

# Contribuições da ressonância magnética fetal para o estudo das malformações do neuroeixo

## Contributions of fetal magnetic resonance to the study of neuroaxis malformations

Daniel Souza<sup>1</sup> , Cristiane Andrade<sup>1</sup> , Felipe Favaro Capeleti<sup>1</sup> , Rafael Eidi Goto<sup>1</sup> , Leandro Nobeschi<sup>1</sup> 

### RESUMO

**Introdução:** A ressonância magnética é empregada na investigação e no acompanhamento de diversas doenças. Sua aplicação para exames fetais apresenta diferenças relevantes em relação aos achados de imagem da ultrassonografia, oferecendo informações adicionais. As malformações congênitas fetais, em especial as que acometem o sistema nervoso central, têm grande relevância na mortalidade perinatal. Não é uma modalidade primária de diagnóstico por imagem durante o pré-natal, contudo oferece avaliação padronizada e complementar da saúde fetal. **Objetivo:** Identificar a importância e as contribuições da ressonância magnética fetal para estudo e análise de malformações do neuroeixo. **Método:** Trata-se de uma revisão descritiva da literatura. Foram realizadas pesquisas de artigos nas bases de dados PubMed, Scielo e Google Acadêmico, além de livros disponíveis em bibliotecas virtuais. **Resultados:** Entre os profissionais da saúde, há um consenso no manejo da saúde maternofetal a respeito da ressonância magnética fetal: é indicada somente se a ultrassonografia especializada oferecer informações incompletas sobre a condição de saúde do feto. Sendo assim, sua indicação deve ocorrer somente em casos em que é necessário confirmar os achados ultrassonográficos ou um estudo complexo relativo à anatomia fetal seja substancial para o manejo clínico. **Conclusão:** A aplicação da ressonância magnética no estudo de patologias e malformações fetais é relativamente recente, mas já apresentou resultados positivos, relevantes e determinantes para o manejo clínico. **Palavras-chave:** Ressonância magnética, Malformações, Sistema nervoso central, Ultrassonografia fetal.

### ABSTRACT

**Introduction:** Magnetic resonance imaging (MRI) is used in the investigation and monitoring of different types of diseases. The application of MRI for fetal examinations presents relevant differences, which may offer additional information to the ultrasound imaging findings. The evaluation of fetal congenital malformations, especially those that affect the central nervous system, has a great conversion in perinatal mortality. Magnetic resonance imaging is not a primary modality of diagnostic imaging during prenatal care; however, its use offers a standardized and complementary assessment of fetal health. **Objective:** To identify the importance and contributions of fetal MRI for the study and analysis of neuraxial malformations. **Method:** This is a descriptive literature review. Articles were searched in the databases: United States National Library of Medicine (PubMed), Scientific Electronic Library Online (SciELO) and Google Scholar, and books available in virtual libraries. **Results:** Among health professionals there is a consensus in the management of maternal-fetal health regarding the indication of fetal MRI. This will be indicated only after the specialized ultrasound examination has been performed and offers incomplete information about the health condition of the fetus. Therefore, the recommendation for fetal MRI should have a precise indication, only in cases where confirmation of ultrasonographic findings is necessary or a complex study related to the fetal anatomy is substantial for clinical management. **Conclusion:** The application of MRI in the study of fetal pathologies and malformations is relatively recent, but has already shown positive, relevant and decisive results for clinical management. **Keywords:** Magnetic resonance imaging, Malformations, Central nervous system, Prenatal ultrasonography

## INTRODUÇÃO

A ressonância magnética (RM) é uma modalidade de aquisição de imagem empregada na investigação e no acompanhamento de diversos tipos de doenças. O início do seu uso em exames fetais

é datado de 1983, e desde então a evolução dos equipamentos permitiu o alcance de melhores resultados<sup>(1)</sup>.

A ultrassonografia (USG) é o exame mais indicado para avaliar precocemente a saúde maternofetal no início da gravidez,

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, Curso de Graduação em Tecnologia em Radiologia, Curso de Graduação em Sistemas Biomédicos – São Paulo (SP), Brasil  
Endereço para correspondência: Leandro Nobeschi. Rua Dr. Cesário Mota Jr, 61, 12º andar – Vila Buarque, 01221-020 – São Paulo (SP), Brasil.  
E-mail: ln.nobeschi@gmail.com  
Trabalho recebido: 17/01/2023. Trabalho aprovado: 14/03/2023. Trabalho publicado: 23/05/2023.  
Editor responsável: Prof. Dr. Eitan Naaman Berezin (editor-chefe)

e entre seus benefícios, destaca-se a acurácia para identificar anomalias do sistema nervoso central<sup>(2)</sup>. Porém o estudo por RM da morfologia fetal possibilita adquirir imagens anatômicas detalhadas, maior contraste entre os tecidos, maior campo de visão e reconstrução de múltiplos planos anatômicos, e permite eliminar limitações inerentes a outros métodos de exames de imagem<sup>(3,4)</sup>.

Segundo orientação da Sociedade Internacional de Ultrassonografia em Obstetrícia e Ginecologia (ISUOG), a RM fetal deve ser utilizada como método complementar de informações da USG, a qual, conforme pesquisas, oferece atualmente acurácia de aproximadamente 88,3%<sup>(4,5)</sup>.

Estudos apontaram que a RM pode oferecer informações adicionais aos achados de imagem da ultrassonografia em 22% dos casos, principalmente nos fetos com anomalias da linha média, além de detectar malformações do SNC não indicadas pela ultrassonografia em 18% das vezes. Além disso, em 30% dos exames, os achados da RM podem ser tão diferentes da USG, que o manejo clínico será completamente alterado<sup>(6)</sup>.

De acordo com as diretrizes práticas da ISUOG, são amplas as diferenças apresentadas na aplicação da RM para exames fetais, constatadas em 60 centros perinatais de 27 países, que vão desde a qualidade da imagem, até os protocolos e a experiência do operador<sup>(7)</sup>.

Diante da importância da ressonância magnética fetal para identificar e direcionar o manejo clínico, a capacitação de profissionais multidisciplinares, entre eles o tecnólogo em radiologia, é fundamental para operacionalizar adequadamente o exame.

Este trabalho busca evidenciar as contribuições da RM fetal para o estudo de malformações congênitas do neuroeixo e explicar suas principais indicações, bem como suas contraindicações, limitações e seus protocolos recomendados.

## OBJETIVO

Identificar a importância e as contribuições da RM fetal para o estudo e a análise de malformações do neuroeixo.

## MÉTODOS

Trata-se de uma revisão descritiva da literatura. Foram realizadas pesquisas de artigos nas bases de dados PubMed, Scielo e Google Acadêmico, bem como livros disponíveis em bibliotecas virtuais, utilizando-se das seguintes palavras-chave: ressonância magnética fetal, ultrassonografia fetal, sistema nervoso central fetal, patologias fetais, MRI, fetal magnetic resonance imaging e diagnóstico pré-natal. Inicialmente, entre livros e artigos, 57 conteúdos foram selecionados. Os critérios

de exclusão desse montante foram: tempo de publicação, levando em conta os conteúdos publicados nas últimas duas décadas, idiomas que não fossem português ou inglês e textos completos disponíveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As malformações congênitas fetais, em especial as que acometem o sistema nervoso central, têm grande relevância na mortalidade perinatal. De acordo com a literatura, representam de 20 a 30% das mortes perinatais. O diagnóstico das malformações durante o pré-natal é indispensável para oferecer aconselhamento genético apropriado, planejamento terapêutico, terapias intrauterinas e assistência neonatal<sup>(1)</sup>.

O primeiro diagnóstico de anomalia congênita intrauterina foi realizado em 1972<sup>(1)</sup>. A USG é o exame mais efetivo para rastrear malformações fetais e a modalidade de exame escolhida na rotina pré-natal por seu baixo custo, disponibilidade, segurança, sensibilidade e análise em tempo real<sup>(8)</sup>.

Apesar dos benefícios da USG, a RM apresenta grande potencial para avaliação morfológica fetal<sup>(8)</sup>. Nos últimos anos, seu uso para essa finalidade contribuiu com imagens anatômicas detalhadas e melhor resolução de contraste, além de contornar os limites da USG (obesidade materna e vícios de posicionamento fetal)<sup>(8)</sup>.

Com essas contribuições em vista, a ressonância magnética fetal se tornou um método complementar de avaliação por imagem, que contribuiu com informações valiosas para o diagnóstico e a análise das malformações do SNC<sup>(9)</sup>.

O primeiro registro de aplicação da RM durante uma gestação foi em 1983, desde então, seu uso cresceu progressivamente, tendo como alvo principal a avaliação do sistema nervoso central do feto<sup>(1,3)</sup>. Não se trata de uma modalidade primária do diagnóstico por imagem durante o pré-natal, contudo seu uso oferece uma avaliação padronizada e complementar da saúde fetal<sup>(7)</sup>. Com o passar dos anos e o avanço tecnológico, as técnicas de aquisição tornaram-se mais dedicadas aos protocolos fetais, o que melhorou a resolução das imagens e diminuiu o tempo de aquisição<sup>(1)</sup>.

Atualmente, são recomendados aparelhos potentes de alto campo (1,5 ou 3,0 Tesla) para aplicar sequências ultrarrápidas<sup>(3)</sup>. Com o emprego das novas técnicas, a ressonância superou as dificuldades apresentadas pelo movimento fetal. Mesmo com tantos pontos positivos, a ultrassonografia continua sendo a ferramenta principal da propedêutica fetal, contudo a ressonância magnética tem seu valor na investigação complementar<sup>(1)</sup>. A ISUOG classifica a ressonância fetal como método complementar à USG para confirmar diagnósticos e adquirir novas informações<sup>(4)</sup>.

Entre os pontos negativos para a difusão da RM no pré-natal está o alto custo e a falta de profissionais e centros de referência capazes de interpretar as imagens fetais<sup>(1)</sup>.

O Comitê de Segurança da Sociedade de Ressonância Magnética (ISMRM) indica o método diagnóstico apenas quando a ultrassonografia não é conclusiva. Embora as normas brasileiras não apresentem recomendações específicas, a concepção da comunidade médica é de que a RM pode ser usada a partir do segundo trimestre de gestação, sem restrições de indicação<sup>(9)</sup>.

Um artigo de revisão publicado pela ISUOG, com a finalidade de evidenciar o valor adicional do uso pré-natal da ressonância magnética fetal em anomalias do SNC, concluiu que o exame complementa as informações adquiridas pela USG<sup>(6)</sup>. Entre as estatísticas divulgadas pelo artigo, destaca-se a confirmação por RM de 65,4% das informações fornecidas pela USG e a adição de novas informações em 22,1% dos casos. Também identificou, em 18% dos casos, anomalias no sistema nervoso central que não foram evidenciadas pela USG<sup>(6)</sup>.

Outra informação relevante apontada pelo artigo foi o impacto das informações fornecidas pela RM no manejo clínico dos pacientes fetais. Em 30% dos casos, o diagnóstico ultrassonográfico foi tão revisado pelo exame de ressonância, que o aconselhamento aos pais e a indicação de tratamento mudaram completamente<sup>(6)</sup>.

Contudo o trabalho também evidenciou que, em 2% dos casos, a RM não foi capaz de revelar anomalias no sistema nervoso central, pois estas foram constatadas somente depois do nascimento. Além disso, em 2,5% dos casos, houve resultados falso-positivos<sup>(6)</sup>.

O artigo destacou ainda o fato de que os radiologistas que produziram os laudos dos exames de ressonância fetal já estavam em alerta para malformações do SNC, uma vez que os pacientes foram encaminhados para confirmar a suspeita ultrassonográfica ou colher informações adicionais. Esse cenário até poderia justificar a alta acurácia da RM, contudo os dados utilizados para a revisão de literatura foram de centros terciários de tratamento, o que aponta para ultrassonografistas e radiologistas mais atentos a esses tipos de achado, que indicam anomalias no sistema nervoso central<sup>(6)</sup>.

### Indicações da ressonância magnética fetal

O diagnóstico pré-natal é fundamental para a informação do estado clínico do feto, bem como a formulação de um plano de tratamento clínico, aconselhamento e decisão parental<sup>(8)</sup>.

De maneira geral, existe um consenso entre os profissionais de saúde envolvidos no manejo da saúde materno-fetal a respeito da indicação de ressonância magnética fetal: somente se a ultrassonografia especializada oferecer informações incompletas sobre a condição de saúde do feto<sup>(7)</sup>. Sendo

assim, deve ser indicada precisamente para casos em que é necessário confirmar os achados ultrassonográficos ou se um estudo complexo relativo à anatomia fetal for substancial para o manejo clínico<sup>(1,7)</sup>.

Segundo a ISUOG, dos fatores capazes de influenciar a recomendação da ressonância magnética fetal, constam<sup>(7)</sup>:

- Experiência e equipamentos das instalações de diagnóstico por imagem.
- Acessibilidade à ressonância magnética.
- Condições maternas.
- Idade gestacional.
- Preocupações de segurança.
- Considerações legais quanto à interrupção da gravidez.
- Desejo dos pais depois do aconselhamento clínico.

Em relação à interrupção da gravidez, em países onde o procedimento se limita a 24 semanas de gestação, a indicação da RM pode auxiliar na tomada de decisão da gestante diante de um diagnóstico crítico contemplado nos limites legislativos do aborto<sup>(7)</sup>.

A relação entre a indicação do exame com doenças específicas ainda não está completamente definida pela falta de concordância na comunidade científica, contudo os materiais publicados apontam para a indicação de investigação de anomalias do sistema nervoso central, massas toracoabdominais, tumores e malformações do aparelho urinário<sup>(3)</sup>.

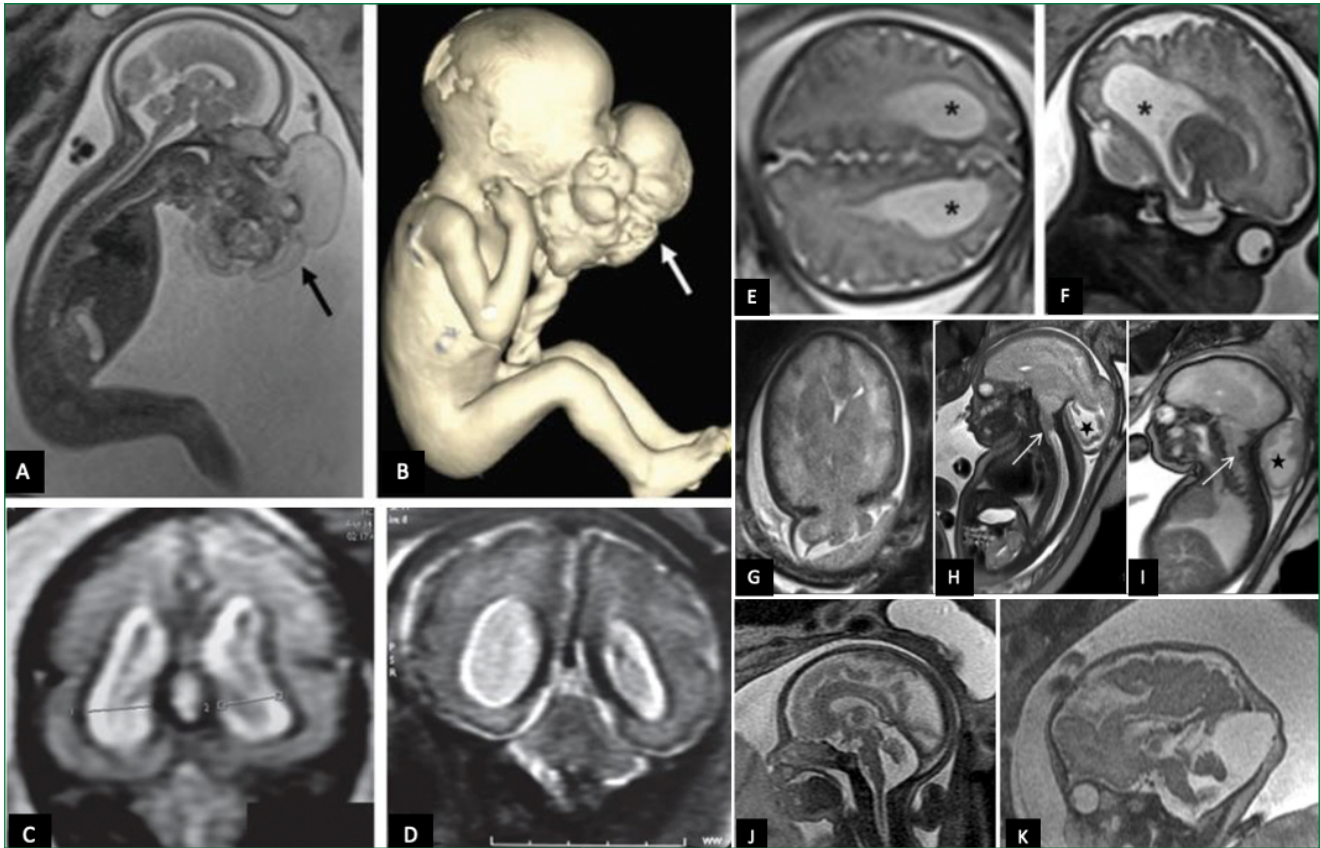
### Demonstração de estruturas gerais do encéfalo

Entre as estruturas encefálicas e as doenças mais bem demonstradas pela ressonância magnética, citam-se: fossa posterior, anomalias do corpo caloso e do septo pelúcido, holoprosencefalia, encefalocele, hemorragias, malformações arteriovenosas, tuberosidades corticais e cistos aracnoides<sup>(1)</sup>.

A RM também permite melhor distinção entre substâncias branca e cinzenta, que formam o encéfalo, o que possibilita melhor diferenciação dos padrões de sulcação cerebral, detecção de retardo de formação, avaliação de mielinização, migração neuronal e displasia cortical<sup>(1,9)</sup>.

### Diagnóstico por meio da ressonância magnética fetal

O papel da ressonância magnética é importante na avaliação complementar de lesões expansivas intracranianas e extracranianas em decorrência da melhor caracterização das estruturas cerebrais, do sistema ventricular e de outras possíveis lesões<sup>(3,9)</sup>. Usada na fase pré-natal, é útil para avaliar o parênquima cerebral, que pode ser comprometido pela hidrocefalia, além de evidenciar detalhes das patologias associadas<sup>(9)</sup> (Figura 1).



**Figura 1** - Ressonância magnética fetal e reconstrução 3D. Feto com epignato, corte sagital (A) e reconstrução 3D (B). Hidrocefalia fetal grau leve (C) e moderado (D). Agenesia do corpo caloso, corte axial (E) e sagital (F) com achado de colpocefalia(\*). Herniação do tronco encefálico, corte axial (G) e sagitais (H e I), seta indicando hérnia de tronco e cerebelo pelo forame magno. Feto de 29 semanas (J) e 39 semanas (K), ambos com hipoplasia do verme cerebelar e aumento da fossa posterior, compatível com malformação de Dandy-Walker<sup>(9,10)</sup>.

Entre as malformações do sistema nervoso central está a agenesia do corpo caloso (ACC). Embora possa ser identificada pela ultrassonografia, a RM oferece maior riqueza de detalhes para avaliar as malformações associadas<sup>(9)</sup>, como a de Chiari, cujo diagnóstico pode ser confirmado por meio da ressonância magnética fetal do crânio e da coluna cervical com foco na transição craniocervical. Entre as ponderações utilizadas, a aquisição em T2 no plano sagital é a mais importante, pois possibilita um estudo completo da fossa posterior, incluindo estruturas e espaços líquóricos<sup>(10)</sup>.

Já a malformação de Dandy-Walker é reconhecida pela dilatação cística do quarto ventrículo, por agenesia de grau variado do vermis cerebelar, alargamento da fossa posterior e elevação do tentório e da tórula de Herófilo (confluência dos seios venosos) e, por vezes, associada com hipoplasia do cerebelo e ventriculomegalia<sup>(3,9)</sup>.

Quanto à encefalocele, esta é caracterizada pela herniação de conteúdo cerebral por meio de falhas ósseas na calota craniana. O conteúdo herniado pode ser tecido nervoso, meninges e líquido cefalorraquidiano (LCR). Frequentemente, é

chamada de meningocele, quando há apenas herniação de LCR, e meningoencefalocele, quando há LCR e tecido nervoso<sup>(10,11)</sup>. Pode ser diagnosticada ainda no período gestacional, com auxílio da ultrassonografia e da ressonância magnética. Embora a RM ofereça melhor resolução de imagem do que a ultrassonografia, sua acurácia é levemente superior. Abaixo, na Figura 1, é possível observar um caso de encefalocele<sup>(10)</sup>.

Por último, a espinha bífida, um defeito congênito vertebral com maior recorrência na região lombossacral, que resulta na exposição de tecido neural do canal medular no exterior. Considerada o segundo defeito de fechamento do tubo neural mais comum, pode ser classificada como fechada ou aberta, além de ter nomenclatura variada, de acordo com o conteúdo herniado<sup>(3,11)</sup>.

Segundo a SUOG, a ressonância magnética fetal não oferece riscos à saúde do feto em nenhum momento da gestação<sup>(7)</sup>. Embora estudos em animais não tenham demonstrado o risco de teratogenia (malformação induzida por fatores externos), é desaconselhado o exame no primeiro trimestre de gestação, período considerado crítico para a teratogênese<sup>(3)</sup>.

Ainda que não haja indícios científicos de efeitos adversos no período gestacional, o Comitê de Segurança do Colégio Americano de Radiologia preconiza que a RM seja realizada apenas a partir do segundo trimestre de gestação<sup>(1)</sup>. No Brasil, não existe norma específica relacionada ao tempo gestacional nem contra-indicação ao uso da ressonância magnética fetal, porém é consenso indicá-la apenas a partir do segundo trimestre de gestação<sup>(3)</sup>.

O campo magnético estático do equipamento pode oferecer diversos riscos à saúde dos pacientes, riscos estes relacionados a efeitos biológicos transitórios, projéteis, torque (torção) de dispositivos implantados e objetos ferromagnéticos<sup>(12)</sup>. Pela natureza crítica dos riscos, é indispensável examinar todos os pacientes e rastrear apropriadamente todos os itens contra-indicados na sala de ressonância magnética<sup>(13)</sup>.

Existe ampla discussão a respeito dos objetos não permitidos no campo magnético da ressonância, o que resulta na contra-indicação do exame. Contudo essa contra-indicação está sujeita a diversos fatores, como o tipo de material do objeto, o tempo de implante e similares, por isso é aconselhável aos

profissionais operadores de ressonância magnética se atualizarem constantemente<sup>(13)</sup>.

## CONCLUSÃO

A aplicação da ressonância magnética no estudo de patologias e malformações fetais é relativamente recente, mas já apresentou resultados positivos, relevantes e determinantes para o manejo clínico.

Embora seja evidente que seu uso esteja condicionado à indicação clínica, correlacionada com os achados e tenha papel complementar ao da ultrassonografia, a ressonância magnética surge como ferramenta para confirmar e acrescentar dados e informações que, como discutido neste trabalho, podem mudar a concepção parental e nortear decisões, como também alterar, orientar e determinar a conduta terapêutica.

Futuros trabalhos podem aprofundar a pesquisa a respeito das diferentes abordagens, de indicações, métodos e protocolos utilizados para aquisição de imagem fetal por ressonância magnética em diversos países e centros de pesquisa.

**Financiamento:** nenhum.

**Conflitos de interesse:** os autores declaram não haver conflito de interesse.

**Contribuições dos autores:** DS: Curadoria de Dados, Escrita – Primeira Redação. CA: Conceituação, Análise Formal. FFC: Escrita – Primeira Redação, Escrita – Revisão e Edição. REG: Conceituação, Análise Formal. LN: Conceituação, Análise Formal, Escrita – Revisão e Edição.

## REFERÊNCIAS

- Osmundo GSJ, Bernardes LS, Carvalho MH, Francisco RP, Bunduki V. Medicina fetal. In: Zugaib M, Francisco RP. Zugaib obstetrícia. 4ª. ed. Barueri: Manole; 2020. p. 1203-314.
- Baptista FS, Lin LH, Brizot ML, Carvalho MH, Francisco RP. Seção 3 Pré-natal. In: Zugaib M, Francisco RP. Zugaib obstetrícia. 4ª. ed. Barueri: Manole; 2020. p. 187-318.
- Werner H, Gasparetto TD, Daltro P. Ressonância magnética fetal. In: Fonseca EB, Sá RA. Coleção Febrasgo: Medicina fetal. 2ª. ed. São Paulo: Elsevier; 2018. p. 291-8.
- Werner H, Castro PT, Matos AP. Ressonância nuclear magnética fetal. In: Silva CH, Ceccato Junior BP. Manual Sogimig de ultrassonografia em ginecologia e obstetrícia. Rio de Janeiro: Medbook; 2018. p. 365-71.
- Levine D. Revisão de exames de imagem obstétricos. In: Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW, Levine D. Tratado de ultrassonografia diagnóstica. 4ª.ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2012. p. 1040-60.
- Rossi AC, Prefumo F. Additional value of fetal magnetic resonance imaging in the prenatal diagnosis of central nervous system anomalies: a systematic review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2014;44(4):388-93. <https://doi.org/10.1002/uog.13429>
- Prayer D, Malinger G, Brugger PC, Cassady C, De Catte L, De Keersmaecker B, et al. ISUOG Practice Guidelines: performance of fetal magnetic resonance imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017;49(5):671-80. <https://doi.org/10.1002/uog.17412>
- Liberal MJFA. A ressonância magnética fetal no diagnóstico das malformações do SNC: casuística de um hospital central da Região Centro desde maio de 2012 a maio de 2019. Trabalho de Investigação (Título de Especialista). Castelo Branco: Instituto Politécnico de Castelo Branco; 2019.
- Werner H, Ribeiro BG. Ressonância magnética em medicina fetal. In: Silva CHM, Peixoto AB. Manual sogimig: medicina fetal. Rio de Janeiro: Medbook; 2018. p. 85-92.

10. Wirasasmita DA, Abdurrazak G, Adenin I. Ultrafast sequence in fetal magnetic resonance imaging for evaluation Chiari III Malformation. *J Clin Res Radiol.* 2019;2(2):1-3.
11. Calil VMLT, Alipaz JCR, Krebs VLJ. Malformações congênitas. In: Carvalho WB, Diniz EMA, Ceccon MEJR, Krebs VLJ, Vaz FAC. *Neonatologia.* 2ª. ed. Barueri: Manole; 2020. p. 679-92.
12. Westbrook C. Cabeça e pescoço. In: Westbrook C. *Manual de técnicas de ressonância magnética.* 4ª. ed. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2016. p. 65-98.
13. Prado MR, Alves K. A Aplicabilidade do exame de ressonância magnética fetal como complementação de ultrassonografia fetal. *RUEP.* 2017;14(34):79-89.

