

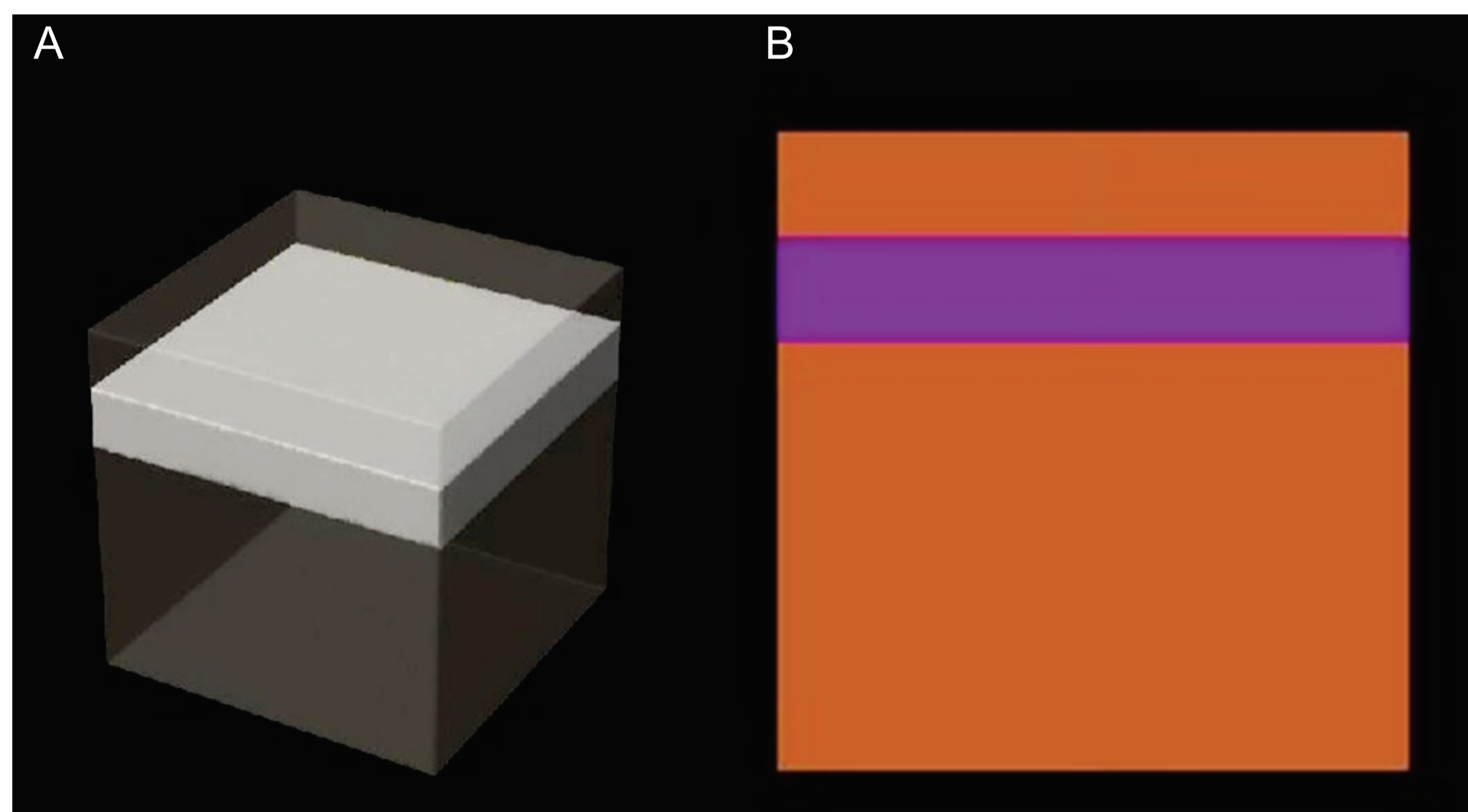
**Cristiano Reis; Saulo S. Fortes; Leonardo Peres**  
 Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA)  
 Praça da Cruz Vermelha, 20230-130, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

## OBJETIVOS

Avaliar o desempenho de algoritmos de cálculo de dose utilizados em sistemas de planejamento de tratamento (TPSs) em radioterapia em comparação com simulação Monte Carlo (MC) em regiões de heterogeneidades.

## MÉTODOS

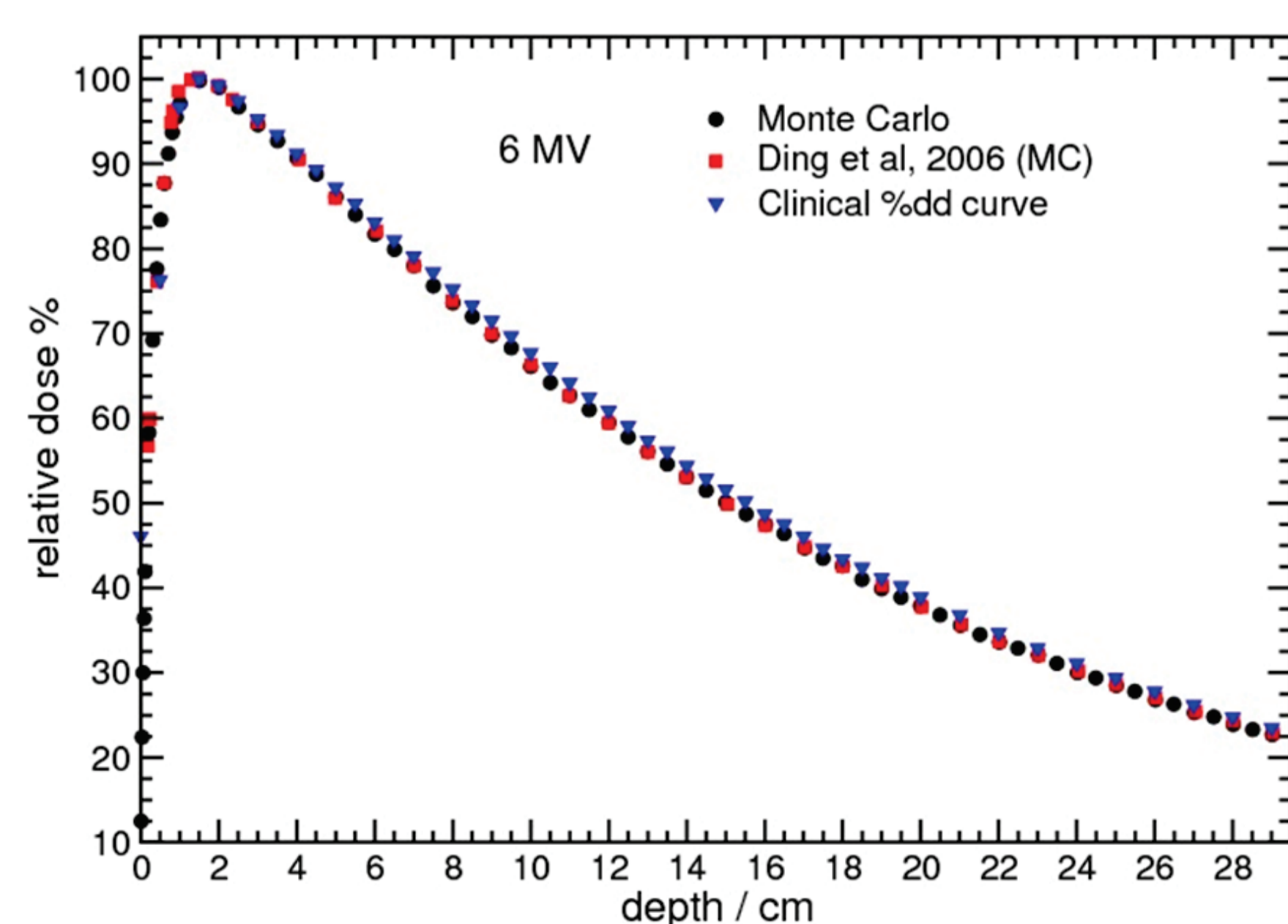
Simulações Monte Carlo com o código PENELOPE foram realizadas tanto para validação de um espectro de 6 MV de um acelerador linear Trilogy VARIAN quanto para comparação de cálculos de dose realizados pelos algoritmos Pencil Beam Convolution (PBC), Analytical Anisotropy Algorithm (AAA) e Acuros XB, disponíveis comercialmente em muitos TPSs. Curvas de dose relativa em profundidade (PDP) foram calculadas em fantasmas heterogêneos com camadas de materiais equivalentes a osso e pulmão com densidades de  $1.8 \text{ g/cm}^3$  (1488HU) e  $0.3 \text{ g/cm}^3$  (-678 HU) respectivamente (Fig. 1) com campos de  $1 \times 1 \text{ cm}^2$ ,  $2 \times 2 \text{ cm}^2$ ,  $3 \times 3 \text{ cm}^2$  e  $10 \times 10 \text{ cm}^2$ .



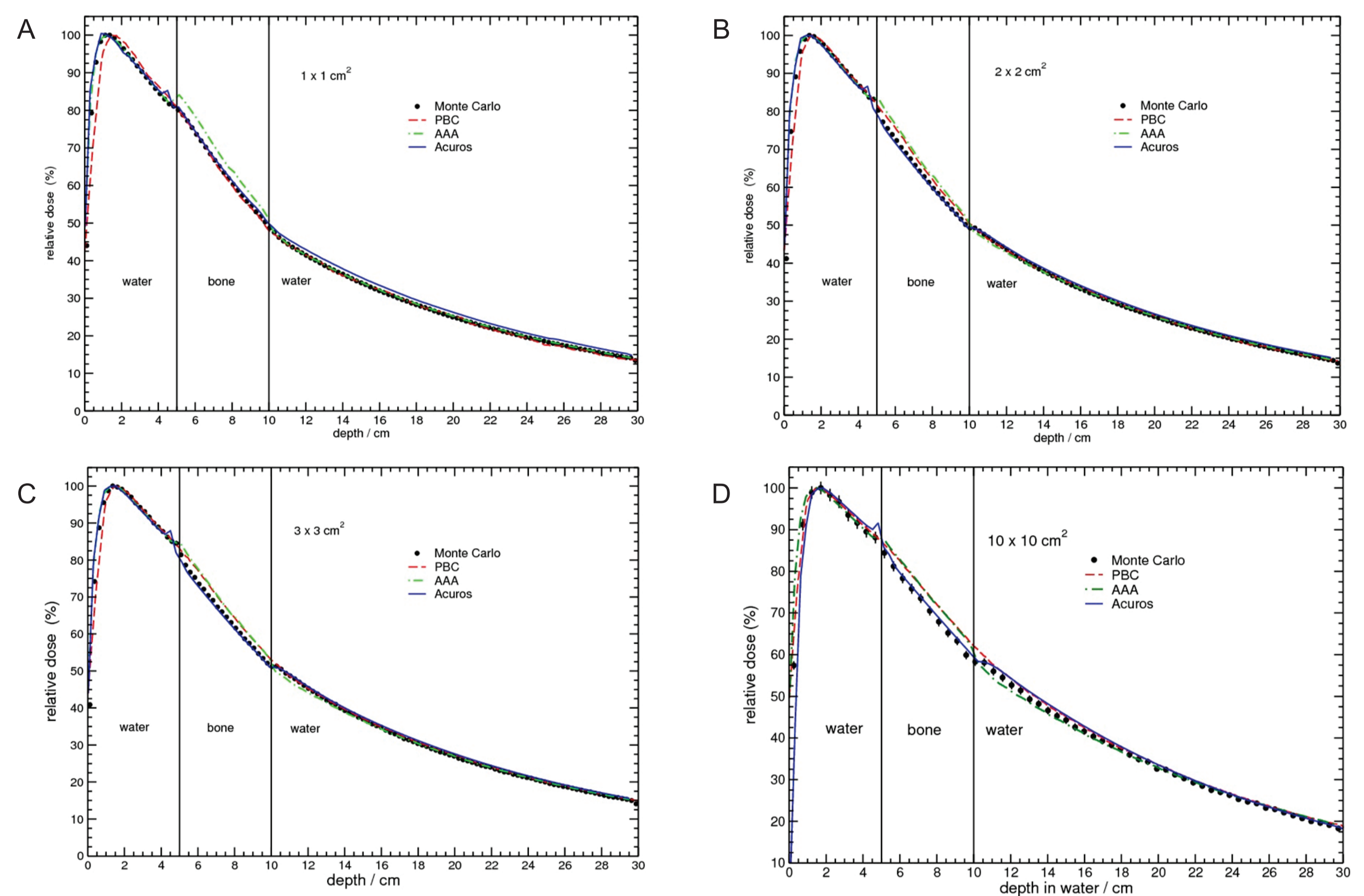
**Figura 1:** Fantoma virtual de água heterogêneo com interfaces de material tecido equivalente (osseo ou pulmão) modelado no sistema de planejamento Eclipse (a). Em (b) o mesmo set-up é modelado com o código PENELOPE e visualizado usando a ferramenta gview. O material tecido equivalente de 5 cm de espessura é colocado a 5 cm de profundidade no fantoma de água.

## RESULTADOS

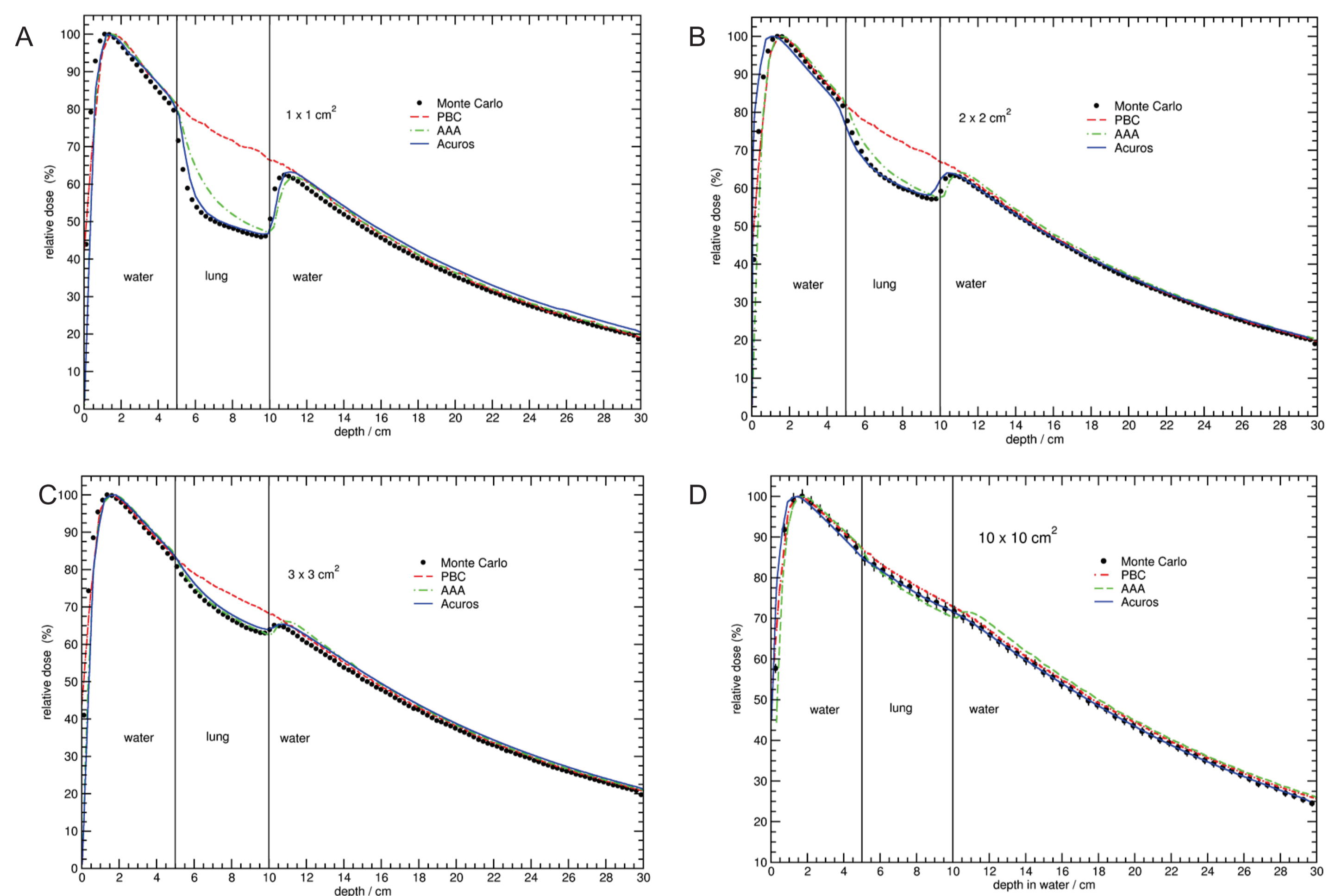
Comparação de curvas de PDP calculadas por Monte Carlo mostrou concordância dentro de 1,6% com a respectiva curva de %dd clínica (Fig. 2). Máxima diferença entre os resultados calculados nesse trabalho e dados de Monte Carlo da literatura são de 0,4% em relação à máxima dose após a região de buildup. Análise das curvas de dose relativa em profundidade na interface água-osso (Fig. 3) mostra que os algoritmos PBC e AAA apresentam os maiores desvios em relação aos valores calculados por Monte Carlo com máximas diferenças de 4,3% em relação à máxima dose. Dentre os três algoritmos investigados, o Acuros apresentou a melhor concordância com os dados obtidos por Monte Carlo com máxima diferença de 1,6%. Cálculos para a interface água-pulmão (Fig. 4) mostraram diferenças máximas com Monte Carlo de 24%, 11,5% e 7,5% para os algoritmos PBC, AAA e Acuros respectivamente para o campo de  $1 \times 1 \text{ cm}^2$ .



**Figura 2:** Curvas de porcentagem de dose em profundidade (PDP) para o feixe de fótons de 6 MV com campo de  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  em SSD = 100 cm. Curvas de dose calculadas por Monte Carlo são comparadas com dados também simulados por Ding et al [1] e com curva de PDP clínica.



**Figura 3:** Comparação de das curvas de PDP para a interface água-osso com campos de  $1 \times 1 \text{ cm}^2$  (a),  $2 \times 2 \text{ cm}^2$  (b),  $3 \times 3 \text{ cm}^2$  (c) and  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  (d). Máximas diferenças em osso são de 4,3% (campo  $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ ), 4,3% (campo  $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ ) e 1,6% (campos  $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ ,  $3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$  e  $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ ) para os algoritmos PBC, AAA e Acuros respectivamente.



**Figura 4:** Comparação de das curvas de PDP para a interface água-pulmão com campos de  $1 \times 1 \text{ cm}^2$  (a),  $2 \times 2 \text{ cm}^2$  (b),  $3 \times 3 \text{ cm}^2$  (c) and  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  (d). Máximas diferenças em pulmão são de 24%, 11,5% e 7,5% para os algoritmos PBC, AAA e Acuros respectivamente para o campo de  $1 \times 1 \text{ cm}^2$ .

## CONCLUSÕES

Os resultados apresentados nesse estudo mostram que o algoritmo de cálculo de dose Acuros apresenta a melhor concordância com dados de simulação Monte Carlo com compatível extidão para a modelagem da deposição de dose especialmente em regiões onde o equilíbrio eletrônico de partículas carregadas não se mantém, tais como na presença de heterogeneidades. Entretanto, tanto o AAA quanto o PBC podem exibir concordância razoável com resultados obtidos por Monte Carlo para campos padrões (maiores que  $3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$ ) usados em radioterapia.

## REFERÊNCIA

[1] Ding GX, Duggan DM, Coffey CW. Commissioning stereotactic radiosurgery beams using both experimental and theoretical methods. Phys. Med. Biol. 2006; 51: 2549 – 66.