

# Quantificação da gordura hepática: avaliação de diferentes estratégias de medidas pela ressonância magnética nos casos de distribuição homogênea e heterogênea

*Quantification of hepatic fat: evaluation of different magnetic resonance imaging measurement strategies in cases of homogeneous and heterogeneous distribution*

Eloa de Castro Nogueiro<sup>1,a</sup>, Luis Ronan Marquez Ferreira de Souza<sup>2,b</sup>, Valdair Francisco Muglia<sup>1,c</sup>, Jorge Elias Jr.<sup>1,d</sup>

1. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil. 2. Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba, MG, Brasil.

Correspondência: Dr. Luis Ronan Marquez Ferreira de Souza. Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Disciplina de Radiologia e Diagnóstico por Imagem. Avenida Getúlio Guaritá, 331, Nossa Senhora da Abadia. Uberaba, MG, Brasil, 38025-440. E-mail: luisronan@gmail.com.

a. <https://orcid.org/0009-0000-7484-9670>; b. <https://orcid.org/0000-0002-4634-8972>; c. <https://orcid.org/0000-0002-4700-0599>; d. <https://orcid.org/0000-0002-1158-1045>.

Submetido em 19/1/2024. Revisado em 9/7/2024. Aceito em 4/8/2024.

Como citar este artigo:

Nogueiro EC, Souza LRMF, Muglia VF, Elias Jr J. Quantificação da gordura hepática: avaliação de diferentes estratégias de medidas pela ressonância magnética nos casos de distribuição homogênea e heterogênea. Radiol Bras. 2024;57:e20240009.

**Resumo** **Objetivo:** Avaliar três estratégias diferentes de medidas para quantificação da esteatose hepática e verificar se existem diferenças entre as formas homogênea e heterogênea de esteatose.

**Materiais e Métodos:** Estudo retrospectivo, realizado com base em revisão de exames de ressonância magnética. Foram avaliadas três diferentes estratégias de medidas para quantificação da esteatose hepática em dois grupos pareados: esteatose homogênea e esteatose heterogênea. Considerou-se nível de significância de  $p < 0,05$  em todos os testes realizados.

**Resultados:** No grupo de esteatose heterogênea, o uso de região de interesse (ROI) de 1 cm<sup>2</sup> para medir a intensidade de sinal na área mais alterada apresentou variações significativas na quantificação, enquanto a média de quatro ROIs de 1 cm<sup>2</sup> ou a segmentação de área representativa em corte axial não apresentaram variações significativas. Na esteatose hepática homogênea, qualquer estratégia utilizada não demonstrou diferença significativa. O coeficiente de correlação intraclasse variou entre 0,96 e 0,99, com intervalo de confiança 95% de 0,93–0,99.

**Conclusão:** A quantificação da gordura hepática por ressonância magnética utilizando apenas uma ROI é menos representativa, principalmente na esteatose heterogênea. Não houve diferença significativa entre a obtenção da média de quatro ROIs e a segmentação de área representativa do parênquima.

**Unitermos:** Esteatose hepática; Doença hepática gordurosa não alcoólica; Ressonância magnética.

**Abstract** **Objective:** To evaluate three different measurements strategies to quantify hepatic steatosis and to investigate the differences between homogeneous and heterogeneous forms of hepatic steatosis.

**Materials and Methods:** Retrospective study conducted by magnetic resonance imaging review. We evaluated three different strategies measures for quantification of hepatic steatosis in two matched groups: homogeneous and heterogeneous steatosis. We considered  $p < 0.05$  significance level in all made tests.

**Results:** In heterogeneous steatosis group, the strategy with a region of interest (ROI) of 1 cm<sup>2</sup> to measure the signal intensity in the most altered area showed significant variations in the quantification, while the average of four ROIs of 1 cm<sup>2</sup> or representative target area in axial section did not vary significant. In diffuse hepatic steatosis, any strategy used showed no significant difference. The intraclass correlation coefficient ranged between 0.96 and 0.99, with 95% confidence interval of 0.93–0.99.

**Conclusion:** The quantification of fat liver by magnetic resonance imaging using only one ROI is less representative, especially in heterogeneous steatosis. There was no significant difference between the average of four ROIs strategy and the strategy of representative segmentation area of parenchyma.

**Keywords:** Fatty liver; Non-alcoholic fatty liver disease; Magnetic resonance imaging.

## INTRODUÇÃO

A esteatose hepática é o acúmulo de triglicerídeos nos hepatócitos, geralmente associada a doença hepática alcoólica e a doença hepática gordurosa não alcoólica (DHGNA). Outras condições menos comuns associadas incluem as hepatites virais, o uso excessivo de certos medicamentos e as doenças genéticas<sup>(1–5)</sup>. A gravidade da doença está relacio-

nada ao grau da infiltração gordurosa, podendo evoluir para esteato-hepatite, cirrose e hepatocarcinoma<sup>(3–6)</sup>.

O padrão da infiltração gordurosa pode ser homogêneo ou heterogêneo. A apresentação homogênea, ou difusa, é a forma mais frequente e consiste em uma distribuição uniforme da infiltração por todo o parênquima hepático<sup>(7,8)</sup>. A apresentação heterogênea pode se manifestar como infil-

tração focal geográfica ou nodular, multifocal, perilesional, subcapsular, intralesional, perivascular e como área de preservação focal do parênquima em meio a uma esteatose difusa. Na maioria desses casos, a infiltração ocorre em áreas específicas, como ao lado do ligamento falciforme, junto à veia porta ou à fossa vesicular. Esse padrão heterogêneo de distribuição ainda não está totalmente compreendido, mas tem sido atribuído a variações na circulação venosa hepática e pode se tornar um desafio diagnóstico, muitas vezes dificultando a diferenciação com tumores<sup>(2,7-9)</sup>.

A biópsia hepática ainda é considerada um dos padrões de referência para o diagnóstico e avaliação da gravidade da doença, pois permite uma avaliação semiquantitativa da esteatose, da extensão da atividade inflamatória e da fibrose no fígado<sup>(3,8,10)</sup>. Todavia, é um método invasivo e de baixa representatividade, com variações consideráveis quando mais de uma amostra de um mesmo paciente é analisada<sup>(4,11,12)</sup>. Esta variabilidade pode ter influência significativa no diagnóstico, bem como no estadiamento da doença, principalmente em pacientes com esteatose heterogênea<sup>(3,11-13)</sup>.

Embora seja possível utilizar a tomografia computadorizada<sup>(14)</sup> e a ultrassonografia<sup>(15)</sup> para quantificação de esteatose hepática, a ressonância magnética (RM) é considerada um método bem estabelecido e de maior acurácia dentre os métodos de imagem para detecção e quantificação da gordura hepática, sendo a técnica gradiente-eco de desvio químico a mais utilizada<sup>(1,12,16)</sup>. Descrita pela primeira vez por Dixon, esta técnica avalia a presença de gordura hepática comparando a perda de intensidade de sinal do parênquima nas sequências conhecidas como em fase e fora de fase. A quantidade de gordura hepática é determinada pelo cálculo da fração de gordura, utilizando a seguinte fórmula:

$$FG = (IS \text{ em fase} - IS \text{ fora de fase}) / 2 \times IS \text{ em fase}$$

onde FG é a fração de gordura e IS é a intensidade de sinal.

Apesar da alta especificidade desse método, sua sensibilidade é limitada para baixos níveis de gordura e em pacientes com deposição hepática de ferro, em que os efeitos T2\* serão significativos<sup>(13,17-20)</sup>. Técnica mais recente, como a medida da fração de gordura por densidade de prótons, tem maior acurácia em razão das múltiplas correções no processo de obtenção do sinal, porém, necessita de investimento financeiro adicional pela necessidade de aquisição de pacote de *software* específico, limitando sua utilização em ampla escala<sup>(20,21)</sup>. Uma opção recentemente validada para quantificação de gordura hepática por RM é a medida realizada pelo *software* MRQuantif a partir de sequências 2D gradiente-eco, apresentando alta correlação com o escore de esteatose e muito próximo da fração de gordura estimada pela histomorfometria<sup>(21)</sup>.

Diversos estudos já demonstraram boa correlação entre a biópsia e a técnica de desvio químico na detecção e quantificação da gordura hepática<sup>(20-22)</sup>. No entanto, não

há estudos que demonstrem e caracterizem a melhor forma de obter e medir a intensidade de sinal para o cálculo da fração de gordura, principalmente quando estamos diante de um padrão de apresentação heterogêneo da infiltração gordurosa. O objetivo do presente estudo é avaliar diferentes estratégias de medidas para quantificação da gordura hepática e verificar se existe diferença entre as estratégias na avaliação da esteatose homogênea versus a heterogênea.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de estudo retrospectivo aprovado pelo comitê de ética em pesquisa institucional. Foram selecionados exames de RM de abdome com diagnóstico de esteatose hepática, realizados entre janeiro/2012 e janeiro/2014, obtidos do banco de imagens do serviço. A presença de gordura hepática foi verificada pela técnica de desvio químico e o diagnóstico de esteatose hepática foi baseado na presença de uma fração de gordura  $\geq 9\%$ .

Os exames foram realizados em aparelho de RM de alto campo (1,5 T) modelo Achieva (Philips Medical System), com os seguintes parâmetros: sequência pesada em T1 no plano axial, duplo-eco, em fase (TE = 4,6 ms) e fora de fase (TE = 2,3 ms), *spoiled gradient echo* (TR = 111 ms; *flip angle* = 80°; espessura de corte = 6 mm; *gap* = 7%; 30 cortes para cada eco; em 29 s de supressão da respiração).

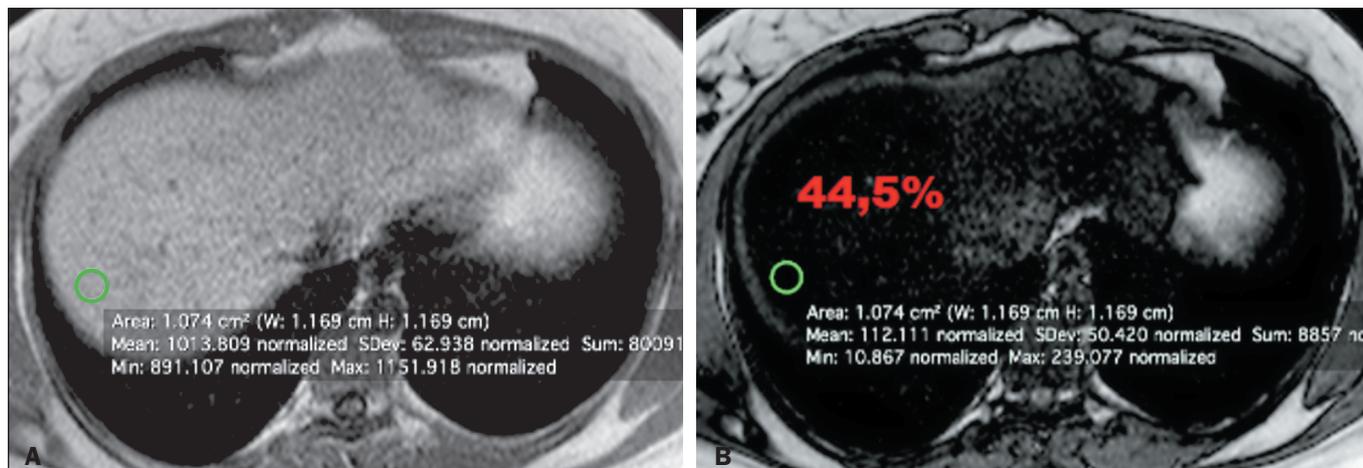
Os exames foram revisados inicialmente por um radiologista em subespecialização em imagem de abdome. Foram excluídos do estudo os exames com artefatos de movimentação ou de suscetibilidade magnética que prejudicavam a avaliação adequada e os exames com presença de múltiplas lesões hepáticas de outra natureza que não puderam ser excluídos da área de medida da intensidade de sinal.

Os exames incluídos no estudo foram separados em dois grupos, conforme o padrão da infiltração gordurosa, sendo um grupo de esteatose homogênea (grupo 1) e um grupo de esteatose heterogênea (grupo 2). Fizeram parte do grupo 2 todas as outras formas de apresentação da infiltração gordurosa, exceto o padrão difuso.

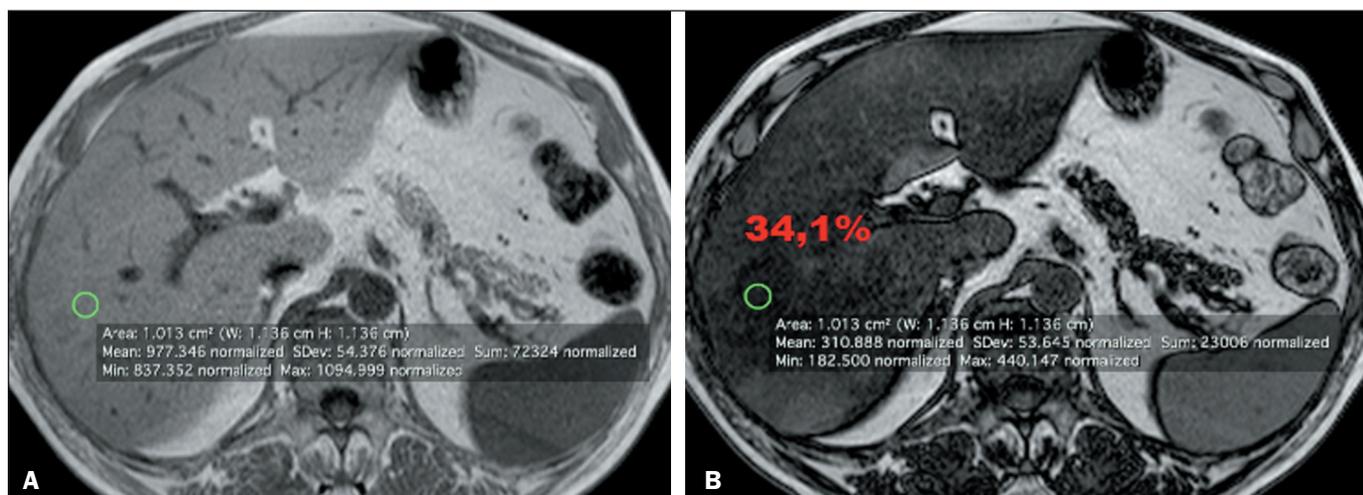
Foram avaliadas três estratégias diferentes de medidas para obtenção da fração de gordura nos dois grupos, todas utilizando sequências em fase e fora de fase para o cálculo da fração de gordura hepática, com a fórmula atrás citada.

As estratégias 1 e 2, conforme descritas a seguir, foram realizadas por dois radiologistas com subespecialização em imagem de abdome, em momentos diferentes e de forma independente. A terceira estratégia foi realizada de forma semiautomatizada por meio do *software* Display, por um terceiro examinador, técnico em radiologia com ensino superior, que analisou as imagens de ambos os grupos.

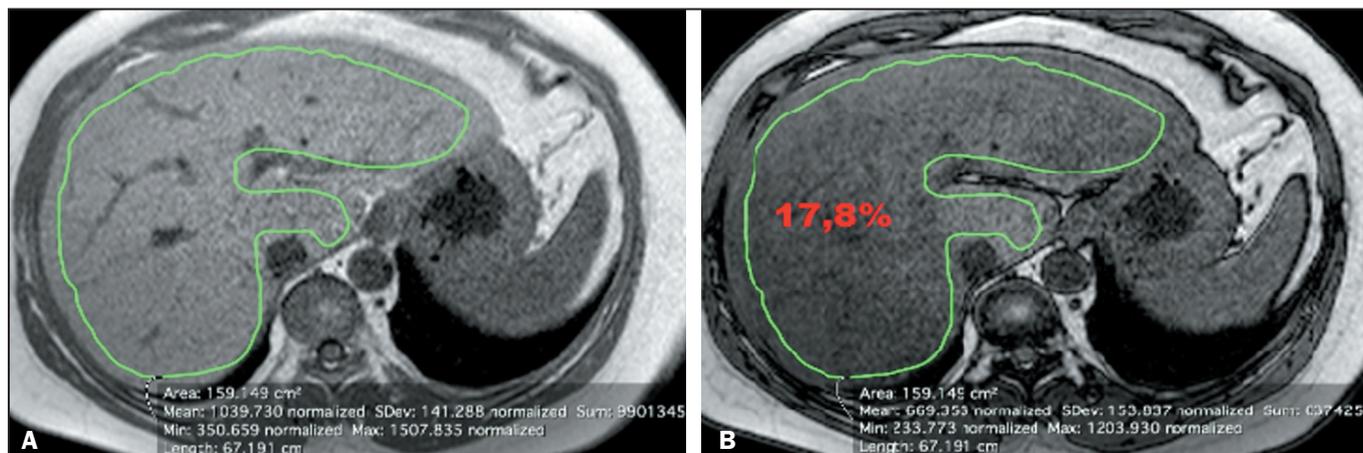
**Estratégia 1.** Uma região de interesse (ROI) de 1 cm<sup>2</sup> foi selecionada em um ponto determinado do parênquima hepático. No grupo 1, a ROI foi selecionada aleatoriamente no parênquima (Figura 1). No grupo 2, a ROI foi obtida no ponto do parênquima hepático onde cada observador considerou com maior infiltração gordurosa (Figura 2).



**Figura 1.** Estratégia 1 do grupo 1. Imagens axiais em fase (A) e fora de fase (B) do fígado. Cada círculo verde representa a ROI selecionada de 1 cm<sup>2</sup>, com os valores fornecidos pela RM embaixo. Em vermelho, o valor da fração de gordura calculado.



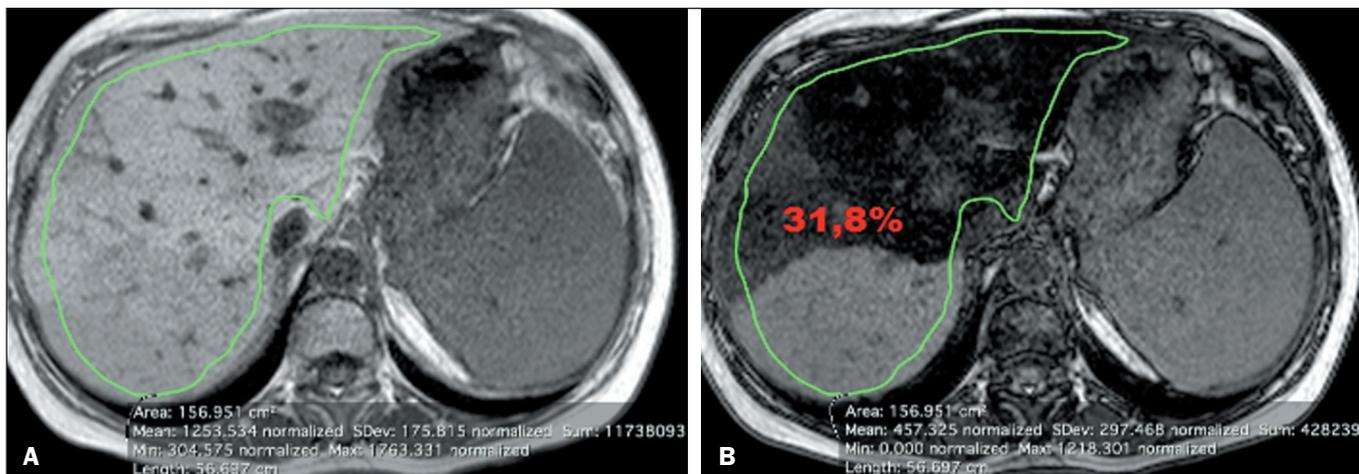
**Figura 2.** Estratégia 1 do grupo 2. Imagens axiais em fase (A) e fora de fase (B) do fígado. Cada círculo verde representa a ROI selecionada de 1 cm<sup>2</sup>, com os valores fornecidos pela RM embaixo. Em vermelho, o valor da fração de gordura calculado.



**Figura 3.** Estratégia 2 do grupo 1. Imagens axiais em fase (A) e fora de fase (B) do fígado. A área em verde representa a área de interesse selecionada manualmente, com os valores fornecidos pela RM embaixo. Em vermelho, o valor da fração de gordura calculado.

**Estratégia 2.** Uma área de interesse foi selecionada manualmente nas imagens em cortes axiais do fígado. No grupo 1, a área de interesse foi selecionada no corte em que o observador considerou o mais central do fígado,

abrangendo a maior quantidade possível de parênquima dentro da área, a fim de obter uma intensidade de sinal média de toda a região (Figura 3). No grupo 2, a área de interesse foi selecionada englobando todo o parênquima



**Figura 4.** Estratégia 2 do grupo 2. Imagens axiais em fase (A) e fora de fase (B) do fígado. A área em verde representa a área de interesse selecionada manualmente, com os valores fornecidos pela RM embaixo. Em vermelho, o valor da fração de gordura calculado.

hepático em um corte onde cada observador considerou o ponto com maior aspecto heterogêneo da infiltração gordurosa, a fim de obter uma intensidade de sinal média de toda a região de interesse (Figura 4).

**Estratégia 3.** Foi obtido um par de imagens em fase e fora de fase da região central com melhor posicionamento do fígado. Para cada par, quatro ROIs, no tamanho de 1 cm<sup>2</sup> cada, foram determinadas nos segmentos VI/VII, V/VIII, IV e II/III, igualmente para os dois grupos. A partir da medida da intensidade de sinal das quatro ROIs, foi calculada a intensidade de sinal média, que foi a base do cálculo da fração de gordura hepática (Figura 5).

Nas três estratégias, todas as ROIs foram colocadas evitando as áreas com grandes vasos sanguíneos intra-hepáticos e as lesões hepáticas de outra natureza, para evitar aferições não adequadas.

A análise estatística foi feita com teste Student-t pareado para avaliar as idades entre os grupos. As amostras dos dois grupos foram amostras não paramétricas testadas pelo teste Shapiro-Wilk. O teste ANOVA de mensuração repetida com pós-teste de Bonferroni foi utilizado para

comparação das estratégias em cada grupo separadamente, homogêneo e heterogêneo. O teste de correlação intraclasses foi utilizado para a avaliação interobservador. Todos os testes utilizaram valor de  $p < 0,05$  para considerar resultados estatisticamente significantes.

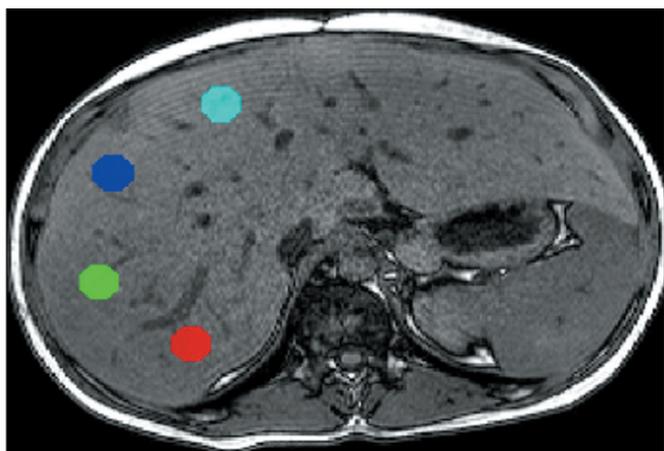
**RESULTADOS**

Foram selecionados 218 exames de RM de abdome com esteatose hepática. Destes, 16 foram excluídos do estudo em razão da presença de artefatos de movimentação ou de suscetibilidade magnética (n = 9) e presença de múltiplas lesões hepáticas de outra natureza que não puderam ser excluídos da área de interesse (n = 7).

Dos 202 exames incluídos no estudo, em 166 (82%) o padrão da infiltração gordurosa encontrado foi homogêneo e nos outros 37 (18%) foi heterogêneo. Os grupos homogêneo e heterogêneo foram compostos por 37 exames de RM cada, de forma pareada ao grupo heterogêneo.

A idade média dos pacientes do grupo 1 foi 53,1 ± 15,5 anos, sendo 19 mulheres e 18 homens, e a idade média dos pacientes do grupo 2 foi 50,3 ± 7,01 anos, sendo 19 mulheres e 18 homens. Não houve diferença significativa entre os grupos com relação à idade, com  $p = 0,31$  (Tabela 1).

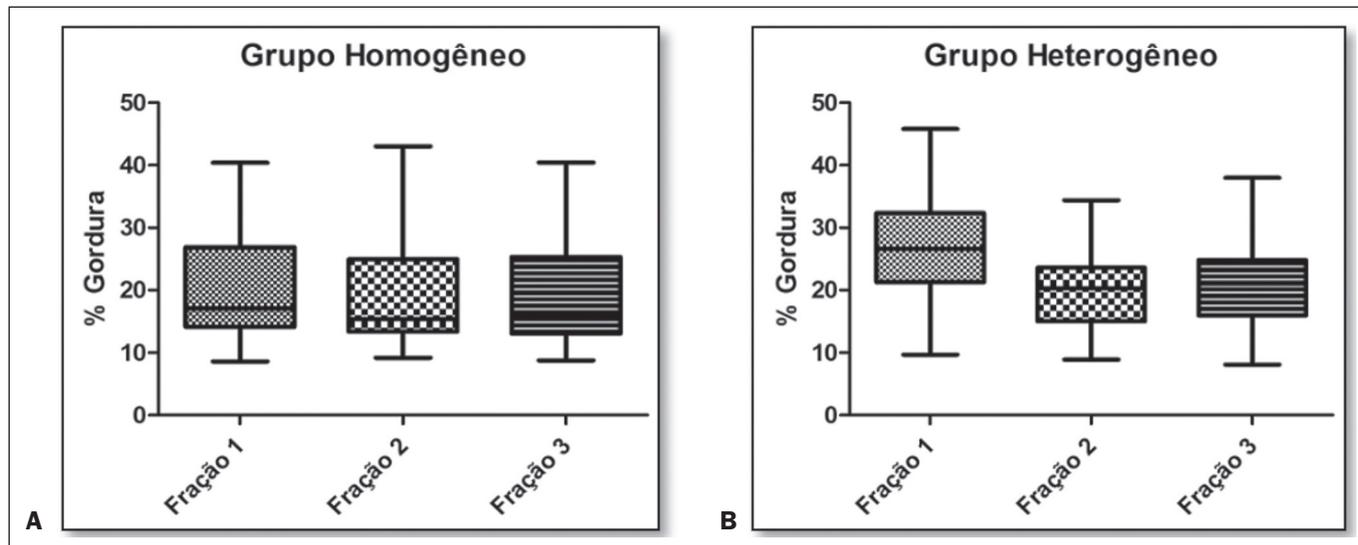
A distribuição e a variação dos valores de fração de gordura hepática nos dois grupos, para cada estratégia, estão representadas na Figura 6, e as médias dos valores encontrados estão descritas na Tabela 2. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as três estratégias no grupo 1, com valor de  $p = 0,69$ . Entretanto, foi observada



**Figura 5.** Estratégia 3. Corte axial do fígado com as quatro ROIs selecionadas automaticamente pelo software Display representadas pelos círculos coloridos.

**Tabela 1**—Idade dos pacientes com esteatose hepática, segundo a forma de apresentação e sexo do paciente.

Forma	Idade (anos), média ± desvio-padrão (intervalo)		
	Total de pacientes	Homens	Mulheres
Homogênea	53,1 ± 15,5 (22–77)	54,2 ± 5,6 (24–78)	52,1 ± 13,4 (22–68)
Heterogênea	50,3 ± 7,0 (19–75)	48,3 ± 3,5 (19–72)	52,2 ± 12,4 (25–75)



**Figura 6.** Variação da fração de gordura. Gráficos com as variações da fração de gordura, com as três estratégias, no grupo 1 (A) e no grupo 2 (B).

**Tabela 2**—Fração de gordura hepática calculada pela RM em cada grupo, nas três estratégias.

Grupo	Fração de gordura (%), média ± desvio-padrão (intervalo)			P	F
	Estratégia 1	Estratégia 2	Estratégia 3		
Homogêneo	20,8% ± 8,6 (8,6%–40,4%)	19,2% ± 8,4 (9,2%–43,0%)	19,6% ± 8,2 (8,2%–40,4%)	0,69	0,36
Heterogêneo	27,5% ± 9,7 (9,7%–45,8%)	19,7% ± 6,7 (8,9%–34,4%)	20,6% ± 6,5 (8,0%–37,9%)	< 0,0001	54,1

forte diferença estatisticamente significativa entre as estratégias no grupo 2, com valor de  $p < 0,0001$ .

Quando as estratégias foram comparadas entre elas, observou-se maior variação da estratégia 1 no grupo 2 em relação às outras estratégias, com a média das diferenças entre a estratégia 1 versus a 2 de 7,7, e da estratégia 1 versus a 3 de 6,9, com valores de  $p < 0,0001$  em ambas. Por outro lado, não houve diferença significativa quando a estratégia 2 no grupo 2 foi comparada com a estratégia 3, com média das diferenças de 0,8 e valor de  $p = 0,37$  (Tabela 3). No grupo 1, não houve diferença significativa entre as estratégias quando comparadas separadamente (Tabela 4).

**Tabela 3**—Comparação entre as estratégias no grupo heterogêneo.

Comparação	Média da diferença	P
Estratégia 1 vs. estratégia 2	7,7	0,0001
Estratégia 2 vs. estratégia 3	0,8	0,37
Estratégia 3 vs. estratégia 1	6,9	0,0001

**Tabela 4**—Comparação entre as estratégias no grupo homogêneo.

Comparação	Média da diferença	P
Estratégia 1 vs. estratégia 2	1,6	0,69
Estratégia 2 vs. estratégia 3	0,4	0,97
Estratégia 3 vs. estratégia 1	1,2	0,82

Os coeficientes de concordância entre os dois observadores na leitura dos exames e obtenção da fração de gordura hepática nas estratégias 1 e 2 estão demonstrados na Tabela 5. Houve uma forte correlação entre os valores encontrados em ambas as estratégias. Não houve conflito

**Tabela 5**—Correlação intraobservadores.

	Grupo homogêneo		Grupo heterogêneo	
	CCI	IC 95%	CCI	IC 95%
Estratégia 1	0,98	0,96–0,99	0,97	0,95–0,98
Estratégia 2	0,99	0,99–0,99	0,96	0,93–0,98

CCI, coeficiente de correlação intraclasse; IC, intervalo de confiança.

entre os examinadores, não sendo necessária a revisão das medidas obtidas.

## DISCUSSÃO

A esteatose hepática afeta cerca de 20% da população em geral e é facilmente detectada com a RM convencional. A quantificação da gordura hepática é importante porque a esteatose é uma doença crônica com elevada prevalência no mundo, fortemente relacionada a outras comorbidades e potencialmente reversível. Existe uma necessidade crescente, tanto no meio clínico como nos campos de pesquisa, para detectar e avaliar a gravidade dessa doença<sup>(1,4,20,22)</sup>. Além disso, a quantificação precisa é necessária para o acompanhamento longitudinal dos pacientes<sup>(3,22–24)</sup>.

A DHGNA é a mais prevalente no fígado, acometendo cerca de 25% da população<sup>(25)</sup>. O termo DHGNA abrange um espectro de doenças como a esteatose, a esteato-hepatite e a cirrose. A incidência de câncer nos pacientes com DHGNA é 1,3 vez maior, sendo neoplasias prevalentes o hepatocarcinoma, os tumores gastrointestinais e o câncer de mama. Estima-se que 10% a 15% dos pacientes com DHGNA desenvolverão cirrose. Ainda, nos pacientes com

DHGNA a perspectiva é de 2,5 vezes mais chances de desenvolver cirrose e de 2,0 vezes mais chances para desenvolver fibrose<sup>(26)</sup>. O próprio termo DHGNA está em mudança de nomenclatura mais recentemente, para doença hepática esteatótica associada a disfunção metabólica<sup>(27)</sup>.

A biópsia implica riscos significativos de complicações que podem causar hospitalização e morte, com necessidade de várias horas de recuperação pós-procedimento, tornando-se pouco viável em razão da elevada prevalência da esteatose hepática<sup>(12,27,28)</sup>. Além disso, uma das principais limitações é a falta de representação do fígado como um todo, uma vez que em alguns pacientes com doenças difusas essas características são heterogêneas e, por conseguinte, a biópsia sofre ampla variação, sendo muito contestada. Um estudo recente de Ratziu et al., em 51 pacientes submetidos a duas biópsias em localizações próximas, demonstrou um  $\kappa$  confiabilidade de 0,64 para a classificação da esteatose, o que indica pobre acordo, inadequado para um estadiamento confiável<sup>(12)</sup>. Outros estudos têm mostrado significativa variabilidade nas amostragens quando mais de uma amostra é analisada<sup>(28-32)</sup>. No entanto, apesar de ser um método invasivo, a biópsia continua sendo uma referência, pois ainda avalia não só a quantidade de gordura no fígado, mas também outras características histológicas importantes (tamanho das gotículas de gordura, inflamação e lesão celular)<sup>(10,12,24-28)</sup>.

A RM é um método bem estabelecido para quantificação da gordura hepática. O cálculo da fração de gordura por RM com a técnica de desvio químico é um método simples e rápido. Levenson et al. compararam a quantificação da esteatose com o uso do método de Dixon para obter a fração de gordura hepática, em relação à avaliação histológica semiquantitativa por biópsias hepáticas, e relataram boa correlação entre eles, com  $r = 0,86$  e  $p < 0,01$ <sup>(18)</sup>. Todavia, não há estudos demonstrando qual seria a melhor forma de medir a intensidade de sinal para esse cálculo, uma vez que a esteatose pode apresentar padrão heterogêneo de infiltração.

Em nosso estudo, encontramos uma prevalência das diferentes formas da esteatose heterogênea de 18% e de 82% da apresentação homogênea. Em estudo retrospectivo com tomografia computadorizada de abdome, El-Hassan et al. encontraram uma prevalência de 9,7% de infiltração gordurosa, sendo 68% difusa, 9% focal e 22% multinodular<sup>(33)</sup>. Embora não seja tão comum como a esteatose homogênea, estes dados sugerem que padrões heterogêneos de esteatose hepática não são raros, porém, há poucos estudos relatando essa prevalência.

Ao avaliarmos a quantificação da esteatose por RM de forma separada em grupos com esteatose homogênea e heterogênea, observamos que no grupo de esteatose heterogênea o uso de ROI de 1 cm<sup>2</sup> para obter a fração de gordura na área mais alterada apresentou variação significativa, demonstrando que a avaliação da esteatose heterogênea quando realizada com ROI de pequeno diâmetro

pode não ser representativa, assim como a biópsia. Por outro lado, o uso da média de quatro ROIs de 1 cm<sup>2</sup> ou a segmentação de área representativa, para medir a intensidade de sinal, não apresentaram variações significativas. Dessa forma, acreditamos que as estratégias de medidas que utilizam mais de uma ROI ou a segmentação de área representativa para obtenção da fração de gordura na esteatose heterogênea podem fornecer dados mais próximos da realidade, às vezes até mais acurados do que a biópsia.

Na esteatose homogênea, observamos que qualquer estratégia utilizada não demonstrou diferença significativa no valor final da fração de gordura. Este fato já era esperado, tendo em vista que a deposição de gordura no parênquima se dá de forma uniforme, demonstrando que não deve haver preocupação na obtenção da fração de gordura para esse grupo de pacientes. Nos dois grupos, observamos também uma elevada reprodutibilidade nas estratégias que foram realizadas manualmente.

Apesar da simplicidade e da facilidade de aplicação, o método de desvio químico tem limitações importantes. Além do custo e da disponibilidade do exame de RM, o processamento das imagens na sequência fora de fase por esta técnica resulta em intensidades de sinal que representam uma mistura de água e de gordura, não sendo possível determinar qual é dominante na imagem. Diante disso, o método torna-se menos confiável para avaliar pacientes com esteatose severa. Técnicas mais recentes, como a medida da fração de gordura por densidade de prótons, têm maior acurácia graças às múltiplas correções no processo de obtenção do sinal, porém, necessitam ser adquiridas como um pacote de *software* em separado, encarecendo ainda mais o equipamento<sup>(20,21)</sup>. De todo modo, acreditamos que os resultados obtidos no presente estudo quanto às estratégias de mensuração também possam ser aplicadas para esta técnica. É interessante salientar que a estratégia presente no *software* MRQuantif se assemelha muito com a estratégia 3 do presente estudo, sendo obtidas três ROIs no parênquima hepático e não quatro como utilizado no método testado<sup>(21)</sup>.

As limitações do nosso estudo incluem a natureza retrospectiva e o pequeno tamanho da amostra de exames com esteatose heterogênea. A ausência de uma comparação dos resultados com a avaliação histológica por biópsia também foi uma limitação do estudo, todavia, as estratégias foram comparadas entre si para um mesmo paciente.

## CONCLUSÃO

A quantificação da gordura hepática é importante não somente para o diagnóstico, mas também para determinar a gravidade da esteatose, monitorar ativamente os pacientes e avaliar a resposta terapêutica. A quantificação da gordura hepática por RM utilizando apenas uma ROI é menos representativa, principalmente na esteatose heterogênea. Não houve diferença significativa entre a obtenção da média de quatro ROIs e a segmentação de área representativa do parênquima.

**REFERÊNCIAS**

1. Fishbein M, Castro F, Cheruku S, et al. Hepatic MRI for fat quantitation: its relationship to fat morphology, diagnosis, and ultrasound. *J Clin Gastroenterol.* 2005;39:619–25.
2. Karcaaltincaba M, Akhan O. Imaging of hepatic steatosis and fatty sparing. *Eur J Radiol.* 2007;61:33–43.
3. Elias Jr J, Altun E, Zacks S, et al. MRI findings in nonalcoholic steatohepatitis: correlation with histopathology and clinical staging. *Magn Reson Imaging.* 2009;27:976–87.
4. Younossi ZM, Golabi P, Paik JM, et al. The global epidemiology of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) and nonalcoholic steatohepatitis (NASH): a systematic review. *Hepatology.* 2023;77:1335–47.
5. Chalasani N, Younossi Z, Lavine JE, et al. The diagnosis and management of non-alcoholic fatty liver disease: practice guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases, American College of Gastroenterology, and the American Gastroenterological Association. *Am J Gastroenterol.* 2012;107:811–26.
6. Delfaut EM, Beltran J, Johnson G, et al. Fat suppression in MR imaging: techniques and pitfalls. *Radiographics.* 1999;19:373–82.
7. Patton HM, Lavine JE. Focal fatty liver: more than just a radiographic curiosity? *Gastroenterol Hepatol (NY).* 2007;3:199–200.
8. Hamer OW, Aguirre DA, Casola G, et al. Fatty liver: imaging patterns and pitfalls. *Radiographics.* 2006;26:1637–53.
9. Itai Y, Saida Y. Pitfalls in liver imaging. *Eur Radiol.* 2002;12:1162–74.
10. Brunt EM, Janney CG, Di Bisceglie AM, et al. Nonalcoholic steatohepatitis: a proposal for grading and staging the histological lesions. *Am J Gastroenterol.* 1999;94:2467–74.
11. Feldstein AE, Charatcharoenwitthaya P, Treeprasertsuk S, et al. The natural history of non-alcoholic fatty liver disease in children: a follow-up study for up to 20 years. *Gut.* 2009;58:1538–44.
12. Ratziu V, Charlotte F, Heurtier A, et al. Sampling variability of liver biopsy in nonalcoholic fatty liver disease. *Gastroenterology.* 2005;128:1898–906.
13. Fishbein MH, Gardner KG, Potter CJ, et al. Introduction of fast MR imaging in the assessment of hepatic steatosis. *Magn Reson Imaging.* 1997;15:287–93.
14. Monjardim RF, Costa DMC, Romano RFT, et al. Diagnosis of hepatic steatosis by contrast-enhanced abdominal computed tomography. *Radiol Bras.* 2013;46:134–8.
15. Cruz JF, Cruz MAF, Machado Neto J, et al. Prevalence and sonographic changes compatible with fatty liver disease in patients referred for abdominal ultrasound examination in Aracaju, SE. *Radiol Bras.* 2016;49:1–5.
16. Benetolo PO, Fernandes MIM, Del Ciampo IRL, et al. Evaluation of nonalcoholic fatty liver disease using magnetic resonance in obese children and adolescents. *J Pediatr (Rio J).* 2019;95:34–40.
17. van Werven JR, Hoogduin JM, Nederveen AJ, et al. Reproducibility of 3.0 Tesla magnetic resonance spectroscopy for measuring hepatic fat content. *J Magn Reson Imaging.* 2009;30:444–8.
18. Levenson H, Greensite F, Hoefs J, et al. Fatty infiltration of the liver: quantification with phase-contrast MR imaging at 1.5 T vs biopsy. *AJR Am J Roentgenol.* 1991;156:307–12.
19. Schwenzer NF, Springer F, Schraml C, et al. Non-invasive assessment and quantification of liver steatosis by ultrasound, computed tomography and magnetic resonance. *J Hepatol.* 2009;51:433–45.
20. Caussy C, Reeder SB, Sirlin CB, et al. Noninvasive, quantitative assessment of liver fat by MRI-PDFF as an endpoint in NASH trials. *Hepatology.* 2018;68:763–72.
21. Orcel T, Chau HT, Turlin B, et al. Evaluation of proton density fat fraction (PDFF) obtained from a vendor-neutral MRI sequence and MRQuantif software. *Eur Radiol.* 2023;33:8999–9009.
22. Stine JG, Munaganuru N, Barnard A, et al. Change in MRI-PDFF and histologic response in patients with nonalcoholic steatohepatitis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2021;19:2274–83.e5.
23. Loomba R, Neuschwander-Tetri BA, Sanyal A, et al. Multicenter validation of association between decline in MRI-PDFF and histologic response in NASH. *Hepatology.* 2020;72:1219–29.
24. Reeder SB, Sirlin CB. Quantification of liver fat with magnetic resonance imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2010;18:337–57, ix.
25. Younossi Z, Tacke F, Arrese M, et al. Global perspectives on nonalcoholic fatty liver disease and nonalcoholic steatohepatitis. *Hepatology.* 2019;69:2672–82.
26. Ko E, Yoon EL, Jun DW. Risk factors in nonalcoholic fatty liver disease. *Clin Mol Hepatol.* 2023;29(Suppl):S79–S85.
27. Rinella ME, Lazarus JV, Ratziu V, et al; NAFLD Nomenclature Consensus Group. A multisociety Delphi consensus statement on new fatty liver disease nomenclature. *Hepatology.* 2023;78:1966–86.
28. Khalifa A, Rockey DC. The utility of liver biopsy in 2020. *Curr Opin Gastroenterol.* 2020;36:184–91.
29. Rockey DC, Caldwell SH, Goodman ZD, et al. Liver biopsy. *Hepatology.* 2009;49:1017–44.
30. Janiec DJ, Jacobson ER, Freeth A, et al. Histologic variation of grade and stage of non-alcoholic fatty liver disease in liver biopsies. *Obes Surg.* 2005;15:497–501.
31. Sumida Y, Nakajima A, Itoh Y. Limitations of liver biopsy and non-invasive diagnostic tests for the diagnosis of nonalcoholic fatty liver disease/nonalcoholic steatohepatitis. *World J Gastroenterol.* 2014;20:475–85.
32. Regev A, Berho M, Jeffers LJ, et al. Sampling error and intraobserver variation in liver biopsy in patients with chronic HCV infection. *Am J Gastroenterol.* 2002;97:2614–8.
33. El-Hassan AY, Ibrahim EM, al-Mulhim FA, et al. Fatty infiltration of the liver: analysis of prevalence, radiological and clinical features and influence on patient management. *Br J Radiol.* 1992;65:774–8.

