

# Geração Automática de Regras de Seleção para Problemas de Balanceamento de Linhas de Montagem

João Pedro Gonçalves Moreira.

Orientador: Dr. rer. nat. Marcus Ritt

Período: Abril a Setembro de 2018



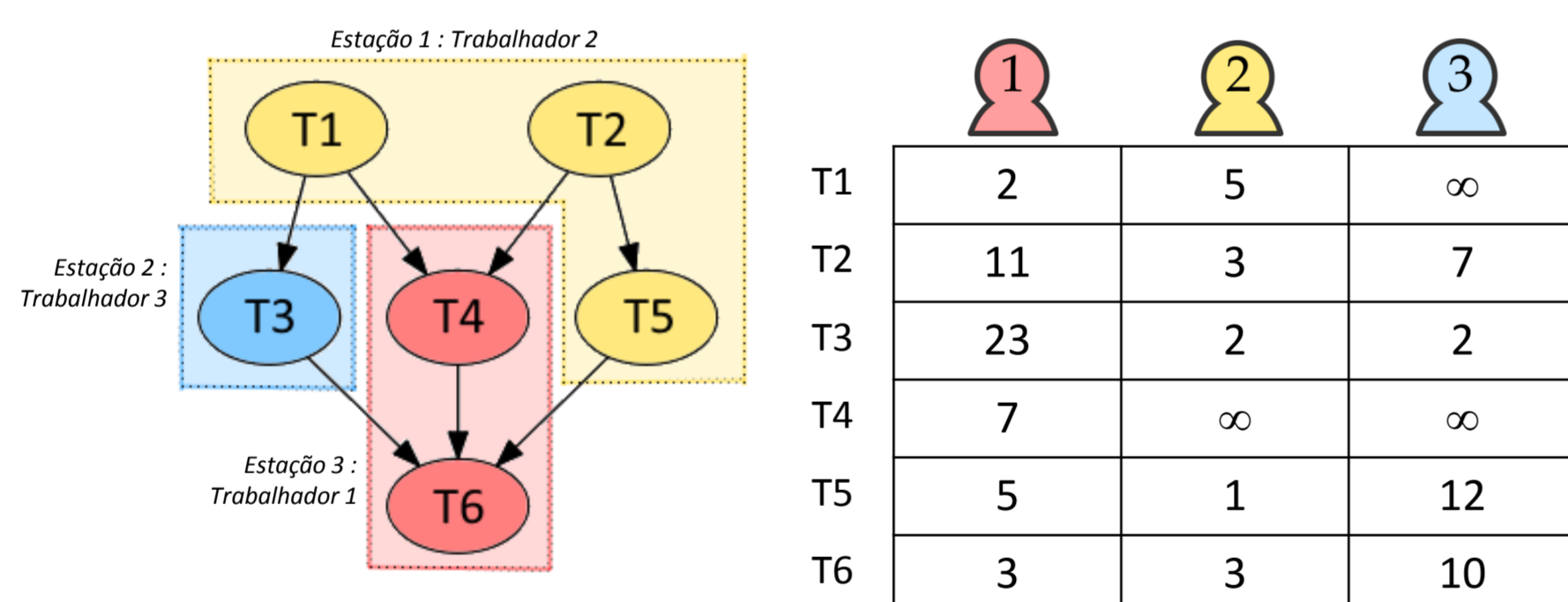
## Motivação

- Como estratégia para integrar pessoas com deficiência no mercado de trabalho, alguns países criaram linhas de montagem específicas para estes trabalhadores.
- A atribuição de tarefas a trabalhadores nestas linhas de montagem deve considerar as características e habilidades de cada trabalhador, e deve ser feita de forma a buscar a maior produtividade para a linha.
- É interessante ter um método computacional capaz de encontrar uma atribuição eficiente de tarefas a trabalhadores, dada uma instância do problema.

## Problema

- Uma instância do *Problema de Balanceamento de Linhas de Produção e Designação de Trabalhadores (ALWABP, do inglês Assembly Line Worker Assignment and Balancing Problem)* contém:
  - As relações de precedência entre tarefas de uma linha de montagem;
  - O tempo que cada trabalhador da linha leva para realizar cada tarefa.
- Objetivo: encontrar uma atribuição de tarefas a trabalhadores, respeitando as relações de precedência entre tarefas, de forma a obter uma alta produtividade da linha (frequência com que produtos saem da última estação de montagem).

Exemplo de uma instância de ALWABP, e uma solução correspondente:

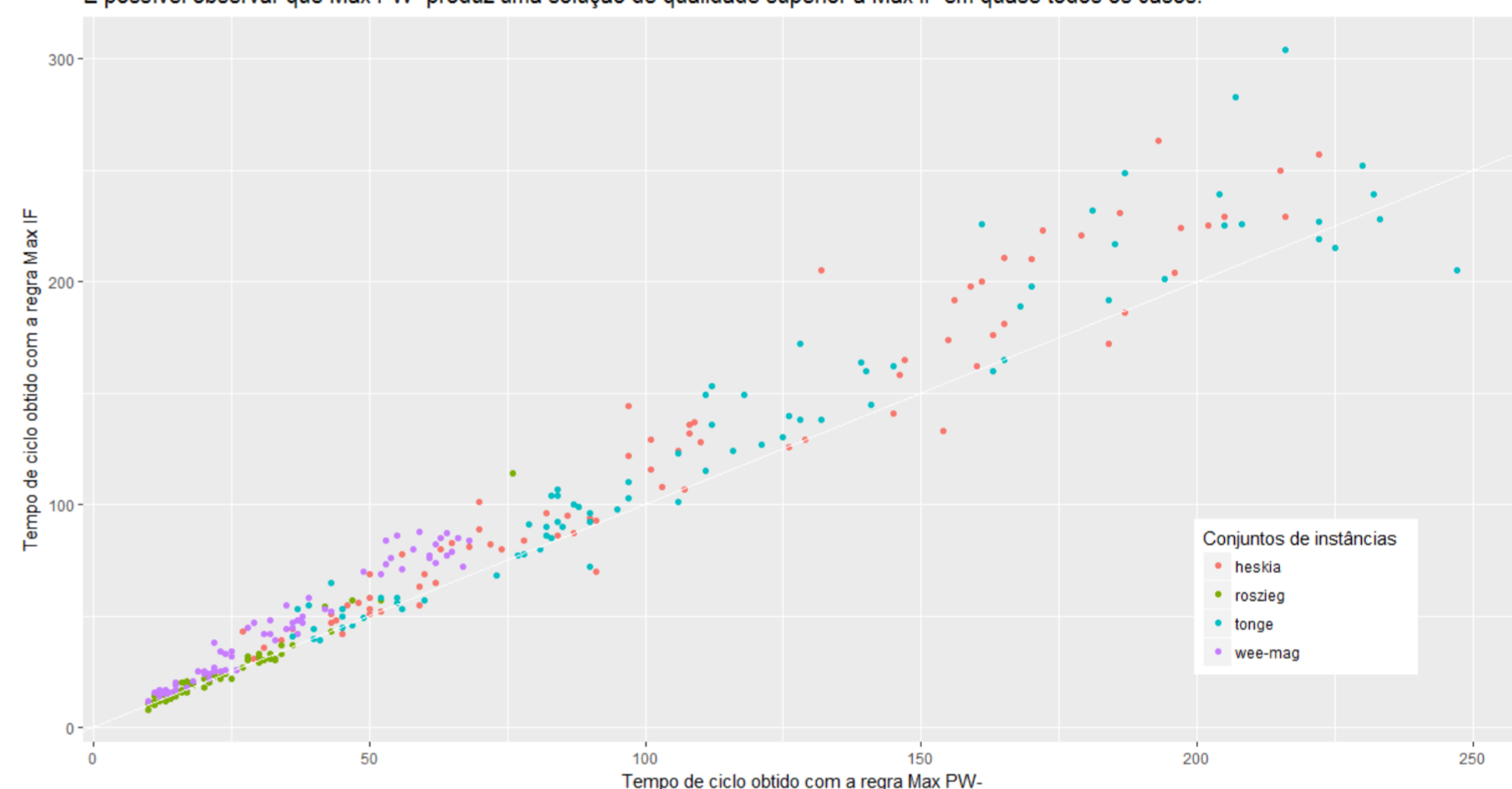


No caso de um trabalhador não poder realizar uma determinada tarefa, seu tempo associado a esta tarefa será igual a ∞. O tempo de ciclo de uma linha de montagem é definido como o maior tempo dentre as estações de trabalho, tal que todas as tarefas da estação sejam concluídas. No exemplo apresentado acima, o tempo de ciclo da linha é igual a 10.

## Metodologia

- Uso de um método heurístico baseado em regras de prioridade, capaz de encontrar rapidamente soluções para instâncias de ALWABP.
- A qualidade da solução encontrada pelo método depende da qualidade das regras de seleção usadas para tarefas e trabalhadores.
- Comparação dos resultados obtidos usando diferentes regras de seleção de tarefas e trabalhadores, usando um conjunto de instâncias com resultados ótimos conhecidos.

Comparação entre regras de seleção de tarefas Max PW- e Max IF. Cada ponto corresponde a uma instância do problema. É possível observar que Max PW- produz uma solução de qualidade superior a Max IF em quase todos os casos.



## Proposta

- Elaboração de um *algoritmo genético* para a descoberta automática de regras de seleção de tarefas e trabalhadores.
- Procedimento inspirado na evolução de populações de indivíduos na natureza, onde os mais aptos tem mais chances de sobreviver e se reproduzir, passando suas características (genes) para seus descendentes.
- Aplicação ao ALWABP: Indivíduos representam regras de seleção, que podem ser avaliadas e combinadas para gerar novos indivíduos.
- Uma população inicial de regras de seleção pode ser gerada automaticamente usando uma *gramática livre de contexto*.

## Resultados

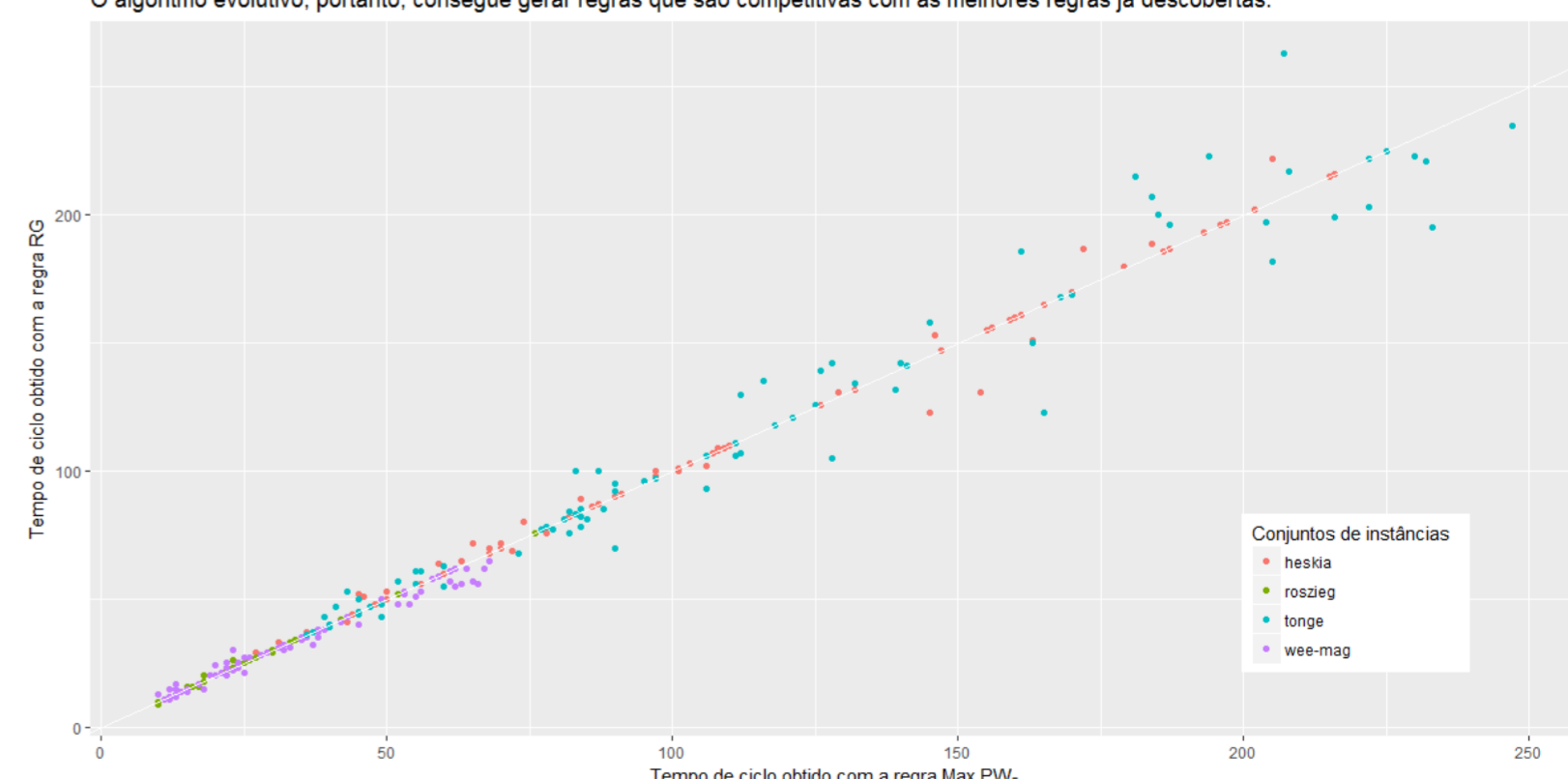
Elaboramos uma gramática para geração e combinação de regras de seleção. A gramática gera regras de prioridade que são somas ponderadas de quatro regras já existentes para seleção de tarefas:

- Número de sucessores imediatos da tarefa (*Immediate Followers, IF*);
- Número total de sucessores da tarefa, imediatos e não imediatos (*Transitive Followers, TF*);
- Tempo que o trabalhador da estação demora para realizar a tarefa (*Time for Current Worker, TCW*);
- Peso posicional: Soma total do menor tempo de trabalhadores para as tarefas sucessoras, imediatas e não imediatas (*Positional Weight Minus, PW- | PWmin*).

Evoluímos novas regras de seleção com o algoritmo genético, e avaliamos as novas regras num estudo comparativo com regras existentes. Dentre as regras produzidas, a que apresentou melhor desempenho (regra RG) foi a soma ponderada:

$$PWmin + 0,775 TF - 0,800 TCW$$

Comparação da melhor regra gerada pelo algoritmo evolutivo (regra RG) com a melhor regra de seleção de tarefas já existente (Max PW-). Para 70 instâncias, o resultado obtido por RG tem qualidade inferior ao resultado obtido por Max PW-. Para 75 instâncias, o resultado obtido por RG tem qualidade superior ao obtido por Max PW-. O algoritmo evolutivo, portanto, consegue gerar regras que são competitivas com as melhores regras já descobertas.



## Trabalhos Futuros

- Aprimorar a gramática e o algoritmo genético, com o objetivo de descobrir novas regras de seleção, que serão usadas pelo método heurístico para encontrar soluções superiores às obtidas pelas melhores regras conhecidas atualmente (regras em *estado de arte*).