



## Geração automática de regras de seleção para problemas de balanceamento de linhas de montagem heterogêneas

João Pedro Gonçalves Moreira

Orientador: Marcus Ritt

### Introdução

- Linhas de montagem representam uma estratégia para integrar no mercado de trabalho pessoas com deficiência:
  - Divisão de tarefas pode ser realizada considerando características de cada trabalhador.
- Como atribuir tarefas a trabalhadores, respeitando habilidades de cada trabalhador e gerando alta produtividade?
  - Aplicando regras automáticas de seleção obtidas usando a técnica de *genetic programming*.

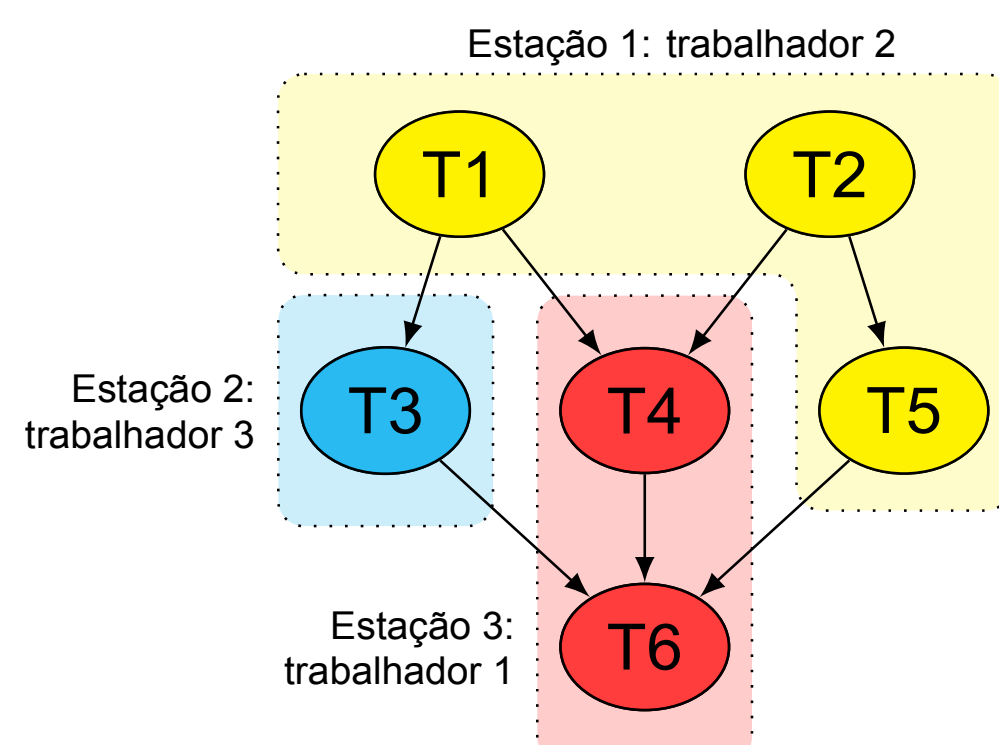


Linha de montagem em um centro de trabalho para pessoas com deficiência<sup>1</sup>.

### O problema ALWABP

- Problema de Balanceamento de Linhas de Produção e Designação de Trabalhadores (ALWABP, do inglês *Assembly Line Worker Assignment and Balancing Problem*).
- Objetivo: Selecionar tarefas para trabalhadores em uma linha de montagem, maximizando a produtividade e respeitando relações de precedência entre tarefas.
- Diferentes habilidades de cada trabalhador representadas como o tempo necessário para completar cada tarefa.
- Métodos computacionais baseiam-se em regras de seleção para produzir soluções.
  - A qualidade da solução obtida pelo método depende da qualidade das regras usadas.

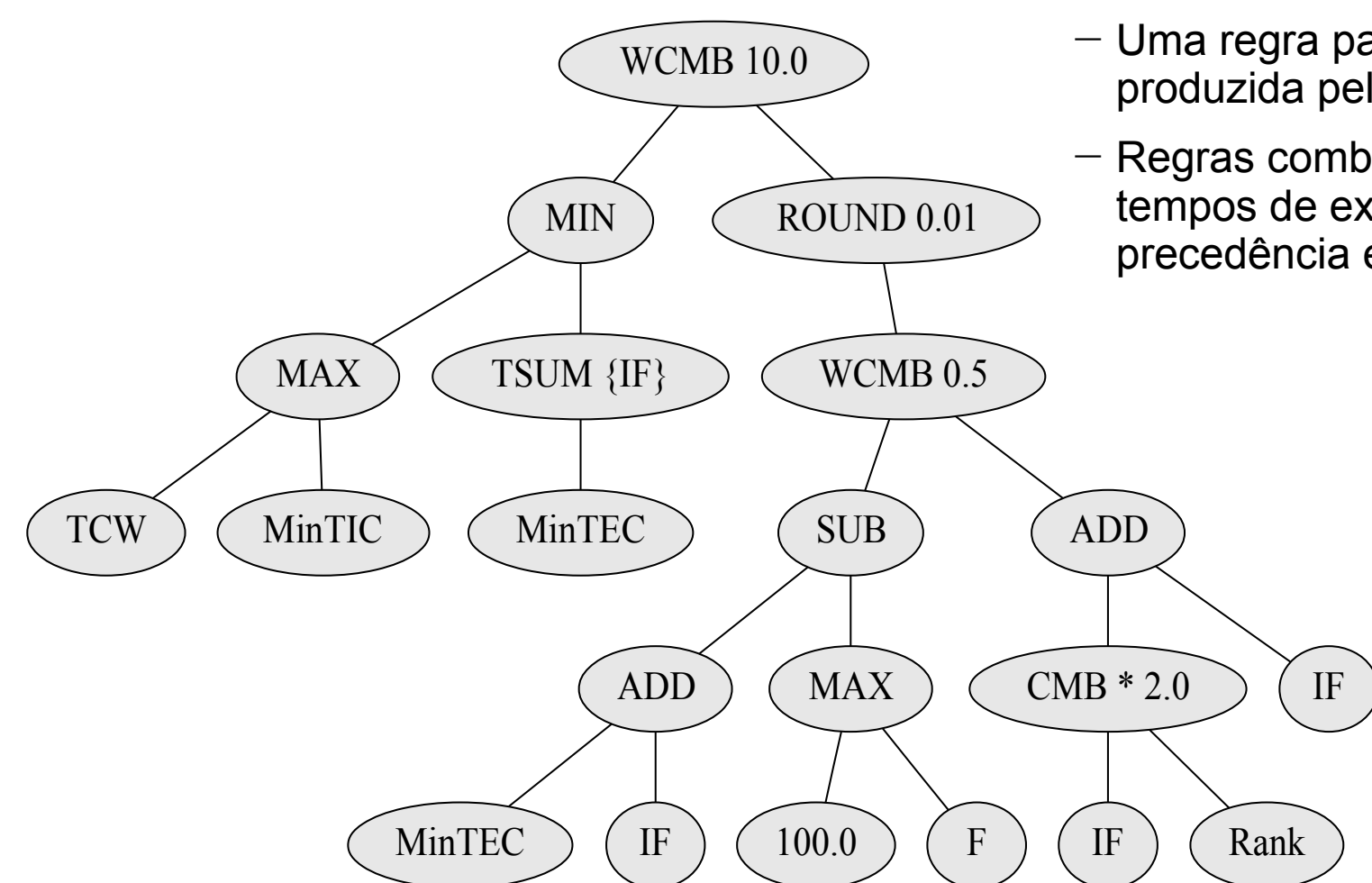
	1	2	3
T1	2	5	∞
T2	4	3	7
T3	23	2	2
T4	7	∞	∞
T5	5	1	12
T6	3	3	10



- Uma instância do problema ALWABP com três trabalhadores e seis tarefas.
- Tempos infinitos indicam incompatibilidades entre tarefas e trabalhadores.
- À direita: uma solução possível para a instância apresentada.

### Metodologia

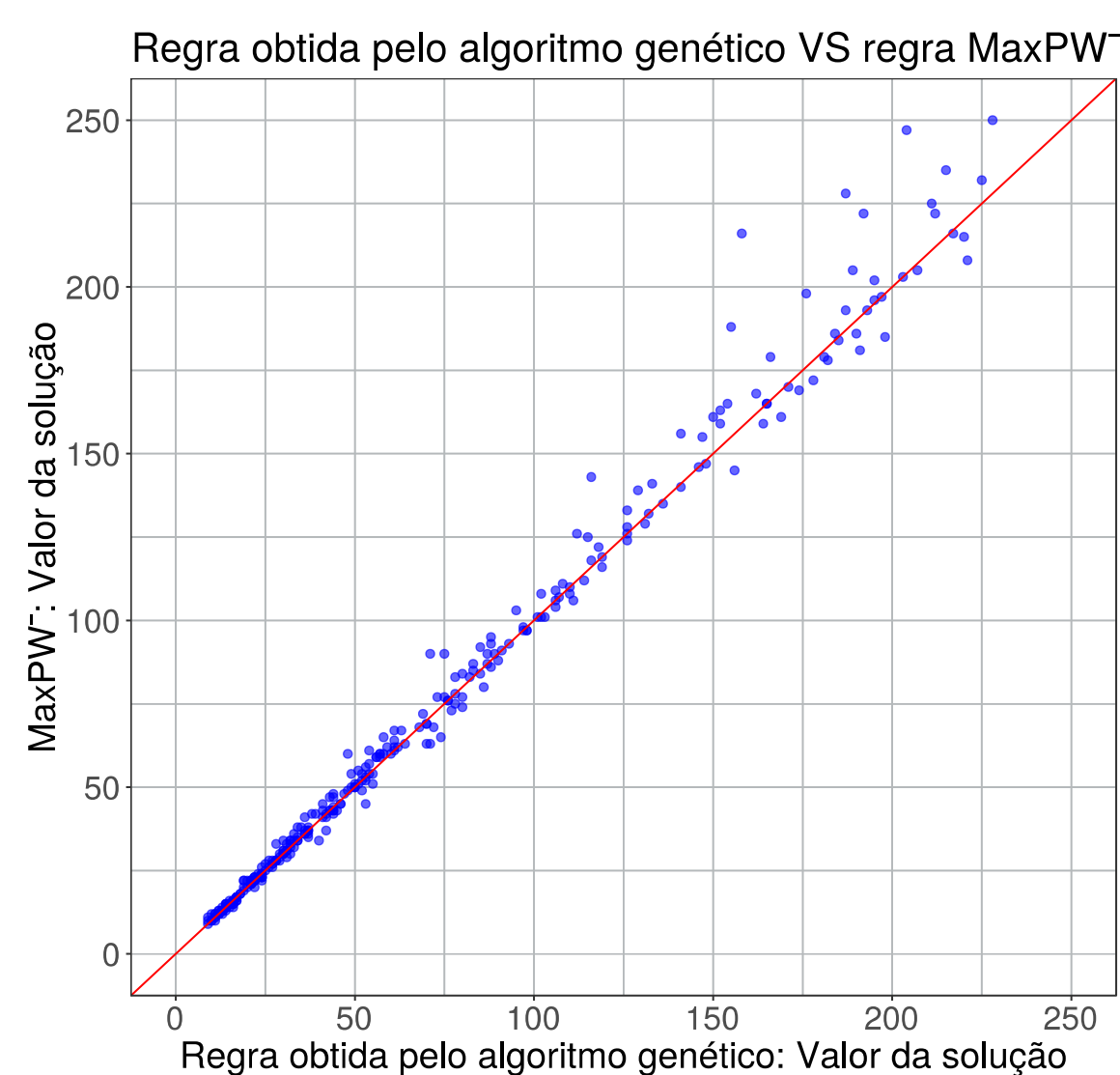
- Análise de regras de seleção de tarefas presentes na literatura do ALWABP, e identificação de características comuns que as compõem.
- Elaboração de uma linguagem capaz de expressar novas regras como combinações das características identificadas.
- Aplicação de um algoritmo genético para o descobrimento de regras eficientes de seleção, descritas como programas na linguagem elaborada.



- Uma regra para seleção de tarefas produzida pelo algoritmo genético.
- Regras combinam operações sobre tempos de execução e relações de precedência entre tarefas.

### Resultados

- Comparação das melhores regras de seleção da literatura ( $MaxPW^-$ ,  $MaxPW^+$  e  $MaxPW$ )<sup>2</sup> com regras descobertas pelo algoritmo genético (GA).
- Cada regra é avaliada comparando soluções ótimas de instâncias com soluções produzidas usando a regra.
- Redução no desvio relativo da qualidade de soluções obtidas com relação às soluções ótimas: maior produtividade para a linha de montagem.



Pontos acima/abaixo da linha vermelha:  
Instâncias onde a regra descoberta obteve resultado superior/inferior a  $MaxPW^-$ .

Desvio relativo médio em relação a soluções ótimas

Alocação	Regra	Desvio (%)
f	GA	18,6
f	$MaxPW^-$	20,7
f	$MaxPW^+$	24,1
f	$MaxPW$	22,8
b	GA	24,5
b	$MaxPW^-$	30,2
b	$MaxPW^+$	32,9
b	$MaxPW$	32,0
fb	GA	15,6
fb	$MaxPW^-$	17,4
fb	$MaxPW^+$	21,1
fb	$MaxPW$	19,9

f, b, fb: Estratégias de alocação<sup>3</sup>.

### Referências

- Miralles, J. P. Garcia-Sabater, C. Andres, and M. Cardos, "Advantages of assembly lines in Sheltered Work Centres for Disabled. A case study", *Int. J. Prod. Res.*, vol. 110, no. 2, pp. 187–197, 2007.
- M. C. O. Moreira, M. Ritt, A. M. Costa, and A. A. Chaves, "Simple heuristics for the assembly line worker assignment and balancing problem", *J. Heuristics*, vol. 18, no. 3, pp. 505–524, 2012.
- Moreira, João and Ritt, Marcus, "Evolving task priority rules for heterogeneous assembly line balancing", *2019 IEEE Congress on Evolutionary Computation*, DOI: 10.1109/CEC.2019.8790332