

## Análise dos Testes Diários de Controle de Qualidade de um Tomógrafo Simulador

### Daily Quality Controls Analysis of a CT scanner Simulator

Maíra Milanelo Vasques<sup>1</sup>, Gabriela R. Santos<sup>2</sup>, Laura Furnari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

<sup>2</sup>InRad – Setor de Radioterapia, HCFMUSP, São Paulo, Brasil

#### Resumo

Com a crescente evolução tecnológica, práticas radioterápicas, que permitem um melhor envolvimento do tumor com a dose terapêutica necessária e que minimizam as complicações dos tecidos normais, têm se tornado realidade em diversos serviços de Radioterapia. O emprego de tais recursos por sua vez, só foi possível devido aos progressos alcançados nos planejamentos baseados em imagens volumétricas digitais de boa qualidade, como as da tomografia computadorizada (TC), que permitem a correta delimitação do volume tumoral e de estruturas críticas.

Testes específicos de controle de qualidade em um tomógrafo utilizado na radioterapia, denominado tomógrafo simulador, devem ser aplicados como parte do Programa de Garantia da Qualidade institucional. Esse estudo apresenta a metodologia utilizada no Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP) para os testes diários do tomógrafo simulador e os resultados obtidos ao longo de mais de dois anos de coleta.

A experiência obtida no período realizado mostrou que os testes realizados são de fácil execução, podendo ser realizados, em poucos minutos, por um profissional bem treinado. A análise dos dados mostrou boa reprodutibilidade, o que permitiu que os testes pudessem ser realizados de forma menos freqüente após 16 meses de coleta de dados.

**Palavras-chave:** radioterapia; dosimetria.

#### Abstract

*With the increasing technological developments, radiotherapy practices, which allow for better involvement of the tumor with the required therapeutic dose and minimize the complications of normal tissues, have become reality in several Radiotherapy services. The use of these resources in turn, was only possible due to the progress made in planning based on digital volumetric images of good quality, such as computed tomography (CT), which allow the correct delimitation of the tumor volume and critical structures.*

*Specific tests for quality control in a CT scanner used in radiotherapy, named CT simulator, should be applied as part of the institutional Quality Assurance Program. This study presents the methodology used in the Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP) for daily testing of the CT scanner simulator and the results obtained throughout more than two years.*

*The experience gained in the period conducted showed that the tests are easy to perform and can be done in a few minutes by a trained professional. Data analysis showed good reproducibility, which allowed the tests could be performed less frequently, after 16 months of data collection.*

**Keywords:** radiotherapy; dosimetry.

#### 1. Introdução

A Tomografia Computadorizada (TC) é uma prática largamente difundida no radiodiagnóstico por possuir alto potencial de diagnóstico médico, destacando-se principalmente pelo relevante contraste radiográfico que gera boa diferenciação entre os tecidos moles. Além desta, outras vantagens de suma importância são a aquisição de uma imagem digital que possibilita a análise quantitativa da densidade do tecido e a reconstrução da imagem que permite a avaliação das dimensões individuais de cada paciente.

Dentro do contexto da Radioterapia Conformada, a Tomografia Computadorizada desempenha papel fundamental no planejamento do tratamento, uma vez que o paciente é submetido a este exame a

fim de se adquirir imagens reconstruídas, que permitam a identificação, pelo médico, dos tecidos saudáveis e a delimitação dos pontos a serem tratados ou poupados pelo feixe de radiação terapêutico.

Um equipamento de TC utilizado em radioterapia, denominado tomógrafo simulador, possui características específicas, que auxiliam na reprodução do posicionamento do paciente na sala de tratamento. Tais características incluem, entre outros, a presença de um sistema de lasers externos ao cabeçote do tomógrafo e um tampo de mesa plano, similar à mesa do acelerador linear. Testes específicos devem ser realizados a fim de garantir a qualidade da imagem, a segurança do paciente e os parâmetros mecânicos deste

equipamento. A Associação Americana de Físicos em Medicina (AAPM – *American Association of Physicists in Medicine*), em 2003, publicou recomendações de testes necessários para a Garantia da Qualidade em tomógrafos simuladores, bem como nos softwares a ele associados<sup>1</sup>. Tal publicação apresenta um Controle de Qualidade (QC) bastante abrangente, com testes e periodicidade que podem ser adaptadas à realidade de cada serviço.

Dentre os testes diários recomendados pelo Report 66 da AAPM estão: *Exatidão do número CT, Ruído e Coincidência dos Lasers com o Plano de Varredura do Tomógrafo*.

#### Exatidão do Número CT

O Número CT representa uma transformação linear das medidas de coeficiente de atenuação linear para uma escala chamada Unidade Hounsfield (HU) ou “Número CT”, na qual a “radiodensidade” da água nas condições naturais de temperatura e pressão é definida como 0 e a do ar, nas mesmas condições, é -1000 HU.<sup>2</sup>

O número CT de um material conhecido deve apresentar valor constante ao longo do tempo, para uma mesma técnica de varredura. Este teste, particularmente, possui grande relevância nos cálculos com correção de heterogeneidade, uma vez que diferentes densidades eletrônicas são associadas com diferentes valores de números CT. Uma alteração no número CT implica em alteração no cálculo da distribuição de dose.

#### Ruído

Idealmente, um scan de um objeto simulador feito por um tomógrafo, teria valores uniformes de pixel e números CT em toda a imagem reconstruída. Na realidade, porém os números CT em uma imagem variam bastante. A variação na intensidade dos pixels tem componentes aleatórios e sistemáticos. O componente aleatório de não uniformidade imagem é o chamado ruído. A diferença nos valores médios para HU (Unidade Hounsfield) nas ROIs (do inglês *Region Of Interest*) amostradas ao longo de um objeto simulador uniforme deve ser dentro de 2 HU<sup>1</sup>.

#### Coincidência dos Lasers com o Plano de Varredura do Tomógrafo

Como mencionado, um tomógrafo simulador utiliza-se de um conjunto de lasers externos ao cabeçote do equipamento. Tal conjunto de lasers é utilizado para posicionar o paciente durante o processo de simulação. O alinhamento dos lasers com o plano de varredura do tomógrafo deve ser checado a fim de garantir que esses lasers externos estejam em coincidência com o plano de varredura do tomógrafo. Também nesse teste é possível avaliar a constância da distância entre o laser interno do tomógrafo e o conjunto de lasers externo. Uma alteração nessa distância pode

alterar a origem do sistema de coordenadas do paciente virtual, definido no momento da simulação.

## 2. Materiais e Métodos

Todos os testes foram realizados no tomógrafo GE Bright Speed®, instalado no InRad do HCFMUSP. Para os três testes, utilizou-se o objeto simulador Wilke, que é parte integrante do conjunto de lasers externo (LAP Laser®).<sup>3</sup> Os dados foram coletados de Janeiro de 2014 a Março de 2016.

Os controles de qualidade foram executados após os procedimentos de aquecimento do tubo e calibragem diária, recomendados pelo fabricante. As imagens foram adquiridas com 120 kVp e 200 mA, que é a técnica utilizada clinicamente para todos os pacientes, já que a alteração da técnica de imagem influencia a curva de calibração HU vs densidade eletrônica.

#### Coincidência dos lasers com o plano de varredura do tomógrafo

Para esse teste, o alinhador de lasers (objeto simulador Wilke) é colocado sobre a mesa e nivelado com um nível de bolha. O mesmo é alinhado, de modo a conseguir que a incidência dos lasers esteja precisamente nas ranhuras (laterais e central) do objeto simulador. Após este posicionamento, realiza-se uma única varredura com um corte de espessura de 1,25 mm. Para a verificação do plano de coincidência dos lasers, a imagem obtida é analisada, de forma que a imagem (corte axial) que representa a ranhura central seja visualizada de forma homogênea. A Figura 2 apresenta uma imagem em que o plano de varredura está coincidente com o alinhamento do laser e a Figura 3 uma simulação de um desalinhamento dos lasers em relação ao plano de varredura. Além disso, a posição do(s) corte(s) que apresenta a ranhura é registrada, para que se verifique a distância entre o laser interno e o conjunto de laser externo. Quando a ranhura aparece em dois cortes, o valor registrado representa a média da posição dos dois cortes. Para esse último parâmetro, a tolerância é de



Figura 1: Objeto simulador Wilke.

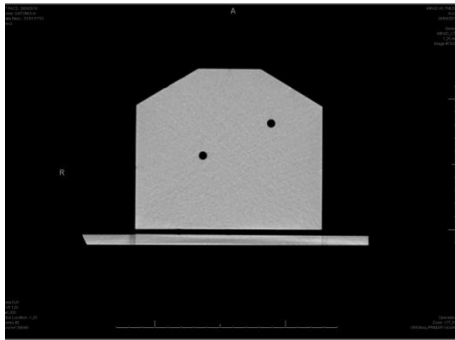


Figura 2: Alinhamento do laser no plano das ranhuras. Não são observadas ranhuras nas arestas do objeto simulador.

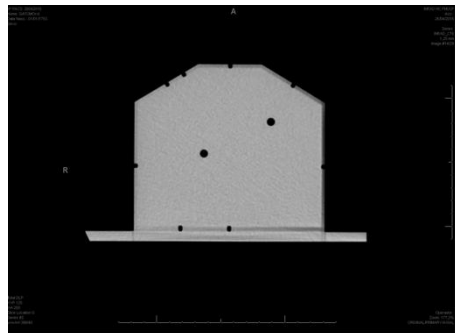


Figura 3: Laser desalinhado com o plano de varredura do tomógrafo. Observa-se que, nesse corte, as ranhuras não estão simétricas.

Ruído e exatidão do número de CT

A imagem adquirida no teste anterior é utilizada para a análise da uniformidade e ruído do número de CT. Para isso, uma ROI de 300 mm<sup>2</sup> é criada e posicionada sempre no mesmo lugar da imagem (corte central, entre os dois orifícios do objeto simulador Wilke), como ilustra a Figura 2. São registrados os valores de número CT e ruído. A tolerância é de HU para o ruído e HU para a exatidão do número CT

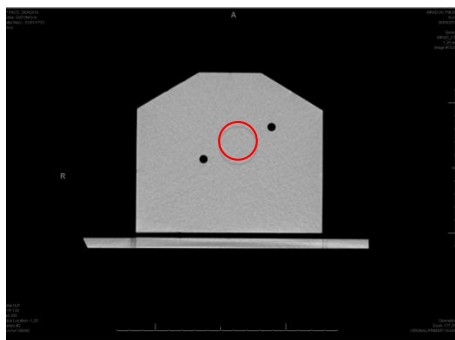


Figura 2: Análise da uniformidade e ruído. Em vermelho, a posição do ROI em que são coletados os dados de ruído e número CT.

**3. Resultados**

Os gráficos 1 a 3 ilustram os resultados ao longo do período analisado, para os testes executados. O valor presente no gráfico 1 representa a constância da distância entre o conjunto de lasers externo e o laser interno do tomógrafo. As linhas

em vermelho representam as tolerâncias de cada teste e o eixo x representa o intervalo de dias a partir da data de início das coletas dos dados (03/01/2014).

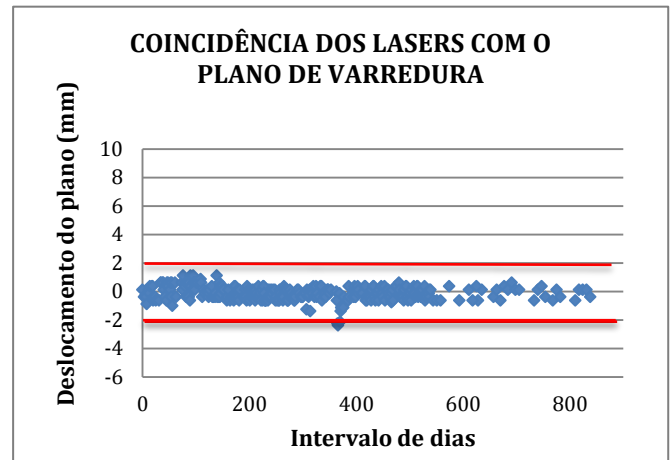


Gráfico1: Análise da Coincidência dos lasers com o Plano de Varredura

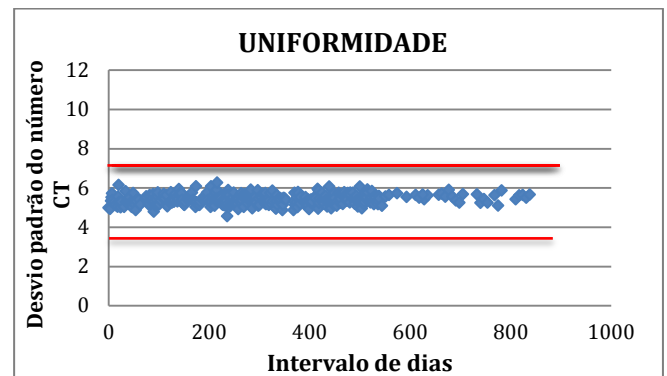


Gráfico2: Análise da Uniformidade

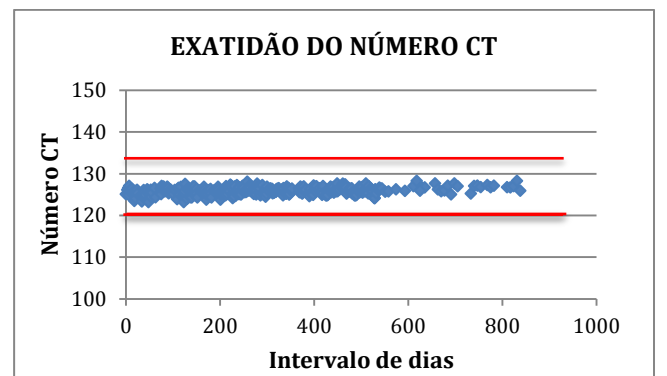


Gráfico3: Análise da Exatidão do Número CT

**4. Discussão**

Os testes sugeridos pelo TG 66<sup>1</sup> foram adaptados para a realidade da Instituição, utilizando-se de um objeto simulador já adquirido para a coleta dos três parâmetros analisados. Isso implica em agilidade no procedimento sem, no entanto, deixar de avaliar parâmetros de qualidade importantes. A simplicidade dos testes permitiu que os mesmos fossem executados pelo próprio operador do

equipamento, antes do início das atividades clínicas.

A análise dos dados mostra que há boa reprodutibilidade nos valores registrados desde o início da coleta dos dados. Em todo o período analisado, ocorreu apenas um evento fora da tolerância (dia 365), no teste de coincidência dos lasers com o plano de varredura. Neste caso, optou-se por observar o comportamento do tomógrafo neste teste no dia seguinte. Como o resultado neste dia foi satisfatório, nenhuma ação foi tomada, considerando o evento um fato isolado. Após 16 meses de coleta, devido à boa reprodutibilidade em todos os testes, decidiu-se por aumentar a periodicidade de execução dos testes, passando estes a ser realizados semanalmente.

Os testes realizados neste estudo não excluem a necessidade de outros, que devem ser feitos com as devidas periodicidades, recomendadas por publicações internacionais<sup>1,4,5</sup> tais como: ortogonalidade e horizontalidade do tampo, movimentos horizontais e verticais da mesa, resolução espacial, dose absorvida, linearidade e contraste.

## 5. Conclusões

Os testes executados apresentam fácil execução, sendo facilmente aderidos pelos profissionais da instituição. O acompanhamento dos parâmetros analisados pode alertar a equipe quando ocorrer um comportamento anormal do tomógrafo simulador, antes que implique em alguma discrepância no tratamento do paciente.

## Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos à toda a equipe de Radioterapia do HCFMUSP pela colaboração com o trabalho e pela oportunidade de crescimento profissional constante oferecida diariamente.

Agradeço ao apoio financeiro da SGTES-Ministério da Saúde e da SESu-Ministério da Educação.

## Referências

1. Mutic S., Palta J., Butker E., Das I., Huq M.S., Loo L., Salter B., McCollough C., Dyk J. Quality assurance for computed-tomography simulators and the computedtomography-simulation process: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 66. AAPM, 2003
2. Furnari L., Sales C. P., Lopes C. P., Santos G.R., Silva M. A., Nakandakari M. V.N. Controle da Qualidade em Radioterapia. Miró Editorial, 2012, 123-147.

3. LAP Laser Installation and Operation Manual. Rev. 3.1-en, 05/2007.p.49,50.
4. AAPM TASK FORCE ON CT SCANNER PHANTOMS N° 1. *Phantoms for Performance Evaluation in Quality Assurance of CT-scanner Diagnostic Radiology*, 1977.
5. AAPM TASK GROUP N° 31. *Standardized Methods for Measuring Diagnostic X-Ray Exposures*, 1990.

## Contato:

Maíra Milanelo Vasques  
InRad – Setor de Radioterapia - HCFMUSP  
E-mail: [maira.vasques@hc.fmusp.br](mailto:maira.vasques@hc.fmusp.br)