

## O PAPEL DA ULTRASSONOGRAFIA NO DIAGNÓSTICO E MANEJO DA PRÉ-ECLÂMPSIA

THE ROLE OF ULTRASOUND IN THE DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF PREECLAMPSIA

EL PAPEL DE LA ULTRASONOGRAFÍA EN EL DIAGNÓSTICO Y MANEJO DE LA PREECLAMPSIA

Vitória de Cássia Salomé Silva<sup>1</sup>

Andressa Braga Bettio<sup>2</sup>

Ana Beatriz Oliveira Lopes<sup>3</sup>

Leticia Monteiro Azevedo<sup>4</sup>

Marcio Jose Rosa Requeijo<sup>5</sup>

**RESUMO:** A pré-eclâmpsia é uma complicação comum da gestação, podendo evoluir para forma grave em 25% dos casos. É uma síndrome multissistêmica e importante causa de morbimortalidade materna e perinatal. O diagnóstico ocorre após 20 semanas, com hipertensão associada a proteinúria ou disfunção orgânica. Classifica-se conforme idade gestacional: precoce (<34s), tardia ( $\geq 34s$ ), pré-termo ( $<37s$ ) ou a termo ( $\geq 37s$ ), com prognóstico variável. A detecção precoce é central. No 1º trimestre, o Doppler pode mostrar índice de pulsatilidade elevado e incisura protodiastólica. No 2º trimestre, a persistência do PI alto indica risco de pré-eclâmpsia precoce e RCIU. Modelos multiparamétricos que associam fatores clínicos, Doppler e biomarcadores têm sensibilidade >70% para detecção precoce. No 2º trimestre, avaliam-se também artéria umbilical, cerebral média e índice cérebro-placentário. Associados à biometria e líquido amniótico, diferenciam o PIG constitucional de RCIU. O manejo equilibra risco materno e fetal: prolongar a gestação aumenta risco materno, antecipar eleva risco fetal. Perfil biofísico, Doppler (umbilical, cerebral média e ducto venoso) e biomarcadores como sFlt-1/PIGF orientam a intervenção. Exames como USG 3D, Power Doppler 3D e elastografia ampliam a avaliação placentária, mas carecem de padronização e estudos multicêntricos, limitando a aplicação no SUS. Conclui-se que a ultrassonografia, sobretudo com Doppler, é essencial no rastreio e acompanhamento da pré-eclâmpsia precoce. Traz benefícios no risco individual, monitoramento e decisão sobre o parto, mas é mais eficaz integrada a modelos multiparamétricos, que permitem intervenções oportunas e reduzem morbimortalidade materna e neonatal.

3891

**Palavras-chave:** Diagnóstico precoce. Pré-eclâmpsia. Ultrassonografia Pré-natal.

<sup>1</sup>Graduando de medicina da Faculdade de Minas- Belo Horizonte Faminas – BH.

<sup>2</sup>Graduando de medicina da Faculdade de Minas- Belo Horizonte Faminas – BH.

<sup>3</sup>Graduando de medicina da Faculdade de Minas- Belo Horizonte Faminas – BH.

<sup>4</sup>Graduando de medicina da Faculdade de Minas- Belo Horizonte Faminas – BH.

<sup>5</sup>Orientador, Professor titular da Faculdade de Minas- Belo Horizonte (Faminas - BH ),

**ABSTRACT:** Preeclampsia is a common complication of pregnancy, progressing to the severe form in about 25% of cases. It is a multisystemic syndrome and an important cause of maternal and perinatal morbidity and mortality. Diagnosis occurs after 20 weeks, with hypertension associated with proteinuria or organ dysfunction. It is classified according to gestational age: early-onset (<34 weeks), late-onset ( $\geq 34$  weeks), preterm ( $<37$  weeks), or term ( $\geq 37$  weeks), with variable prognosis. Early detection is crucial. In the 1st trimester, uterine Doppler may show elevated pulsatility index (PI) and protodiastolic notch. In the 2nd trimester, persistent high PI indicates risk of early preeclampsia and intrauterine growth restriction (RCIU). Multiparametric models combining clinical factors, Doppler and biomarkers have >70% sensitivity for early detection. In the 2nd trimester, the umbilical artery, middle cerebral artery, and cerebroplacental ratio are also evaluated. Combined with fetal biometry and amniotic fluid, they help differentiate constitutionally small for gestational age (PIG) from true RCIU. Management must balance maternal and fetal risks: prolonging pregnancy increases maternal risk, while anticipating delivery increases fetal risk. Biophysical profile, Doppler (umbilical artery, middle cerebral artery and ductus venosus), and biomarkers such as sFlt-1/PlGF guide intervention. Exams such as 3D ultrasound (USG 3D), 3D Power Doppler, and elastography expand placental assessment but still lack standardization and multicenter studies, limiting applicability in SUS. In conclusion, ultrasonography, especially Doppler, is essential in screening and monitoring early preeclampsia. It offers benefits in individual risk stratification, monitoring, and delivery planning, but is more effective when integrated into multiparametric models combining clinical factors, serum biomarkers, and ultrasonographic findings, allowing timely interventions and reducing maternal and neonatal morbidity and mortality.

**Keywords:** Early Diagnosis. Preeclampsia. Prenatal Ultrasonography.

3892

**RESUMEN:** La preeclampsia es una complicación común del embarazo, que puede evolucionar a una forma grave en el 25% de los casos. Es un síndrome multisistémico y una causa importante de morbilidad materna y perinatal. El diagnóstico ocurre después de las 20 semanas, con hipertensión asociada a proteinuria o disfunción orgánica. Se clasifica según la edad gestacional: precoz ( $<34$  semanas), tardía ( $\geq 34$  semanas), pretérmino ( $<37$  semanas) o a término ( $\geq 37$  semanas), con pronóstico variable. La detección temprana es fundamental. En el primer trimestre, el Doppler puede mostrar índice de pulsatilidad elevado y muesca protodiastólica. En el segundo trimestre, la persistencia del PI elevado indica riesgo de preeclampsia precoz y RCIU. Los modelos multiparamétricos que asocian factores clínicos, Doppler y biomarcadores tienen una sensibilidad >70% para la detección temprana. En el segundo trimestre, también se evalúan la arteria umbilical, la arteria cerebral media y el índice cerebroplacentario. Combinados con la biometría fetal y el líquido amniótico, permiten diferenciar el PIG constitucional del RCIU verdadero. El manejo debe equilibrar los riesgos maternos y fetales: prolongar el embarazo aumenta el riesgo materno, mientras que anticipar el parto eleva el riesgo fetal. El perfil biofísico, el Doppler (arteria umbilical, arteria cerebral media y conducto venoso) y los biomarcadores como sFlt-1/PlGF guían la intervención. Exámenes como USG 3D, Power Doppler 3D y elastografía amplían la evaluación placentaria, pero carecen de estandarización y estudios multicéntricos, limitando su aplicabilidad en el sistema público de salud. Se concluye que la ultrasonografía, especialmente con Doppler, es esencial en la detección y seguimiento de la preeclampsia precoz. Ofrece beneficios en la estratificación de riesgo individual, monitoreo

y decisión sobre el parto, pero es más eficaz cuando se integra en modelos multiparamétricos que combinan factores clínicos, biomarcadores séricos y hallazgos ultrasonográficos, permitiendo intervenciones oportunas y reduciendo la morbimortalidad materna y neonatal.

**Palabras clave :** Diagnóstico Temprano. Preeclampsia. Ultrasonografia Prenatal.

## INTRODUÇÃO

A pré-eclâmpsia é uma condição recorrente dentro da população, atingindo cerca de 2 a 15% das gestantes, além de representar altos índices de complicações durante o período gravídico e de morbimortalidade materno-fetal, com mais de 70.000 mortes por ano no mundo inteiro. Também está associada a complicações cardiovasculares e metabólicas no período pós-parto. Devido à sua expressiva relevância, essa patologia ainda traz grande impacto financeiro no ambiente hospitalar, inclusive dentro do Sistema Único de Saúde brasileiro (SUS), já que aumenta os riscos de complicações e cuidados especializados tanto para a gestante quanto para o feto.

Esse distúrbio é considerado uma doença multiorgânica, que ocorre quando uma mulher previamente hígida apresenta, a partir da vigésima semana de gravidez, um aumento pressórico denominado hipertensão gestacional, juntamente com manifestações como proteinúria ou outros sinais clínicos como comprometimento renal ou hepático, trombocitopenia, restrição do crescimento fetal, dor abdominal, alterações visuais ou sintomas neurológicos. Embora a etiologia ainda não esteja completamente elucidada, acredita-se que envolva falhas na invasão dos trofoblastos, comprometendo a perfusão uteroplacentária pelo aumento da resistência vascular local. Esse processo pode desencadear inflamação vascular e outros eventos que resultam em danos sistêmicos e nos sintomas apresentados. Dessa forma, a pré-eclâmpsia se correlaciona intimamente com altos índices de pulsatilidade nas artérias uterinas, especialmente entre as 11<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> semanas e entre a 19<sup>a</sup> e 20<sup>a</sup> semanas de gestação, sobretudo quando há restrição do crescimento fetal. Nesse contexto, a pré-eclâmpsia ainda pode ser classificada como de início precoce, quando se manifesta antes de 34 semanas de gestação, ou tardio, quando ocorre após esse período. - Papageorghiou et al., (2021) Sob essa ótica, a ultrassonografia, incluindo o uso de exames como o Doppler das artérias uterinas, tem relevância crescente no rastreamento, diagnóstico e acompanhamento da pré-eclâmpsia. Esse método é capaz de identificar o índice de pulsatilidade das artérias uterinas, determinando a resistência do fluxo sanguíneo placentário, elemento central no curso da doença, já que ela se origina do comprometimento da perfusão útero-placentária. - Velegrakis et al., (2023).

No entanto, sua aplicabilidade varia ao longo do período gestacional, e será discutida em detalhe mais à frente nessa revisão. Além disso, o Doppler uterino, quando usado em associação com modelos multivariados que integram marcadores bioquímicos, fatores maternos e pressão arterial como o fator de crescimento placentário, tem demonstrado sensibilidade moderada e especificidade elevada para identificar gestações com risco de desenvolvimento precoce da pré-eclâmpsia. Todavia, o uso isolado do Doppler reduz a acurácia da investigação, sendo mais eficaz quando combinado com parâmetros clínicos e laboratoriais. - FERREIRA et al.,( 2017)

Nesse viés, apesar dos avanços no uso da ultrassonografia e do Doppler na predição da pré-eclâmpsia, essas ferramentas ainda apresentam limitações quanto à acurácia, com conflitos entre estudos sobre taxas de falsos positivos e precisão diagnóstica. O índice de pulsatilidade da artéria uterina, por exemplo, mostra desvantagens para uso como exame de primeira escolha, sendo mais indicado como teste confirmatório após achados ultrassonográficos sugestivos.- FERREIRA et al.,( 2017)

Quando a doença já está estabelecida, a ultrassonografia continua exercendo papel fundamental no monitoramento da função placentária e do desenvolvimento fetal. Entretanto, exames como o Doppler das artérias umbilicais e cerebrais médias, além do perfil biofísico fetal, contribuem para decisões cruciais, como o momento adequado de interromper a gestação diante de situações como restrição do crescimento fetal, insuficiência placentária ou risco materno iminente. - Liu et al., (2024) 3894

Assim, algumas questões permanecem sendo importantes desafios para a padronização do uso clínico desses exames para o diagnóstico e manejo da pré-eclâmpsia, como a variabilidade de protocolos, diferenças nos resultados conforme a idade gestacional, necessidade de maior treinamento de profissionais (exames operador-dependentes) e restrições de acesso em determinados cenários, sobretudo no sistema público de saúde.

Por fim, a ultrassonografia, especialmente com o Doppler uterino, tem se consolidado como ferramenta relevante tanto para identificar precocemente a pré-eclâmpsia quanto para acompanhar sua evolução. Não obstante, quando utilizada isoladamente, apresenta limitações, sendo mais sensível quando associada a marcadores clínicos e laboratoriais. Além disso, ainda persistem lacunas quanto à padronização de protocolos e estratégias que viabilizem sua adesão, especialmente em locais onde o acesso à tecnologia e o treinamento profissional são restritos. - Velegrakis et al., (2023).

## MÉTODOS

Trata-se de uma revisão de literatura integrativa, com o objetivo de sintetizar criticamente as evidências disponíveis sobre o papel da ultrassonografia no diagnóstico e manejo da pré-eclâmpsia. A abordagem integrativa permite identificar, analisar e consolidar diferentes tipos de estudos, incluindo observacionais, ensaios clínicos e revisões sistemáticas, garantindo uma visão abrangente do tema. O processo de seleção e extração dos estudos foi inspirado nas recomendações do PRISMA, assegurando transparência, rigor metodológico e reproduzibilidade.

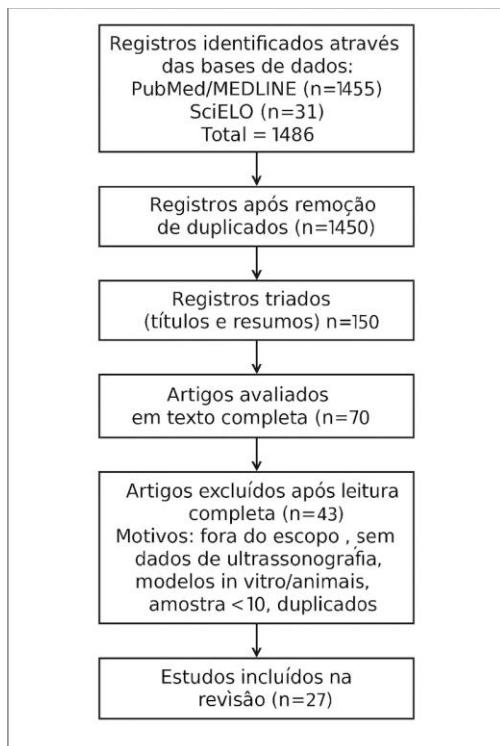
A busca de artigos foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE e SciELO, considerando a relevância internacional e nacional da literatura disponível. A estratégia de busca foi estruturada utilizando lógica booleana, combinando termos relacionados aos conceitos principais do estudo. Foram empregados os descritores “Pré-eclâmpsia” OU “Transtornos Hipertensivos da Gravidez” para abranger variações terminológicas da condição, e “Ultrassonografia” OU “Ultrassonografia, Doppler” OU “Ultrassonografia, Pré-natal” para englobar os diferentes métodos de avaliação ultrassonográfica. A combinação entre os dois conjuntos de termos foi realizada com o operador AND, garantindo a inclusão apenas de estudos que abordassem simultaneamente os desfechos clínicos e os métodos de imagem investigados. A busca considerou artigos publicados nos últimos 10 anos (2014 a 2024), garantindo que os estudos reflitam os avanços tecnológicos e protocolos ultrassonográficos atuais, nos idiomas português, inglês e espanhol, de forma a maximizar a inclusão de literatura nacional e internacional.

Foram definidos critérios de elegibilidade rigorosos. Critérios de inclusão: estudos originais do tipo coorte, caso-controle, transversais e ensaios clínicos; revisões sistemáticas relevantes; população composta por gestantes; avaliação ultrassonográfica com desfechos relacionados à pré-eclâmpsia, incluindo diagnóstico precoce, risco, evolução clínica e manejo. Critérios de exclusão: séries de casos com número de participantes muito pequeno (<10), estudos em animais ou modelos *in vitro*, ausência de dados ultrassonográficos específicos, estudos duplicados ou sem acesso ao texto completo e artigos fora do escopo do tema, como ultrassonografia obstétrica sem relação com pré-eclâmpsia.

A triagem dos artigos ocorreu em duas etapas. Na primeira etapa, foram analisados títulos e resumos para aplicação inicial dos critérios de elegibilidade. Na segunda etapa, os textos completos dos artigos selecionados foram avaliados para confirmação da pertinência e qualidade metodológica. Todo o processo foi conduzido por dois revisores independentes, sendo que

divergências foram resolvidas por consenso. O processo de seleção foi registrado em um fluxograma PRISMA, detalhando o número de estudos identificados, incluídos e excluídos.

A análise dos dados foi organizada de forma sistemática, permitindo a síntese das evidências relevantes sobre o papel da ultrassonografia na pré-eclâmpsia.



3896

## RESULTADOS

A pré-eclâmpsia é um distúrbio caracterizado por alterações em vários sistemas e prejudica tanto a gestante quanto o feto, é uma das complicações mais comuns ao longo da gestação, se apresentando em cerca de 2 a 15% de todas as gestações e aproximadamente 25% destas desenvolvem pré-eclâmpsia grave.

Caso os critérios clínicos e laboratoriais necessários para o diagnóstico da hipertensão gestacional(pressão arterial sistólica  $\geq 140$  mmHg e/ou pressão arterial diastólica  $\geq 90$  mmHg. Para a hipertensão grave: pressão arterial sistólica  $\geq 160$  mmHg e/ou pressão arterial diastólica  $\geq 110$  mmHg.) estejam presentes, normalmente após 20 semanas de gestação, associada a proteinúria( Excreção urinária de proteínas  $\geq 300$  mg em 24 horas.

Relação proteína/creatinina na urina  $\geq 0,3$ ; Resultado positivo em fita urinária ( $\geq 1+$ ). ou algum desses quadros: Trombocitopenia (Contagem de plaquetas inferior a  $100.000/\mu L$ ); Insuficiência renal (Creatinina sérica  $> 1,1$  mg/dL ou elevação superior a duas vezes o valor

basal); Alteração hepática (Elevação das transaminases hepáticas em pelo menos duas vezes o limite superior da normalidade); Sintomas persistentes de comprometimento do sistema nervoso central ou visual (Como cefaleia intensa, escotomas visuais e outras manifestações neurológicas) ou Edema pulmonar. Será feito o diagnóstico de hipertensão gestacional. Apesar do distúrbio se resolver dias ou semanas, após o nascimento ele aumenta o risco do recém nascido de, ao longo da vida, apresentar queixas relacionadas ao sistema cardiovascular; além de levar a um aumento da taxa de mortalidade e morbidade tanto da gestante quanto do feto. - Guida et al., (2022)

A pré-eclâmpsia pode ser classificada como precoce ou tardia, essa divisão existe pois a pré-eclâmpsia de início precoce está associada a um pior prognóstico, com complicações mais graves e maior risco para a gestante e o bebê. A categorização desse quadro é feita de acordo com a idade gestacional (IG), sendo de início precoce ( $IG < 34$  semanas), início tardio ( $IG \geq 34$  semanas), pré-termo ( $IG < 37$  semanas) e termo ( $IG \geq 37$  semanas). Dependendo do momento do diagnóstico há diferentes etiologias e diferentes mecanismos de desenvolvimento da doença. É importante saber a categorização pois há diferenças no prognóstico; prova disso é que cerca de 90% dos casos se encontram em período a termo, pós parto ou pré-termo tardio ( $\geq 34$  a  $< 37$  semanas), possuem um bom desenvolvimento e no geral não geram prejuízos ao feto e bebê, mas não excluem a chance de mortalidade materna ou perinatal. Enquanto cerca de 10% dos casos de pré-eclâmpsia apresentam início precoce, antes de 34 semanas de gestação. Nessas situações, os riscos maternos e perinatais tornam-se mais expressivos e guardam relação inversa com a idade gestacional ao parto, de modo que, quanto maior a prematuridade, maiores são as complicações neonatais, ao passo que a tentativa de prolongar a gestação pode elevar significativamente os riscos maternos. - Chang et al., (2023) 3897

### Rastreio e predição precoce (1º trimestre, 11-14s)

O Doppler das artérias uterinas é uma ferramenta importante para rastreamento de pré-eclâmpsia (PE), pois reflete o grau de transformação das artérias espiraladas e a adequação da placenta. Valores elevados do índice de pulsatilidade médio (PI médio) e a presença de incisura protodiastólica (“notch”) bilateral estão fortemente associados ao risco de PE, sobretudo na forma precoce ( $< 34$  semanas). Estudos mostram que PI acima do percentil 95 aumenta o risco relativo de PE e que diástole ausente ou reversa se correlaciona com maior morbidade neonatal. - Araújo et al., (2024)

A realização do exame no 2º trimestre (20–24 semanas) apresenta melhor desempenho para identificação de gestantes de risco, pois nesse período a resistência vascular fisiologicamente já deveria estar reduzida. No primeiro trimestre (11–14 semanas), embora seja possível detectar incisura e PI elevado, a prevalência de notching em gestações normais reduz sua especificidade. Por isso, a combinação do PI médio com outros fatores maternos e marcadores bioquímicos aumenta a acurácia preditiva, como demonstrado no estudo ASPRE, que mostrou >70% de detecção para PE precoce.

Identificar gestantes com PI médio elevado e notching no rastreamento precoce permite estratificação de risco e implementação de medidas preventivas, como o uso de aspirina em baixas doses antes da 16ª semana, que reduz significativamente a incidência de PE precoce. Essa abordagem reforça a importância do Doppler uterino na rotina de pré-natal, tanto para prevenção primária quanto para acompanhamento das gestantes de alto risco, auxiliando na decisão sobre vigilância intensificada e eventual antecipação do parto em casos graves. - Parry et al., (2025)

Embora o Doppler de artérias uterinas (UTPI e notching) seja um bom indicador de risco para pré-eclâmpsia (PE), as evidências mostram que seu valor preditivo aumenta significativamente quando integrado a fatores clínicos como idade materna, IMC, histórico de PE ou hipertensão crônica, paridade e pressão arterial média (MAP). Essa abordagem multi-paramétrica permite identificar precocemente mulheres em maior risco, especialmente para PE precoce, que representa apenas cerca de 10% dos casos, mas está associada às maiores complicações materno-fetais. - Carvalho et al.,(2020)

3898

O uso de biomarcadores, quando disponíveis, potencializa ainda mais o desempenho preditivo do rastreamento. Níveis reduzidos de PAPP-A e PIgf no primeiro trimestre indicam disfunção placentária precoce e risco aumentado de formas graves de PE. Quando esses marcadores são combinados ao UTPI e aos fatores clínicos, os modelos de risco podem alcançar sensibilidade superior a 70% para PE precoce, como demonstrado em grandes coortes e revisões sistemáticas.

### Segundo trimestre (20–24s): desempenho do Doppler

Quando o índice de pulsatilidade (PI) das artérias uterinas permanece elevado após 20–24 semanas, as evidências mostram associação robusta com maior risco de pré-eclâmpsia, principalmente de início precoce, e restrição de crescimento fetal (RCIU). Esse achado sugere

falha persistente na remodelação das artérias espiraladas e disfunção placentária, sendo um marcador de pior prognóstico materno-fetal.

A adição do PI uterino do 2º trimestre a modelos de risco baseados em fatores maternos aumenta a capacidade de identificar gestantes de alto risco que passariam despercebidas apenas pela triagem clínica. Nulíparas são o grupo que mais se beneficia dessa análise adicional. A presença de PI elevado nesse período justifica vigilância intensificada, com acompanhamento da pressão arterial média, biometria fetal seriada e, quando disponível, biomarcadores placentários para melhor estratificação de risco. - Cao et al., (2024)

No segundo trimestre, a elevação do índice de pulsatilidade da artéria umbilical (UA) é menos frequente do que no terceiro trimestre, mas quando presente já indica comprometimento do fluxo placentário. Estudos mostram que, em gestantes com pré-eclâmpsia ou risco elevado, a persistência ou progressão dessas alterações está associada a maior probabilidade de restrição de crescimento fetal (RCIU) e de eventos perinatais adversos. Por isso, a UA alterada no 2º trimestre é um sinal precoce de falha de perfusão placentária e demanda monitorização mais estreita do crescimento e bem-estar fetal. - Studinski et al.,( 2025)

A artéria cerebral média (ACM), por sua vez, tende a apresentar redução da resistência e aumento do fluxo (fenômeno de redistribuição) mais tarde, como resposta à hipoxemia fetal crônica. No entanto, já podem ser observadas alterações discretas no 2º trimestre em fetos com crescimento restrito precoce. Apesar de ter menor sensibilidade isoladamente nessa fase, a ACM torna-se um marcador importante quando combinada com a análise da UA e com parâmetros biométricos, ajudando a diferenciar fetos pequenos constitucionalmente daqueles com RCIU verdadeira.

O índice cerebro-placental (CPR), calculado pela razão entre a ACM e a UA, integra a perfusão cerebral fetal e a resistência placentária em um único parâmetro. CPR reduzido no 2º trimestre, especialmente em gestações de alto risco ou com pré-eclâmpsia, está associado a maior probabilidade de evolução para RCIU, parto prematuro indicado e complicações neonatais, embora seu valor preditivo seja mais robusto no terceiro trimestre. Mesmo assim, achados precoces justificam intensificação do seguimento, repetição seriada de Doppler e monitoramento de crescimento fetal. - Studinski et al.,( 2025)

A força da evidência vem de estudos de coorte e metanálises que confirmam a associação entre CPR baixo e desfechos perinatais adversos, com aumento da acurácia quando avaliado em conjunto com biometria fetal e sua evolução ao longo do tempo. Assim, a interpretação

integrada de UA, ACM e CPR no 2º trimestre fornece uma visão mais ampla da hemodinâmica feto-placentária e melhora a estratificação de risco, permitindo intervenções oportunas para otimizar o prognóstico materno-fetal.

### **Integração com biometria e líquido amniótico**

A interpretação isolada de Dopplers (UT, UA, ACM/CPR) tem valor limitado para predizer RCIU ou eventos perinatais. A acurácia melhora significativamente quando os achados são combinados com a biometria fetal, como diâmetro biparietal, circunferência abdominal e peso estimado fetal abaixo do 10º percentil. Essa integração permite identificar com maior precisão fetos com crescimento restrito verdadeiro, diferenciando-os daqueles pequenos mas saudáveis.

O índice do líquido amniótico (AFI ou volume amniótico) fornece informação complementar importante. Alterações como oligohidrâmnio associadas a Doppler anormal aumentam a probabilidade de comprometimento fetal e eventos perinatais, orientando decisões sobre intervalos de acompanhamento e possíveis intervenções obstétricas. Avaliar Doppler e líquido amniótico em conjunto permite uma estratificação de risco mais robusta. - Kleinrouweler et al., (2013)

3900

Na prática clínica, protocolos multiparamétricos que combinam Doppler, biometria e líquido amniótico, com repetição seriada quando há achados suspeitos, representam a estratégia mais eficaz para monitorar gestantes de alto risco. Essa abordagem integrada otimiza a detecção precoce de RCIU e fornece subsídios para decisões sobre vigilância intensiva e manejo perinatal, aumentando a segurança materno-fetal.

### **Acompanhamento da gestante com PE estabelecida**

É importante identificarmos o sofrimento fetal e riscos de desfechos negativos, tais como morte fetal e parto prematuro o quanto antes, para balancearmos o risco materno x fetal e decidirmos sobre a interrupção da gestação. Para isso é necessário vigilância seriada e provas biofísicas, hemodinâmicas e uso do doppler na melhora da estratificação de risco. - Kleinrouweler et al. (2013)

O perfil Biofísico (BPP) é uma ferramenta usada para avaliar o bem-estar fetal, é útil em casos de suspeita clínica de alterações hemodinâmicas. Estudos indicaram que um BPP anormal aumenta a probabilidade de resultados perinatais adversos, auxiliando na decisão de

manter maior vigilância e decisão de interrupção de gestação. É importante usá-lo junto ao Doppler e crescimento pois isso melhora sua especificidade e sensibilidade. - Liu et al. (2023)

O perfil hemodinâmico fetal, avaliado pelo Doppler de artéria umbilical (UA), artéria cerebral média (ACM) e ducto venoso (DV), fornece informações cruciais sobre risco fetal em gestantes com pré-eclâmpsia ou RCIU. Na UA, aumento do índice de pulsatilidade (PI) ou presença de fluxo diastólico ausente/reverso indica insuficiência placentária e pior prognóstico fetal, incluindo maior risco de acidose, RCIU e morte intrauterina. Alterações progressivas na UA funcionam como sinal de deterioração e geralmente antecipam decisões de parto em fetos comprometidos.

A ACM apresenta padrões de redistribuição cerebral — redução do índice de resistência e aumento relativo do fluxo — que refletem compensação fetal frente ao estresse placentário. Alterações na ACM, especialmente quando combinadas a UA anormal ou CPR baixo, sinalizam risco aumentado de sofrimento fetal e acompanham ou precedem deterioração em fetos com RCIU ou PE, servindo como marcador valioso de vigilância.

O Doppler do ducto venoso (DV) detecta alterações tardias, como aumento da onda a ou perda da onda ante-sistólica normal, indicando comprometimento cardíaco iminente e acidose. Essas alterações são fortemente associadas à necessidade de parto imediato em casos graves. A integração do perfil hemodinâmico com biometria fetal (EFW <10º percentil, desaceleração do crescimento) e avaliação placentária (fluxo 3D, vascularização) aumenta substancialmente a capacidade de prever desfechos adversos e orientar acompanhamento intensivo, embora alguns parâmetros placentários ainda não estejam incorporados rotineiramente na prática clínica. - Običan et al. (2020)

3901

A evidência mostra que quanto mais graves e progressivos os achados hemodinâmicos (UA com fluxo diastólico ausente/reverso, DV alterado, CPR muito baixo, declínio acentuado do crescimento fetal, BPP anormal), maior a probabilidade de que os benefícios do nascimento precoce superem os riscos da prematuridade. Estudos observacionais confirmam que padrões severos antecipam a necessidade de interrupção da gestação para reduzir a mortalidade fetal e complicações neonatais.

O timing do parto é frequentemente decidido com base na evolução dos achados. Alterações progressivas, como PI elevado na UA que evolui para fluxo diastólico ausente, indicam piora do estado fetal e justificam monitorização seriada. A idade gestacional também

altera o equilíbrio risco/benefício: achados graves precoces (28–32 semanas) e avançados (36–37 semanas) têm implicações distintas, influenciando a decisão sobre antecipação do parto.

Quanto à via de parto, fetos com Doppler ou BPP significativamente alterados apresentam maior probabilidade de cesárea emergencial, pois a cesariana permite nascimento mais rápido diante de sofrimento iminente. Entretanto, a decisão deve considerar o contexto clínico materno, possibilidade de parto vaginal rápido e risco de deterioração fetal. Biomarcadores como sFlt-1/PlGF têm papel complementar, ajudando a estratificar gravidade, guiar monitorização e decisões sobre antecipação do parto em combinação com achados ultrassonográficos e Doppler. - Običan et al. (2020)

As principais limitações destacadas pela evidência incluem heterogeneidade metodológica entre estudos — diferenças em cut-offs Doppler, técnicas de medição, intervalos de reavaliação e características populacionais (como gemelaridade e comorbidades) — o que restringe a generalização direta dos achados e reforça a necessidade de interpretação no contexto local e com protocolos padronizados. Além disso, grande parte dos dados sobre via de parto baseia-se em estudos observacionais, como coortes e séries, com escassez de ensaios clínicos randomizados, de modo que as conclusões sobre risco/benefício da via de parto derivam principalmente de associações observadas, e não de evidência experimental direta. - Figueira et al. (2018) 3902

### Parâmetros placentários e técnicas avançadas

Segundo estudos placenta com volume reduzido no 1º trimestre e menor volume/espessura ao longo da gestação associam-se a risco aumentado de pré-eclâmpsia(PE) e restrição de crescimento fetal(RCIU). em coortes prospectivas foi visto que casos em que ocorreram PEe RCIU apresentam volume placentar menor, visível através do uso da ultrassonografia 3D desde o início da gestação. Porém mesmo assim o volume placental(PV) isolado não apresenta sensibilidade suficiente para sozinho funcionar como diagnóstico, ele necessita ser avaliado junto a outros marcadores. Existem referências de PV para o primeiro trimestre, mas seu uso na clínica dependerá da padronização da técnica (abordagem transabdominal ou transvaginal, método de aquisição 3D, software de cálculo).

O power doppler 3D (3D-PD), provê índices volumétricos, como, VI (vascularization index), FI (flow index) e VFI (vascularization flow index) — que quantificam vascularização/fluxo do volume placentário inteiro (ou do leito placentário). Gestações que

evoluem para PE ou RCIU são representadas em diversos estudos sendo acompanhadas de VI/FI/VFI baixos, o que sugere uma perfusão placentária anormal. Apesar de sua utilidade o 3D-PD possui limitação de desempenho, pois apresenta uma variabilidade técnica e sua sensibilidade e especificidade variam conforme protocolo, reduzindo reproducibilidade em centros distintos - Figueira et al. (2018)

A elastografia quantifica rigidez/elasticidade do tecido placentário, incluindo strain elastography (qualitativa/relativa) e shear-wave elastography (quantitativa, em kPa ou m/s). pesquisas relacionadas a esse exame conseguiram relacionar a PE e RCIU a placenta mais rígidas e conseguiram também diferenciar placenta de PE e placenta sem comorbidades. Esse exame associado ao 3D-PD apresenta um alto potencial de predição, principalmente entre as 16 e 20 semanas. Porém assim como o 3D-PD esse exame carece de padronização, parâmetros e pontos de corte absolutos.

Apesar de promissoras, todas as 3 abordagens anteriores servem apenas como exames complementares e melhoram a predição associadas a outros exames como biomarcadores, parâmetros fetais e doppler uterino. Para melhorar sua acurácia e uso na clínica seriam necessários mais estudos, normas técnicas padronizadas e avaliação de custo e benefício. - Običan et al. (2020)

3903

## DISCUSSÃO

A ultrassonografia constitui ferramenta essencial para a detecção precoce e estratificação de risco da pré-eclâmpsia, particularmente na forma pré-termo da doença. Seus principais benefícios clínicos incluem a estratificação individualizada do risco, o monitoramento longitudinal da perfusão placentária e do crescimento fetal, e o potencial de reduzir desfechos adversos maternos e perinatais quando integrada a algoritmos clínicos. Medidas Doppler das artérias uterinas, como o índice de pulsatilidade (PI) e a presença de incisura, aumentam a sensibilidade na identificação de gestantes com maior probabilidade de desenvolver pré-eclâmpsia - Liu et al., 2024; Cruz-Lemini et al., 2023.

No entanto, há heterogeneidade metodológica entre os estudos, variando protocolos, janelas gestacionais e pontos de corte, além de forte dependência do operador e do equipamento, o que compromete a reproducibilidade dos achados - Mendoza et al., 2021; Rolnik et al., 2022. O custo e a disponibilidade de tecnologia avançada, como Doppler colorido, ainda constituem barreiras em sistemas públicos como o SUS, e há escassez de ensaios clínicos randomizados que

avaliem diretamente o impacto do rastreio ultrassonográfico isolado nos desfechos materno-fetais - Velegrakis et al., (2023). A validade externa também é limitada, uma vez que muitos estudos foram conduzidos em centros de excelência, podendo não refletir a realidade de serviços públicos de baixa ou média complexidade - Khalil et al., (2023). A ultrassonografia se destaca por fornecer informações estruturais e hemodinâmicas de forma não invasiva e segura, complementando, mas não substituindo, biomarcadores séricos a exemplo da razão sFlt-1/PIGF, que demonstram elevado valor preditivo negativo e utilidade prática na estratificação de risco de desfechos adversos - Velegrakis et al., (2023).

Estratégias híbridas, que integram fatores maternos, história obstétrica, pressão arterial média, índices Doppler e biomarcadores, apresentam acurácia superior à ultrassonografia isolada ou à avaliação clínica isolada, especialmente para pré-eclâmpsia pré-termo. Em populações de risco específico, como gestantes com gestações gemelares ou histórico obstétrico complexo, a abordagem combinada aumenta sensibilidade e especificidade, otimizando a identificação precoce de casos de maior gravidade - Johnson et al., 2023; Cruz-Lemini et al., 2023. Além disso, a incorporação efetiva da ultrassonografia no manejo da pré-eclâmpsia depende de estratégias estruturadas de treinamento, padronização e organização em rede. A capacitação contínua dos operadores e a padronização de protocolos reduzem a variabilidade observacional e aumentam a acurácia diagnóstica - Mendoza et al., (2021). A padronização de relatórios ultrassonográficos deve incluir PI das artérias uterinas, presença de incisura, parâmetros de vitalidade fetal como crescimento, líquido amniótico, Doppler de artéria umbilical e cerebral média, e contexto clínico relevante. Relatórios estruturados facilitam a comunicação entre equipes multiprofissionais, comparabilidade longitudinal e integração com algoritmos clínicos e sistemas digitais de apoio à decisão - Papageorghiou et al., (2021).

3904

Para otimizar a detecção precoce da pré-eclâmpsia, é recomendado realizar o rastreio em duas fases principais: no primeiro trimestre, entre 11 e 14 semanas de gestação, e no segundo trimestre, entre 20 e 24 semanas. Durante o primeiro trimestre, a avaliação Doppler uterina é essencial para identificar sinais precoces de insuficiência placentária. Além disso, é indicado iniciar a profilaxia com aspirina em baixas doses para gestantes com risco elevado de desenvolver pré-eclâmpsia precoce, especialmente aquelas com histórico de hipertensão gestacional ou diabetes mellitus - FERREIRA et al., (2017). No segundo trimestre, a reavaliação da perfusão uteroplacentária é crucial para monitorar a evolução da gravidez e ajustar estratégias de manejo conforme necessário. Protocolos escalonados em serviços de referência permitem

iniciar o rastreio com gestantes de alto risco em hospitais universitários ou regionais, expandindo progressivamente para maternidades de média complexidade, garantindo assim uma abordagem abrangente e eficaz na prevenção da pré-eclâmpsia - Rolnik et al., 2022; Khalil et al., (2023).

Em resumo, a ultrassonografia, quando realizada de forma padronizada e integrada a algoritmos clínicos e biomarcadores, constitui ferramenta estratégica para rastreio, monitoramento e prevenção da pré-eclâmpsia, promovendo vigilância clínica eficaz e alinhando-se às metas de redução da mortalidade materna.

## CONCLUSÃO

A ultrassonografia, especialmente com o uso do Doppler, é uma ferramenta essencial no rastreio, diagnóstico e acompanhamento da pré-eclâmpsia, permitindo a identificação precoce de gestantes em risco, a avaliação da gravidade da doença e a estratificação prognóstica materno-fetal. Contudo, apesar do impacto positivo demonstrado, sua aplicabilidade ainda enfrenta limitações relacionadas à padronização do uso clínico devido a variabilidade de protocolos, dependência do operador e disponibilidade tecnológica em sistemas de saúde como o SUS. Dessa forma, embora seja recurso fundamental no manejo da pré-eclâmpsia, são necessários estudos multicêntricos e ensaios clínicos randomizados que consolidam sua validade externa e orientam protocolos mais padronizados de rastreamento e acompanhamento.

3905

## REFERÊNCIAS

1. BONGERS F, et al. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio*, 1988; 74: 55–80.
2. CARVALHO CC de C, OLIVEIRA LL de, CARDOSO PS, LEAHY AMB, BEZERRA LG, BARROS LM de. A ultrassonografia Doppler no rastreio da pré-eclâmpsia: uma revisão bibliográfica. *SEMPESq – Semana de Pesquisa da Unit – Alagoas*, 2020; (6).
3. CHANG K-J, SEOW K-M, CHEN K-H. Preeclampsia: Recent advances in predicting, preventing, and managing the maternal and fetal life-threatening condition. *Int J Environ Res Public Health*, 2023; 20(4): 2994. DOI: 10.3390/ijerph20042994.
4. CRUZ-LEMINI M, et al. Clinical effectiveness of routine first-trimester combined screening for pre-eclampsia in Spain with the addition of placental growth factor. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2023; 61(5): 636–646. DOI: 10.1002/uog.26287.

5. JOHNSON JM, WALSH JD, OKUN NB, METCALFE A, PASTUCK ML, MAXEY CM, et al. The Implementation of Preeclampsia Screening and Prevention (IMPRESS) Study. *Am J Obstet Gynecol Matern Fetal Med*, 2023; 5(2): 100815.
6. JINDAL S, et al. Evaluating the predictive value of uterine artery Doppler pulsatility index in high-risk pregnancies. *J Obstet Gynaecol Res*, 2025; 51(4): 567–574. DOI: 10.1111/jog.14924.
7. LAI J, SYNGELAKI A, NICOLAIDES KH, VON DADELSZEN P, MAGEE LA, et al. Using ultrasound and angiogenic markers from a 19- to 23-week assessment to inform the subsequent diagnosis of preeclampsia. *Am J Obstet Gynecol*, 2022; 227(2): 294.e1–294.e11. DOI: 10.1016/j.ajog.2022.03.007.
8. LIU Y, XIE Z, HUANG Y, LU X, YIN F. Uterine arteries pulsatility index by Doppler ultrasound in the prediction of preeclampsia: an updated systematic review and meta-analysis. *Arch Gynecol Obstet*, 2024; 309(2): 427–437. DOI: 10.1007/s00404-023-07044-2.
9. MELLO PFMV, et al. Ophthalmic artery Doppler in the complementary diagnosis of preeclampsia. *J Clin Ultrasound*, 2023; 51(5): 601–608. DOI: 10.1002/jcu.23567.
10. MENDOZA M, et al. Training and reproducibility in uterine artery Doppler assessment during pregnancy: implications for preeclampsia screening. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2021; 57(6): 903–910.
11. NORTH RA, et al. Uterine artery Doppler flow velocity waveforms in the prediction of pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1994; 4(4): 246–251. DOI: 10.1002/uog.480040402.
12. OANCEA M, et al. Uterine artery Doppler ultrasonography for first trimester prediction of preeclampsia in individuals at risk from low-resource settings. *Medicina (Kaunas)*, 2020; 56(9): 428. DOI: 10.3390/medicina56090428.
13. PAPAGEORGHIOU AT, et al. Standardization of ultrasound reports in obstetrics: rationale and proposals from the INTERGROWTH-21st consortium. *Am J Obstet Gynecol*, 2021; 224(3): 215–223.
14. RIBEIRO G, et al. A ultrassonografia Doppler no rastreio da pré-eclâmpsia: uma revisão bibliográfica. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2022; 44(3): 180–188. DOI: 10.1055/s-0042-1747404.
15. SHARMA N, et al. Role of uterine artery Doppler study between 11 and 14 weeks of gestation in predicting preeclampsia. *J Obstet Gynaecol India*, 2024; 74(2): 123–129. DOI: 10.1007/s13224-024-01689-2.
16. SILVA J, et al. A importância do Doppler na avaliação da circulação uterina na pré-eclâmpsia. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2021; 43(5): 345–352. DOI: 10.1055/s-0041-1737654.
17. SUN H, JIAO J, WANG Y, ZHU C, WANG S, WANG Y, BAN B, GUO Y, REN Y. Ultrasound based radiomics model for assessment of placental function in pregnancies with preeclampsia. *Sci Rep*, 2024; 14(1): 5563. DOI: 10.1038/s41598-024-72046-2.
18. TANDON A, et al. Value of adding second-trimester uterine artery Doppler to patient characteristics in identification of nulliparous women at increased risk for pre-eclampsia:

- an individual patient data meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2013; 42(3): 257–267. DOI: 10.1002/uog.12435.
19. WANG L, et al. A avaliação do Doppler na predição da pré-eclâmpsia. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2020; 42(8): 482–489. DOI: 10.1055/s-0040-1713447.
20. WANG Y, et al. Utility of uterine artery Doppler ultrasound imaging in predicting preeclampsia during pregnancy: a meta-analysis. *Med Ultrason*, 2024; 26(2): 197–204. DOI: 10.11152/mu-4355.
21. WILLIAMS D, et al. Doppler ultrassonografia na avaliação da resistência vascular uterina em gestantes com risco de pré-eclâmpsia. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2021; 43(7): 456–463. DOI: 10.1055/s-0041-1737654.
22. WONG F, et al. A utilidade do Doppler na avaliação da circulação uterina na pré-eclâmpsia. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2022; 44(2): 120–127. DOI: 10.1055/s-0042-1747404.
23. ZHANG Y, et al. A importância do Doppler na avaliação da circulação uterina na pré-eclâmpsia. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2021; 43(6): 389–396. DOI: 10.1055/s-0041-1737654.
24. ZHU C, et al. A avaliação do Doppler na predição da pré-eclâmpsia. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2020; 42(9): 512–519. DOI: 10.1055/s-0040-1713447.
25. ZHU Y, et al. Doppler ultrassonografia na avaliação da resistência vascular uterina em gestantes com risco de pré-eclâmpsia. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2021; 43(8): 467–474. DOI: 10.1055/s-0041-1737654.
26. ZOU Y, et al. A utilidade do Doppler na avaliação da circulação uterina na pré-eclâmpsia. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2022; 44(4): 234–241. DOI: 10.1055/s-0042-1747404.
27. BONACINA E, et al. Role of routine uterine artery Doppler at 18-22 and 24-28 weeks of gestation in predicting pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2025; 65(1): 76–83. DOI: 10.1002/uog.29145.