



Dosimetria in vivo com uso do EPID, aplicado no tratamento de radioterapia

Izadora Della Justina Godinho

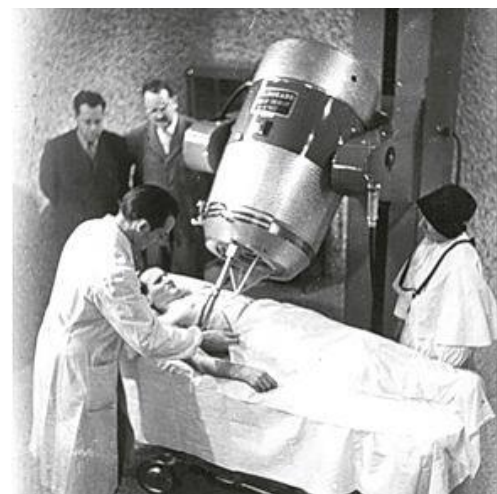
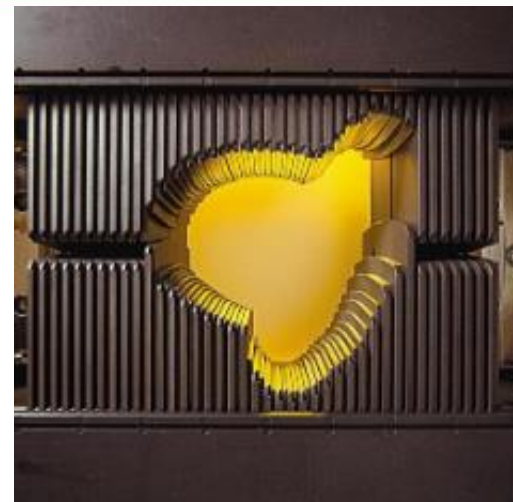
Dosimetrista – Santé Cancer Center

Pós Graduada em Operação de Equipamentos em Radioterapia – Ênfase em Sistemas de Planejamento como Dosimetrista pela Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein

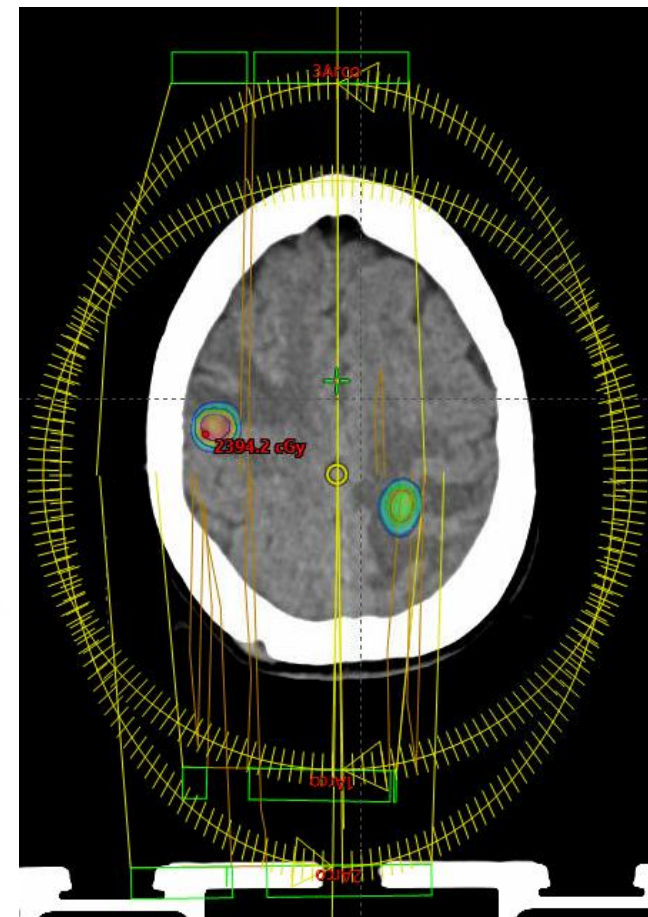
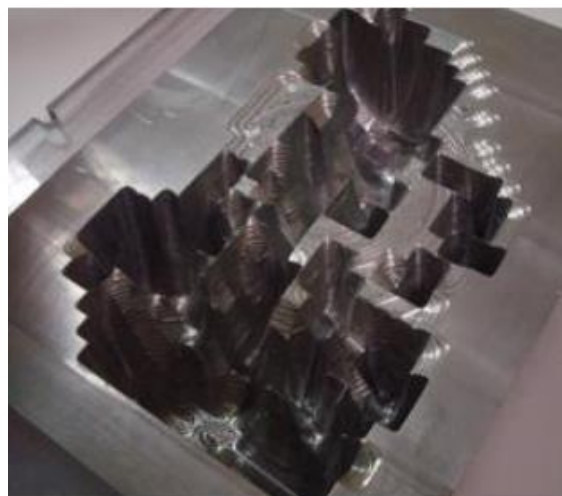
- Sem conflitos de interesses a relatar;

Lista de equipamentos:

- TrueBeam® 2.7 stx Varian Medical Systems
 - (Todas as licenças - Cone Beam CT/Respiratory Gating, etc.)
- Eclipse™ v16.0
- Aria® v16.0
- PerFRACTION™ – SunCheck



1ª máquina de cobalto da Itália, 1953.



Fontes de erro na entrega do tratamento de radioterapia

- Imprecisões nos cálculos;
- Erros na transferência do plano – acelerador
- Entrega do tratamento
 - Tamanho de campo
 - Dose rate
 - Velocidade do gantry
 - Posição do paciente
 - Ângulo colimador
 - MLC
- Diferenças na geometria do paciente

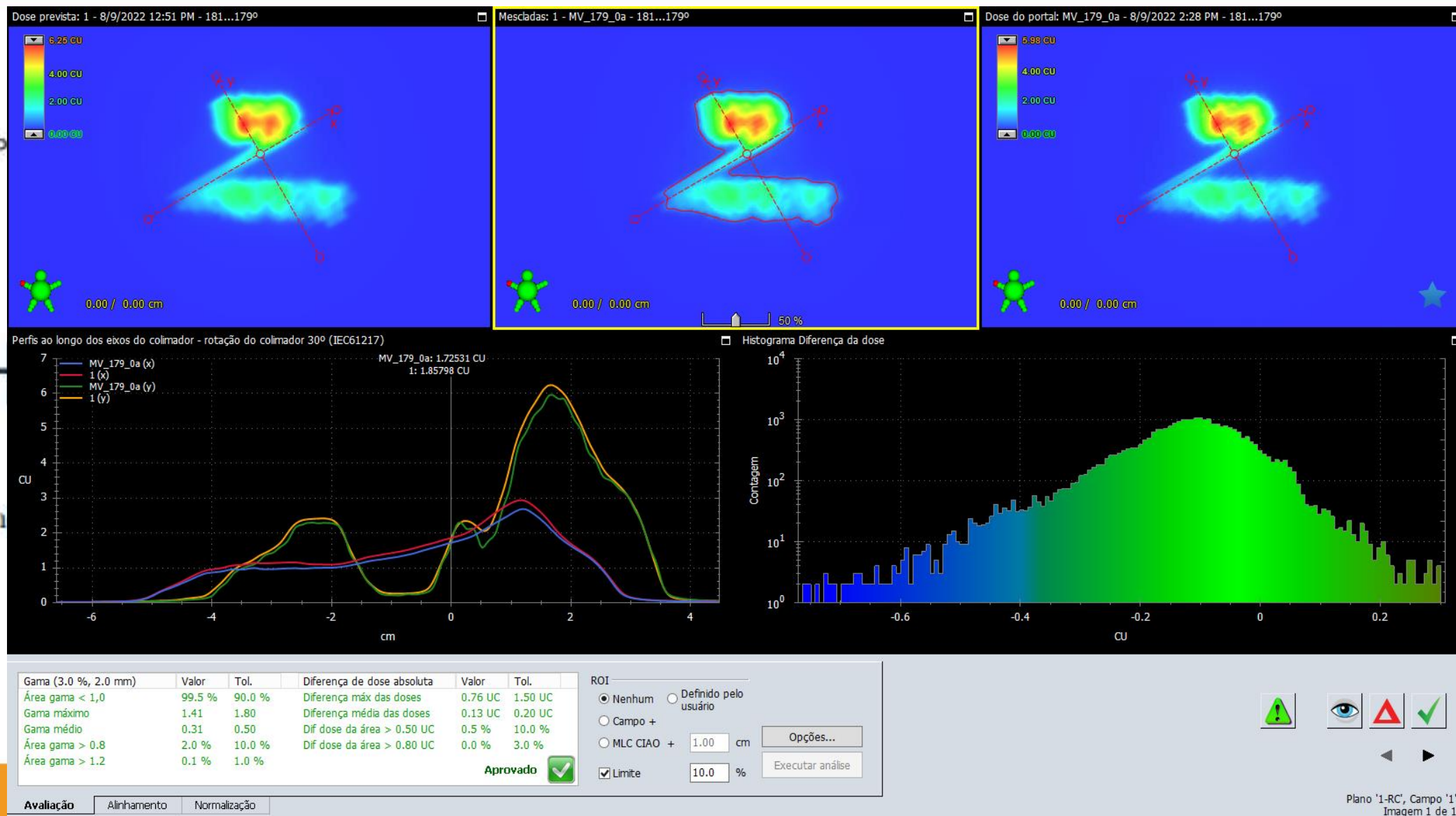
• *Como podemos medir esse erro na entrega da dose?*

QA Pré - Tratamento

Plan on patient
(CT)



Figure 2.7: Sch



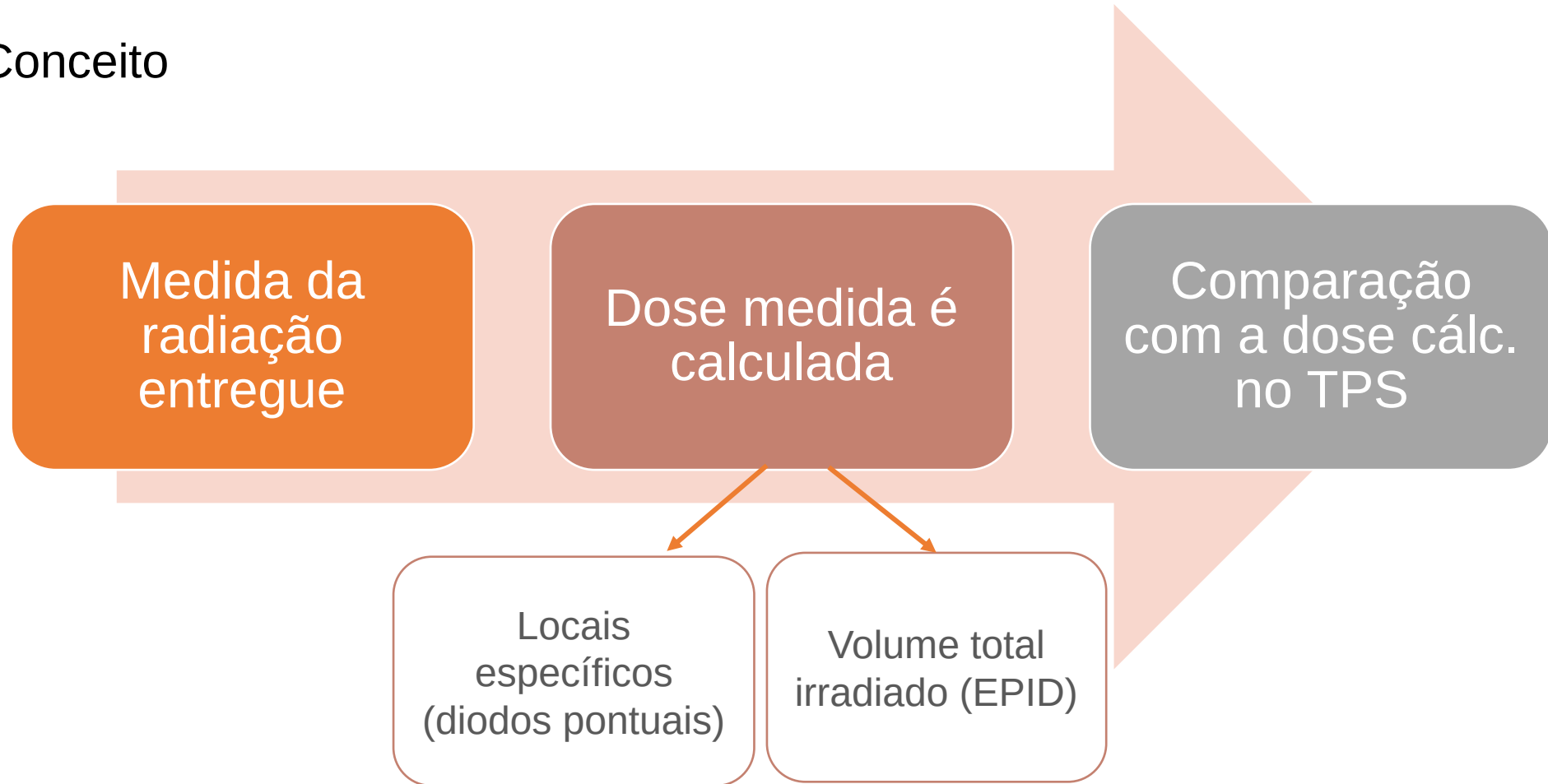
QA Pré - Tratamento

Erros detectados:

- posicionamento incorreto do MLC;
 - exportação de plano incorreta do TPS para o LINAC;
 - quaisquer alterações acidentais que ocorram no plano.
-
- Não pode detectar erros relacionados à geometria do paciente ou na entrega do feixe durante o tratamento real.

Dosimetria *in vivo* (DIV)

Conceito



- Avalia erros e avalia quantitativamente o impacto dosimétrico do erro.

Dosimetria *in vivo* - Tipos



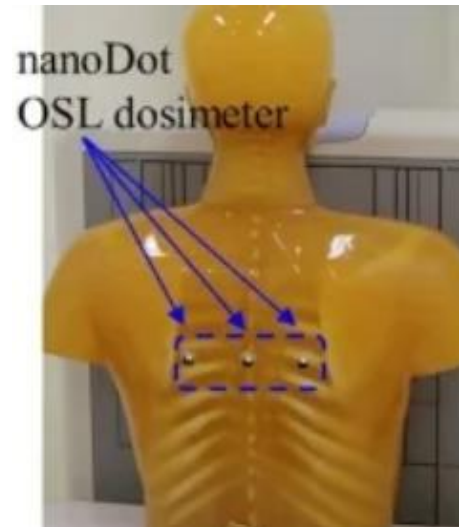
DIODOS



TLD / OSL



MOSFET



Dosimetria *in vivo* - Tipos



- Obtém valor de dose em determinados pontos;
- Colocação manual;
- ↑ do tempo de tratamento.



EPID

- Obtém valor de dose em todo volume irradiado;
- Não interfere no tempo de tratamento.

EPID - *Electronic Portal Image Device*

- Localizado no lado oposto do colimador;
- Acompanha o movimento do LINAC;
- Inicialmente utilizado para verificação de posicionamento;
- Substituiu filmes radiográficos;
- Gera imagens digitais com alta precisão;

↪ Interesse em verificação de dose.



EPID - *Electronic Portal Image Device*

- Matriz de fotodiodos que armazenam a informação de radiação recebida na forma de corrente elétrica e são convertidos digitalmente em uma imagem 2D.

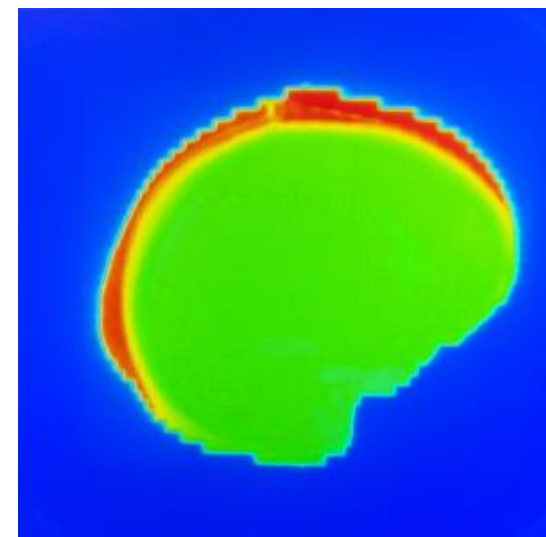
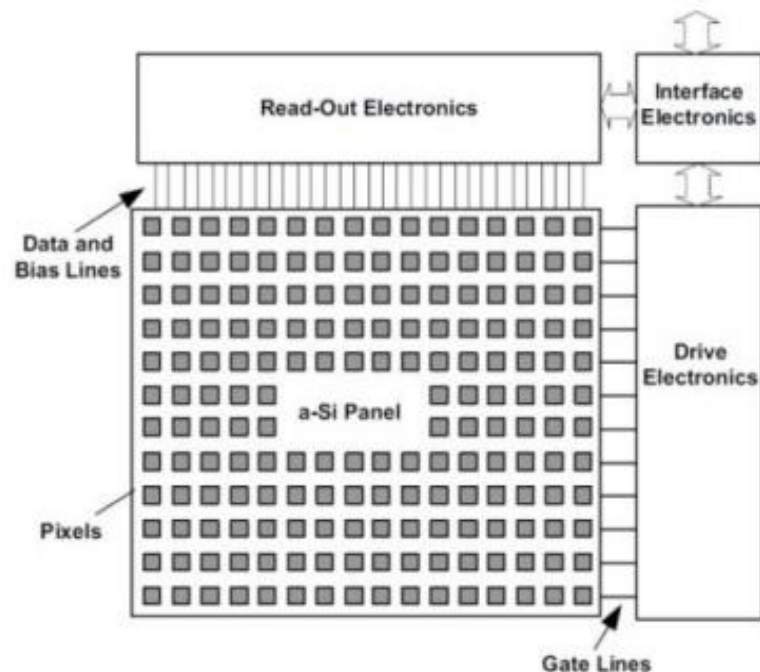


Figure 2.10: Representative scheme of a-Si EPID components [43].

SunCHECK™

3.1.2.10207

Sign In

Email Address

iza.dellajustina@gmail.com

Password

☐ Remember Me

 Sign in

PerFRACTION™ - SunCheck

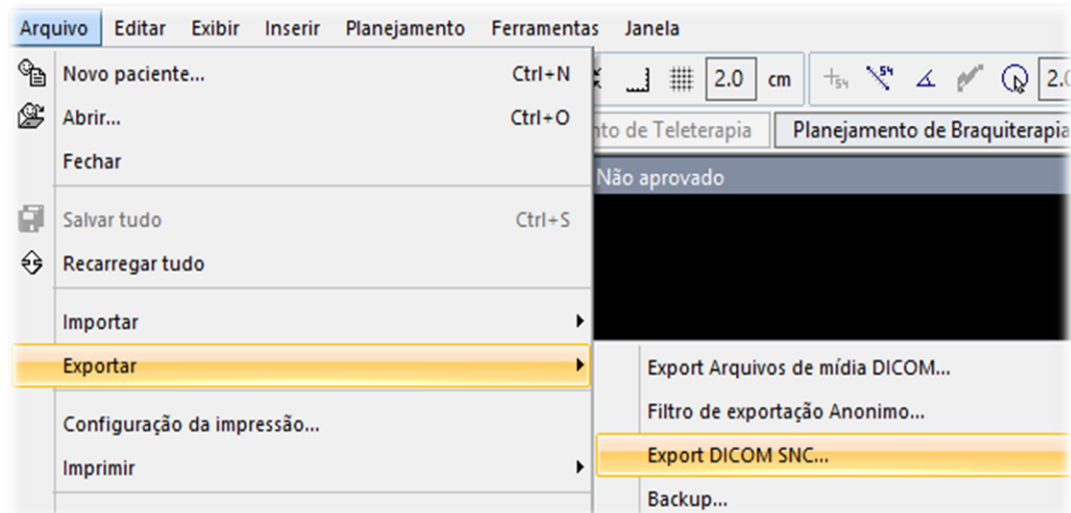
CT Simulação

Planejamento

Avaliação do
Plano

Planejamento
Aprovado

Exportar SNC



PATIENT WORKLIST

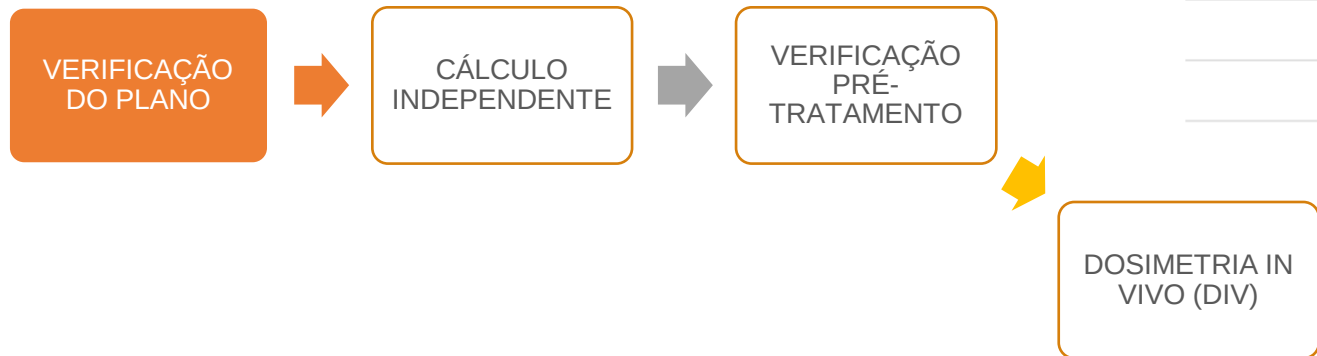
Patient Name or ID Phase Treatment Site Machine Event Status Date Range

PerFRACTION™ - SunCheck

Upload to Queue
 New Patient

Patient List ⓘ

NAME	ID	PLAN	PRE-TREATMENT QA			IN-VIVO MONITORING	
		1- CANAL ANAL	#	✓	✓	✓	28
		2-SB RTPULMAO4	✓	✓	✓	✓	2
		1-SBRT L3	#	✓	✓	✓	5
		1-PELVE 2	#	✓	!	✓	13
		1-PRT	#	✓	✓	✓	16
		3-CRANIO2	#	✓	✓	✓	10
		4-META_L3-SI	#	✓	✓	✓	4



PlanCHECK™

Plan Check

☒ Dosimetric ☐ DVH ☒ Physics ☐ Event Settings

Plan Name: 1-Prt Vmat
Treatment Site: Prostate
Total Prescription Dose (Gy): 60
Modality: VMAT
Plan Details: Select All Plan Details

Dosimetric

Custom Dosimetric Template

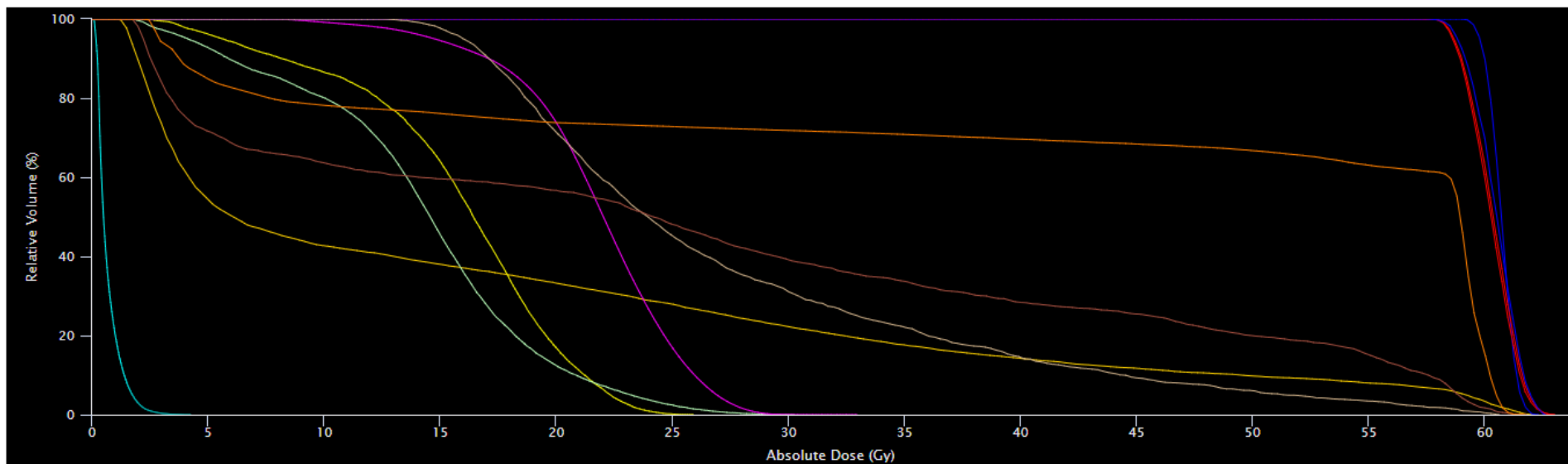
Select Dosimetric Template

STRUCTURE		METRIC		PLAN GOAL RANGE		RESULT	
TEMPLATE	PLAN (60 Gy)	ROI TYPE	TYPE	VALUE	IDEAL	ACCEPTABLE	
☒ PTV 20x300cGy	☐ PTV 20x300cGy	Target	Dose To Volume	D 95.00 %	≤ 5700.00 Gy		58.68 Gy

+ ADD CHECK

DVH

☐	STRUCTURE NAME	MIN	MAX	MEAN
☒	Bexiga	1,17 Gy	62,12 Gy	16,72 Gy
☒	Bolsa Intestinal	0,06 Gy	4,25 Gy	0,67 Gy
☒	CTV_Intermediate	58,95 Gy	62,31 Gy	60,69 Gy
☒	Femur D	2,42 Gy	25,91 Gy	15,69 Gy
☒	Femur E	1,77 Gy	30,25 Gy	14,18 Gy
☒	PPR	7,12 Gy	32,97 Gy	21,69 Gy
☒	PTV 20x300cGy	57,30 Gy	63,00 Gy	60,33 Gy
☒	PTV_High	57,30 Gy	63,00 Gy	60,25 Gy
☒	PTV_Intermediate	57,64 Gy	62,59 Gy	60,46 Gy
☒	Pubis	12,61 Gy	60,63 Gy	27,56 Gy



● Plan Check

Physics

Physics Template

VMAT OK for Plan ▼

Plan Parameter Checks

TASK ⓘ

EXPECTED

RESULT

+ ADD CHECK

☒ Beams: Isocenter Constancy ⓘ

Constancy

Pass

☒ Beams: Max Arc Field Size ⓘ

≤ 22 cm

1: 8,6 cm

☒ Couch: Structure Inserted ⓘ

Yes

SuperfMesa, CouchInterior

☒ Dose Rate: Constancy (MU/min) ⓘ

Constancy

1: 500

Structure Checks

TASK ⓘ

EXPECTED

RESULT

+ ADD CHECK

No tasks added

Deliverability Checks

TASK ⓘ

EXPECTED

RESULT

+ ADD CHECK

☒ Beams: Gantry Angles are Integers ⓘ

Yes

Yes

☒ Beams: Min Jaw Field Size ⓘ

≥ 3 cm

☒ Couch: Coordinates Entered ⓘ

Yes

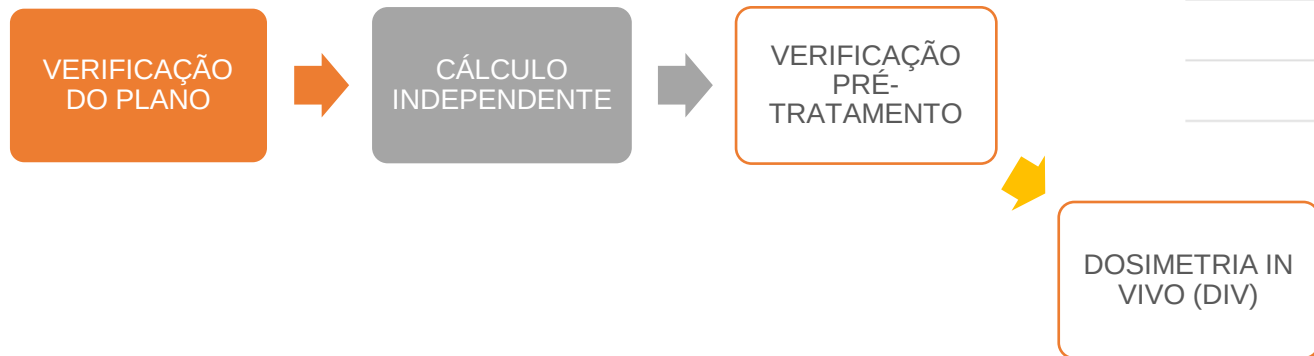
Yes

PerFRACTION™ - SunCheck

Upload to Queue
 New Patient

Patient List ⓘ

NAME	ID	PLAN	PRE-TREATMENT QA			IN-VIVO MONITORING	
		1- CANAL ANAL	#	✓	✓	✓	28
		2-SB RTPULMAO4	✓	✓	✓	✓	2
		1-SBRT L3	#	✓	✓	✓	5
		1-PELVE 2	#	✓	!	✓	13
		1-PRT	#	✓	✓	✓	16
		3-CRANIO2	#	✓	✓	✓	10
		4-META_L3-SI	#	✓	✓	✓	4



PlanCHECK™

DoseCHECK™

Dose Check

✓ Points	✓ Targets	✓ OARs	✓ Overall Gamma	DVH	Images	⚙ Event Settings	CURRENT METRIC
----------	-----------	--------	-----------------	-----	--------	------------------	----------------

Points

Composite Point Dose ⓘ

+ Add DICOM Point

+ Add Structure Centroid Point

POI NAME	DICOM COORDINATES (mm)			DOSE (Gy)		DOSE DIFF (%/cGy)		
	X	Y	Z	PLANNED	CALCULATED	RELATIVE	ABSOLUTE	
✓ 1 Isocenter	0,07	-249,36	-1.437,43	59,027	59,029	0,0	0,2	59.029

Beam Point Dose ⓘ

BEAM NAME	DICOM COORDINATES (mm)	DOSE (Gy)		DOSE DIFF (%/cGy)		MU/Fx			
	NAME - (X,Y,Z) (mm)	PLANNED	CALCULATED	RELATIVE	ABSOLUTE	PLANNED	CALCULATED	DIFF (%)	
✓ 1	1 Isocenter - (0,07, -249,36, -1.437,43) Default	59,027	59,029	0,0	0,2	810,0	810,0	0,0	59.029

Targets

PTV 20x300cGy				✓
100,00 % Gamma				
METRIC	TPS	QA	Δ%	
Mean	60,33	60,29	-0,05	
D90	59,00	59,08	0,13	
D95	58,68	58,78	0,18	

Dose Check

OARs

Uretra

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	43,64	43,78	0,33
Max	59,50	59,50	0,01

Reto

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	25,78	25,93	0,60
Max	59,54	59,48	-0,09

Pubis

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	27,56	27,53	-0,12
Max	55,92	55,21	-1,26

Femur E

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	14,18	14,07	-0,76
Max	27,22	26,86	-1,31

Femur D

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	15,68	15,59	-0,58
Max	24,21	23,81	-1,68

Bexiga

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	16,72	16,80	0,50
Max	61,55	61,39	-0,25

CTV_Intermediate

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	60,69	60,63	-0,10
Max	61,20	61,13	-0,11

PTV_High

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	60,25	60,20	-0,07
Max	62,30	61,98	-0,51

PTV_Intermediate

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	60,46	60,45	-0,01
Max	62,11	62,09	-0,02

PPR

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	21,69	21,83	0,66
Max	26,19	26,46	1,02

Bolsa Intestinal

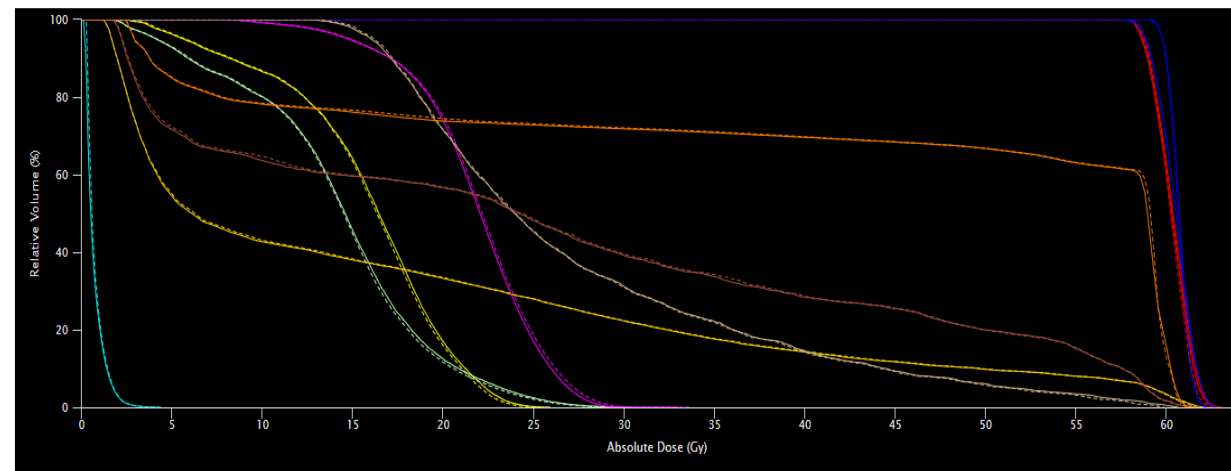
METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	0,67	0,74	10,44
Max	3,46	3,57	3,08

Overall Gamma

PASSING RATE (%)	FAILED (%)		FAILED POINTS	
	LOW	HIGH	LOW	HIGH
✓ 100,00%	0,00	0,00	0	0

DVH

☐	STRUCTURE NAME	MIN	MAX	MEAN
☒	Bexiga	1,20 Gy	62,30 Gy	16,81 Gy
☒	Bolsa Intestinal	0,22 Gy	4,42 Gy	0,74 Gy
☒	CTV_Intermediate	58,92 Gy	62,47 Gy	60,63 Gy
☒	Femur D	2,50 Gy	25,53 Gy	15,59 Gy
☒	Femur E	1,80 Gy	29,92 Gy	14,08 Gy
☒	PPR	7,39 Gy	33,76 Gy	21,84 Gy
☒	PTV 20x300cGy	57,46 Gy	62,81 Gy	60,30 Gy
☒	PTV_High	57,51 Gy	62,74 Gy	60,20 Gy
☒	PTV_Intermediate	57,46 Gy	62,81 Gy	60,45 Gy
☒	Pubis	12,83 Gy	59,84 Gy	27,53 Gy



PerFRACTION™ - SunCheck

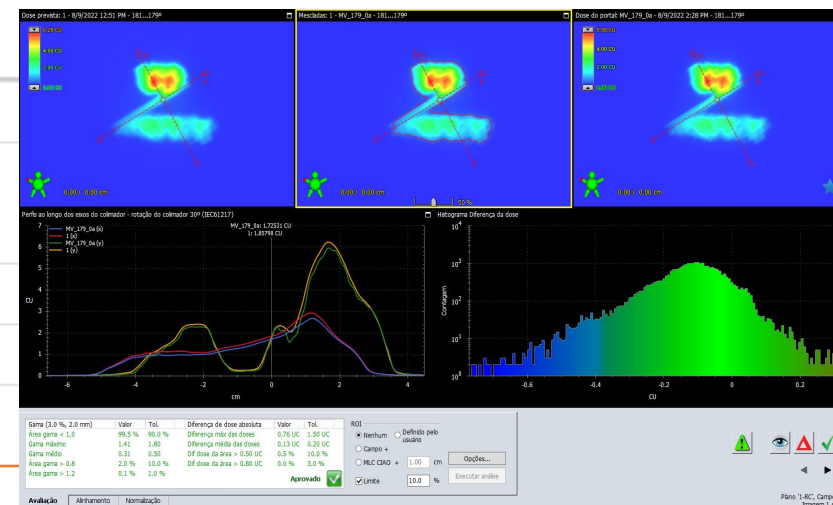
Upload to Queue
 New Patient

Patient List ⓘ

NAME

ID

IN-VIVO MONITORING



DOSIMETRIA IN VIVO (DIV)

VERIFICAÇÃO
DO PLANO

CÁLCULO
INDEPENDENTE

VERIFICAÇÃO
PRÉ-
TRATAMENTO

PlanCHECK™

DoseCHECK™

Fraction 0

✓ 28
 ✓ 2
 ✓ 5
 ✓ 13
 ✓ 16
 ✓ 10
 ✓ 4

Fraction 0

Points

Beams (2D)

Targets

OARs

Overall Gamma

DVH

Images

Event Settings

CURRENT

Points

Composite Point Dose ⓘ

POI NAME	DICOM COORDINATES (mm)			DOSE (Gy)		DOSE DIFF (%/cGy)	
	X	Y	Z	PLANNED	DELIVERED	RELATIVE	ABSOLUTE
1 Isocenter	0,07	-249,36	-1.437,43	2,951	2,954	0,1	0,3

Targets

Beam Point 1

BEAM NAME

PTV 20x300cGy

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	3,01	3,01	-0,06
D90	2,95	2,95	0,13
D95	2,93	2,94	0,17

Beams (2D)

BEAM NAME

OARs

1

Uretra

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	2,18	2,18	0,32
Max	2,97	2,97	0,00

PTV_High

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	3,01	3,01	-0,09
Max	3,11	3,10	-0,51

Reto

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean			
Max			

PTV_Intermec

100,00 % Gamma

METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean			
Max			

Overall Gamma

PASSING RATE (%)	FAILED (%)		FAILED POINTS		TOTAL POINTS
	LOW	HIGH	LOW	HIGH	
100,00%	0,00	0,00	0	0	28.362

DVH

STRUCTURE NAME	MIN	MAX	MEAN
Bexiga	0,06 Gy	3,11 Gy	0,84 Gy
Bolsa Intestinal	0,01 Gy	0,22 Gy	0,04 Gy
CTV_Intermediate	2,95 Gy	3,12 Gy	3,03 Gy
Femur D	0,13 Gy	1,28 Gy	0,78 Gy
Femur E	0,09 Gy	1,50 Gy	0,70 Gy
PPR	0,37 Gy	1,69 Gy	1,09 Gy
PTV 20x300cGy	2,87 Gy	3,14 Gy	3,01 Gy
PTV_High	2,87 Gy	3,14 Gy	3,01 Gy
PTV_Intermediate	2,88 Gy	3,14 Gy	3,02 Gy
Pubis	0,64 Gy	2,99 Gy	1,38 Gy

Relative Volume (%)

Absolute Dose (Gy)

Reference

Delivered

PerFRACTION™ - SunCheck

Upload to Queue
 New Patient

Patient List ⓘ

NAME	ID	PLAN	PRE-TREATMENT QA			IN-VIVO MONITORING	
		1- CANAL ANAL	#	✓	✓	✓ 28	●
		2-SBRT PULMAO4	✓	✓	✓	✓ 2	●
		1-SBRT L3	#	✓	✓	✓ 5	●
		1-PELVE 2	#	✓	!	✓ 13	●
		1-PRT	#	✓	✓	✓ 16	●
		3-CRANIO2	#	✓	✓	✓ 10	●
		4-META_L3-SI	#	✓	✓	✓ 4	●



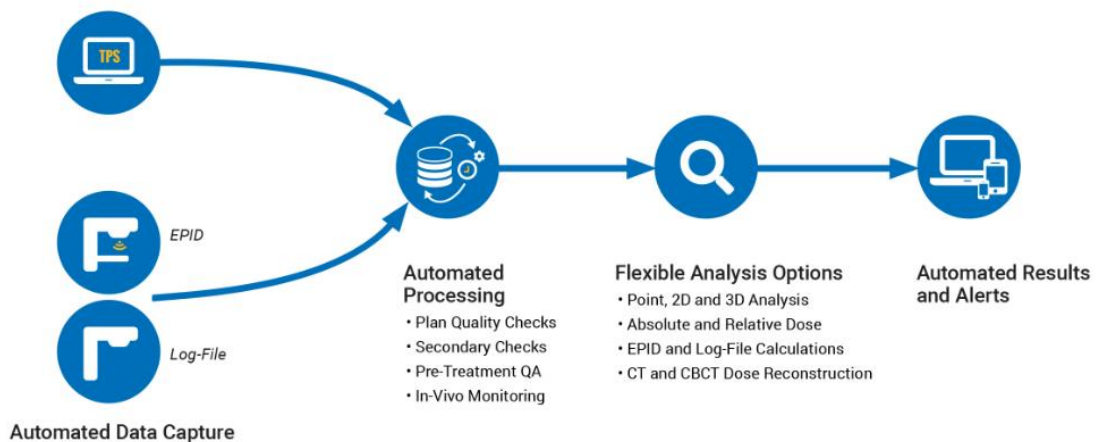
PlanCHECK™

DoseCHECK™

Fraction 0

Fraction n

Fraction n



✓ ✓ ✓ 19 ! 1 ✓

Fraction 20 26 NOV 2021 10:43

Files Processed (3/4 Received) ✓ Points
EPID Log RT Tx Record CBCT ✓ Beams (2D)
Image Source ✓ Targets
Plan CT ✓ OARs
3D Calc Mode ✓ Overall Gamma
Log
Beam Model Date
07 OUT 2020

✓ ✓ ✓ 19 ! 1 ✓ 26 NOV 2021

Fraction 7 08 NOV 2021 10:24

Files Processed (3/4 Received) ! Points
EPID Log RT Tx Record CBCT ✓ Beams (2D)
Image Source ! Targets
Plan CT ! OARs
3D Calc Mode ! Overall Gamma
Log
Beam Model Date
07 OUT 2020

Erro - Feixe foi interrompido durante o Tratamento

General Settings Calculation Settings

Plan Name: 3-ABD Replan2 Treatment Site: Abdomen

Template Type: Universal Metrics Template: Better

Total Prescription Dose (Gy): 30 Number of Fractions: 10

Modality: ☒ 3D CRT ☐ IMRT ☐ VMAT ☐ Brachytherapy
☐ SRS Cones ☐ Electron ☐ Other

Details: ☐ Curative ☐ Palliative ☐ Boost ☐ Recurrence
☐ Adjuvant ☐ Adaptive ☐ SBRT

Pre-Treatment QA? ☒ Yes - Pre-treatment QA is planned for this patient.
☐ No - Pre-treatment QA is not planned for this patient.

Structure Type

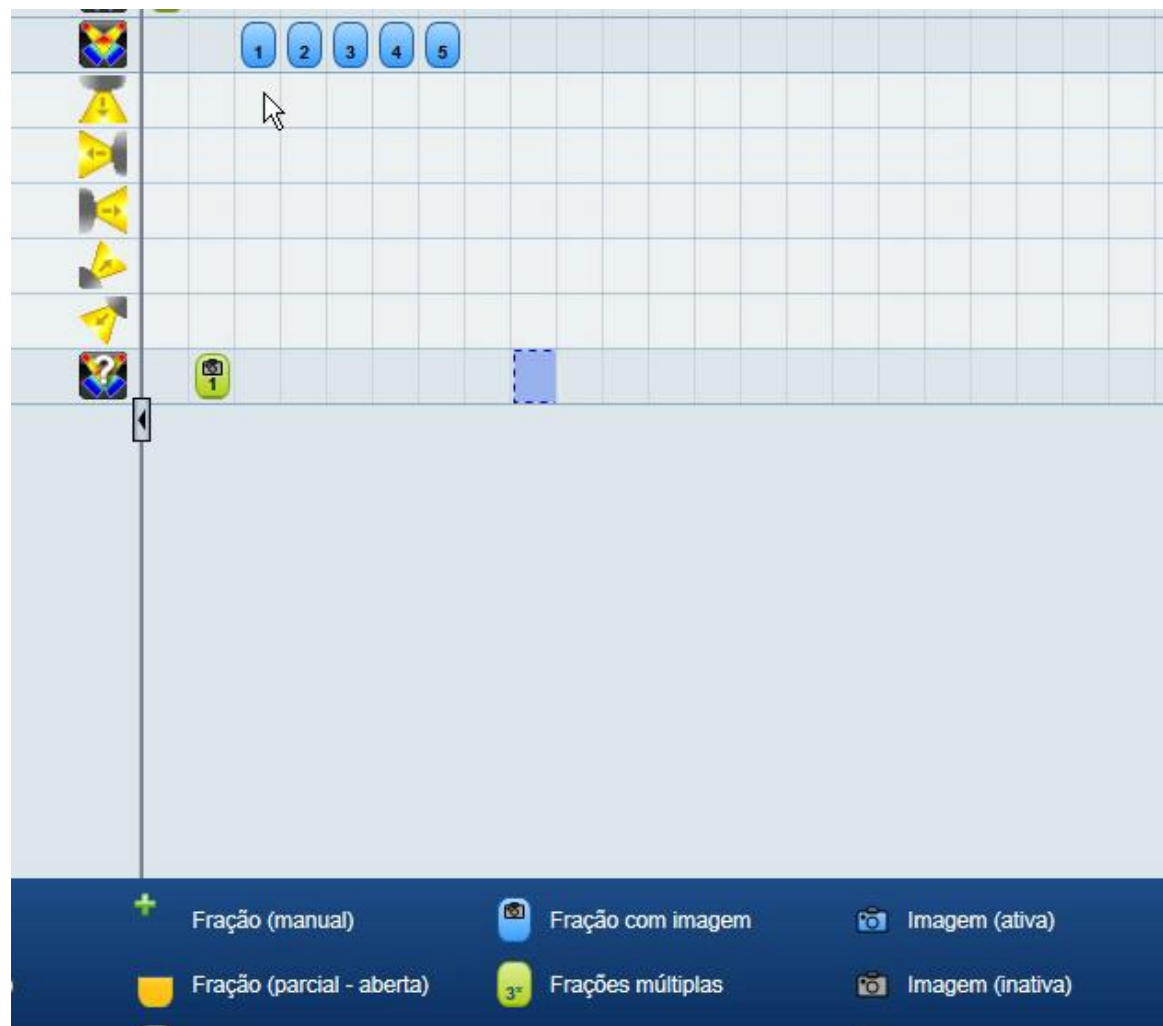
Target	Include Pass/Fail	OAR or External	Include Pass/Fail	Ignore
PTV REPLAN 10X3	☒	BODY	☐	CTV NOVO PD
		Duodeno	☐	Medula 05
		Estomago	☐	Rins
		Figado	☐	
		Intestino	☐	
		Medula	☐	
		Rim D	☒	
		Rim E	☒	

DICOM Files Processed
RT Plan: Yes
RT Structure Set: Yes
CT ImageSet: Yes
RT Dose (per beam): Yes
RT Dose (composite): Yes

Machine Name
TB01_SN4332
[Export Plan Data](#)

History

Rotina DIV



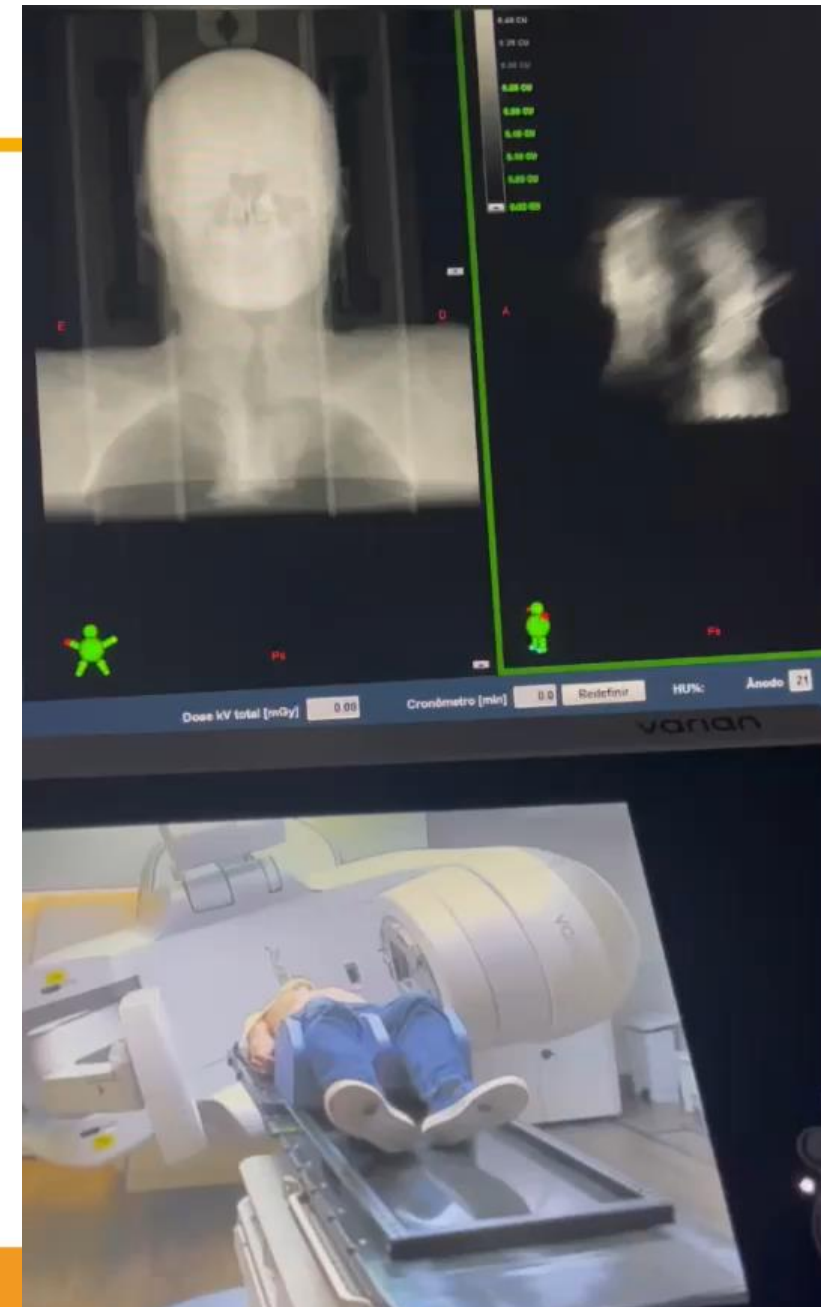
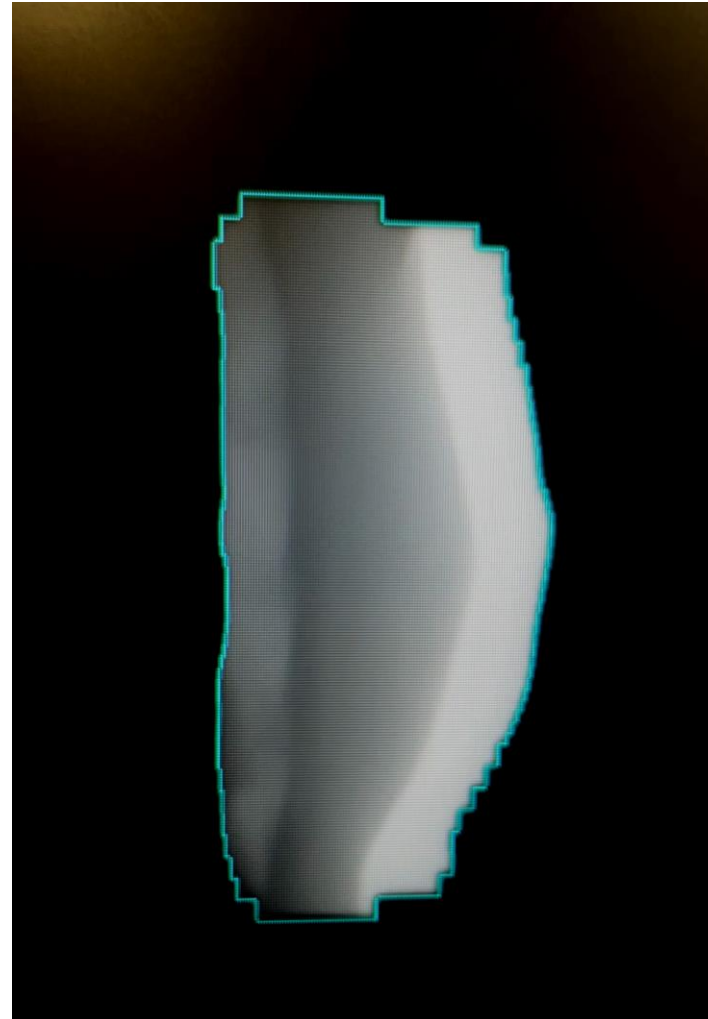
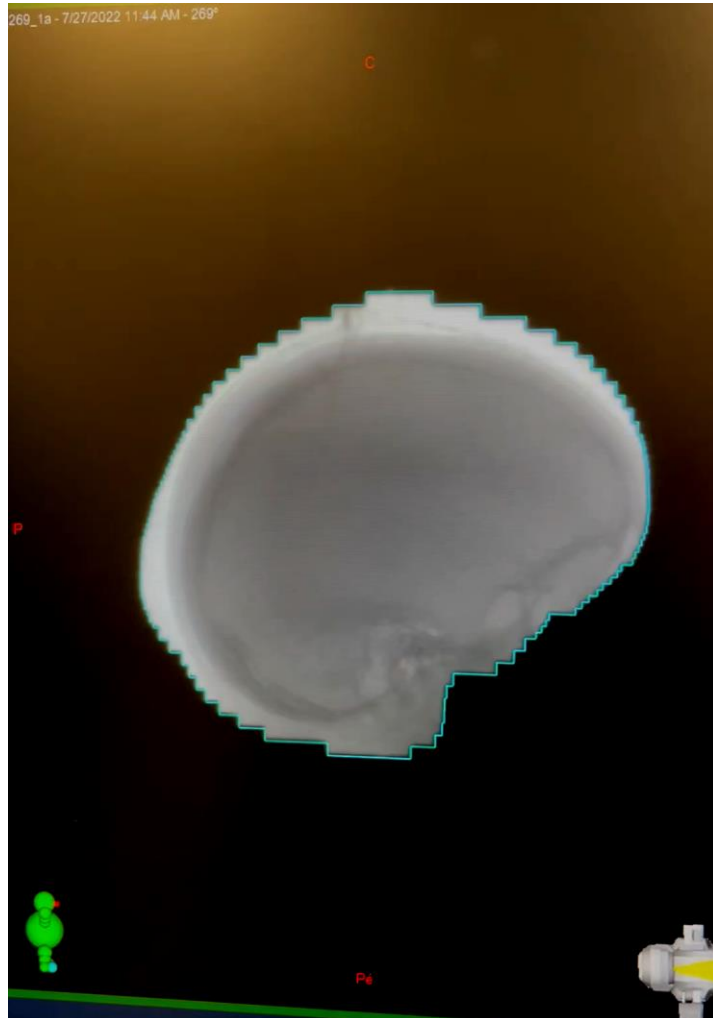
Rotina

PerFRACTION™ - SunCheck

Controle de Qualidade para Dosimetria in Vivo

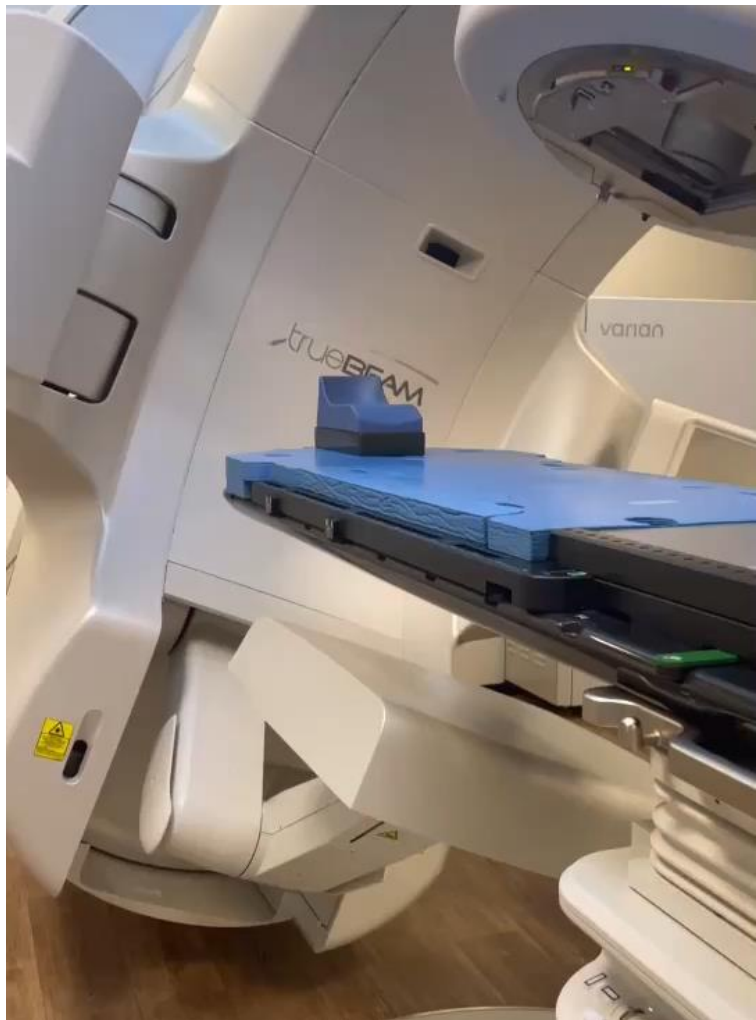
Sítio / Tipo de Tratamento	Rotina IGRT/PORTAL	1ª Sessão	Demais sessões
Paliativo	Portal kV/MV	Imagem Integrada	Logs
Próstata 33-38 fx	IGRT adaptado	Imagem Integrada	Imagem Integrada: 2x sem
Próstata <u>Hipofracionada</u>	IGRT diário online	Imagem Integrada	Imagem Integrada: diário
Mama 3D	Portal kV/MV	Imagem Integrada	Logs
Mama IMRT	IGRT diário offline	Imagem Integrada	Imagem Integrada: diário
Pelve 3D	Portal kV/MV	Imagem Integrada	Logs
Pelve IMRT	IGRT diário offline	Imagem Integrada	Imagem Integrada: diário
Tórax 3D/IMRT	IGRT adaptado	Imagem Integrada	Imagem Integrada: 2x sem
Gastrointestinal 3D/IMRT	IGRT adaptado	Imagem Integrada	Imagem Integrada: 2x sem
CP/CRÂNIO IMRT	IGRT adaptado	Imagem Integrada	Imagem Integrada: 2x sem
SBRT/SRS	IGRT diário online	Imagem Integrada	Imagem Integrada: diário

Rotina DIV



Rotina DIV

Distância EPID x Colisão



-50



-70

Conclusão

- Sensível à variações:
 - Feixe (0,3%)
 - Tamanho de campo (0,4 mm)
 - MLC (1 mm)
 - Posição do EPID (0,3 mm);
- Variação do posicionamento do paciente;
 - Campos estáticos (3 mm)
 - VMAT (>10 mm – se critério baixo)
- Variação da anatomia do paciente;
 - 3D (perdas de peso >10 mm)
 - VMAT (perdas de peso de 5mm)

Biomedical Physics & Engineering Express



RECEIVED
30 December 2020

REVISED
8 April 2021

ACCEPTED FOR PUBLICATION
18 May 2021

PUBLISHED
1 June 2021

NOTE

Assessment of a commercial EPID dosimetry system to detect radiotherapy treatment errors

Paul Doolan¹ , Maria Nikolaou¹, Konstantinos Ferentinos² and Georgios Anagnostopoulos¹

¹ Department of Medical Physics and Bioengineering, German Oncology Center, Limassol, Cyprus

² Department of Radiation Oncology, German Oncology Center, Limassol, Cyprus

E-mail: paul.doolan@goc.com.cy

CBCT para alinhamento correto



O PerFRACTION™ é uma ferramenta sensível para detectar erros.

Conclusão

- Vantagens

- Duplo *check*;
- Constância do tratamento;
- Verificação dose de saída;
- Tempo;

Em comparação com diodos

- Desvantagens

- Custo;

*Necessário ter critérios para avaliação.



OBRIGADA!



**ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
DOSIMETRISTAS**

Contato: izadora.radioterapia@gmail.com
(49) 991551865