



XXIV Congresso da
Sociedade Brasileira de
RADIOTERAPIA

DOSEMED
SOLUÇÕES



Determinação dos Níveis de ação para PSQA com base no TG218: Exemplo Prático

Paulo de Tarso Vianna Nogueira Filho

Físico Médico DOSEMED Soluções

Coordenador Departamento de Radioterapia – Hospital São
Domingos / DASA

AGRADECIMENTOS

- Agradecer a SBRT pelo convite;
- Agradecer ao Thiago Schmeling da Comissão Científica pelo primeiro contato e convite;
- Agradecer ao Time do Departamento que não para.



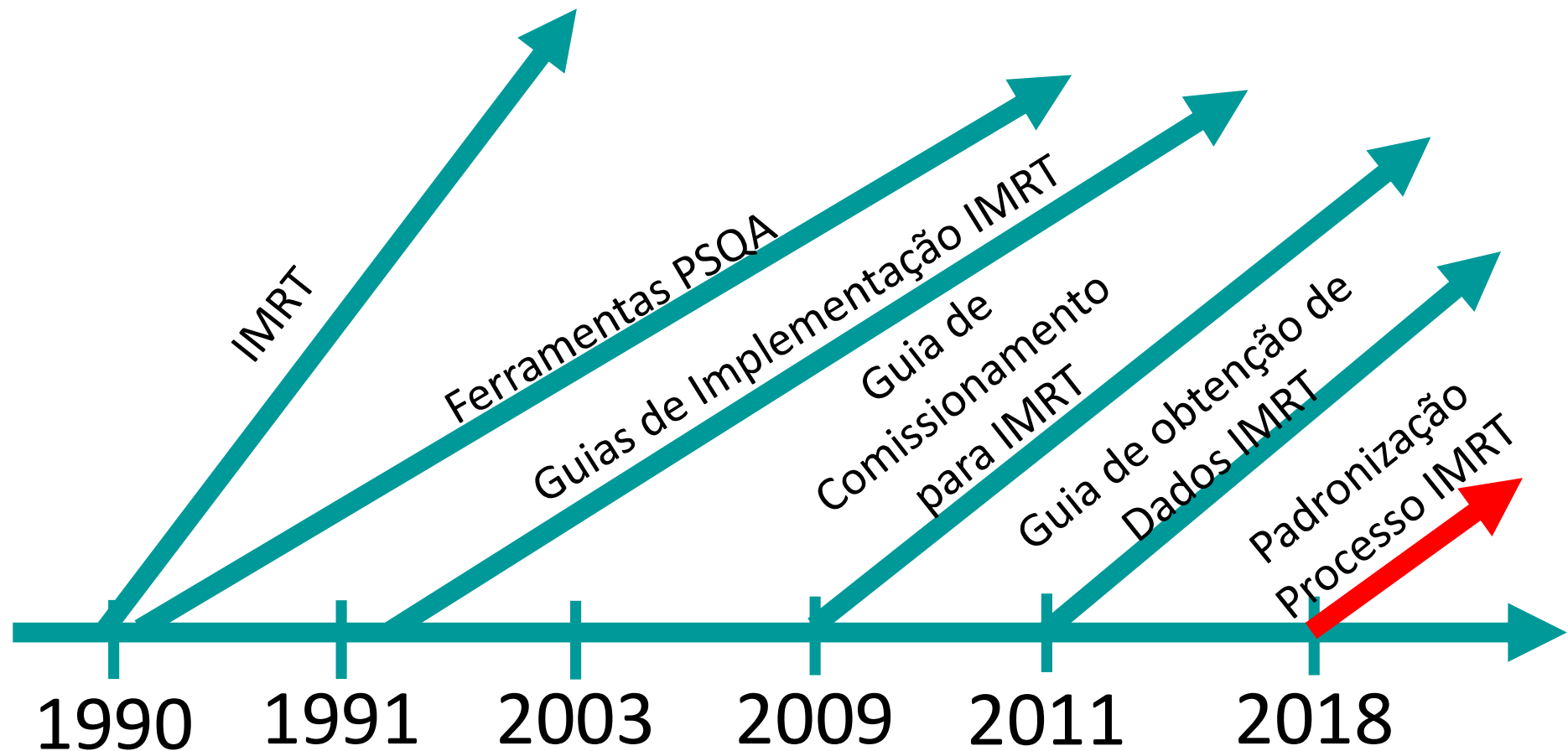
**NÃO EXISTE CONFLITO
DE INTERESSE.**



**ONDE NÓS ESTAMOS
QUANDO FALAMOS
EM TG218, PAULO**



AVANÇOS NO IMRT



BACKGROUND PRA PENSAR NO TG218

- Tecnologia aceita e comissionada p/ TDS e TPS:
(TECDOC 1151, TG142, TG119, TECDOC1583, TRS398 e 483);
- Processos construídos e rodando:
(Diretrizes, Protocolos, Fluxogramas, Procedimentos Operacionais, Análise de Risco);
- Programa de Garantia de Qualidade rodando;

O QUE É O TG218, PAULO?



Documento que aborda:

- Metodologias de medidas (setups);
- Ferramentas matemáticas de análise;
- Revisão de literatura sobre temas adjacentes;
- Proposição de Limites Universais de Tolerância e Ação;
- Proposição de metodologia de controle estatístico de processo;

PRÓPOSITO DA PRÁTICA COM TG218

Teoricamente:

- Construir Limites de tolerância e ação para conjunto de medidas reais c/: **mão + papel + caneta**;

NA AULA:

- Entender os conceitos do TG218 e de onde vem seu formalismo e construir um modelo;



1. Técnica de tratamento IMRT como **Processo**:
Pessoas + Procedimentos + Equipamentos;
2. Assumir **controle estatístico** deste Processo:
 - Dados temporais dentro do controle (sujeito apenas a variações randômicas)

Formalismo apresentado:

$$\Delta A = \beta \sqrt{\sigma^2 + (\bar{x} - T)^2}$$

$$A = 100 - \Delta A / 2$$

ΔA – Distância entre Limite superior e inferior de ação;

β – Combinação de fatores (C_{pm}) e de erros tipo I e II (Descrito como A por Chan et.al. 1988) **(SUGERE beta 6)**

σ – Variância do processo;

$\bar{x}$ – Média do processo;

T – Valor Alvo do processo;

mR – Alcance móvel médio;

upper control limit = center line + $2.660 \cdot \overline{mR}$

lower control limit = center line - $2.660 \cdot \overline{mR}$

$$\text{center line} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x$$

$$\overline{mR} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n |x_i - x_{i-1}|$$

TG218 (2018)

$$\Delta A = \beta \sqrt{\sigma^2 + (\bar{x} - T)^2}$$

$$A = 100 - \Delta A / 2$$

$$\text{center line} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x$$

$$\text{upper control limit} = \text{center line} + 2.660 \cdot \overline{mR}$$

$$\text{lower control limit} = \text{center line} - 2.660 \cdot \overline{mR}$$

Pawlicki et. al. (2005)

$$A_c = \bar{\bar{x}}$$

$$A_u = \bar{\bar{x}} + 3 \frac{R}{d_2 \sqrt{n}},$$

$$A_l = \bar{\bar{x}} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}},$$

Sanghangthum et. al. (2013)

$$C_{pm} = \frac{UAL - LAL}{A \sqrt{\sigma^2 + (\bar{X} - T)^2}}$$

Chan et. al. (1988)

$$C_{pm} = \frac{[USL - LSL]}{6 \sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}$$

- Miften M, Olch A, Mihailidis D, Moran J, Pawlicki T, Molineu A, Li H, Wijesooriya K, Shi J, Xia P, Papanikolaou N, Low DA. Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Med. Phys. 2018;45:53-83.
- Pawlicki T, Whitaker M, Boyer AL. Statistical process control for radiotherapy quality assurance. Med Phys. 2005;32:2777-2786
- Chan L K, Cheng S W and Spiring F A 1988 A new measure of process capability: Cpm J. Qual. Technol. 20 162-75
- Sanghangthum T, Suriyapee S, Kim G-Y, Pawlicki T. A method of setting limits for the purpose of quality assurance. Phys Med Biol. 2013;58:7025-7037

Limite de Ação:

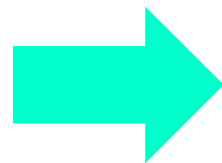
$$C_{pm} = \frac{[USL - LSL]}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} \rightarrow C_{pm} = \frac{UAL - LAL}{A\sqrt{\sigma^2 + (\bar{X} - T)^2}} \rightarrow \Delta A = \beta\sqrt{\sigma^2 + (\bar{x} - T)^2}$$

Limites de Tolerância:

Empirico Shewhart

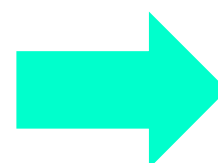
$$A_u = \bar{\bar{x}} + 3\frac{R}{d_2\sqrt{n}},$$

$$A_l = \bar{\bar{x}} - 3\frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}},$$



$$\bar{\bar{x}} \pm \frac{3\overline{MR}}{1.128}$$

Imparcialidade

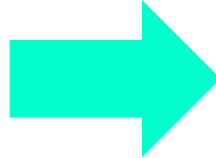


$$\begin{aligned} \text{upper control limit} &= \text{center line} + 2.660 \cdot \overline{mR} \\ \text{lower control limit} &= \text{center line} - 2.660 \cdot \overline{mR} \end{aligned}$$

- Miften M, Olch A, Mihailidis D, Moran J, Pawlicki T, Molineu A, Li H, Wijesooriya K, Shi J, Xia P, Papanikolaou N, Low DA. Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218. Med. Phys. 2018;45:53-83.
- Pawlicki T, Whitaker M, Boyer AL. Statistical process control for radiotherapy quality assurance. Med Phys. 2005;32:2777-2786
- Chan L K, Cheng S W and Spiring F A 1988 A new measure of process capability: Cpm J. Qual. Technol. 20 162-75
- Sanghangthum T, Suriyapee S, Kim G-Y, Pawlicki T. A method of setting limits for the purpose of quality assurance. Phys Med Biol. 2013;58:7025-7037

Limite de Ação:

$$\Delta A = \beta \sqrt{\sigma^2 + (\bar{x} - T)^2}$$



β – Combinação de fatores (C_{pm}) e A ;

Quanto **MAIOR** o valor = **MAIOR**
dispersão dos dados (menor qualidade
do processo)

Beta = 3 // Média +1,96*s.d.

Table 1. Tolerance limits and action limits calculated using the data sets presented in this work. The tolerance limits are equal to the control chart limits. The action limits are calculated using equation (2) for different values of A . The confidence interval is calculated using the equation $|\text{mean deviation}| + 1.96 \cdot \sigma$ for the first 20 data points of the process. All values in the table are percentages.

QA type	$\pm$ Tolerance limits (using the proposed method)	$\pm$ Action limits (using the proposed method)				AAPM TG-142	$\pm$ Confidence interval
		$A = 3$	$A = 4$	$A = 5$	$A = 6$		
VMAT point dose (inst. #1)	6.13	5.28	7.03	8.79	10.55	–	5.76
VMAT point dose (inst. #2)	3.64	3.72	4.96	6.20	7.44	–	4.01
Weekly linac output	1.06	1.31	1.75	2.18	2.62	3.00	
Monthly linac output	0.88	1.15	1.53	1.91	2.29	2.00	
Normal random data set	3.37	2.17	2.89	3.61	4.34	–	2.25

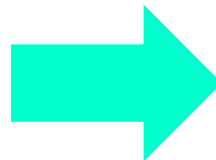
Limites de Tolerância:

upper control limit = center line + $2.660 \cdot \overline{mR}$

lower control limit = center line – $2.660 \cdot \overline{mR}$

$$\bar{x} \pm \frac{3\overline{mR}}{1.128}$$

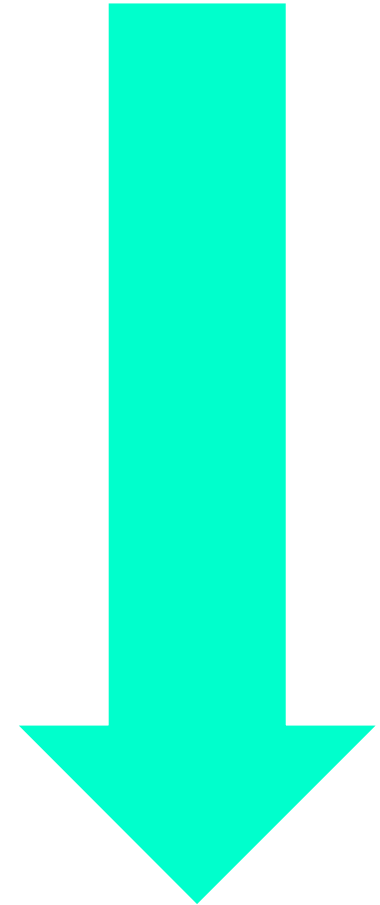
$$A_u = \bar{x} + 3 \frac{R}{d_2 \sqrt{n}},$$



Constante “2.660” pode variar com
número de subgrupos de medidas
utilizados (métrica mR **NÃO é**
considerado um estimador imparcial)

RECEITA DE BOLO:

1. Coletar dados temporais e testá-los;
2. Calcular e gerar os gráficos I-MR;
3. Checar se o processo está controlado;
4. Calcular os Limites de Tolerância;
5. Calcular os Limites de Ação;
6. Checar os limites de Tolerância e Ação do processo;



VAMOS POR NO GRÁFICO



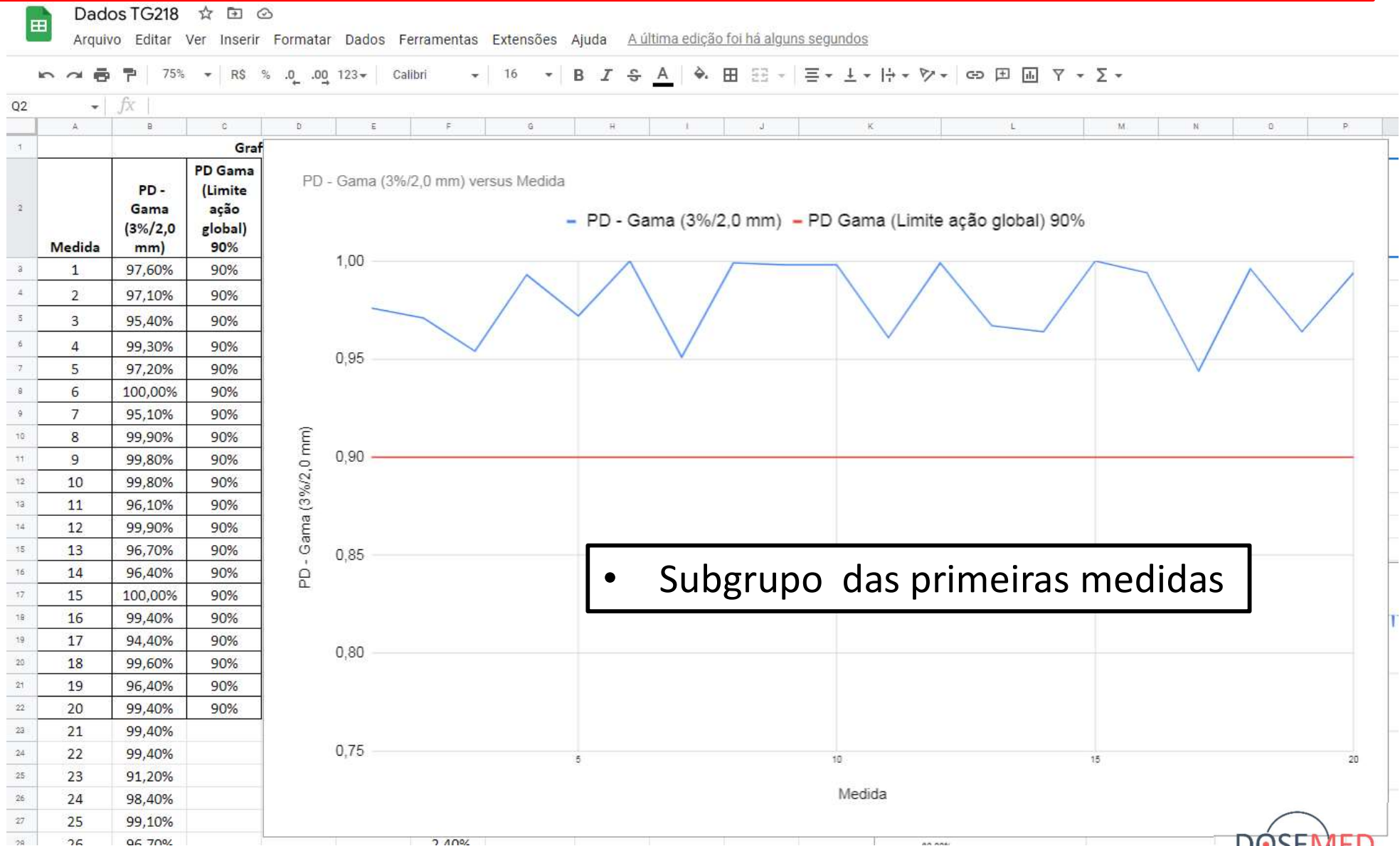
- Dados de 1205 PSQA, análise gama (3%, 2mm), threshold 10%, Portal Dosimetry;



- Amostra muito grande apresenta muita variabilidade temporal/processual/equipamentos/pessoas;
- Criar Subgrupos e testar o modelo é o mais indicado;

VAMOS POR NO GRÁFICO

- Vamos utilizar as primeiras 20 medidas obtidas (Subgrupo) para criar os gráficos I-MR;



VAMOS POR NO GRÁFICO

- Obter os dados I-MR;

Dados TG218

Arquivo Editar V

75% RS % .0 .00 123 Calibri 10 B I A

B1:E1 fx Grafico I

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											

Grafico I

Medida	PD - Gama (3%/2,0 mm)	PD Gama (Limite ação global) 90%	Limite de Tolerancia Alta (UCL)	Limite de Tolerancia Baixo (LCL)	Limite de Acao (A)	mR	mR Módulo	mR Medio
1	97,60%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	0	0,00%	3.12%
2	97,10%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-0,50%	0,50%	3.12%
3	95,40%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-1,70%	1,70%	3.12%
4	99,30%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	3,90%	3,90%	3.12%
5	97,20%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-2,10%	2,10%	3.12%
6	100,00%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	2,80%	2,80%	3.12%
7	95,10%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-4,90%	4,90%	3.12%
8	99,90%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	4,80%	4,80%	3.12%
9	99,80%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-0,10%	0,10%	3.12%
10	99,80%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	0,00%	0,00%	3.12%
11	96,10%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-3,70%	3,70%	3.12%
12	99,90%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	3,80%	3,80%	3.12%
13	96,70%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-3,20%	3,20%	3.12%
14	96,40%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-0,30%	0,30%	3.12%
15	100,00%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	3,60%	3,60%	3.12%
16	99,40%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-0,60%	0,60%	3.12%
17	94,40%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-5,00%	5,00%	3.12%
18	99,60%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	5,20%	5,20%	3.12%
19	96,40%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-3,20%	3,20%	3.12%
20	99,40%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	3,00%	3,00%	3.12%

Média 98,45%

Variancia 3,69%

mR médio 2,62%

beta 6

Alvo 100,00%

Delta A 23,99%

A 88,01%

Hipótese descartada : Perfil de Medidas fixado em 100%

$$A = 100 - \Delta A / 2$$

$$\Delta A = \beta \sqrt{\sigma^2 + (\bar{x} - T)^2}$$

$$\text{upper control limit} = \text{center line} + 2.660 \cdot \overline{mR}$$

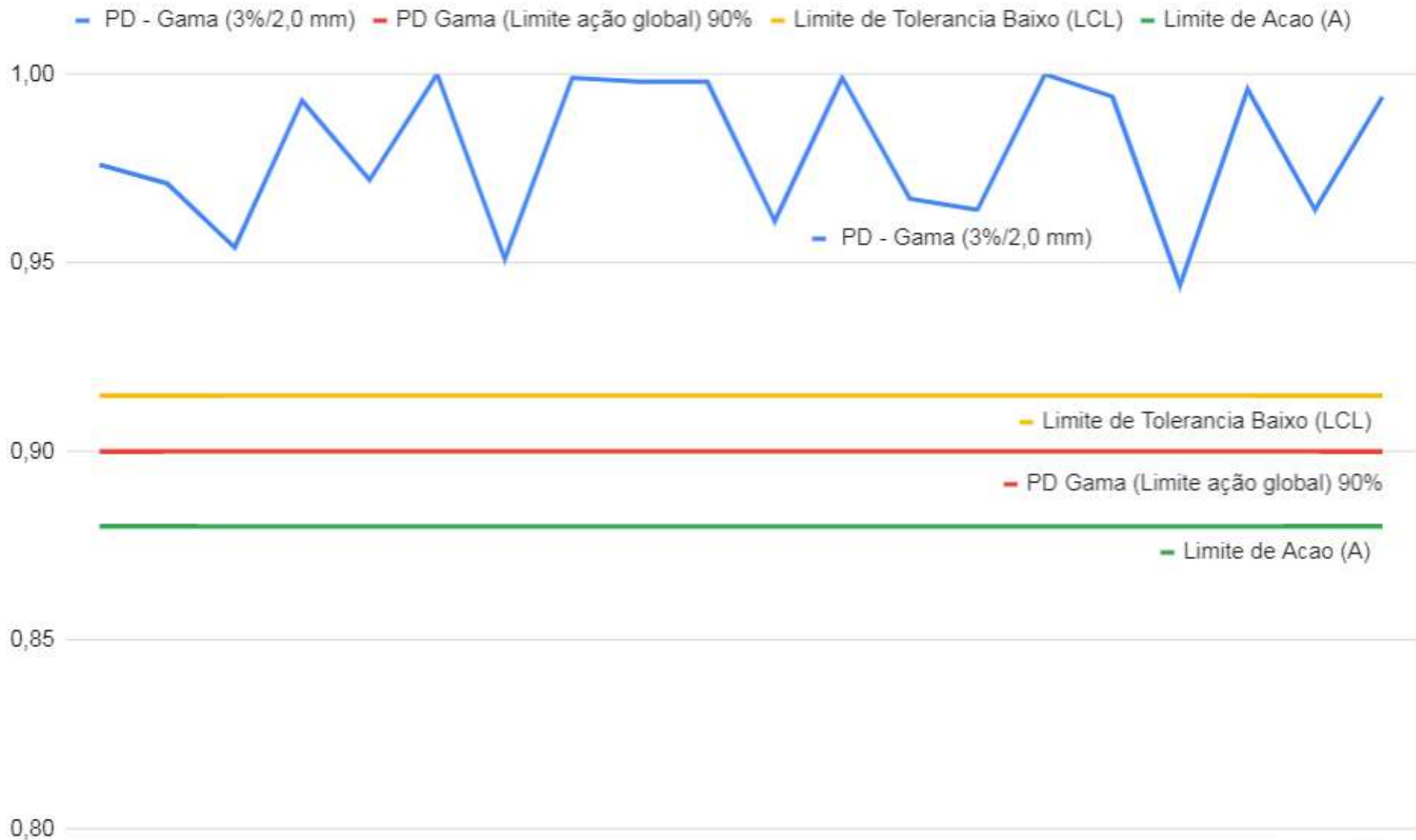
$$\text{lower control limit} = \text{center line} - 2.660 \cdot \overline{mR}$$

Gráfico I									
Medida	PD - Gama (3%/2,0 mm)	PD Gama (Limite ação global) 90%	Limite de Tolerancia Alta (UCL)	Limite de Tolerancia Baixo (LCL)	Limite de Acao (A)	mR	mR Módulo	mR Medio	
1	97,60%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	0	0,00%	3.12%	
2	97,10%	90%	105,42%	91,48%	88,01%	-0,50%	0,50%	3.12%	Média
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									

VAMOS POR NO GRÁFICO

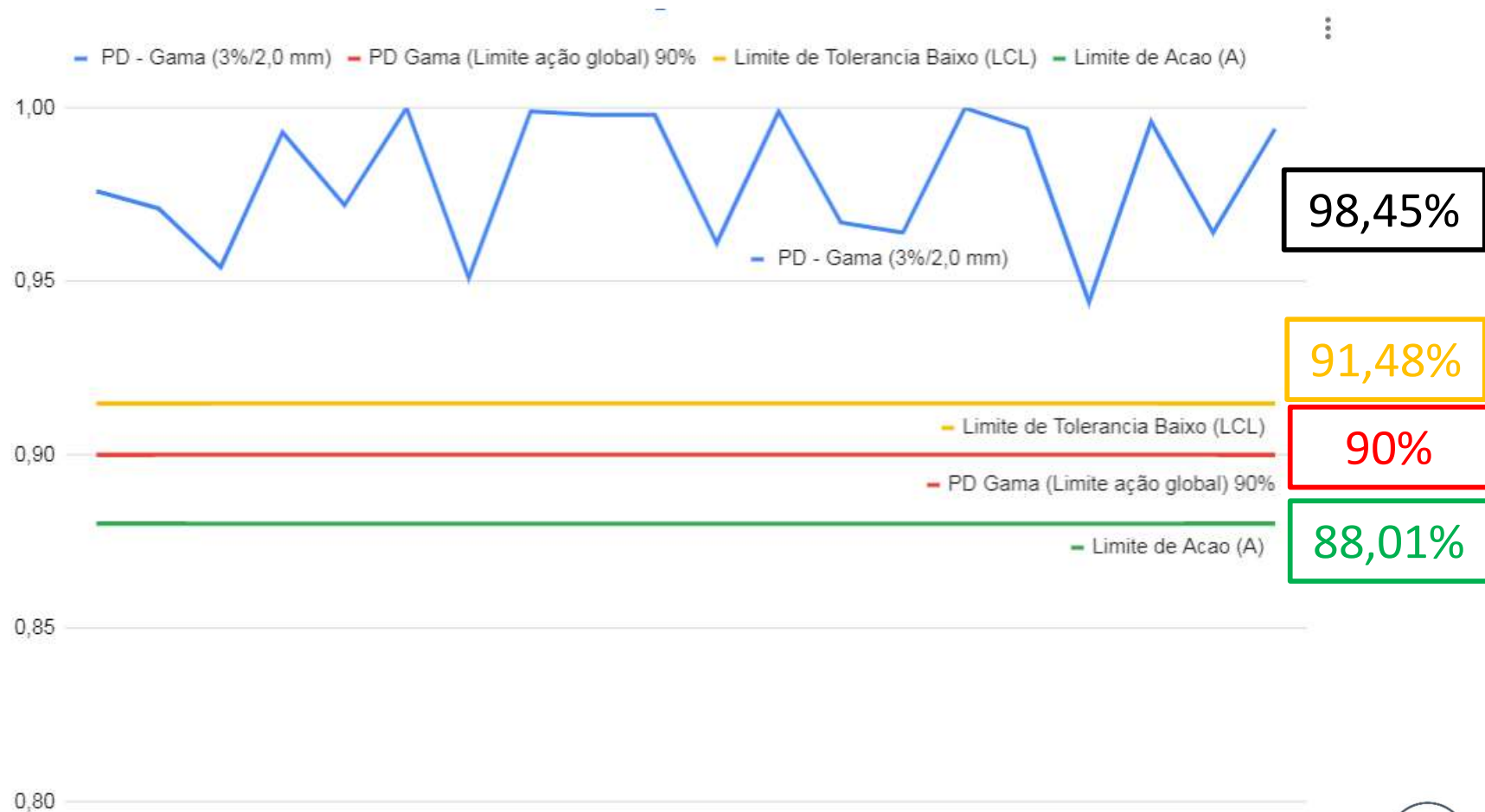


- Criar os Gráficos ;



VAMOS POR NO GRÁFICO

- Analise os Resultados:
 - Limite de Ação > ou < Limite de Tolerância?
 - Limite de Ação Local > ou < Limite de Ação Global?



CONSIDERAÇÕES FINAIS 1

1. TC >> PFF>>PC;
2. Usar modo Absoluto e não Relativo;
3. Normalização Global e não Local;
4. Usar Threshold;
5. PROCESSO = Pessoas + Equipamentos + Procedimentos;

**MUITO OBRIGADO A TODOS PELA
PACIÊNCIA E ATENÇÃO.**

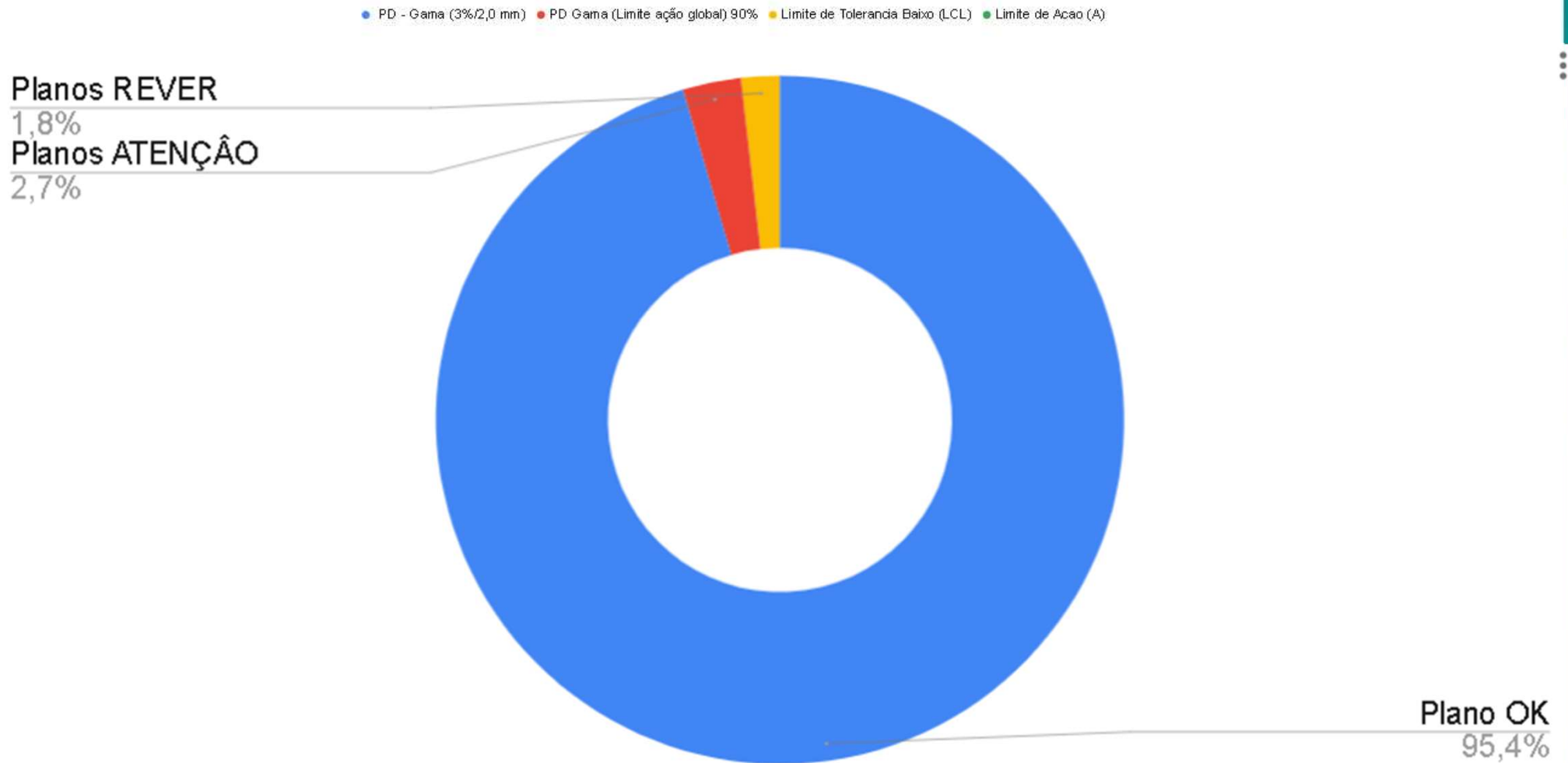
P.nogueirafilho@hotmail.com

Bibliografia e Planilha de Controle de processos
apresentada.

- Analise do Controle de Processo sobre a cadeia de dados;
- Derivativos estatísticos:



- Analise do Controle de Processo sobre a cadeia de dados;
- Derivativos estatísticos:





HOSPITAL
SÃO DOMINGOS

DOSEMED
SOLUÇÕES

www.hospitalsaodomingos.com.br | saodomingos  hospitalsaodomingos 