



INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO
ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE DR. LOPES DIAS

COMPARAÇÃO DA QUALIDADE DE IMAGEM E MAPAS DE COEFICIENTE DE DIFUSÃO APARENTE, NAS TÉCNICAS DE RESPIRAÇÃO LIVRE, SUSPENSÃO DE RESPIRAÇÃO E RESPIRAÇÃO SÍNCRONA, NAS IMAGEM DE DIFUSÃO ABDOMINAL OBTIDAS EM EQUIPAMENTO DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DE 1.5 TESLA

TIAGO DINIS MORAIS PATRÃO

Castelo Branco
2020



INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO
ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE DR. LOPES DIAS

COMPARAÇÃO DA QUALIDADE DE IMAGEM E MAPAS DE COEFICIENTE DE DIFUSÃO APARENTE, NAS TÉCNICAS DE RESPIRAÇÃO LIVRE, SUSPENSÃO DE RESPIRAÇÃO E RESPIRAÇÃO SÍNCRONA, NAS IMAGEM DE DIFUSÃO ABDOMINAL OBTIDAS EM EQUIPAMENTO DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DE 1.5 TESLA

TIAGO DINIS MORAIS PATRÃO

Trabalho apresentado à Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à atribuição do Título de Especialista, na área de Tecnologias de Diagnóstico e Terapêutica – Radiologia, de acordo com o artigo 9º do Decreto de Lei nº206/2009 de 31 de Agosto.

Castelo Branco
2020

Índice Geral

1. Introdução.....	3
2. Objetivos.....	4
3. Material e Métodos.....	4
4. Resultados.....	9
5. Discussão.....	13
6. Conclusão.....	14
Referências bibliográficas	15
Anexos.....	17

Índice de Figuras

<i>Figura 1- Movimento Browniano</i>	3
<i>Figura 2- Grelha de Avaliação</i>	6
<i>Figura 3- Cortes Axiais representativos</i>	7
<i>Figura 4- Cortes Axiais representativos</i>	7
<i>Figura 5- Cortes Axiais representativos</i>	8
<i>Figura 6- Cortes Axiais representativos</i>	8
<i>Figura 7- Cortes Axiais representativos</i>	8

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 Parâmetros de Aquisição</i>	5
<i>Tabela 2 Avaliação Quantitativa</i>	10

Índice de Imagens

<i>Imagem 1- Resultados médios da classificação atribuída pelos observadores</i>	9
<i>Imagem 2- Médias dos valores de ADC</i>	10
<i>Imagem 3- Valores médios de CNR</i>	11
<i>Imagem 4- Médias dos valores de SNR</i>	12

COMPARAÇÃO DA QUALIDADE DE IMAGEM E MAPAS DE COEFICIENTE DE DIFUSÃO APARENTE, NAS TÉCNICAS DE RESPIRAÇÃO LIVRE, SUSPENSÃO DE RESPIRAÇÃO E RESPIRAÇÃO SÍNCRONA, NAS IMAGEM DE DIFUSÃO ABDOMINAL OBTIDAS EM EQUIPAMENTO DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DE 1.5 TESLA

Tiago Dinis Morais Patrão

Técnico Superior de Diagnóstico e Terapêutica de Radiologia, Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, Assistente convidado, Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias do Instituto de Castelo Branco.

Resumo

Com o desenvolvimento da Ressonância Magnética ao nível dos estudos funcionais, surge a imagem ponderada por difusão, uma técnica não invasiva, que é capaz de avaliar a estrutura dos tecidos biológicos. Esta técnica baseia-se na medição da difusão das moléculas de água, que nos tecidos biológicos, corresponde ao movimento destas moléculas nos espaços intracelular, extracelular e nos espaços intravasculares. Os mapas coeficiente de difusão aparente podem quantificar o contraste de sinal da Imagem Ponderada por Difusão e atuam como uma ferramenta de grande relevo para avaliação da resposta ao tratamento e progressão de determinadas patologias. O estudo ponderado em difusão faz parte integrante da ressonância magnética moderna e é indispensável nos estudos das especialidades de neurorradiologia e radiologia, com especial relevo na imagem oncológica, sendo que a análise desta técnica fornece informações qualitativas e/ou quantitativas fundamentais para os estudos patológicos de hoje em dia.

Objetivo: Comparar a qualidade da imagem e dos mapas de coeficiente de difusão aparente dos parênquimas normais do fígado, baço e rim em imagens ponderadas por difusão nas técnicas de respiração livre, suspensão de respiração síncrona na difusão abdominal num equipamento de 1.5T e determinar qual a técnica de respiração que apresenta uma melhor qualidade de imagem e, conseqüente, melhor diagnóstico.

Métodos: O estudo por difusão do abdómen foi realizado num equipamento de 1.5T, marca Siemens, Modelo Espree em 15 voluntários saudáveis, com recurso às três técnicas respiração livre (Free Breathing, FB), suspensão de respiração (Breath Hold, BH) e respiração síncrona (Navigator-triggered prospective acquisition correction, PACE), utilizando valores de b0 e b800.

Foram realizadas análises qualitativas, através da avaliação de diferentes parâmetros da imagem por médicos com experiência nesta modalidade. E a análise quantitativa através do cálculo dos valores de SNR e CNR.

Resultados: Qualitativamente, como não existiram diferenças estatisticamente.

Qualitativamente, existem diferenças estatisticamente significativas nos valores de SNR e CNR, ao qual realizamos um teste de comparações múltiplas para saber qual a técnica que alteraria essa significância. Desse modo, foi possível verificar que a respiração livre é superior à suspensão da respiração.

Conclusão: Qualitativamente as técnicas de respiração BH e PACE produziram melhores resultados. Quantitativamente as técnicas FB e PACE foram as que obtiveram melhores resultados.

Palavras-chave

Ressonância Magnética
Difusão Abdominal
DWI,
ADC,
Breath-Hold,
PACE,
Respiração Livre

Abreviaturas, siglas e acrónimos

RM – Ressonância Magnética
DWI – Diffusion Weighted Imaging
ADC – Apparent Diffusion Coefficient
BH – Breath-hold
FB – Free breathing
PACE – navigator-triggered prospective acquisition correction
mm – milímetros
NEX – Número de excitações
s – Segundos
T – Tesla
SNR - Signal Noise Ratio
CNR - Contrast Noise Ratio
ROI – Regions of Interest

1. Introdução

O princípio da imagem de ressonância magnética (RM), ponderada na sequência de difusão (DWI) diz respeito ao movimento “browniano” dos prótons das moléculas de água através dos tecidos biológicos.

A aplicabilidade da DWI remonta aos anos 90, essencialmente na neuro-imagem, para deteção de Acidentes Vasculares Cerebrais precoces e outras doenças neurológicas, mas que de uma forma natural, tem sido cada vez mais utilizada em outros contextos clínicos (Adams, et al., 2013; Yao, et al., 2013).

A DWI possibilita a análise qualitativa da difusão das moléculas de água nos tecidos, mediante simples interpretação da intensidade do sinal na região de estudo. É possível também a análise quantitativa através do cálculo do coeficiente aparente de difusão (ADC), atribuindo valores absolutos em mm^2/s para a intensidade do sinal da região objeto em estudo (Chow, Bammer, Moseley, & Sommer, 2003).

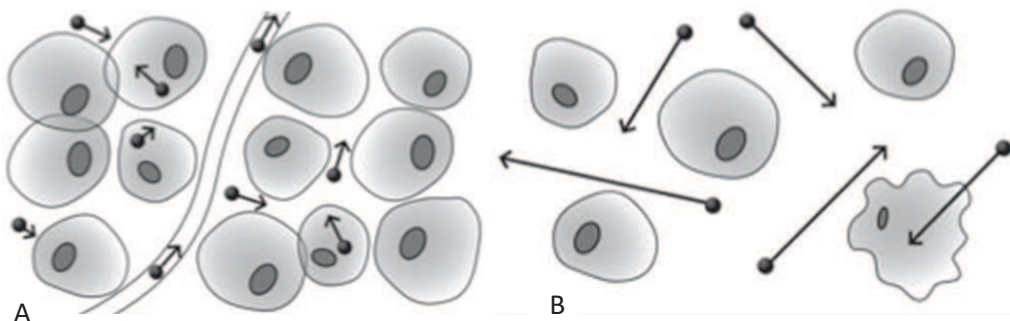


Figura 1- Movimento Browniano - Demonstração do movimento de moléculas de água entre os espaços intra e extracelular e dentro do espaço extracelular fornecendo informações sobre o grau de celularidade dos tecidos. Em A existe maior quantidade de células restringindo a movimentação das moléculas de água; em B a celularidade é menor, com maior movimentação das moléculas.

Têm sido os vários avanços tecnológicos, incluindo a introdução do Gating Respiratório fisiológico e aquisição de imagem paralela, que têm permitido o uso da DWI e respetivo Mapa de Coeficiente de Difusão Aparente (ADC) noutras regiões anatómicas, nomeadamente no estudo dos órgãos abdominais (Kandpal, Sharma, Madhusudhan, & Kapoor, 2009), uma vez que esta sequência apresenta algumas limitações, quer dos movimentos respiratórios, cardíacos e peristálticos, quer devido ao curto tempo de relaxamento T2 dos órgãos abdominais e músculos, que diminuem o SNR.

É possível recorrer a três tipos de abordagens no que toca à técnica respiratória usada, para os estudos da região abdominal: suspensão da respiração (Breath Hold, (BH)), respiração livre (free

breathing, (FB)) e respiração síncrona (Navigator-triggered Prospective Acquisition Correction, (PACE)), (Kim, et al., 2010; Galea, Cantisani, & Taouli, 2013).

O recurso à técnica de BH faz uso de um tempo de exame relativamente curto, mas a relação sinal-ruído (SNR) pode ser comprometida. A técnica de PACE permite alcançar maior SNR, mas à custa de prolongamento do tempo de exame. A técnica de FB para os estudos de DWI, é relativamente eficiente em termos de tempo e oferece boa SNR, mas a qualidade da imagem pode sofrer desfocagem e vários artefactos causados por movimento e ar no intestino, principalmente nos campos magnéticos de 3 Tesla (Yao, et al., 2013).

As medidas de ADC em DWI de apneia respiratória, ativada por respiração ou de respiração livre podem ser úteis na caracterização de lesões de órgãos abdominais (Bammer, 2003; Muraoka, et al., 2008; Bruix, et al.). Atualmente, a maioria das DWIs corporais é realizada em 1,5-Tesla.

2. Objetivos

Face às técnicas respiratórias disponíveis nos dias de hoje nos equipamentos de RM, o objetivo deste estudo foi comparar qualitativa e quantitativamente os valores de DWI (b0 e b800) e de ADC no fígado, baço e rim, sem patologia, na respiração livre (FB), breath hold(BH) e navigator-triggered prospective acquisition correction (PACE).

Assim pretendeu-se determinar qual a técnica de respiração que apresenta uma melhor qualidade de imagem e, conseqüente, melhor diagnóstico.

3. Material e Métodos

3.1. Voluntários

O estudo prospetivo, foi aprovado pelo Conselho de Ética do Grupo Sanfil Medicina, onde foram realizadas as recolhas e obtido o consentimento informado e esclarecido de todos os participantes. Foram incluídas 15 pessoas, todos voluntários saudáveis, 7 do género masculino e 8 do género feminino, com idades compreendidas entre 22 e 39 anos (idade média: 30 anos), nos quais foram adquiridas sequências de DWI nas diferentes técnicas respiratórias. Todas as aquisições foram realizadas no mês de Abril de 2017.

Os voluntários foram selecionados com base em dois critérios: sem patologia abdominal conhecida e disponíveis para integrar o estudo de forma voluntária e consentida.

3.2. Aquisição

Este estudo foi realizado com recurso a um equipamento de RM de 1,5 T - Siemens Espree – com um gradiente máximo de 40MT/m e uma Slew rate de 200T/m/s.

Para realização do exame RM abdominal de qualidade os pacientes necessitaram de realizar uma preparação prévia, que consistia num jejum de seis horas e imediatamente antes de iniciar o exame aos pacientes foi administrado um fármaco anti-espasmódico (Butilescopolamina) para diminuir os efeitos peristálticos do tubo digestivo e diminuir os artefactos de movimento.

A aquisição foi feita em decúbito dorsal, com entrada de cabeça, com recurso a bobine Phase Array de 8 canais. As sequências de aquisição para as diferentes técnicas de respiração, estão descritas na *Tabela - 1*.

Tabela 1 Parâmetros de aquisição para as três técnicas respiratórias: Respiração Livre (FB), Breath Hold (BH) e PACE Respiratório (PACE)

	RESPIRAÇÃO LIVRE	BREATH HOLD	PACE RESPIRATÓRIO
B0(T)/ Potência	1.5	1.5	1.5
Sequência	EPI	EPI	EPI
TR (ms)	4400	2800	4400
TE (ms)	85	84	85
Matrix (cm)	160X142	192X109	160X142
FOV(cm)	340	380	340
Espessura/GAP(mm/mm)	8mm/20%	6mm/20%	8mm/20%
BW (Hz/pixel)	1488	1302	1488
Nº CORTES	20	25	20
NEX	6	2	6
Valores b (s/mm ²)	0/800	0/800	0/800
Tempo de aquisição (s)	180	31	±223

3.3. Análise das imagens

Todas as imagens de DWI foram qualitativamente analisadas por dois radiologistas com 7 e 12 anos de experiência em RM abdominal.

As medições quantitativas foram realizadas de forma independente por dois técnicos de radiologia com 15 e 6 anos de experiência em RM. Ambas as imagens de DWI, b0 e b800, foram usadas para as comparações qualitativas.

Todos os dados estatísticos foram analisados e tratados através do programa Statistical Package for the Social Science Statistics 23.0.

3.3.1. Análise Qualitativa

Todas as imagens de DWI foram qualitativamente analisadas por dois Radiologistas com vários anos de experiência em RM abdominal, com recurso a uma grelha de avaliação criada para o efeito.

A análise das imagens foi realizada numa workstation de diagnóstico, através do Software OsiriX MD 8.0.2, com manutenção das condições de luminância do monitor e da sala.

Foram avaliados 90 casos, (15 doentes, cada doente com b0 e b800, para as três técnicas respiratórias).

Foi solicitado aos Radiologistas que classificassem, a qualidade das imagens atribuindo uma pontuação de 1 a 4 para a visualização do rebordo dos órgãos e artefactos de distorção (1 = má qualidade da imagem, não faz diagnóstico; 2 = qualidade razoável da imagem, qualidade de diagnóstico prejudicada; 3 = boa qualidade de imagem, não prejudica a qualidade de diagnóstico; 4 = excelente qualidade de imagem), figura 2.

Essas duas pontuações foram somadas para fornecer uma pontuação máxima de qualidade de imagem de 8 por médico, para imagens b0 e b800 para cada técnica respiratória.

Todas as imagens de RM foram analisadas em formato Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM).

		Avaliação da Qualidade de Imagem			
Médico Radiologista: 2					
Paciente: 1		1	2	3	4
Técnica de respiração 1	ARTEFACTOS DE DISTORÇÃO e VISUALIZAÇÃO DO REBORDO DOS ÓRGÃOS	b0			
		b800			
Técnica de respiração 2	ARTEFACTOS DE DISTORÇÃO e VISUALIZAÇÃO DO REBORDO DOS ÓRGÃOS		1	2	3
		b0			
Técnica de respiração 3	ARTEFACTOS DE DISTORÇÃO e VISUALIZAÇÃO DO REBORDO DOS ÓRGÃOS		1	2	3
		b800			

1 - Má qualidade; não faz diagnóstico	2 - Qualidade de imagem pobre; prejudica a qualidade do diagnóstico	3 - Boa qualidade de imagem; não prejudica a qualidade de diagnóstico	4 - Excelente qualidade de imagem
---------------------------------------	---	---	-----------------------------------

Figura 2- Grelha de avaliação criada para a análise qualitativa a preencher pelos médicos.

3.3.2. Análise Quantitativa

As medições quantitativas das relações Sinal Ruido (SNR) e Contraste Ruido (CNR) foram realizadas de forma independente por dois Técnicos de Radiologia com 15 e 6 anos de experiência em RM. Ambas as imagens de DWI, b0 e b800, foram usadas para as comparações quantitativas. Para o CNR foi considerado o órgão de referência o baço.

As relações acima descritas foram calculadas pelas seguintes fórmulas:

$$SNR = \frac{SINAL}{NOISE}$$

$$CNR = \frac{(|Sinal A - Sinal b|)}{NOISE}$$

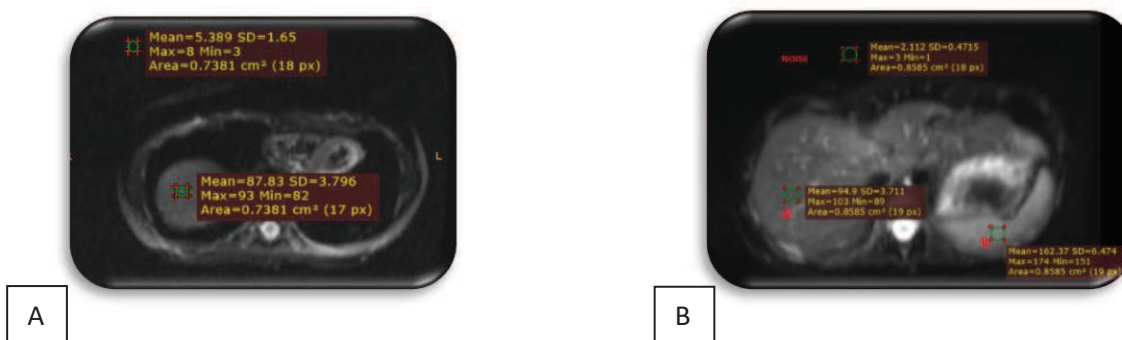


Figura 3- Cortes Axiais Exemplos de colocação de ROI's para A- Cálculo do SNR para o fígado, B – Cálculo do CNR para o fígado, tendo como órgão de

Foram colocadas Regions of Interest (ROI's) nas imagens de ADC e DWI nos seguintes locais: Fígado, Pólo Superior do Rim direito e Baço, figura – 4.

Foram colocadas e analisadas um total de 495 ROI's. Para b0 no fígado, baço e rim 15x3=45; Para b800 no fígado, baço e rim 15x3=45; SNR no b0 e b800 15x2=30; ROI no ADC para os três órgãos 15x3=45

Total de 165x3(técnicas de respiração) =495 ROI

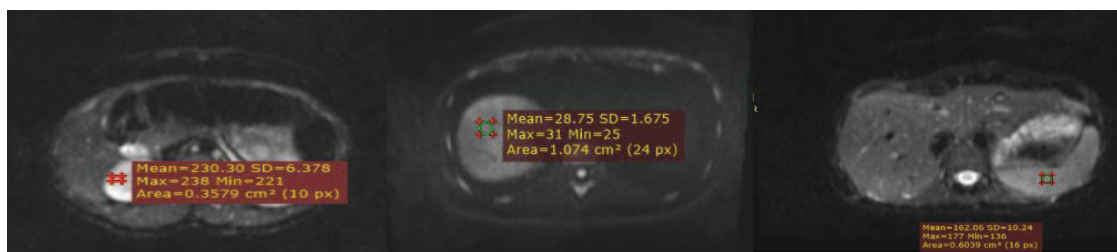


Figura 4- Cortes Axiais representativos e exemplos de colocação de ROI'S.

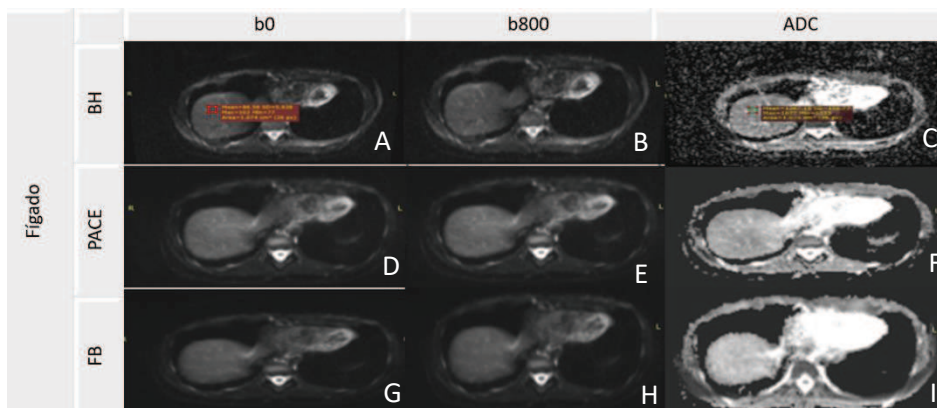


Figura 5- Cortes Axiais representativos e seus respectivos mapas ADC obtidos ao nível do fígado. DWI imagens [(A, D, G) $b = 0$ s/mm² imagens; (B, E, H) $b = 800$ s/mm² imagens] e respectivos mapas ADC (C, F, I) obtidos para as técnicas BH, PACE e FB.

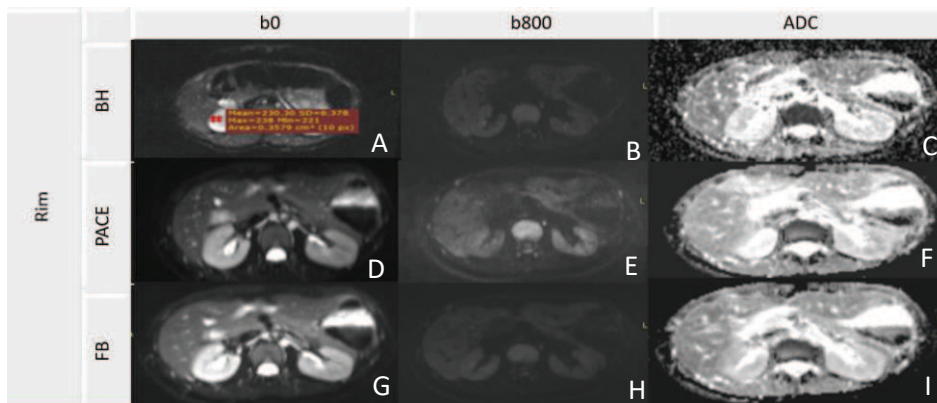


Figura 6- Cortes Axiais representativos e seus respectivos mapas ADC obtidos ao nível do rim. DWI imagens [(A, D, G) $b = 0$ s/mm² imagens; (B, E, H) $b = 800$ s/mm² imagens] e respectivos mapas ADC (C, F, I) obtidos para as técnicas BH, PACE e FB.

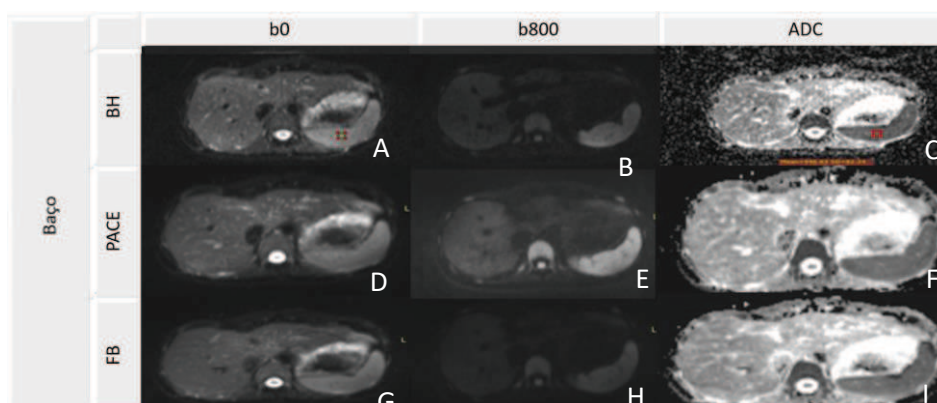


Figura 7- Cortes Axiais representativos e seus respectivos mapas ADC obtidos ao nível do baço. DWI imagens [(A, D, G) $b = 0$ s/mm² imagens; (B, E, H) $b = 800$ s/mm² imagens] e respectivos mapas ADC (C, F, I) obtidos para as técnicas BH, PACE e FB.

4. Resultados

4.1. Avaliação Qualitativa

Dado que não existiram diferenças estatisticamente significativas para a opinião dos médicos, segundo o teste qui quadrado – $p= 1,000$, foram calculadas as médias de avaliação dos radiologistas.

Seguidamente foi anotada uma tendência, *Imagem - 1*.

Para b0, foram observadas melhores médias a qualidade de imagem (2,93) para a técnica de BH, enquanto que piores resultados para a FB (2,67)

Para b800, foram observadas melhores médias de avaliação qualitativa para a técnica de PACE (2,50) e piores resultados para a FB e BH (2,43).

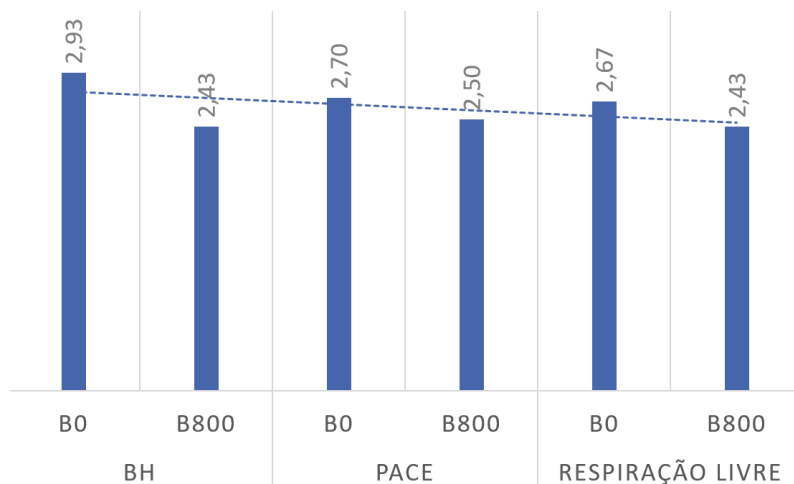


Imagem 1- Resultados médios da classificação atribuída pelos observadores para a análise qualitativa para as técnicas de BH, PACE e FB, tanto para b0 como b800.

4.2. Avaliação Quantitativa

No estudo quantitativo não existiram alterações significativas para os valores de ADC. Contudo, existiam diferenças significativas nos valores de CNR e SNR, ao qual realizamos um teste de comparação de variáveis múltiplas de forma a saber qual técnica alteraria essa significância. Deste modo, verificou-se que o FB apresenta melhores valores de CNR e SNR ao contrário do BH., como se pode verificar na *Tabela - 2*.

Tabela 2 Avaliação Quantitativa, n= 15

*Existem diferenças estatisticamente significativas, Teste de Homogeneidade de Welch

		BH	FB	PACE	p
SNR	b0	22,62	226,75	220,39	0,000*
	b800	9,47	59,13	46,79	
CNR	b0	12,66	127,26	126,75	0,000*
	b800	11,76	37,18	33,33	
ADC		1472,63	1653,18	1693,53	0,135

Em relação à média dos valores das imagens dos mapas de ADC (*Imagem - 2*), existem diferenças estatisticamente significativas nos resultados do baço ($p=0,017$) e fígado ($p=0,000$). Não existem diferenças significativas no rim ($p=0,672$).

Deste modo, é possível concluir que, BH apresenta valores de ADC inferiores e que FB e PACE apresentam valores superiores de ADC.

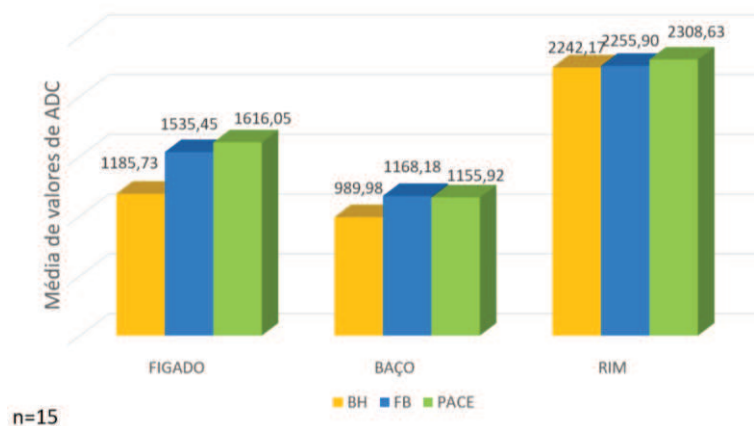
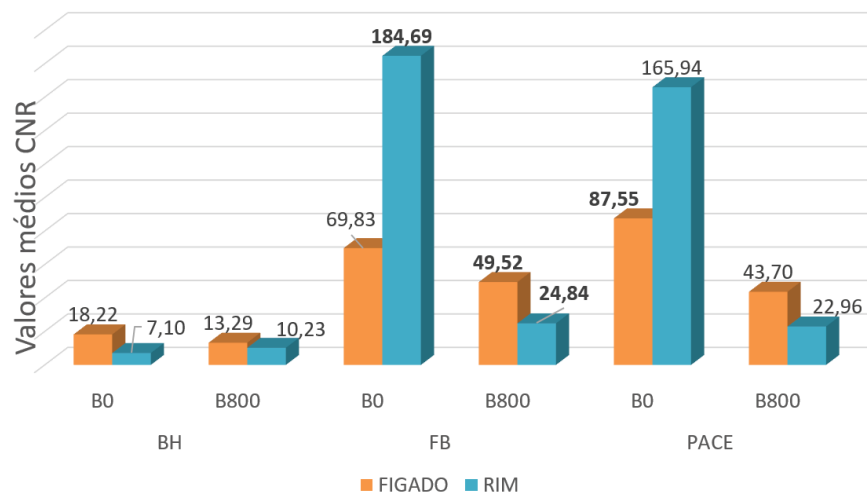


Imagem 2- Médias dos valores de ADC, n= 15

*Existem diferenças estatisticamente significativas, Teste de Homogeneidade de Welch

Nos valores de CNR (*Imagem - 3*), através do Teste Kruskal – Wallis podemos concluir que existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,000$), sendo que para o fígado, os valores médios de CNR são superiores na técnica de PACE e FB, sendo que para o rim os valores médios de CNR são superiores na FB.

A técnica respiratória BH apresenta menores valores médios de CNR, em todos os órgãos.



n=15

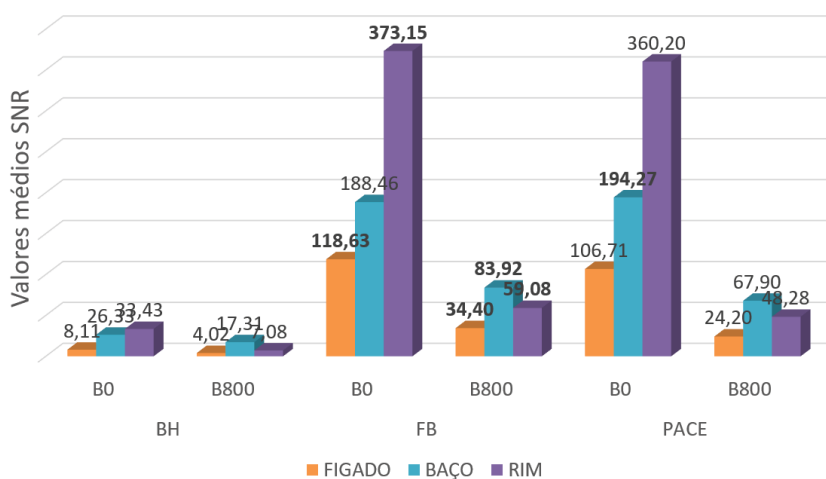
Imagem 3- Valores médios de CNR, médias dos valores n= 15
**Existem diferenças estatisticamente significativas, Teste de Homogeneidade de Welch*

Nos valores médios de SNR (*imagem – 4*), através do Teste Kruskal – Wallis podemos concluir que existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,000$),

Os valores médios de SNR são superiores na técnica de FB para os órgãos fígado e rim.

Para o baço a técnica PACE apresenta melhores resultados médios de SNR para b0, sendo que para b800 a técnica FB é superior.

A técnica BH é a que apresenta piores médias de SNR (b0 e b800) nos três órgãos.



n=15

Imagem 4- Médias dos valores de SNR, n= 15
*Existem diferenças estatisticamente significativas, Teste de Homogeneidade de Welch

5. Discussão

Na análise quantitativa, todos os valores de ADC nas diferentes técnicas de respiração apresentaram valores idênticos, apesar dos valores de BH serem mais baixos, fazendo com que a técnica a escolher não interfira com os mapas da ADC. Contudo, as imagens de DWI nos diferentes valores de B0 apresentam algumas diferenças.

A técnica FB poderá ser usada de uma forma vantajosa em doentes não colaborantes e assim apresentar uma boa relação sinal ruído e contraste ruído comparando com outras técnicas de respiração, como defende Herek, Karabulut, Kocyigit, & Yagci, 2016 e Taouli & Koh, Diffusion-weighted MR imaging of the liver, 2010. Contudo, pode apresentar mais artefactos de movimentos e, desta forma é a técnica que apresenta piores resultados na avaliação qualitativa. Esta depende muito da suscetibilidade de heterogeneidade do campo magnético, ou seja, quanto maior o campo magnético maior a suscetibilidade a movimento, logo a técnica de respiração livre terá menor sucesso num campo magnético de 3T do que 1,5T, tal como descrito por Ma, et al., 2014.

O uso PACE apresenta um tempo de aquisição maior, mas tanto na avaliação quantitativa como na qualitativa apresenta bons resultados nos valores de ADC e de CNR (fígado) e SNR (baço) nos diferentes órgãos. Todavia, esta técnica poderá perder qualidade quando o doente não apresenta uma respiração regular e/ou que não seja reconhecida pelo equipamento, havendo limitações na aquisição de imagem, como comprovado por Kandpal, Sharma, Madhusudhan, & Kapoor, 2009.

O BH é uma aquisição mais rápida, apresenta elevados valores de SNR e pode ser escolhida para realizar exames em equipamentos de 3T, tal como o PACE, Ma, et al., 2014.

Na análise quantitativa, esta técnica apresenta os piores resultados de SNR e CNR em relação às outras técnicas, muito possivelmente devido as diferenças de parâmetros da sequência, como por exemplo o uso de NEX menor em relação às restantes técnicas, apesar de apresentar um TE mais baixo, uma vez que o TE determina a ponderação T2 – se tem T2 curtos terão uma melhor qualidade de imagem, tal como verificado no estudo Chow, Bammer, Moseley, & Sommer, 2003. O que não verificado neste estudo.

Esta técnica apresenta limitações quando os doentes não conseguem realizar apneia durante o tempo de aquisição como descrito Kandpal, Sharma, Madhusudhan, & Kapoor, 2009, o que não é comprovado neste estudo, uma vez que os pacientes eram todos colaborantes.

O PACE poderá ser das melhores técnicas para estudos abdominais, apresentando neste trabalho a melhor qualidade de imagem, e assim um melhor diagnóstico, tal como defende Kandpal, Sharma,

Madhusudhan, & Kapoor, 2009. Porém, o BH no presente estudo apresenta melhor visualização dos rebordos dos órgãos na parte qualitativa e diminuição da distorção.

Segundo vários autores e pelo que foi concluído neste estudo, consegue-se identificar que a técnica de respiração a utilizar irá depender de vários fatores, principalmente do tipo de doente, ou seja da colaboração na respiração, do equipamento e do tipo de sequência. Toda a combinação destes permitirão realizar sequencias de DWI com a melhor qualidade possível.

Existem algumas limitações e desafios a futuros na investigação, tal como a aumentar o número de voluntários e diferenciar-se nas faixas etárias, e existir a possibilidade de comparação entre estas. As 3 técnicas apresentavam parâmetros de sequência diferentes, o que poderá alterar a qualidade de imagem e assim os parâmetros avaliados, propondo-se padronizar os parâmetros de aquisição em estudo futuro.

6. Conclusão

Do ponto de vista qualitativo conclui-se que este estudo apresenta melhores resultados para as técnicas BH e PACE em detrimento da FB.

Do ponto de vista quantitativo conclui-se que a técnica respiratória FB apresenta melhores resultados de CNR para o rim e melhor SNR nos três órgãos. A técnica PACE apresenta melhor CNR no fígado e melhor SNR no baço. Esta técnica apresenta valores de ADC mais elevados.

Quanto à Técnica BH apresenta piores resultados de SNR e CNR e valores mais baixos de ADC

Conclui-se assim, que no nosso estudo as técnicas respiratórias mais indicadas para o estudo dos órgãos abdominais são a FB e PACE.

Contudo, importa sublinhar que deve-se ter em conta vários fatores: equipamento a usar, paciente e a sua colaboração, sequência e por fim a técnica respiratória.

Referências bibliográficas

- Adams, R., Aloia, T., Loyer, E., Pawlik, T., Taouli, B., & Vauthey, J. (2013). Selection for hepatic resection of colorectal liver metastases: Expert consensus statement. *HPB*.
- Akisik, M., Aisen, A., Sandrasegaran, K., Jennings, S., Lin, C., Sherman, S., . . . Rydberg, M. (1 de 2009). Assessment of chronic pancreatitis: Utility of diffusion-weighted MR imaging with secretin enhancement. *Radiology*, *250*(1), 103-109.
- Bammer, R. (2003). Basic principles of diffusion-weighted imaging. *European Journal of Radiology*.
- Bruix, J., Sherman, M., Llovet, J., Beaugrand, M., Lencioni, R., Burroughs, A., . . . Shouval, D. (s.d.). *Clinical Management of Hepatocellular Carcinoma. Conclusions of the Barcelona-2000 EASL Conference*.
- Charnsangavej, C., Clary, B., Fong, Y., Grothey, A., Pawlik, T., & Choti, M. (2006). Selection of patients for resection of hepatic colorectal metastases: Expert consensus statement. *Annals of Surgical Oncology*, *13*, pp. 1261-1268.
- Chow, L., Bammer, R., Moseley, M., & Sommer, F. (1 de 9 de 2003). Single breath-hold diffusion-weighted imaging of the abdomen. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, *18*(3), 377-382.
- Erdogmus, D., Larsson, E., Yan, R., Principe, J., & Fitzsimmons, J. (2004). Asymptotic SNR-performance of some image combination techniques for phased-array MRI. *Signal Processing*.
- Erdogmus, D., Larsson, E., Yan, R., Principe, J., & Fitzsimmons, J. (2004). Measuring the signal-to-noise ratio in magnetic resonance imaging: A caveat. *Signal Processing*.
- Galea, N., Cantisani, V., & Taouli, B. (6 de 2013). Liver lesion detection and characterization: Role of diffusion-weighted imaging. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, *37*(6), 1260-1276.
- Herek, D., Karabulut, N., Kocyigit, A., & Yagci, A. (25 de 10 de 2016). Evaluation of free breathing versus breath hold diffusion weighted imaging in terms apparent diffusion coefficient (ADC) and signal-to-noise ratio (SNR) values for solid abdominal organs. *Polish Journal of Radiology*, *81*, 502-506.
- Kandpal, H., Sharma, R., Madhusudhan, K., & Kapoor, K. (4 de 2009). Respiratory-triggered versus breath-hold diffusion-weighted MRI of liver lesions: Comparison of image quality and apparent diffusion coefficient values. *American Journal of Roentgenology*, *192*(4), 915-922.
- Kim, S., Lee, S., Byun, J., Park, S., Kim, J., Park, B., . . . Lee, M. (6 de 2010). Malignant hepatic tumors: Short-term reproducibility of apparent diffusion coefficients with breath-hold and respiratory-triggered diffusion-weighted MR imaging. *Radiology*, *255*(3), 815-823.
- Koh, D., & Collins, D. (6 de 2007). Diffusion-weighted MRI in the body: Applications and challenges in oncology. *American Journal of Roentgenology*, *188*(6), 1622-1635.
- Liu, L., Zhang, Q., Wu, M., Li, W., & Shang, F. (2013). Adaptive segmentation of magnetic resonance images with intensity inhomogeneity using level set method. *Magnetic Resonance Imaging*.
- Ma, C., Wang, J., Li, Y.-J., Pan, C.-S., Zhang, Y., Wang, H., . . . Lu, J.-P. (2014). Comparisons of Image Quality and ADCs in Breath-Hold, Respiratory-Triggered and Free-Breathing DWI of Pancreas at 3-T. *Open Journal of Radiology*, *04*(04), 279-292.

Muraoka, N., Uematsu, H., Kimura, H., Imamura, Y., Fujiwara, Y., Murakami, M., . . . Itoh, H. (6 de 2008). Apparent diffusion coefficient in pancreatic cancer: Characterization and histopathological correlations. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 27(6), 1302-1308.

Pedoia, V., Strocchi, S., Colli, V., Binaghi, E., & Conte, L. (5 de 2013). Functional magnetic resonance imaging: Comparison between activation maps and computation pipelines in a clinical context. *Magnetic Resonance Imaging*, 31(4), 555-566.

Taouli, B. (2 de 2012). Diffusion-weighted MR imaging for liver lesion characterization: A critical look. *Radiology*, 262(2), 378-380.

Taouli, B., & Koh, D. (1 de 2010). Diffusion-weighted MR imaging of the liver. *Radiology*, 254(1), 47-66.

Yao, X., Yun, H., Zeng, M., Wang, H., Sun, F., Rao, S., & Ji, Y. (5 de 2013). Evaluation of ADC measurements among solid pancreatic masses by respiratory-triggered diffusion-weighted MR imaging with inversion-recovery fat-suppression technique at 3.0T. *Magnetic Resonance Imaging*, 31(4), 524-528.

Anexos

Anexo I – Carta para a Comissão de Ética

À Comissão de Ética do Grupo Sanfil Medicina

Exma. Comissão,

Eu, Tiago Dinis Morais Patrão, Técnico de Radiologia da Vossa instituição e atualmente aluno da Escola Superior Tecnologias da Saúde de Coimbra, a frequentar a Pós-graduação em Ressonância Magnética, venho requerer a vossa anuência para a efetivação de um Projeto de investigação intitulado: **“Comparação da qualidade de imagem e mapas de coeficiente de difusão aparente, nas técnicas de respiração livre, suspensão de respiração e respiração síncrona, nas imagem de difusão abdominal obtidas em equipamento de ressonância magnética de 1.5 Tesla”**.

Esta investigação destina-se à realização de exames de ressonância magnética em pacientes voluntários que desejem integrar o projeto, após ter-lhes sido explicado, informado e sua consequente aceitação mediante consentimento informado que se anexa.

Pretendo, com esta investigação, comparar a qualidade da imagem e dos mapas de coeficiente de difusão aparente dos parênquimas normais do fígado, baço e rim em imagens de ressonância magnética abdominal e determinar qual a técnica de respiração que apresenta uma melhor qualidade de imagem e, consequente, melhor diagnóstico.

Sem outro assunto, e na expectativa de vossas prezadas notícias, subscrevo-me com elevada estima e consideração, deixando em anexo os meus contactos para eventuais dúvidas ou esclarecimentos que considerem necessários.

Coimbra, 16 de Março de 2017

O aluno: Tiago Dinis Morais Patrão

Anexo II – Consentimento Informado e Questionário

ENQUADRAMENTO

Eu, Tiago Dinis Morais Patrão, Técnico de Radiologia e atualmente aluno da Escola Superior Tecnologias da Saúde de Coimbra, a frequentar a Pós-graduação em Ressonância Magnética, venho requerer a vossa participação num Projeto de investigação intitulado: “Comparação da qualidade de imagem e mapas de coeficiente de difusão aparente, nas técnicas de respiração livre, suspensão de respiração e respiração síncrona, nas imagens de difusão abdominal obtidas em equipamento de ressonância magnética de 1.5 Tesla”.

Esta investigação destina-se à realização de exames de ressonância magnética em pacientes voluntários que desejem integrar o projeto, após ter-lhes sido explicado, informado e sua consequente aceitação mediante consentimento informado que se anexa.

Pretendo, com esta investigação, comparar a qualidade da imagem e dos mapas de coeficiente de difusão aparente dos parênquimas normais do fígado, baço e rim em imagens de ressonância magnética abdominal e determinar qual a técnica de respiração que apresenta uma melhor qualidade de imagem e, consequente, melhor diagnóstico.

PREPARAÇÃO PARA O ESTUDO

- Deve comparecer 30 minutos antes da hora de exame marcada;
- 30 minutos antes do exame será administrado por via intramuscular 20 mg de Butilescopolamina, para redução dos movimentos intestinais (peristaltismo);
- Realizar 6 horas de jejum;
- Durante o exame serão realizadas várias sequencias de aquisição de imagens com tipos de respiração diferentes:
 1. Respiração livre, respirando normalmente durante esta aquisição;
 2. Suspensão de respiração, realizando uma apneia respiratória com cerca de 30 segundos;
 3. Respiração síncrona, com recurso a um cinto colocado sobre o tórax, permitindo monitorizar os seus movimentos respiratórios

Declaro ter-me sido explicado e informado o objetivo do estudo bem como todas as etapas do exame que voluntariamente realizo.

Nome: _____

Assinatura: _____

A **Ressonância Magnética** (RM) usa campos magnéticos fortes, sendo importante que não entre na sala com nenhum tipo de material ferromagnético (aço, ferro, etc.), quer no corpo, quer na roupa. Deverá, por isso, retirar todos os objetos de que for portador antes de efetuar o exame (anéis, brincos, ganchos, relógio, prótese dentária, etc.). O correto preenchimento do seguinte questionário é de extrema importância para garantirmos a sua segurança e qualidade do exame. Esclareça qualquer dúvida junto do Técnico de Radiologia e/ou Médico. O exame demora cerca de 20 min e todas as informações recolhidas são confidenciais.

Idade: _____ Peso: _____ Kg

Já fez algum exame de RM? Sim Não A quê _____ Data da última: ____/____/____

Já foi operado (a)? Sim Não A quê _____

INFORME-NOS SE:

	SIM	NÃO		SIM	NÃO
Tem <i>pacemaker</i> (pilha no coração)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tem claustrofobia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tem válvulas cardíacas mecânicas (não biológicas)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tem algum tipo de emplastro de medicação?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fez cateterismo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tem derivação ventricular (<i>shunt</i>)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se sim, tem <i>STENT's</i> ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tem neuroestimuladores?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tem dispositivos auditivos ou implantes cocleares?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tem partículas de metal no corpo (chumbos de caça, limalhas ou estilhaços)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tem clips metálicos (cranianos, aórticos ou outros)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tem placas, parafusos ou cavilhas metálicas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tem suturas metálicas e/ou agraços cirúrgicos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tem algum tipo de prótese, implante ou aparelho dentário?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tem alergia a medicamentos/alimentos/outros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tem tatuagens ou <i>piercings</i> ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quais? _____			Tem doenças renais?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
É diabético?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se sim, faz diálise?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se sim, tem bomba de insulina?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Caso se aplique:		
Tem asma ou bronquite asmática?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Está ou poderá estar grávida?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se sim, usa broncodilatadores (bomba)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tem dispositivo intra-uterino (DIU)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Declaro ter lido e compreendido as informações acima descritas e, após ter tido o tempo de reflexão necessário, autorizo a realização do exame:

Coimbra, ____ - ____ - ____

Ass: _____