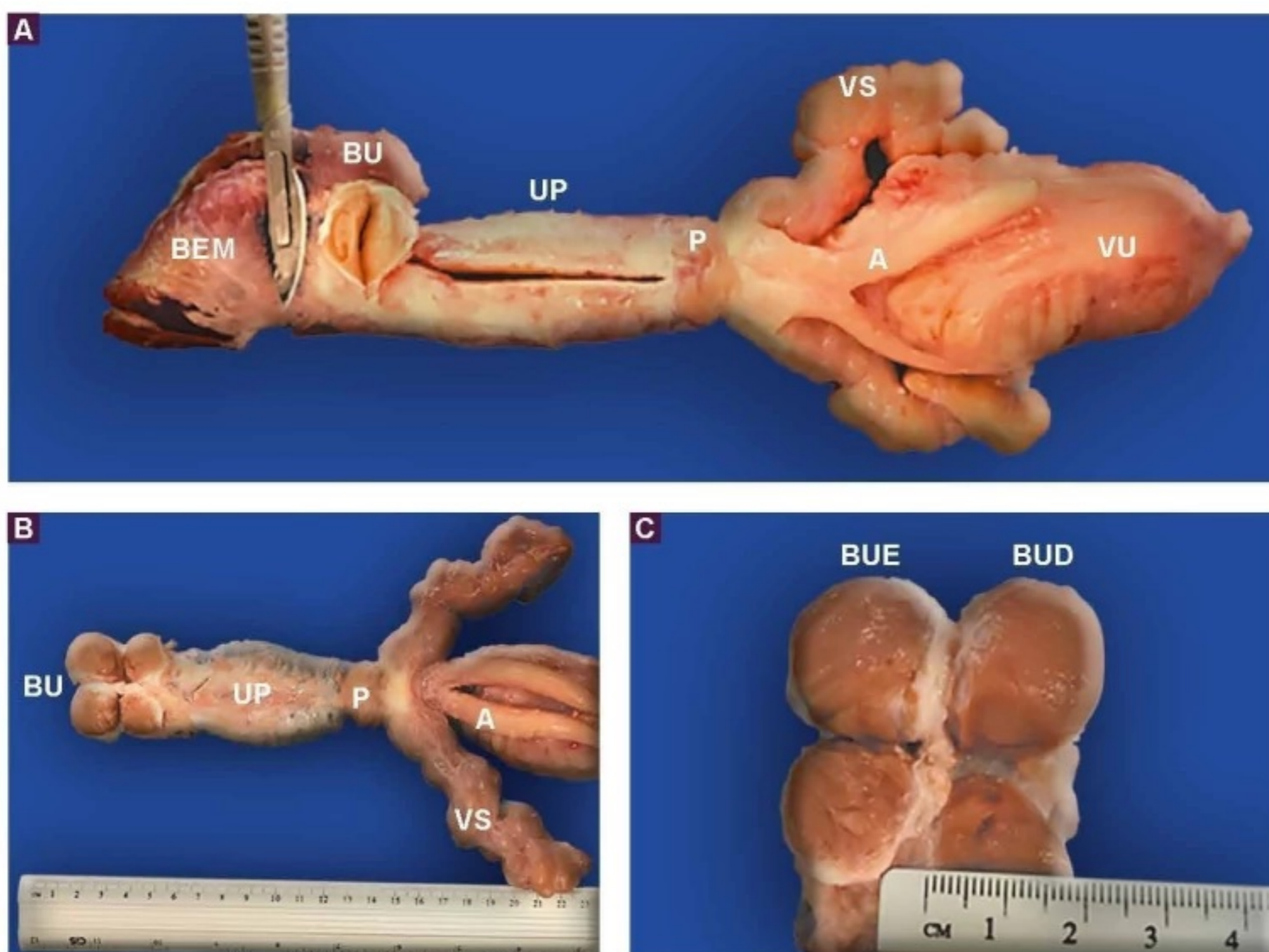


FIGURA 10.10. Imagens de peças anatômicas demonstrando a localização das glândulas sexuais acessórias de macho bovino. BEM, músculo bulboesponjoso; BU, bulbouretrais; UP, uretra pélvica; P, próstata; VS, vesícula seminal; A, ampola de ducto deferente; VU, vesícula urinária; BUE, bulbouretral esquerda; BUD, bulbouretral direita.

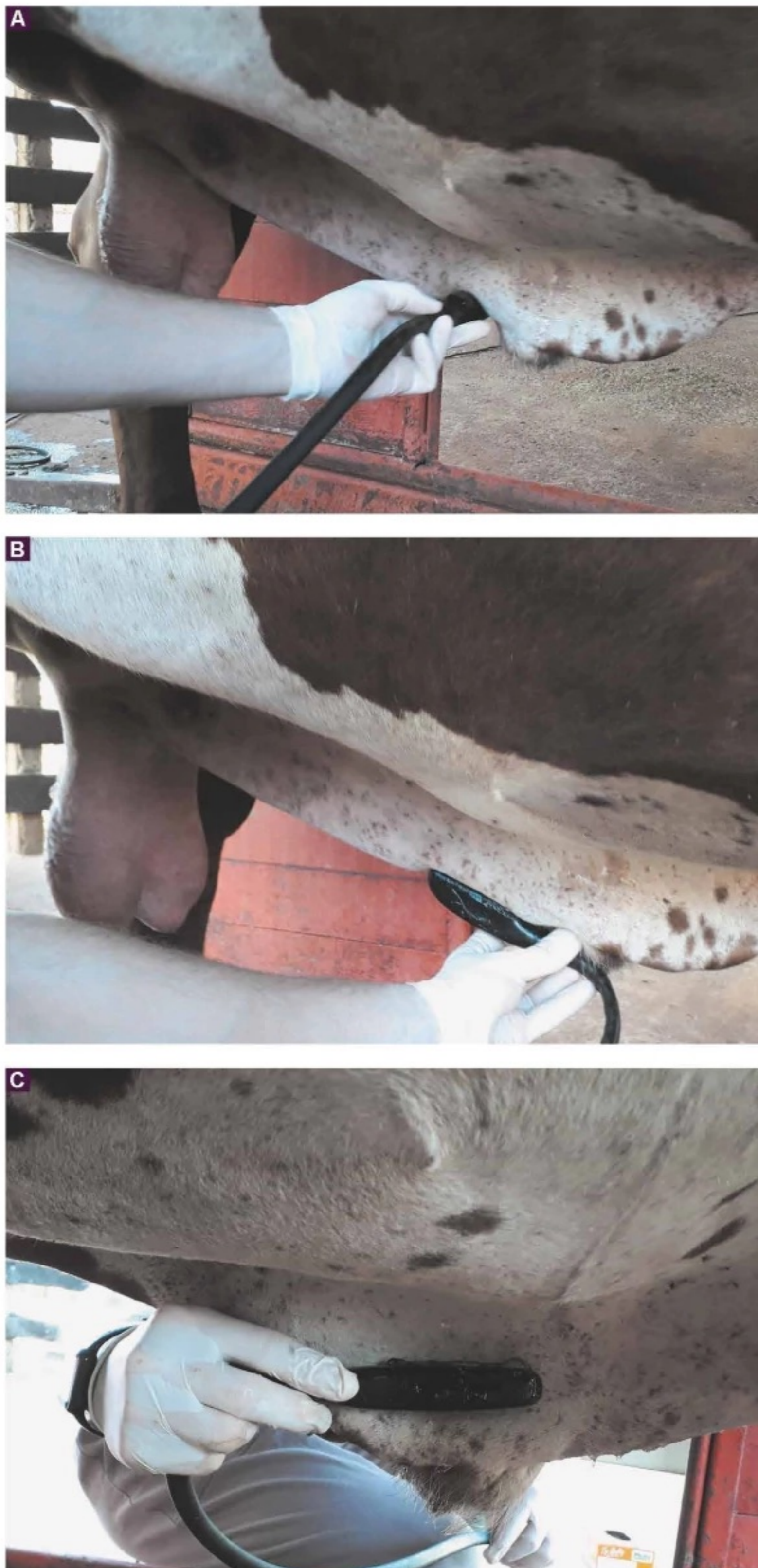


FIGURA 10.17. Imagem demonstrando o exame transcutâneo e o posicionamento do transdutor nos planos transversal (A), longitudinal (B) e dorsal (C) para avaliação do prepúcio em touros.