

A Utilização do *Eclipse Scripting Application Programming Interface* (ESAPI) como uma Ferramenta para Automação em Processos na Radioterapia e a Verificação da sua Efetividade na Dupla Conferência de Planejamentos de Tratamentos

Apresentador: Ueslen Santos da Silva, Residente em Física Médica Radioterapia ¹

Orientador: Diego da Cunha Silveira Alves da Silva ¹



¹ Departamento de Radioterapia – Hospital de Amor
Barretos - 2022

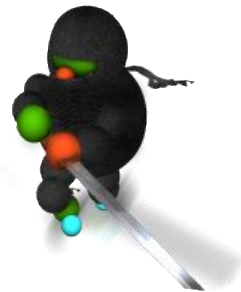


Disclaimer

- Nenhum conflito de Interesse!
- Trabalho apenas para fins de Pesquisa e Didáticos!



- Falhas humanas no planejamento podem afetar diretamente o paciente.
- Necessidade da criação de barreiras.
- **Automatização:** ferramenta que pode ser utilizada como barreira para minimizar os possíveis modos de falhas que afetem todo o fluxo em radioterapia.
- **SOFTWARE DE VERIFICAÇÃO:**
 - *Eclipse Scripting Application Programming Interface* (ESAPI).
 - Busca de valores ou informações fornecidas pelo planejador e alimentadas pelo banco de dados.



Fonte: Varian Medical Systems,
Palo Alto, CA.

IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE ERROS:

- Em torno de **33%** dos erros relatados foram cometidos durante os processos de **planejamento do tratamento e revisão/verificação pré-tratamento.**



JOURNAL OF APPLIED CLINICAL MEDICAL PHYSICS

AAPM Reports & Documents |  Open Access |  

Medical Physics Practice Guideline (MPPG) 11.a: Plan and chart review in external beam radiotherapy and brachytherapy

Ping Xia , Benjamin J. Sintay, Valdir C. Colussi, Cynthia Chuang, Yeh-Chi Lo, Deborah Schofield, Michelle Wells, Sumin Zhou

First published: 02 August 2021 | <https://doi.org/10.1002/acm2.13366> | Citations: 1

IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE ERROS:

- A melhor forma de mitigar estes riscos é capturando erros e usando níveis de verificações/revisões de planejamentos.



- Desenvolvimento de um **software/algoritmo** afim de **automatizar** a verificação de planejamentos em radioterapia no hospital de amor (HA) (executados pela equipe de física médica).



Segurança!

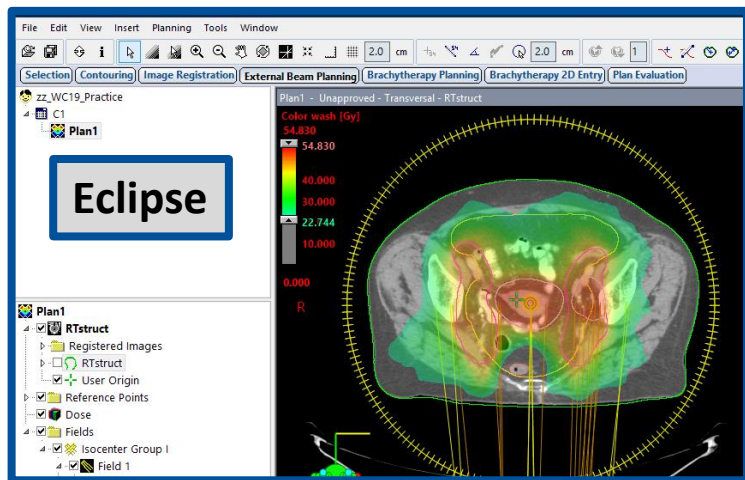


Alerta!



Automação!

- *EclipseTM Scripting API v15.6* (Varian Medical Systems, Palo Alto, CA).
- Interface para programação: Comunicação entre o Eclipse e seu Código.



API



```
1 // System;
36 using System;
37 using System.Linq;
38 using System.Text;
39 using System.Windows;
40 using System.Collections.Generic;
41 using VMS.TPS.Common.Model.API;
42 using VMS.TPS.Common.Model.Types;
43
44 namespace VMS.TPS
45 {
46     public class Script
47     {
48         public Script()
49         {
50         }
51
52         public void Execute(ScriptContext context /*, System.Windows.Window window*/
53         {
54             // TODO : Add here your code that is called when the script is launched
55             Patient patient = context.Patient;
56             if (context.PlanSetup == null)
57             {
58                 MessageBox.Show("Please load a patient plan before the calculation.
59                 return;
60             }
61             if (!context.PlanSetup.IsDoseValid)
62             {
63                 MessageBox.Show("This plan has no dose calculated, Please load plan
64                 return;
65             }
66             // get list of structures for loaded plan
67             var listStructures = context.StructureSet.Structures;
68
69             // search for target structure(PTV in this exercise)
70             Structure ptv = listStructures.Where(x => !x.IsEmpty && x.Id.ToUpper().
71             if (ptv == null)
72             {
73                 MessageBox.Show("PTV is empty or not created for this plan.");
74                 return;
75             }
76             // calculate D95PTV on ptv
77             double d95PTV = context.PlanSetup.GetDoseAtVolume(ptv, 95, VolumePresen
```

Script

- *Lean Six Sigma* : metodologia para minimizar erros em cadeias de processos.
- *DMAIC*: ferramenta do *Lean Six Sigma*.
- *DMAIC + Script*: automatização e minimização de erros em radioterapia.

DMAIC

Definir - Medir - Analisar - Implementar - Controlar



- *Lean Six Sigma* : metodologia para minimizar erros em cadeias de processos.
- *DMAIC*: ferramenta do *Lean Six Sigma*.
- *DMAIC + Script*: automatização e minimização de erros em radioterapia.

DMAIC

Definir - Medir - Analisar - Implementar - Controlar



Traçar os **objetivos gerais** e **estratégias** para alcançá-los/ identificar os possíveis modos de falhas.

- *Lean Six Sigma* : metodologia para minimizar erros em cadeias de processos.
- *DMAIC*: ferramenta do *Lean Six Sigma*.
- *DMAIC + Script*: automatização e minimização de erros em radioterapia.

DMAIC

Definir - Medir - Analisar - Implementar - Controlar



Coletar os dados dos erros dos planejamentos **antes** da implementação do **script**

- *Lean Six Sigma* : metodologia para minimizar erros em cadeias de processos.
- *DMAIC*: ferramenta do *Lean Six Sigma*.
- *DMAIC + Script*: automatização e minimização de erros em radioterapia.

DMAIC

Definir - Medir - Analisar - Implementar - Controlar



Analisar os erros através do Defeitos por Oportunidade (DPO)

- *Lean Six Sigma* : metodologia para minimizar erros em cadeias de processos.
- *DMAIC*: ferramenta do *Lean Six Sigma*.
- *DMAIC + Script*: automatização e minimização de erros em radioterapia.

DMAIC

Definir - Medir - Analisar - Implementar - Controlar



Implementação do software (script) para automação na verificação de planejamentos de radioterapia

- *Lean Six Sigma* : metodologia para minimizar erros em cadeias de processos.
- *DMAIC*: ferramenta do *Lean Six Sigma*.
- *DMAIC + Script*: automatização e minimização de erros em radioterapia.

DMAIC

Definir - Medir - Analisar - Implementar - Controlar



Avaliar a taxa DPO **após implementação** do script

- Análise **Defeitos Por Oportunidades** (DPO).
 - Porcentagem de erro médio em cada plano.

$$DPO = \frac{E_t}{N_{o.e} \cdot N_p}$$

E_t : Erros totais;

$N_{o.e}$: Número de oportunidade de erros em um plano;

N_p : Número total de planos.

Item	Itens Verificados
1	Possui prescrição de Dose
2	A dose por fração do planejamento é igual a dose que foi prescrita (Rx)
3	O número de frações do planejamento é igual à que foi prescrita (Rx)
4	A dose total planejada é igual a dose total de prescrição (Rx)
5	Todos os campos possuem bolus se inserido
6	Todos os campos possuem máxima taxa de dose
7	Todos os campos possuem unidade monitora >=5
8	Todos os campos possuem peso > 0
9	A imagem de CT planejada é a ultima
10	Todos os campos possuem tolerância de mesa correta
11	Todos os campos possuem campo mínimo 2 cm x 2 cm
12	Deslocamento de mesa dentro do parâmetro longitudinal
13	Parâmetro do isocentro de acordo com os limites da mesa
14	Mesa de tratamento inserida e de acordo com a máquina utilizada
15	Nomeação do campo de acordo com angulação de incidência do feixe de radiação
16	Algoritmo utilizado é a última versão disponível
17	Plano possui fração única e não está no 600CD ou 2100C

14

Mesa de tratamento inserida e de acordo com a máquina utilizada



Item	Itens Verificados
1	Possui prescrição de Dose
2	A dose por fração do planejamento é igual a dose que foi prescrita (Rx)
3	O número de frações do planejamento é igual à que foi prescrita (Rx)
4	A dose total planejada é igual a dose total de prescrição (Rx)
5	Todos os campos possuem bolus se inserido
6	Todos os campos possuem máxima taxa de dose
7	Todos os campos possuem unidade monitora ≥ 5
8	Todos os campos possuem peso > 0
9	A imagem de CT planejada é a última
10	Todos os campos possuem tolerância de mesa correta
11	Todos os campos possuem campo mínimo 2 cm x 2 cm
12	Deslocamento de mesa dentro do parâmetro longitudinal
13	Parâmetro do isocentro de acordo com os limites da mesa
14	Mesa de tratamento inserida e de acordo com a máquina utilizada
15	Nomeação do campo de acordo com angulação de incidência do feixe de radiação
16	Algoritmo utilizado é a última versão disponível
17	Plano possui fração única e não está no 600CD ou 2100C

14

Mesa de tratamento inserida e de acordo com a máquina utilizada

Task group report (online only) | [Free Access](#)

Dosimetric effects caused by couch tops and immobilization devices: Report of AAPM Task Group 176

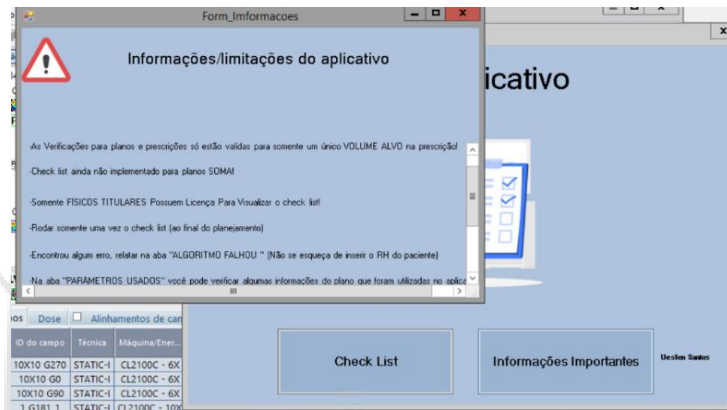
Arthur J. Olch, Lee Gerig, Heng Li, Iyaylo Mihaylov, Andrew Morgan

First published: 27 May 2014 | <https://doi.org/10.1118/1.4876299> | Citations: 70



Item	Itens Verificados
1	Possui prescrição de Dose
2	A dose por fração do planejamento é igual a dose que foi prescrita (Rx)
3	O número de frações do planejamento é igual à que foi prescrita (Rx)
4	A dose total planejada é igual a dose total de prescrição (Rx)
5	Todos os campos possuem bolus se inserido
6	Todos os campos possuem máxima taxa de dose
7	Todos os campos possuem unidade monitora ≥ 5
8	Todos os campos possuem peso > 0
9	A imagem de CT planejada é a última
10	Todos os campos possuem tolerância de mesa correta
11	Todos os campos possuem campo mínimo 2 cm x 2 cm
12	O posicionamento de mesa dentro do parâmetro longitudinal
13	O posicionamento do isocentro de acordo com os limites da mesa
14	A mesa de tratamento inserida e de acordo com a máquina utilizada
15	A configuração do campo de acordo com angulação de incidência do feixe de radiação
16	O algoritmo utilizado é a última versão disponível
17	Plano possui fração única e não está no 600CD ou 2100C

RESULTADOS



RESULTADOS

☒

Check List HA

Paciente

Teste Santos Silva

Plano

TOR D SBRTok

Check List HA

FALHA: ■ ACEITO: ■ NÃO NECESSÁRIO: ■

1	■	Possui Prescrição
2	■	A dose por fração do Planejamento é igual a dose que foi prescrita(Rx)
3	■	A fração do Planejamento é igual a que foi prescrita(Rx)
4	■	A dose total planejada é igual a dose total de prescrição Rx
5	■	Todos os campos possuem bolus se inserido
6	■	Todos os campos possuem maxima taxa de Dose
7	■	Todos os campos possuem MU >= 5
8	■	Todos os campos possuem PESO > 0
9	■	A imagem de CT planejada é a Ultima
10	■	Todos os campos possuem tolerancia correta
11	■	Todos os campos possuem campo minimo 2 cm x 2 cm
12	■	Deslocamento de mesa dentro do Parâmetro longitudinal
13	■	TPO de acordo com os limites da Mesa
14	■	Mesa de acordo com a Máquina utilizada
15	■	Nomeação do campo de acordo com angulação
16	■	Algoritmo Utilizado atualizado AcurosXB_15606 ou AAA_15606
17	■	Plano possui Fracao Unica e Nao esta no 600CD ou 2100C

1

*****Check List Completo*****

PARÂMETROS USADOS

ALGORITMO FALHO

Atualizado em 03/2022 (Ueslen Santos)

RESULTADOS

Check List HA

Paciente: Santos Silva

Plano: PRT SBRT ok

FALHA: ☐ ACEITO: ☐ NÃO NECESSÁRIO: ☐

PARÂMETROS USADOS

ALGORITMO FALHOU

1 ☐ Possui Prescrição

2 ☐ A dose por fração do Planejamento é igual a dose que foi prescrita(Rx)

3 ☐ A fração do Planejamento é igual a que foi prescrita(Rx)

4 ☐ A dose total planejada é igual a dose total de prescrição Rx

5 ☐ Todos os campos possuem bolus se inserido

6 ☐ Todos os campos possuem máxima taxa de Dose

7 ☐ Todos os campos possuem MU >= 5

8 ☐ Todos os campos possuem PESO > 0

9 ☐ A imagem de CT planejada é a Última

10 ☐ Todos os campos possuem tolerância correta

11 ☐ Todos os campos possuem campo mínimo 2 cm x 2 cm

12 ☐ Deslocamento de mesa dentro do Parâmetro longitudinal

13 ☐ TPO de acordo com os limites da Mesa

14 ☐ Mesa de acordo com a Máquina utilizada

15 ☐ Nomeação do campo de acordo com angulação

16 ☐ Algoritmo Utilizado atualizado AcurosXB_15606 ou AAA_15606

17 ☐ Plano possui Fração Única e Não está no 600CD ou 2100C

18 ☐

*****Check List Completo*****

Atualizado em 03/2022 (Ueslen Santos)

Check List HA

Informações Importantes

Selecionar Qual dos Modos o Algoritmo Falhou

RH do paciente:

Escrever Alguma Descrição do Erro na Execução do Script

O chelo lido 5/5 apresentou falha
Foi verificado que possui bolus em todos os campos

Enviar

13 ☐ TPO de acordo com os limites da Mesa

14 ☐ Mesa de acordo com a Máquina utilizada

15 ☐ Nomeação do campo de acordo com angulação

16 ☐ Algoritmo Utilizado atualizado AcurosXB_15606 ou AAA_15606

17 ☐ Plano possui Fração Única e Não está no 600CD ou 2100C

18 ☐

*****Check List Completo*****

Parâmetros Utilizados No Algoritmo

1.0 Tratamento este aprovado: 0

Plano Prescrição: 1

A dose por fração do Planejamento é igual a dose que foi prescrita(Rx): 1

A fração do Planejamento é igual a que foi prescrita(Rx): 1

A dose total planejada é igual a dose total de prescrição Rx: 1

Todos os campos possuem máxima taxa de Dose: 1

Todos os campos possuem MU >= 5: 1

Todos os campos possuem PESO > 0: 1

A imagem de CT planejada é a Última: 1

Todos os campos possuem tolerância correta: 1

Todos os campos possuem campo mínimo 2 cm x 2 cm: 1

Mesa de acordo com a Máquina utilizada: 1

Nomeação do campo de acordo com angulação: 1

Algoritmo Utilizado atualizado AcurosXB_15606 ou AAA_15606: 1

Plano possui Fração Única e Não está no 600CD ou 2100C: 1

1.0 - Check List Completo: 1

Parâmetros Usados:

Paciente: Santos Silva

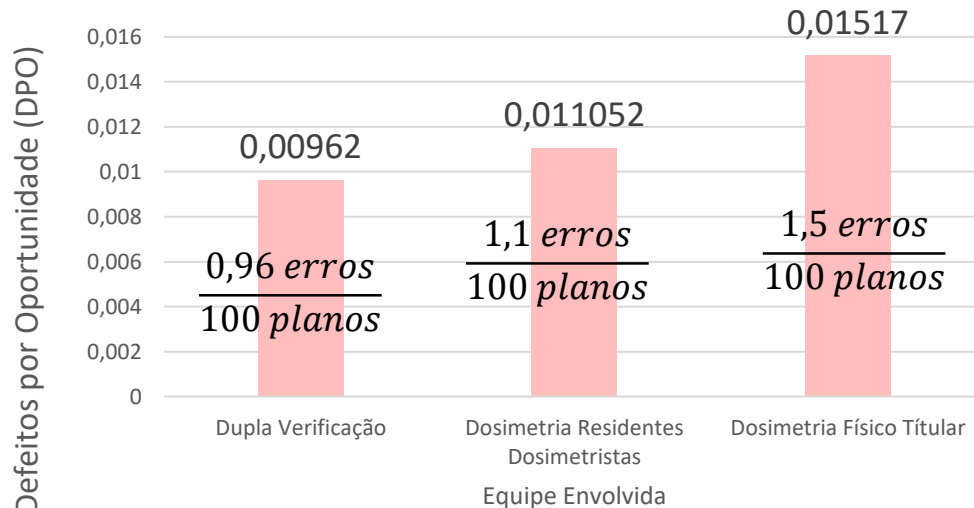
Plano: PRT SBRT ok

*****Check List Completo*****

Atualizado em 03/2022 (Ueslen Santos)

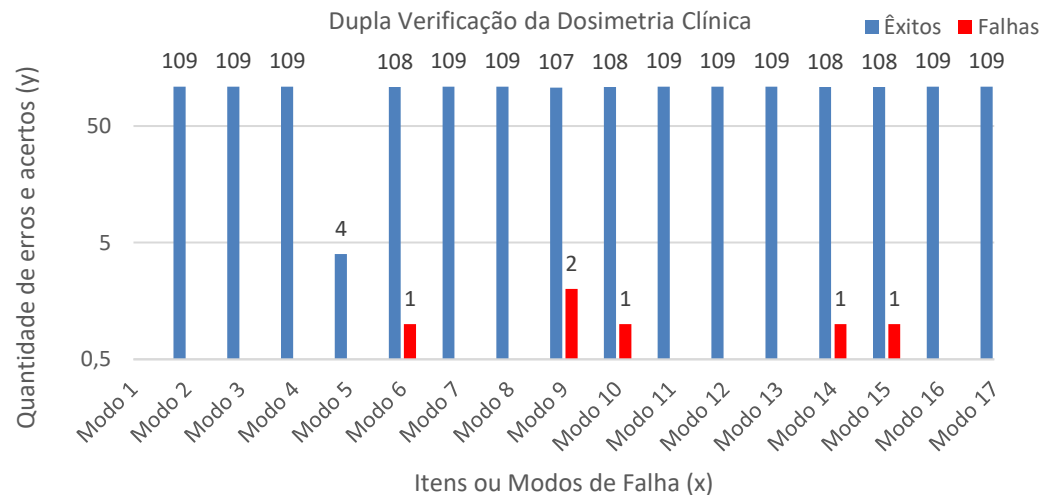
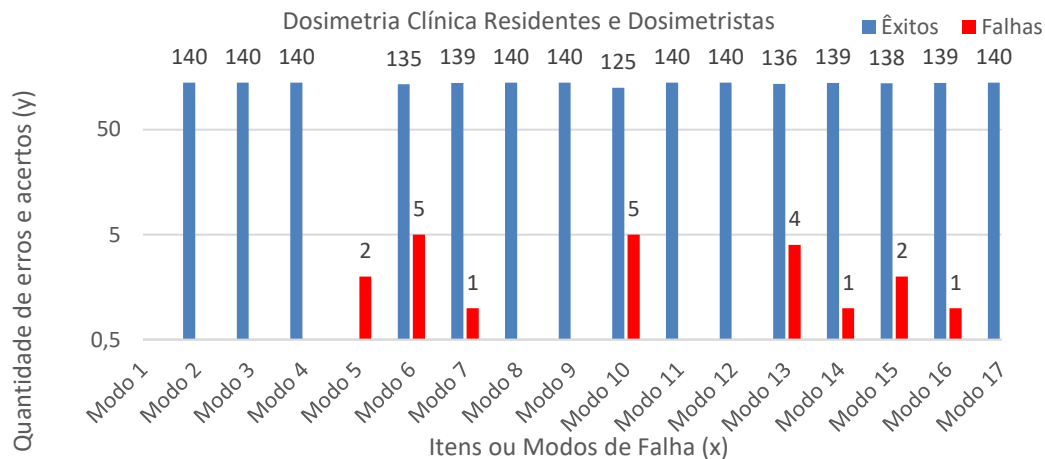
- Coleta de dados **pré-implementação do script**:
Dosimetristas e Residentes;
Físico Titular;
- Valores de *DPO* relatados na Dosimetria Clínica.

Taxas de erros em dosimetria clínica

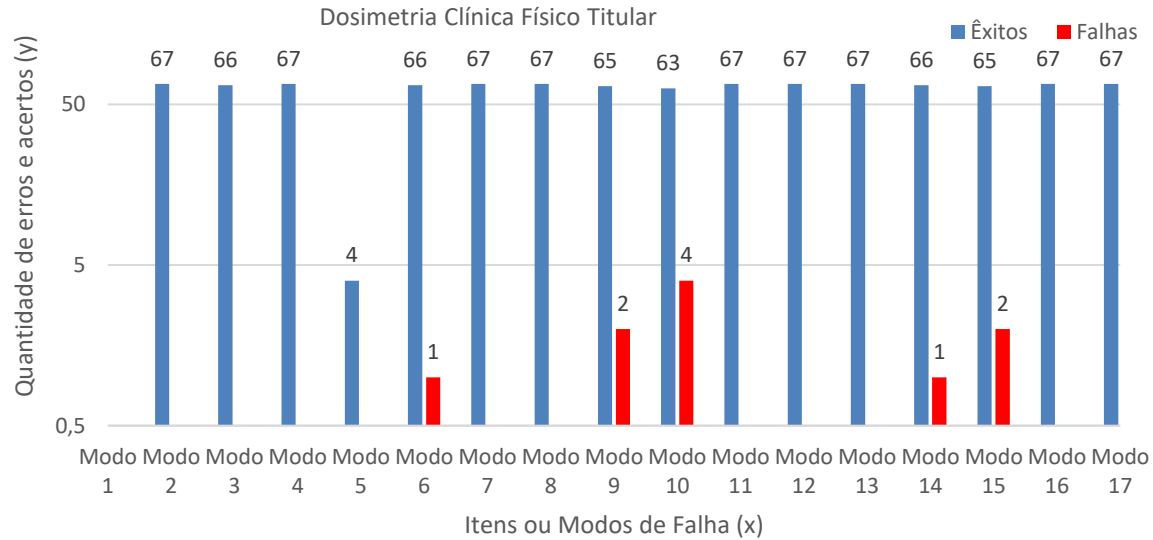


RESULTADOS

- **Pós-implementação do script:**
Dosimetristas e Residentes;
Físico Titular;
- Erros e acertos coletados pelo script.



- **Pós-implementação do script:**
Dosimetristas e Residentes;
Físico Titular;
- Erros e acertos coletados pelo script

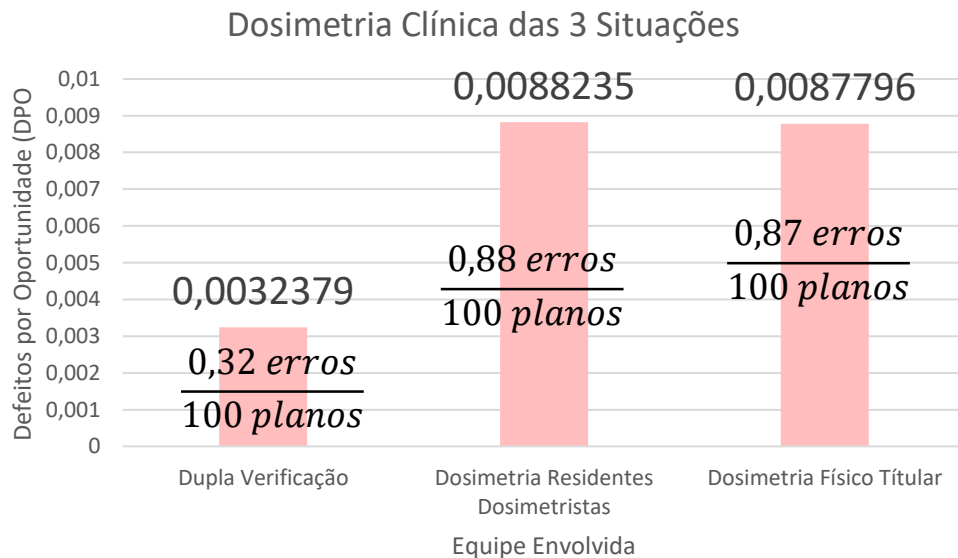


- **Análise DPO Pós-implementação do script.**

Dosimetria Residentes e Dosimetristas;

Dupla Verificação Físico Titular;

Dosimetria por Físico Titular;

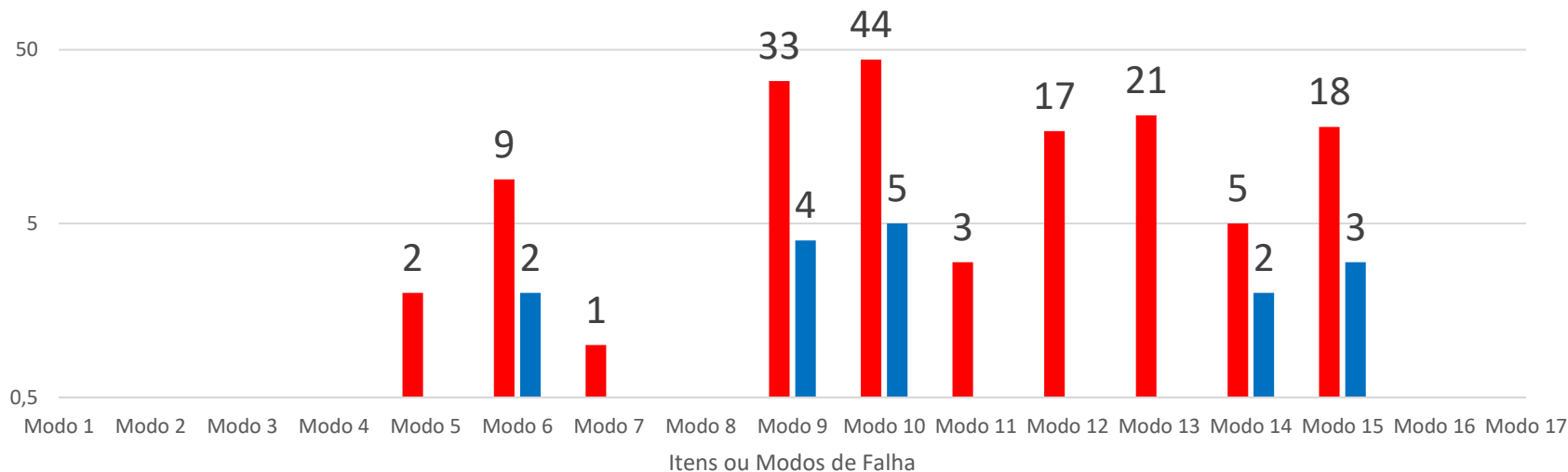


Erros Totais Relatados pelo script

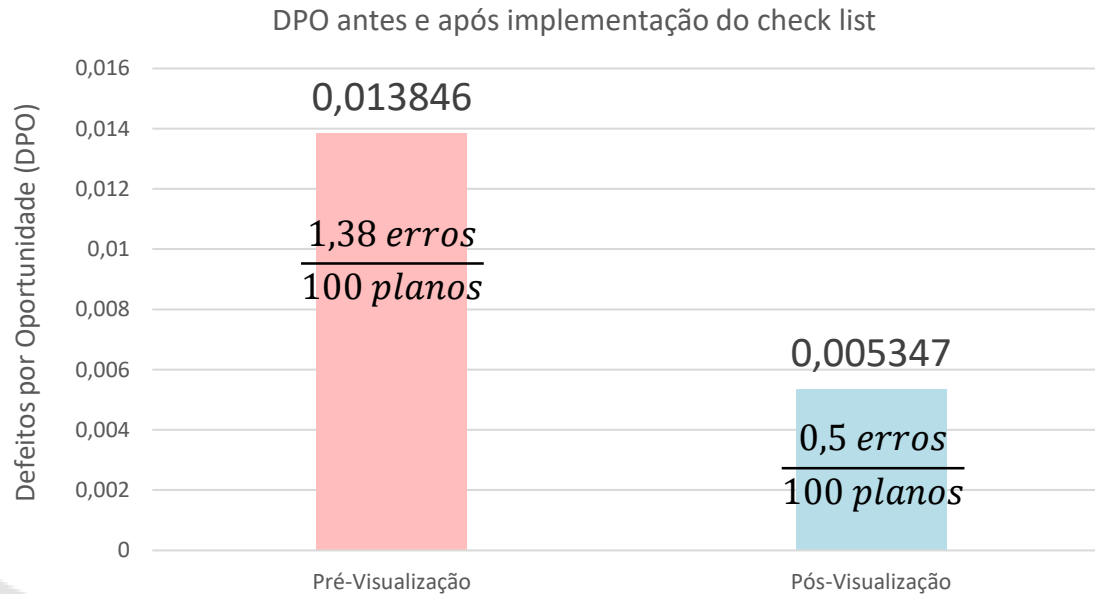
■ PRE ■ POS

153 erros -> 16 Erros

PRÉ X PÓS implementação do check list



- Análise do **DPO** entre **pré/pós implementação** do script na rotina clínica no HA.



Análises e referências:

- Liu S. (2019): redução nos erros relatados de 80%.
- Hospital de Amor: redução de 89,84 % nos erros relatados.

Limitações:

- A falta de padronização mesmo com protocolos bem definidos geram desvios, erros e interferem na análise.
- Durante a implementação do script foi identificado falhas pelos usuários (as mesmas foram corrigidas posteriormente), estas não foram incluídas nesta análise.

Perspectivas:

- Expansão da lista de verificação e automação na correção dos erros encontrados.





DUPLA E ÚNICA VERIFICAÇÃO

As taxas de erros relatadas são **menores** com a **dupla verificação**.

PRÉ/PÓS IMPLEMENTAÇÃO DO SCRIPT

O trabalho mostra um impacto significativo na **redução de erros** pós implementação do script.

AUTOMAÇÃO

O uso de automação **detecta** significativamente potenciais erros.

SEGURANÇA DO PACIENTE

O impacto principal envolve um aumento na **segurança** do paciente.

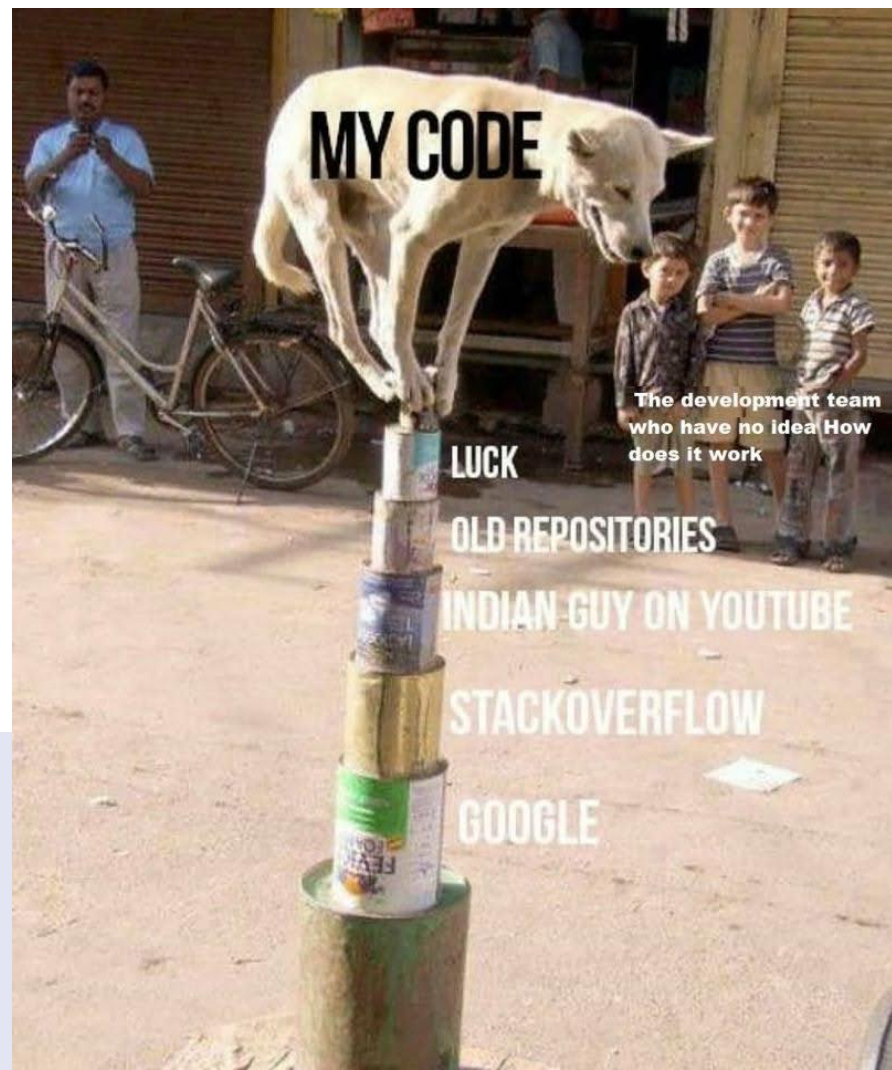
OBRIGADO!

Ueslen Santos da Silva

Bacharel em Física Médica - Unesp Botucatu

Residente em Física Médica em Radiotepia – Hospital de Amor

email: ueslen.silva@unesp.br
github: github.com/Ueslen-Santos





ha
HOSPITAL DE AMOR