

ULTRA-SONOGRAFIA VIRTUAL: REPRODUTIBILIDADE INTRA-OBSERVADOR*

Adilson Cunha Ferreira¹, Francisco Mauad Filho², Reginaldo Antônio de Oliveira Freitas Júnior³, Antônio Gadelha Costa⁴, Patrícia Spara⁴, Ayrton Roberto Pastore⁵

Resumo **OBJETIVO:** Analisar a reprodutibilidade intra-observador da ultra-sonografia tridimensional (US3D) real com a US virtual, nas modalidades multiplanar e volumétrica. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Foram examinados, prospectivamente, 132 blocos provenientes de 44 avaliações de 26 conceptos. Dezoito conceptos tinham idade gestacional ecográfica de oito semanas a oito semanas e seis dias, e 26 tinham de dez semanas a dez semanas e seis dias. Realizou-se a US3D, analisando-se: comprimento cabeça-nádega, saco gestacional, saco amniótico, translucência nugal, conduto onfalomesentérico, vesícula vitelínica, membros superiores, membros inferiores, distinção cabeça-tórax, perfil da face, coronal da face, implantação das orelhas, perfil da coluna, coronal da coluna, parede abdominal fechada. Foram obtidos três blocos por conceito para posterior realização da US virtual. A análise estatística foi feita utilizando-se o teste *t* de Student, o teste de McNemar e o kappa. **RESULTADOS:** No grupo I, a avaliação ultra-sonográfica 3D real multiplanar *versus* 3D virtual multiplanar, na análise das variáveis contínuas, evidenciou diferença significativa para todas. Na avaliação das variáveis categóricas, evidenciou-se que todas não apresentaram diferença significativa. No grupo II, a avaliação ultra-sonográfica 3D real volumétrica *versus* 3D virtual volumétrica demonstrou diferença significativa apenas para a variável implantação de orelhas. Os resultados das análises das variáveis categóricas evidenciaram concordância para a maioria das variáveis analisadas em ambos os grupos. **CONCLUSÃO:** Há reprodutibilidade intra-observador da US3D com a modalidade virtual, multiplanar e volumétrica. *Unitermos:* Ultra-sonografia virtual; Ultra-sonografia tridimensional; Primeiro trimestre.

Abstract *Virtual ultrasonography: interobserver reproducibility.*

OBJECTIVE: To compare the intraobserver reproducibility of real three-dimensional ultrasonography (3DUS) with virtual ultrasonography using multiplanar and volumetric reformations. **MATERIALS AND METHODS:** A total of 132 blocks from 44 evaluations of 26 conceptuses were prospectively examined. The gestational age determined by echography ranged from eight weeks and eight weeks and six days in 18 conceptuses and ten weeks and ten weeks and six days in 26 conceptuses. The following structures were analyzed by 3DUS: crown-rump length, gestational sac, amniotic sac, nuchal translucency, omphalomesenteric duct, vitellin vesicle, upper limbs, lower limbs, head-thorax distinction, lateral view of the face, coronal view of the face, ear implantation, lateral view of the spine, coronal view of the spine, and closed abdominal wall. Three blocks were obtained from each conceptus for virtual ultrasonography. Student's *t* test, McNemar test and kappa statistics were used for the statistical analysis. **RESULTS:** In group I, real multiplanar 3DUS versus 3D virtual multiplanar ultrasonography, the analysis of continuous variables showed significant differences for all variables. The analysis of categorical variables showed no significant differences in any of the variables. In group II, real volumetric 3DUS versus virtual volumetric ultrasonography, showed significant differences only for ear implantation. The results of the analyses of categorical variables were consistent for most of the variables analyzed in both groups. **CONCLUSION:** We concluded that there is intraobserver reproducibility of virtual ultrasonography using multiplanar and volumetric reformations. *Keywords:* Virtual ultrasonography; Three-dimensional ultrasonography; First trimester.

INTRODUÇÃO

O interesse pelos procedimentos virtuais tem aumentado gradativamente, à medida que os avanços tecnológicos conduzem obrigatoriamente ao seu uso quase que cotidiano. Com aplicação na maioria das áreas do conhecimento, senão em todas, e

com o grande investimento das indústrias de "hardware", "software" e dispositivos especiais, os procedimentos virtuais vêm experimentando um desenvolvimento acelerado nos últimos anos e indicando perspectivas bastante promissoras para os diversos segmentos vinculados com a área da saúde assistencial e educacional^(1,2).

Resultado dos constantes aprimoramentos e da evolução tecnológica, a ultra-sonografia (US) tridimensional (3D) possibilitou a prática da US virtual, ou seja,

* Trabalho realizado na Escola de Ultra-sonografia e Reciclagem Médica de Ribeirão Preto (EURP), Ribeirão Preto, SP.

1. Professor Doutor, Responsável pelo Núcleo de Ultra-sonografia 3D da EURP, Professor do Grupo Interdisciplinar de Trabalho (GIT) – Saúde da Mulher da Universidade de Ribeirão Preto (Unaerp).

2. Docente do Departamento de Ginecologia e Obstetrícia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP).

3. Professor Doutor, Docente da Faculdade de Medicina de Natal.

4. Pós-graduandos.

5. Professor Doutor, Livre-Docente do Departamento de Radiologia, Instituto de Radiologia (InRad) do Hospital das Clínicas da FMUSP.

Endereço para correspondência: Prof. Dr. Adilson Cunha Ferreira. Rua Manoel Ache, 980, ap. 222, Jardim Irajá, Ribeirão

Preto, SP, 14020-590. E-mail: adilson.cunha@ultra-sonografia.com.br

Recebido para publicação em 28/1/2005. Aceito, após revisão, em 2/5/2005.

processamentos das imagens após a realização do exame de maneira completamente interativa, como se estivéssemos realizando o próprio exame ultra-sonográfico, porém, sem a presença física da paciente.

Metodologia inovadora, a US virtual tem despertado maior interesse por parte dos pesquisadores^(3,4). Tal interesse não surgiu ao acaso. Historicamente, a partir da década de 80, a US tornou-se um procedimento indispensável à prática tocoginecológica, contribuindo e modificando conceitos e procedimentos dentro dessa especialidade⁽⁵⁾. Em 1987, aplica-se pela primeira vez, em obstetrícia, o Doppler colorido endovaginal, e em 1996, o Doppler de amplitude. O método, criticado e desacreditado por muitos, tornar-se-ia procedimento indispensável ao entendimento e avaliação da circulação materno-fetal⁽⁶⁾.

Toda essa evolução conduziu à aplicação clínica da US3D entre o final da década de 80 e início da década de 90. À semelhança da US bidimensional (2D), da análise Doppler e das sondas endocavitárias, os primeiros aparelhos eram muito ruins, e o método passou a ser muito questionado, discutido e revisado⁽⁷⁻⁹⁾.

Com a evolução e o aperfeiçoamento dos equipamentos, as imagens ficaram cada vez mais nítidas e mais plásticas. Tal aperfeiçoamento levou, em novembro de 1997, a Food and Drug Administration (FDA), dos EUA, a reconhecer a US3D como método diagnóstico.

Na atualidade, diversos autores têm destacado a contribuição da US3D à obs-

tetrícia, especialmente ao diagnóstico das malformações fetais^(7,10).

A comunidade médica e instituições relacionadas a ela estão aderindo ao uso da US3D, entre outros motivos, por perceberem que ela pode ajudar a prática da telemedicina. Um dos três vencedores do grande prêmio do concurso de 2001 da Information Society Technologies (IST), promovido por importantes instituições* governamentais e da área médica e de informática, foi o projeto TeleInViVoTM. O equipamento básico compreendeu um computador portátil, com capacidade de telecomunicação, e uma estação de US3D leve e portátil. Um técnico, no campo, examina a paciente e transmite o conjunto de dados em 3D (bloco) para um profissional médico distante. Exatamente o que chamamos de US virtual.

O presente trabalho teve o objetivo de analisar a reprodutibilidade intra-observador da US3D real com a US virtual.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram examinados, prospectivamente, 18 embriões e 26 fetos.

Os critérios de inclusão foram: gestantes clinicamente normais com gestação única e idade gestacional ecográfica de oito

* IGD – Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung; DSC – Langen, Alemanha; PIE Medical – Maastricht, Holanda; CCG – Coimbra, Portugal; ZGDV – Darmstadt, Alemanha; Catai – Tenerife, Espanha; Unesco – Paris, França; HUC – Coimbra, Portugal; HPD – Açores, Portugal.

semanas a oito semanas e seis dias, e de dez semanas a dez semanas e seis dias, que concordavam com os termos do consentimento informado. Os critérios de exclusão foram: a existência de malformação detectável ao exame ultra-sonográfico. O material deste trabalho foi constituído pelos 132 blocos, obtidos por meio da US3D.

Os exames de US3D, multiplanar e volumétrico, foram realizados na Escola de Ultra-sonografia e Reciclagem Médica de Ribeirão Preto (EURP), durante o período de janeiro de 2002 a junho de 2003.

Na realização dos exames utilizou-se sonda endovaginal, volumétrica, de aquisição automática, banda larga e multifrequencial. Estando a paciente em posição ginecológica, a análise do conceito por meio da US3D, na modalidade multiplanar, foi sistematizada, avaliando-se os três eixos ortogonais: sagital ou longitudinal, coronal ou frontal, axial ou transversal (Figura 1). A análise da US3D na modalidade volumétrica foi sistematizada avaliando-se: visualização frontal (Figura 2), lateral esquerda (Figura 3), lateral direita, dorsal, cranial, podálica.

Foi realizada a obtenção de três blocos por conceito e arquivamento digital, no próprio equipamento de US, em disco óptico-magnético e em “compact disc” (CD), para posterior realização da US virtual. Os blocos foram adquiridos conforme sistematização a seguir:

Bloco 1 – Abertura de varredura automática, atingindo inicialmente o miométrio, com ângulo de varredura o máximo

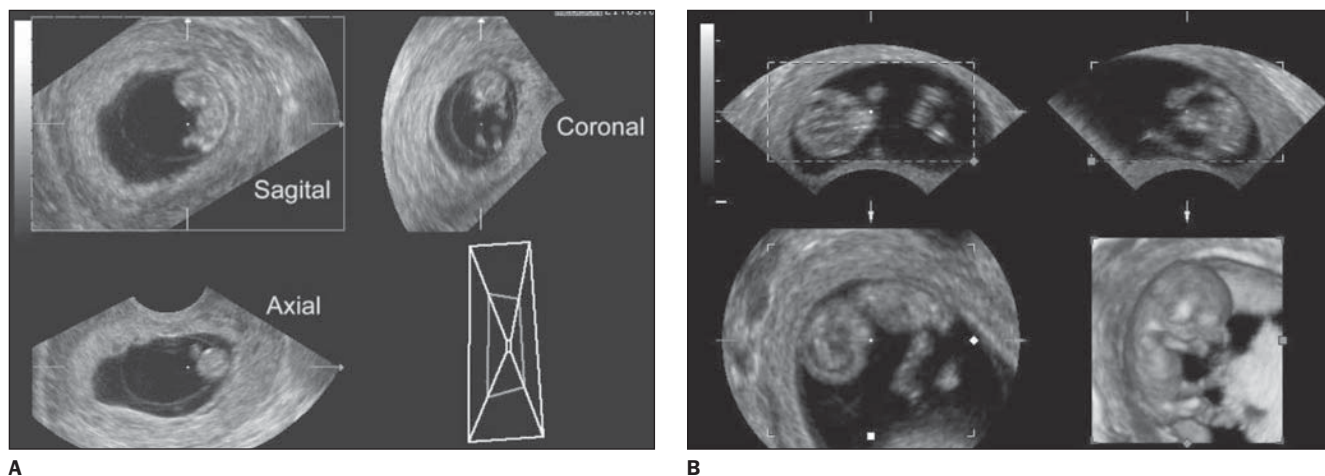


Figura 1. A: US3D, modalidade multiplanar com avaliação dos três eixos ortogonais — sagital, coronal e axial — em feto de dez semanas de idade ecográfica. **B:** US3D, modalidades multiplanar e volumétrica analisadas simultaneamente em feto de dez semanas de idade ecográfica.

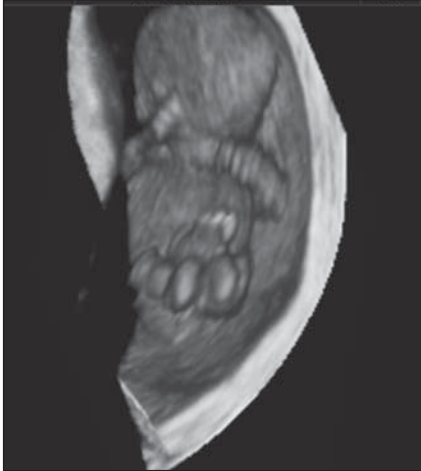


Figura 2. Visualização frontal de um feto com dez semanas de idade ecográfica pela US3D na modalidade volumétrica.



Figura 3. Visualização lateral esquerda de um feto com dez semanas de idade ecográfica pela US3D na modalidade volumétrica.

possível, nos equipamentos utilizados de 80–120 graus. Tempo de aquisição calibrado no lento.

Bloco 2 – Abertura de varredura automática entre a membrana amniótica e o miométrio, com ângulo de varredura entre 70–80 graus, para gestações de dez semanas a dez semanas e seis dias, e 60–70

graus, para gestações com oito semanas a oito semanas e seis dias. Tempo de aquisição calibrado no lento.

Bloco 3 – Abertura de varredura automática o mais próximo possível do feto ou embrião, com ângulo de varredura de 50–60 graus. Tempo de aquisição calibrado no lento.

A US3D virtual foi realizada entre 60 e 90 dias após a US3D, sempre pelo mesmo observador e usando, como estação de trabalho, o mesmo equipamento em que tinha sido realizada a avaliação com US3D. A sistemática de avaliação foi a mesma estabelecida para a realização da US3D.

As variáveis analisadas e a metodologia empregada estão mostradas no Quadro 1.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o teste *t* de Student, teste de McNemar e a estatística kappa (κ).

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição.

RESULTADOS

Grupo I – Avaliação ultra-sonográfica 3D real multiplanar (3DRM) *versus* 3D virtual multiplanar (3DVM).

Grupo II – Avaliação ultra-sonográfica 3D real volumétrica (3DRV) *versus* 3D virtual volumétrica (3DVV).

Resultados do grupo I

A análise dos resultados pelo teste *t* de Student, em relação às variáveis contínuas,

Quadro 1 Variáveis analisadas na aquisição multiplanar e volumétrica, e método empregado.

Variável	Método de aquisição multiplanar	Método de aquisição volumétrica
CCN	O embrião ou feto em incidência sagital. Considerou-se sempre o maior eixo (Figura 4)	Considerou-se o maior eixo de acordo com sua superfície (Figura 5)
SG	Diâmetro interno médio (Figuras 6 e 7)	
SA	Diâmetro interno médio (Figura 8)	Maior diâmetro de sua superfície* (Figura 9)
VV	Maior diâmetro interno (Figura 10)	Maior eixo de sua superfície (Figura 11)
TN	Incidência sagital, semelhante à obtida para se medir o CCN	Não realizada
CO	Identificando-se sua saída desde a parede abdominal até a VV	Não realizada
PF	Linha média (Figuras 12 e 13)	
CF	Identificaram-se a órbita, o nariz, o osso malar e o mento	
IO	Possibilidade de identificação ou não (Figuras 14 e 15)	
MS	Possibilidade de identificação ou não	
MI	Possibilidade de identificação ou não	
DCT	Identificação distinta da cabeça, pescoço e tórax (Figuras 16 e 17)	
PC	Procurou-se identificar o maior eixo, posicionando-o no maior eixo do monitor e realizando-se movimento vertical e de rotação, com identificação da região cervical e sacral	
CC	Procurou-se identificar o maior eixo em visão posterior, posicionando-a no maior eixo do monitor e realizando-se movimento vertical e de rotação, com identificação da região cervical e sacral	
PAF	Encontrava-se fechada, com herniação fisiológica, ou aberta, considerando-se sempre a adequada identificação da inserção do cordão umbilical	

CCN, comprimento cabeça-nádegas; SG, saco gestacional; SA, saco amniótico; VV, vesícula vitelínica; TN, translucência nucal; CO, conduto onfalomesentérico; PF, perfil da face; CF, coronal da face; IO, implantação das orelhas; MS, membros superiores; MI, membros inferiores; DCT, distinção cabeça-tórax; PC, perfil da coluna; CC, coronal da coluna; PAF, parede abdominal fechada.

* Somente nos embriões com idade ecográfica entre oito semanas e oito semanas e seis dias.

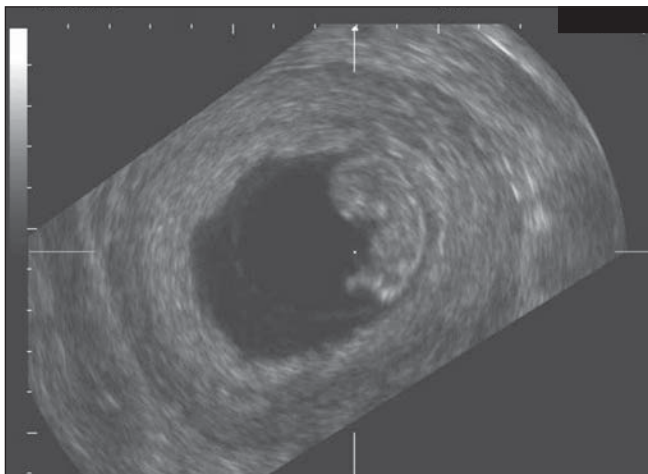


Figura 4. Comprimento cabeça-nádega na segmentação da avaliação multiplanar, eixo ortogonal sagital em feto de dez semanas.



Figura 5. Comprimento cabeça-nádega na avaliação 3D volumétrica em feto de dez semanas.

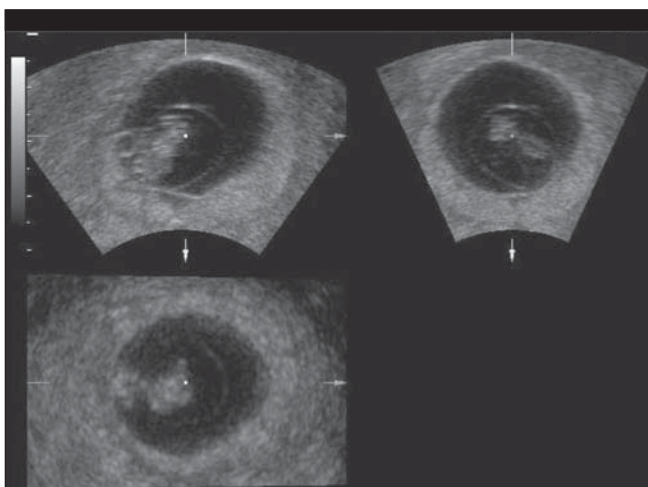


Figura 6. Saco gestacional na avaliação 3D multiplanar em gestação de oito semanas de idade ecográfica.

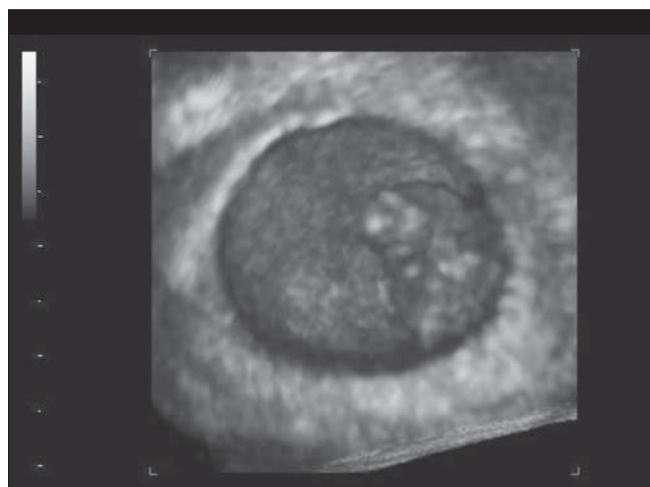


Figura 7. Saco gestacional na avaliação 3D volumétrica em gestação de oito semanas de idade ecográfica.

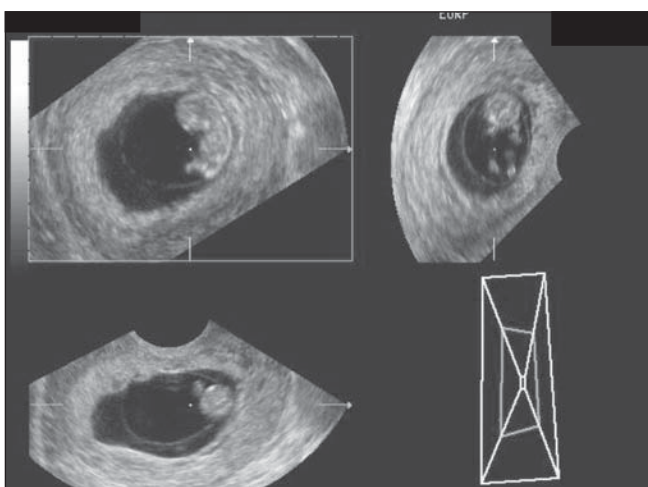


Figura 8. Saco amniótico na avaliação 3D multiplanar em gestação de dez semanas.

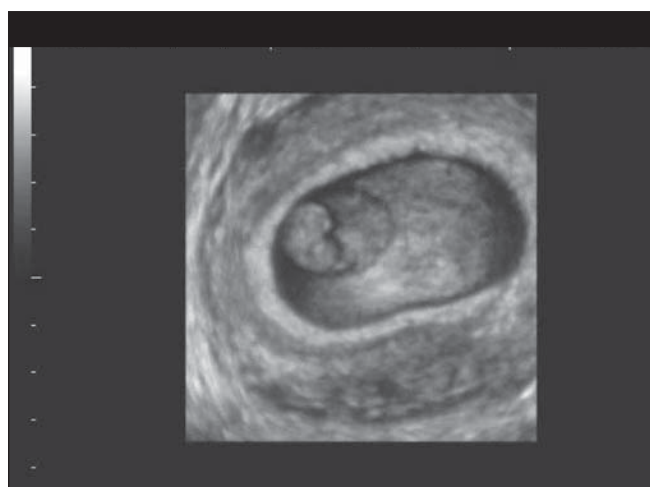


Figura 9. Saco amniótico na avaliação 3D volumétrica em gestação de dez semanas.

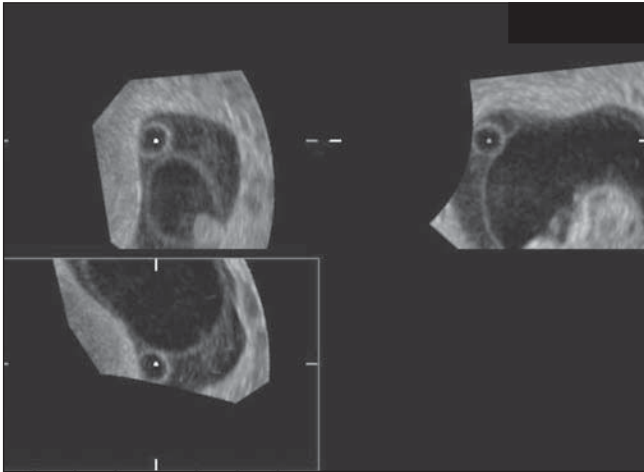


Figura 10. Vesícula vitelínica na avaliação 3D multiplanar.

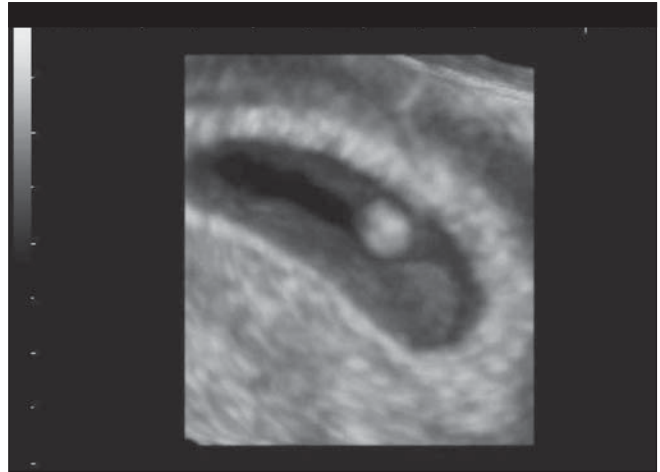


Figura 11. Vesícula vitelínica na avaliação 3D volumétrica.



Figura 12. Perfil da face em plano ortogonal sagital de imagem previamente obtida pela US3D multiplanar em feto de dez semanas.



Figura 13. Perfil da face na avaliação 3D volumétrica em feto de dez semanas.



Figura 14. Identificação da implantação das orelhas em plano ortogonal frontal de imagem previamente obtida pela US3D multiplanar

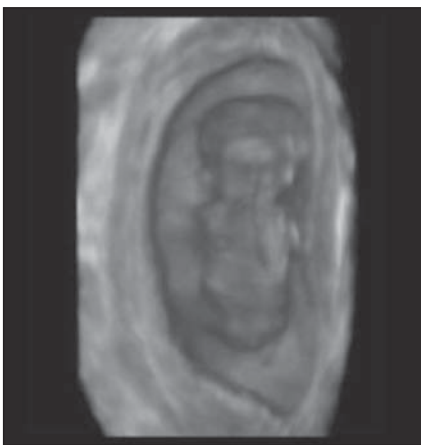


Figura 15. Identificação da implantação das orelhas em plano dorsal na avaliação 3D volumétrica em feto de dez semanas.

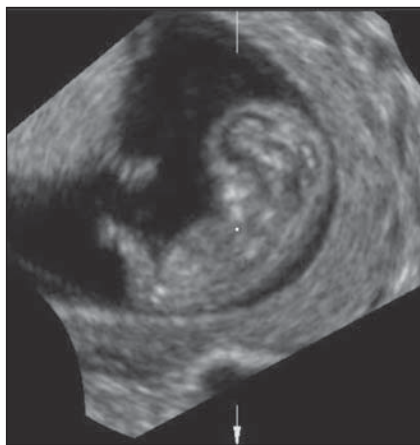


Figura 16. Distinção cabeça-tórax em plano ortogonal sagital de imagem previamente obtida pela US3D multiplanar em feto de dez semanas.



Figura 17. Distinção cabeça-tórax na avaliação 3D volumétrica em feto de dez semanas.

evidenciou: comprimento cabeça-nádega (CCN), $p = 0,01$; saco gestacional (SG), $p = 0,005$; saco amniótico (SA), $p < 0,001$; vesícula vitelínica (VV), $p = 0,05$. A média dos valores obtidos por meio da 3DRM apresentam-se constantemente superiores aos da 3DVM, com diferença significativa, conforme ilustra o Gráfico 1.

Na avaliação da translucência nucal (TN) não houve diferença significativa para avaliação da 3DRM e 3DVM ($p = 0,87$).

A análise das variáveis categóricas para amostras pareadas evidenciou que todas as variáveis não apresentaram diferença significativa.

Resultados do grupo II

Analisando-se, pelo teste t de Student, em relação às variáveis contínuas, não se encontrou diferença significativa para nenhuma das variáveis analisadas. Encontraram-se, para a análise de: CCN, $p = 0,17$; SG, $p = 0,45$; SA, $p = 0,33$; VV, $p = 0,09$, conforme ilustra a distribuição das médias das respectivas variáveis o Gráfico 2.

A TN não foi analisada no grupo II, modalidade volumétrica, pois, nessa modalidade, a imagem visualizada é a da superfície fetal, inviabilizando essa mensuração.

A análise das variáveis categóricas, para amostras pareadas, pelo teste de McNemar, demonstrou diferença significativa apenas para a variável implantação de orelhas (IO) ($p = 0,03$). Todas as demais variáveis não apresentaram diferença significativa.

Os resultados das análises das variáveis categóricas, por meio do teste κ , são demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 Distribuição do κ^* , nos grupos I e II, na análise do conduto onfalomesentérico (CO), perfil da face (PF), coronal da face (CF), implantação das orelhas (IO), membros superiores (MS), membros inferiores (MI), distinção cabeça-tórax (DCT), perfil da coluna (PC), coronal da coluna (CC), parede abdominal fechada (PAF).

	Grupo I 3DRM e 3DVM	Grupo II 3DRV e 3DVV
CO	0,91	0,66
PF	0,82	0,86
CF	0,90	0,73
IO	0,69	0,72
MS	1,00	1,00
MI	1,00	1,00
DCT	0,93	0,93
PC	0,95	0,82
CC	0,69	0,68
PAF	1,00	0,73

* $0 \leq \kappa < 0,4$ – concordância ruim; $0,4 \leq \kappa \leq 0,75$ – concordância boa; $\kappa > 0,75$ – concordância excelente.

DISCUSSÃO

Muito se tem pesquisado, publicado e discutido sobre o papel da US3D, procedimentos e realidade virtual e telemedicina, e, em particular, teleimagiologia. Steiner *et al.*⁽¹¹⁾ chegam a afirmar que a “ultra-sonografia 3D provê um número enorme de opções técnicas que estão sendo avaliadas quanto ao significado diagnóstico e suas limitações em obstetria e ginecologia.” Recentemente, Benacerraf⁽¹²⁾ escreveu: “A imagem fetal fornecida pela ultra-sonografia 3D permite-nos reavaliar o feto em planos. Essa reavaliação pode fornecer informações completamente diferentes das ob-

tidas inicialmente. Esta técnica é mais efetiva que o videocassete. A partir dos volumes obtidos, um número infinito de visões pode ser reconstruído. Os volumes contêm uma quantia infinita de informação comparada ao padrão 2D. Esse conceito pode ter implicações profundas no aspecto médico-legal.” A reavaliação refere-se, exatamente, à US virtual, ou seja, uma vez obtidos os blocos, pode-se analisá-los como se estivesse realizando o exame ultra-sonográfico convencional, com uma série de vantagens: por exemplo, não estar causando constrangimento nem desconforto à paciente, poder reavaliar a qualquer momento, isoladamente ou em conjunto com outros ultra-sonografistas, estando eles em qualquer distância e lugar. Portanto, pode-se praticar a teleimagiologia de maneira completamente interativa, trabalhar a imagem com sistemas de computação, rodar, virar, subtrair, medir, calcular, ou seja, realizar uma quantidade infinita de manobras^(3,4,12).

Na presente pesquisa, as idades gestacionais, de oito semanas a oito semanas e seis dias e de dez semanas a dez semanas e seis dias, foram escolhidas por serem períodos de grandes transformações na morfologia do conceito e, conseqüentemente, um grande número de “marcadores” é passível de ser avaliado, com importância, no prognóstico do primeiro trimestre⁽¹³⁻¹⁵⁾.

A inclusão das variáveis CCN, SG, SA e VV deve-se ao fato de serem estruturas quantificáveis, pois diversos autores enfatizam a importância dessa avaliação, visto que se correlacionam com a idade gestacio-

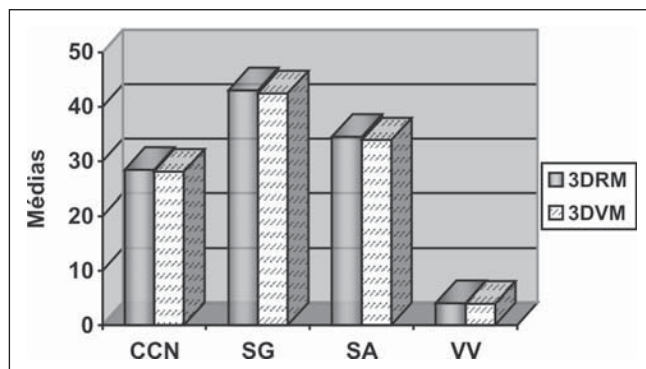


Gráfico 1. Distribuição das médias (em mm) do comprimento cabeça-nádegas (CCN), do diâmetro médio do saco gestacional (SG), do diâmetro médio do saco amniótico (SA) e do diâmetro interno máximo da vesícula vitelínica (VV), para avaliação da 3DRM e 3DVM. (Grupo I)

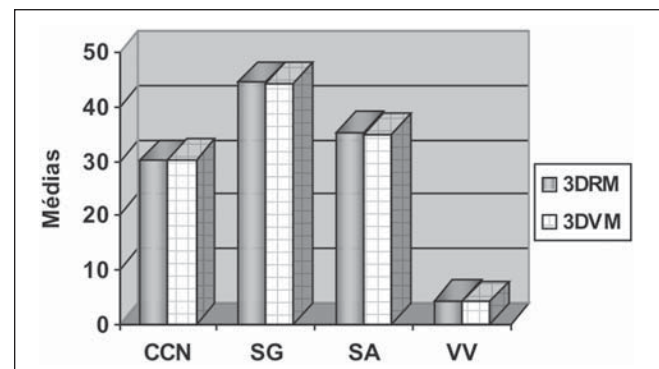


Gráfico 2. Distribuição das médias (em mm) do comprimento cabeça-nádegas (CCN), do diâmetro médio do saco gestacional (SG), do maior diâmetro da superfície do saco amniótico (SA) e da vesícula vitelínica (VV), para avaliação da 3DRV e 3DVV. (Grupo II)

nal e com o prognóstico evolutivo da gestação, devendo, portanto, serem analisadas rotineiramente na avaliação 3D do primeiro trimestre^(16,17).

Considerando-se os resultados obtidos por meio da US 3DRM com a 3DVM, em relação às variáveis contínuas, os valores obtidos por meio da 3DRM apresentam-se constantemente superiores aos da 3DVM. O recurso multiplanar, pelo fato de posicionar a estrutura a ser medida, em qualquer ângulo de incidência, melhora sua visualização, permitindo, assim, uma melhor quantificação. Tal resultado, apesar de estatisticamente diferente, não tem relevância clínica, pois os valores da média e desvio-padrão, de ambos os métodos, encontram-se na faixa de normalidade, tanto referentes à idade gestacional quanto aos prognósticos, e estão de acordo com os resultados referidos na literatura⁽¹⁸⁾.

Na avaliação da TN, não houve diferença significativa quando se comparou a US3DRM com a US3DVM. Esse resultado está de acordo com os de Paul *et al.*⁽¹⁹⁾, em que os volumes tridimensionais armazenados podem ser usados para reproduzir medidas da TN, quando ela também pode ser vista claramente em US2D.

Quando se analisaram as variáveis categóricas, em relação ao CO a visualização é melhor em idades mais precoces. Assim, no estudo multiplanar, foi possível a visualização da maioria dos conceitos com oito semanas de idade ecográfica. A análise no grupo I das variáveis CO, PF, CF, IO, MS, MI, DCT, PC, CC e PAF não apresentou diferença significativa, assim como no teste κ houve concordância excelente para a avaliação das variáveis CO, PF, CF, MS, MI, DCT, PC e PAF, e concordância boa para IO e CC. A concordância boa para essas duas últimas variáveis deveu-se ao fato de que, dos 44 casos analisados, apenas um não foi visualizado por meio da US3DVM e este caso foi visualizado por meio da US3DRM, e dois casos que foram visualizados pela US3DRM não foram visualizados por meio da US3DVM. Por outro lado, houve apenas quatro casos em que ambas, US3DRM e US3DVM, visualizaram adequadamente as IO.

Percebe-se, claramente, que o método multiplanar não é muito adequado à identificação de marcadores sutis de superfície,

como IO. Entretanto, as principais questões relacionadas diretamente ao objetivo deste trabalho são: primeiro, como explicar que as IO, ou qualquer outra estrutura envolvida na análise, podem ser adequadamente visualizadas pela US3DVM e não pela US3DRM? Segundo, como explicar o inverso? A resposta à primeira pergunta deve-se ao fato de que, durante a realização da US3DVM, houve um melhor posicionamento da imagem e, conseqüentemente, melhor visualização, ocorrência já descrita na literatura^(3,4). A resposta à segunda pergunta, ou seja, por que houve casos em que a IO foi vista na US3DRM e não na US3DVM, está diretamente relacionada à qualidade do bloco, visto que na presente pesquisa o mesmo ultra-sonografista realizou ambas as modalidades.

A visualização de qualquer estrutura por intermédio da US3DRM, e não pela US3DVM, decorre, principalmente, de dois eventos: a qualidade do bloco e a experiência de quem realiza o exame. O primeiro relaciona-se ao padrão das imagens e à quantidade dos blocos obtidos. Esse número pode variar de acordo com a estrutura analisada e a capacidade de aquisição do aparelho. Se se analisarem estruturas maiores, por exemplo, um feto de segundo trimestre, o número de blocos será muito maior, ao passo que, se se avaliar uma única estrutura, como uma VV, um único bloco será suficiente.

Nelson *et al.*⁽⁴⁾, realizando US virtual em fetos de primeiro e segundo trimestres, abdome e pelve feminina, sugerem que o número de blocos deva ser entre um e seis. Chamam a atenção para a ocorrência de diferentes interpretações pelos revisores (ultra-sonografistas que avaliaram o mesmo bloco). Tal resultado enfatiza a necessidade de se padronizar a aquisição por meio de protocolos.

Diante do exposto, surgem questionamentos: qual o número mínimo de blocos necessários à avaliação de conceitos no primeiro trimestre? Qual abertura da janela de aquisição (“box”) deve ser utilizada? Qual a angulação? No presente trabalho, utilizou-se, sistematicamente, a aquisição mínima de três blocos, todos calibrados na aquisição lenta (“slow”), por ser a que oferece melhor qualidade de imagem. Por que três blocos? O primeiro foi para se obter

um panorama de todas as estruturas; o segundo, para uma melhor análise do feto e de estruturas próximas; e o terceiro, para melhor detalhamento das estruturas fetais, já que, quanto menor a janela, melhor a qualidade de imagem, muito embora se perca a visão panorâmica.

A partir da análise dos resultados do grupo II (3DRV \times 3DVV), percebe-se, ainda mais, a viabilidade da US virtual. Encontrou-se diferença significativa apenas para a variável IO. Em 30 casos, foi possível a visualização IO na US3DVV, e em 24, na US3DRV. Em outras palavras, houve seis casos em que a US3DVV visualizou as IO, as quais não foram adequadamente vistas por meio da US3DRV. Não houve nenhum caso em que a análise por US3DRV identificasse as IO e a US3DVV não as identificasse. Tal resultado sugere que o número de blocos foi adequado, e isso ainda pode ser explicado pelo melhor aproveitamento dos comandos do aparelho, como pintura, restituição, tradução, interpretação, chamados de “rendering”, na realização da US3DVV.

No grupo II, encontrou-se concordância excelente para a avaliação 3DRV e 3DVV das variáveis PF, MS, MI, DCT e PC, e concordância boa para CO, CF, IO, CC e PAF. Percebe-se que todas essas estruturas podem ser avaliadas virtualmente.

Ao se analisar a reprodutibilidade intra-observador de ambas as modalidades, ou seja, US3DRM e US3DVM, com US3DRV e US3DVV, percebe-se que a concordância excelente ocorreu mais na modalidade multiplanar. Isso se deve ao fato de a modalidade multiplanar ter menos possibilidade de pós-processamento que a volumétrica, como os comandos de máxima e mínima transparência, raios-X, luz, assim como possibilidade de subtração com modo de corte (“cut mode”), inexistentes na modalidade multiplanar⁽³⁾. Ao se analisar, virtualmente, a modalidade volumétrica, pode-se trabalhar a imagem, manipulando, de inúmeras maneiras, os comandos do equipamento. Devido a essa possibilidade, um ultra-sonografista pode visualizar uma estrutura que outro, eventualmente, não visualizou.

Ao realizar a US virtual, o ultra-sonografista desenvolve um controle dos comandos tridimensionais, pois a realização

do exame é altamente interativa, resultando inúmeras possibilidades de manipulação da imagem armazenada, devido, principalmente, aos processos computacionais. O ultra-sonografista acessa as imagens armazenadas, visualiza, manipula e explora os dados da aplicação, como se estivesse em tempo real, usando os comandos disponíveis no próprio aparelho de US.

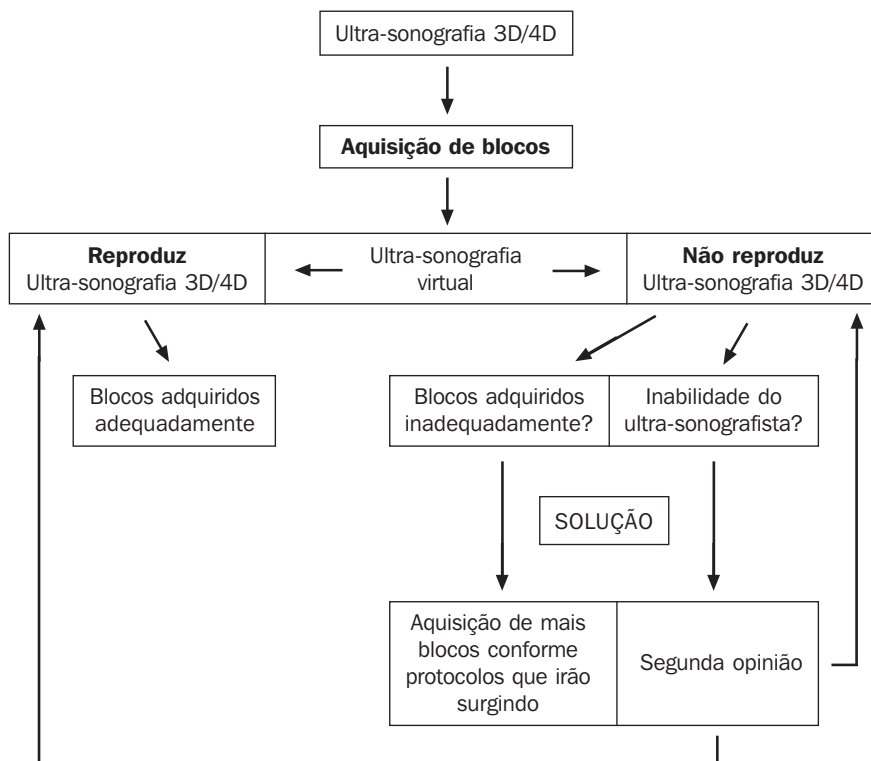
De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, deverá haver reprodutibilidade dessa avaliação. Entretanto, deve-se entender que, caso não haja reprodutibilidade, duas hipóteses deverão ser levantadas.

Na primeira hipótese, um ultra-sonografista evidencia algo que não foi visto no exame real. A resposta a ser dada é que houve falha de interpretação em uma das análises se for o mesmo ultra-sonografista, ou, se a avaliação foi feita por ultra-sonografistas diferentes, pode ter ocorrido imperícia de um deles — o que realizou o exame virtual ou o que fez o exame real. Esta observação reforça a necessidade de continuação dessa linha de pesquisa para

se avaliar a reprodutibilidade interobservador. Na segunda hipótese, os blocos não foram adequados qualitativamente e/ou quantitativamente. Neste caso, não há como realizar adequadamente a US virtual. Para se evitar essa última possibilidade, recomenda-se, na avaliação do conceito, em primeiro trimestre, a aquisição de, no mínimo, três blocos, com a sistematização referendada pela metodologia no que se refere à abertura de varredura automática, ângulo de varredura e tempo de aquisição. Pode-se resumir o discutido acima, no organograma reproduzido adiante.

A realização da US virtual, na modalidade multiplanar e em bloco, satisfaz todos os pré-requisitos que aqui foram introduzidos, conceituados e discutidos. Reproduz, de maneira semelhante, os movimentos que são necessários à realização do exame real, ou seja, é como se o operador estivesse realizando exame na paciente. A frequência cardíaca e o movimento fetal ou embrionário podem ser arquivados em tempo real, e com isso, pode-se, a qualquer momento, reavaliá-los.

Organograma para realização e interpretação das possíveis causas de não-reprodutibilidade da ultra-sonografia virtual com a real.



Fonte: Ferreira AC. Ultra-sonografia virtual. Reprodutibilidade da avaliação tridimensional em modo multiplanar e volumétrico no primeiro trimestre de gestação tópica. (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, 2003.

Acredita-se que com a prática cotidiana da US virtual haverá um melhoramento, em todos os sentidos, dos métodos 2D, 3D e 4D, desde redução de custos operacionais, aprendizado, treinamento e aprimoramento, até maior segurança na prática da teleimagiologia e controle sistemático dos procedimentos realizados, reduzindo-se, assim, as possibilidades de erros^(1,3,4).

Observa-se, no Brasil, país de grande extensão territorial, com grande diversidade socioeconômica e cultural, uma enorme potencialidade de aplicações da US virtual, principalmente na área da educação. Percebe-se, sobretudo, que, no modelo educacional e assistencial vigente, há necessidade de novas ferramentas para treinamento, diferentes das tradicionais. Essas novas ferramentas devem permitir que o treinamento seja efetuado com um grau de realismo semelhante ao da execução do procedimento real, estando disponíveis a qualquer momento, além de possibilitarem o monitoramento dos movimentos realizados pelo usuário, registrando e avaliando seu desempenho durante a simulação.

A confirmação da reprodutibilidade intra-observador, análise e sistematização da US virtual, sem dúvida, é importante para o adequado entendimento e aproveitamento desse método, que poderá modificar nossos conhecimentos, assim como permitir melhor e mais rápido aprendizado, estabelecer controle na qualidade dos exames realizados no primeiro trimestre.

Este estudo permitiu concluir que há reprodutibilidade intra-observador da US3D real com a US3D virtual, nas modalidades multiplanar e volumétrica, na avaliação de embriões com oito semanas a oito semanas e seis dias e fetos com dez semanas a dez semanas e seis dias de idade gestacional diagnosticada ecograficamente.

REFERÊNCIAS

1. Ehrlicke HH. SONOSim3D: a multimedia system for sonography simulation and education with an extensible case database. *Eur J Ultrasound* 1998;7: 225–300.
2. Silverstein JC, Dech F, Edison M, Jurek P, Helton WS, Espat NJ. Virtual reality: immersive hepatic surgery educational environment. *Surgery* 2002; 132:274–277.
3. Kratochwil A, Lee A, Schoisswohl A. Networking of three dimensional sonography volume data. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000;16:335–340.
4. Nelson TR, Pretorius DH, Lev-Toaff A, *et al.* Feasibility of performing a virtual patient examination

- using three-dimensional ultrasonographic data acquired at remote locations. *J Ultrasound Med* 2001;20:941–952.
5. Mauad-Filho F, Ferreira AC. Ultra-sonografia em obstetrícia: uma ultra-evolução. *Ginecologia e Obstetrícia Atual* 1996;5:20–22.
 6. Ferreira AC, Meirelles RS, Mauad-Filho F, Freitas P, Pinheiro Filho L, Freitas Júnior RAO. Circulação fetal – a importância do diâmetro do vaso e suas repercussões nas alterações do fluxo sanguíneo materno fetal. *Femina Rev Bras Ginecol Obstet* 2002;30:171–174.
 7. Steiner H, Staudach A, Spitzer D, Schaffer H. Three-dimensional ultrasound in obstetrics and gynaecology: technique, possibilities and limitations. *Hum Reprod* 1994;9:1773–1778.
 8. Platt LD, Santulli T Jr, Carlson DE, Greene N, Walla CA. Three-dimensional ultrasonography in obstetrics and gynecology: preliminary experience. *Am J Obstet Gynecol* 1998;178:1199–1206.
 9. Goldberg BB. Obstetric US imaging: the past 40 years. *Radiology* 2000;215:622–629.
 10. Pretorius DH, Nelson TR. Fetal three-dimensional ultrasonography: today or tomorrow? *J Ultrasound Med* 2001;20:283–286.
 11. Steiner H, Staudach A, Spitzer D, Graf AH, Wienerroither H. Does 3D sonography present new perspectives for gynecology and obstetrics? *Geburtshilfe Frauenheilkd* 1993;53:779–782.
 12. Benacerraf BR. Three-dimensional ultrasound of the fetus. Is it necessary? *Ultrasound Online CME Courses*. 2002. Disponível em: <<http://www.iamc.com/learning/3D/3D.html>>. Acessado em 30 de junho de 2003.
 13. Ximenes R, Ximenes DS, Ximenes A. Ultra-sonografia tridimensional no primeiro trimestre. *In: Pastore AR. Ultra-sonografia em ginecologia e obstetrícia*. 2ª ed. São Paulo: Revinter, 2003;53–64.
 14. Zanforlin-Filho SM, Pires CR, Wang M. Desenvolvimento gestacional e fetal do primeiro trimestre. *In: Pastore AR. Ultra-sonografia em ginecologia e obstetrícia*. 2ª ed. São Paulo: Revinter, 2003;39–52.
 15. Pastore AR, Pastore D. Sistematização do exame obstétrico. *In: Pastore AR. Ultra-sonografia em ginecologia e obstetrícia*. 2ª ed. São Paulo: Revinter, 2003;31–38.
 16. Bonilla-Musoles F. Sonoembriologia tridimensional transvaginal. *In: Bonilla-Musoles F, editor. Ecografía vaginal (Doppler y tridimensión)*. 1ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2001;27–44.
 17. Kurjak A, Kupesic S, Kos M. Three-dimensional sonography for assessment of morphology and vascularization of the fetus and placenta. *J Soc Gynecol Investig* 2002;9:186–202.
 18. Pinheiro-Filho L, Mauad-Filho F, Ferreira AC, *et al*. Contribuição da ultra-sonografia tridimensional no estudo do primeiro trimestre da gestação. *Obstet Ginecol Esp* 2001;10:1–11.
 19. Paul C, Krampf E, Skentou C, Jurkovic D, Nicolaides KH. Measurement of fetal nuchal translucency thickness by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001;18:481–484.