

“INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA AO PLANEJAMENTO”



Karen Pieri

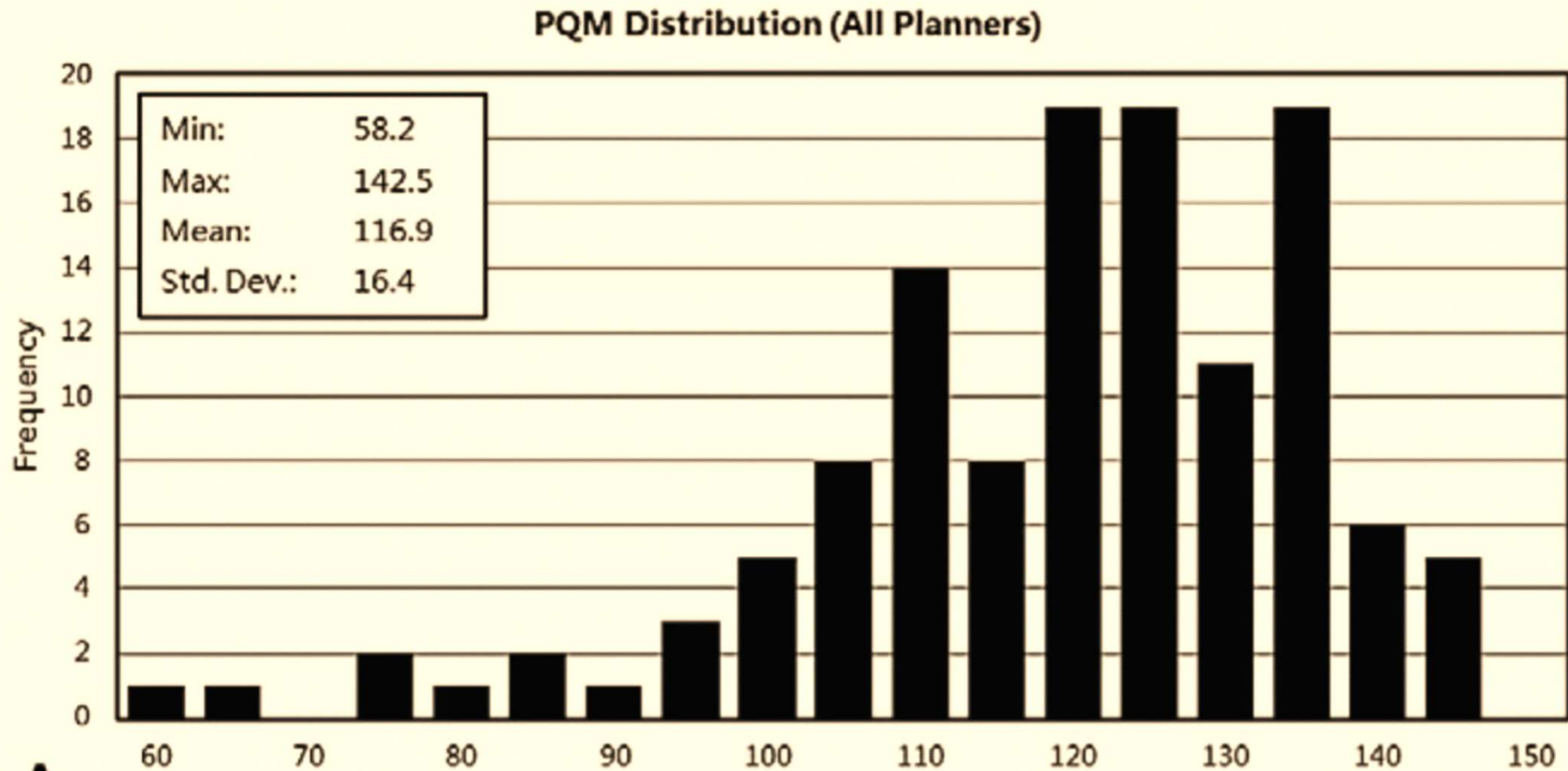
Especialista em Física da Radioterapia

Msc. Tecnologias Energéticas e Nucleares (Dosimetria e Instrumentação Nuclear)

Coordenadora do Programa de Residência em Física da Radioterapia

ABFM RT- 475 /1627 | CNEN FT- 0383

KNOWLEDGE BASED PLANNING?



A

KNOWLEDGE BASED PLANNING?

RAPIDPLAN

ERROS / FALHAS NO
PROCESSO

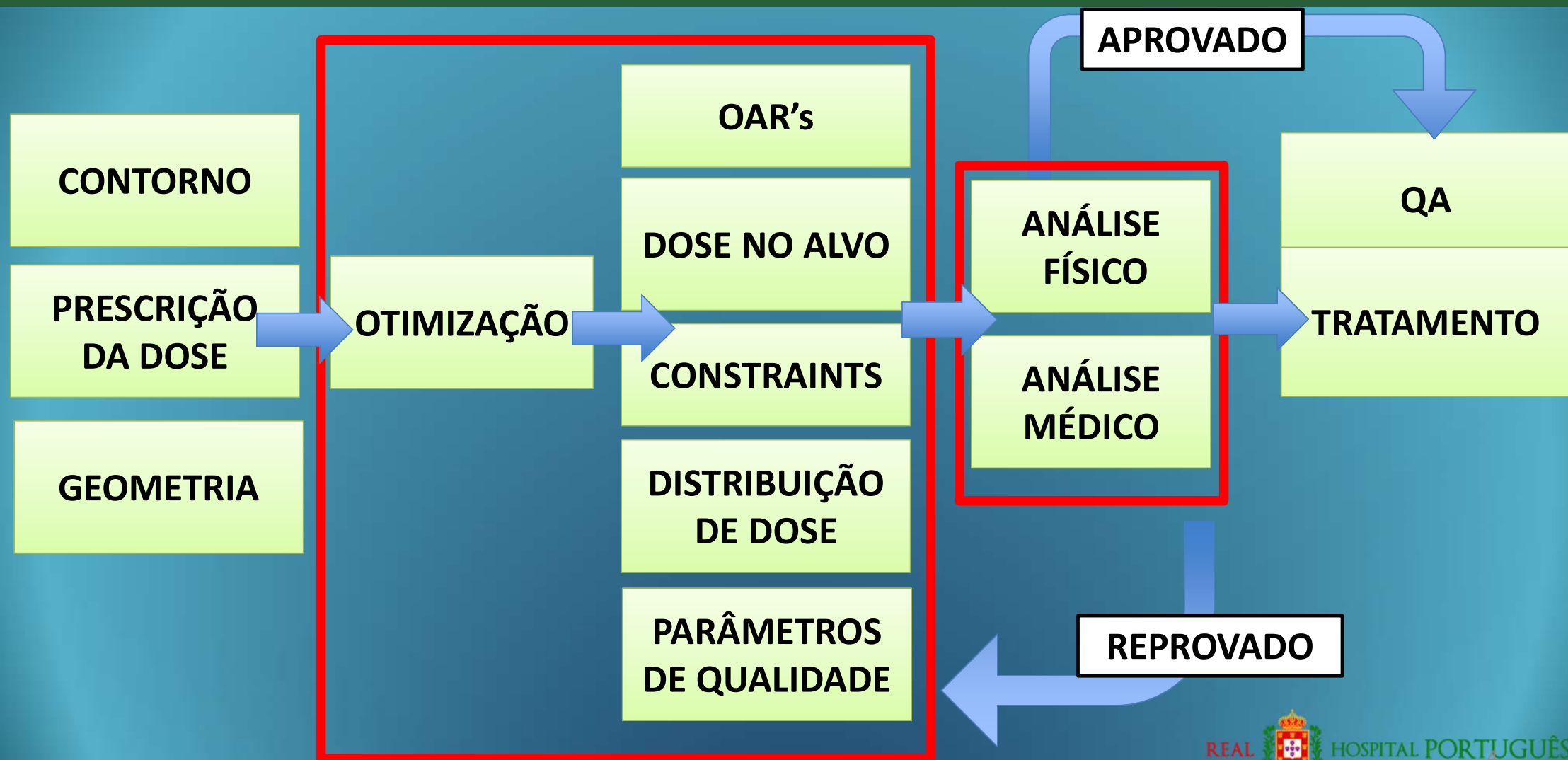
CONFLITOS: OBJETIVOS
x ESTRUTURAS
OTIMIZADAS

POSSÍVEL
MELHORAR
?

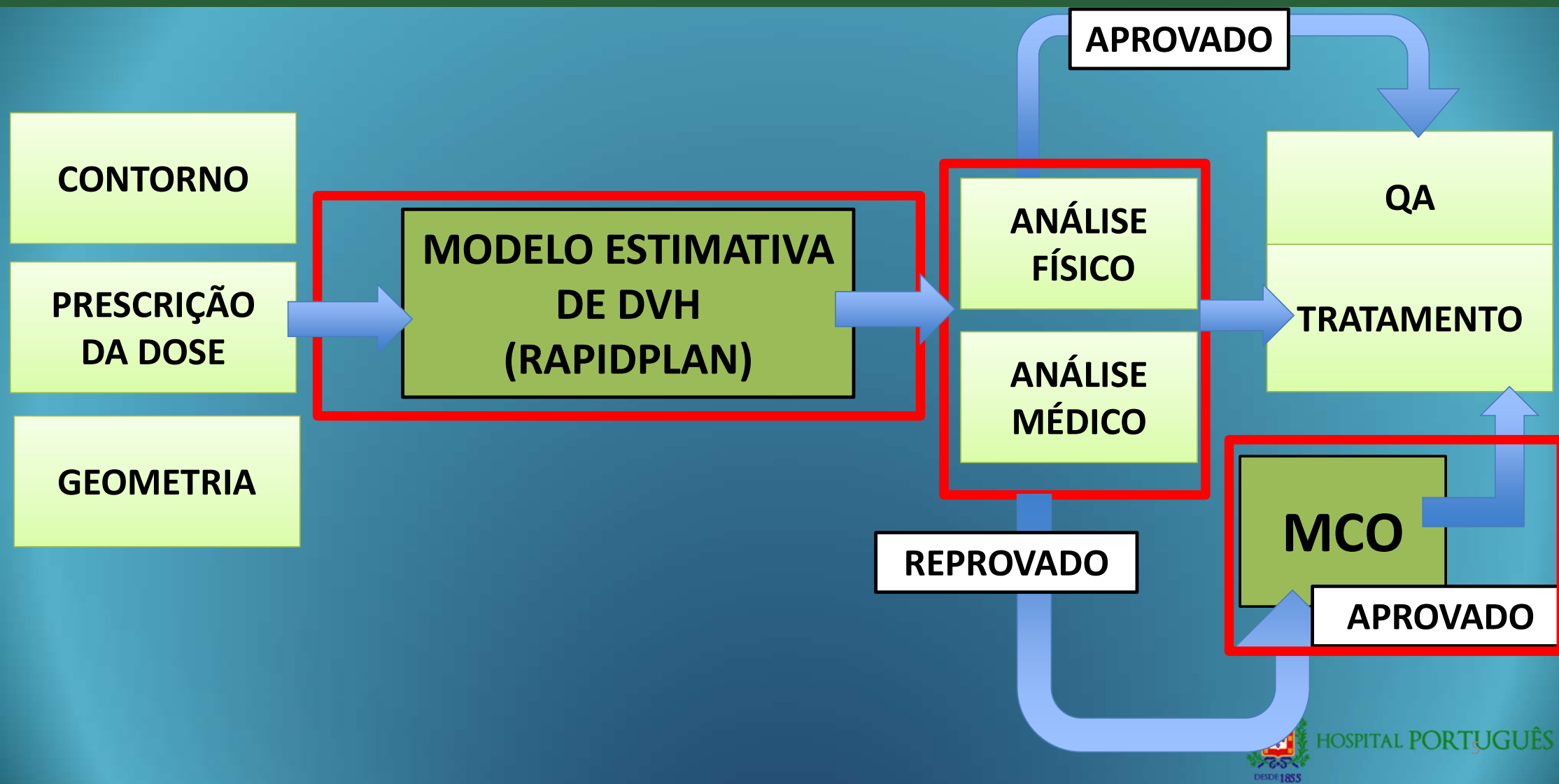
CURVA DE
APRENDIZADO

AS LOW AS
POSSIBLE x TEMPO

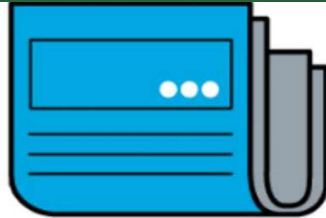
KNOWLEDGE BASED PLANNING?



KNOWLEDGE BASED PLANNING?



BRAZILIAN RAPIDPLAN WORKING GROUP



VARIAN LATAM ENEWS

varian
A Siemens Healthineers Company

Los usuarios de RapidPlan™ se unen para formar el Grupo de Trabajo Brasileño de RapidPlan

Los usuarios brasileños de RapidPlan™ se reunieron para formar un grupo de trabajo con el objetivo de ampliar el uso de esta herramienta y también para crear y validar modelos de estimación de DVH que puedan reflejar la realidad local. La iniciativa, anclada por Varian, promueve un canal exclusivo para usuarios, para la difusión del conocimiento y el desarrollo compartido, estimulado por los avances tecnológicos y el intercambio de experiencias sobre la implementación de la solución en el cotidiano clínico de las instituciones.

Los cinco encuentros de 2021 estuvieron marcados por la presencia de representantes de las instituciones participantes e invitados internacionales, como Kevin Moore, físico médico de la Universidad de California San Diego - UCSD. Impulsados por actividades prácticas y discusiones de alto nivel, los usuarios pudieron mejorar los modelos existentes, ampliando aún más el uso de RapidPlan en la rutina de su institución, y también comenzaron el desarrollo de nuevos modelos para diferentes sitios anatómicos.

"Varian tiene el honor de contribuir a la mejora de la rutina clínica y la calidad de los tratamientos de los pacientes a través de soluciones que utilizan alta tecnología, como RapidPlan", destaca Juliana Simões, Gerente del Sistema de Planificación para las Américas - Varian.

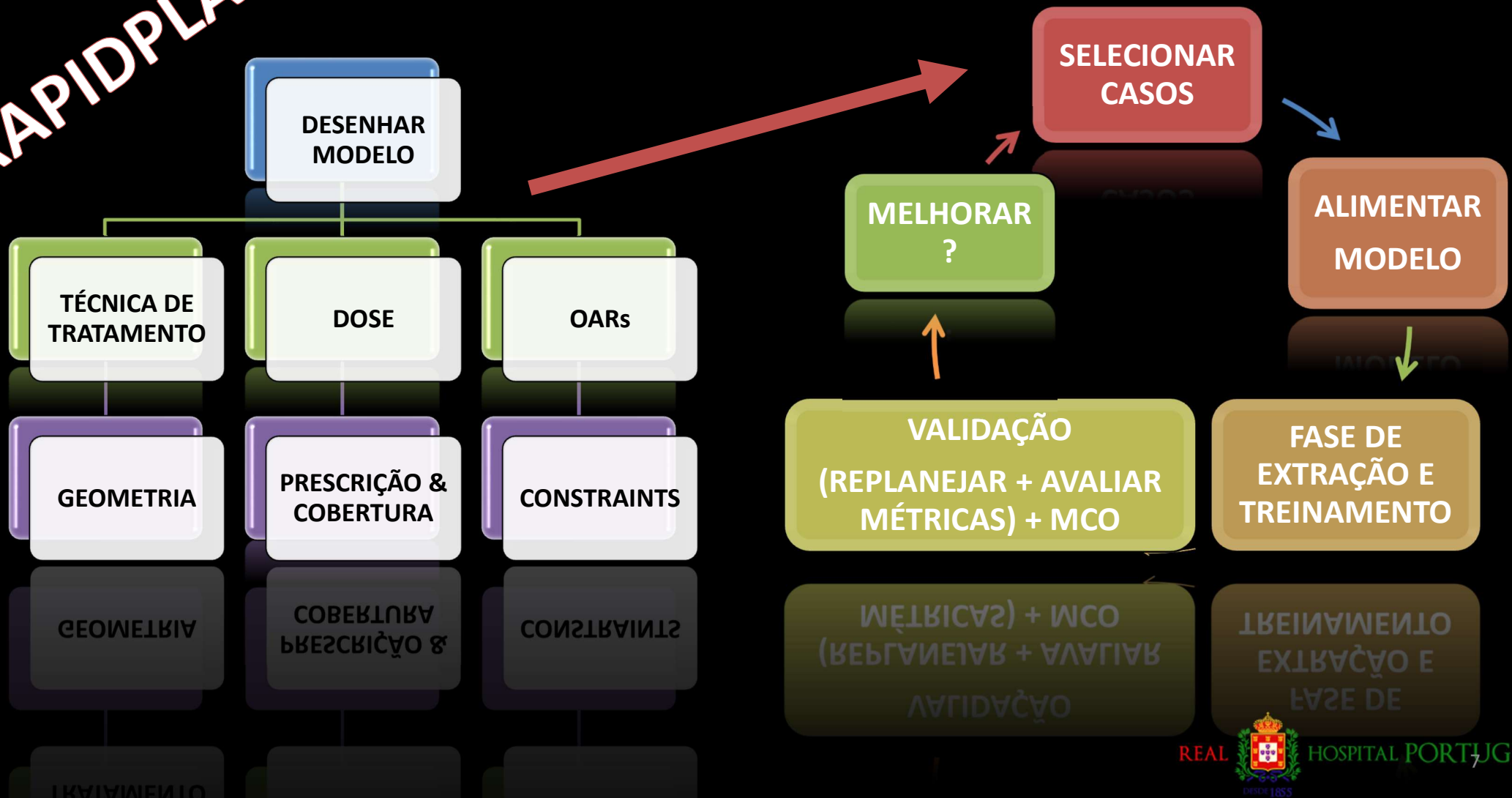
RapidPlan es un software de planificación del tratamiento basado en el conocimiento basado en algoritmos de aprendizaje automático que ayuda al personal clínico a reducir el tiempo de planificación del tratamiento y mejorar la consistencia de los planes de IMRT y RapidArc. El software utiliza la información anatómica y de dosis existente en la biblioteca RapidPlan, que consta de planes de alta calidad que conforman los modelos de estimación de histograma de volumen de dosis (DVH), para estimar la dosis a los órganos en riesgo al planificar nuevos pacientes.

La segunda etapa de este proyecto comenzará este año, cuando las instituciones se unirán para realizar un trabajo colaborativo a través de la puesta en común de sus modelos. El objetivo es desarrollar modelos de estimación de DVH más robustos para diferentes regiones anatómicas, de modo que la biblioteca tenga más información de diferentes regiones del país. A partir de esta iniciativa, será posible construir modelos más cercanos a la realidad de la población y protocolos en Brasil.

En la primera etapa del grupo de trabajo participaron las siguientes instituciones: CORB Radioterapia, Hospital Israelita Albert Einstein, Hospital Moinhos de Ventos, Liga Norteriograndense Contra el Cáncer, Oncoclínicas, Real Hospital Português y Rede D'or.

RAPIDPLAN?

CONSTRUÇÃO DO MODELO



DVH ESTIMATION ALGORITHM: PRINCÍPIOS BÁSICOS

A PARTIR DO CONJUNTO DE PLANOS SELECIONADOS:

CONJUNTO DE
ESTRUTURAS

DOSE

GEOMETRIA
DOS CAMPOS

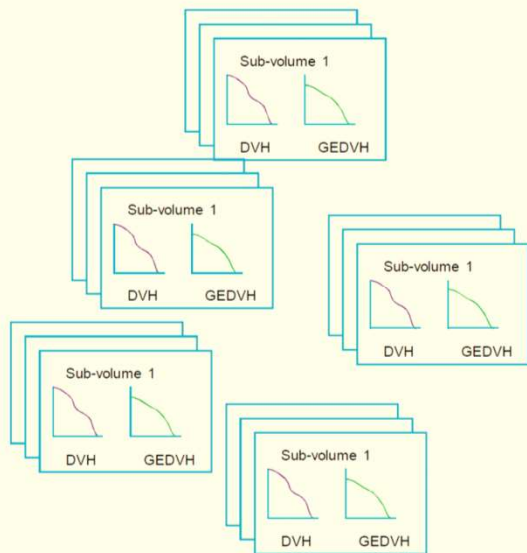
Fase de
Extração

Fase de
Treinamento

*GED & DVH Estimates :
Limites Inferiores e
Superiores
Objetivos de
Otimização*

Validação

Aplicação



Model Data

DVH PCs

mean

PC₁

PC₂

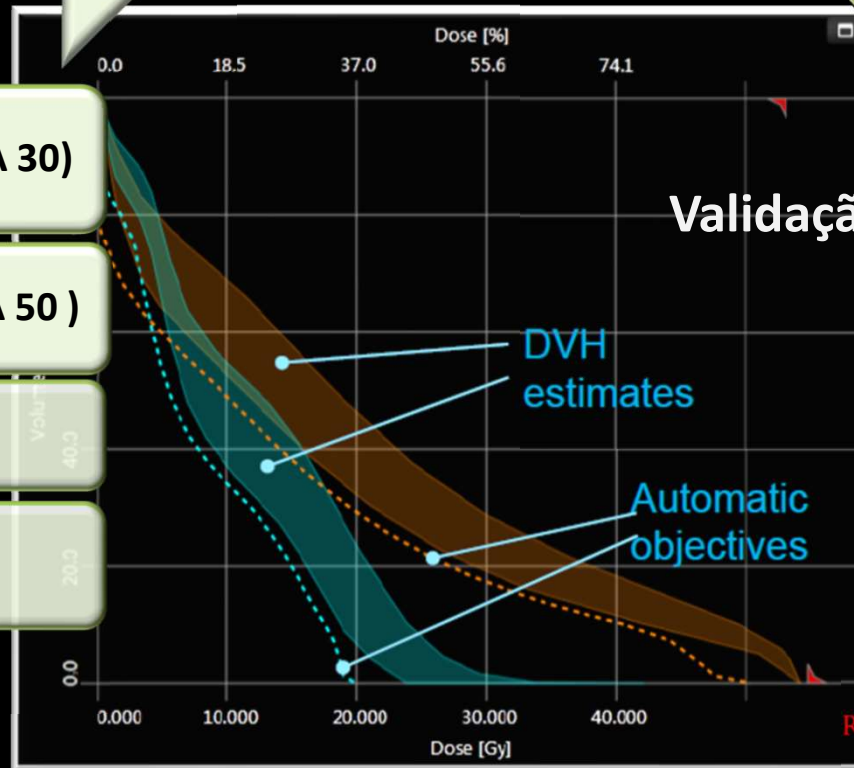
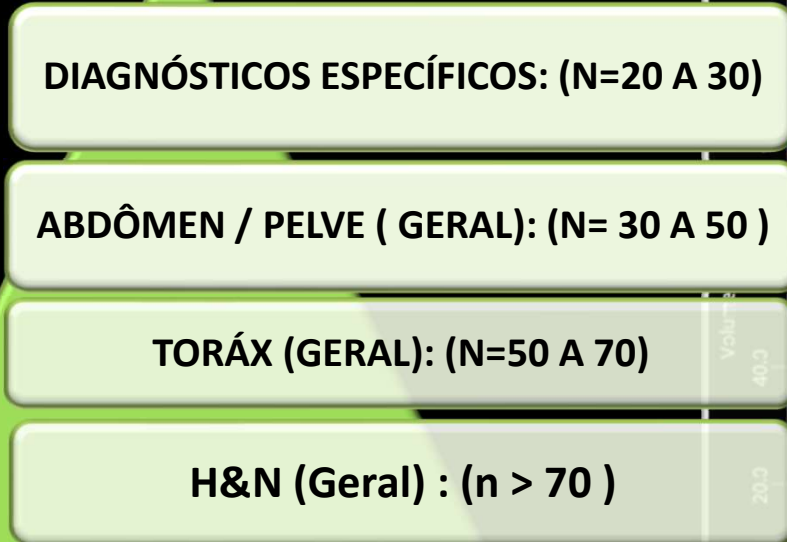
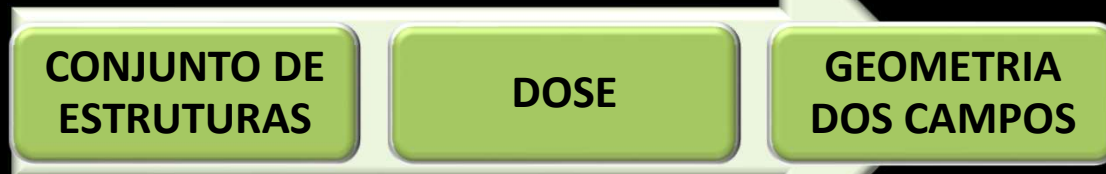
PC₃

Regression model

$$d_1^i = \underline{A_1^i} \times \vec{s}^i$$

DVH ESTIMATION ALGORITHM: PRINCÍPIOS BÁSICOS

A PARTIR DO CONJUNTO DE PLANOS SELECIONADOS:



Fase de Extração

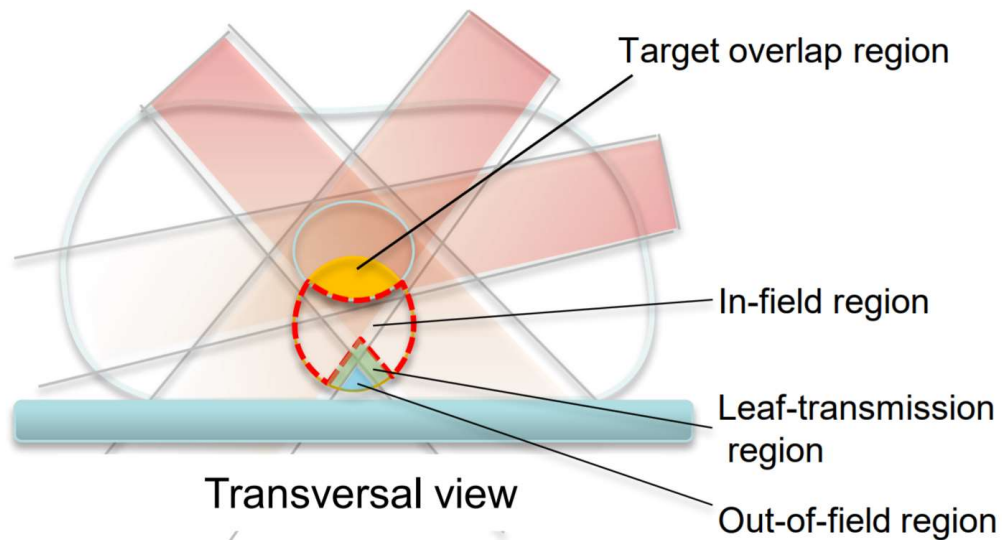
Fase de Treinamento

Validação

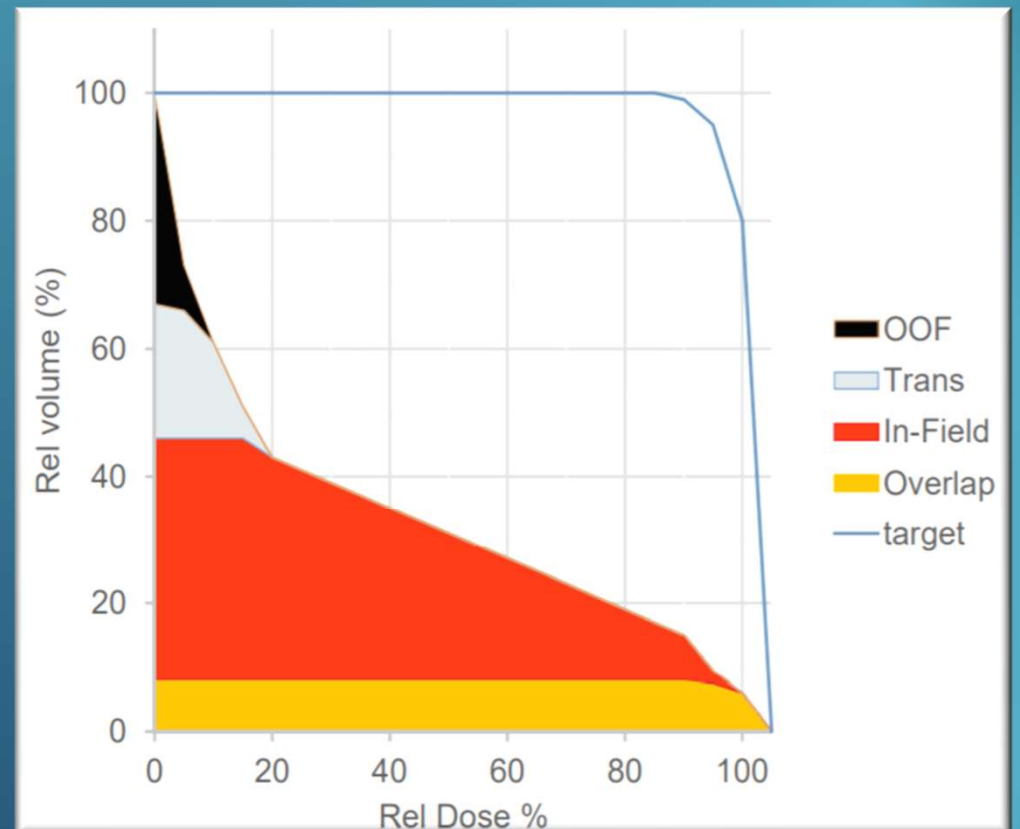
GED & DVH Estimates :
Limites Inferiores e Superiores
Objetivos de Otimização

Aplicação

EXTRACTION: PARTITION OUT OF FIELD

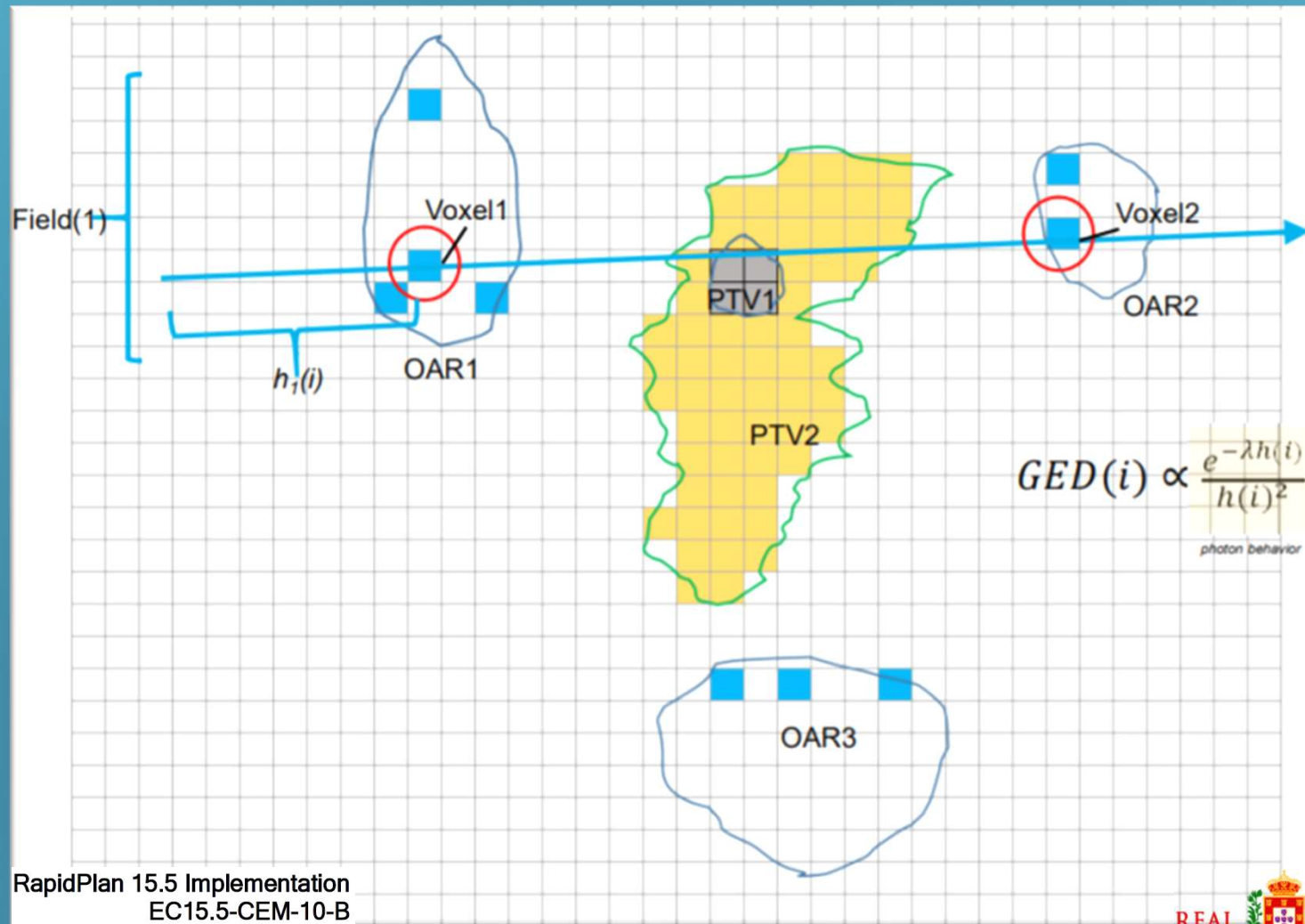


RapidPlan 15.5 Implementation
EC15.5-CEM-10-B



Rel Dose %

EXTRAÇÃO: GED GEOMETRY- BASED EXPECT DOSE (IN FIELD)



DVH ESTIMATION ALGORITHM: PRINCÍPIOS BÁSICOS

ID do modelo RHP_SRS_3x900_1

Versão do modelo 15.6.05

Região anatômica

Treinado Sim

Publicado Sim

Última modificação domingo, 21 de

Descrição Múltiplas Metastases, 03 frações x 900 cGy. Inclui análise e modelo devem ser aplicados à soma dos PTVs Soma.

Descrição clínica... Registro de publicação... Editar modelo e estruturas...

Descrição técnica... Registro de treinamento...

Planos do modelo Estimativa de DVH Número de planos: 31

#	ID do paciente/ID do curso/ID do plano	Prescrição do plano	Combinação de estrutura
1	1251859/RAPIDPLAN/ORIGINAL	2700.0 cGy	Alvo: 1/1 Outro: 7/7
2	2037598/RAPIDPLAN/ORIGINAL	2700.0 cGy	Alvo: 1/1 Outro: 7/7
3	1744433/RAPIDPLAN/ORIGINAL	2700.0 cGy	Alvo: 1/1 Outro: 7/7
4	1723638/RAPIDPLAN/ORIGINAL	2400.0 cGy	Alvo: 1/1 Outro: 7/7
6	2022739/RAPIDPLAN/ORIGINAL	2700.0 cGy	Alvo: 1/1 Outro: 7/7

Estruturas e objetivos do modelo Adicionar objetivos à estrutura...

	Vol [%]	Dose	Prioridade	gEUD a
(79876)				
gerada)	0.0	Gerado	Gerado	X
gerada)	Gerado	Gerado	Gerado	

Objetivo para Tecido Normal

Parâmetros de suavização (para IMRT)

Modelo: Resumo de resultados de treinamento

Coefficiente de determinação

Estrutura	Treinado	R ²	χ ²	Combin...	Em campo	Sugerido	Exceções
*Brain-PTV	Yes	0.917	1.142	31	31		6
*Cócleas	Yes	0.891	1.181	26	26	30	5
*Soma PTV	N/D			31			
*Vias Ópticas	Yes	0.928	1.179	31	31	36	5
BrainStem	Yes	0.849	1.079	32	32		1
INNER CC	Yes	0.684	1.160	30	30		3

DVH ESTIMATION ALGORITHM: PRINCÍPIOS BÁSICOS

ID do modelo **RHP_SRS_3x900_1**

Versão do modelo **15.6.05**

Região anatômica **Cabeça/Pescoço**

Treinado **Sim**

Publicado **Sim**

Última modificação **domingo, 21 de**

Descrição **Múltiplas Metastases, 03 frações x 900 cGy. Inclui análise e modelo devem ser aplicados à soma dos PTV Soma.**

Descrição clínica... Registro de publicação... Editar modelo e estruturas...

Descrição técnica... Registro de treinamento...

Planos do modelo Estimativa de DVH

Número de planos: **31**

#	ID do paciente/ID do curso/ID do plano	Prescrição do plano	Combinação de estrutura
1	1251859/RAPIDPLAN/ORIGINAL	2700.0 cGy	Alvo: 1/1 Outro: 7/7
2	2037598/RAPIDPLAN/ORIGINAL	2700.0 cGy	Alvo: 1/1 Outro: 7/7
3	1744433/RAPIDPLAN/ORIGINAL	2700.0 cGy	Alvo: 1/1 Outro: 7/7
4	1723638/RAPIDPLAN/ORIGINAL	2400.0 cGy	Alvo: 1/1 Outro: 7/7
6	2022739/RAPIDPLAN/ORIGINAL	2700.0 cGy	Alvo: 1/1 Outro: 7/7

Estruturas e objetivos do modelo

Adicionar objetivos à estrutura...

	Vol [%]	Dose	Prioridade	gEUD a
(79876)				
gerada)	0.0	Gerado	Gerado	X
sem GAP)	Gerado	Gerado	Gerado	

Objetivo para Tecido Normal

Parâmetros de suavização (para IMRT)

*Cócleas: Estatísticas discrepantes

Distância de Cook

Plano #	Estrutura	Distância de...	SR	mZ	dA
3	*Cocleas	8.809	2.326	2.265	1.509
22	*Cocleas	2.597	2.845	1.945	1.811
18	*Cocleas	1.930	1.591	4.102	1.201
17	*Cocleas	1.524	1.431	0.566	1.190
1	*Cocleas	1.279	0.618	4.282	0.727
27	*Cocleas	1.262	1.235	2.138	1.089

DVH ESTIMATION ALGORITHM: PRINCÍPIOS BÁSICOS



MODELO

RHP- SRS MÚLTIPLAS METÁSTASES

SINGLE ISOCENTER

CASO MULTI METÁSTASES - SINGLE ISOCENTER

MODELO SRS
03x900cGy

2700cGy

3x900cGy

$V_{MIN}=1,7cc^3$ e $V_{max}=32,72cc^3$

SOMA PTV, BRAIN-PTV, CÓCLEAS,
VIAS ÓPTICAS, TRONCO CEREBRAL,
ANÉIS (INNER, MIDDLE, OUTER)

N=45 casos*
*(aumentando n)

VMAT - UAB

VALIDAÇÃO

N=24 CASOS

ORIGINAL x
RAPIDPLAN

MESMA PRESCRIÇÃO
(99% VOLUME / 100% DOSE)

APLICAR RAPIDPLAN

NÃO INTERFERIR (NÃO ALTERAR PESOS,
CONSTRAINT, NÃO PAUSAR VMAT EM DADO
PASSO DA OTM)

RODAR CASO 01
ÚNICA VEZ

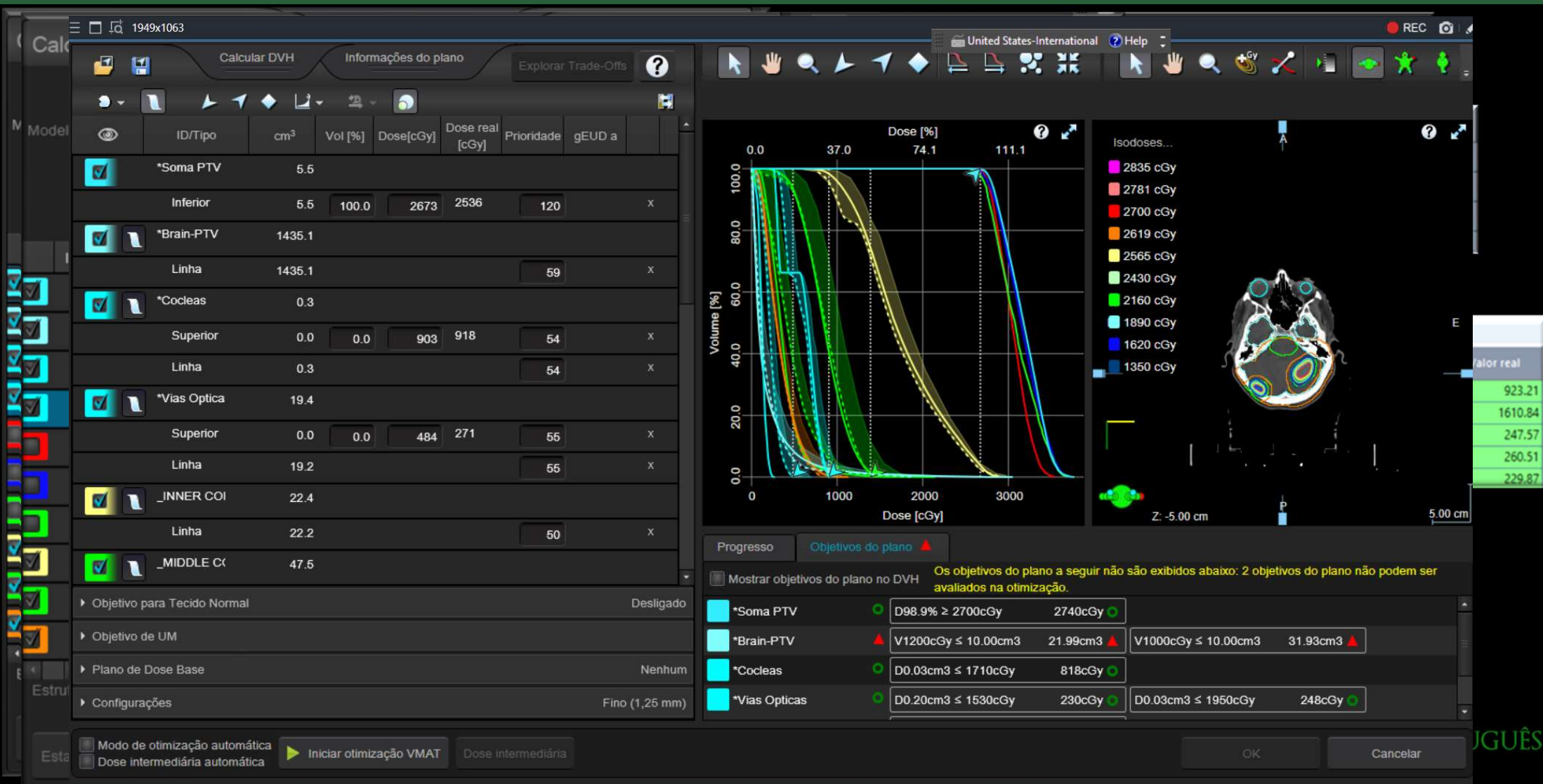
Distribuição % por Usuários
(Físico)



■ A ■ B ■ C ■ D ■ E

UAB THE UNIVERSITY OF
ALABAMA AT BIRMINGHAM

APLICAÇÃO – MODELO MÚLTIPLAS METAS - SINGLE ISO (03x900cGy)



ANÁLISE ESTATÍSTICA

ANÁLISES

**Diferença %
(OR X RP)**

**Média, Desvio Padrão,
Min, Máx**

**DADOS SEGUEM
DISTRIBUIÇÃO NORMAL?**

**Teste de Normalidade
Kolmogorov - Smirnov**

**T Student
(independente, unicaudal)**

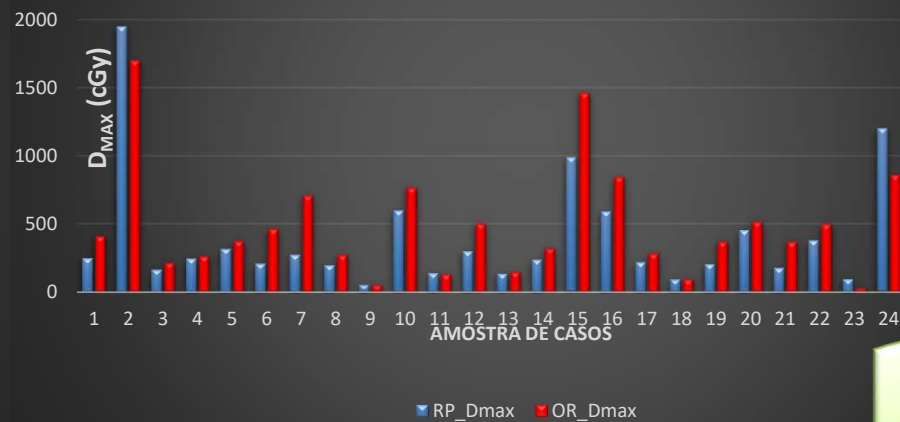
Teste t-Student	Critério	Hipótese	Médias	Resultado
Calculado < Teórico	Aceita	H0 u1=u2	Médias são iguais	ORIGINAL = RAPIDPLAN
Calculado > Teórico	Rejeita	H1 u1≠ u2	Médias são diferentes	ORIGINAL ≠ RAPIDPLAN

P-value	Interpretação
$P < 0,01$	evidência muito forte contra H0
$0,01 \leq P < 0,05$	evidência moderada contra H0
$0,05 \leq P < 0,10$	evidência sugestiva contra H0
$0,10 \leq P$	pouca ou nenhuma evidência real contra H0

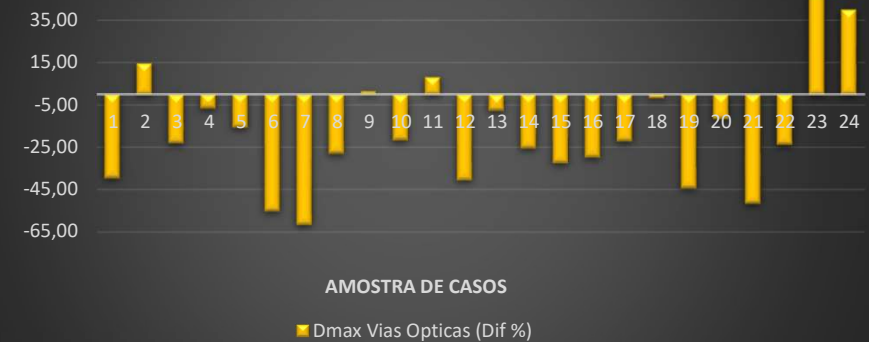
ANÁLISE ESTATÍSTICA

/	IC	IC _{Paddick}	GI	D _{máx} TRONCO	V _{10Gy*} BRAIN -PTV	V _{12Gy*} BRAIN -PTV	D _{máx} Vias Ópticas	D _{máx} Cócleas
Média	-2,12%	4,29%	-1,60%	-9,73	-12,85	-8,06	-9,45	-28,65
DesvPad	6,73	7,06	9,85	50,93	21,21	12,41	59,85	24,76
P < 0.05 ?	0.049	0.037	0.143	0.0017	0.0105	0.0048	0.0105	0.0015

D_{máx} Vias Ópticas



D_{máx} Vias Ópticas (DIF %)



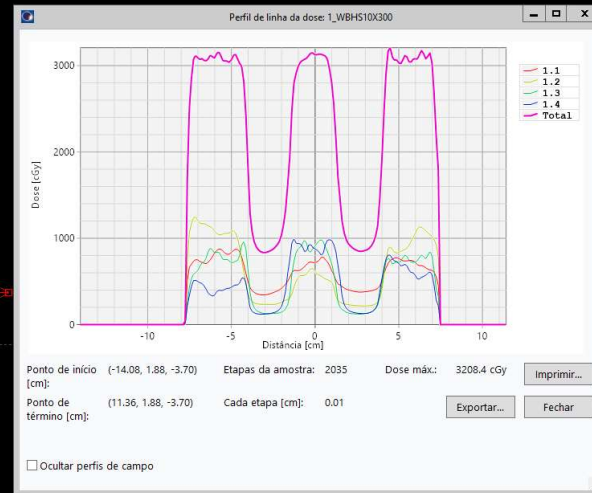
APROVADO!

Exemplo Prático: Crânio Total Poupando Hipocampo

D100% Hipocampo < 9Gy

Colwash da isodose [cGy]
 ✓ 3270.0
 ✓ 3180.0
 ✓ 3090.0
 ✓ 2910.0
 ✓ 2850.0
 ✓ 2700.0
 ✓ 2400.0
 ✓ 1950.0
 ✓ 1800.0
 ✓ 1200.0

10x300cGy



Caso que demanda **muito tempo** para realizar o **planejamento** , pelos motivos:

- ✓ Dificuldade de alcançar objetivo de dose no **Hipocampo d100% < 9Gy**
- ✓ Ao mesmo tempo uma **cobertura no PTV** e **impedir pontos quentes**

RADIATION THERAPY ONCOLOGY GROUP

RTOG 0933

A PHASE II TRIAL OF HIPPOCAMPAL AVOIDANCE DURING WHOLE BRAIN RADIOTHERAPY FOR BRAIN METASTASES

6.8 Compliance Criteria and Critical Structure Constraints (12/5/11)

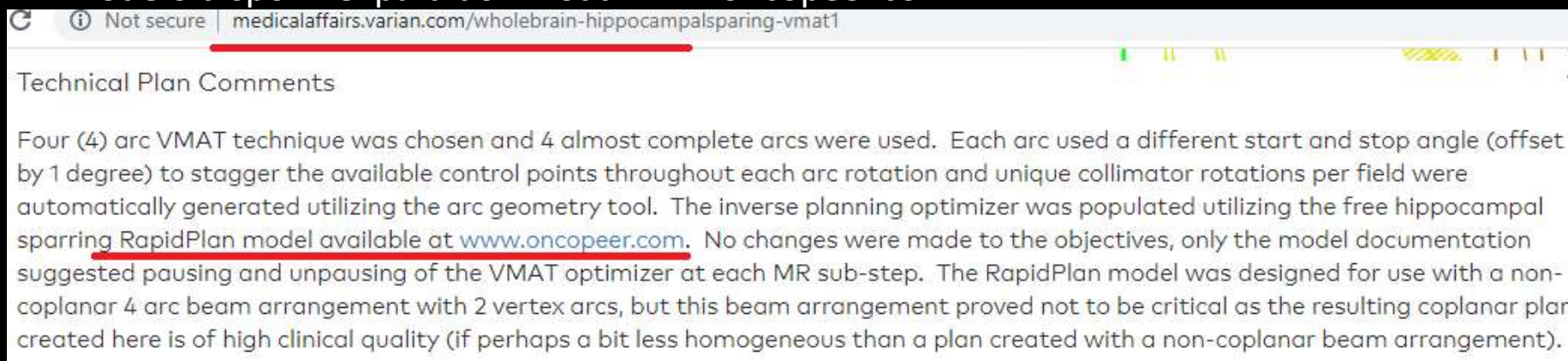
Treatment Component	Parameter	Per Protocol	Variation Acceptable	Deviation Unacceptable
MRI/CT Fusion and Contouring	MRI-CT fusion	No corrections to MRI/CT fusion requested	No corrections to MRI/CT fusion requested	Corrections to MRI/CT fusion requested
	Hippocampal Contouring	≤ 2 mm deviation using the Hausdorff distance*	$> 2, \leq 7$ mm deviation using the Hausdorff distance*	> 7 mm deviation using the Hausdorff distance*
HA-WBRT IMRT Planning	PTV	D2% ≤ 37.5 Gy D98% ≥ 25 Gy	D2% > 37.5 Gy, ≤ 40 Gy D98% < 25 Gy	V30 $< 90\%$ D2% > 40 Gy
	Hippocampus	D100% ≤ 9 Gy Maximum dose ≤ 16 Gy	D100% ≤ 10 Gy Maximum dose ≤ 17 Gy	D100% > 10 Gy Maximum dose > 17 Gy
	Optic Nerves and Chiasm	Maximum dose ≤ 37.5 Gy	Maximum dose ≤ 37.5 Gy	Maximum dose > 37.5 Gy
Unscheduled Break Days		0 break days	1-3 break days	> 3 break days

* To assess the Hausdorff distance, the Co-Principal Investigators, Minesh Mehta and Vinai Gondi, will remotely contour the "true" hippocampus on the submitted MRI/CT fusion, and a comparison will be made to the submitted contours.

- Você pode **criar o seu próprio** modelo ou, **Utilizar modelos de outras instituições** , testar e aplicar na sua instituição

Modelo Disponível de Crânio Total Poupando Hipocampo

- Modelo disponível para download www.oncopeer.com



- Modelo designado para RapidArc, Crânio Total poupando Hipocampo 10x300

Hippocampal Sparing Whole Brain (HCSWB) Model Description

Purpose:

This document describes the context in which the Hippocampal Sparing Whole Brain (HCSWB) Model should be used, as well as how it was configured and validated. For additional information on the validation process, reference Eclipse Photon and Electron Reference Guide.

Treatment planning guidelines:

All cases used to train and to validate the model were planned using head-first supine position with head positioned in a neutral position. All patients were immobilized with an aquaplast mask.

A four arc VMAT technique was utilized with two full, coplanar arcs and two partial vertex arcs. Each set of coplanar and vertex arcs had clock-wise and counter clock-wise gantry rotations with mirrored collimator positions (315/45) for each set. The coplanar arcs had 359.8 degrees of arc rotation for each field. The vertex arcs had 184.9 degrees of arc rotation for each with the start and end positions being 180.1 and 5 degree gantry positions with a 90 degree couch position. Each arc was positioned at a single isocenter located in the center of the target, isocenter was aligned to best achieve coverage of the PTV and jaw settings were verified for proper field size by a beams eye view (BEV) evaluation of each control point in the arc rotation, ensuring the entire brain was always visible, never under the jaw. See Annex A for further discussion on different number of arcs and the end of Annex A for a screen capture that includes a visualization of the arcs.

Conjunto de estruturas

Target contouring guidelines:

Target name	Guidelines
CTV (or Brain)	Whole brain parenchyma through the foramen magnum
PTV_WB	CTV excluding the hippocampal avoidance region (see below); no setup margin is added

OAR contouring guidelines:

OAR name	Guidelines	
Structure name example	Structure name in model	Structure code(s) in model
PTV_WBopt	PTV_WBopt	(PTV_High,PTV_Int Target)
Hippocampus_Totl	Hippocampus(R+L)	(275020)
Hippocampus+05_Totl	Hippo+05(R+L)	(PRV)
Chiasm	OpticChiasm	(62045)
Brainstem	Brainstem	(79876)
Spinal Cord	SpinalCanal	(9680, 7647)
LOptic	OpticNerve(R/L)	(50878, 50875)
ROptic	OpticNerve(R/L)	(50878, 50875)
LEye	Eye(R/L)	(12515, 125124)
REye	Eye(R/L)	(12515, 125124)
LLacrima	Lacrima(L/R)	(59103, 59102)
RLacrima	Lacrima(L/R)	(59103, 59102)
LLens	Lens((R/L)	(58243, 58242)
RLens	Lens((R/L)	(58243, 58242)



- Imagem de TC RAPID+MCO 24/05/2021 14:27 Status: Novo
- ☒ Brainstem
- ☒ Chiasm
- ☒ Cochlea Left
- ☐ Cochlea Right
- ☒ Eye Left
- ☒ Eye Right
- ☒ Hippo+05(R+L)
- ☐ Hippocampus Left
- ☐ Hippocampus Right
- ☒ Hippocampus(R+L)
- ☐ Hippocampus_L
- ☐ Hippocampus_R
- ☒ Lens Left
- ☒ Lens Right
- ☒ Optic Nerve Left
- ☒ Optic Nerve Right
- ☐ Optic Tract Left
- ☒ Optic Tract Right
- ☒ PTV_300x10fx
- ☒ PTV_WBopt
- ☒ SpinalCord
- ☐ Ventricles
- ☐ Whole Brain
- ☒ Origem do usuário

Propriedades

Estrutura Estrutura (cont.) Valor de TC e material Tec (estrut)

Identificação

ID Brainstem

Nome

Dicionário da estrutura

Etiqueta Tronco cerebral

Código 79876

Esquema FMA

Algoritmo de geração

Algoritmo Manual

Descrição

Aparência

Cor RGB 9181 49

Conjunto de estruturas

Structure Templates

ID	Aprovação	Usuários	Diagnóstico	Localização
COLO UTERINO 50.4Gy	Aprovado	MEDICOS	COLO UTERINO	Cérv
CRANIO POUPANDO HIPOCAMPO RAPIDPLNA	Aprovado	rhp\23194		
CRANIO TOTAL POUPANDO HIPOCAMPO	Aprovado	rhp\23194		
ESTOMAGO	Aprovado	MÉDICOS	ESTOMAGO	Estô
MAMA RHP PROTOCOLO	Aprovado	rhp\23194		MAM
NEURO EIXO VMAT	Aprovado	rhp\23194		
PELVE 45Gy	Aprovado	LDELBEM		
PELVE 50Gy	Aprovado	LDELBEM		Ovár
PROST VMAT 2/50 2/76Gy	Aprovado	LDELBEM	PROSTATA	Prós
SBRT FIGADO	Aprovado	LDELBEM		
SBRT PANCREAS	Aprovado	rhp\23194		
SBRT PROSTATA	Aprovado	rhp\25524		Prós
SBRT PULMAO	Aprovado	FISICOS		Pulm
SMART CeP 54/60Gy	Aprovado	LDELBEM		

Estruturas

ID	Tipo
☐ BODY	Estrutura
☐ Brainstem	Estrutura
☐ Chiasm	Estrutura
☐ Cochlea Left	Estrutura
☐ Cochlea Right	Estrutura
☐ Eye Left	Estrutura
☐ Eye Right	Estrutura
☐ Hippo+05(R+L)	Estrutura
☐ Hippocampus Left	Estrutura
☐ Hippocampus Right	Estrutura
☐ Hippocampus_L	Estrutura
☐ Hippocampus_R	Estrutura
☐ Lens Left	Estrutura
☐ Lens Right	Estrutura
☐ Optic Nerve Left	Estrutura
☐ Optic Nerve Right	Estrutura
☐ PTV_WBopt	Estrutura
☐ Ventricles	Estrutura
☐ Whole Brain	Estrutura

Imagem de TC RAPID+MCO 24/05/2021

SOMENTE CT 22/08/2014

SOMENTE CT 22/08/2014

Colar

Excluir

Nova Estrutura...

Nova estrutura a partir do template...

Novas estruturas do protocolo clínico...

Novo marcador de isocentro...

Novo marcador...

Nova linha de referência...

Duplicar conjunto de estruturas

Propriedades...

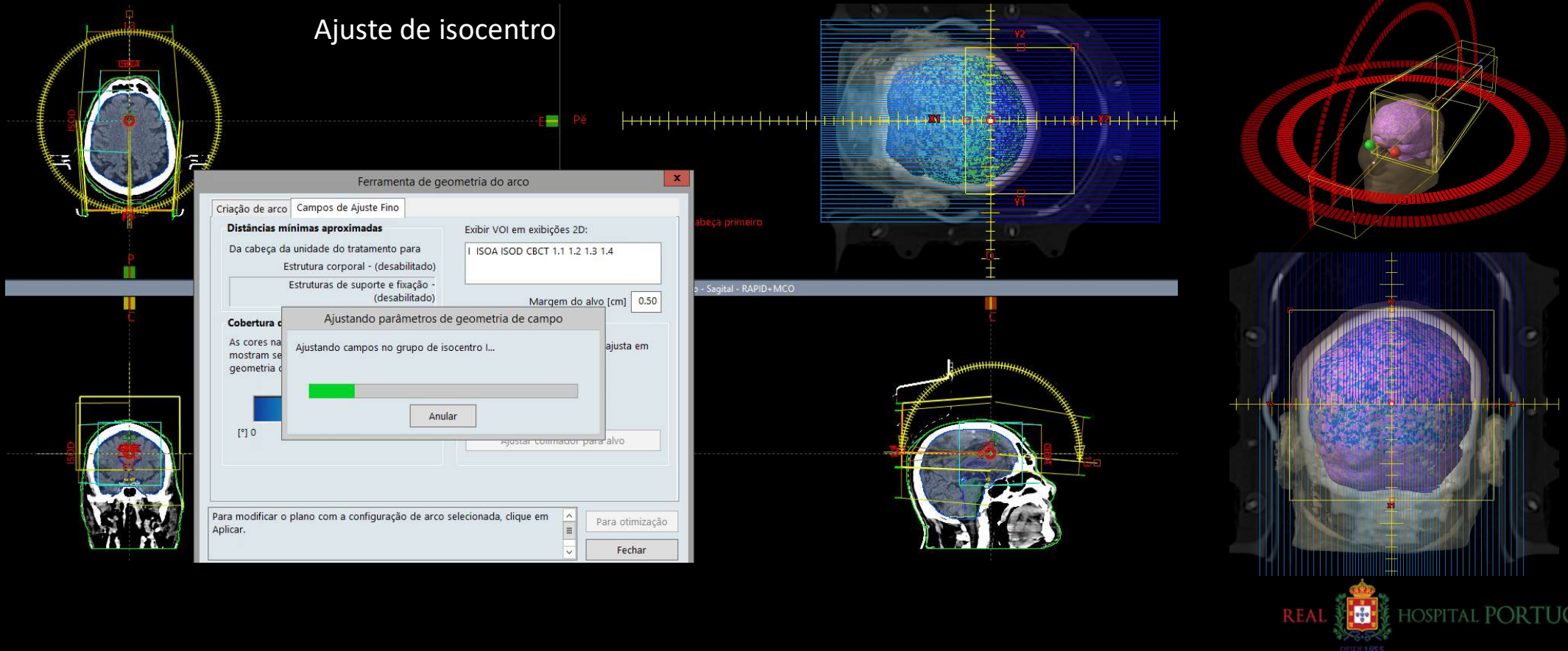
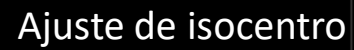
Definir Status da Estrutura

Crar estruturas selecionadas

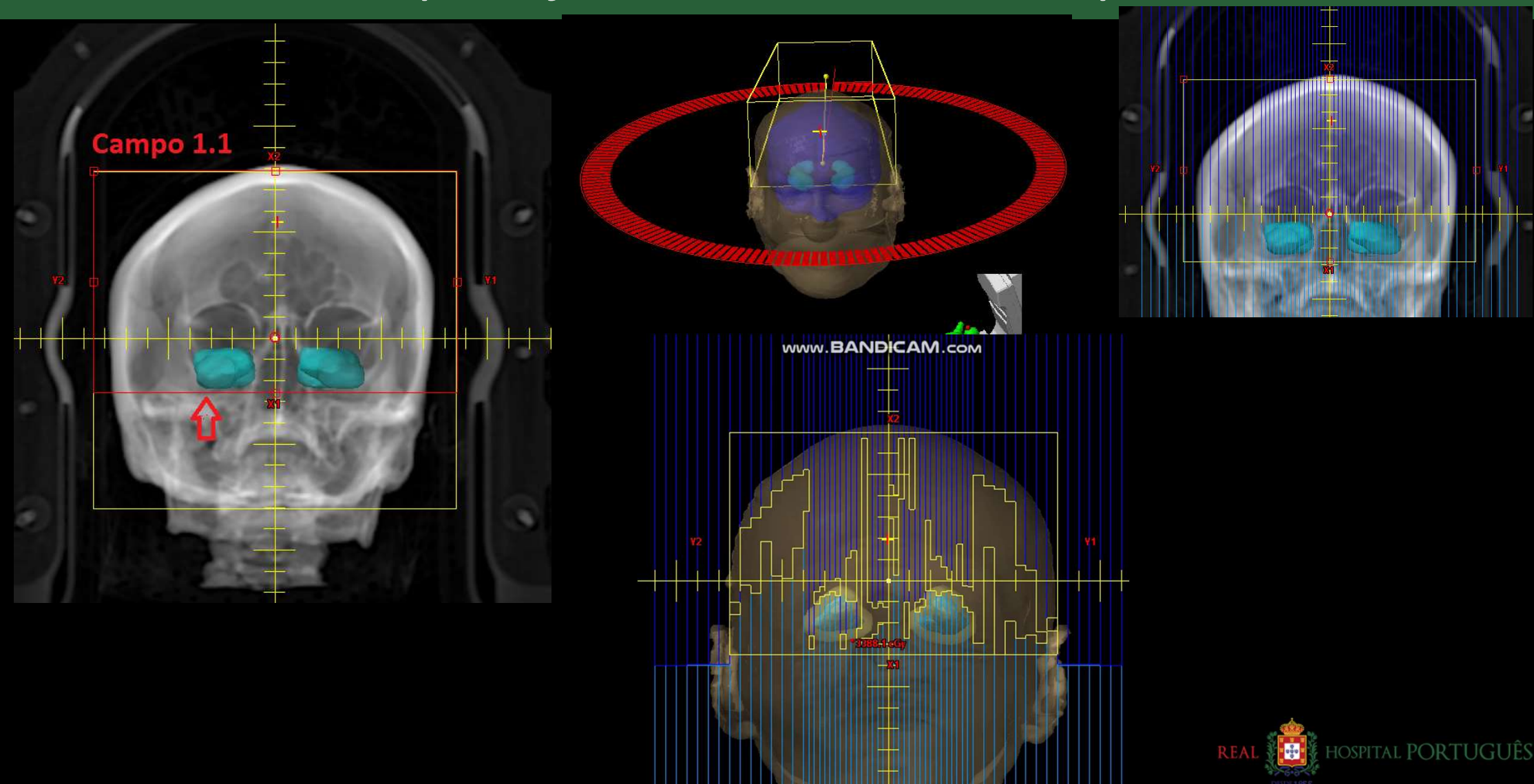
Cancelar

Setup

						Gantry	Colimador	Mesa
1.1	ARC-I	TrueBeam3982_02 - 6X	Arco dinâmico	1.111	IEC61217	181.0 SH 179.0	90.0	0.0
1.2	ARC-I	TrueBeam3982_02 - 6X	Arco dinâmico	1.157	IEC61217	179.0 SAH 181.0	90.0	0.0
1.3	ARC-I	TrueBeam3982_02 - 6X	Arco dinâmico	0.537	IEC61217	5.0 SAH 181.0	0.0	90.0
1.4	ARC-I	TrueBeam3982_02 - 6X	Arco dinâmico	0.549	IEC61217	181.0 SH 5.0	0.0	90.0



Setup – Ajuste do Jaw X1 Campo 1.1



USO INTEGRADO COM *MCO* MELHORANDO MODELOS / AJUSTES

MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION

OTIMIZA UM VETOR DE
FUNÇÕES OBJETIVAS

MUITAS SOLUÇÕES

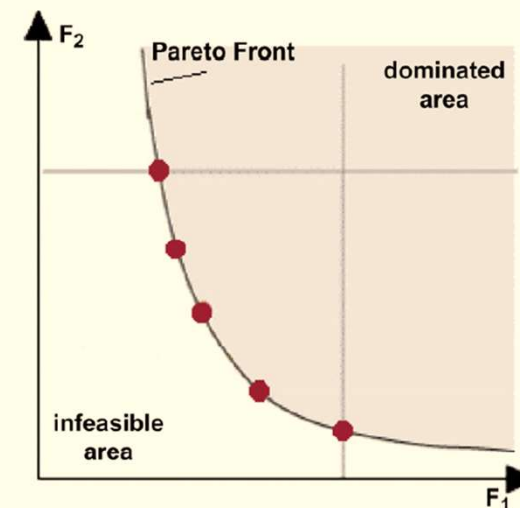
SOLUÇÕES DESCREVEM
UMA CONSTRUÇÃO
MATEMÁTICA:

COMPROMISSO
PTV X OAR

APROXIMAÇÃO
SUPERFÍCIE DE
PARETO

NA PRÁTICA:
PLANOS ALTERNATIVOS

CADA PLANO ALTERNATIVO
PRIORIZARÁ UM OBJETIVO
DE OTIMIZAÇÃO SOBRE OS
DEMAIS



Radiotherapy Fig. 1. Schematic example of a two-dimensional problem. Improving parameter F_1 by moving along the Pareto front inevitably leads to worsening F_2 . Dots represent solutions stored in the database. Solutions not on the Pareto front are either physically not feasible or dominated.

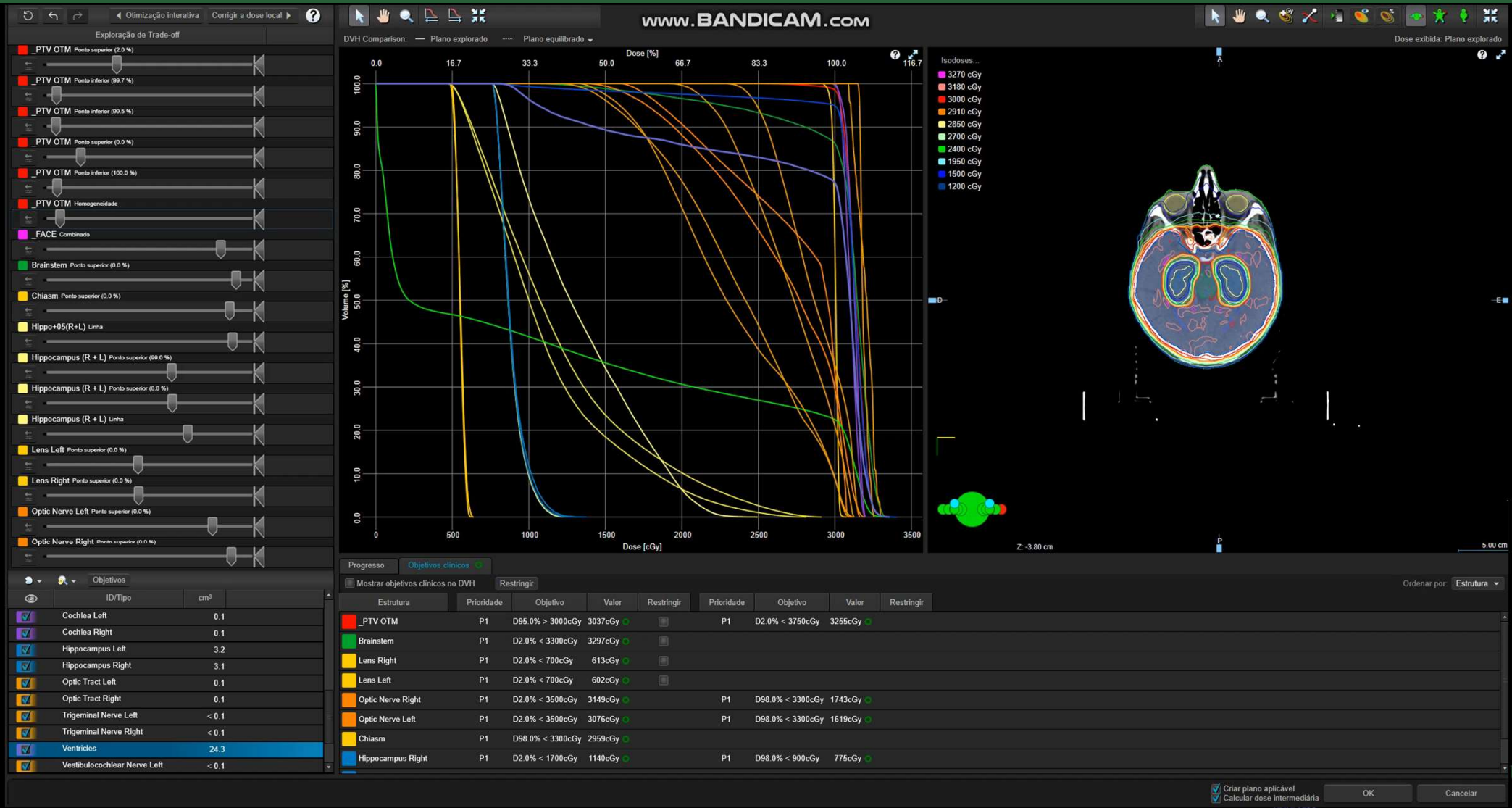
Treatment planning

A new concept for interactive radiotherapy planning
with multicriteria optimization: First clinical evaluation[☆]

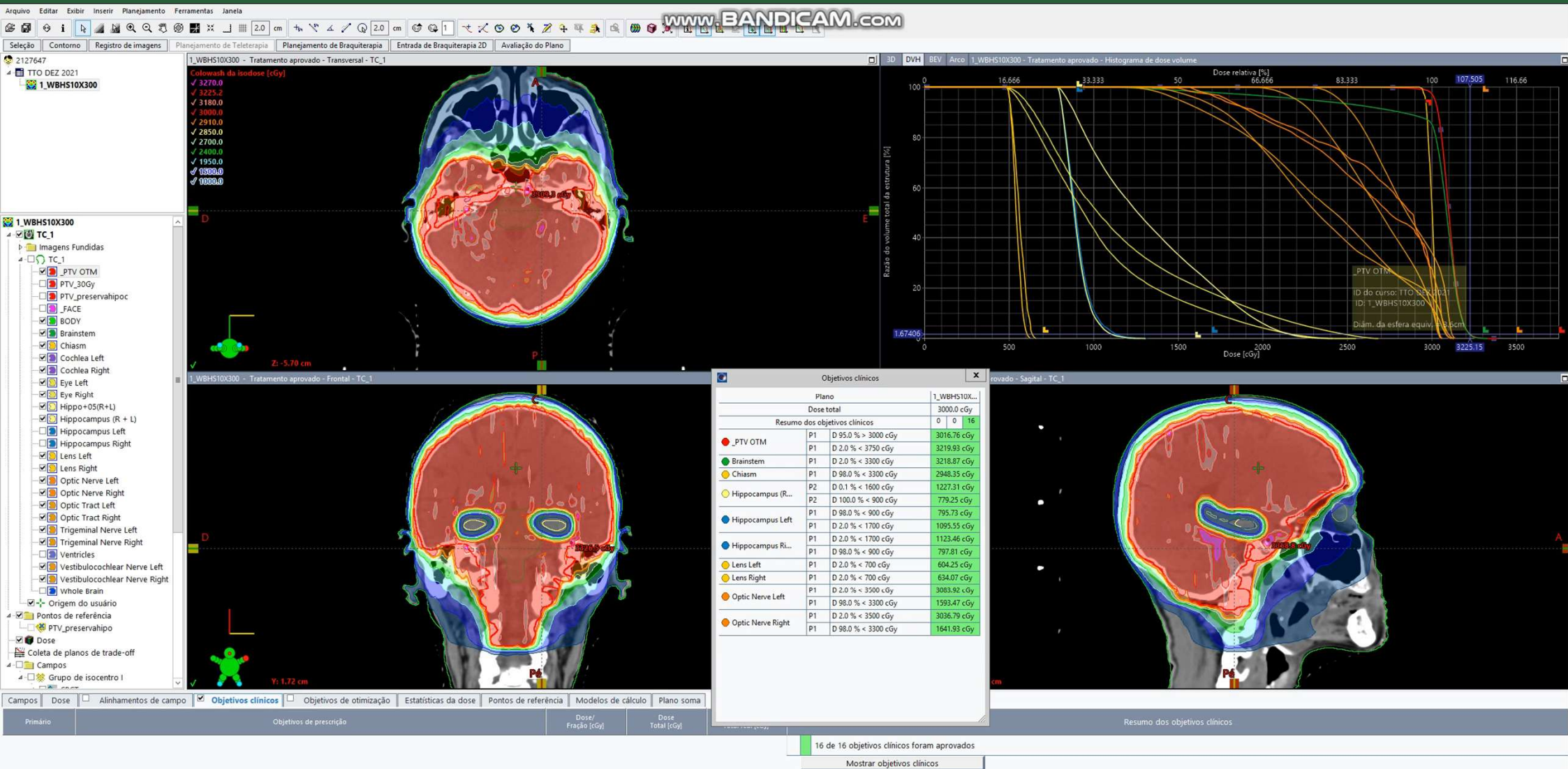
Christian Thieke^{a,b,*}, Karl-Heinz Küfer^c, Michael Monz^c, Alexander Scherrer^c,
Fernando Alonso^c, Uwe Oelfke^d, Peter E. Huber^{a,b}, Jürgen Debus^b, Thomas Bortfeld^e

^aDepartment of Radiation Oncology, Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg, Germany. ^bDepartment of Radiooncology and Radiation Therapy, University Clinic, Heidelberg, Germany. ^cDepartment of Optimization, Fraunhofer-Institute for Industrial Mathematics, Kaiserslautern, Germany. ^dDepartment of Medical Physics in Radiation Oncology, Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg, Germany. ^eDepartment of Radiation Oncology, Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School, Boston, MA, USA.

Melhorias utilizando MCO: Trade-off



Resultado planejamento



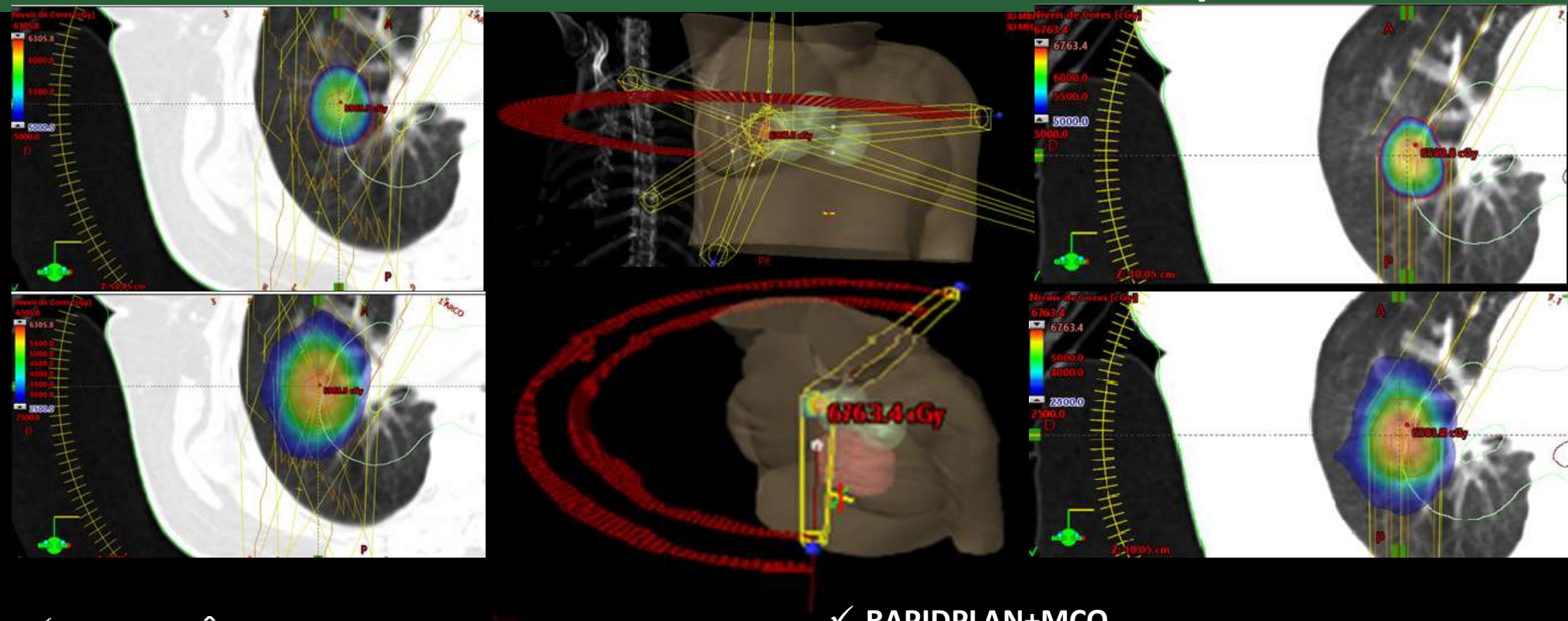
Rapidplan simplificou um planeamento relativamente complexo
tempo total < 30 Minutos (**redução de tempo**)

Boa cobertura e respeitando os órgãos de risco e baixo ponto
quente (**qualidade**)

Possível **intercambio de experiências** entre centros do mundo
todo, funcionou muito bem no caso de crânio total poupando
Hipocampo

ARCO DINÂMICO

VMAT MACHINE INTELLIGENCE - VMAT E 6FFF /10FFF



- ✓ ARCO DINÂMICO
- ✓ GI = 3,7
- ✓ ISODOSE DE 50% PELO VOLUME DO PTV 4,18

- ✓ RAPIDPLAN+MCO
- ✓ GI = 3,538
- ✓ ISODOSE 50% PELO VOLUME DO PTV 3,54

JOB LOST OR JOB SOLUTION?



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Clinical and Translational Radiation Oncology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ctro

The changing role of radiation oncology professionals in a world of AI –
Just jobs lost – Or a solution to the under-provision of radiotherapy?

Stine Korreman^{a,c,d}, Jesper Grau Eriksen^{a,b,d}, Cai Grau^{a,c,d,*}

^a Department of Oncology, Aarhus University Hospital, Aarhus, Denmark

^b Department of Experimental Clinical Oncology, Aarhus University Hospital, Aarhus, Denmark

^c Danish Center for Particle Therapy, Aarhus University Hospital, Aarhus, Denmark

^d Department of Clinical Medicine, Health, Aarhus University, Aarhus, Denmark



**ESPECIFICIDADE
DOS TTOS X MODELOS
ATUAIS X PROTOCOLOS
EM 10 ANOS ?**

**JOB LOST X
SOLUTION**

“
There is no
simple answer to
the question how
AI will affect
professionals in
radiation
oncology
”

“
However, it is
clear that
automation will
replace many
manual tasks
performed today
”

“
On the other
hand, automation
of workflow will
not just remove
tasks but also
create new
opportunities for
all professionals
”

CONTROLE DE QUALIDADE: NOVAS TAREFAS

Radiotherapy and Oncology 153 (2020) 55–66



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Radiotherapy and Oncology

journal homepage: www.thegreenjournal.com



Review Article

Overview of artificial intelligence-based applications in radiotherapy: Recommendations for implementation and quality assurance



Liesbeth Vandewinckele ^{a,b,1}, Michaël Claessens ^{c,d,1}, Anna Dinkla ^{e,1,*}, Charlotte Brouwer ^f, Wouter Crijns ^{a,b}, Dirk Verellen ^{c,d}, Wouter van Elmpt ^g

^a Department Oncology, Laboratory of Experimental Radiotherapy, KU Leuven; ^b Department of Radiation Oncology, UZ Leuven; ^c Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Antwerp; ^d Department of Radiation Oncology, Iridium Cancer Network, Wilrijk (Antwerp); ^e Department of Radiation Oncology, Amsterdam University Medical Center, University of Amsterdam; ^f University of Groningen, University Medical Center Groningen, Department of Radiation Oncology; and ^g Department of Radiation Oncology (Maastricht), GROW School for Oncology, Maastricht University Medical Centre+

AN ELEPHANT IN THE ROOM

Regulamento Geral Europeu de Proteção de Dados (GDPR)



Physica Medica

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Physica Medica



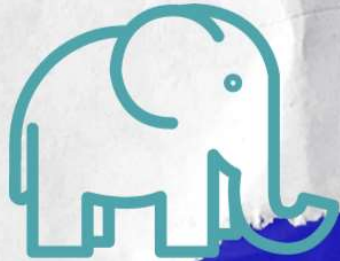
Editorial

Artificial intelligence applied to medicine: There is an “elephant in the room”

“.....AI algorithms used for diagnosis and prognosis must be explainable and must not rely on a black box.....”.



LIDANDO COM O ELEFANTE



**PARE
DE
IGNORÁ-LO**

**OS FÍSICOS MÉDICOS FAZEM PARTE
DO JOGO! EXPLORAR AS FERRAMENTAS**

**SEJA
ALIADO
DA PESQUISA**

**EXPLORAR A CAPACIDADE
COMPUTACIONAL E MODELAGEM**

**REDUZA O TAMANHO
DO ELEFANTE**

**ESTATÍSTICAS: REDUZIR REDUNDÂNCIA,
SELECIONAR VARIÁVEIS, OUTLIERS**

**GUIE O ELEFANTE
PARA FORA DA
SALA: EXPLICABILIDADE**

**PAPEL RELEVANTE INTEGRADOR ENTRE
AI E EQUIPES MULTIDISCIPLINARES**

CONCLUSÕES

1. Ferramentas com resultados positivos na busca por excelência e melhoria constante nos planos de tratamentos → **Qualidade**;
2. Menor subjetividade nas escolhas e na avaliação → embasamento no banco de dados;
3. Aprendizado da equipe e discussão dos protocolos da instituição na fase de implementação do modelo (**revisão** de casos e muita análise estatística para realizar a seleção dos planos: avaliação de contornos, prescrição e objetivos alcançados);
4. Auxilia no processo de aprendizado e ganho de confiança ao implementar nova técnica;
5. PAPEL do físico continua sendo de **fundamental importância** durante o planejamento: necessário avaliação e interpretação dos resultados obtidos (pacientes podem ser modelados mas continuam tendo particularidades);
6. Resultados com alta qualidade / superiores em menor tempo;

OBRIGADA!

AGRADECIMENTO A TODA EQUIPE
DO REAL HOSPITAL PORTUGUÊS
PELO INCENTIVO E DISCUSSÕES NA
ANÁLISE DOS DADOS

karen.pieri@gmail.com

+55 (81) 9 97678233

