

GENETIC PROGRAMMING-BASED **COMPOSITION OF FAULT** LOCALIZATION HEURISTICS

Diogo de Freitas, Plínio Leitão-Júnior, Celso Camilo-Junior,
Altino Dantas, Rachel Harrison

Agenda

1. Localização de Defeitos
2. Localização de Defeitos Baseada em Busca
3. **Proposta** - Composição de Heurísticas com PG
4. Experimentos
5. Considerações Finais

A thick yellow diagonal stripe runs from the top right corner towards the bottom left, separating the white background on the left from the solid yellow background on the right.

1.

LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS

LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS

- ▶ Identificar no código a localização do defeito que provoca falha observada no teste;
- ▶ Eleva custo do projeto;
- ▶ Aumento de complexidade e tamanho de projetos;

LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS

ID	Código	n = 1	n = 2	n = 3	n = 4
1	<code>if (n % 2 == 0):</code>	✓	✓	✓	✓
2	<code> x = n + 1 # bug</code>		✓		✓
3	<code>else:</code>	✓		✓	
4	<code> x = n - 1</code>	✓		✓	

LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS

ID	Código	$n_s(e)$	$n_f(e)$	n_s	n_f
1	<code>if (n % 2 == 0):</code>	2	2	2	2
2	<code> x = n + 1 # bug</code>	2	0		
3	<code>else:</code>	0	2		
4	<code> x = n - 1</code>	0	2		

LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS

- ▶ Tarantula:

$$S(e) = \frac{\frac{n_f(e)}{n_f}}{\frac{n_s(e)}{n_s} + \frac{n_f(e)}{n_f}}$$

- ▶ Ochiai:

$$S(e) = \frac{n_f(e)}{\sqrt{n_f \times (n_f(e) + n_s(e))}}$$

- ▶ Calcular $S(e)$ de cada elemento;

LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS

ID	Código	Tarantula	Ochiai
1	<code>if (n % 2 == 0):</code>	0,5	0,707
2	<code> x = n + 1 # bug</code>	1	1
3	<code>else:</code>	0	0
4	<code> x = n - 1</code>	0	0

2.

LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS BASEADA EM BUSCA

LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS BASEADA EM BUSCA

- ▶ Composição de heurísticas de localização de defeitos;
- ▶ Aplicação de meta-heurísticas para busca dos pesos;

$$H_{Composite}(e) = \sum_{i=1}^n w_i \times H_i(e)$$

LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS BASEADA EM BUSCA

- ▶ *Search-based Fault Localization*
- ▶ Combinação linear de heurísticas;
- ▶ Siemens Suite;
- ▶ Não orientado a projetos (generalizado);

Proposta

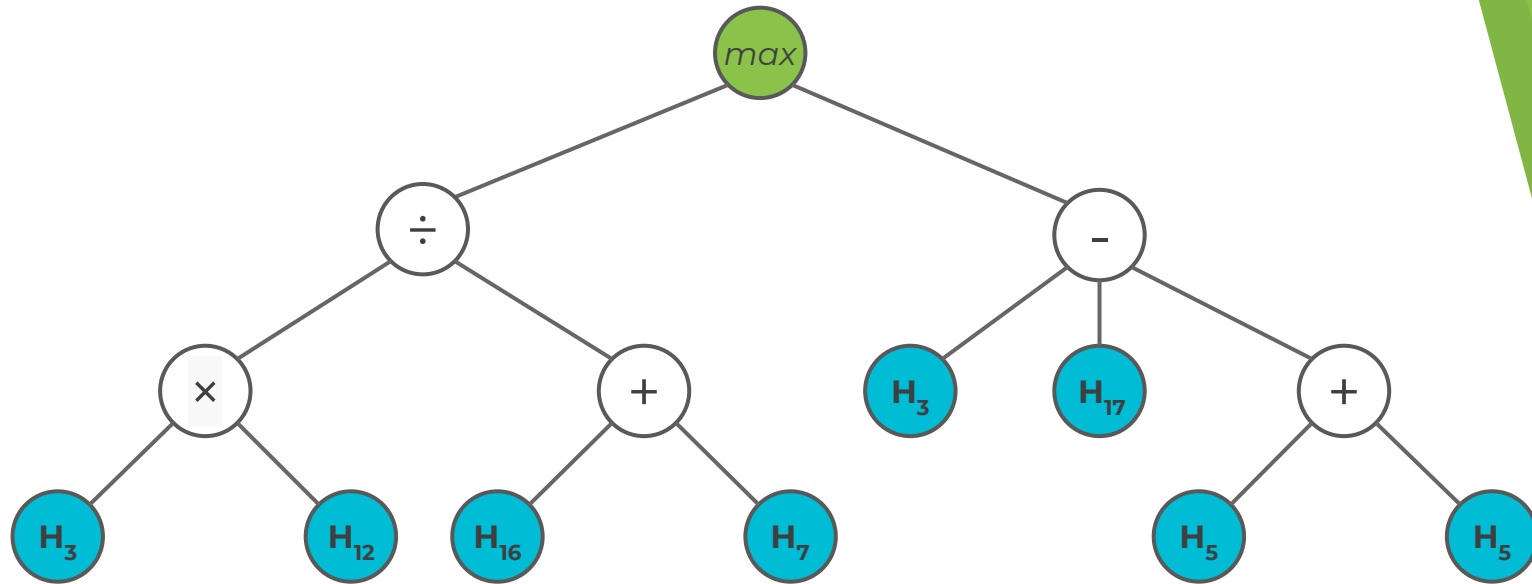
3.

COMPOSIÇÃO
DE
HEURÍSTICAS
COM PG

COMPOSIÇÃO DE HEURÍSTICAS COM PROGRAMAÇÃO GENÉTICA

- ▶ Composição de heurísticas por projeto;
- ▶ Programação Genética:
- ▶ **Fórmulas matemáticas** estruturadas como árvores;
- ▶ Funções (nós internos): 18 Heurísticas e o numeral “1”;
- ▶ Terminais (folhas): Quatro operações (+, -, \times , \div), exponenciação, logaritmo, raiz quadrada e função máximo.

COMPOSIÇÃO DE HEURÍSTICAS COM PROGRAMAÇÃO GENÉTICA



A thick red diagonal stripe runs from the top right towards the bottom left, separating the white background on the left from the solid red background on the right.

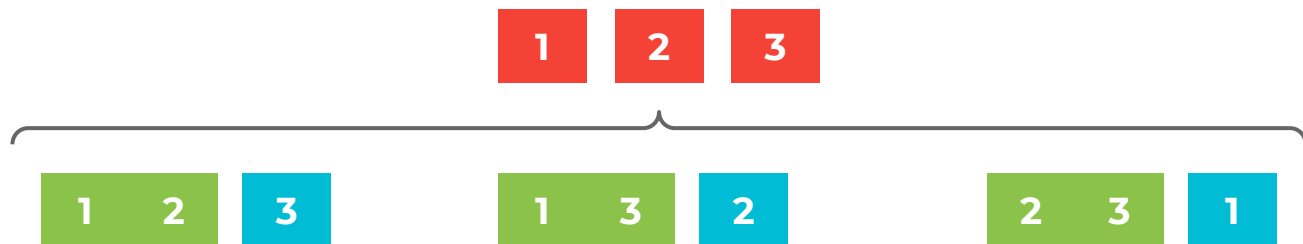
4.

EXPERIMENTOS

Configurações
Análises
Resultados

EXPERIMENTOS CONFIGURAÇÕES

- ▶ Abordagens comparadas;
- ▶ **Função de avaliação:** proporção média de elementos investigados para encontrar todos os defeitos;
- ▶ 1000 gerações de 100 indivíduos;
- ▶ Three-fold cross validation:



EXPERIMENTOS CONFIGURAÇÕES

- ▶ Software-artifact Infrastructure Repository (SIR);
 - ▷ Siemens Suite (107 versões de 7 programas);
- ▶ Single-bug;
- ▶ Linha de código;
- ▶ *lcov*, *gcov* e *JGAP*.

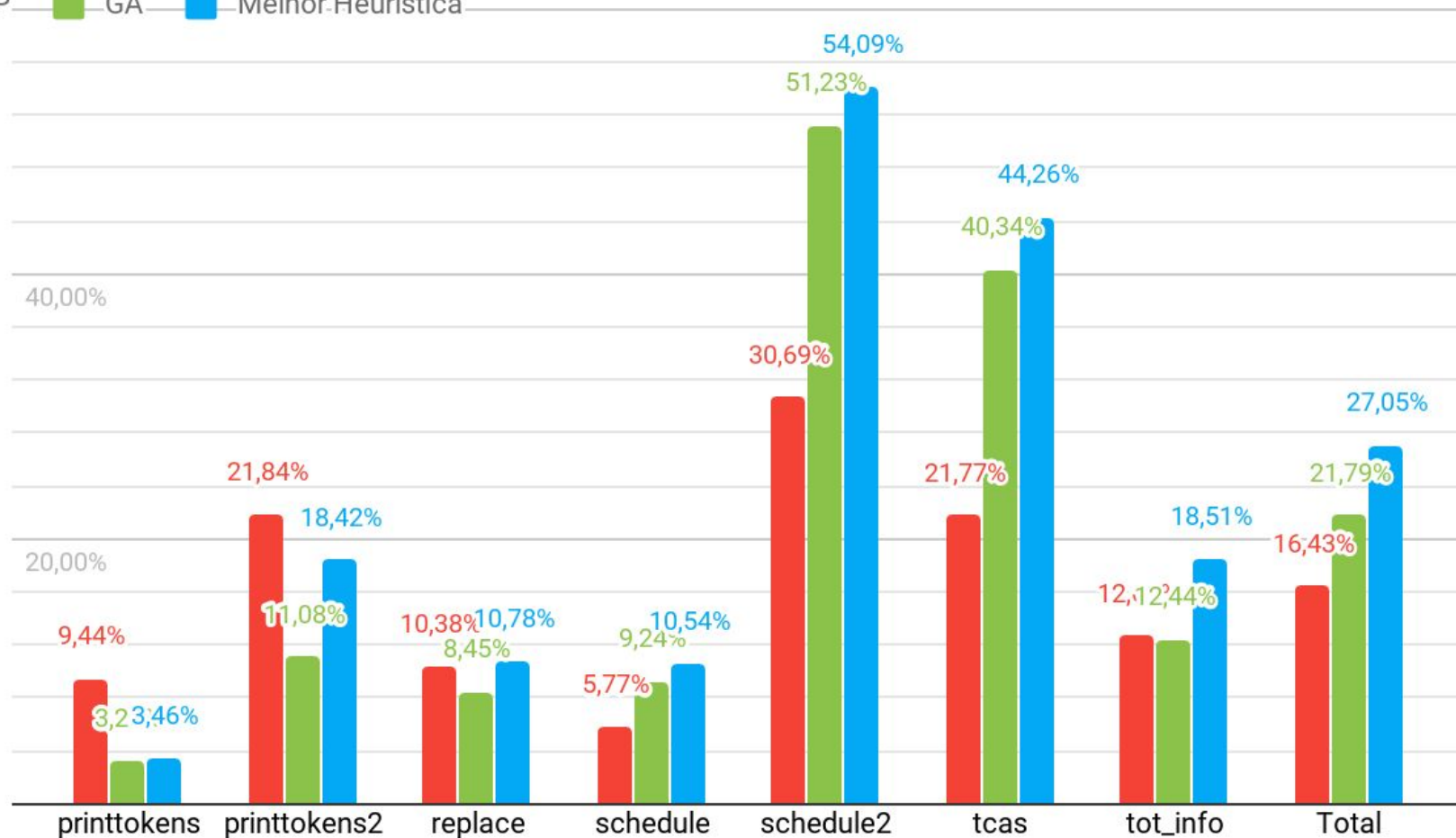
EXPERIMENTOS MÉTRICAS

- ▶ **Score Médio:** Esforço médio para localizar todos os defeitos;
- ▶ **Accuracy (acc@n):** Quantidade de defeitos encontrados nas top n posições;
- ▶ **Wasted Effort (wef@n):** Elementos investigados até encontrar algum defeito nas top n posições;
- ▶ **n = 1, 3, 5 e 10.**

RESULTADOS

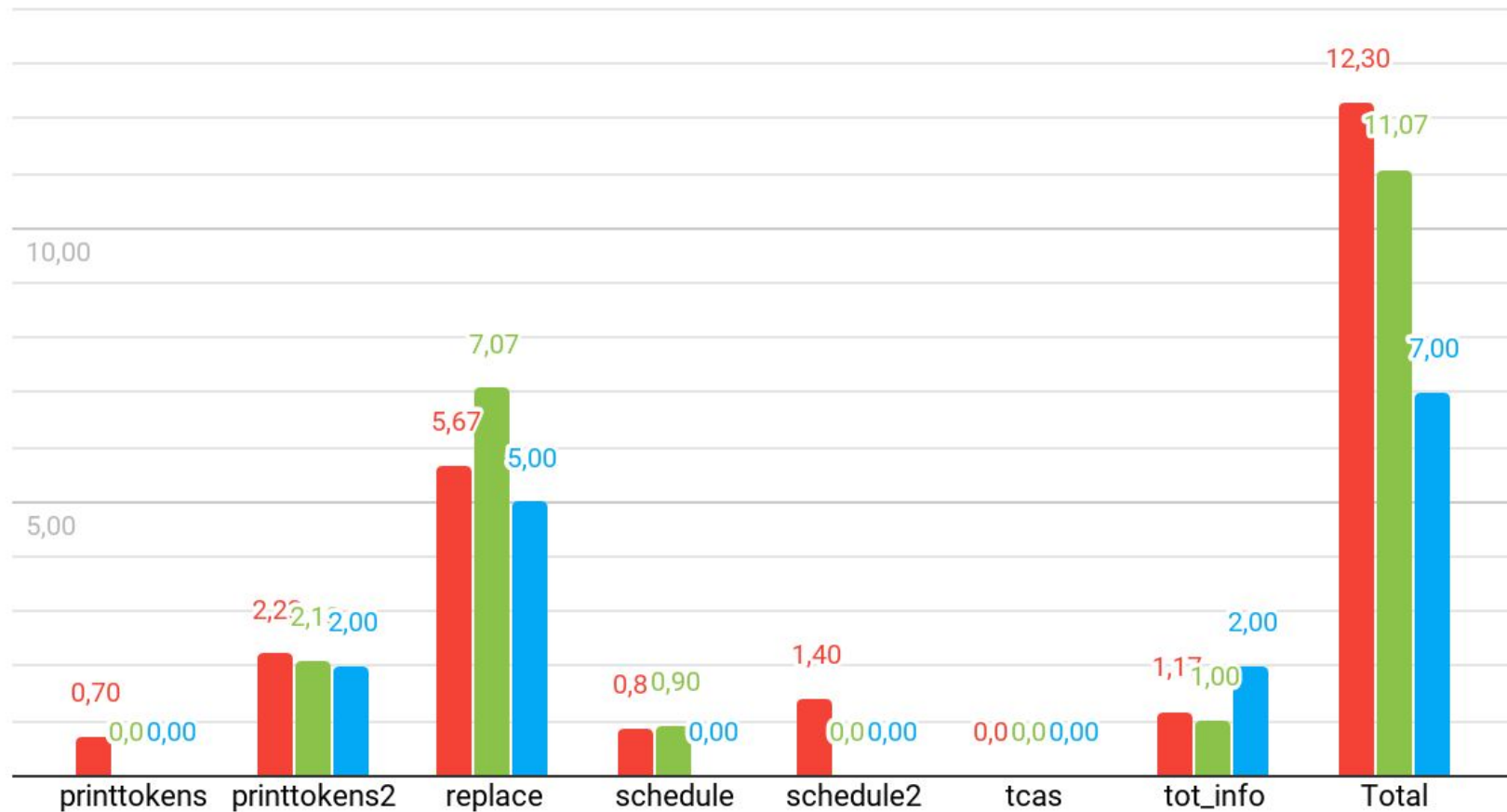
Score Médio

■ GP ■ GA ■ Melhor-Heurística



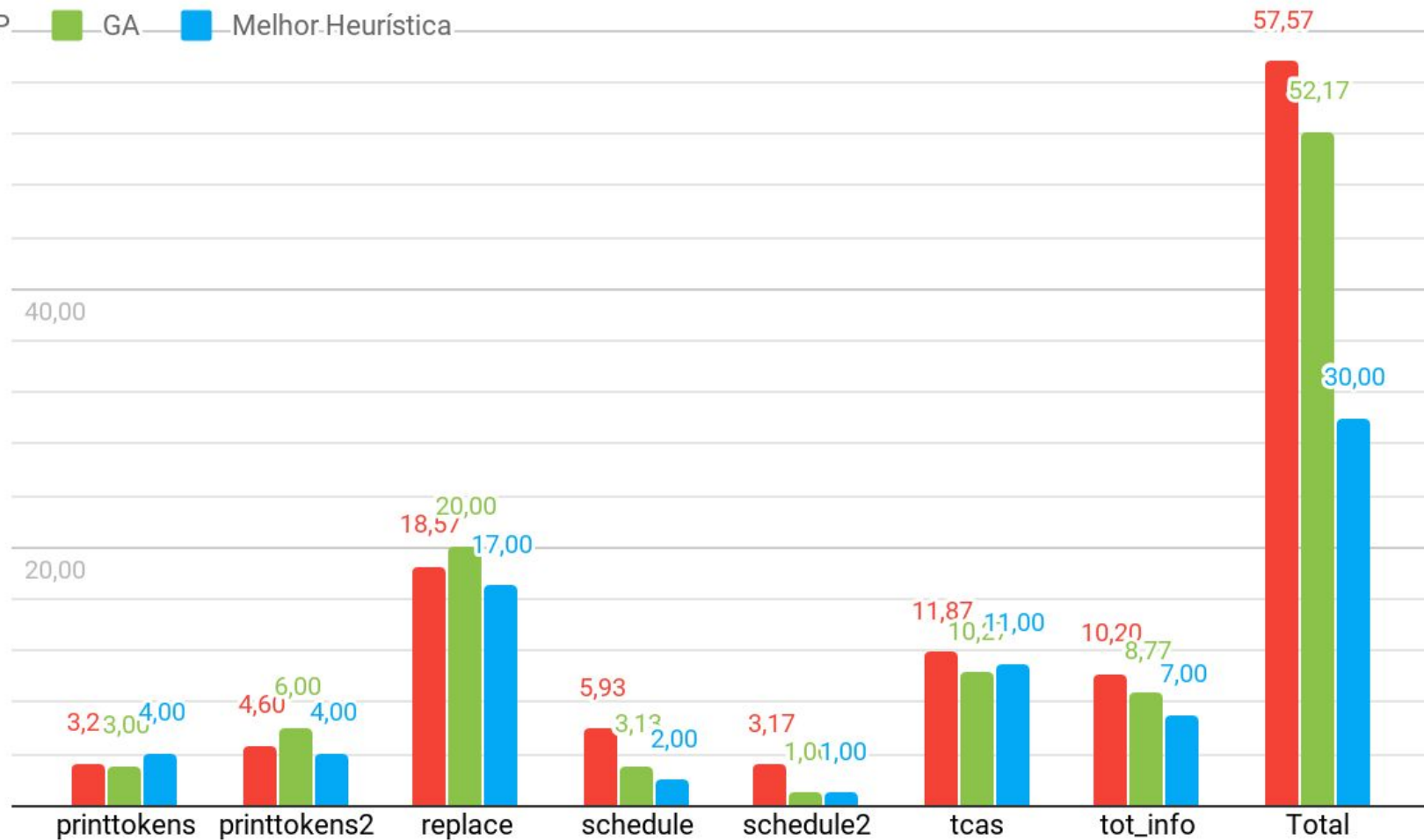
acc@1

GP GA Melhor-Heurística



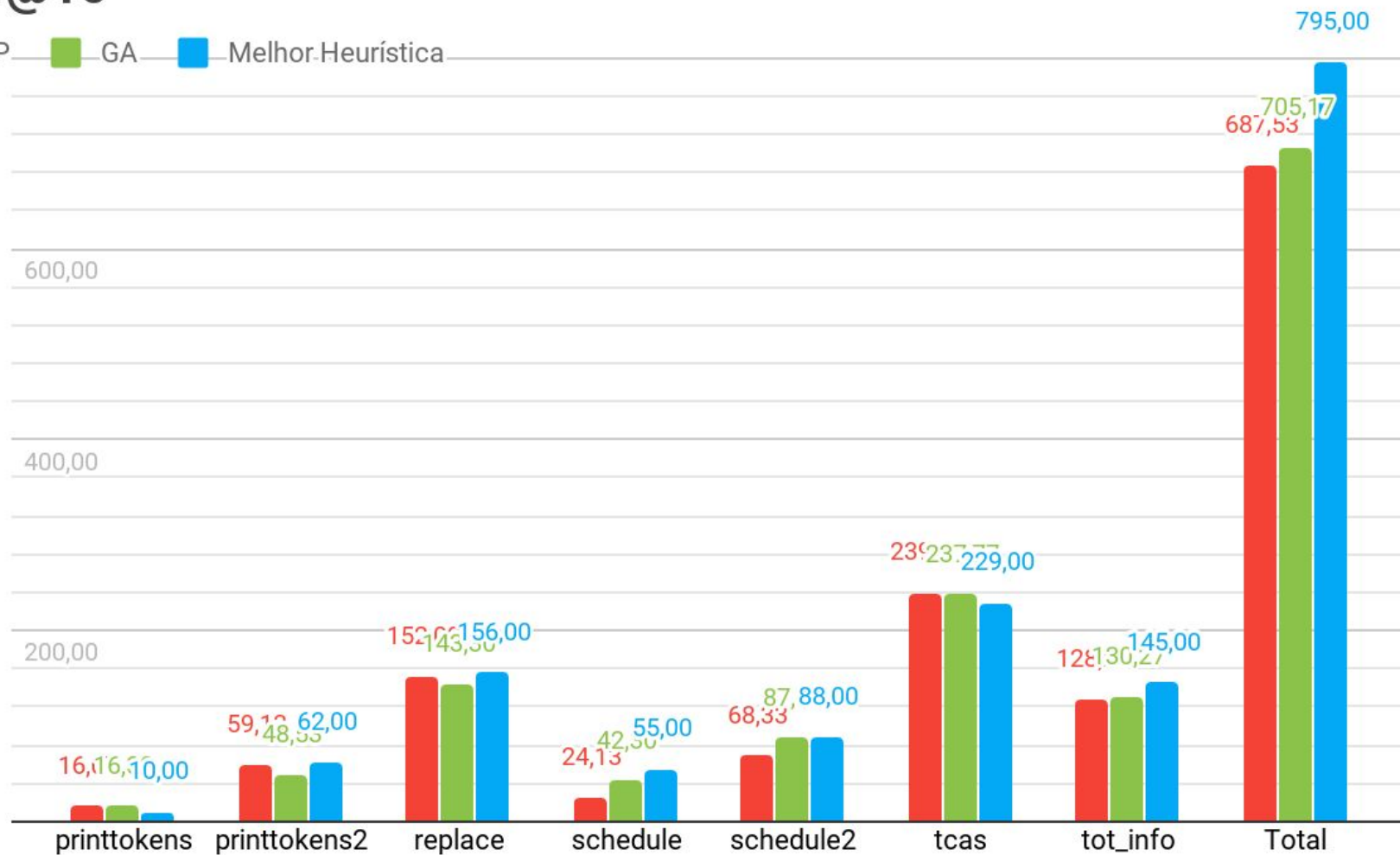
acc@10

GP GA Melhor-Heurística



wef@10

GP GA Melhor-Heurística



5.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ▶ Uma nova abordagem para a composição de heurísticas com Programação Genética;
- ▶ Treinamento orientado a projetos;
- ▶ Outros trabalhos utilizam espaços de busca mais limitados - GP permite soluções mais complexas;
- ▶ Melhores resultados em relação às abordagens anteriores.
- ▶ **Evolução:** Investigar o desempenho do método em projetos maiores, reais e multi-bug.

Obrigado!

Dúvidas?

diogom42@gmail.com

