

# Grupo FAC

## Física de Aceleradores

### Membros:

- Fernando de Sá
- Murilo Barbosa Alves
- Gabriel Ascenção
- Ximenes Resende
- Matheus Velloso (mestrado)
- Thales Bastos (estágio)
- Vítor Davi (estágio)



# Grupo FAC

## Física de Aceleradores

- Máxima corrente sem 3HCav
- Estudos de 3HCav
- Tempo de vida
- Otimização da abertura dinâmica
- Efeitos dos IDs
- Injeção transparente
- Função de dispersão V residual
- Colimadores para perdas por Touschek
- Óticas com diferentes acoplamentos

# FAC - Física de Aceleradores

## Máxima corrente sem 3HCav

2023-07-25-SI\_max\_stored\_current\_estimate  
2023-08-01-SI\_max\_stored\_current\_estimate

Estimar heat-load para correntes maiores sem alongamento dos pacotes pela 3HCav

Limite ~ 120 kW da RF:

→  $V_{\text{gap}} = 1.5 \text{ MV} \rightarrow 150 \text{ mA (feixe uniforme)}$

→ diferentes filling patterns (corrente equivalente a feixe uniforme)

$$F = \left( \frac{I_0}{I_t}, \dots, \frac{I_{h-1}}{I_t} \right)$$

$$P \approx I_t^2 |F|^2 T_0 \kappa.$$

$$\kappa \approx \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} d\omega \left| \tilde{\lambda}_0(\omega) \right|^2 \text{Re} \{ Z(\omega) \}$$

# FAC - Física de Aceleradores

## First Machine Shift (2023/07/25)

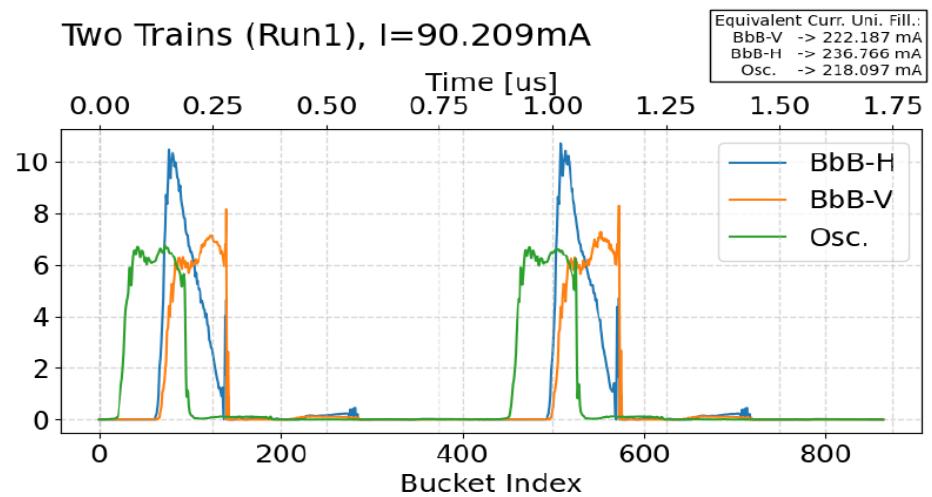
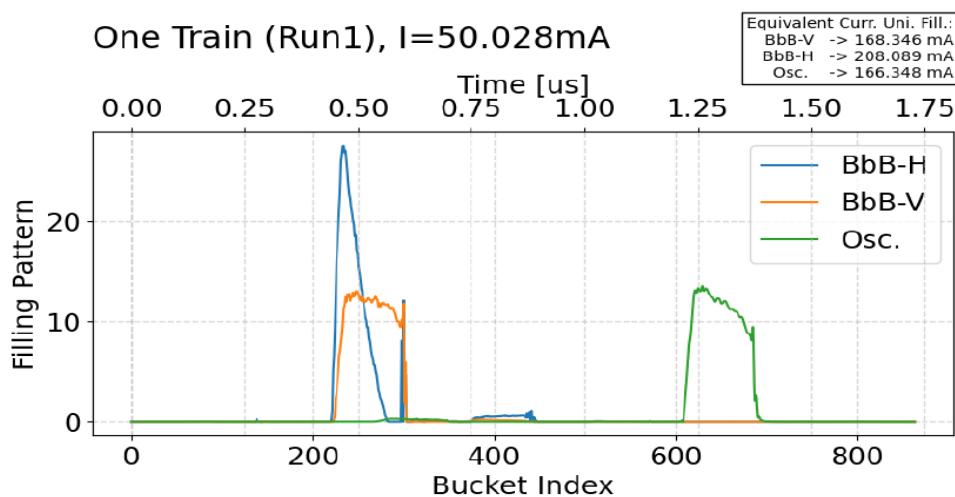
Preenchimento uniforme com redução de  $V_{gap}$

- $V_{gap}$  reduzida e aumento gradativo da corrente, observando as temperaturas e pressões.
- Dificuldade em manter o feixe estável na longitudinal, processo lento.
- Morte do feixe em 107.5 mA, e outras seguidas em 110 e 100 mA
- Acesso ao túnel para verificação da refrigeração dos espelhos da CEDRO.

# FAC - Física de Aceleradores

## First Machine Shift (2023/07/25)

### Preenchimentos não uniformes



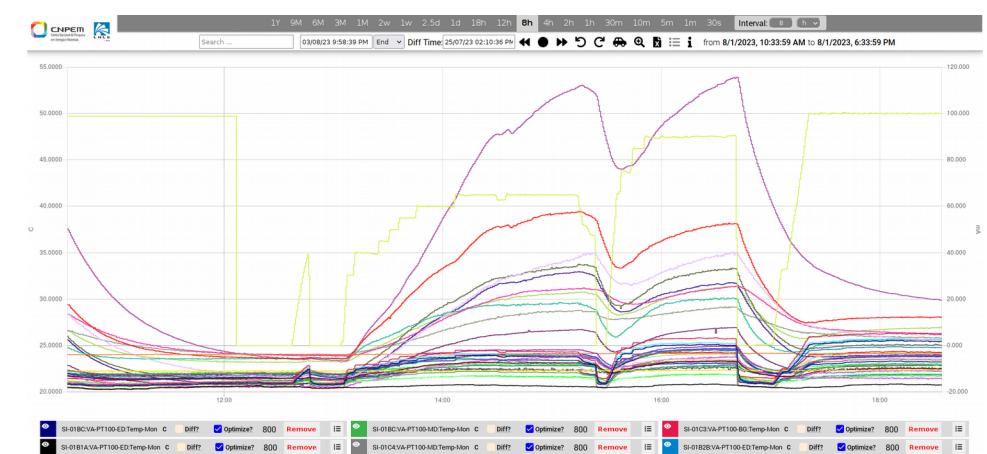
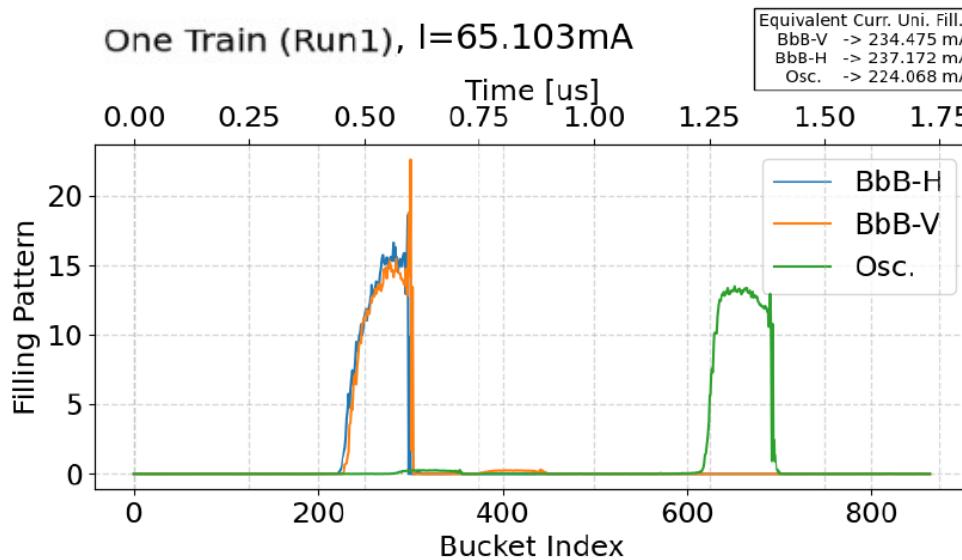
- Chegamos em 55 mA (180 mA).
- Interlock da bomba 14M1 em 30, 45 e 39 mA
- Hipótese: impedância narrow-band da flange do DCCT 13C4
- Para continuar, mudamos perfil.

- Chegamos em 90 mA (220 mA)
- Mesmo interlock por impedância narrow-band da flange do DCCT
- 150 mA preenchimento uniforme,  
 $V_{gap} = 1.5 \text{ MV}$  (120 kW).

# FAC - Física de Aceleradores

## Second Machine Shift (2023/08/01)

- Aperto da flange do DCCT 13C4
- Trem único – conseguimos 65 mA (**220-230 mA**)
- Trem único @ 70 mA → interlock temp. da janela na P7 (100C)
- Aumento temperatura elementos trecho 01 (SI-01SA:VA-PT100-MD4 : Temp-Mon)
- Acesso ao túnel 2023-08-07 para mapear os sensores



# FAC - Física de Aceleradores

## Estudos de 3HCav

### Equilibrium of longitudinal bunch distributions in storage rings with arbitrary impedance sources and generic filling patterns

Murilo B. Alves<sup>1,2,\*</sup> and Fernando H. de Sá<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>*Brazilian Synchrotron Light Laboratory – LNLS,*

*Brazilian Center for Research in Energy and Materials – CNPEM, 13083-970, Campinas, SP, Brazil.*

<sup>2</sup>*Gleb Wataghin Institute of Physics, University of Campinas – UNICAMP, 13083-859, Campinas, SP, Brazil*

(Dated: July 21, 2023)

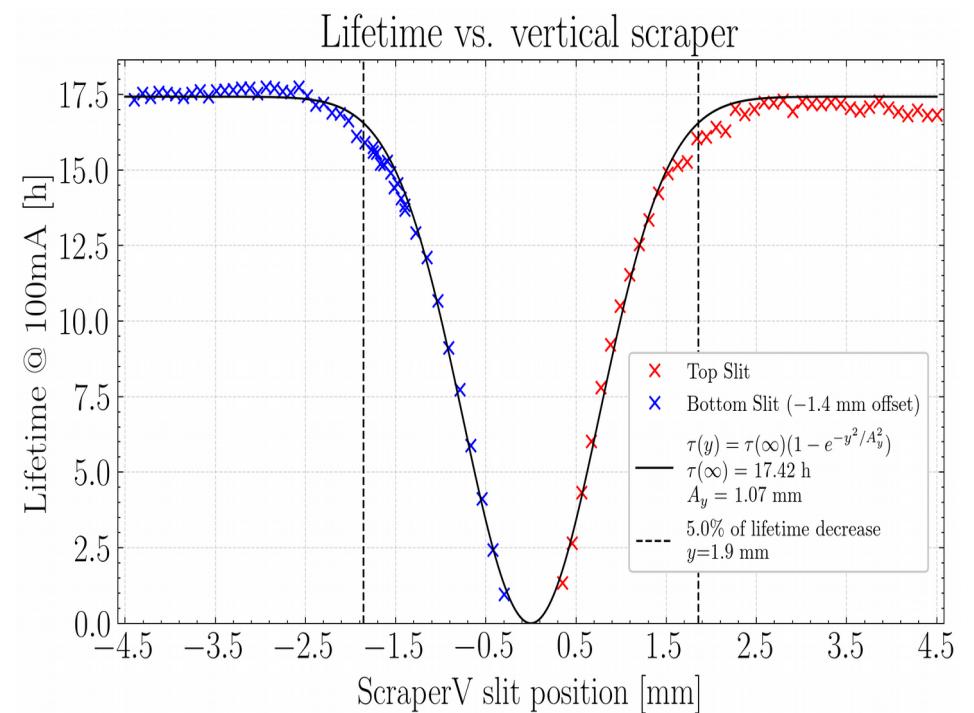
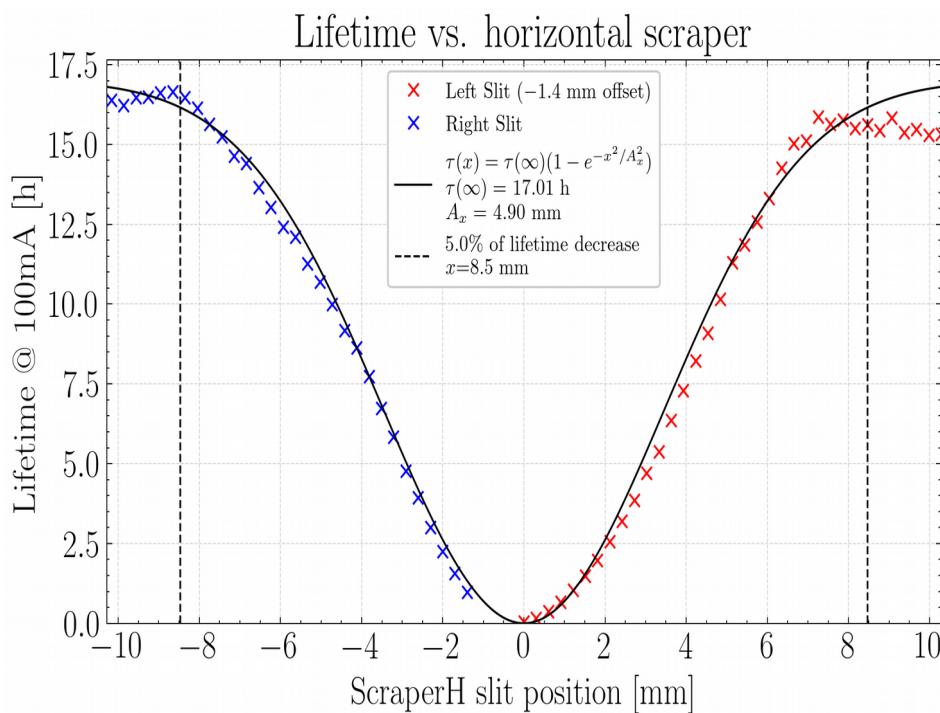
A new self-consistent semi-analytical method for calculating the stationary beam-induced voltage in the presence of arbitrary filling patterns and impedance sources in storage rings is presented. The theory was developed in space-domain with resonator wake-functions and in frequency-domain with arbitrary impedance functions. The SIRIUS storage ring parameters were used to benchmark the results, demonstrating good agreement between the two approaches and with macroparticle tracking simulations. Additionally, a different approach to simulate the beam-loading compensation of active rf cavities was investigated in frequency-domain, proving to be a more generic description than the methods generally used. The impact of broadband impedance on the longitudinal equilibrium was straightforwardly evaluated with the frequency-domain framework, without intermediate steps such as fitting broadband resonators or convolving short-range wakes with bunch distributions. Finally, a simple study of Touschek lifetime improvement with a passive higher harmonic cavity is presented.

# FAC - Física de Aceleradores

## Tempo de vida

2023-07-03-SI\_lifetime\_filling\_pattern  
2023-07-17-SI\_lifetime  
2023-07-24-SI\_lifetime  
2023-07-25-SI\_lifetime

## Estudo com scrapers (acoplamento nominal)



Offsets de 1.4 mm  
nas fendas Left e Bottom

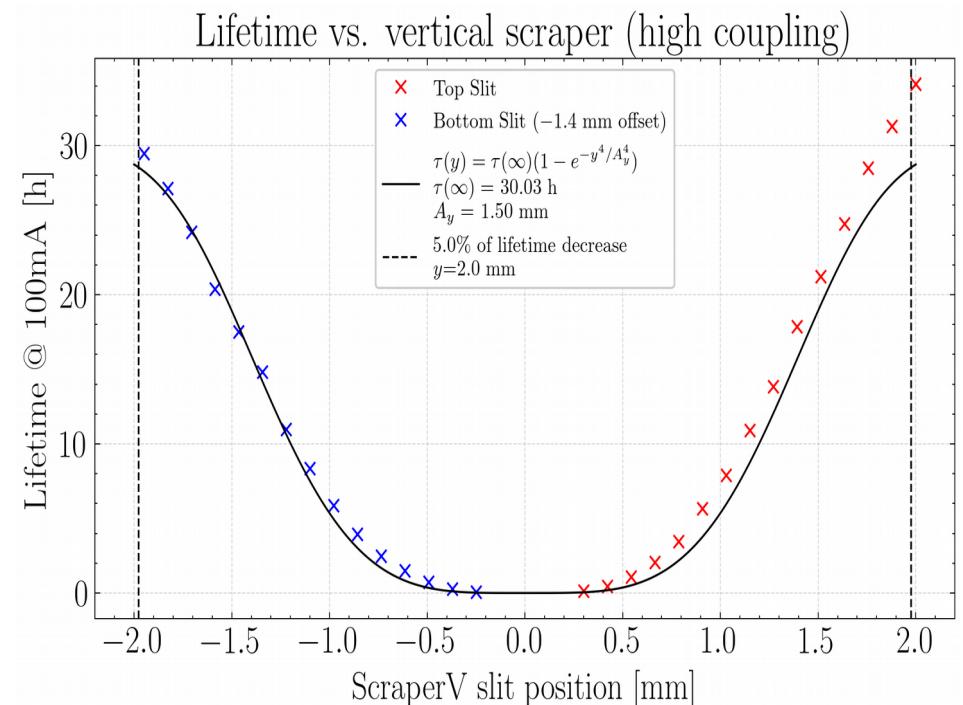
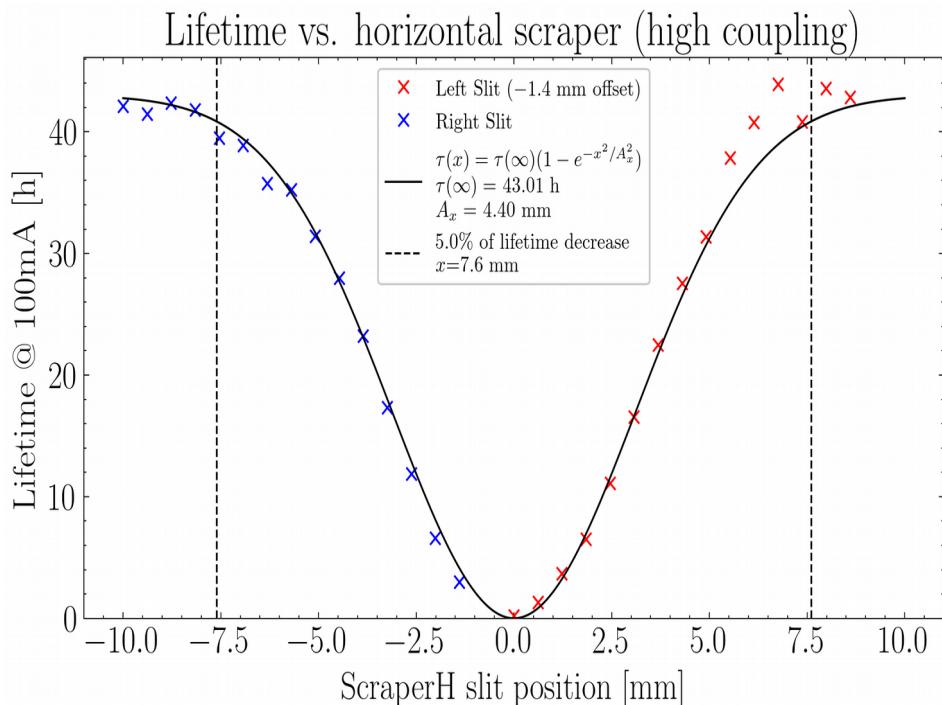
# FAC - Física de Aceleradores

## Tempo de vida

2023-07-03-SI\_lifetime\_filling\_pattern  
2023-07-17-SI\_lifetime  
2023-07-24-SI\_lifetime  
2023-07-25-SI\_lifetime

## Estudo com scrapers (acoplamento alto)

- Espalhamento Touschek menor
- Tempo de vida (x 2.5)

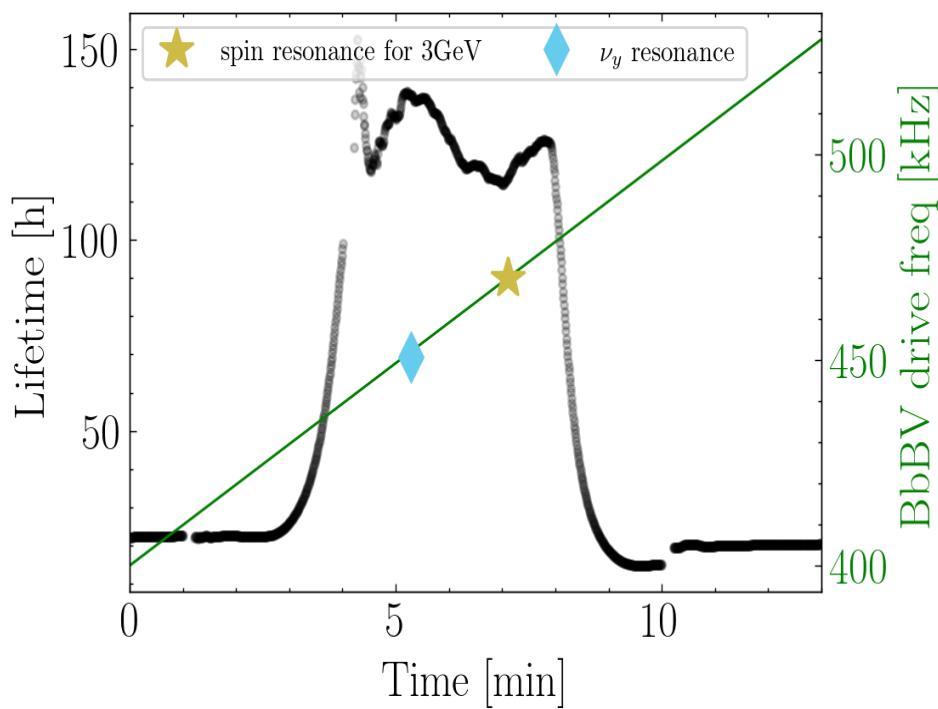


Offsets de 1.4 mm  
nas fendas Left e Bottom

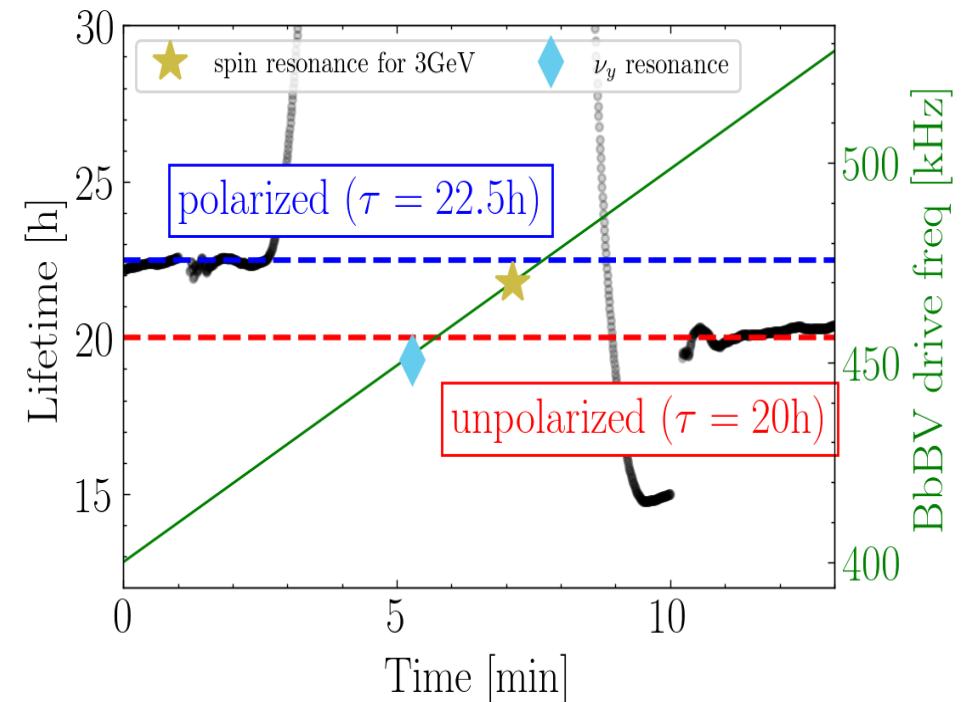
# FAC - Física de Aceleradores

## Tempo de vida

2023-07-03-SI\_lifetime\_filling\_pattern  
2023-07-17-SI\_lifetime  
2023-07-24-SI\_lifetime  
2023-07-25-SI\_lifetime



## Polarização de spin



# FAC - Física de Aceleradores

## Otimização da abertura dinâmica

2023-07-03-SI\_DA\_opt\_high\_tunes

2023-07-10-SI\_DA\_opt\_high\_tunes

### ONLINE OPTIMIZATION OF SIRIUS NONLINEAR OPTICS

M. M. S. Velloso<sup>1, 2</sup>, M. B. Alves<sup>1, 2</sup>, L. Liu<sup>1</sup>, X. R. Resende<sup>1</sup>, F. H. de Sá<sup>1</sup>

X. Huang<sup>3</sup>

matheus.veloso@lnls.br

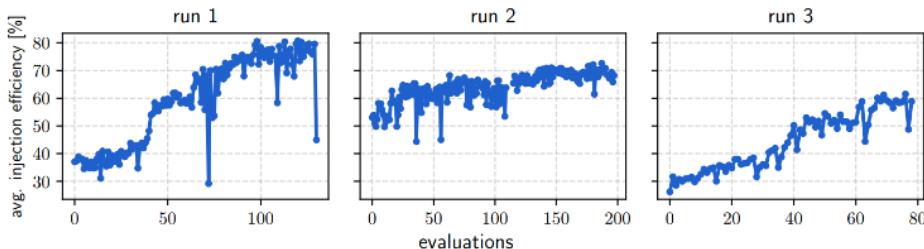
WEPL087



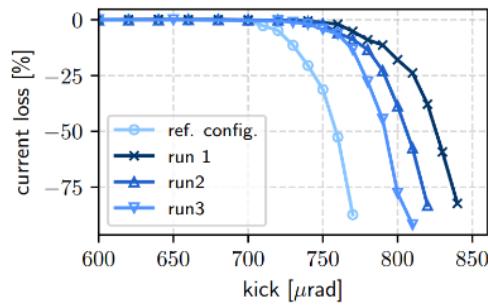
<sup>1</sup>Brazilian Synchrotron Light Laboratory; <sup>2</sup>Gleb Wataghin Institute of Physics, University of Campinas; <sup>3</sup>SLAC National Accelerator Laboratory

### OPTIMIZATION IN WORKING POINT 1 (49.08, 14.14)

- 13 optimization knobs; objective: avg. IE of five pulses @ 2 Hz
- highest IE in normal off-axis conditions: 98% (run 2's best config)

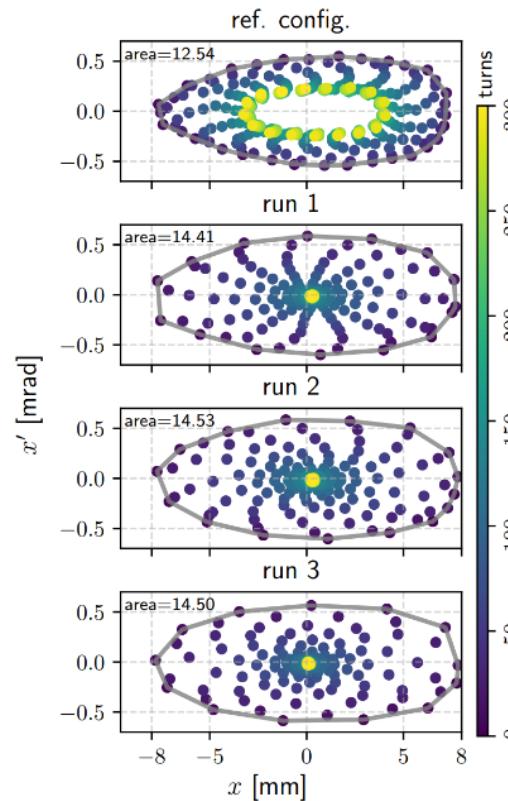


**Figure 1:** Objective function evaluation for runs 1, 2, and 3.



**Figure 2:** Current losses vs. horizontal dipole kick for the ref. config. and for the RCDS solutions at working point 1.

(49.16, 14.22)



**Figure 3:** Measured phase space at SA05 high-beta straight section for the ref. config. and the best RCDS configurations of runs 1, 2 and 3 in working point 1. The beam was being kicked horizontally at 730 μrad in the ref. config., 790 μrad in run 1, 780 μrad in run 2, and 770 μrad, in run 3. Loss rates of 12%, 11%, 13% and 13%.

# FAC - Física de Aceleradores

## Efeitos dos IDs

- Erros de campos integrados: desvio de órbita. Tabela FF das corretoras
- Focalização: desvios de sintonia e beta-beating
- Quadrupolos skew integrados: mudança de acoplamento transversal
- Roll-offs transversais de amplitude de campo  
Kicks não lineares  $K_x(x,y)$ ,  $K_y(x,y)$  → redução na abertura dinâmica.

## Ferramentas:

- Mapas de campo medidos no plano da órbita
- Modelo RADIA
- Trajetória Runge-Kutta → kickmaps  $K_x(x,y)$  e  $K_y(x,y)$
- Tracking do modelo do SIRIUS com kickmaps

# FAC - Física de Aceleradores

## Efeitos dos IDs (DELTA52 @ 10SB – Baixo Beta)

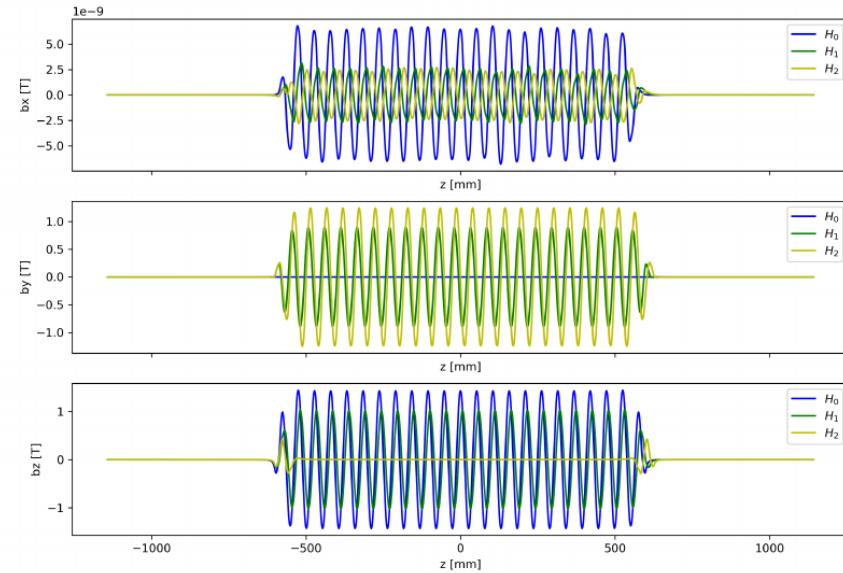
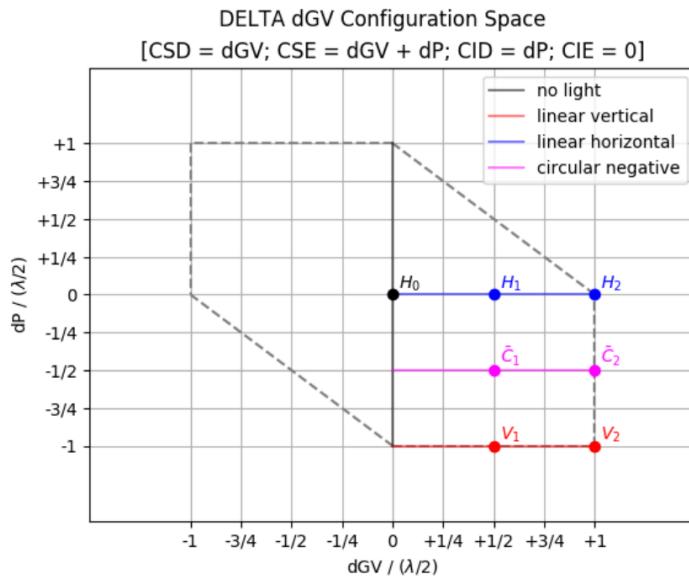


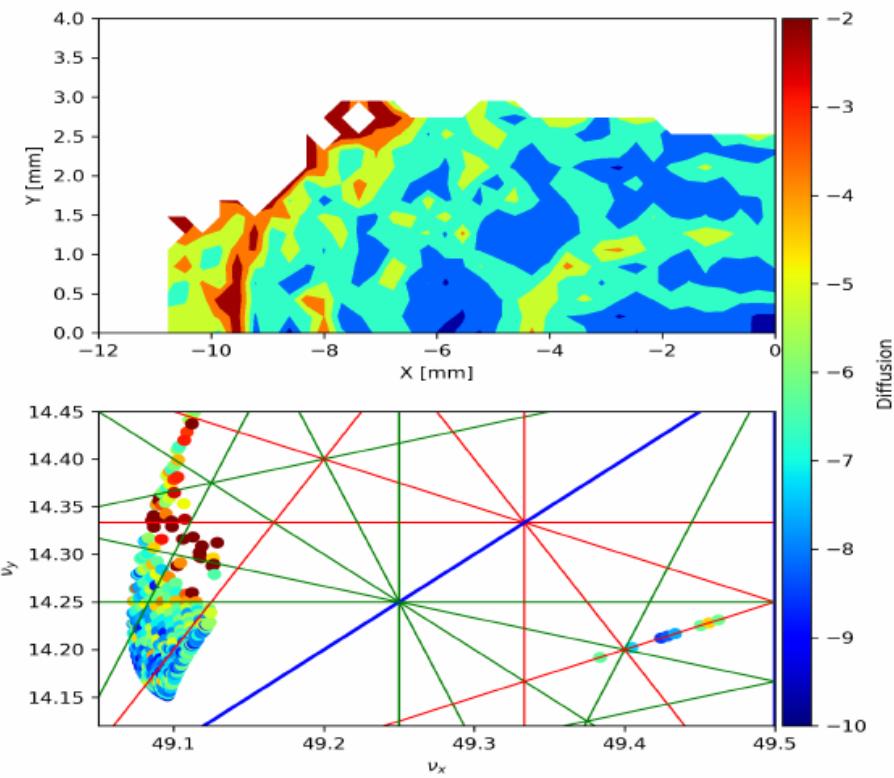
Table 2: Linear optics perturbations introduced by the ID.

ID. config	$\Delta\nu_x \times 1000$	$\Delta\nu_y \times 1000$	$\frac{\Delta\beta_x}{\beta_x}$ r.m.s [%]	$\frac{\Delta\beta_y}{\beta_y}$ r.m.s [%]
$H_0$	+0.4	+0.4	0.27	0.18
$H_1$	+0.9	+0.0	0.62	0.02
$H_2$	+1.4	-0.3	0.96	0.12
$\bar{C}_1$	+0.8	+0.8	0.53	0.37
$\bar{C}_2$	+0.6	+0.5	0.41	0.25
$V_1$	+0.8	+1.4	0.53	0.70
$V_2$	-0.2	+1.3	0.16	0.64

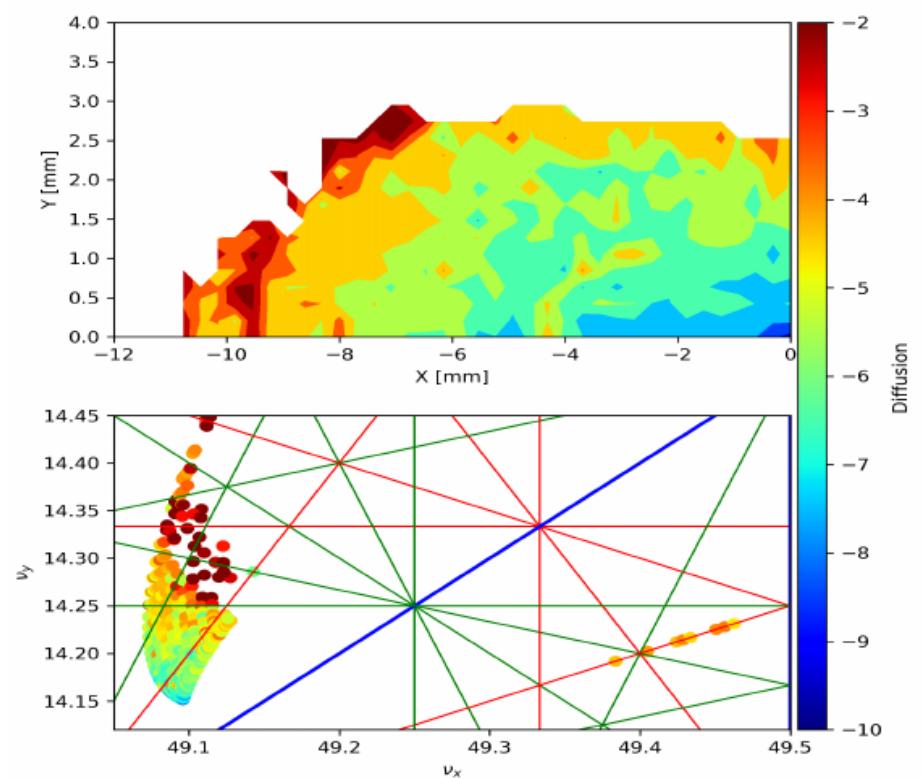
# FAC - Física de Aceleradores

## Efeitos dos IDs (DELTA52)

Rede nominal

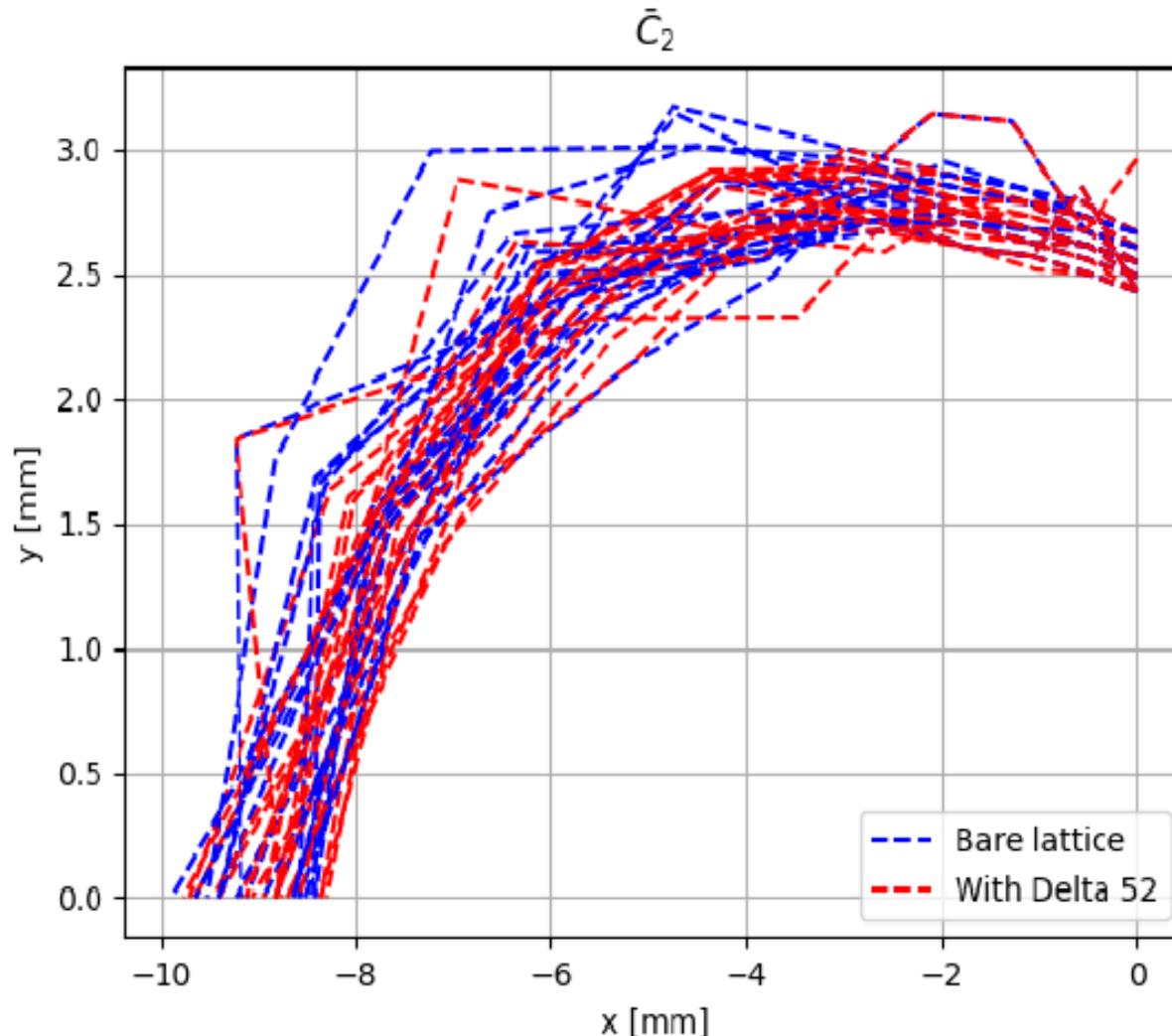


Rede com DELTA52



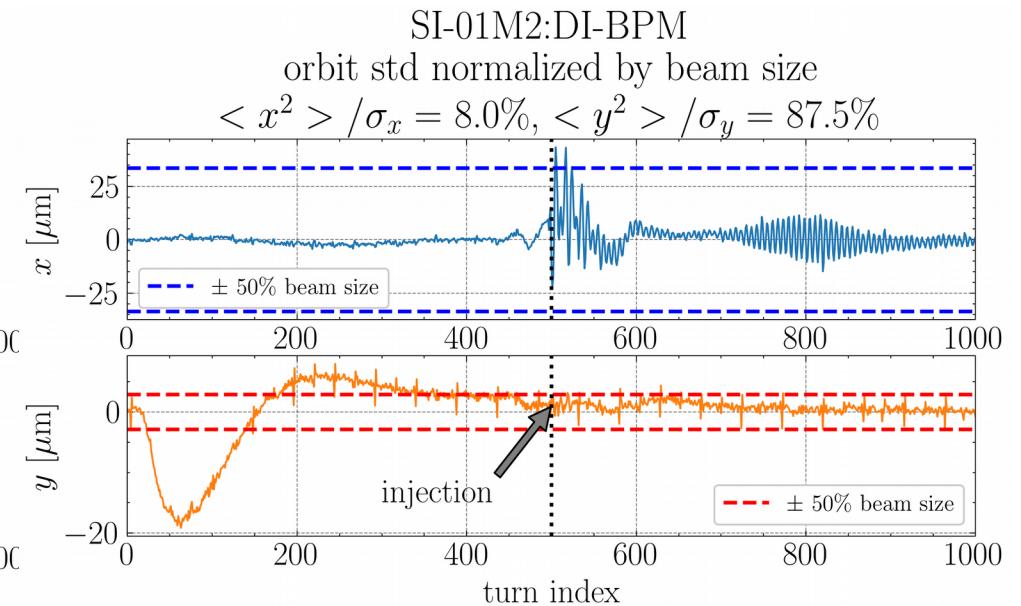
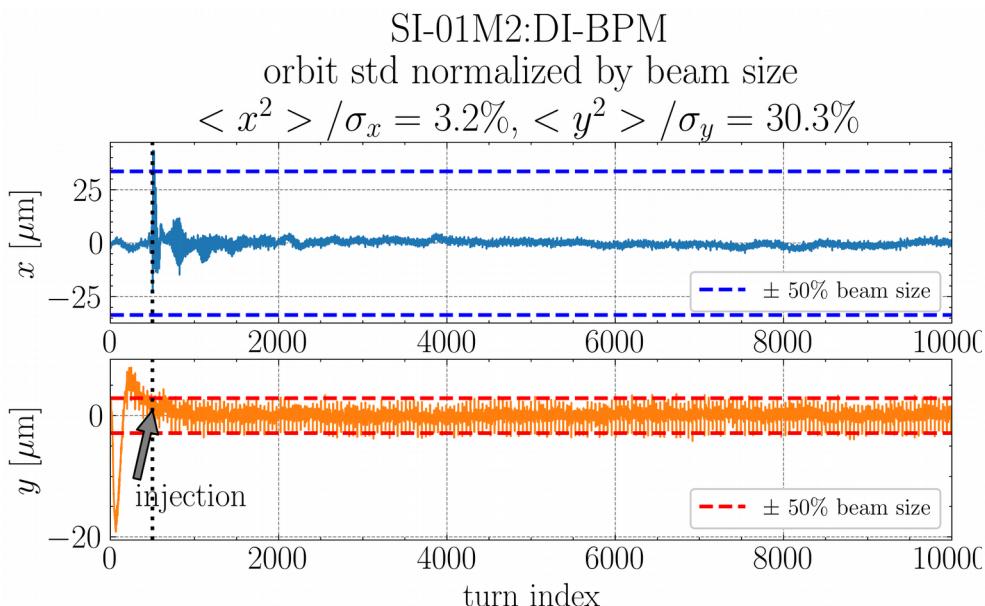
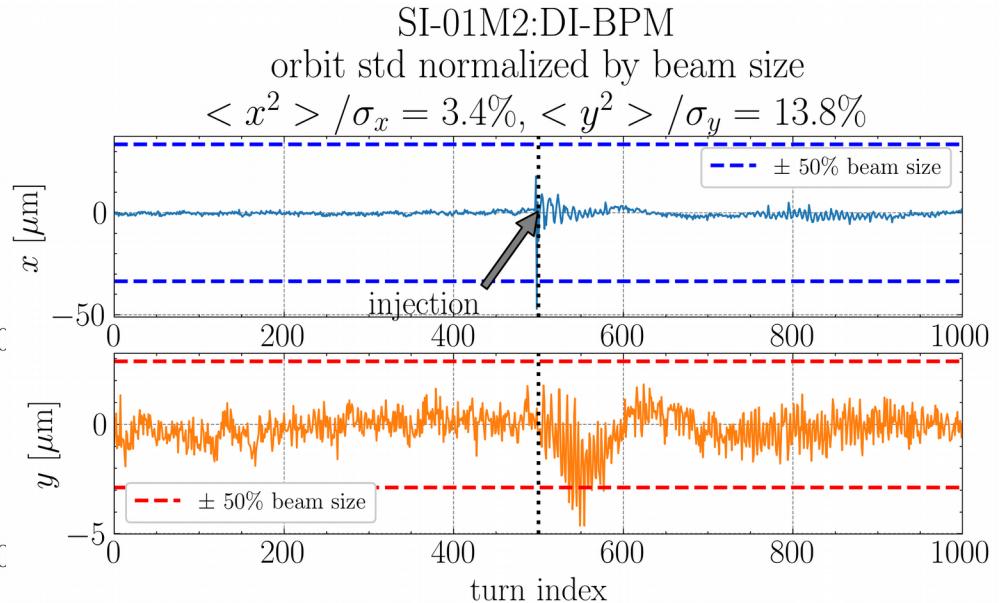
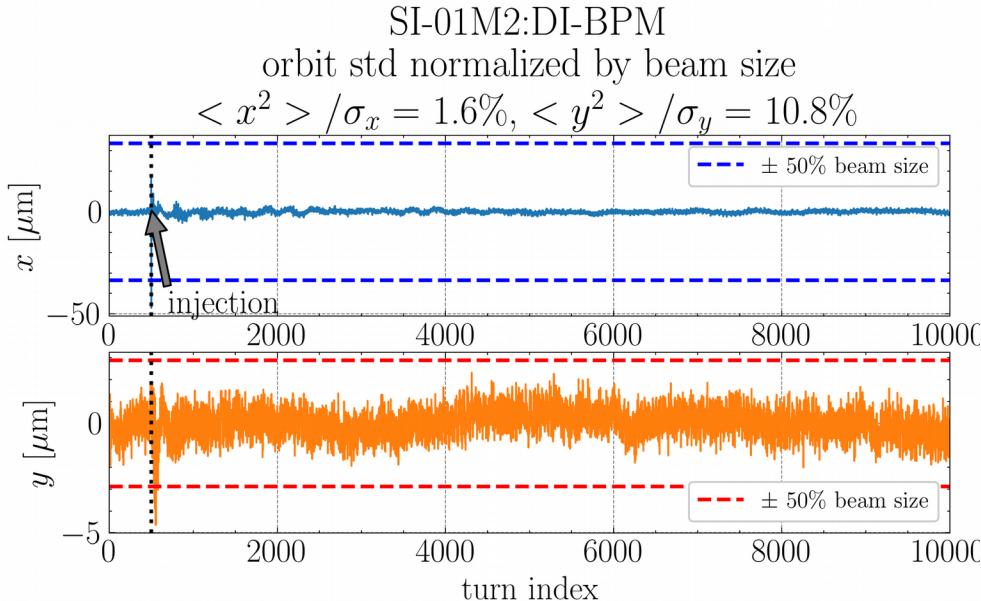
# FAC - Física de Aceleradores

## Efeitos dos IDs (DELTA52)



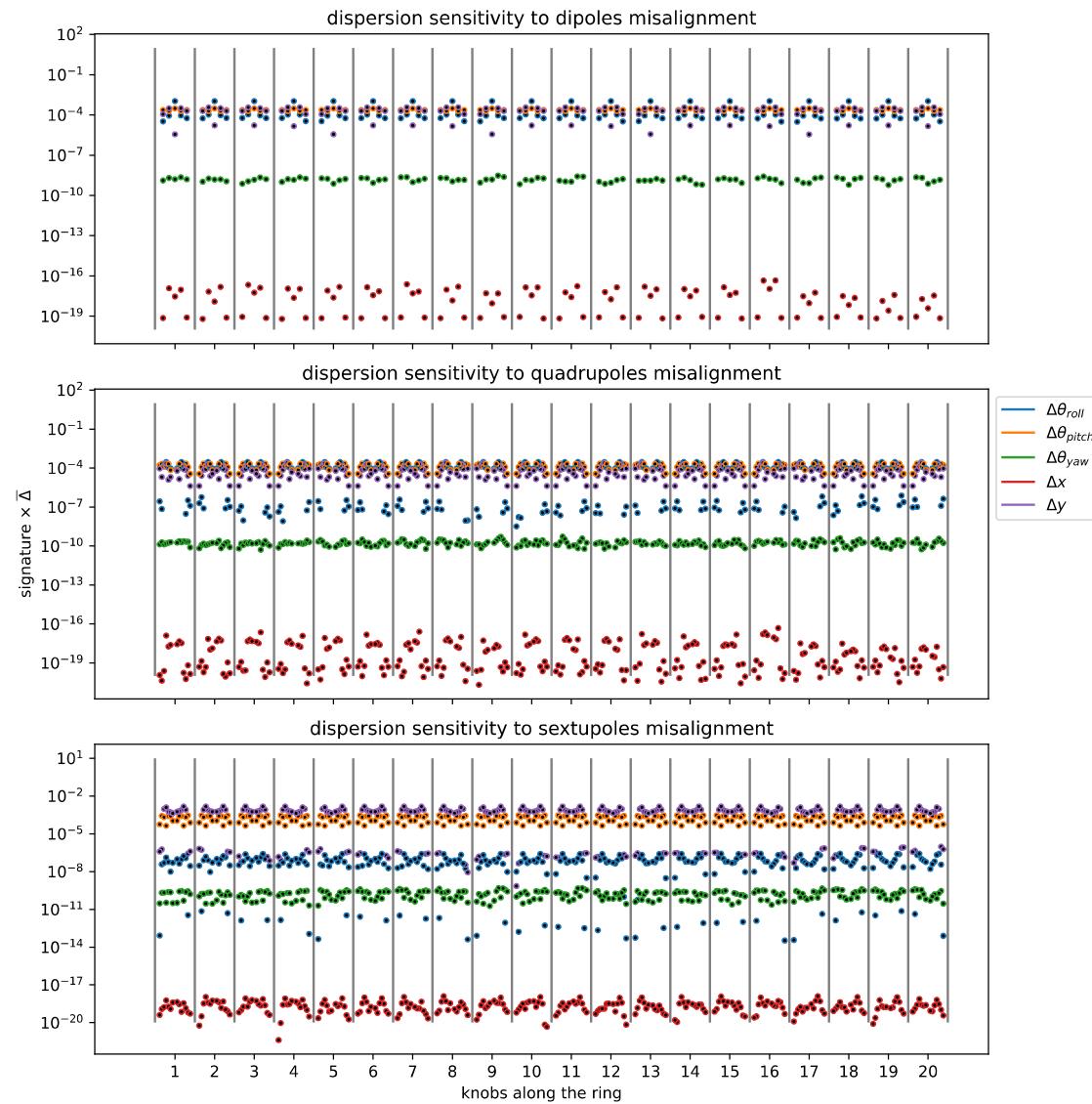
# FAC - Física de Aceleradores

## Injeção transparente



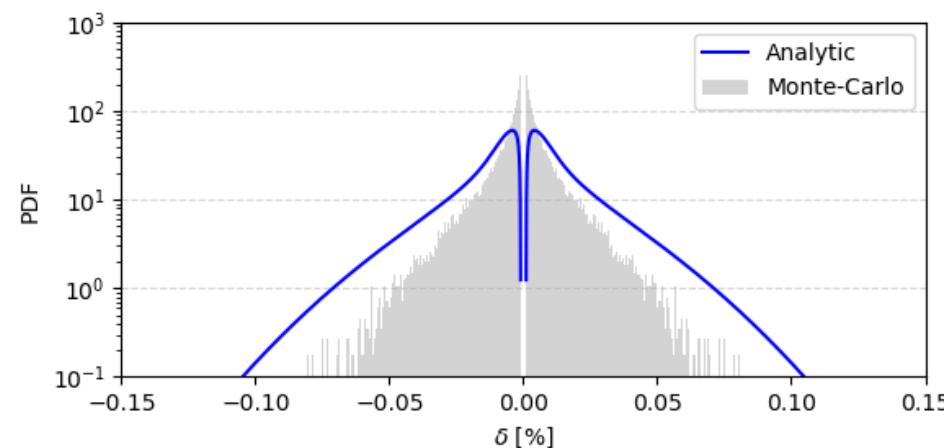
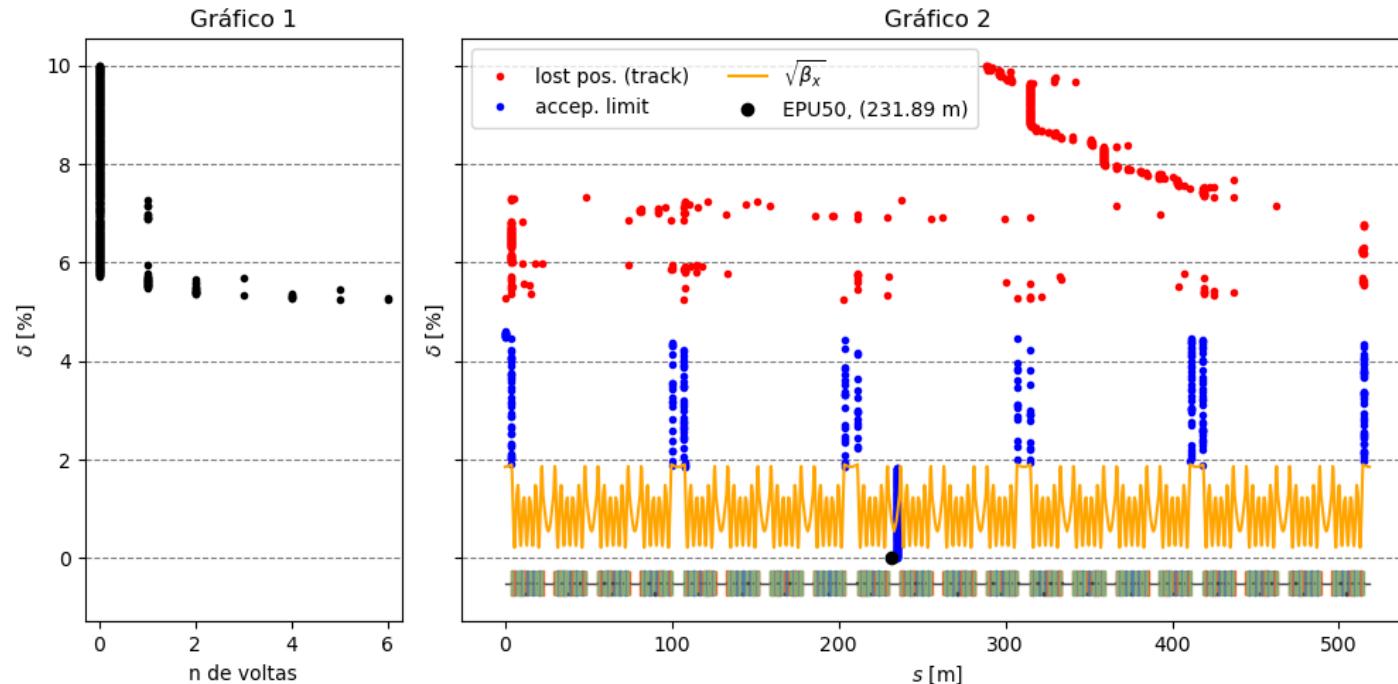
# FAC - Física de Aceleradores

## Estudo da função dispersão vertical residual



# FAC - Física de Aceleradores

## Colimadores para perda por Touschek



# FAC - Física de Aceleradores

## Óticas com diferentes acoplamentos

- Óticas com diferentes tamanhos verticais (sofb and fofb respmat) para análise pelas linhas de luz.
- Controle de acoplamento: uma combinação linear dos 40 QS dos trechos acromáticos

### **Testes de operação anel+linhas: Desempenho para diferentes acoplamentos horiz-vert (k) do feixe**

Olá pessoal,

Conforme planejado, faremos um teste de operação do anel com diferentes acoplamentos horizontal-vertical na próxima **segunda, dia 10/julho**.

Hoje, operamos regularmente com acoplamento baixo, mas não mínimo, ou seja, aumentamos um pouco o tamanho vertical do feixe propositalmente para aumentar o tempo de vida. Os valores hoje são  $k_{ref} \sim 1\%$ , o que dá razão de emitâncias de  $\sim 2\%$ .

A idéia do teste da próxima segunda é verificar se há ganho para as linhas na operação com diferentes acoplamentos, ou seja, com diferentes tamanhos verticais do feixe. O tamanho horizontal também pode variar, mas a variação será menor.

A proposta de disponibilização de feixe para as linhas é a seguinte:

- **9h00 - 11h00:**  $k = k_{ref}$  (configuração usual, para alinhamento e preparação das linhas)
- **11h00 - 14h00:**  $k \sim 0\%$  (tamanho vertical mínimo, ou brilho máximo)
- **14h00 - 16h00:**  $k \sim 3 k_{ref}$
- **16h30 - 19h00:**  $k \sim 40\%$  (tamanho vertical máximo, feixe mais próximo de redondo nos trechos de baixo beta). Neste modo não conseguiremos injetar, o feixe ficará em modo decaimento para testes.

Dependendo dos resultados poderemos redefinir o acoplamento utilizado na operação regular de feixe para as linhas, portanto façam os testes com carinho!