

CONTRASTES EM RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Richard Felipe Peres Lobo¹, Mariele Cristina Modolo Picka²

¹graduando do curso de tecnólogo em Radiologia na Faculdade de Tecnologia (FATEC) campus Botucatu,
Richard.lobo@fatec.sp.gov.br

² Docente do curso de Radiologia na Faculdade de Tecnologia de Botucatu

RESUMO

O exame de ressonância magnética é um dos métodos de imagens mais utilizados por obter muito contraste entre os tecidos. Esse método não utiliza radiação ionizante, fornecendo ao paciente maior segurança. Entretanto, para sua utilização, em muitos casos é necessário a administração de um meio de contraste, o que possibilita uma análise melhor das imagens. Com base nisso, essa revisão teve como objetivo demonstrar os contrastes utilizados em RM. Os meios mais utilizados de contraste são os administrados de maneira endovenosa, em específico quelatos junto ao gadolínio, metal que possui propriedades paramagnéticas. Existem agentes específicos para determinadas áreas, como os hepatoespecíficos e os contrastes via oral, que são compostos principalmente por óxido ferroso e manganês. Os sucos de abacaxi e de açaí estão sendo utilizados nos exames de colangiopancreatografia por ressonância magnética por terem em sua composição grande concentração dessas substâncias. A utilização de contrastes é indispensável em alguns casos, e a administração de contrastes naturais via oral vem ganhando espaço por apresentar características semelhantes ao convencional em determinados exames.

Palavras-chave: contraste, gadolínio, natural, ressonância magnética

1 INTRODUÇÃO

A ressonância magnética (RM) é um exame de diagnóstico por imagem para análise anatômica e fisiológica que não utiliza radiação ionizante, mas sim um forte campo magnético que interage com os prótons de hidrogênio presentes nos tecidos do corpo humano e que possuem um momento magnético (MAZZOLA, 2009; SILVA *et al.*, 2015). Os núcleos dos hidrogênios (spins) presentes no tecido, quando na presença de um campo magnético externo, tendem a se alinhar na mesma direção desse campo. Para que ocorra a excitação desses spins de hidrogênio é necessária uma onda de radiofrequência específica. Os núcleos dos hidrogênios liberam um sinal que é reconhecido pelas antenas receptoras ou bobinas. Isso se repete rapidamente gerando uma sucessão de pulsos de radiofrequência que são captados e transformados em sinal digital e analógico formando-se imagens (DALE; BROWN; SEMELKA, 2015).

A relaxação dos spins ocorre através das trocas de energias dos spins com os que estão a sua volta, rede. Essas relações de trocas são chamadas de relaxamento spin-rede e spin-spin, que juntas fazem o vetor entrar em equilíbrio. Devido a isso duas constantes de tempo foram criadas, T1 e T2. A primeira está relacionada com a relação spin-rede, que tem a ver com o retorno da magnetização para o eixo longitudinal e a segunda, com a relação spin-spin (dipolo-

dipolo) e faz o retorno da magnetização para o eixo transversal. Além disso essa relação tem influência diferente em determinados tipos de tecido (MAZZOLA, 2009; PINHO *et al.*, 2019). Com essas diferenças no tempo de relaxação é possível criar o contraste entre os tecidos na ressonância magnética (PINHO *et al.*, 2019).

Em alguns exames não é possível conseguir imagens claras e precisas dos tecidos apenas com o relaxamento natural do H⁺ (hidrogênio). Portanto, para obter um melhor contraste entre os tecidos, órgãos e lesões, é necessário a utilização de um composto paramagnético. O contraste paramagnético tem influência no tempo de relaxamento de T1 e T2, o que faz com que o contraste e qualidade das imagens aumentem. Dessa maneira, especificações de exames como tumores, infecção, infarto, inflamação e lesões pós-traumáticas são as que mais fazem sua utilização. O interesse das propriedades físico-químicas dos quelatos do gadolínio (Gd) tem crescido nos últimos anos. Alguns autores têm reforçado a ideia de que algumas de suas moléculas estão envolvidas com o mecanismo de uma doença que é desenvolvida em pacientes que possuem uma complicação renal, grave ou crônica terminal, a fibrose sistêmica nefrogênica (FSN) (COWPER, BUCALA, 2003; COWPER; BUCALA; LEBOT 2005; MORCOS, 2007; MUNDIM *et al.*, 2009). Assim, autores têm pesquisado diferentes alternativas de meios de contraste, incluindo, até mesmo, produtos naturais.

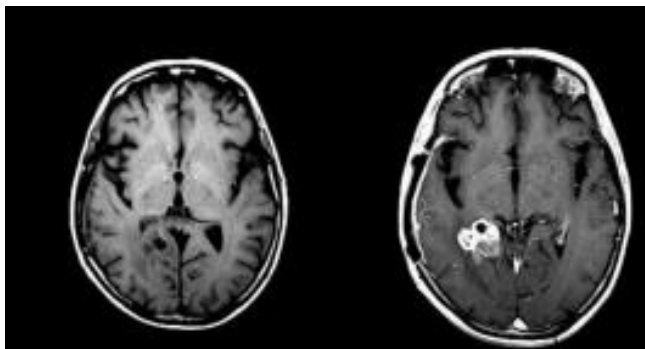
Essa revisão de literatura teve como objetivo apresentar meios de contraste, artificiais e naturais, que possam ser utilizados em exames de RM.

2 DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

Os agentes de contrastes utilizados nos exames de rotina em RM são quelatos de íons paramagnéticos do gadolínio que é o único metal paramagnético presente na natureza. Possui propriedades ferromagnéticas e é um elemento metálico lantanídeo e necessita estar na sua forma iônica (Gd³⁺) para se dissolver na água e ser usado como contraste. Entretanto, sua toxicidade pode causar lesões em vários tecidos (ossos, nódulos linfáticos, fígado e rim), diminuir a transmissão neuromuscular devido ao bloqueio de transporte de cálcio, além de poder causar transmetalção com enzimas e membrana celular. Devido a isso ele é administrado com quelantes (moléculas orgânicas maiores), evitando seus efeitos tóxicos e a transmetalção (PINHO *et al.*, 2019). Eles têm como característica produzir sinais hiperintensos nas imagens ponderadas em T1, obtendo um relaxamento significativo no núcleo de hidrogênio, gerando assim, imagens com um ótimo contraste em T1. O Gd deve estar em contato direto com os núcleos de hidrogênio, pois essas moléculas induzem o momento magnético dos núcleos, o que resulta em um menor tempo de relaxação longitudinal, fazendo com que haja um aumento na

intensidade do sinal dos tecidos levando a uma melhora no contraste da imagem (FIGURA 1) (ELIAS-JUNIOR *et al.*, 2008).

Figura 1. Cortes axiais ponderados em T1 antes e depois (respectivamente) da administração endovenosa do contraste Gd.



Fonte: Gomes; Carneiro, 2019.

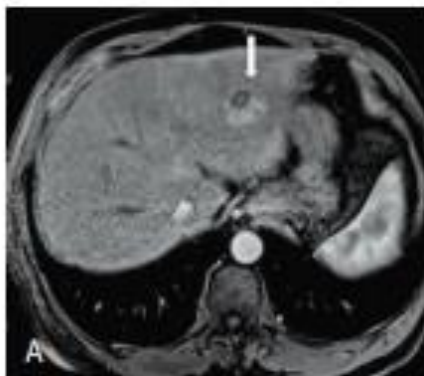
Os agentes de contrastes à base de Gd são extracelulares não específicos devido ao seu baixo peso molecular e possuem um extravasamento rápido do espaço vascular, sendo eles eliminados pelos rins, com um tempo de meia vida de aproximadamente 80 minutos (GERALDES, 2009).

As reações adversas do Gd são vômitos, náuseas, cefaleia e urticárias, ao mesmo tempo que as reações locais geralmente são ardor, sensação de frio e irritação. Também pode ocorrer aumento dos níveis séricos de bilirrubina e de ferro. Já casos mais graves como reações anafiláticas ou laringoespasmo são relativamente baixos (0,01%) (LI, *et al.*, 2006).

Alguns fatores importantes como a quantidade administrada de Gd, função renal, a estabilidade do complexo do Gd, a existência de alguma patologia e o caminho de sua liberação pelo corpo influenciam na quantidade que extravasa do quelato no tecido (HEVERHAGEN, KROMBACH, GIZEWSKI, 2014).

O Primovist® é um contraste paramagnético que possui propriedades ligadas de seletividade hepatocitária, desenvolvido para aumentar a especificidade e sensibilidade da avaliação de lesões hepáticas na RM. Após sua administração, rapidamente ele é distribuído pelo compartimento vascular/intersticial onde até 50% do ácido gadoxético é seletivamente captado pelos hepatócitos funcionantes. Posteriormente ele é excretado pela bile, permitindo que ocorra uma aquisição de fase tardia hepatobiliar, entre 10 e 20 minutos pós aquisição. Sendo assim, lesões que não possuem hepatócitos ou que possuem (sendo eles disfuncionais) acabam aparecendo com menor sinal na ressonância (coloração escura em relação ao fígado contrastado) levando a uma melhor análise e capacidade diagnóstica (FIGURA 2) (REIS, 2015).

Figura 2. Hepatocarcinoma típico no lobo esquerdo indicado pela seta após a injeção do contraste hepato-específico em um exame de RM do abdome.



Fonte: Reis, 2015.

Em RM também existem contrastes que podem ser administrados por via oral e são úteis para exames de intestino e pélvicos. O suco de abacaxi, Blue Berry (mirtilo), chás e dióxido de carbono e o Gastromark® são alguns exemplos, entretanto, esse último não é disponibilizado no Brasil (CHEN *et al.*, 2011; GHANAATI *et al.*, 2011; TIRKES; MENIAS; SANDRASEGARAN, 2012; FRISCH *et al.*, 2017).

Riordan *et al.* (2004) testaram diversos tipos de sucos na busca do mais eficiente e concluíram que o de abacaxi foi aquele que teve a imagem mais semelhante à do contraste convencional. No trabalho desses autores, foram utilizados *phantom* e as técnicas de identificação de líquidos para avaliação de qualidade e da similaridade dos sucos. O mesmo resultado foi observado por Arrivé *et al.* (2007), que fizeram uma pesquisa em exames de colangiopancreato ressonância (CPRM) utilizando o suco de abacaxi. Ele reduziu o sinal do estômago nas imagens tanto quanto o contraste convencional. Com isso, chegaram à conclusão de que o suco pode ser utilizado, desde que ele tenha um elevado grau de concentração de manganês.

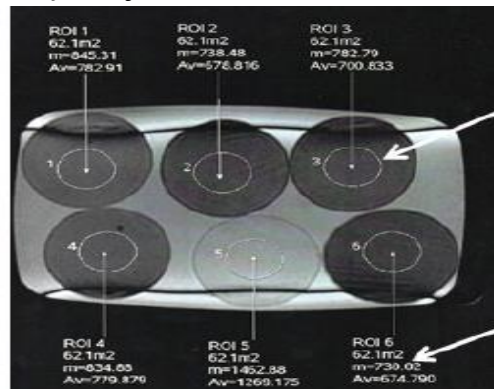
Em 2011, Ghanaati *et al.* (2011) realizaram uma pesquisa de contraste natural na RM com o uso do chá preto como contraste via oral (VO) para a melhoria do exame de (CPRM). Foram administrados 300 ml de chá e mais um adicional de 40 g de açúcar em 35 pacientes. Foi realizada uma análise antes e depois da administração do chá, e comparadas as imagens. Concluiu-se que a utilização de um agente oral de contraste como o chá, além de ser seguro é eficiente e reduz os sinais de fluidos gastrointestinais.

O suco de açaí foi utilizado por Sanchez *et al.* (2009) em 5 pacientes e, posteriormente, em mais 35 pacientes para a realização de uma RM do abdome. A princípio, 8 pacientes foram submetidos ao protocolo de CPRM, com uma aquisição de imagens pré e pós a utilização do

suco de açaí. As imagens foram avaliadas por 2 radiologistas e as análises mostraram que o suco melhorou a visualização do ducto pancreático em 87,5% dos pacientes. Entretanto, o suco de açaí não teve resultados positivos nas regiões do duodeno e do estômago.

Com base nas pesquisas já realizadas, Pinho *et al.* (2014) realizaram um experimento em que englobavam uma maior variedade de agentes de contraste naturais. Foi feita uma preparação de 34 diferentes misturas de sucos com concentração de poupas e água variáveis. Entre eles, a utilização de 24 tipos com suco de abacaxi, 8 de suco de açaí, uma mistura de suco de abacaxi com chuchu e outra de suco de uva. Foi utilizado o protocolo de aquisição de imagens para CPRM. Houve uma análise das imagens obtidas em cada solução utilizada e observou-se que, das 34 amostras utilizadas, apenas 3 foram ineficientes na ponderação T2, apresentando hipersinal (polpa de açaí diluída, suco de abacaxi com chuchu e suco de uva). Os sucos de açaí Mais Fruta® com 140 ml, Mais Fruta® com 100 ml e Rajá® com 100 ml foram os que se apresentaram mais eficientes (FIGURA 5).

Figura 5. Análise de amostras de suco em RM utilizando sequência T2. ROI 1-suco de açaí Mais Fruta® com 140 ml; ROI 2-suco de abacaxi com 80ml; ROI 3-suco de açaí Rajá® com 140 ml; ROI 4-suco de açaí mais fruta 100ml; ROI 5-suco de uva mais fruta; ROI 6 –suco de açaí Raja® com 100 ml.



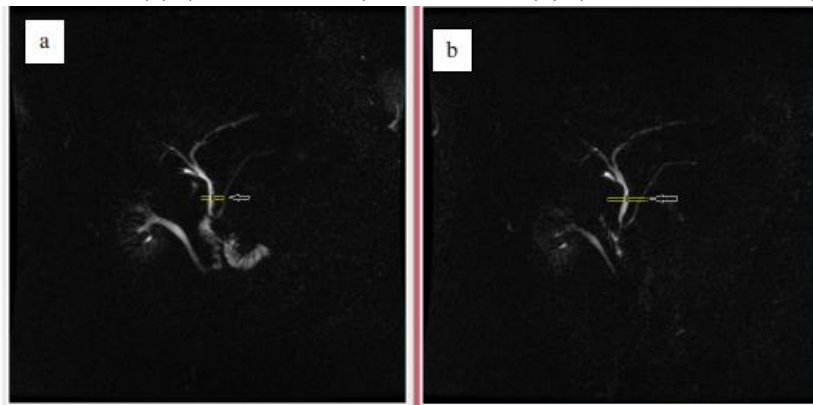
Fonte: Pinho et al., 2019.

Após as análises, Pinho *et al.* (2019) optaram por administrar o suco de açaí Mais Fruta® com 100ml de água nos pacientes para que houvesse uma comparação de um agente convencional com um natural durante um exame de RM. Dois médicos radiologistas fizeram a análise dos resultados, sem saber qual era o natural e o convencional e concluíram que ambos os contrastes são eficientes eliminando o sinal do estômago e do duodeno, deixando bem visível o ducto do colédoco (FIGURA 6). Assim, concluíram que a utilização de um meio natural de

contraste, pode sim substituir o convencional na CPRM, sugerindo o uso de contrastes naturais principalmente em crianças.

Figura 6. Utilização de dois tipos de contraste, para avaliação de eficiência.

Contraste (a) (convencional) e contraste (b) (natural, suco de açaí).



Fonte: Pinho *et al.*, 2019.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Já se sabe que a utilização do contraste é essencial para alguns exames em RM. O Gd, mesmo possuindo alguns relatos de FSN, ainda permanece seguro se seguidos os procedimentos para a não exposição de pacientes com deficiência renal. O primosvist[®] tem sido utilizado para diagnósticos de lesões hepáticas com sucesso. Em relação aos contrastes orais, o suco de abacaxi e o de açaí, ricos em óxido de ferro e manganês, se mostraram eficientes para o estudo de CPRM podendo ser administrados com tranquilidade até mesmo em crianças.

REFERÊNCIAS

ARRIVÉ, L. *et al.* Utilisation d'un jus d'ananas en tant qu'agent de contraste négatif en cholangiopancréatographie par résonance magnétique. **Journal Radiology**, v. 88, p. 1689-94, 2007. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0221036307740477>. Acesso em: 08 setembro 2022.

CHEN, C.W. *et al.* Use of carbon dioxide as negative contrast agent for magnetic resonance cholangiopancreatography. **World Journal of Radiology**, v. 28, n.3,2, p. 47-50, 2011.

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3051110/>. Acesso em: 08 setembro 2022.

GOMES, R. C.; CARNEIRO, C. C. Ressonância magnética: princípios básicos na formação da imagem com ênfase na utilização do contraste gadolínio. **Connection line-revista eletrônica do UNIVAG**, n. 21, p. 8, 2019. Disponível em:

<http://periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/view/1406>. Acesso em: 02 setembro 2022.

COWPER, S. E.; BUCALA R. Nephrogenic fibrosing dermatopathy: suspect identified, motive unclear. **Am J Dermatopathol**, v. 25, p. 358, 2003. Disponível em: https://journals.lww.com/amjdermatopathology/Fulltext/2003/08000/Nephrogenic_Fibrosing_Dermopathy.00017.aspx. Acesso em: 02 setembro 2022. Acesso em: 02 setembro 2022.

COWPER, S. E; BUCALA, R.; LEBOLT, P. E. Case 35-2004: nephrogenic fibrosing dermatopathy. **N Engl J Med**, v. 352, p. 1723, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15843679/>. Acesso em: 02 setembro 2022.

DALE, B. M.; BROWN, M. A.; SEMELKA, R. C. MRI: basic principles and applications. **John Wiley & Sons**, p. 1-9, 2015. Disponível: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=2D1UCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=info:6e9yHzlWx6wJ:scholar.google.com/&ots=8Sdv7NWvjt&sig=r6kis-T2hHCiQgXXs5DJH8Tdvdg#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 02 setembro 2022.

ELIAS-JUNIOR, J. *et al.* Complicações do uso intravenoso de agentes de contraste à base de gadolínio para ressonância magnética. **Radiol Bras.** v. 41, p. 263–7, 2008. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rb/a/3w58wPxSTWBbGfCKPT6CWgL/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24 agosto 2022.

FRISCH, A. *et al.* Efficacy of oral contrast agents for upper gastrointestinal signal suppression in MRCP: A systematic review of the literature. **Acta Radiologica Open**, v. 6 n. 9, p. 1-7, 2017. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2058460117727315>. Acesso em: 24 agosto 2022.

GERALDES, C.F. L.S. Classification and basic properties of contrast agents for magnetic resonance imaging. **Contrast Media & Molecular Imaging**, v. 4, p. 1–23, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cmmi.265>. Acesso em: 24 agosto 2022.

GHANAATI, H. *et al.* Improvement of MR cholangiopancreatography (MRCP) images after black tea consumption. **European Radiology**, v. 21, p. 2551-2557, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00330-011-2217-0>. Acesso em: 24 agosto 2022.

HEVERHAGEN, J. T.; KROMBACH, G. A.; GIZEWSKI, E.G. Application of extracellular gadolinium-based MRI contrast agents and the risk of nephrogenic systemic fibrosis. **Rofo**, v. 186, p. 661–669, 2014. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0033-1356403?device=mobile&innerWidth=980&offsetWidth=980>. Acesso em: 20 agosto 2022.

LI, A. *et al.* Acute adverse reactions to magnetic resonance contrast media— gadolinium chelates. **Bras J Radiol**, v. 79, p. 368–371, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1259/bjr/88469693>. Acesso em 20 agosto 2022.

MAZZOLA, A.A. Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 3, n.1, p. 117- 129, 2009. Disponível em: http://hpc.ct.utfpr.edu.br/~charlie/docs/PPGFCET/052_Resson%C3%A2ncia.pdf. Acesso em: 20 agosto 2022.

MORCOS S. K. Nephrogenic systemic fibrosis following the administration of extracellular gadolinium based contrast agents: is the stability of the contrast agent molecule an important factor in the pathogenesis of this condition? **Br J Radiol.**, v. 80, p. 73-76, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1259/bjr/17111243>. Acesso em: 20 agosto 2022.

MUNDIM, J. S. *et al.* Fibrose sistêmica nefrogênica: uma complicação grave do uso do gadolínio em pacientes com insuficiência renal. **Rev Assoc Med Bras**, v. 55, n. 2, 220- 225, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-42302009000200030>. Acesso em: 08 setembro 2022.

PINHO, K.E. P. *et al.* Qualidade de imagens em exames de colangiopancreatografia por ressonância magnética: estudo entre suco de açaí e contraste comercial. **Biblioteca Central da UTFPR**, p. 3-98, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4771>. Acesso em: 06 agosto 2022.

RIORDAN, R.D. *et al.* Pineapple juice as a negative oral contrast agent in magnetic resonance cholangiopancreatography: a preliminary evaluation. **The British Journal of Radiology**, v. 77, p. 991-999, 2004. Disponível em: <https://www.birpublications.org/doi/abs/10.1259/bjr/36674326>. Acesso em: 06 agosto 2022

REIS, Marcio Augusto Correia Rodrigues dos; BARONI, Ronaldo Hueb. Aplicações do contraste hepato-específico de ressonância magnética nas hepatopatias crônicas. **Einstein** (São Paulo), v. 13, p. 326-329, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/8hcXdC7YpHhxJdkXzsgZfFC/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 setembro 2022

SANCHEZ, T.A. *et al.* Clinical Feasibility of acai (*Euterpe oleracea*) pulp as an oral contrast agent for magnetic resonance cholangiopancreatography. **Journal of Computer Assisted Tomography**, v. 23, n. 5, p. 666-670, 2009. Disponível em: https://journals.lww.com/jcat/Abstract/2009/09000/Clinical_Feasibility_of_Acai_Euterpe_oleracea.3.aspx. Acesso em: 03 setembro 2022.

SILVA, Y. L.P. *et al.* Effects of iodinated contrast agent, xylocaine and gadolinium concentration on the signal emitted in magnetic resonance arthrography: a samples study. **Radiologia Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 69–73, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2013.0002>. Acesso em: 21 agosto 2022.

TIRKES, T.; MENIAS, C.O.; SANDRASEGARAN, K. MR Imaging Techniques for Pancreas. **Radiologic Clinics of North America**, v. 50, p. 379-393, 2012. Disponível em: [https://www.radiologic.theclinics.com/article/S0033-8389\(12\)00014-0/fulltext](https://www.radiologic.theclinics.com/article/S0033-8389(12)00014-0/fulltext). Acesso em: 11 setembro 2022.