

# SUPERB MICROVASCULAR IMAGING (SMI)

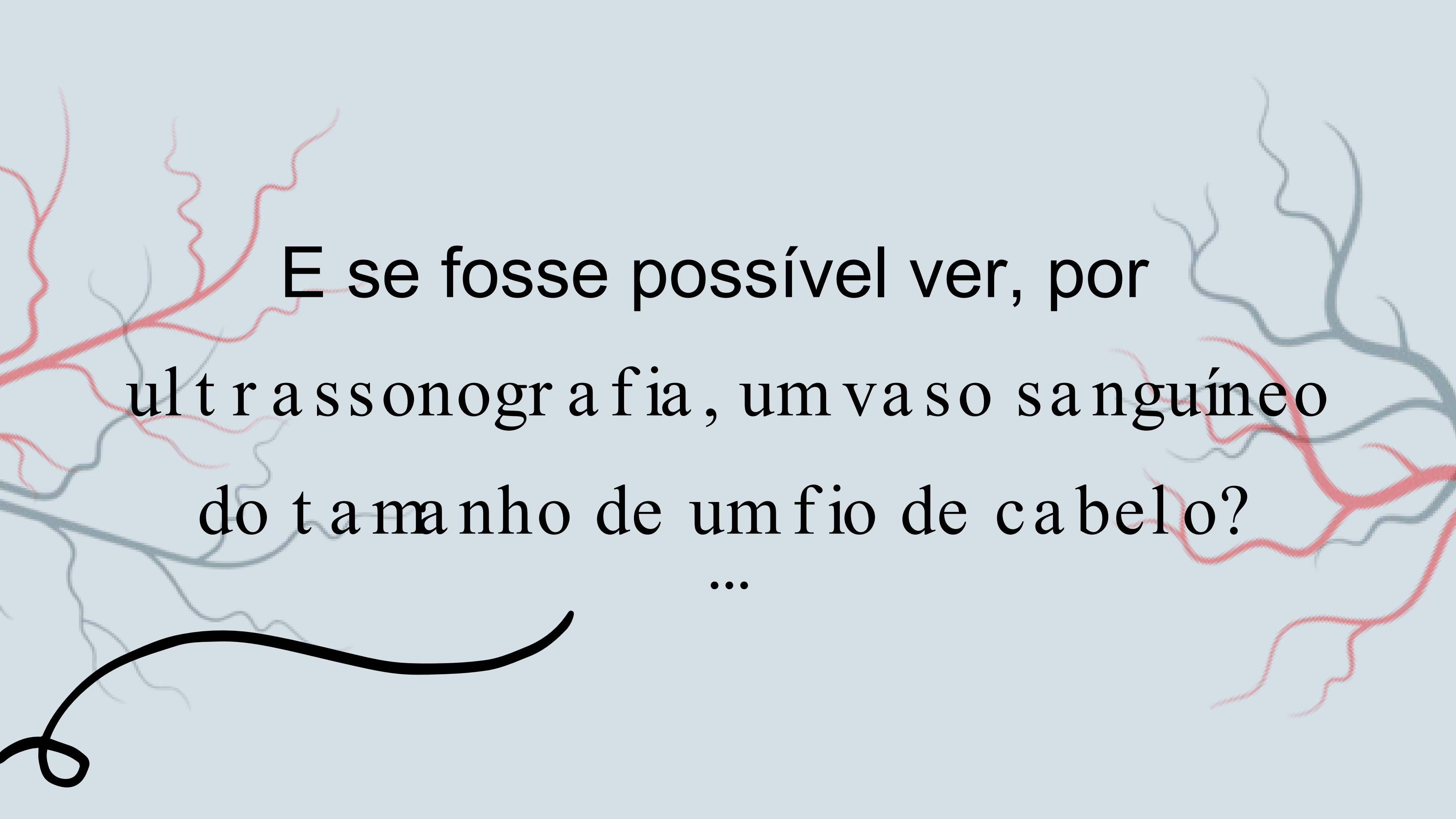
Inovação no contexto da Ultrassonografia Vascular



Estudantes:  
Beatriz Gastão, Carolina Rosa, Catarina Reis

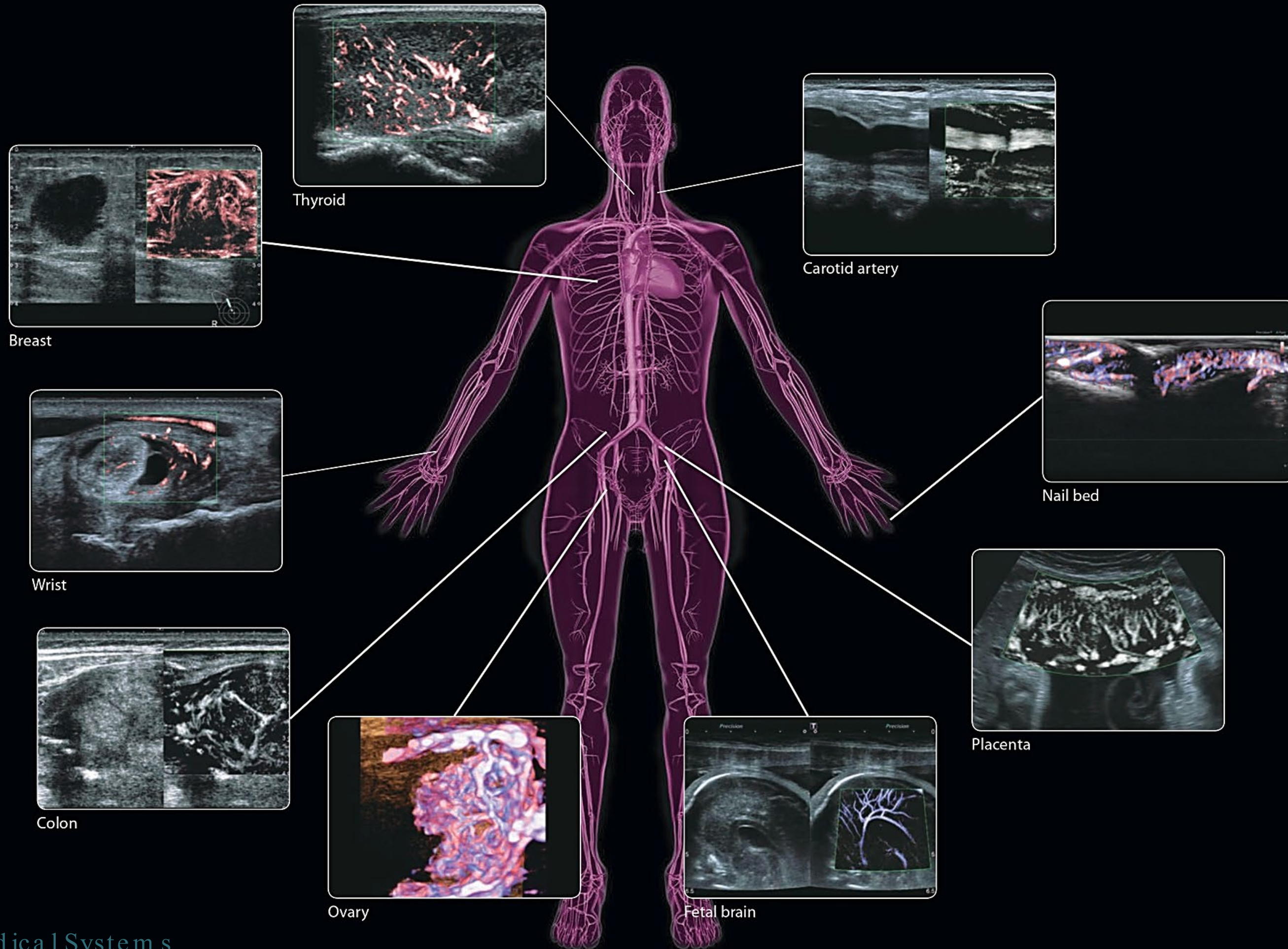
Orientador: Prof<sup>o</sup> Filipe Fernandes

1 de fevereiro de 2024



E se fosse possível ver, por  
ultrassonografia, um vaso sanguíneo  
do tamanho de um fio de cabelo?

...



# Introdução

O que é o Superb Microvascular Imaging (SMI)?

- Tecnologia que permite visualizar a microvasculatura e vasculatura de baixo fluxo; (1)
  - Cobre lacunas das técnicas *Doppler* convencionais; (1)
  - Vantajosa na visualização de estruturas e avaliação de lesões vasculares diversas; (1)
- Inicialmente introduzida, em 2014, pela Toshiba; (1)
- Presente em determinados ecógrafos. (1)



(1) Toshiba Medical Systems. Superb Microvascular Imaging - An essential ultrasound tool.

# Tecnologia do SMI

Como se compara o SMI às técnicas Doppler convencionais?

	Doppler cor	Power Doppler	SMI	(1, 2)
Medição de fluxos	✓	✗	✓	
Observação de velocidades baixas	✗	✗	✓	
Dependência do ângulo Doppler	✓	↑	↓↓	
Visualização de vasos tortuosos	✗	✓	✓	
Frame rate	↓↓	↓	↑↑	
Resolução de imagem	↓↓	↓	↑↑	
Artefactos motores	✓	✓	↓↓	Algoritmo específico!
Visualização de microvasculatura	✗	✗	✓	



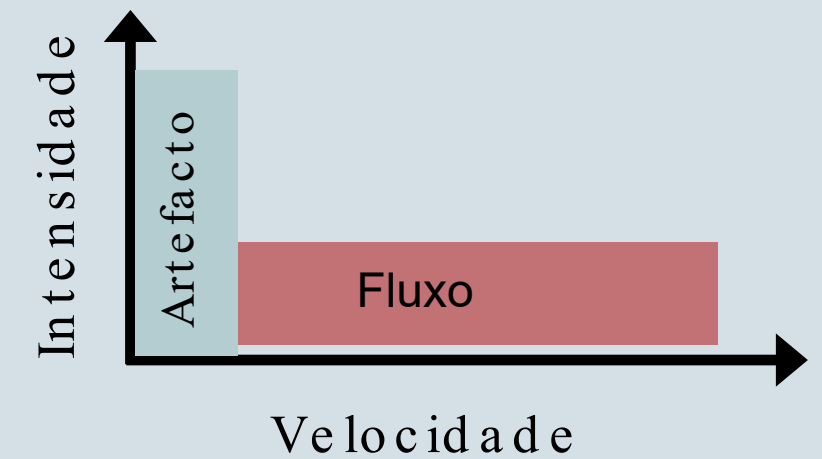
(1) Toshiba Medical Systems. Superb Microvascular Imaging - An essential ultrasound tool.

(2) Allan Paul, et al. Clinical Doppler Ultrasound. Elsevier. 2006; 2nd ed. Pages 1-26.

# Tecnologia do SMI

## Como funciona o SMI?

(1) Toshiba Medical Systems. Superb Microvascular Imaging - An essential ultrasound tool



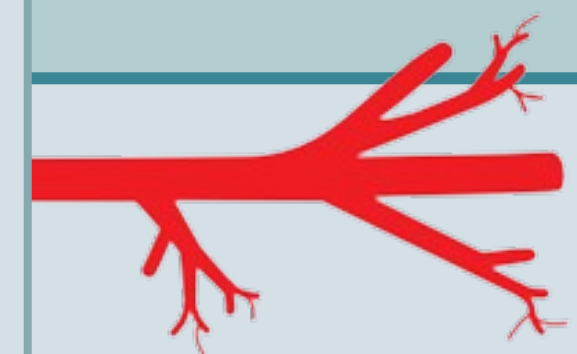
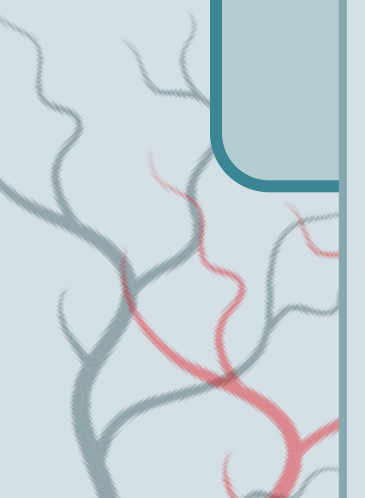
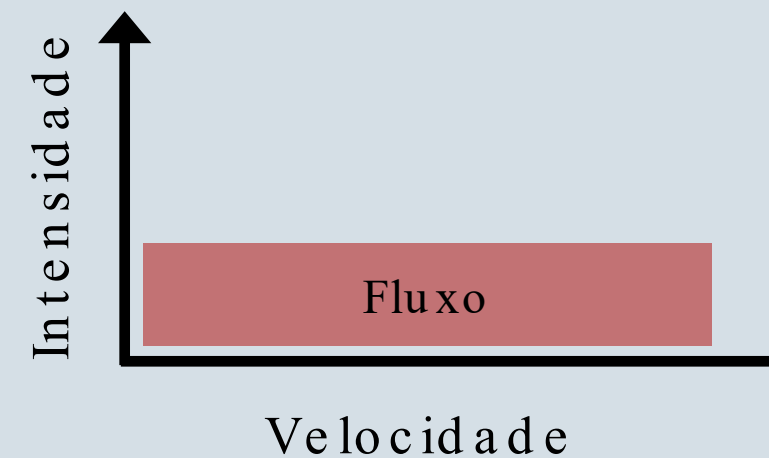
### Doppler cor e Power Doppler

Retiram o ruído da imagem através da supressão de componentes vasculares de ↓ velocidade e tamanho (1)



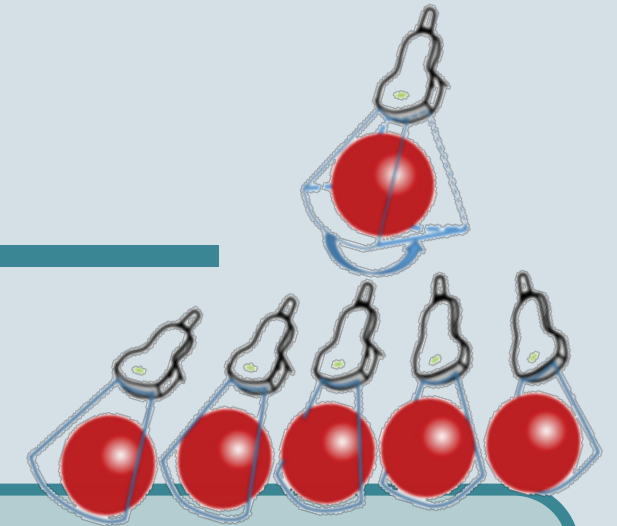
### SMI

Algoritmo identifica e remove ruído. Separação dos componentes vasculares e dos artefactos e consequente preservação da microvasculatura (1)



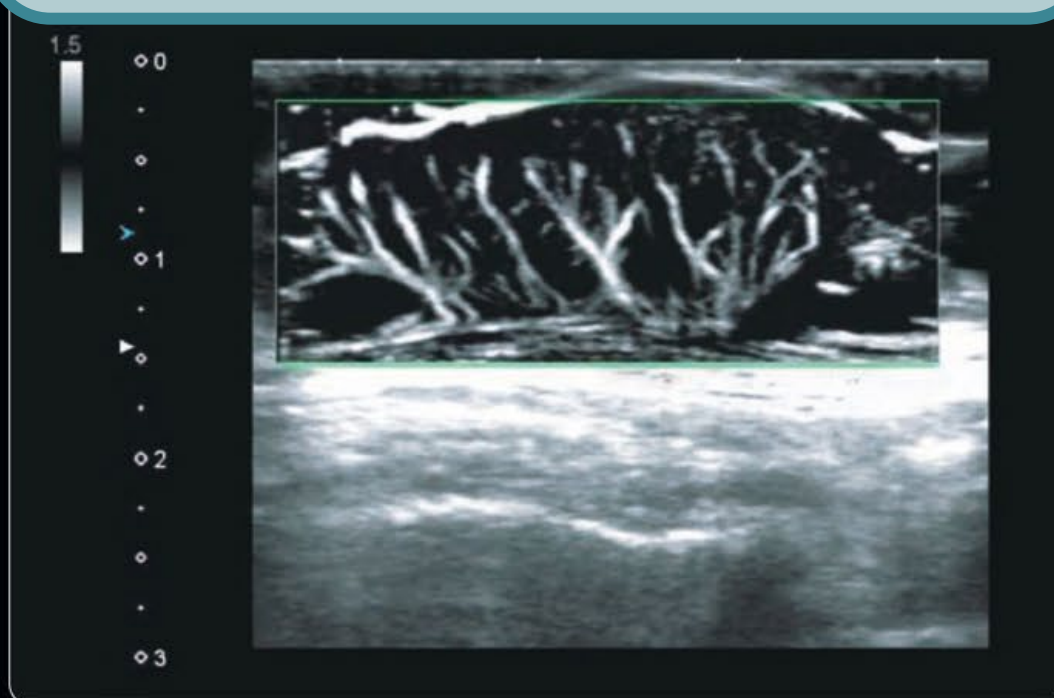
# Tecnologia do SMI

Como se pode utilizar o Superb Microvascular Imaging (SMI)?



## SMI monocromático (SMIm)

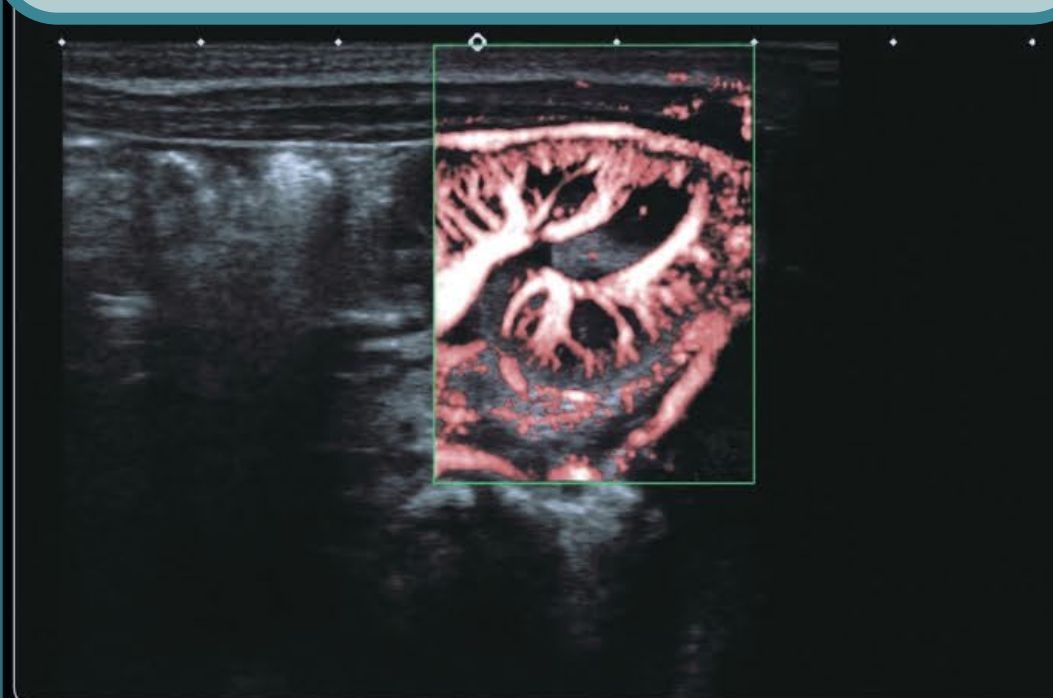
Remove informação de fundo.  
Estruturas vasculares em escala de cinza (1)



Monochrome SMI (mSMI) visualizing squamous cell carcinoma underneath the facial skin surface.

## SMI codificado a cores (SMIc)

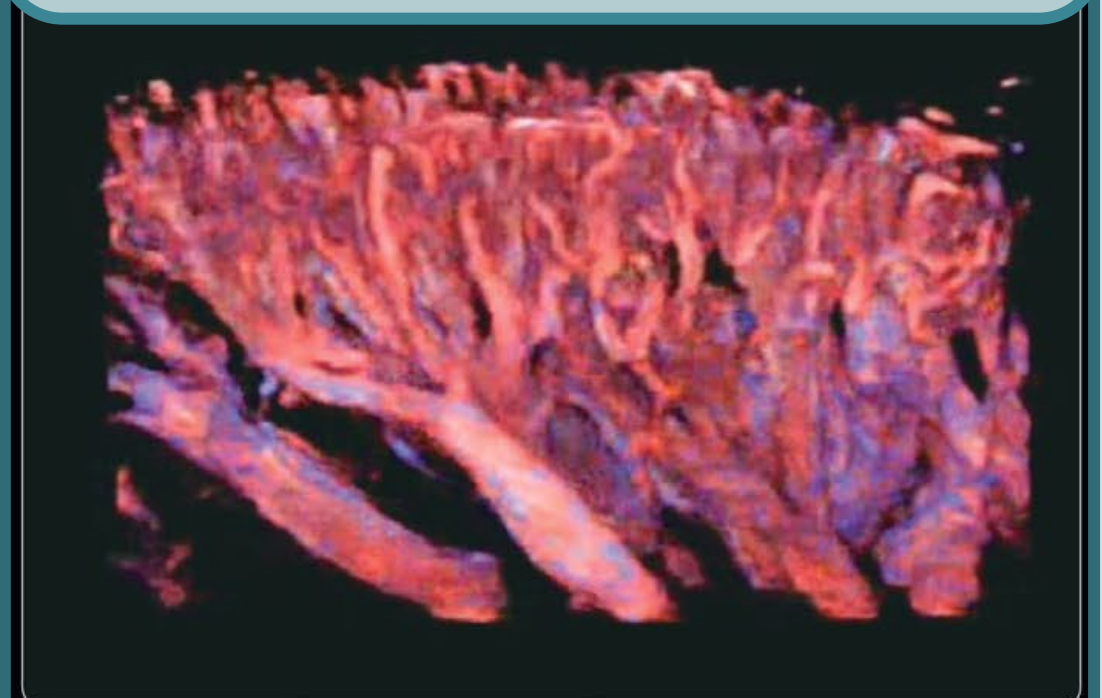
Sinais de fundo em escala de cinzentos e vasos a cores com ↑ resolução temporal e espacial (1)



Color-coded SMI (cSMI) reveals minute blood flow inside the kidney of a baby.

## SMI 3D

Reconstrução a partir de imagens 2D. Informa acerca da vasculatura e suas relações de ramificação (1)



3D SMI image of a normal kidney. Showing each of the vessels separately.

(1) Toshiba Medical Systems. Superb Microvascular Imaging - An essential ultrasound tool.

# Tecnologia do SMI

Quais são as vantagens e desvantagens do SMI?



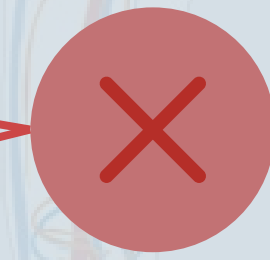
Meio diagnóstico não invasivo e não radioativo (3)

Economicamente acessível (4)

Técnica simples e segura (4)

Ausência de informação acerca da direcionalidade do fluxo (5)

Uso não estandardizado (6)



(3) Hata J. Seeing the Unseen New Techniques in Vascular Imaging.

(4) Yang F, Wang C. PLoS One. 2020; Vol 15, page 5.

(5) Fu Z, et al. Acad Radiol. 2021; Vol28(5): Page 702.

(6) Jiang Z, et al. Journal of Ultrasound in Medicine. 2019; Vol 38(11): Page 2811.







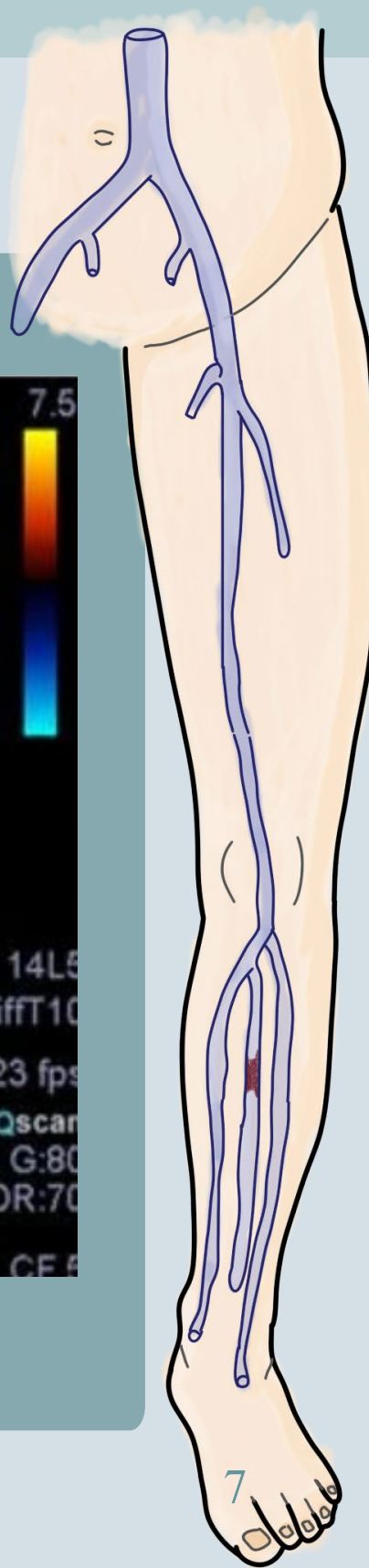
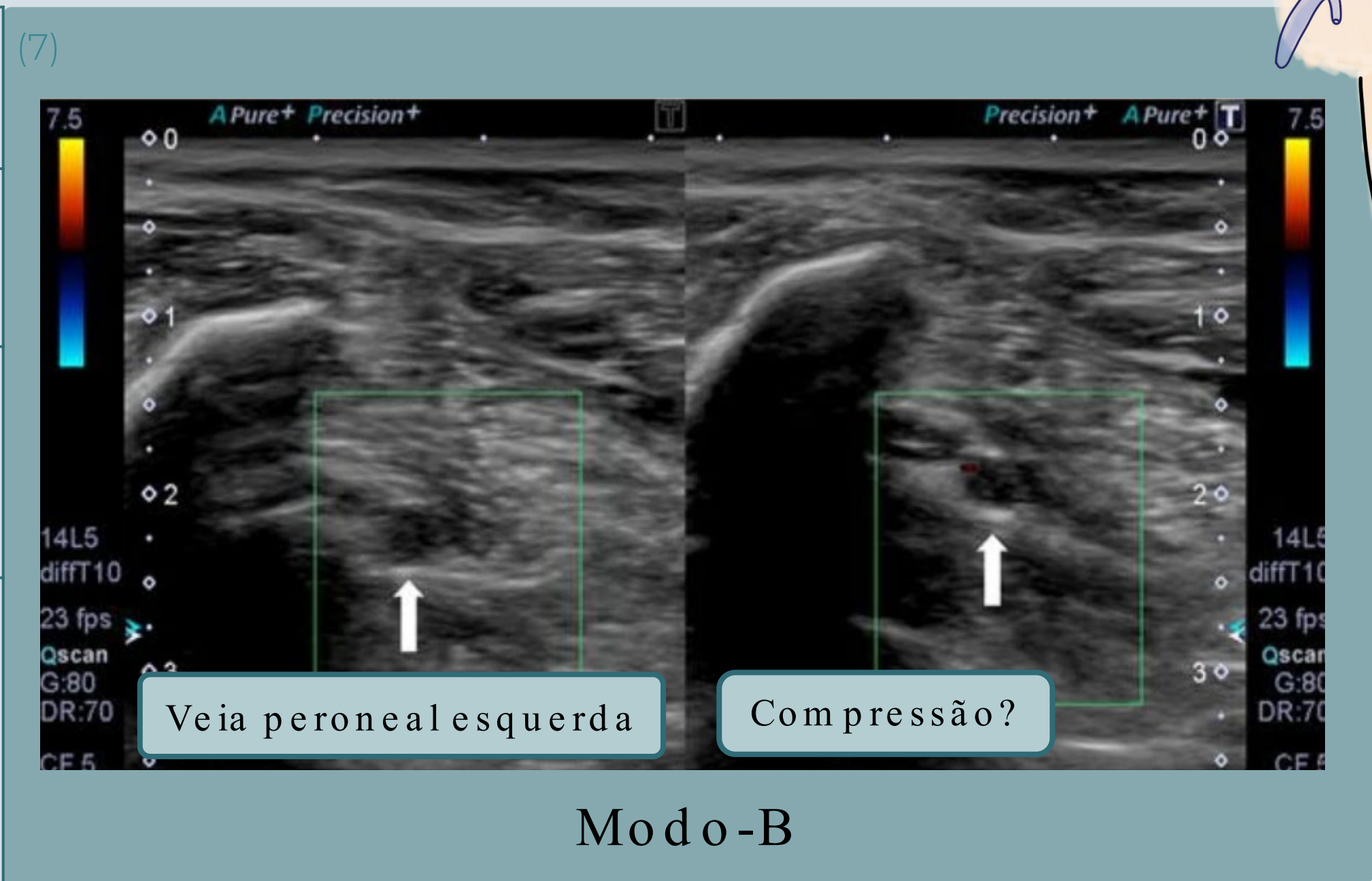
**Qual a utilidade do smi?**

# Utilidade diagnóstica

## Sistema venoso

### Caso Clínico I - Trombose venosa profunda (TVP)

	Sexo feminino, 69 anos
	Disartria e hemiparesia esquerda
	Ressonância magnética Acidente vascular cerebral isquêmico agudo
	D-dímeros 0,5 → 6.4 µg/L (em 4 dias) Sugestivo de TVP



# Caso Clínico I - Trombose venosa profunda (TVP)

## Sistema venoso



14L5  
diffT10  
15 fps  
Qscan  
G:79  
DR:70

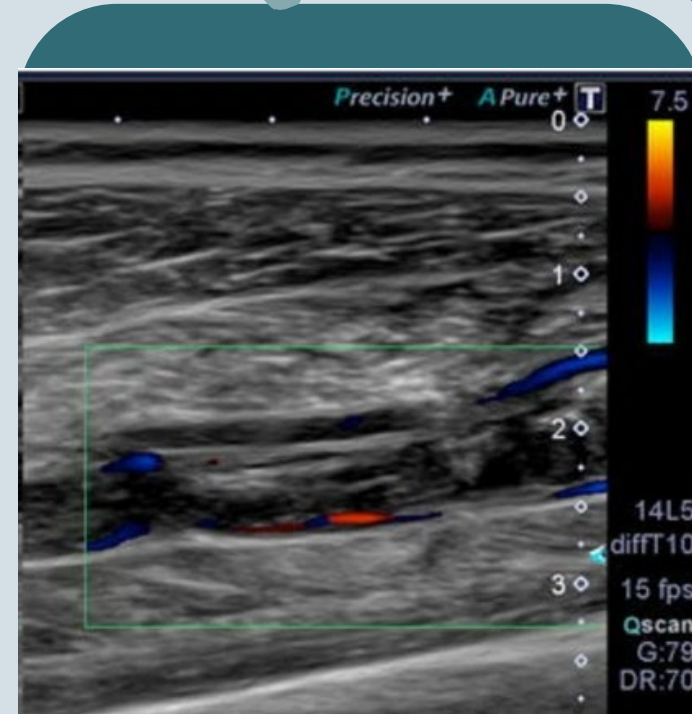
1  
2  
3

Veia peroneal esquerda

Modo B

Estrutura isoecogénica sugestiva de trombo (7)

Baixa ecogenicidade, difícil de apurar em tamanho e comprimento

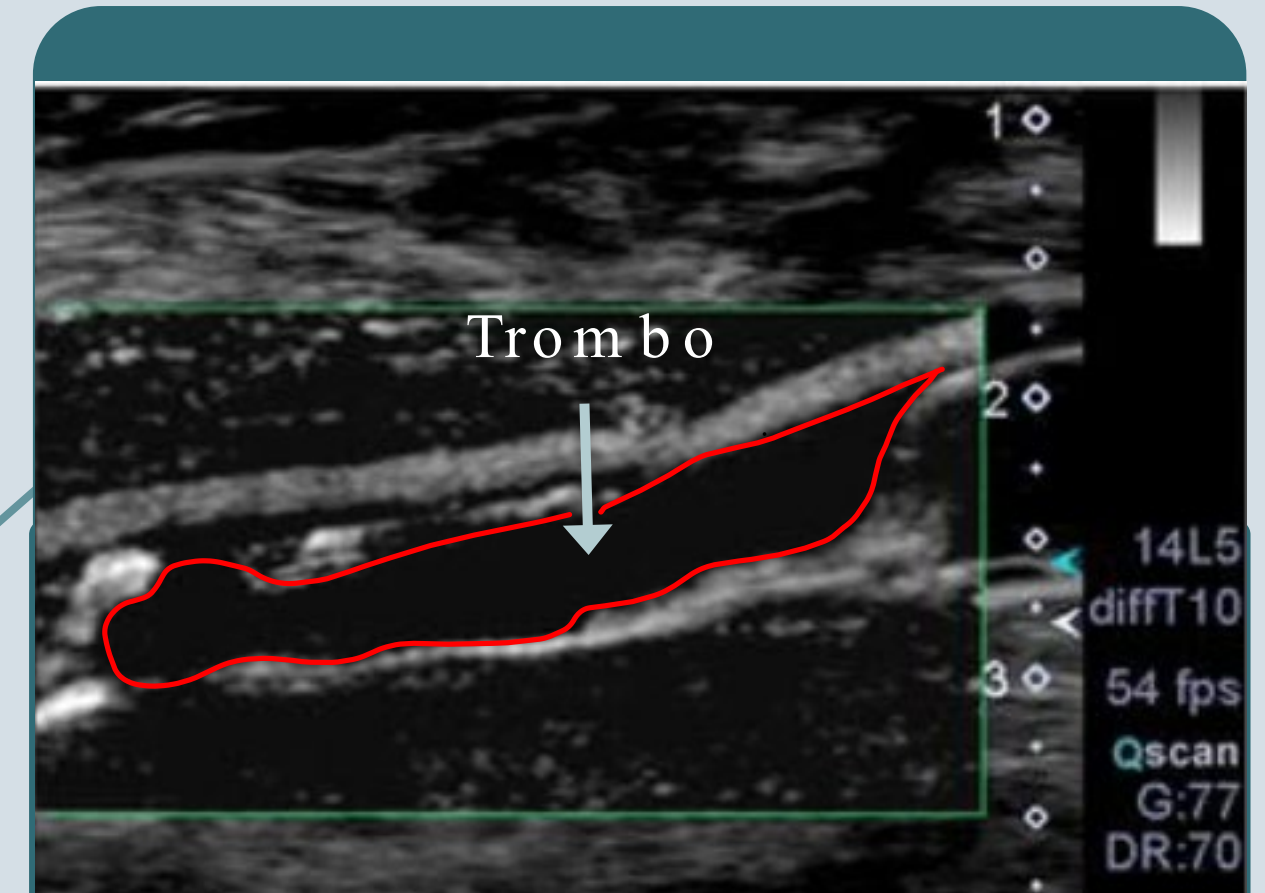


Precision+ APure+ T 7.5

0  
1  
2  
3

14L5  
diffT10  
15 fps  
Qscan  
G:79  
DR:70

Doppler cor



Trombo

1  
2  
3

14L5  
diffT10  
54 fps  
Qscan  
G:77  
DR:70

SMI

↑ Contraste entre o trombo e o fluxo circundante (7)

↑ Sensibilidade e especificidade (7)

# Sistema venoso

Modo-B *versus* SMI

## Contributo do SMI

Confirmação e caracterização de trombo (7)

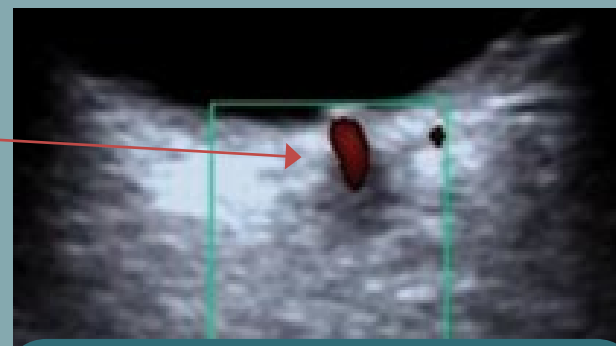
# Utilidade diagnóstica

## Sistema arterial

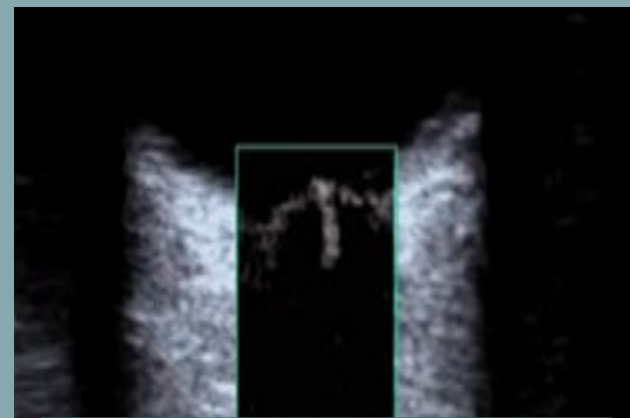
### Avaliação da microvasculatura



Artéria ciliar posterior



Power Doppler



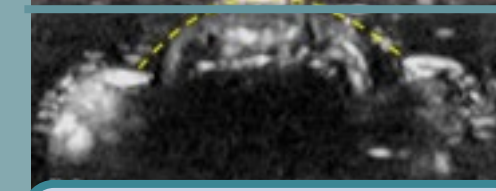
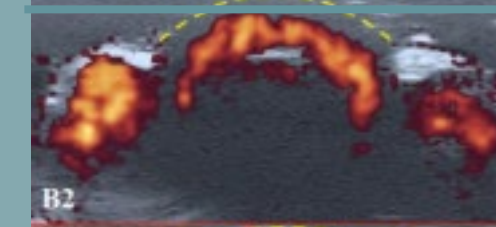
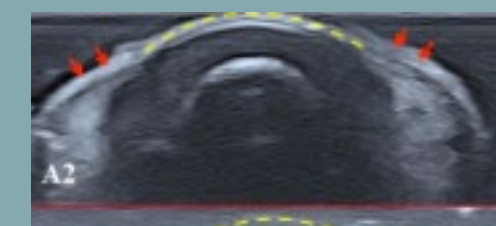
SMIc



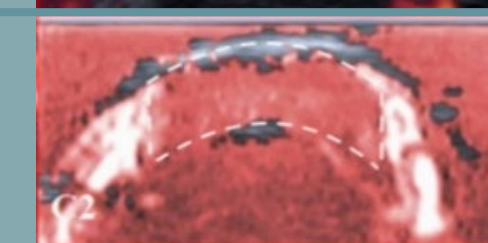
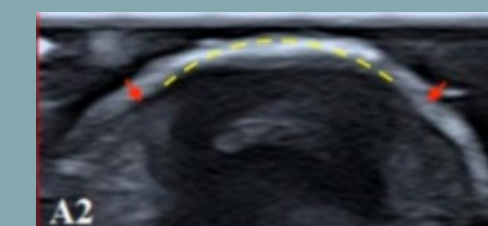
SMIm

Ótica

(8) Batur A, et al. Acta Radiol. 2021; Vol 63. Pages 93-99



Normal



Crise

Síndrome de Raynaud

Modo-B

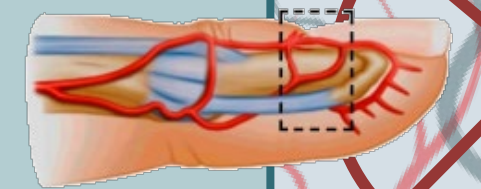
Power Doppler

SMIc

SMIm

Digital

- Observação do fluxo do leito ungueal (9)



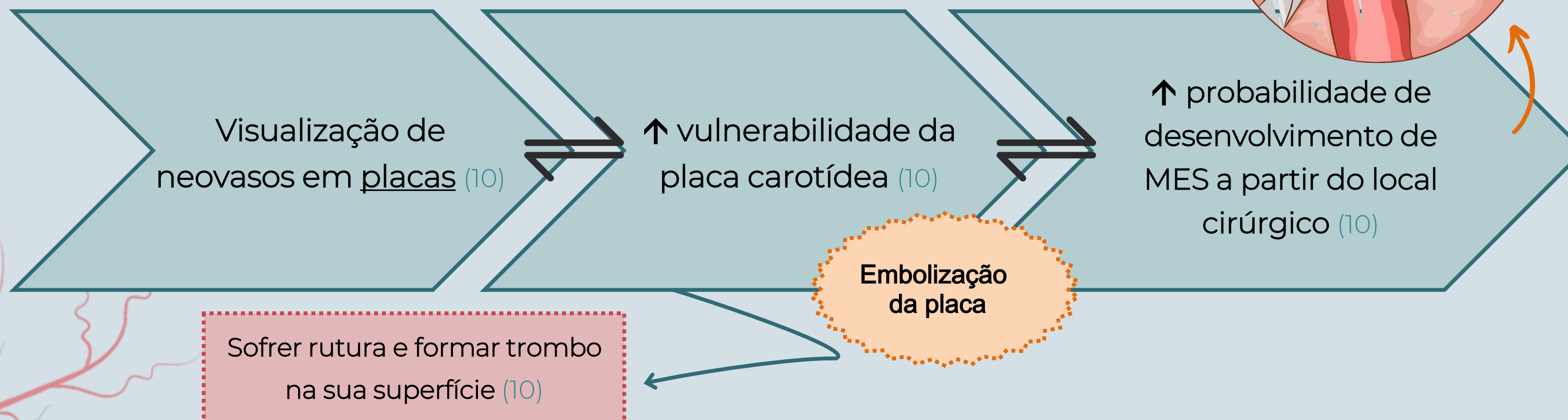
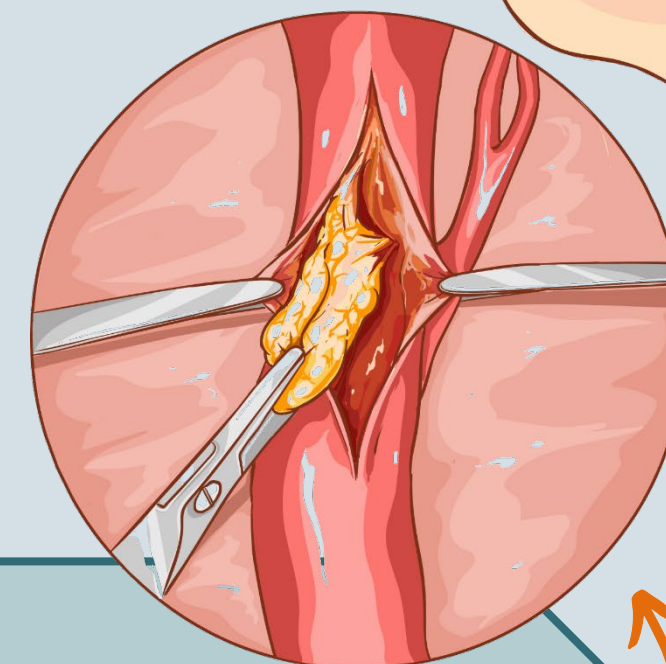
(9) Jasionyte G, et al. Diagnostics. 2021;11(10).

# Utilidade diagnóstica

Sistema arterial

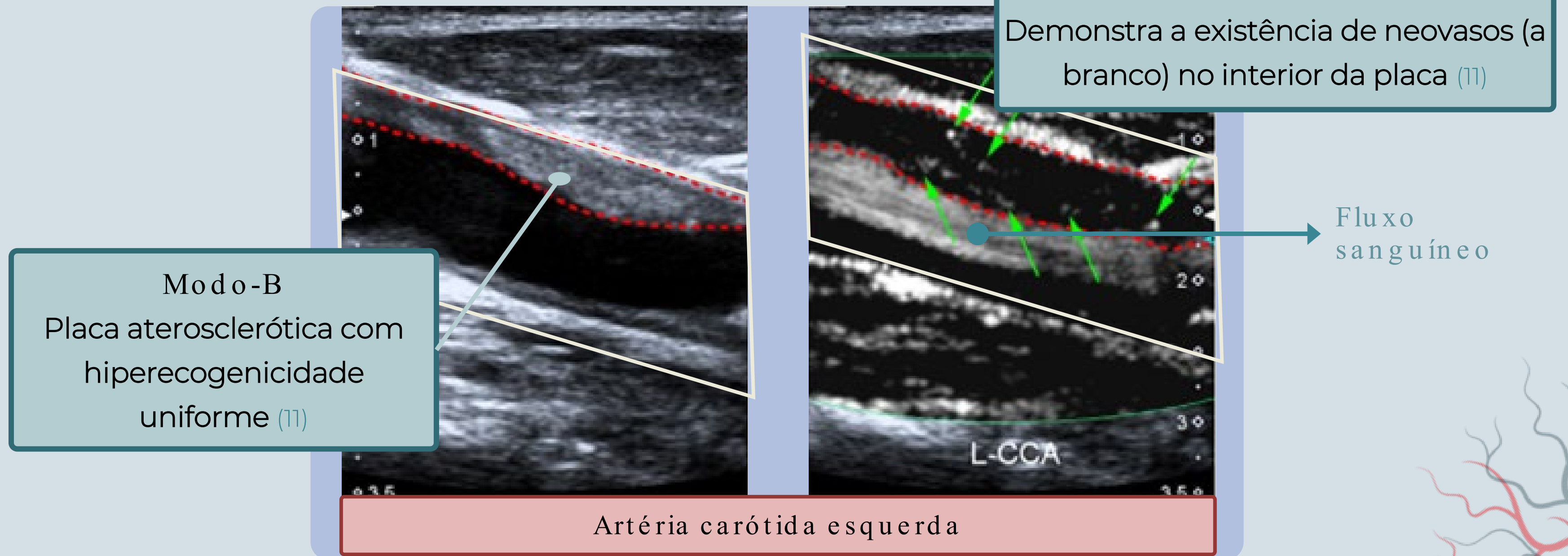
## Avaliação da neovascularização de placas

- Útil em contexto pré-operatório de endarterectomia carotídea, para prevenção do desenvolvimento de sinais microembólicos (MES) (10)



# Utilidade diagnóstica

### Avaliação da neovascularização de placas



(11) Meng Q, et al. . Quantitative Imaging in Medicine Surgery. 2021; Vol 11. Pages 1958–196



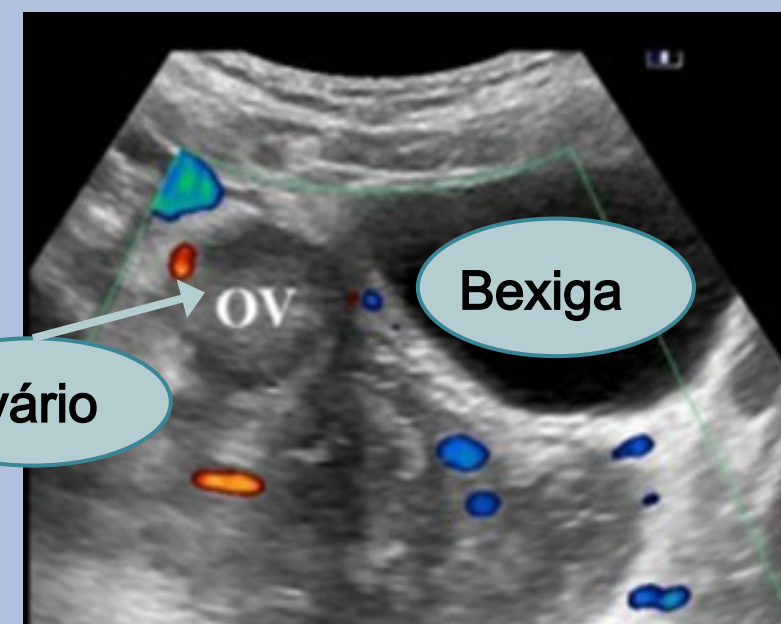
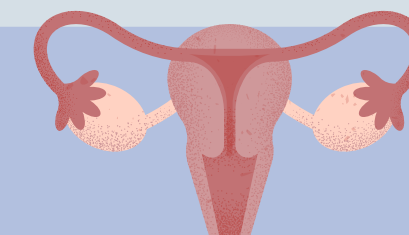
# Utilidade diagnóstica

## Aplicabilidade do SMI na população pediátrica

- Avaliar vasos e fluxos sanguíneos ↓ de forma detalhada (12)
- Avaliar crianças sem que os artefactos de movimento afetem a avaliação ecográfica (12)
- Tranquiliza o utente por não ser uma técnica invasiva (12)



## Torção ovariana



Doppler cor



SMIc

## Contributo do SMIc


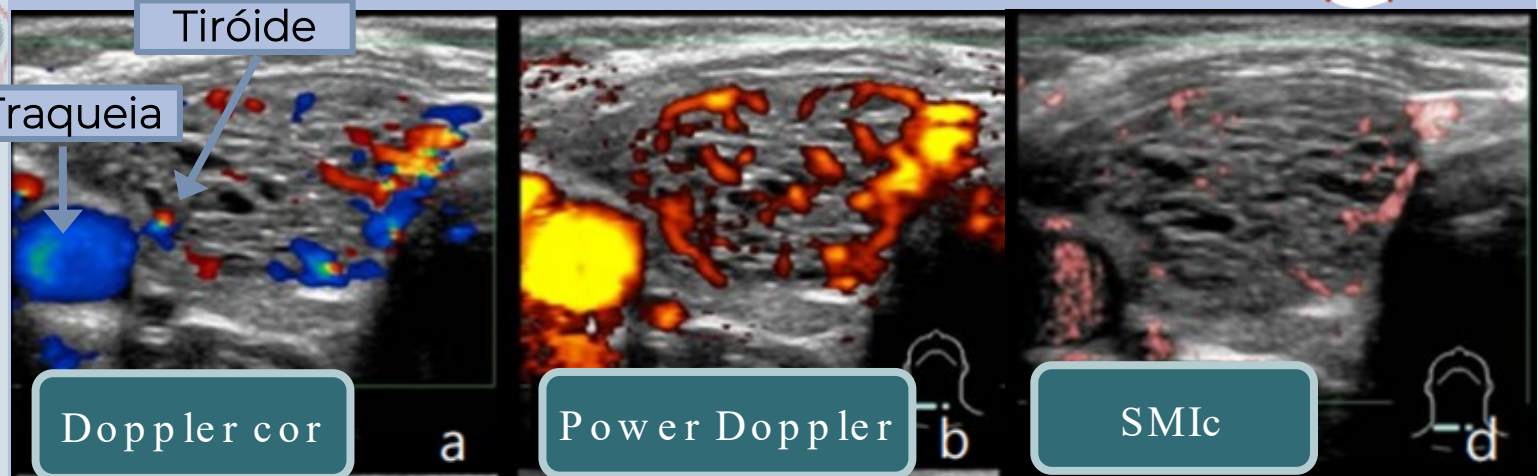
Demonstração detalhada do fluxo circundante à lesão

(12)

# Utilidade diagnóstica

Tumores têm ↑ vascularização

## Nódulo tiroideu

Tiróide  
Traqueia

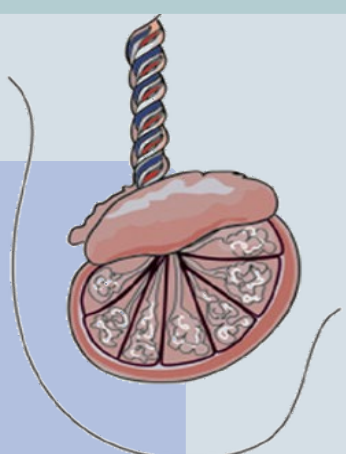
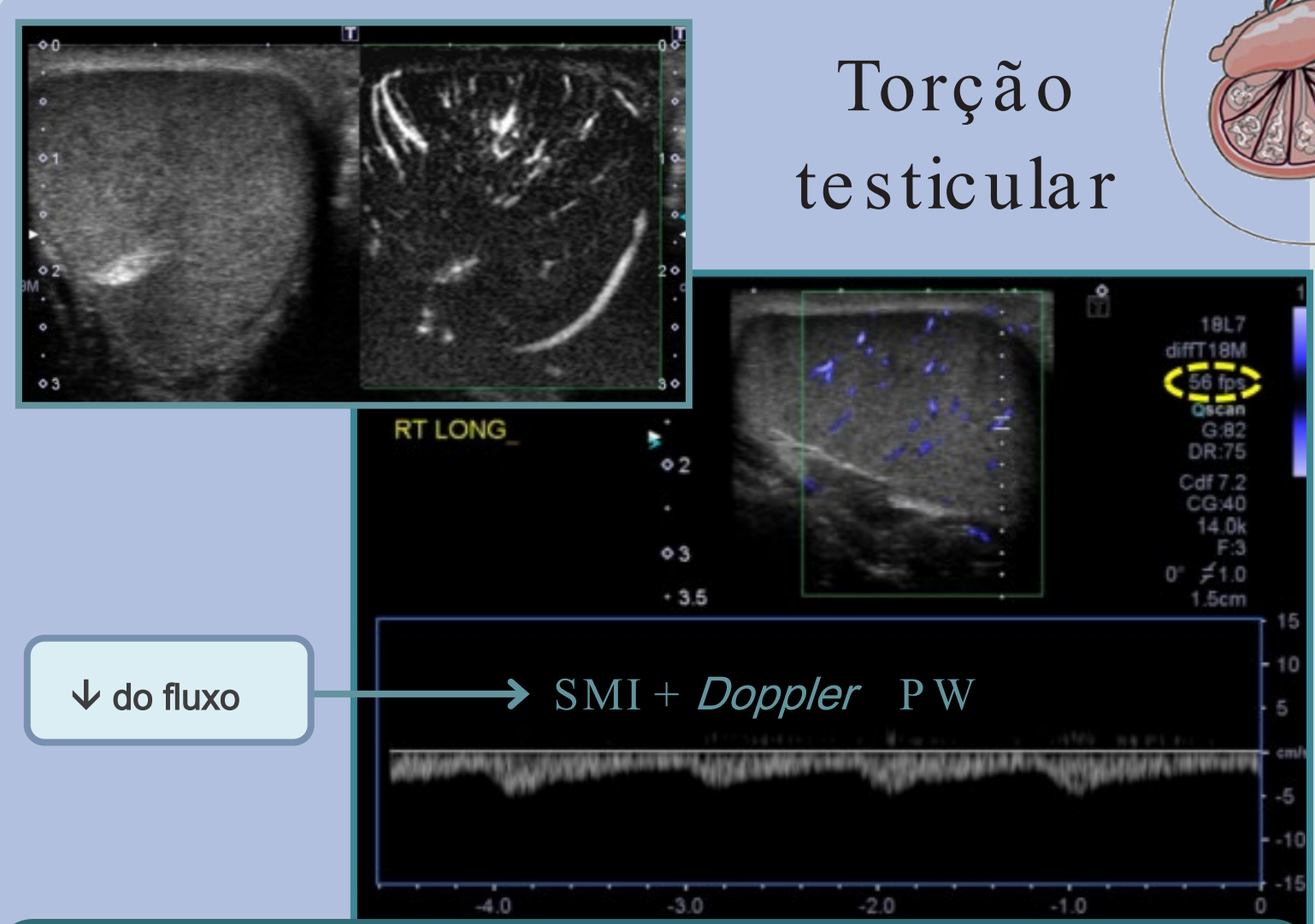
Doppler cor a Power Doppler b SMI c

**Contributo do SMI**  
 Visualização da vasculatura sem interferência de *blooming* (12)

Artefacto em que o fluxo se estende além dos seus limites verídicos e se espalha para estruturas adjacentes (fluxo não real)

(12) Kono T, et al. Asian and Oceanic Forum for Paediatric Radiology. 2017; Vol 4. Page 20

## Torção testicular

↓ do fluxo → SMI + Doppler PW

**Contributo do SMI**  
 Observar microvasos testiculares e medir a velocidade de fluxo dos mesmos (13)

(13) Toshiba America Medical Systems. Toshiba's Superb Microvascular Imaging: A New Problem-Solving Tool in Pediatric Radiology

# Utilidade diagnóstica

## Avaliação da microcirculação da placenta

### Vasos da placenta

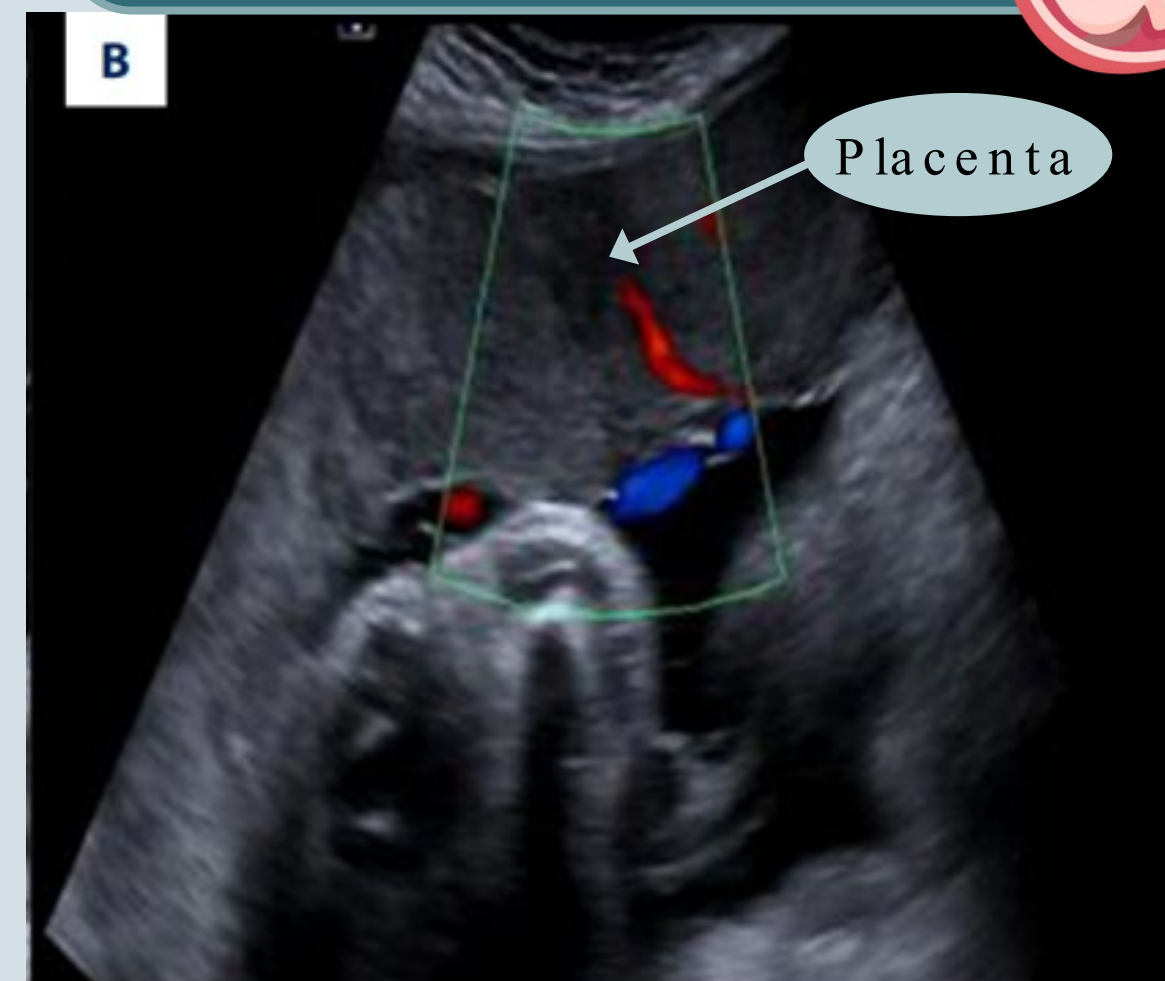
- Em “ramo”, tornando-se cada vez mais pequenos (14)
- Baixas velocidades (14)
  - Fluxo ↑ com a idade gestacional

**Artefactos do movimento uterino**, por variação respiratória da progenitora ou atividade do feto (15)

30 semanas de gestação



SMIm - visualização de microvasos da placenta e suas ramificações (14)



Doppler cor - não consegue delimitar microvasos (14)

(14) Sun L, et al. Medical Science Monitor. 2020; Vol 26. Pages 1-7




(15) Hasegawa J, Suzuki N. Placenta. 2016; Vol 47. Pages 96-98

# Utilidade diagnóstica

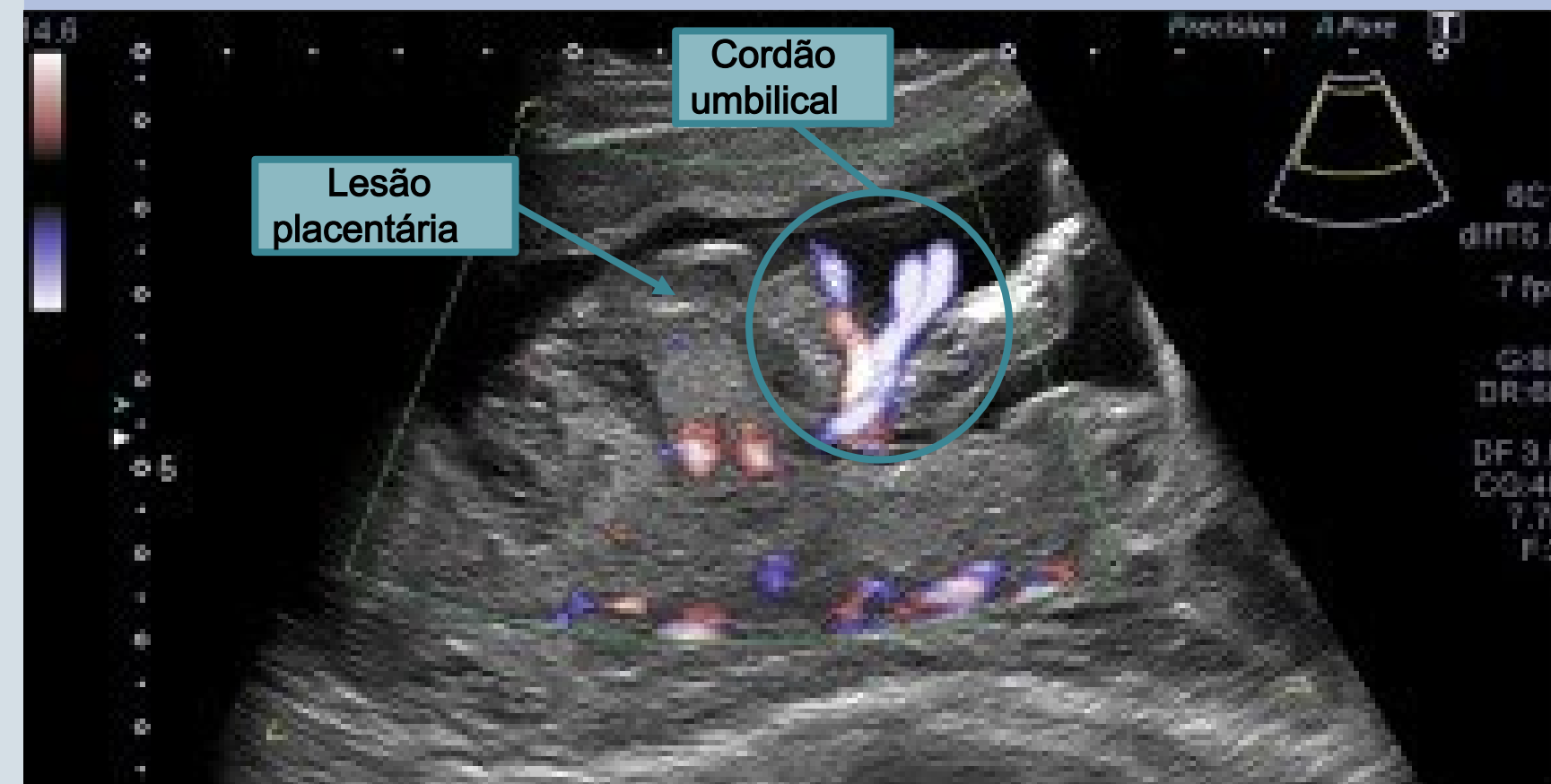
## Caso Clínico II - Enfarte Placentário



(15)

	Sexo feminino, 35 anos
	22 semanas de gestação
	Restrição de crescimento fetal

- Lesão de massa isoecogénica próxima à inserção do cordão umbilical (15)
- Suspeita de enfarte placentário (lesão do espaço de trocas materno-fetais, por obstrução das artérias maternas) (15)



Doppler cor

# Obstetrícia

## Placenta normal

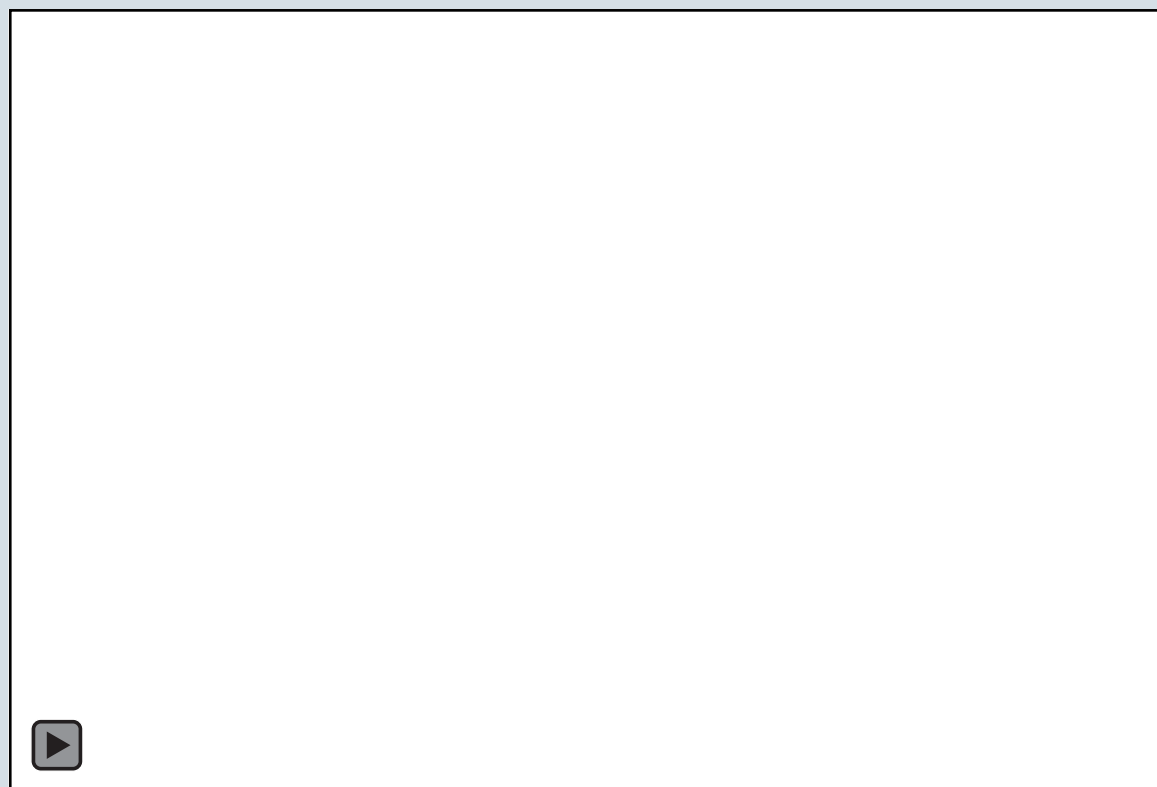
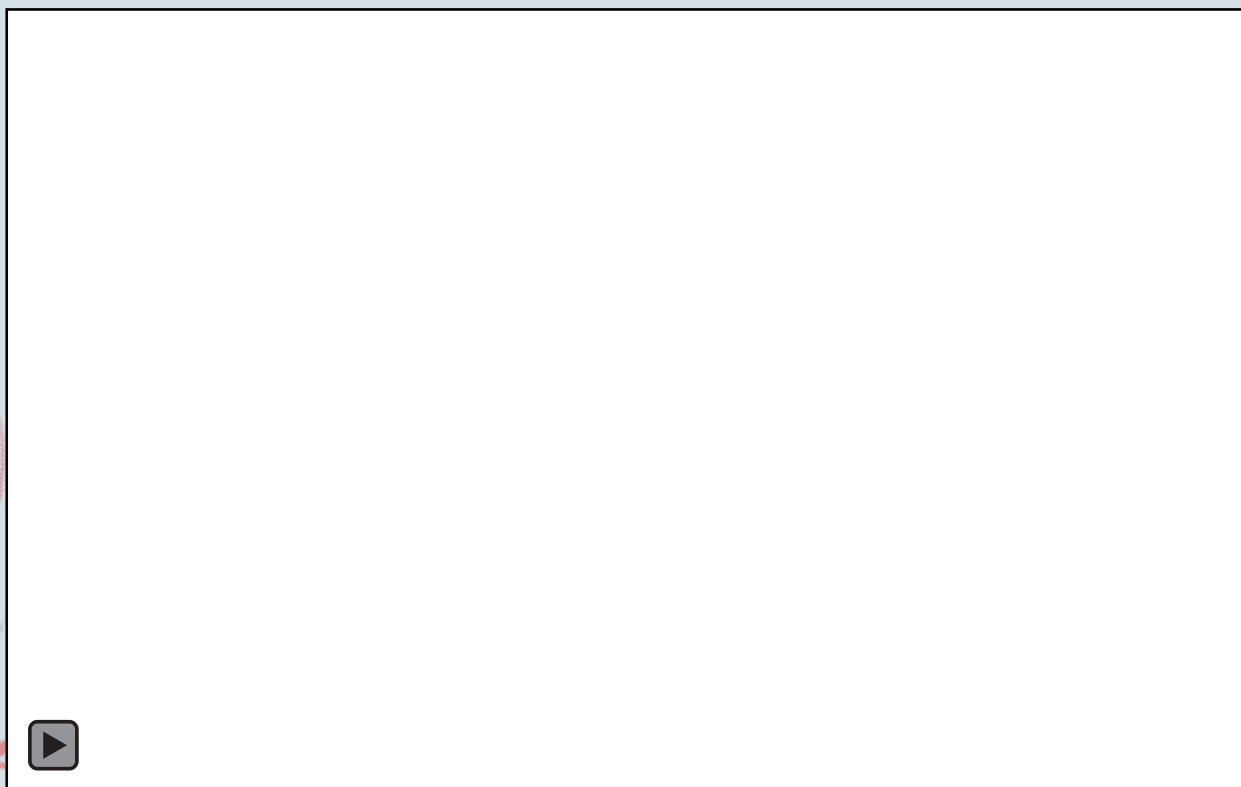
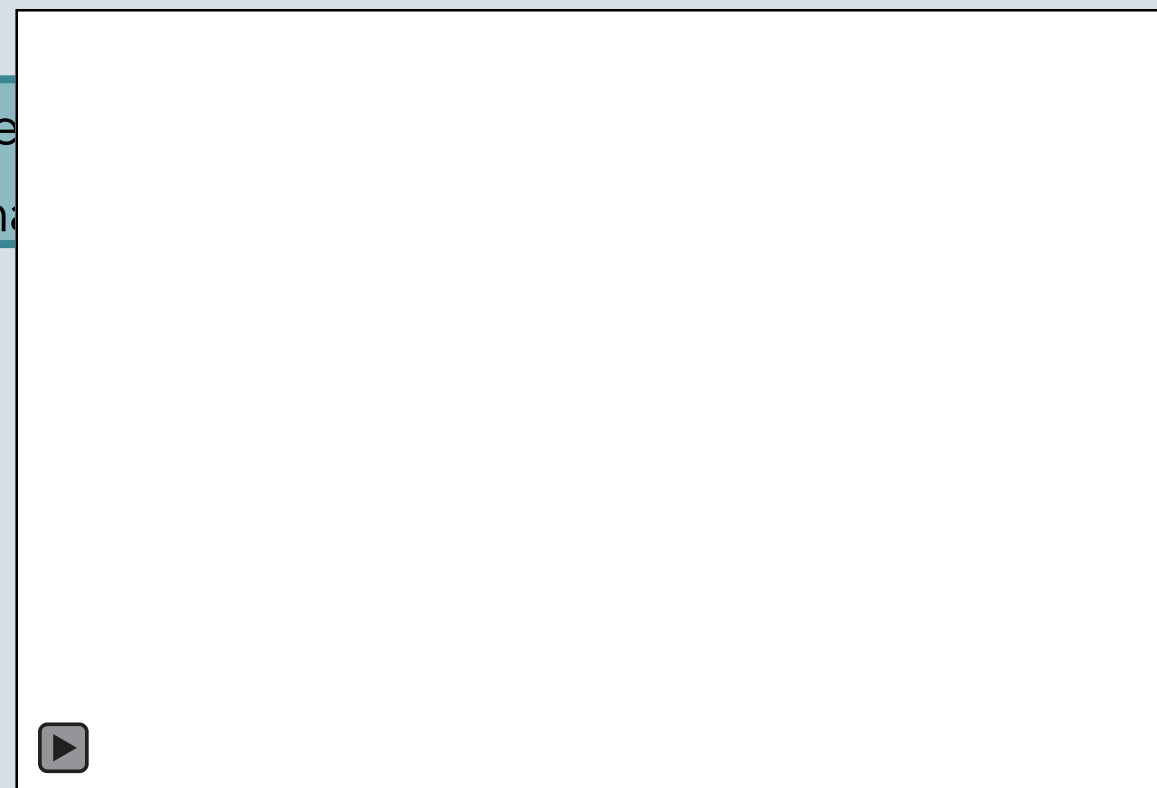
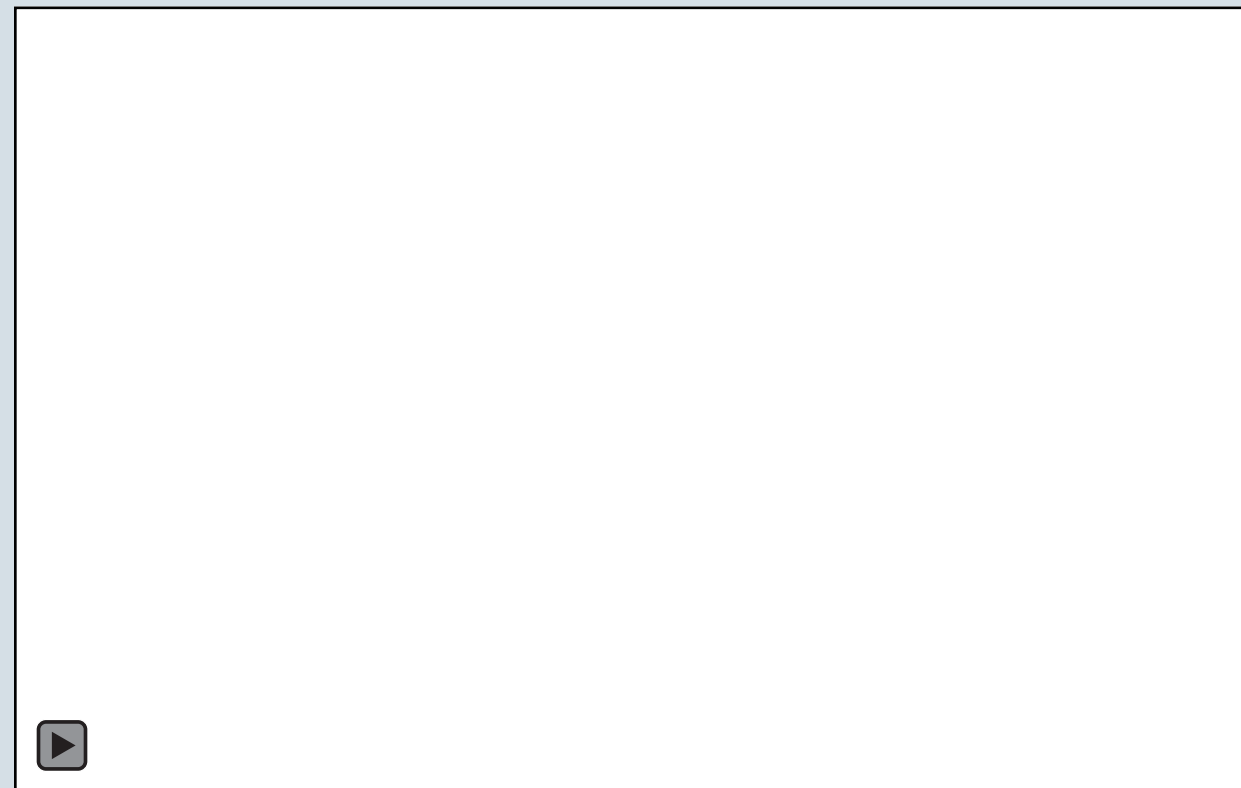
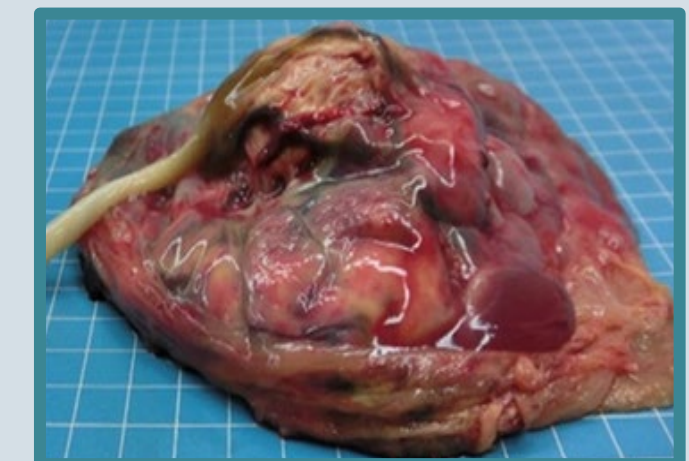
- Ramificações
- Profunda

22 semanas de gestação



## Enfarte placentário

- ↓ áreas de perfusão
- Obstrução das ramificações
- Ausência de árvores vilosas



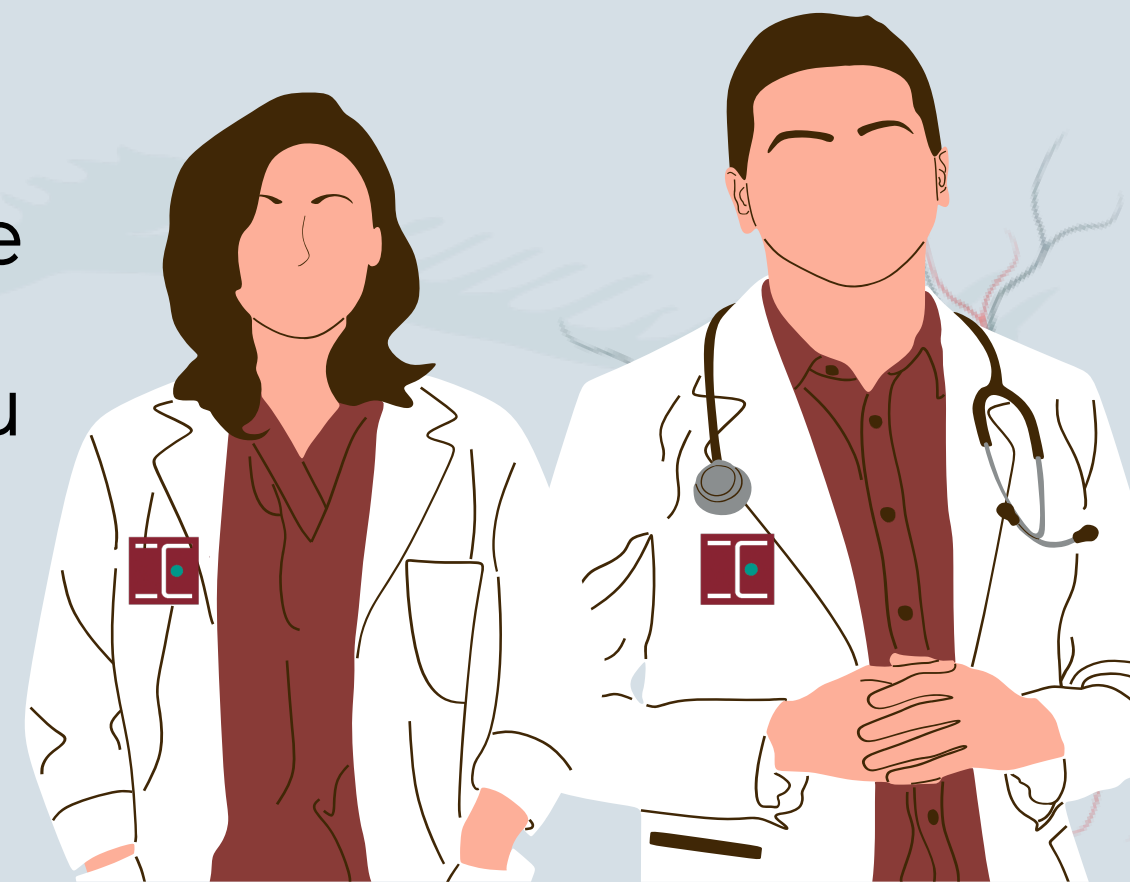
SMIm

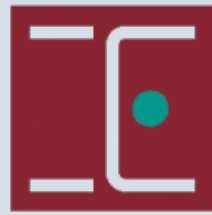
SMI 3D

# Considerações finais

---

- O **SMI** proporciona avanços significativos na visualização e avaliação de estruturas vasculares variadas:
  - Complementa técnicas ultrassonográficas mais convencionais
  - Melhora a acuidade diagnóstica
  - Facilita a avaliação vascular do utente
- Necessidade da melhoria contínua das técnicas em saúde, de maneira a ultrapassar as suas desvantagens e atingir o seu potencial máximo





ESCOLA SUPERIOR DE  
TECNOLOGIA DA SAÚDE  
DE LISBOA

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA

## XVII SEMINÁRIO TEMÁTICO EM FISIOLOGIA CLÍNICA



---

# Agradecemos pela vossa atenção!

---



Estudantes:

Beatriz Gastão, Carolina Rosa, Catarina Reis

Orientador: Prof<sup>o</sup> Filipe Fernandes

1 de fevereiro de 2024