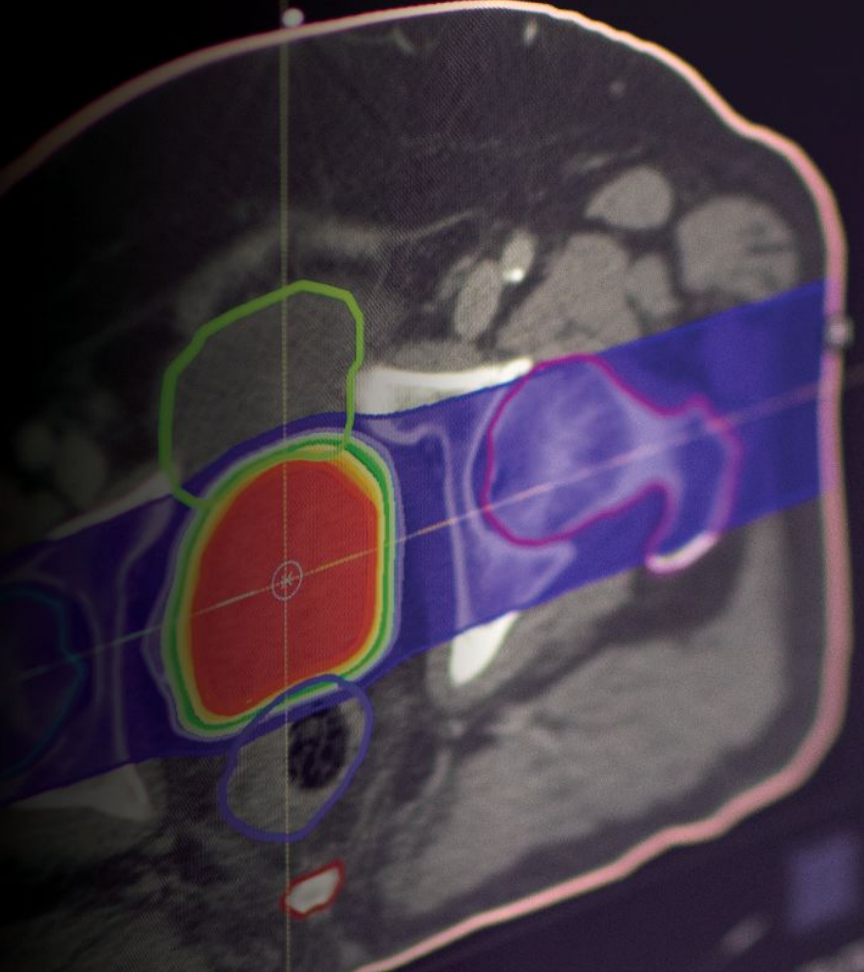




RT MEDICAL
SYSTEMS

CÁLCULO DE DOSE PARA VERIFICAÇÃO DO

PLANEJAMENTO DE TRATAMENTO

SEGUNDO O AAPM TG 219 E CNEN 6.10

DOI:10.5281/zenodo.6536590

FÍSICA MÉDICA
JULIANA FREITAS



JULIANA FREITAS

FÍSICA MÉDICA

Bacharel em Física Médica em 2016 pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - IBB/UNESP. Mestre em Biometria -com ênfase em matemática aplicada e computacional - pela UNESP/IBB - Bolsista CAPES, com área de pesquisa em otimização aplicada à radioterapia.

”

Doutoranda em Biometria - matemática aplicada e computacional - pela UNESP/IBB, com área de pesquisa em otimização aplicada à radioterapia, com Doutorado Sanduíche na Universidade de Coimbra. Consultora e pesquisadora na RT MEDICAL SYSTEMS desde 2018, ajudando no principalmente do desenvolvimento e cálculo de verificação de dose.



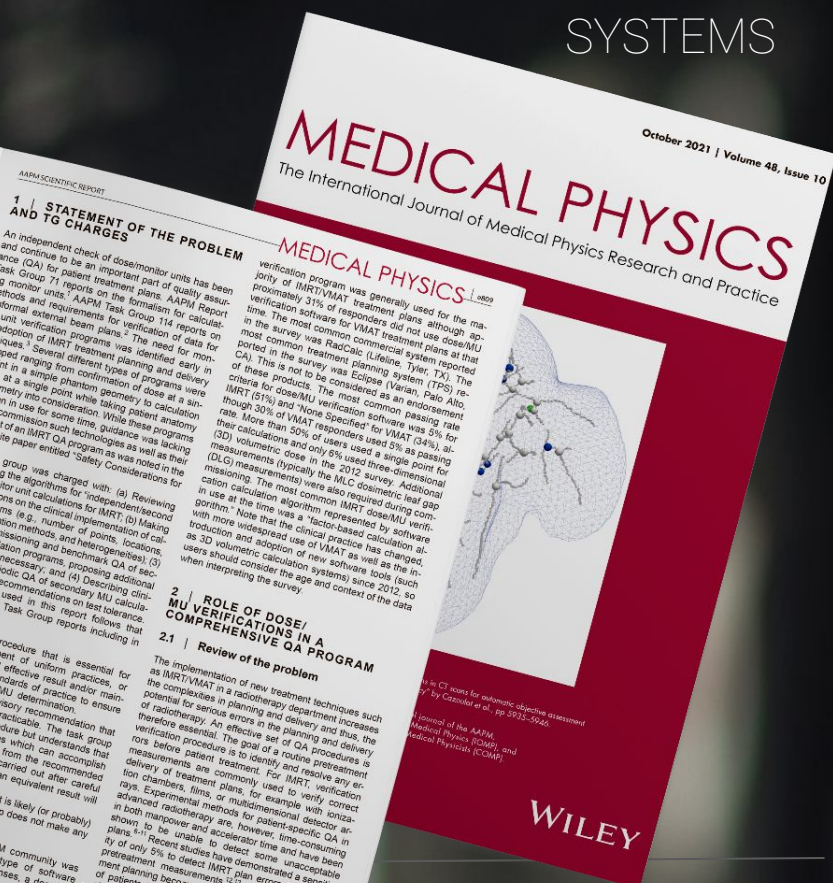
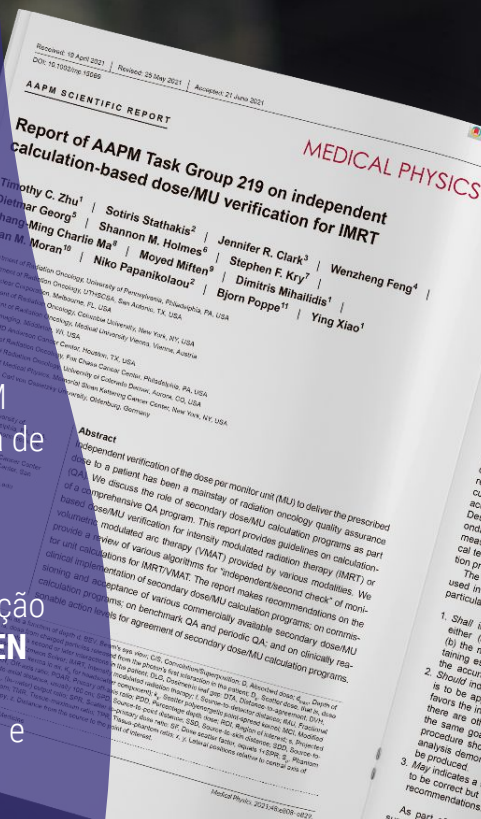
“ Quase 60% dos erros relatados envolveram a **falta de uma verificação secundária independente apropriada** do plano de tratamento ou cálculo de dose.

De acordo com IAEA Technical Report 430

AAPM TG 219

Cálculo de verificação de dose/MU independente é parte do programa de processo de qualidade do serviço,

Esse relatório faz recomendações para uso de programas de verificação de dose/MU como **exigido na CNEN 6.10**, quanto a **implementação**, comissionamento e nível de aceitação



CNEN

NN 6.10

No Brasil a norma CNEN NN 6.10 que dispõe sobre os **"requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de radioterapia"** em seu Art. 15 obriga que o titular do Serviço de Radioterapia seja o responsável pela segurança e proteção radiológica dos pacientes, equipe médica, indivíduos ocupacionalmente expostos e indivíduos do público e deve ainda:

XI

GARANTIR QUE NO SERVIÇO DE RADIOTERAPIA:

d)

exista um sistema computadorizado de planejamento de tratamento, regularizado junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), para as práticas executadas;

e)

exista um segundo sistema de cálculo de dose para verificação do planejamento de tratamento

f)

exista um sistema computadorizado de gerenciamento de informação dos pacientes com cadastro e apresentação da fotografia do paciente em todos os documentos relacionados ao tratamento, assim como no painel de controle das fontes de radiação durante o tratamento;

O responsável técnico do Serviço de Radioterapia e seu substituto eventual devem obrigatoriamente segundo o Art. 17:

IV - garantir que todos os planejamentos de tratamento sejam realizados por um especialista em física médica de radioterapia ou sob a sua supervisão, impressos em papel, e com uma segunda assinatura por conferência;

RT MEDICAL
SYSTEMS



o formalismo para
UM

métodos para
o de planos

métodos para o de planos

[illegible]

TG 71:
Descrever o
cálculo d

calculated to
y assure

INTRODUCTION	505
OBJECTIVE OF THE VERIFICATION	506
CALCULATION	507
Med. Phys. 38 (1), January 2011	508
0094-2405/2011/28(1)/504/7/\$30.00	509
© 2011 Am. Assoc. Phys. Med.	504

[illegible]

LIMITAÇÕES DOS PROGRAMAS

RT MEDICAL
SYSTEMS

I

Verificam dose em um ponto de cálculo, não consideram anatomia do paciente.

II

Não considera erros do AL, nem comissionamento, por isso não excluem testes de QA.

III

Apesar de aumentar o trabalho na rotina, a verificação de dose independente é mais rápido que métodos experimentais específicos para o paciente; e não demanda tempo extra de utilização do AL.



ALGORITMOS

AAPM TG 219

Método baseado em fatores: parâmetros são obtidos através de medidas em fantoms;

Algoritmo baseado na modelagem: considera a modelagem do AL quanto a energia utilizada; ainda para fótons considerando dose de feixes primários e secundários;

Correção de heterogeneidade: aumenta a acurácia do cálculo;

Uso de softwares: alternativa ao 'Algoritmo baseado na modelagem' - pode rastrear pequenos desvios, e ainda verificar outros dados do planejamento.

NÍVEL DE ACEITAÇÃO

RT MEDICAL
SYSTEMS



Não é descrito um valor, é sugerido que a **equipe defina um valor** em relação ao software em uso. O limite de 5% é sugerido como nível de aceitação.

AAPM
TG 219

Testes devem ser realizados para **entender as diferenças** e melhor usufruir dos softwares.

A **diferença vai variar de acordo com o caso**, por exemplo cálculos na superfície mostram maior diferença.

Testes devem ser realizados no software assim como no TPS - Documentação de testes comissionamento devem ser mantidas e ser utilizado como diretriz.

INVESTIGAÇÃO E VALIDAÇÃO

RT MEDICAL
SYSTEMS

É sugerido que a validação ocorra através da avaliação do cálculo de uma lista contendo 19 pontos em meio homogêneo, off-axis e on-axis, variando os valores de SSD e tamanho de campo.

Casos com grande diferença de cálculo
devem ser investigados:

01

Ponto de cálculo em localização errada;

02

Entender limitações do algoritmo, e avaliar ambos cálculos do TPS e de verificação;

03

Checar se o plano precisa ser revisto;

04

Entrar em contato com o fabricante para explicar o ocorrido e corrigir o erro em próximas versões.



SOFTWARES

DISPONÍVEIS NO MERCADO

RT MEDICAL
SYSTEMS

NOME	FABRICANTE	ALGORITIMO
RadCalc	LAP Laser	Modified Clarkson
MUCheck	Oncology Data Systems	Modified Clarkson
IMSure	Standard Imaging	Three Source Model
DIAMOND	PTW Freiburg	Modified Clarkson
DoseCHECK	Sun Nuclear	Collapsed Cone Convolution/Superposition
Dosimetry Check	Math Resolutions LLC	Modified Clarkson
Mobius 3D	Varian Medical Systems	Collapsed Cone Convolution/Superposition
RT Connect	RT MEDICAL SYSTEMS	Modified Clarkson

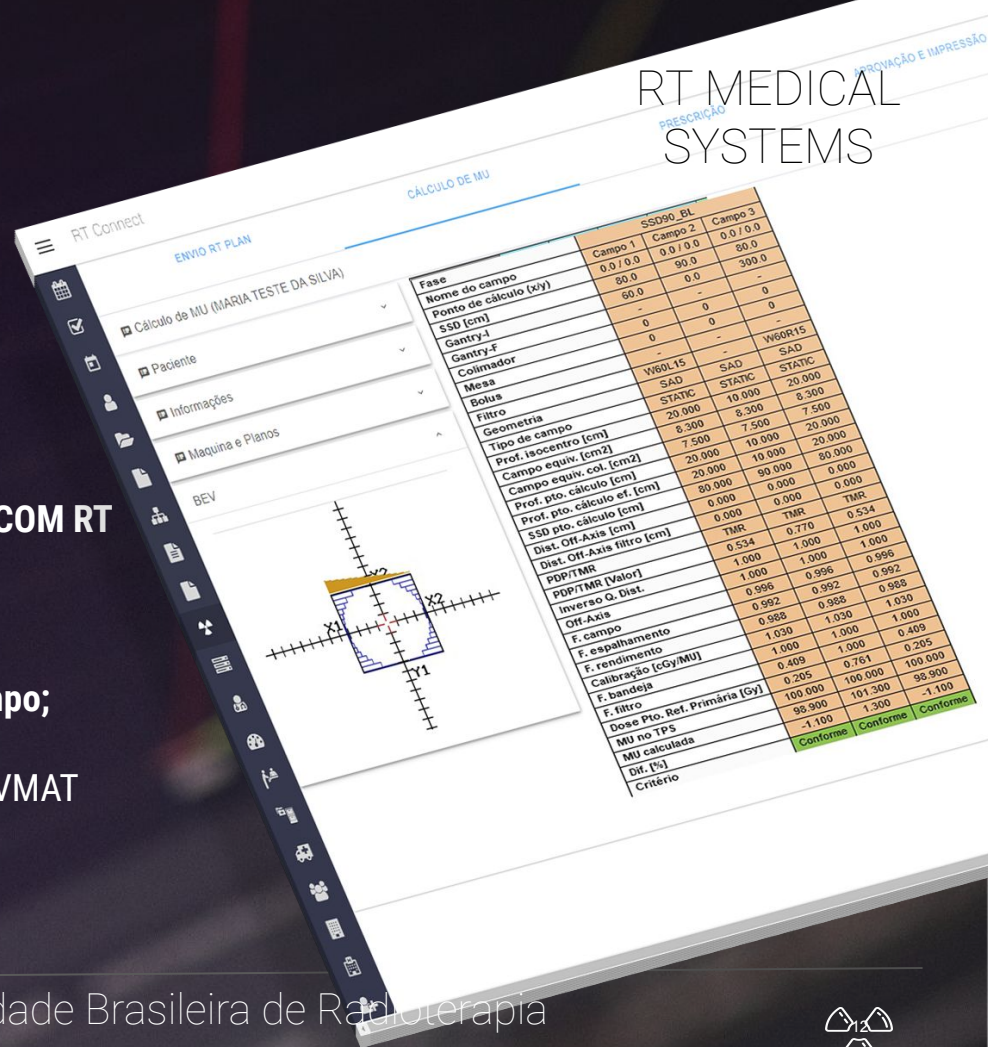


EXEMPLO CÁLCULO INDEPENDENTE SOFTWARE RT CONNECT

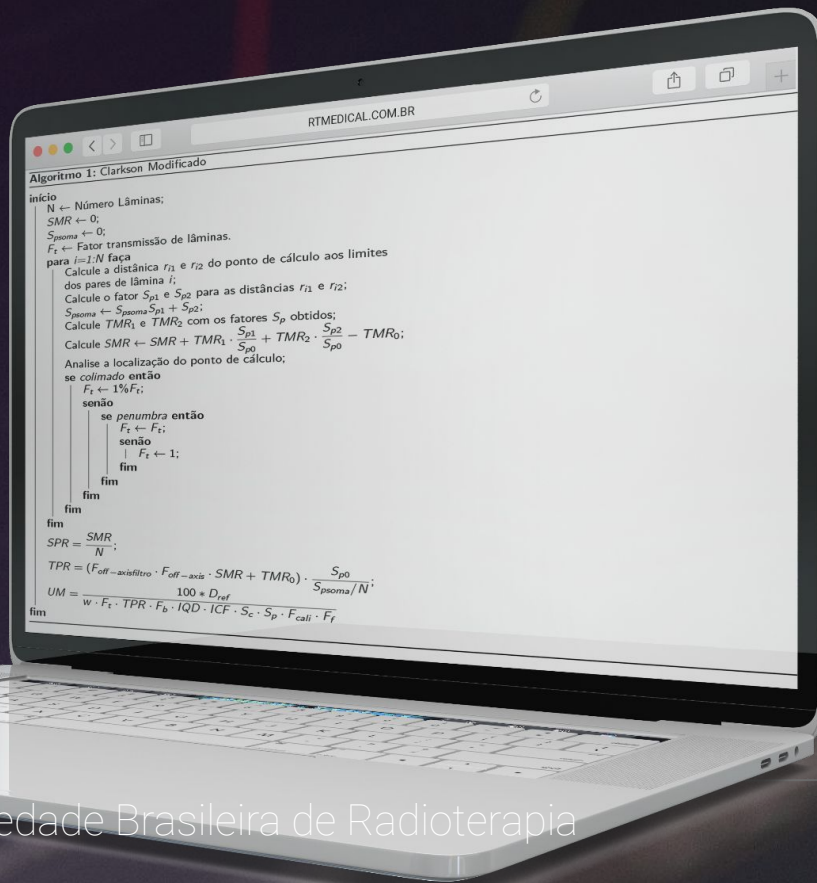
RT Connect faz o cálculo de dose através dos arquivos **DICOM RT** provenientes do TPS;

Os dados são organizados na ficha técnica com valores correspondentes ao ponto de cálculo definido para o campo;

Realiza cálculo para fótons e elétrons, ainda para IMRT e VMAT utilizado o algoritmo de **Clarkson Modificado**.



ALGORITMO DE CÁLCULO INDEPENDENTE SOFTWARE RT CONNECT





FÓRMULAS DO CÁLCULO INDEPENDENTE SOFTWARE RT CONNECT

FÓTONS:

$$UM = \frac{100 \cdot D_{ref}}{S_c \cdot S_p \cdot TMR \cdot OAR \cdot F_f \cdot F_b \cdot F_R \cdot IQD}$$

1

ELÉTRONS:

$$UM = \frac{100 \cdot D_{ref}}{S_e \cdot PDP \cdot IQD}$$

2

DIFERENÇA PARA TESTE DE ACEITAÇÃO:

$$Dif = \frac{UM_{CALCULADA}}{UM_{TPS} - 1} \times 100$$

3



Fase	F1	F1	F1	F1	F1	F1
ID da máquina	IX5757	IX5757	IX5757	IX5757	IX5757	IX5757
Energia	15MV	15MV	15MV	15MV	15MV	15MV
Nome do campo	1- OPE	2- LE	3- OAE	4- OAD	5- LD	6- OPD
Ponto de ref.	1C ▾	1C ▾	2E ▾	N ▾	1C ▾	1C ▾
Ponto de cálculo (x/y)	1 0	0 1	1.2 -1.2	1.4 2.5	0 1	0 1
SSD [cm]	82	82.4	87	87.1	82.8	81.8
Gantry-I	125	90	30	330	270	235
Gantry-F	-	-	-	-	-	-
Colimador	90	0	45	0	0	0
Mesa	0	0	0	0	0	0
Bolus	-	-	-	-	-	-
Filtro	-	-	EDW45IN	-	EDW30OUT	-
Geometria	SAD	SAD	SAD	SAD	SAD	SAD
Tipo de campo	STATIC	STATIC	STATIC	STATIC	STATIC	STATIC
Prof. isocentro [cm]	18	17.6	13	12.9	17.2	18.2
Campo equiv. [cm2]	9.6	9.5	9.7	9.6	9.4	9.6
Campo equiv. col. [cm2]	7.4	7.2	7.6	7.5	7.2	7.6
Margem de ar [cm]	0	0	0	0	0	0
Prof. pto. cálculo [cm]	17.9	17.6	12.2	11.8	17.1	18.1
Prof. pto. cálculo ef. [cm]	18	18.1	11.9	11.3	18	18.3
SSD pto. cálculo [cm]	82.1	82.5	86.8	87.5	82.9	81.9
Dist. Off-Axis [cm]	1	1	1.2	2.9	0	1
Dist. Off-Axis filtro [cm]	0	0	-1.2	0	1	0
F. campo	1.001	1.001	1.001	1.001	1	1.001
F. espalhamento	0.991	0.991	0.992	0.992	0.991	0.992
F. rendimento	0.992	0.992	0.993	0.993	0.991	0.993
Calibração [cGy/MU]	1.061	1.061	1.061	1.061	1.061	1.061
F. bandeja	1	1	1	1	1	1
F. filtro	1	1	0.734	1	0.928	1
F. transmissão	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01
Dose Pto. Ref. Primária [Gy]	0.267	0.368	0.386	0.406	0.362	0.268
MU no TPS	36.7	50.9	59.5	45.6	56.5	36.9
MU calculada	37.3	51.9	59.7	45.5	54.7	37.7
Dif. [%]	1.55	2.02	0.28	-0.27	-3.17	2.05
Dif. [abs]	-0.6	-1.0	-0.2	0.1	1.8	-0.8
Critério	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
MU total no TPS	286.196					
MU total calculada	286.8					
MU total - Dif. [%]	0.21					
MU total - Dif. [abs]	0.604					
Critério	Conforme					

EXEMPLO DE CÁLCULO INDEPENDENTE SOFTWARE RT CONNECT

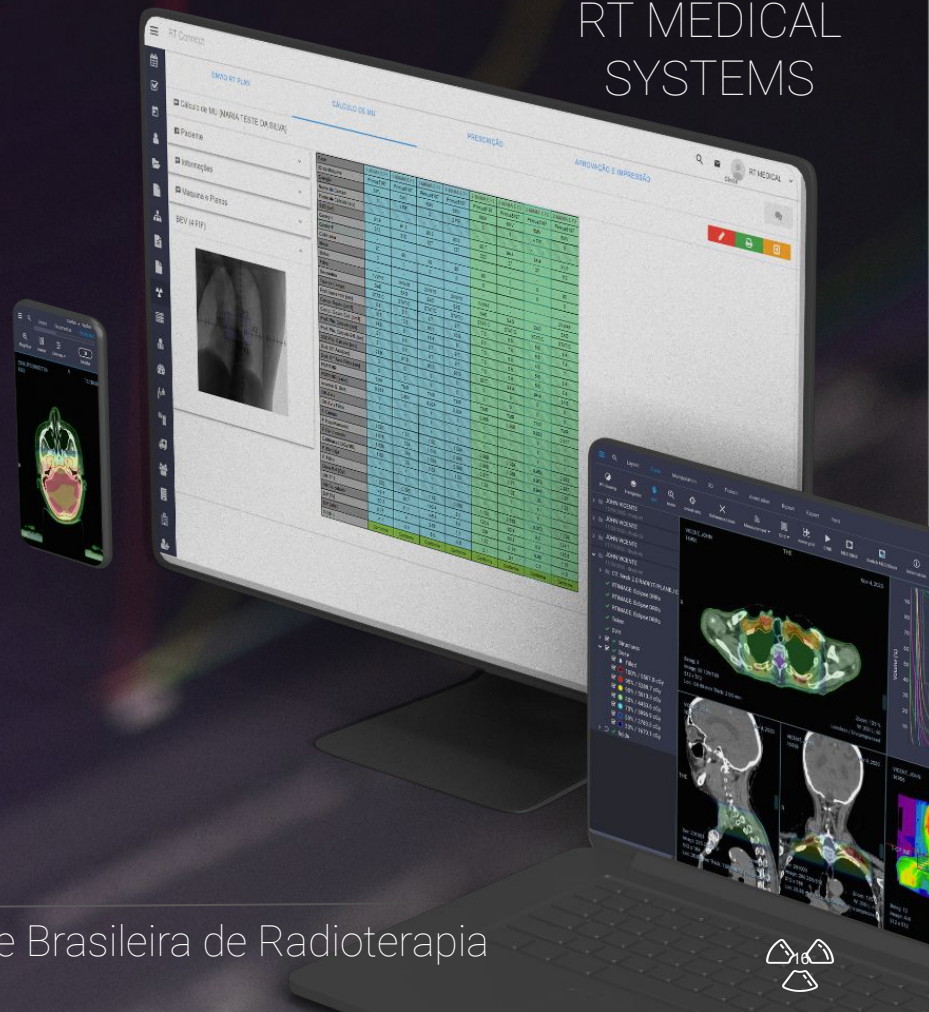
Plano com diferentes pontos de cálculo - **melhor**
acurácia para cada campo;
IMRT com filtro virtual;
Fatores de correção descritos na ficha técnica;
Nível de **aceitação definido pelo usuário.**

#SBRT2022



RT MEDICAL
SYSTEMS

EXEMPLO PRÁTICO DE CÁLCULO INDEPENDENTE SOFTWARE RT CONNECT



REFERÊNCIAS

Comissão Nacional de Energia Nuclear (2014). Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de Radioterapia. Publicação: DCN 10.12.2014.

Gibbons, J. P., Antolak, J. A., Followill, D. S., Huq, M. S., Klein, E. E., Lam, K. L., Palta, J. R., Roback, D. M., Reid, M., and Khan, F. M. (2014). Monitor unit calculations for external photon and electron beams: Report of the aapm therapy physics committee task group no. 71. Medical physics, 41(3):031501

Stern, R. L., Heaton, R., Fraser, M. W., Murty Goddu, S., Kirby, T. H., Lam, K. L., Molineu, A., and Zhu, T. C. (2011). Verification of monitor unit calculations for non-imrt clinical radiotherapy: report of aapm task group 114. Medical physics, 38(1):504–530.

Zhu, T. C., Stathakis, S., Clark, J. R., Feng, W., Georg, D., Holmes, S. M., Kry, S. F., Ma, C.-M. C., Miften, M., Mihailidis, D., et al. (2021). Report of aapm task group 219 on independent calculation-based dose/mu verification for imrt. Medical physics, 48(10):e808–e829



RT MEDICAL
SYSTEMS

JULIANA FREITAS

FÍSICA MÉDICA



contato@rtmedical.com.br



rtmedical.com.br



[rmsystems](https://www.instagram.com/rmsystems)



[company/rtmedical](https://www.linkedin.com/company/rtmedical)

