



A IMPORTÂNCIA DA IMAGEM NO PLANEAMENTO DO TRATAMENTO DE RADIOTERAPIA PARA TUMORES DE MAMA



SUMÁRIO

⊙ Imagem pré-tratamento

- TC
- RM
- PET-TC
- Imagens processadas
 - DRR
 - BEV
 - Reconstrução Multiplanar
 - Volumétricas

⊙ Imagem tratamento

- Filme radiográfico
- EPI
- CBCT
- *CT-on-Rails*
- Tomotherapy
- Cyberknife
- Novallis
- *Online video setup system*

IMAGEM PRÉ-TRATAMENTO

- TC de planeamento
 - *Gold Standard*
 - Cálculo da dose
 - Melhora a tx global de sobrevida aos 5 anos em 3,5%

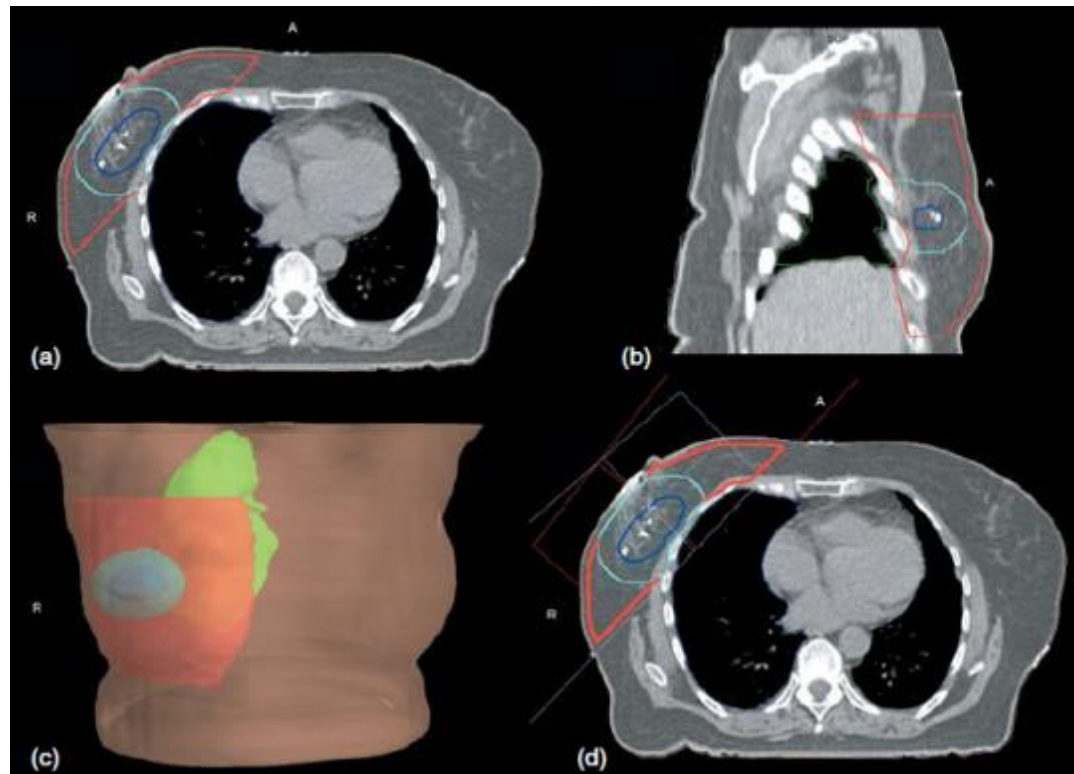


Fig. 2 - (a) corte axial com clips cirúrgicos no leito tumoral (azul escuro), boost (azul claro), PTV (vermelho). (b) Corte sagital. (c) Imagem 3D (pulmão a verde). (d) corte axial com os campos tangenciais.

(Barrett, A. *et al.*, 2009; Giezen, M. *et al.*, 2012; Hansen, C. *et al.*, 2012; Jacobson, G. *et al.*, 2011; Jolicoeur, M. *et al.*, 2011; Purdie, T. *et al.*, 2011)

IMAGEM PRÉ-TRATAMENTO

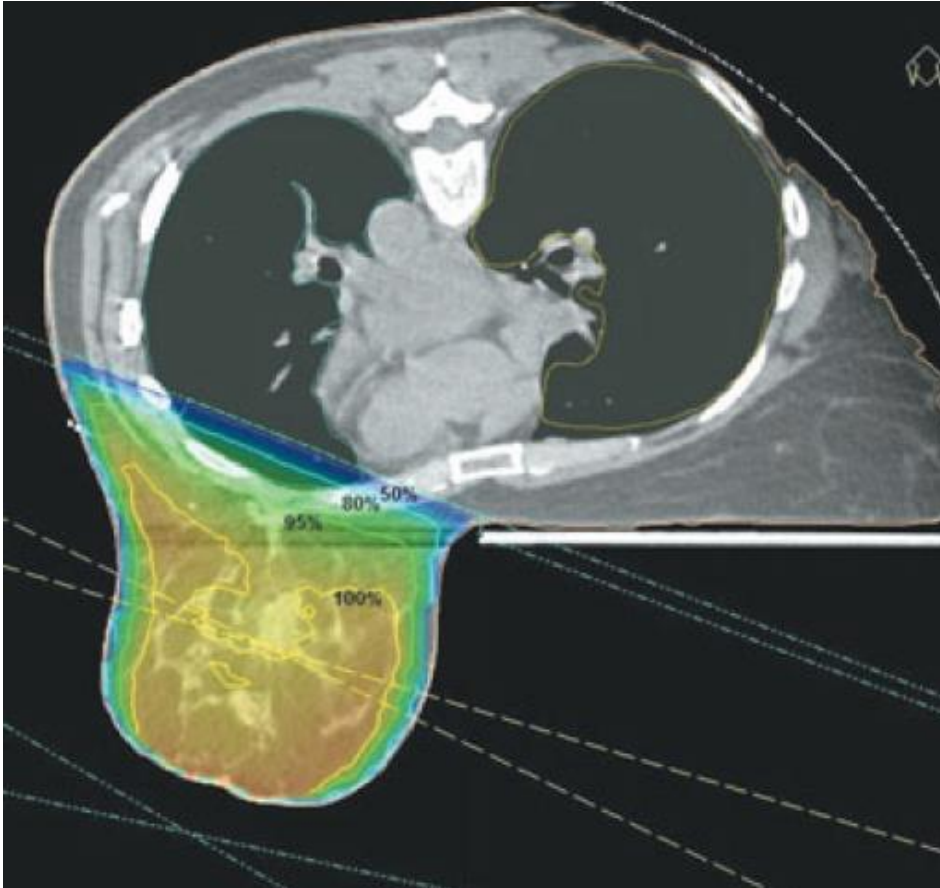


Fig. 3 - Distribuição de dose da mama direita de uma doente em decúbito ventral.

- TC de planeamento
 - Acessórios/lasers/tampo plano
 - 85cm diâmetro
 - *Gating*
 - 3-10mm

IMAGEM PRÉ-TRATAMENTO

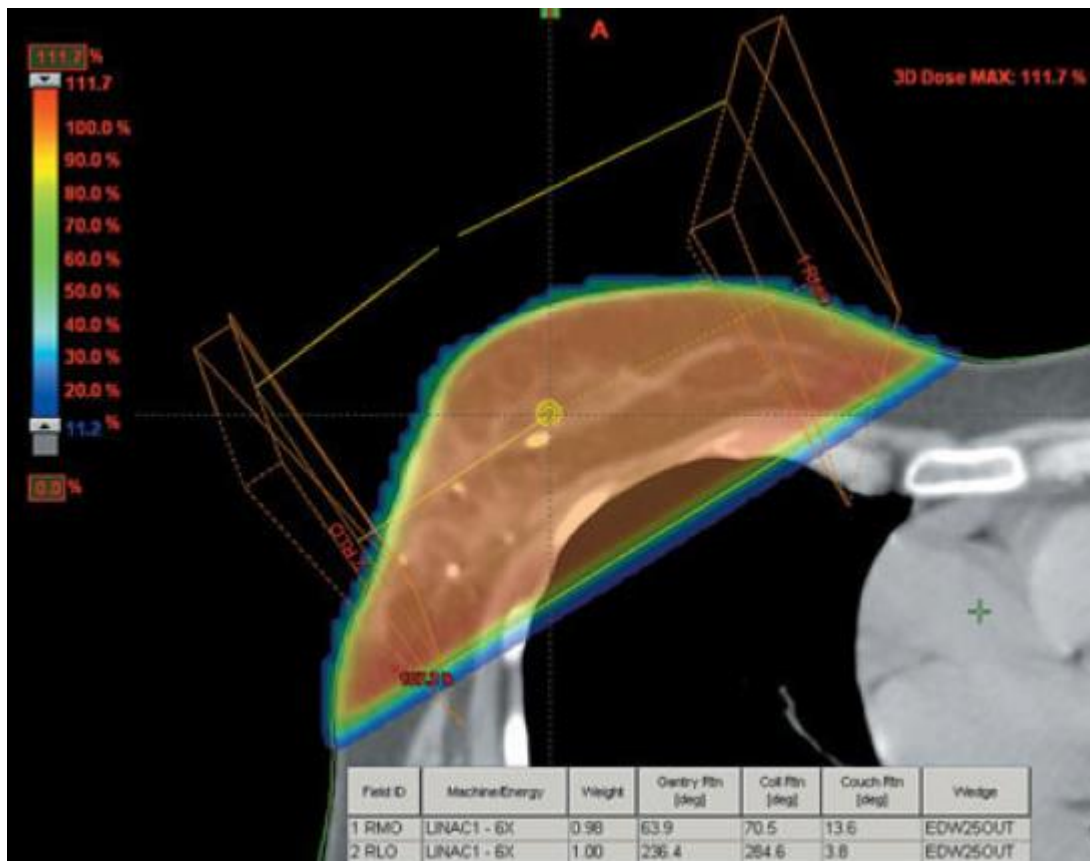


Fig. 4 - Distribuição de dose.

- ⊙ TC de planeamento
 - Fraco contraste de tecidos moles
 - Variabilidade inter-observador

IMAGEM PRÉ-TRATAMENTO

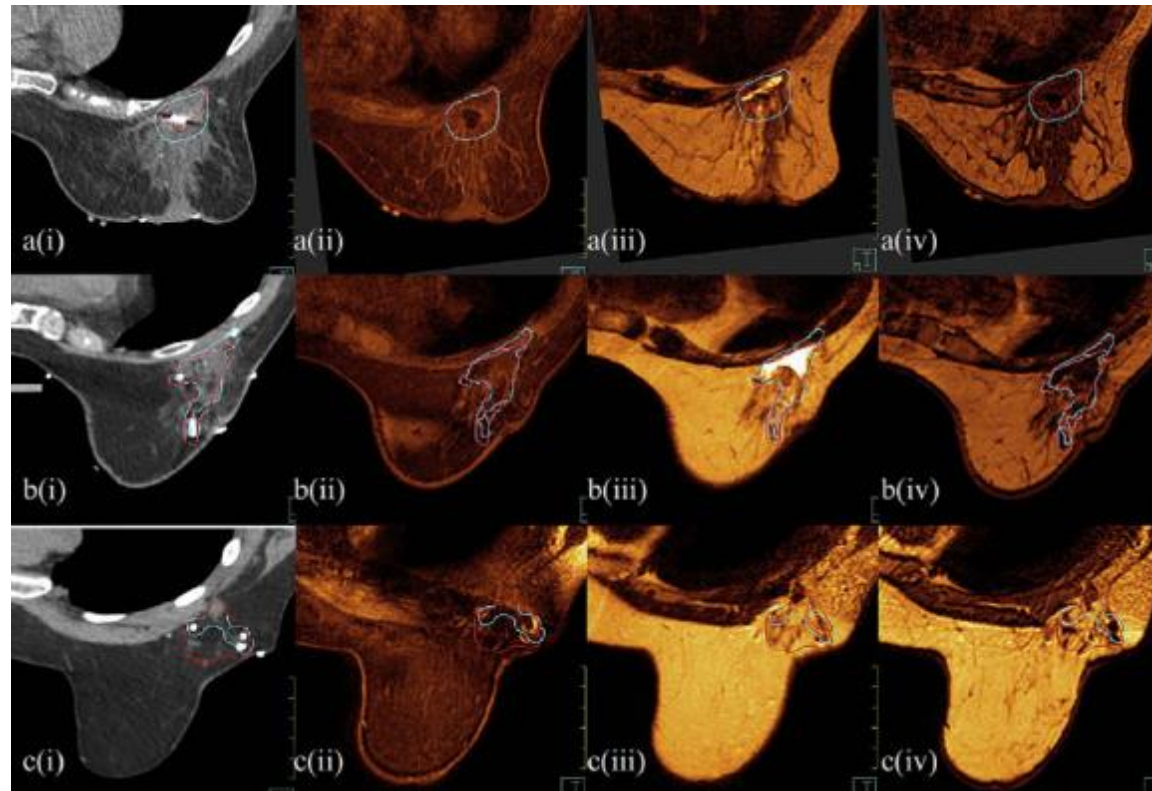


Fig. 5 - Delimitação da loca tumoral na imagem de TC (azul) e no RM (vermelho), em diferentes ponderações.

- ⊙ RM de planeamento
 - Tecidos moles
 - Delimitação de VOI's
 - Acessórios /lasers/tampo plano
 - Fusão
 - > distinção da loca cirúrgica e tecido são

IMAGEM PRÉ-TRATAMENTO

○ PET-TC de planeamento

- Delimitação de VOI's
 - BTV
- Acessórios/lasers/tampo plano
- Fusão
- Influencia o planeamento em irradiação parcial de mama
- Margens - não se utiliza
- Necessita + estudos

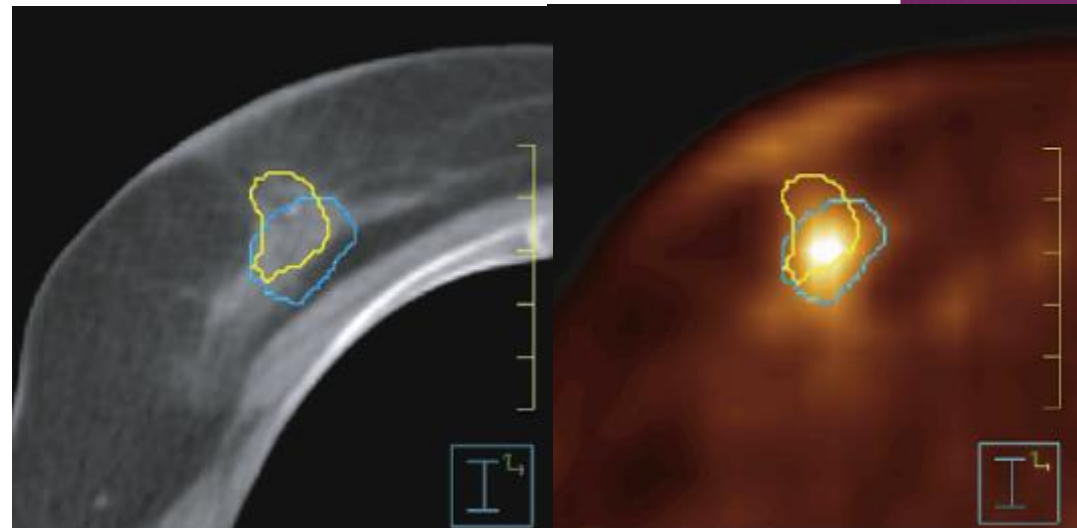


Fig. 6 - Delimitação da loca tumoral na imagem de TC (amarelo) e no PET/TC (azul).

IMAGEM PRÉ-TRATAMENTO

⦿ Imagens processadas - BEV

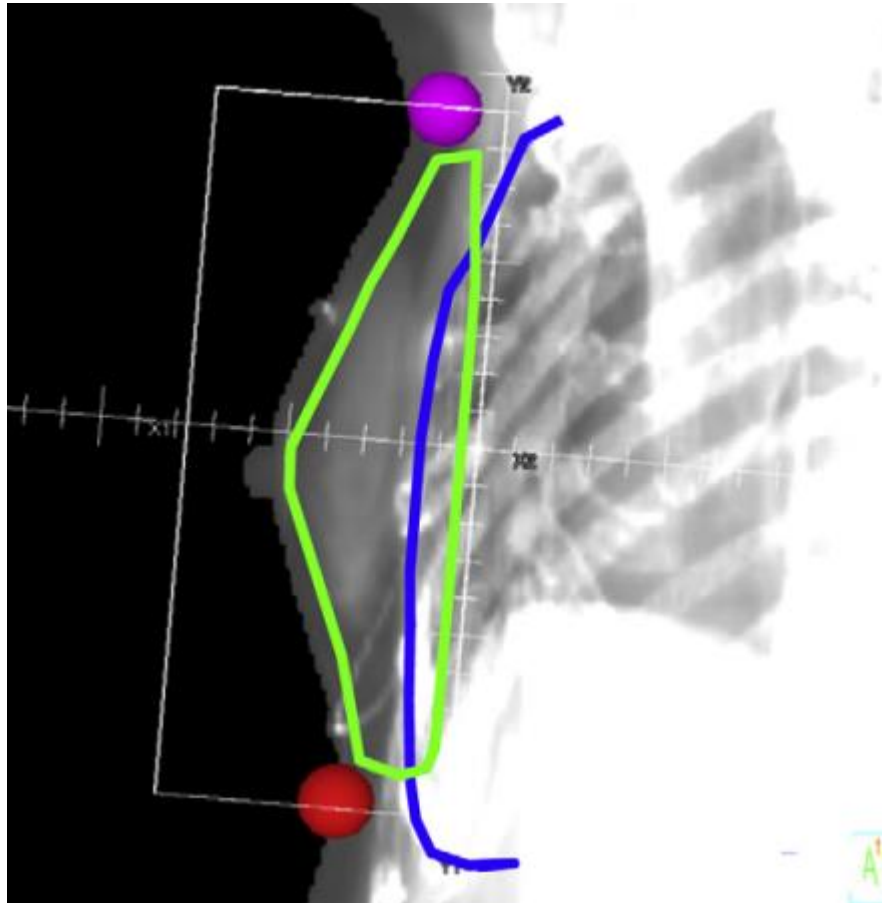


Fig. 7 - BEV do campo tangencial interno.

IMAGEM PRÉ-TRATAMENTO

⦿ Imagens processadas - DRR

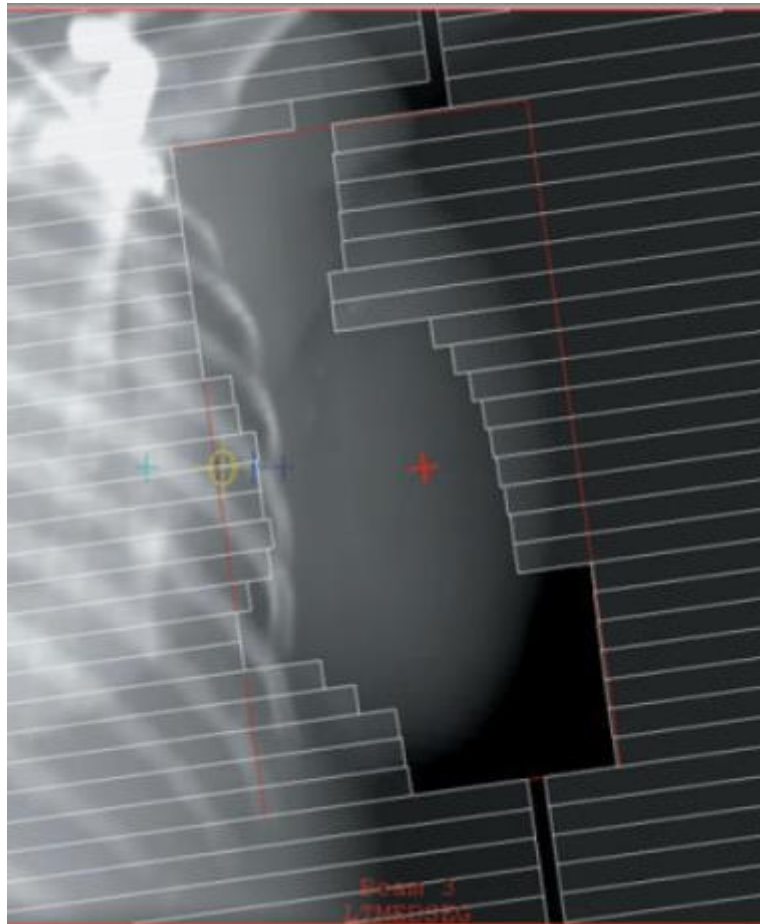


Fig. 8 - DRR sagital.

IMAGEM PRÉ-TRATAMENTO

- Imagens processadas - Reconstrução Multiplanar

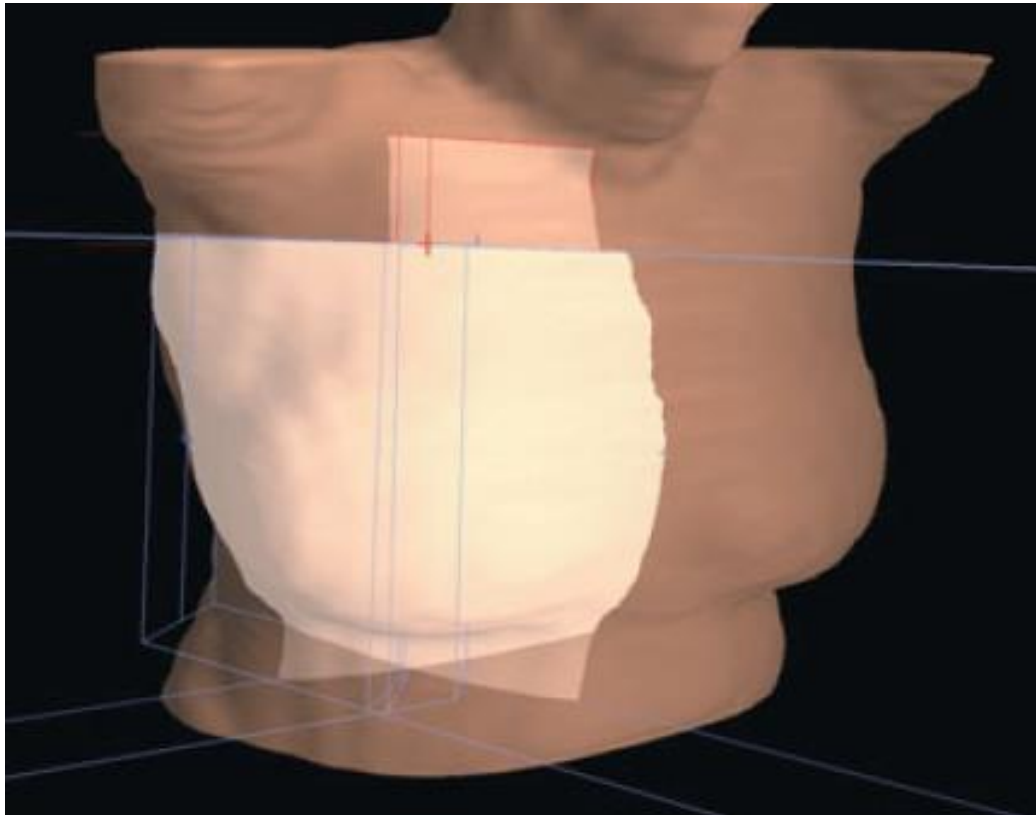


Fig. 9 - Imagem de TC processada a 3D com campos de tratamento num único isocentro.

IMAGEM PRÉ-TRATAMENTO

◉ Imagens processadas - Volumétricas

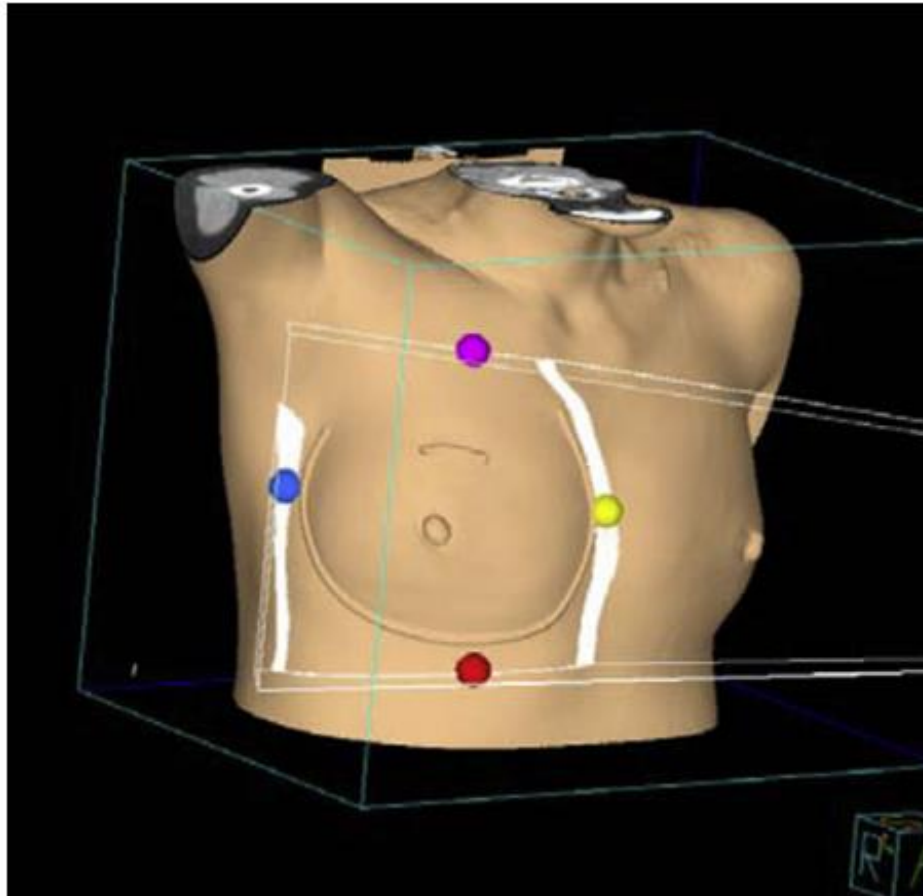


Fig. 10 - Imagem de TC volumétrica com apresentação do campo tangencial interno.



IMAGEM NO TRATAMENTO

- Verificação da posição do doente e do isocentro
 - Redução dos erros de posicionamento do feixe
 - Influência do movimento respiratório
 - 1-3mm
 - Imagens de controlo
 - 2-3 primeiras sessões
 - Semanalmente
 - Alterações do tratamento
 - Correções *online* vs correções *offline*



IMAGEM NO TRATAMENTO

◉ Filmes Radiográficos

- Confirmação do isocentro
- Verificação do *setup* do doente e dos campos de tratamento
- Não permite a verificação dos parâmetros dinâmicos do feixe
 - MLC's, filtros dinâmicos

IMAGEM NO TRATAMENTO

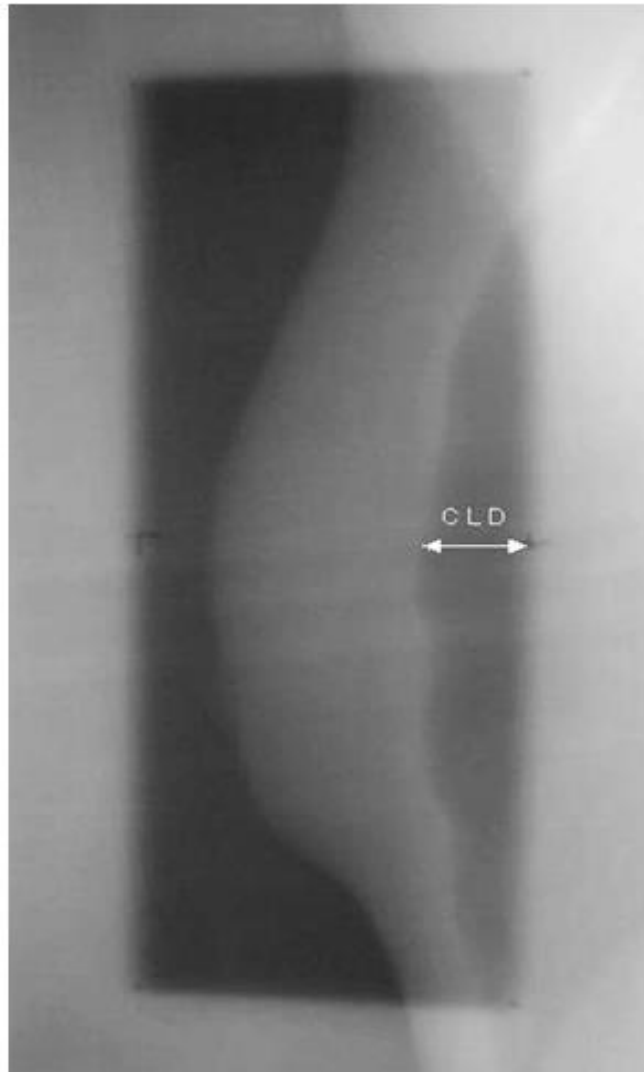


Fig. 11 - Filme radiográfico de verificação de um campo tangencial.

IMAGEM NO TRATAMENTO

○ Imagem portal eletrónica (EPI)

- Dispositivos (EPID's) anexados ao *linac*
- Verificações *online* da posição do doente e dos parâmetros do feixe
- Feixes terapêuticos de MV
 - Baixo contraste dos tecidos moles
 - Interações fotoelétricas quase inexistentes
 - Apenas são visíveis as estruturas ósseas
 - 1-5cGy

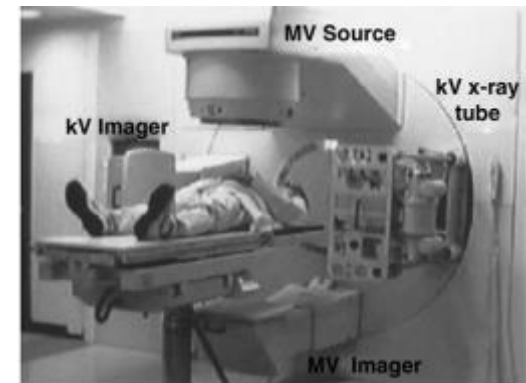


Fig. 12 - *Linac* com capacidade de aquisição de imagens kV e MV.

IMAGEM NO TRATAMENTO

Fig. 13 - Exemplo
de um *linac* com
OBI.

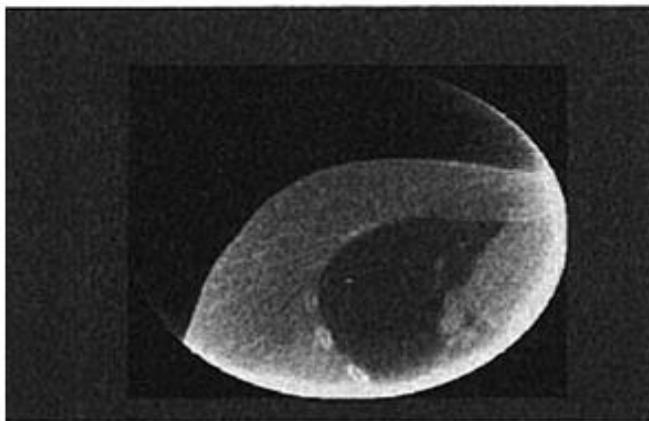
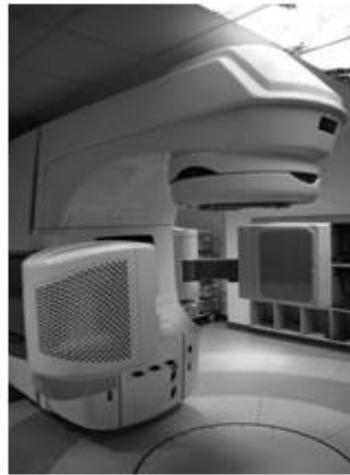


Fig. 14 - Imagem volumétrica
transversal e coronal.



(Cherry, P. & Duxbury, A., 2009; Khan, F. M., 2007; Mcbain, C. A. *et al.*, 2006)

IMAGEM NO TRATAMENTO

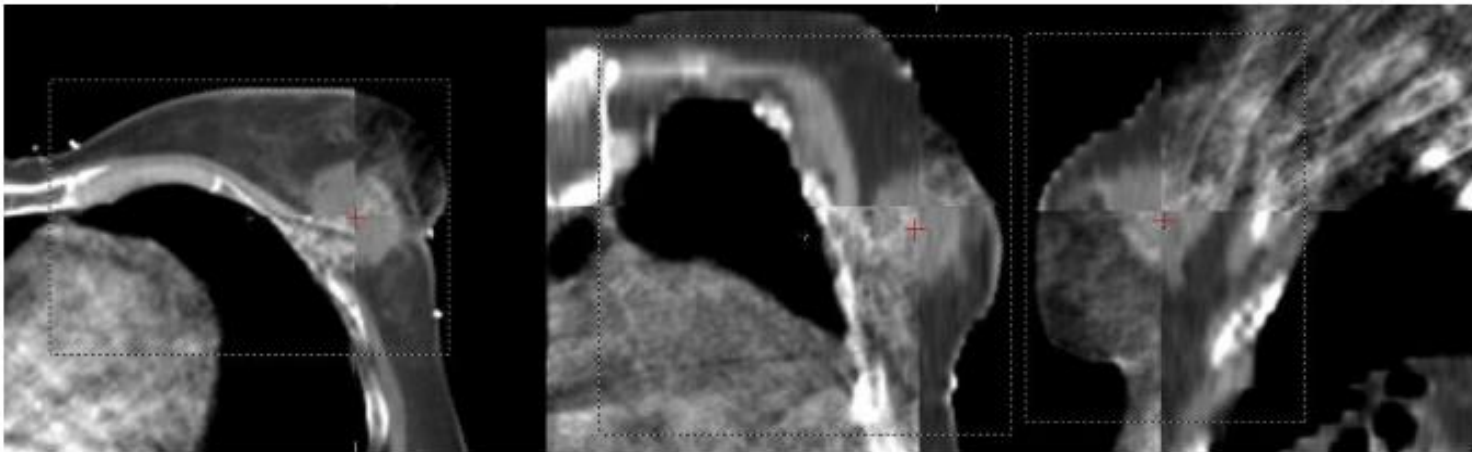


Fig. 15 - Match da imagem de TC de planeamento com a imagem de kV-CBCT.



IMAGEM NO TRATAMENTO

◉ *Cone-beam* CT (CBCT)

■ MV-CBCT

- ◉ Adaptação do EPID
- ◉ Baixa eficiência do detetor
- ◉ Boa visualização de estruturas ósseas
- ◉ Qualidade razoável para tecidos moles
- ◉ Eliminação de artefactos devido a estruturas metálicas

IMAGEM NO TRATAMENTO

○ *CT-on-Rails*

■ *Linac + CT scanner*

- Movimento
- Imagens de CT “convencionais” na sala de tratamento

■ Mesa de tratamento comum



Fig. 16 - Exemplos de sistemas de *CT-on-Rails*.

IMAGEM NO TRATAMENTO

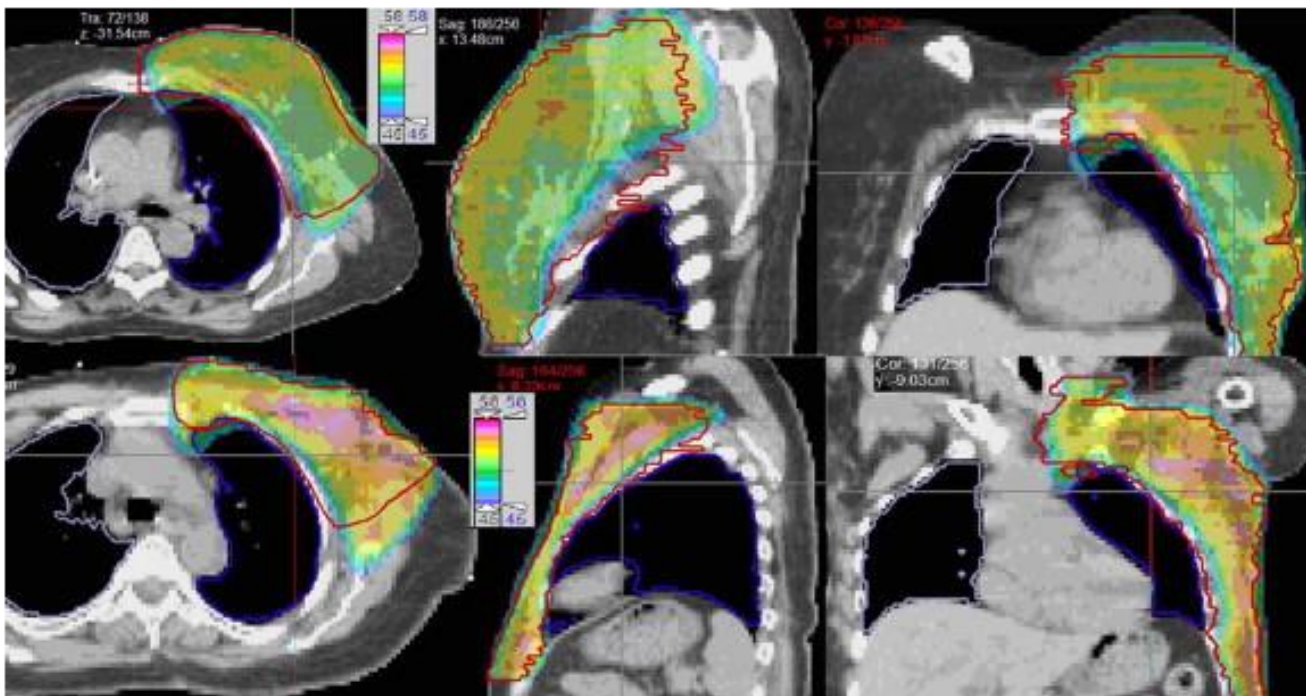


Fig. 16 - Distribuição de dose modificada devido à probabilidade de um erro de *setup*.

IMAGEM NO TRATAMENTO



Fig. 17 - CyberKnife.

IMAGEM NO TRATAMENTO



Fig. 18 - Novalis system.



IMAGEM NO TRATAMENTO

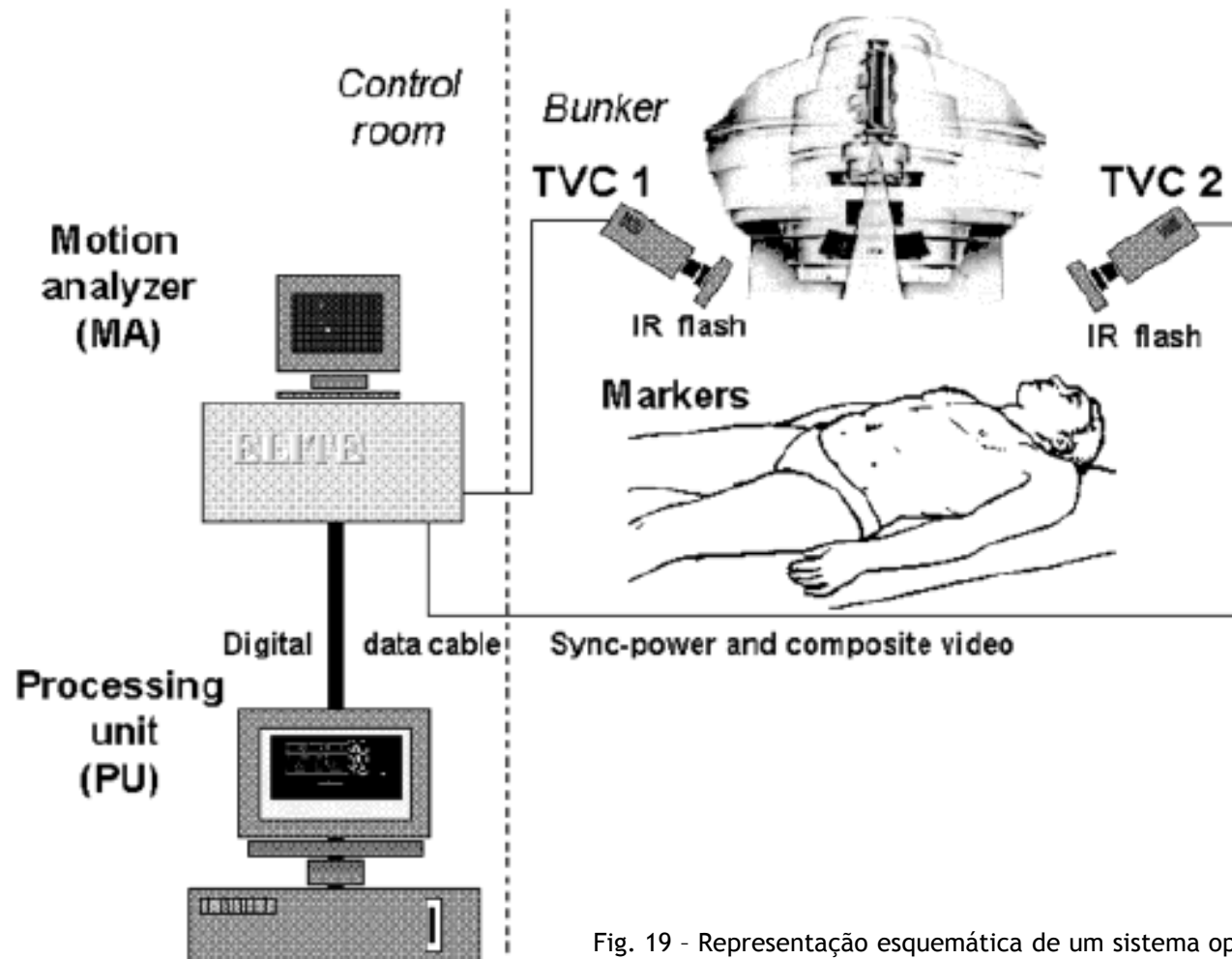


Fig. 19 - Representação esquemática de um sistema opto-eletrónico de *Online video setup system*.



BIBLIOGRAFIA

- Alía, A., Mar, J. & Pastor-Barriuso, R. (2005). Reliability of portal control procedure in irradiation of breast cancer: A Bayesian analysis. *Radiotherapy & Oncology*, 75(1), 28-33. Retrieved on October 19, 2012 from http://ac.els-cdn.com/S0167814005001039/1-s2.0-S0167814005001039-main.pdf?_tid=b2c549be-1c1b-11e2-b8c6-00000aab0f6c&acdnat=1350891786_f50865f71cea632597795c7769216898
- Baroni, G., Ferrigno, G., Orecchia, R. & Pedotti A. (2000). Real-time opto-electronic verification of patient position in breast cancer radiotherapy. *Computer Aided Surgery*, 5(4), 296-306. Retrieved on October 19, 2012 from [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-0150\(2000\)5:4%3C296::AID-IGS8%3E3.0.CO;2-1/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-0150(2000)5:4%3C296::AID-IGS8%3E3.0.CO;2-1/pdf)
- Barrett, A., Dobbs, J., Morris, S. & Roques, T. (2009). *Practical radiotherapy planning*. 4th Edition. London: Hodder Arnold or Hachette UK Company.
- Cherry, P. & Duxbury, A. (2009). *Practical radiotherapy physics and equipment*. 2nd edition. United Kingdom: Blackwell Publishing.
- Ford, E., Lavelly, W., Frassica, D., Myers, L., Asrari, F., Wahl, R. & Zellaes, R. (2008). Comparison of FDG-PET/CT and CT for delineation of lumpectomy cavity for partial breast irradiation. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, 71(2), 595-602. Retrieved on September 17, 2012 from http://ac.els-cdn.com/S0360301608002770/1-s2.0-S0360301608002770-main.pdf?_tid=f5ae1878-1abd-11e2-9126-00000aab0f6b&acdnat=1350741574_1532ab2ec4ab3a926389172b1bf4415d
- Forsell-Aronsson, E., Kjellén, E., Mattsson, S., Hellström, M. & Swedish Cancer Society Investigation Group. Medical imaging for improved tumour characterization, delineation and treatment verification. *Acta Oncologica*, 41(7/8), 604-614. Retrieved on October 19, 2012 from <http://informahealthcare.com/doi/pdf/10.1080/028418602321028201>
- Giezen, M., Kouwenhoven, E., Scholten, A., Coerkamp, E., Heijnenbrok, M., Jasen, W., Mast, M., Petoukhova, A. & Struikmans, H. (2012). MRI- versus CT-based volume delineation of lumpectomy cavity in supine position in breast-conserving therapy: An exploratory study. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, 71(2), 595-602. Retrieved on September 17, 2012 from http://ac.els-cdn.com/S0360301611006687/1-s2.0-S0360301611006687-main.pdf?_tid=b60180fe-1ac5-11e2-a2c1-00000aacb362&acdnat=1350744904_5fd61f734ce782da18f42fe27c2d18a5
- Goddu, S. M., Yadannapudi, S., Pechenaya, O. L., Chaudhari, S. R., Klein, E. E., Khullar, D., Naqa, I. E., Mutic, S., Wahab, S., Santanam, L., Zoberi, I. & Low, D. A. (2009). Dosimetric consequences of uncorrected setup errors in helical Tomotherapy treatments of breast-cancer patients. *Radiotherapy & Oncology*, 93(1), 28-33. Retrieved on October 19, 2012 from http://ac.els-cdn.com/S0167814009004319/1-s2.0-S0167814009004319-main.pdf?_tid=abac43e2-1c27-11e2-a535-00000aacb0f6b&acdnat=1350896929_d5a95a252b5552fd09e8015bfefad1aa
- Halperin, E. C., Perez, C. A. & Brady, L. W., editors (2008). *Perez and Brady's principles and practice of radiation oncology*. 5th edition. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Hansen, C., Winton, E., Gugliani, S., Vamvakas, E., Willis, D. & Chua, B. (2012). Target localisation for tumour bed radiotherapy in early breast cancer. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*, 56, 452-457. Retrieved on September 17, 2012 from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1754-9485.2012.02380.x/pdf>
- Hurkmans, C. W., Remeijer, P., Lebesque, J. V. & Mijnheer, B. J. (2001). Set-up verification using portal imaging; review of current clinical practice. *Radiotherapy & Oncology*, 58(2), 105-120. Retrieved on October 19, 2012 from http://ac.els-cdn.com/S0167814000002607/1-s2.0-S0167814000002607-main.pdf?_tid=12f928c4-1c1b-11e2-b037-00000aacb35f&acdnat=1350891518_7c9846395da72143c56a2e0bd796234a
- Jacobson, G., Zamba, G., Betts, V., Muruganandham, M. & Buechler-Price, J. (2011). Image-based treatment planning of the post-lumpectomy breast utilizing CT and 3T MRI. *International Journal of Breast Cancer*, 2011, 1-5. Retrieved on September 17, 2012 from <http://www.hindawi.com/journals/ijbc/2011/246265/>
- Jolicoeur, M., Racine, M., Trop, I., Hathout, L., Nguyen, D., Derashodian, T. & David, S. (2011). Localization of the surgical bed using supine magnetic resonance and computed tomography scan fusion for planification of breast interstitial brachytherapy. *Radiotherapy & Oncology*, 100, 480-484. Retrieved on September 17, 2012 from http://ac.els-cdn.com/S0167814011005019/1-s2.0-S0167814011005019-main.pdf?_tid=068f34f2-1ab8-11e2-ad59-00000aacb0f01&acdnat=1350739026_21af4ded19dbfc5ede9eb3cc28b1dcfd
- Khan, F. M., editor (2003). *The physics of radiation therapy*. 3rd edition. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Khan, F. M., editor (2007). *Treatment planning in radiation oncology* 2nd edition. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kirby, A., Yarnold, J., Evans, P., Morgan, V., Schmidt, M., Scurr, E. & deSouza, M. (2009). Tumor bed delineation for partial breast and breast boost radiotherapy planned in the prone position: What does MRI add to X-Ray CT localization of titanium clips placed in the excision cavity wall?. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, 74(4), 1276-1282. Retrieved on September 17, 2012 from http://ac.els-cdn.com/S0360301609002442/1-s2.0-S0360301609002442-main.pdf?_tid=ca8dd904-1ac1-11e2-bcea-00000aacb35d&acdnat=1350743220_46e1a8482cea9509e1f5ae6c66b10a8f
- McBain, C. A., Henry, A. M., Sykes, J., Amer, A., Marchant, T., Moore, C. M., Davies, J., Stratford, J., McCarthy, C., Porritt, B., Williams, P., Khoo, V. S. & Price, P. (2006). X-ray volumetric imaging in image-guided radiotherapy: The new standard in on-treatment imaging. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, 64(2), 625-634. Retrieved on October 19, 2012 from http://ac.els-cdn.com/S0360301605027069/1-s2.0-S0360301605027069-main.pdf?_tid=4408d216-1c1b-11e2-bd3c-00000aacb360&acdnat=1350891600_53ab4d83d18e5935d70b4b5c09b963e3
- Purdie, T., Dinniwell, R., Letourneau, D., Hill, C. & Sharpe M. (2011). Automated planning of tangencial breast intensity-modulated radiotherapy using heuristic optimization. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, 81(2), 575-583. Retrieved on September 17, 2012 from http://ac.els-cdn.com/S0360301610035613/1-s2.0-S0360301610035613-main.pdf?_tid=adb7ba90-1ac9-11e2-9b2f-00000aacb0f27&acdnat=1350746608_9090fea02b4b9b46010a89b8c8ec3bd
- Schlegel, W., Bortfeld, T. & Grosu, A. L., editors (2006). *New technologies in radiation oncology*. Berlin: Springer-Verlag.
- Société Française de Radiothérapie Oncologique (SFRO) & Société Française de Physique Médicale (SFPM) (2007). *Guide des procédures de radiothérapie externe 2007*. Paris: SFRO e SFPM.
- Topolnjak, R., Sonke, J. J., Nijkamp, J., Rasch, C., Minkema, D., Remeijer, P. & Vliet-Vroegindeweij, C. (2010). Breast Patient Setup Error Assessment: Comparison of Electronic Portal Image Devices and Cone-Beam Computed Tomography Matching Results. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, 78(4), 1235-1243. Retrieved on October 19, 2012 from http://ac.els-cdn.com/S0360301609036864/1-s2.0-S0360301609036864-main.pdf?_tid=e2dd87ea-1c27-11e2-8cf5-00000aacb0f01&acdnat=1350897021_ccbcb0699faedef122ad4a96affc5c1