

RM da mama

Optimização dos valores de b em Difusão

Autores: Filipa Borlinhas ^{a, b} e Hugo A. Ferreira ^{b, c}

Palavras-Chave : Ressonância Magnética (RM), Mama, Difusão, Coeficiente de Difusão Aparente (ADC), valores de b.

Introdução

A imagem por difusão em RM caracteriza o movimento microscópico e aleatório das moléculas de água no tecido e a sua quantificação através do ADC permite avaliar a celularidade e estrutura do mesmo. O valor b corresponde ao factor de sensibilização à difusão, sendo que as imagens podem ser mais ou menos ponderadas em difusão.

Segundo vários autores torna-se importante a determinação dos valores de b mais adequados pois este parâmetro é variável com o tipo de equipamento utilizado, podendo influenciar a qualidade diagnóstica do método.

Objectivo

Optimizar os valores de b na aquisição de imagens ponderadas em difusão em RM da mama.

Metodologia

Este estudo incluiu 20 mulheres (58±11anos) com patologia neoplásica mamária. Todas as utentes deram o seu consentimento informado relativamente à participação no estudo.



Figura 1 e 2 - Utilizou-se um equipamento de RM 1,5T Intera (Philips) e antena *phased-array* de 4 canais específica da mama (SENSE, Philips).

Sequência DWI
(*spin-echo single-shot eco-planar SE-SS-EPI*)
+
b=0; b=50; b=250; b=500; b=750; b=1000s/mm²

Tempo aquisição = 4 minutos!!

Nas imagens obtidas para os diferentes bs delimitaram-se regiões de interesse nas lesões (ROI), determinando a sua intensidade de sinal (S).

Foram feitos ajustes exponenciais $S = S_0 \exp(-b \cdot ADC)$ aos dados de S vs valores de b de modo a determinar o valor do coeficiente de difusão aparente (ADC) para cada lesão. O ADC foi calculado incluindo ou excluindo o valor $b = 0 \text{ s/mm}^2$ do ajuste, sendo assim possível determinar a influência destes dados na qualidade do ajuste (avaliada pelo coeficiente de ajuste R^2). Foram ainda calculados valores de ADC com base em pares S/valores de b, segundo a fórmula: $ADC(b_2, b_1) = -1/(b_2 - b_1) \cdot \ln(S_2/S_1)$. De seguida foram determinados os pares de valores de b para os quais os valores de $ADC(b_2, b_1)$ eram mais próximos dos valores de ADC dos ajustes, de modo a escolher os pares de valores a utilizar numa sequência otimizada para a prática clínica.

Avaliou-se também a diferença entre os valores de ADC teóricos (obtidos a partir do ajuste exponencial) e os experimentais (calculados através da fórmula anterior) de forma a analisar estes dois métodos de cálculo. Da mesma maneira analisou-se a diferença entre o cálculo do ADC com 6 valores de b e apenas com a combinação óptima determinada neste estudo.

Resultados

Observou-se que na maioria das utentes a exclusão dos valores $b = 0 \text{ s/mm}^2$ resultou em ajustes com qualidade superior ($R^2 \approx 1$) (Figura 3). Verificou-se também que os pares $b = 50 - 1000 \text{ s/mm}^2$ constituem a combinação óptima mais frequente (Figura 4, 5 e 6).

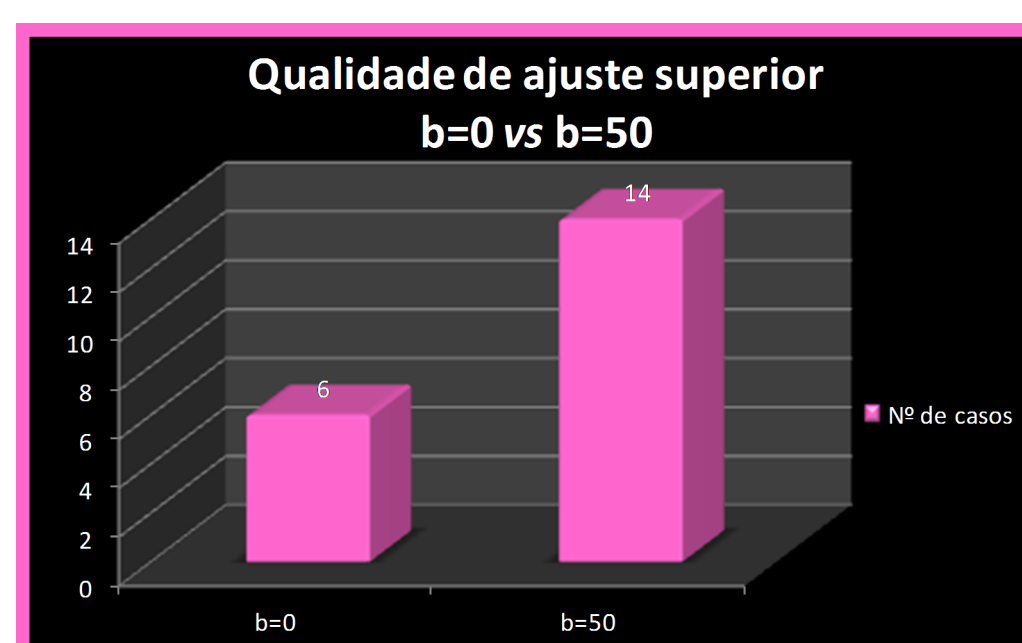


Figura 3— Relação entre o cálculo do ADC com base no indicador R^2 . Os resultados indicam que em 14 utentes, a exclusão do valor de sinal do $b=0$ implicou uma melhor qualidade de ajuste.

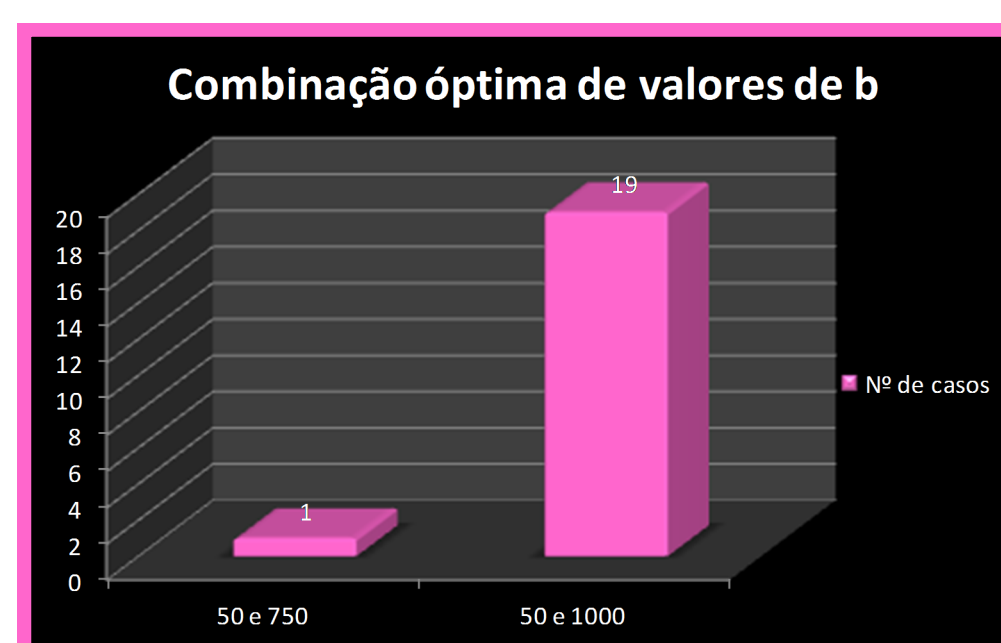


Figura 4 — Número de casos por combinação óptima. Verificou-se apenas 1 caso em que a combinação óptima foi de $b = 50$ e 750 , assim em 19 utentes tiveram como combinação óptima $b = 50$ e 1000 .

Referências Bibliográficas

- Sasaki M, Yamada K, Watanabe Y, Matsui M, Ida M, Fujiwara S, Shibata E. Variability in Absolute Apparent Diffusion Coefficient Values across Different Platforms May Be Substantial: A Multivendor, Multi-institutional Comparison Study. *Radiology*. 2008 Nov; 249(2):624-30.
- Peters N, Vincken K, van den Bosch M, Lujtjen P, Mali W, Bartels L. Quantitative Diffusion Weighted Imaging for Differentiation of Benign and Malignant Breast Lesions: The Influence of the Choice of b-Values. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2010 Feb; 31:1100-1105.
- Pereira FPA, Martins G, Figueiredo E, Domingues MNA, Domingues RC, Fonseca LMB, Gasparetto EL. Assessment of Breast Lesions With Diffusion-Weighted MRI: Comparing the Use of Different b Values. *AJR*. 2009; 193:1030-5.
- Ogura A, Hayakawa K, Miyabito T, Maeda F. Imaging parameter effects in apparent diffusion coefficient determination of magnetic resonance imaging. *Eur J of Radiol*. 2011; 77:185-8.

Relativamente às diferenças entre ADCs teóricos e experimentais, os resultados são indicativos de diferenças superiores nos ADCs calculados com $b=0$ (15 utentes), com uma diferença média de $6,00\% \pm 2,91$, enquanto que nos ADCs calculados com $b=50$ se obteve uma diferença menor ($4,55\% \pm 2,34$). A diferença entre o cálculo de ADC com 5 bs comparativamente ao cálculo a partir da combinação óptima deste estudo foi em média de $1,58\% \pm 1,24$.

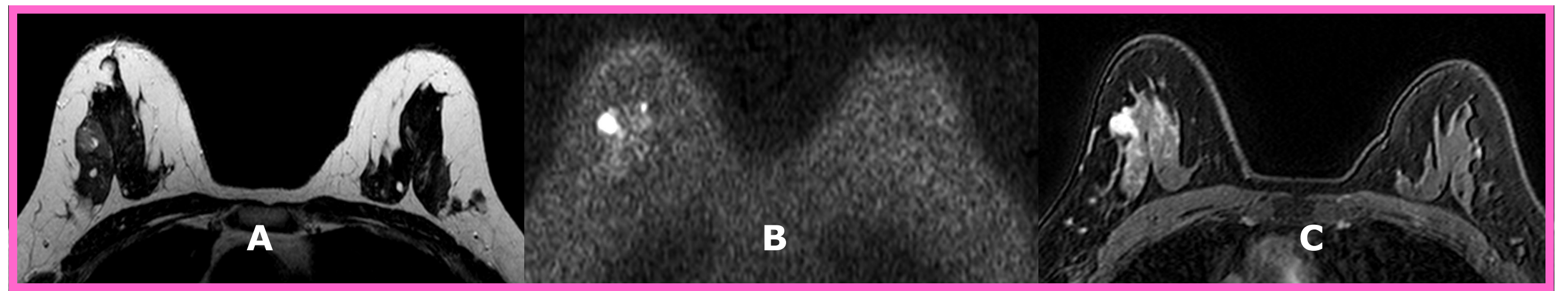


Figura 5 — Lesão localizada no quadrante supero-externo (QSE) da mama direita, cuja análise histológica é compatível com Fibroadenoma. A— Imagem bilateral mamária no plano axial ponderada em T2. B— Imagem bilateral mamária no plano axial ponderada em difusão. Apresenta-se a imagem que corresponde a $b=1000 \text{ s/m}^2$. C— Imagem dinâmica bilateral mamária no plano axial com injeção de agente de contraste. D— Pormenor das imagens de Difusão com a utilização dos diferentes valores de b considerados. Comparando as imagens $b=0$ e $b=50$, é possível começar a notar que os contornos em $b=50$ são mais discerníveis que em $b=0$, apesar de existir ainda contaminação do sinal de tecido adjacente que não corresponde à lesão mas pode estar alterado. Na imagem de $b=1000 \text{ s/m}^2$ verifica-se que o parênquima mamário adjacente à lesão tem menor sinal fazendo sobressair o próprio sinal da lesão. E— Gráfico que representa a análise deste caso relativamente ao R^2 (contorno verde) a partir do qual é possível determinar a qualidade do ajuste do valor de ADC (contorno vermelho).

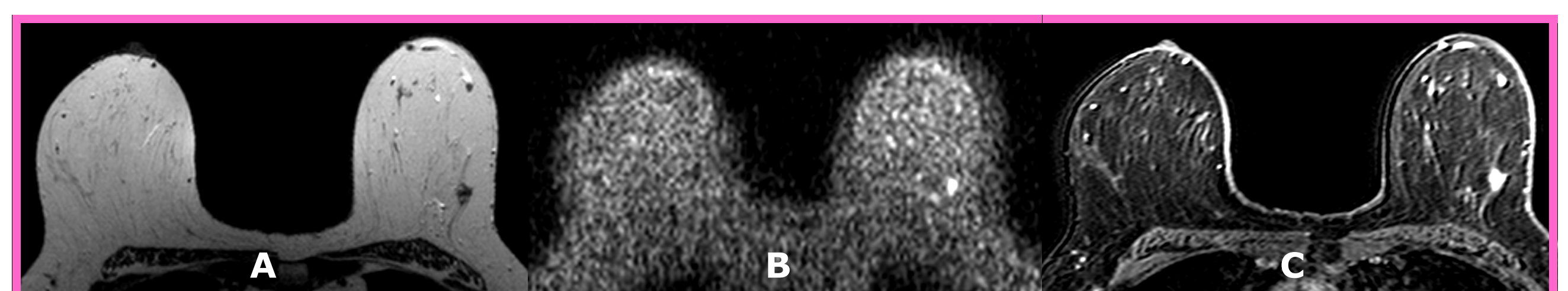
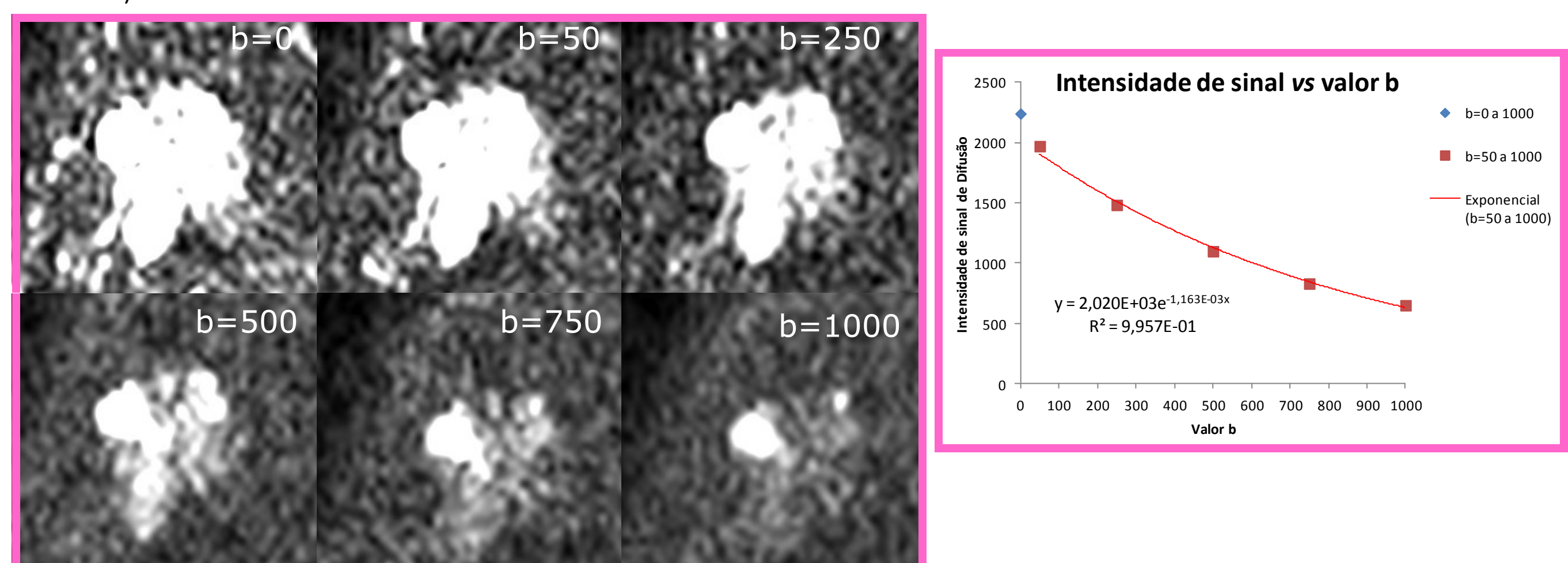
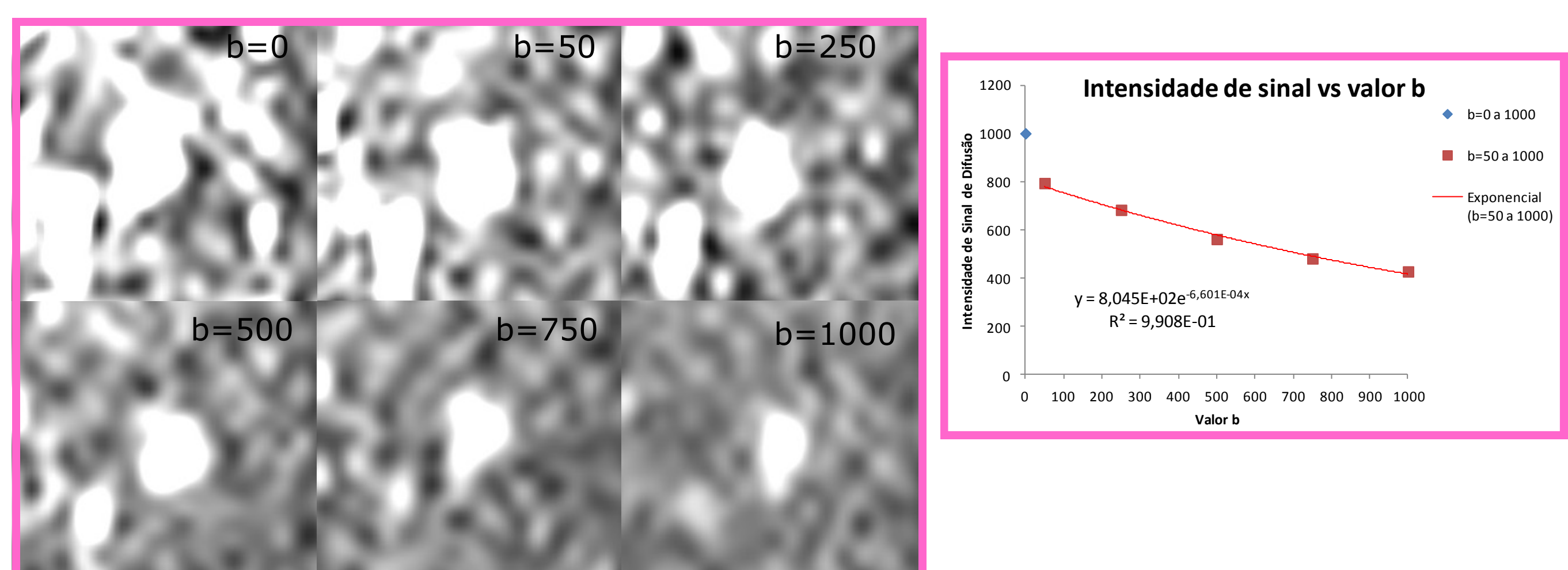


Figura 6 — Lesão localizada no quadrante supero-externo (QSE) da mama esquerda, de pequenas dimensões cuja análise histológica confirmou Carcinoma Ductal Invasivo. A— Imagem bilateral mamária no plano axial ponderada em T2. B— Imagem bilateral mamária no plano axial ponderada em difusão. Apresenta-se a imagem que corresponde a $b=1000 \text{ s/m}^2$. C— Imagem dinâmica bilateral mamária no plano axial com injeção de agente de contraste. D— Pormenor das imagens de Difusão com a utilização dos diferentes valores de b considerados. Relativamente à opção entre $b=0$ 1000 s/m^2 , na imagem de $b=50 \text{ s/m}^2$ é possível delinear melhor os contornos da lesão, diferenciando-se a mesma do restante parênquima que pode ter um sinal mais elevado, mas não corresponde a tecido lesional. Na imagem de $b=1000 \text{ s/m}^2$ a lesão é facilmente distinguível de todo o restante parênquima, verificando-se menor contaminação de sinal de tecido adjacente não lesional.



Discussão

A inclusão de $b = 0 \text{ s/mm}^2$ no cálculo do ADC não é óptima provavelmente porque a $b = 0 \text{ s/mm}^2$ não corresponde a uma imagem com ponderação em difusão, sendo introduzida contaminação de sinal T_2 . Concluiu-se que o método de cálculo do ADC através do ajuste exponencial da intensidade de sinal é credível retirando o valor $b = 0 \text{ s/mm}^2$.

Quanto à melhor combinação de valores de b obtida para o cálculo do ADC foi $b = 50$ e 1000 s/mm^2 sendo esta mais próxima do ajuste ADC usando múltiplos valores de b e a recomendada para a prática clínica.

Revela-se assim importante a realização deste tipo de estudos de forma a rever e otimizar práticas.

^a Instituto Português de Oncologia de Lisboa Francisco Gentil, E.P.E. (IPOLFG,EPE)

^b Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa (ESTeSL)

^c Instituto de Biofísica e Engenharia Biológica (IBEB), Faculdade de Ciências da Univ. de Lisboa