

Universidade do Minho
Departamento Produção e Sistemas

Mestrado em Engenharia de Sistemas UC de Projeto Integrado I
1.º Ano 2.º Semestre;
Ano letivo 2018/2019

PROJETO INTEGRADO DE GESTÃO DA PRODUÇÃO - SIMULAÇÃO

Grupo V:

Márcia Costa A67672

Célia Figueiredo A67637

Ana Margarida Rolim PG38332

Daniel Sousa PG37112

Índice

- Resumo
- Introdução
- Objetivos
- Descrição do sistema de produção em estudo
 - GKS
 - WLC
- Implementação
- Resultados
- Análise e discussão dos Resultados
- Conclusões
- Referências bibliográficas

Resumo

Trabalho prático que visa simular um sistema de produção e estudar o desempenho de dois mecanismos de **CAP**, o *Workload Control* (**WLC**) e *Generic Kanban System* (**GKS**), de forma a obter os resultados com o melhor desempenho produtivo.

Introdução

O **sistema de produção** em estudo é formado por **seis estações de trabalho**, cada uma com uma máquina, e um número fixo de trabalhadores. Foi necessário, considerar, além do mecanismo de Controlo da Atividade de Produção (CAP), e das regras de despacho dos trabalhos nas máquinas, aspetos relacionados com a alocação do trabalhador, nomeadamente: para onde (*where*) transferir o operador e quando (*when*) o fazer.

Objetivos



Estudar mecanismos
de CAP



Entender a modelação
de cada mecanismo no
Simio



simular um sistema de
produção



Analisar resultados



Concluir os melhores
resultados

Mecanismos Utilizados

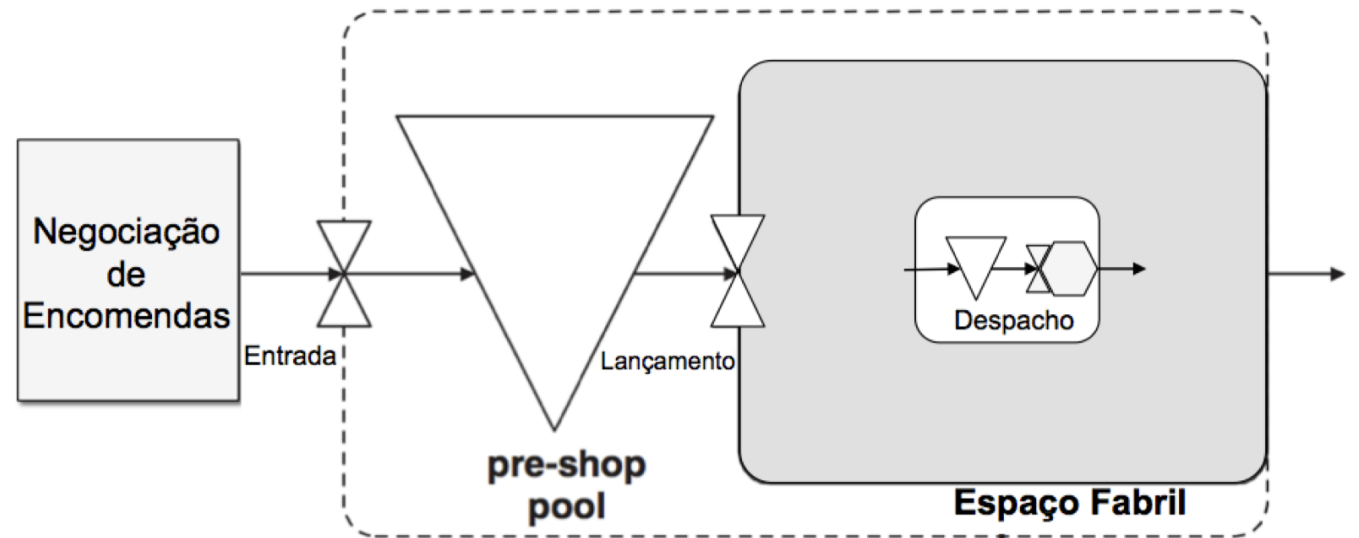
Workload Control (WLC)

- Conceito de **planeamento e controlo da produção** associado a produção por encomenda (MTO).
- Controlo das filas de espera no espaço fabril.
- O ***input-output control*** lança trabalhos para os centros de trabalho conforme os outros já lançados foram concluídos, mantendo os lead times controlados.



Funcionamento do WLC

- Apresenta uma estrutura hierárquica de cargas de trabalho onde se pode efetuar o controlo das filas de espera e está dividida em três fases:
- Entrada de trabalhos
- Lançamento
- Despacho



Mecanismos Utilizados

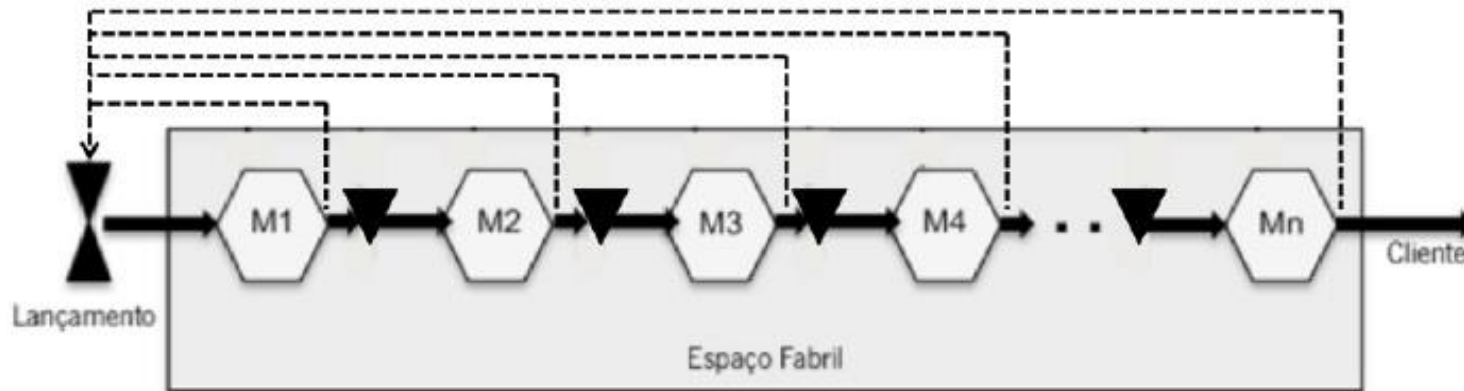


Generic Kanban System (GKS)

- Conceito de **planeamento e controlo da produção** associado a produção por encomenda (MTO).
- Controlo do **número de trabalhos** no sistema.

Funcionamento do GKS

- Existem dois tipos de cartões:
 - 1. "kanban de transporte",
que indica que o trabalho passa para o centro de trabalho seguinte
 - 2. "kanban de produção" de trabalhos utilizado para ordenar a produção.

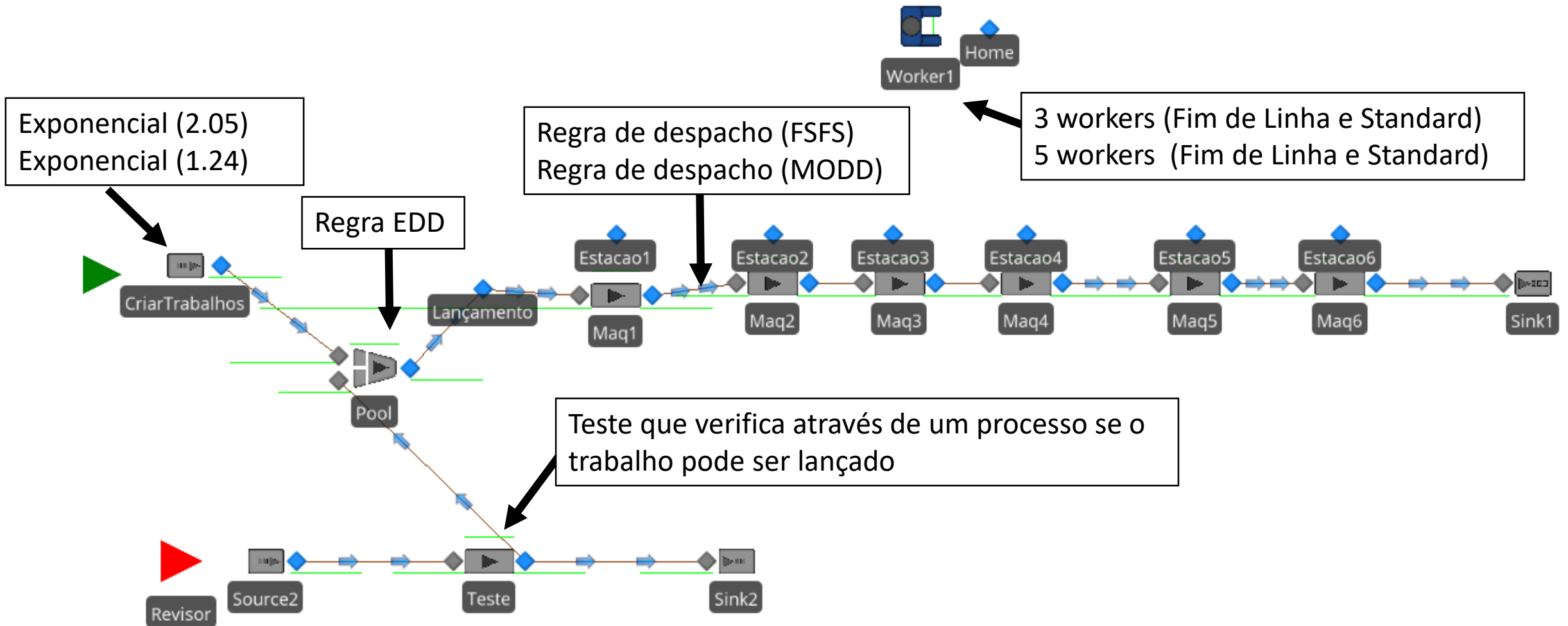


Implementação do Sistema Produtivo

| Configuração | Pure Flow Shop |
|---|--|
| DRC (dual resource constrained) | Workers Machines |
| Intervalo entre a chegadas de trabalhos | Exponencial (2.05) Exponencial (1.24) |
| Tempos de processamento | Exponencial, média =1; máximo=4 horas |
| Folga da data de entrega | Uniform (30, 50) horas |
| Sequenciação Pool | EDD |

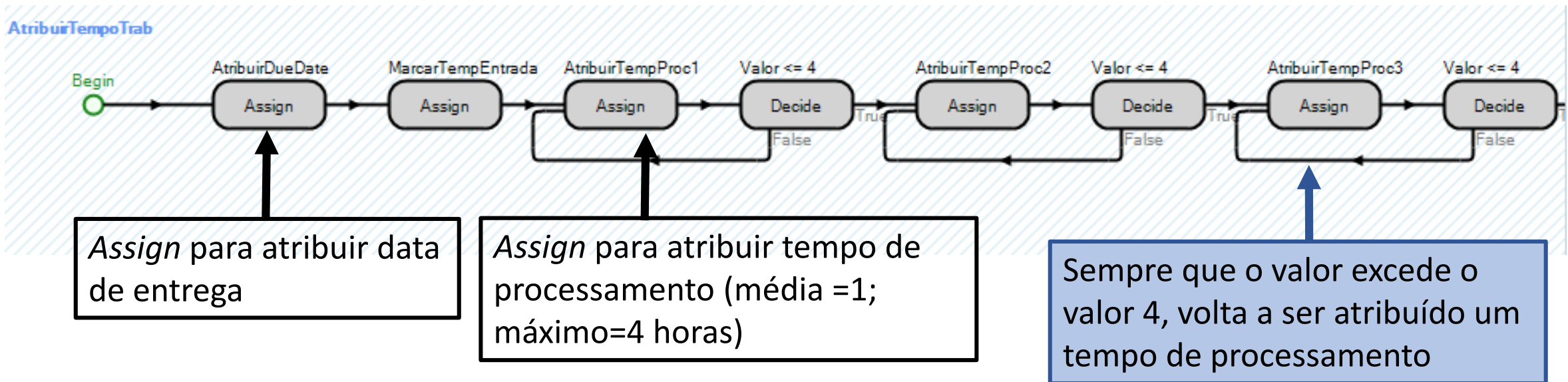
Tabela 1: Implementação do sistema produtivo

Modelo geral de Simulação



Processos do Modelo

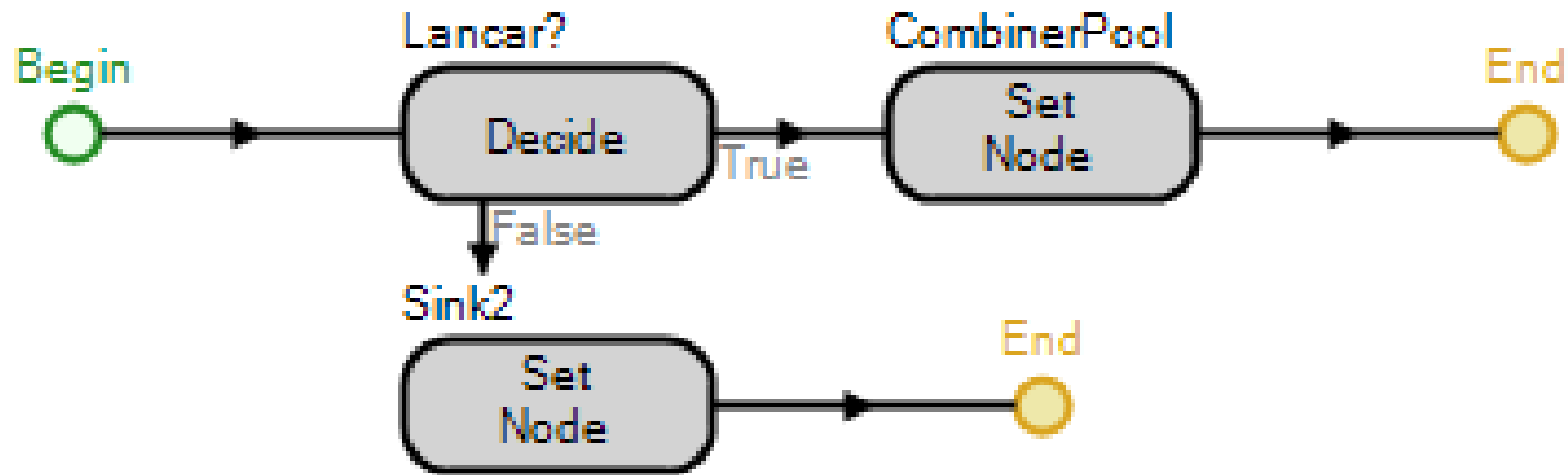
- Atribuição da data de entrega e tempos de processamento em cada máquina



Processos do Modelo

- Teste para verificar a entrada ou não de um trabalho na linha de produção:

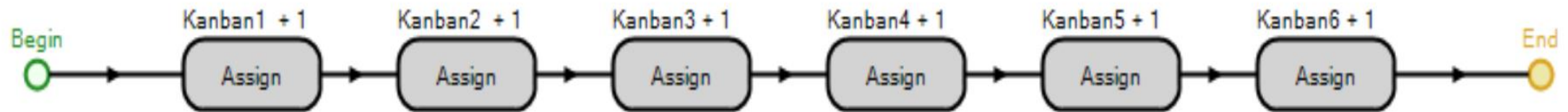
TesteLancamento



Processos do Modelo

- Processo ativado à saída da Pool, responsável por incrementar 1 em todas as estações:

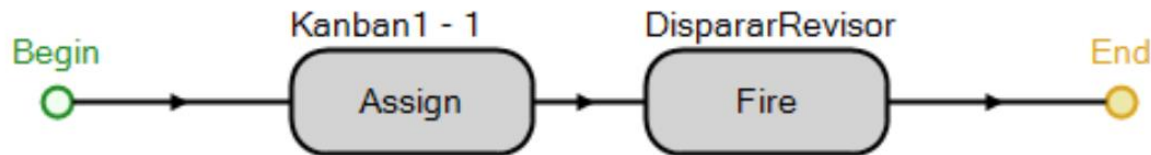
IncrementarKanbansTodasMaquinas



Processos do Modelo

- Processo ativado à saída de cada estação, para libertar um kanban (variável) e posteriormente disparar um evento que verifica a possibilidade de entrada de trabalho na linha de produção (processo **TesteLancamento**)

Maq1DepoisProcessar



Medidas de Desempenho

- **Tempos de Percurso**

- **Shop Throughput Time (STT)**
 - Tempo desde o lançamento até a conclusão dos trabalhos
- **Total Throughput Time (TTT)**
 - Tempo desde a Pool até à conclusão dos trabalhos
- **Pool Time (PT)**
 - Tempo que o trabalho permanece na *pool*
- **Workers transfers**
 - Número de movimentos feitos pelos *workers* de uma máquina para outra (em metros)

- **Make-to-Order**

- **Lateness (atraso)**
 - $\text{Lateness} = \text{DataConclusão} - \text{DataEntrega}$ (atraso antecipado ou tardio)
- **Tardiness**
 - $\text{Tardiness} = \max(0, \text{Lateness})$ (Média de todos os trabalhos em atraso)
- **PTardy**
 - Percent Tardy (percentagem de trabalho em atraso)



Testes iniciais

- Teste de decisão

| STT | Ptardy | TTT | Kanbans |
|---------|---------|---------|----------|
| 13,7711 | 6,11909 | 19,3403 | 9 |
| 14,6364 | 6,38712 | 19,4855 | 10 |
| 21,3515 | 11,5943 | 21,3539 | infinito |

Tabela 2: Valores do teste inicial

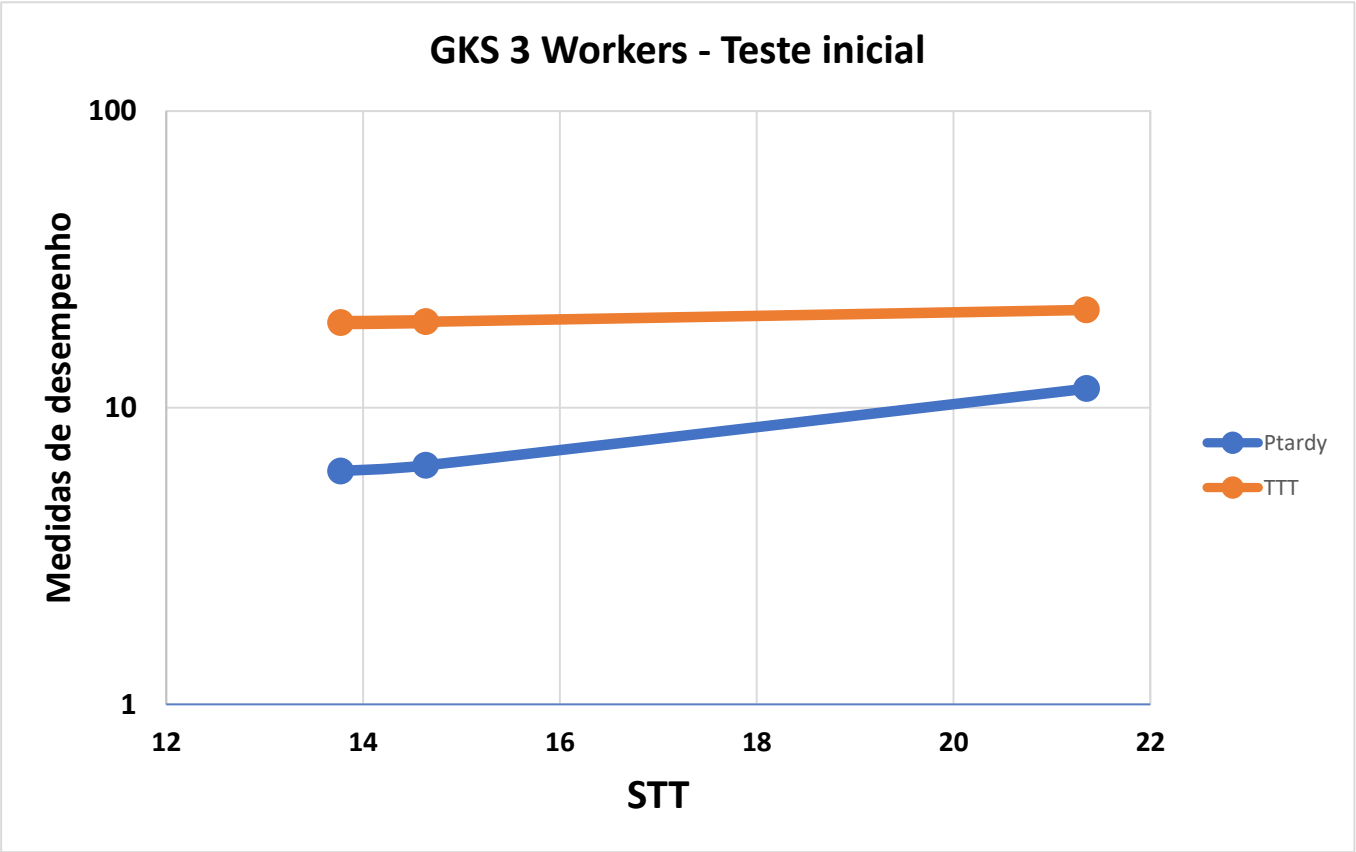
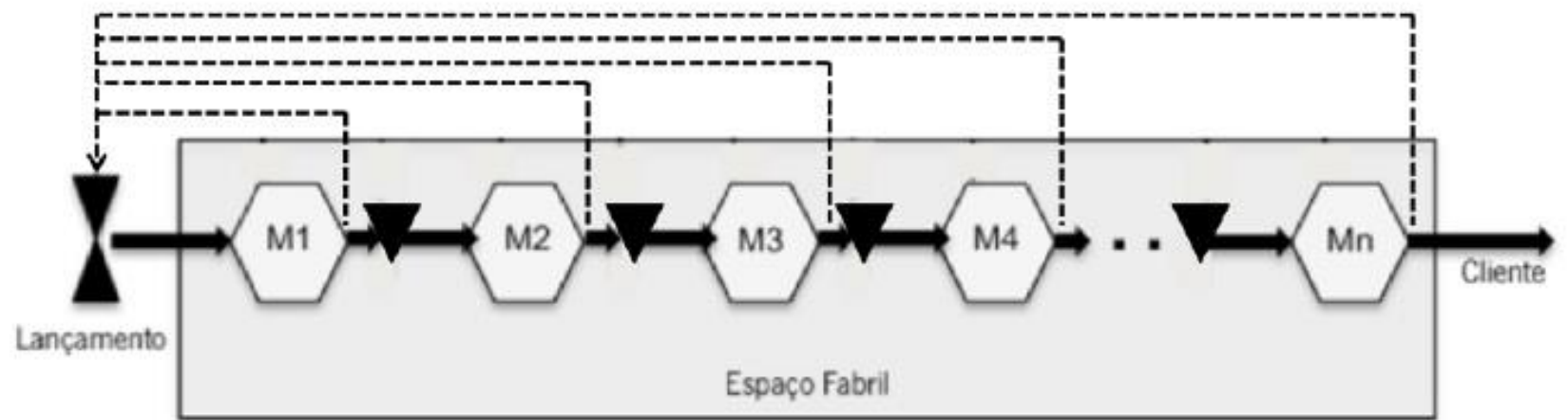


Gráfico 1: Exemplo de teste inicial

Testes com o Modelo GKS



1.1 Modelo GKS com 3 Trabalhadores (Standard e FSFS)

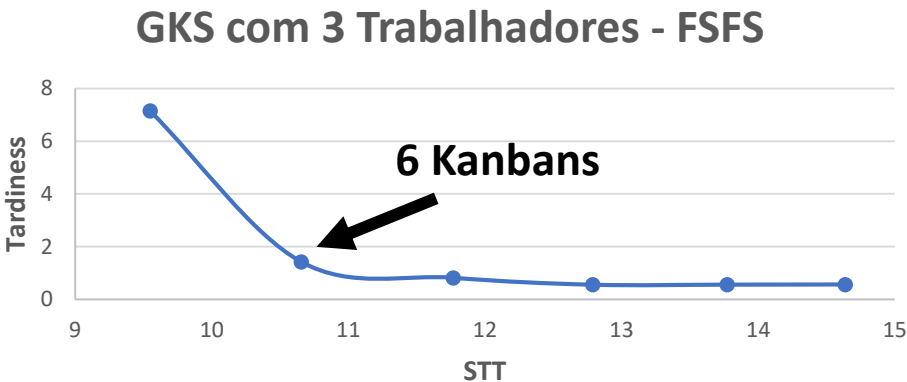


Gráfico 2: GKS com 3 Trabalhadores Standard FSFS - Tardiness

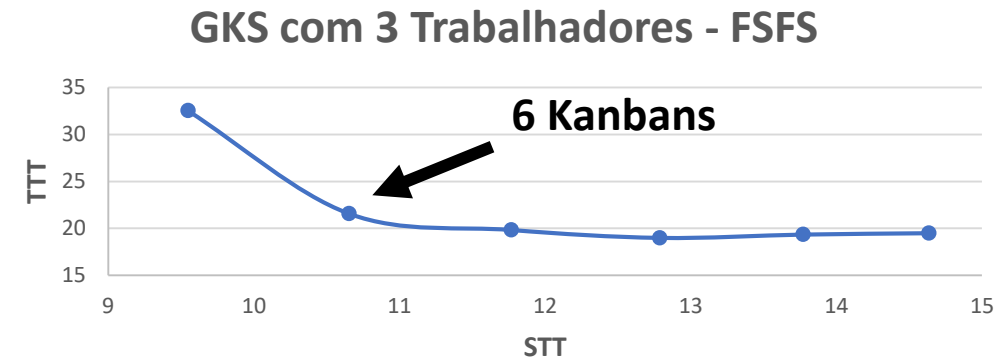


Gráfico 3: GKS com 3 Trabalhadores Standard FSFS - TTT

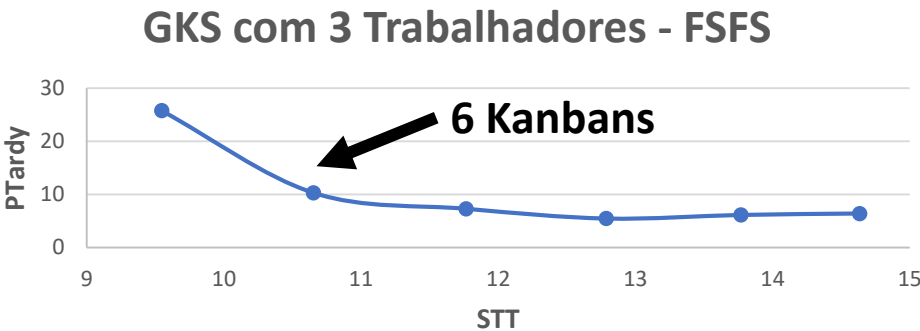


Gráfico 4: GKS com 3 Trabalhadores Standard FSFS - PTardy

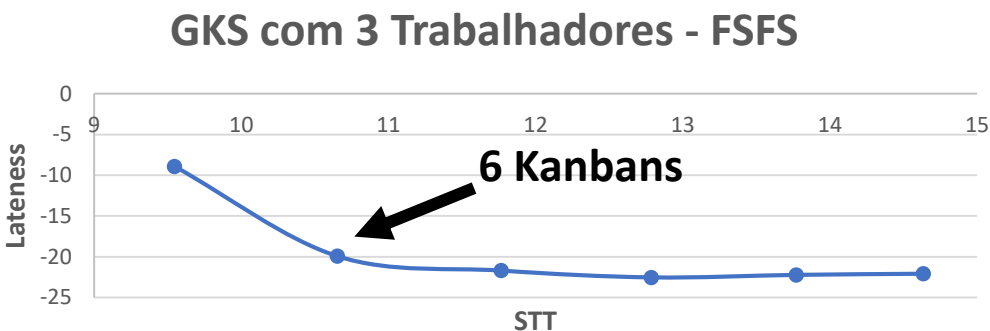


Gráfico 5: GKS com 3 Trabalhadores Standard FSFS - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NDestroyed | NumCreated | WorkerTranfer |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------|----------|----------|------------|------------|---------------|
| 57,18 | 57,07 | 57,00 | 57,11 | 57,16 | 57,15 | 10,28 | 21,57 | 10,65 | 1,420 | -19,95 | 90,52 | 4 883,86 | 4 883,15 | 157489,26 |

Resultados

- 1.2 Modelo GKS com 5 Trabalhadores (Standard e FSFS)

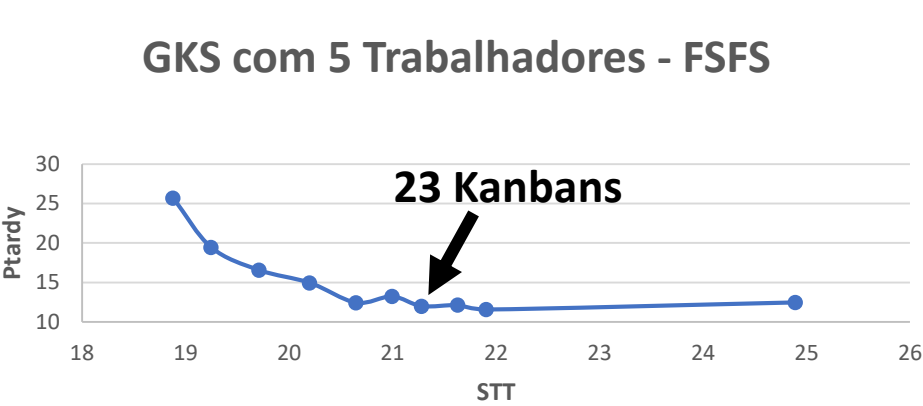


Gráfico 6: GKS com 5 Trabalhadores Standard FSFS - PTardy

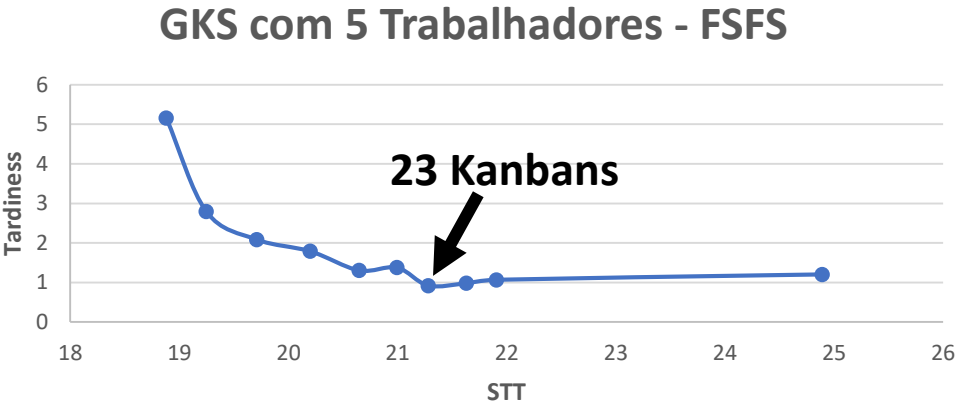


Gráfico 7: GKS com 5 Trabalhadores Standard FSFS - Tardiness

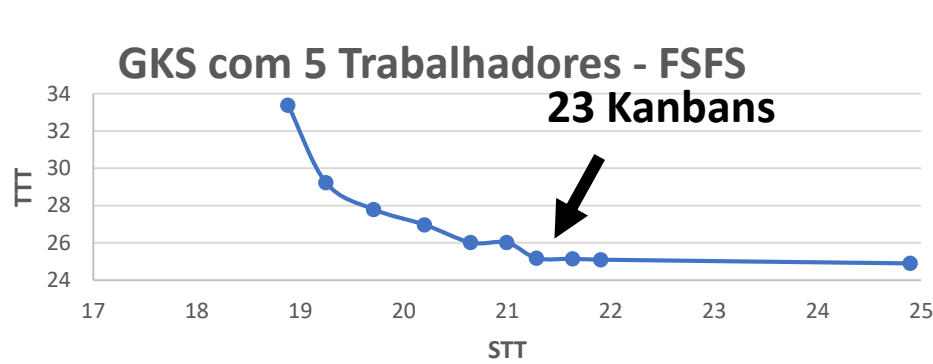


Gráfico 8: GKS com 5 Trabalhadores Standard FSFS - TTT

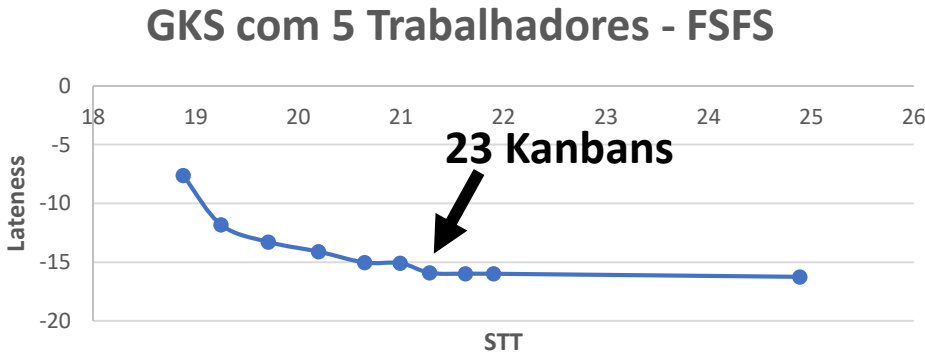


Gráfico 9: GKS com 5 Trabalhadores Standard FSFS - Lateness

| Kanbans | UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | Ut Worker | N Destroyed | N Created | Worker Transfer |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------|----------|-----------|-------------|-----------|-----------------|
| 23 | 79,74 | 79,59 | 79,64 | 79,62 | 79,61 | 79,64 | 12,01 | 25,18 | 21,28 | 0,92 | -15,92 | 89,76 | 8 075,58 | 8 071,95 | 135870,60 |

Resultados

2.1 Modelo GKS com 3 Trabalhadores (Acompanhamento Fim Linha e FSFS)

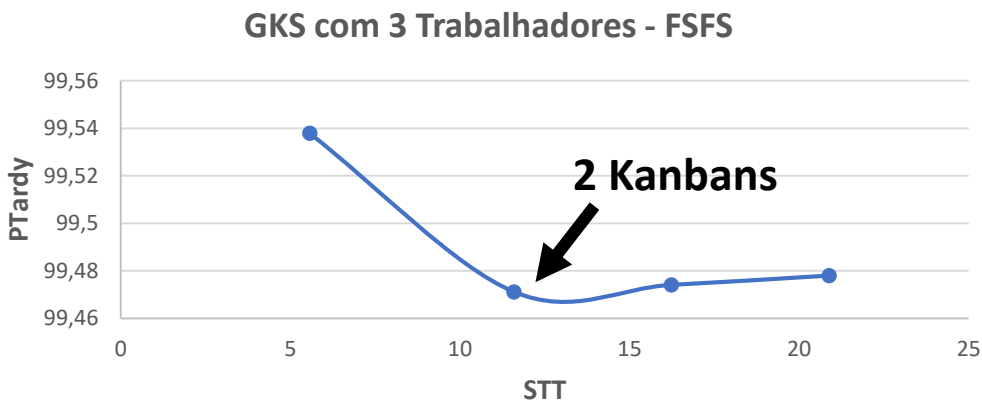


Gráfico 10: GKS com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS

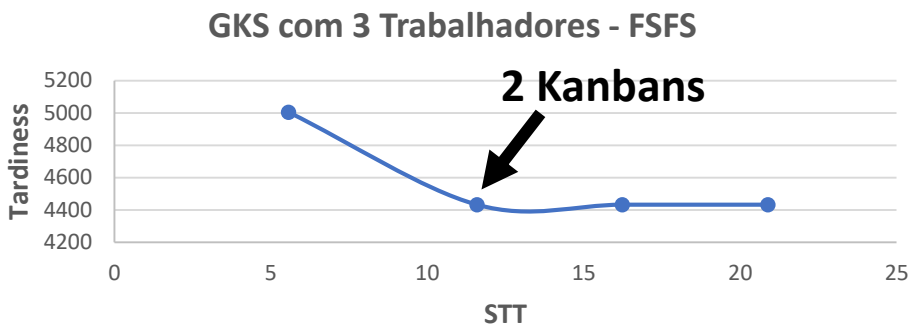


Gráfico 11: GKS com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS

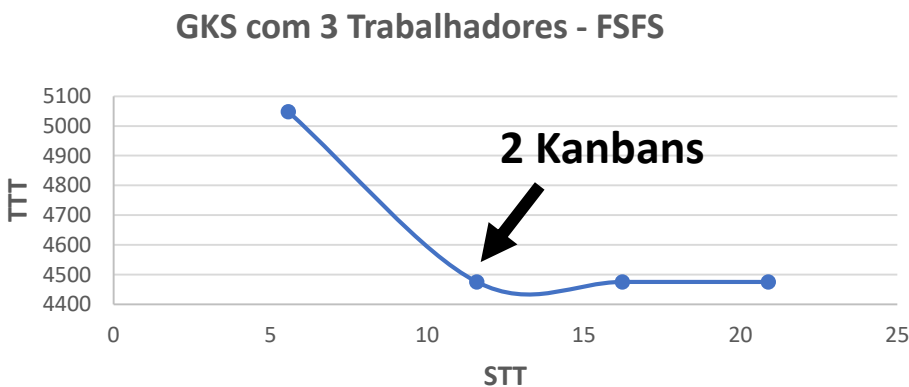


Gráfico 12: GKS com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS

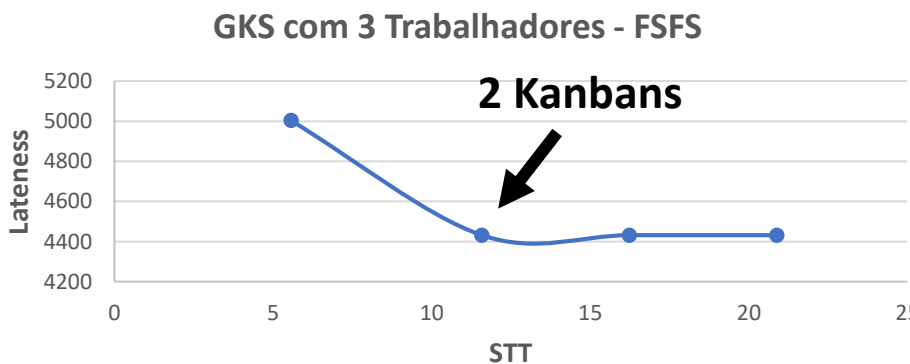


Gráfico 13: GKS com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NumCreated | NumDestroyed | WorkerTranfer |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|-----------|----------|----------|------------|--------------|---------------|
| 99,97 | 19,88 | 19,93 | 19,93 | 19,96 | 19,89 | 99,47 | 4474,71 | 11,59 | 4431,58 | 4431,58 | 99,77 | 4875,48 | 2151,26 | 57922,26 |

Resultados

2.2 Modelo GKS com 5 Trabalhadores (Acompanhamento Fim Linha e FSFS)

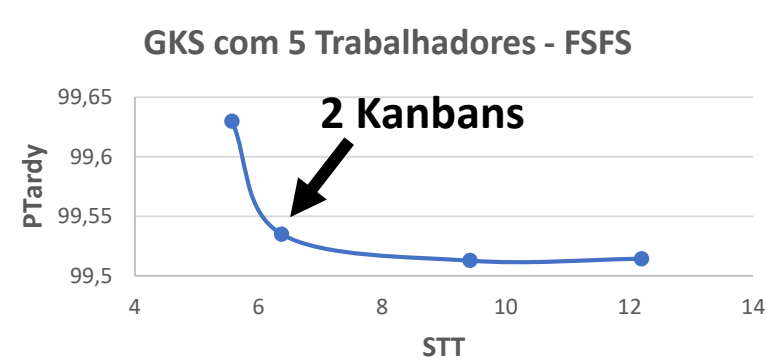


Gráfico 14: GKS com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS - PTardy

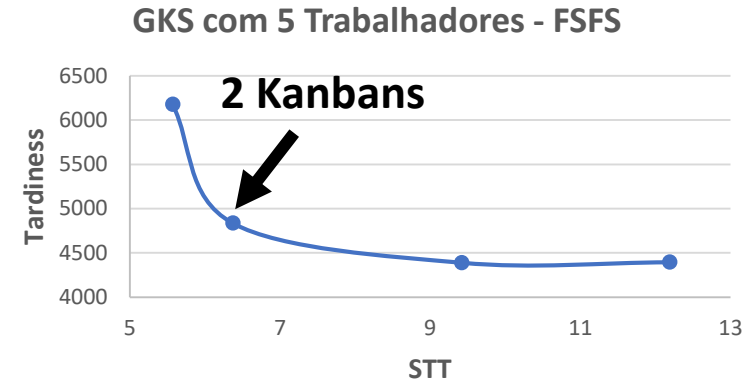


Gráfico 15: GKS com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS - Tardiness

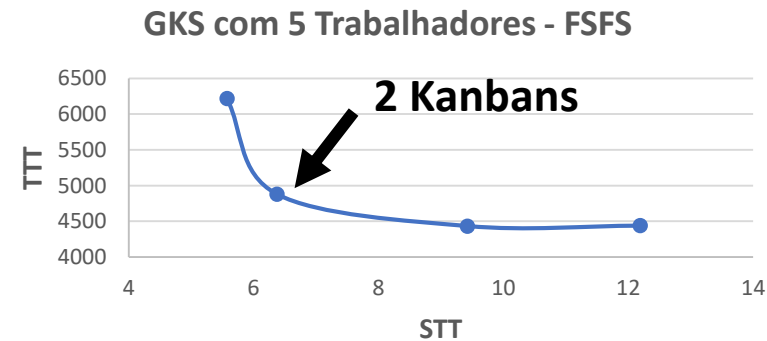


Gráfico 16: GKS com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS - TTT

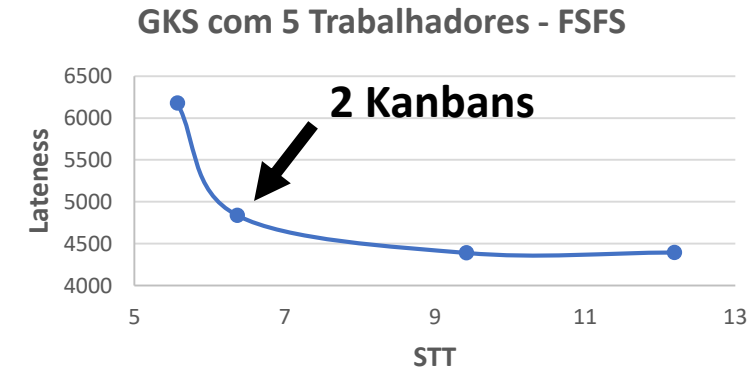


Gráfico 17: GKS com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NumCreated | NumDestroyed | Worker Tranfer |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|------|-----------|----------|----------|------------|--------------|----------------|
| 29,37 | 29,06 | 29,09 | 29,18 | 29,02 | 29,01 | 99,54 | 4878,61 | 6,37 | 4835,66 | 4835,66 | 72,47 | 8 084,04 | 3 141,15 | 72463,59 |

Resultados

- 3.1 Modelo GKS com 3 Trabalhadores (Standard e MODD)

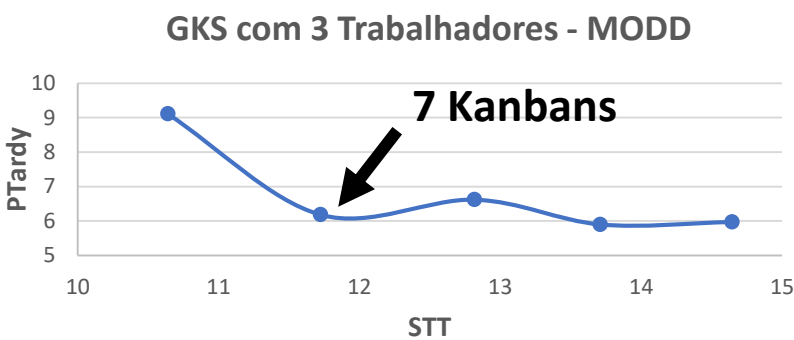


Gráfico 18: GKS com 3 Trabalhadores Standard MODD - PTardy

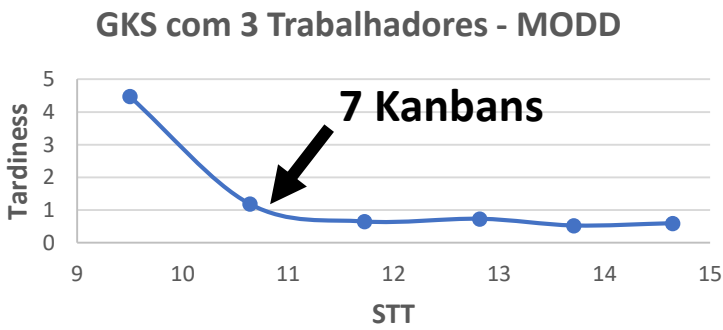


Gráfico 19: GKS com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha - Tardiness

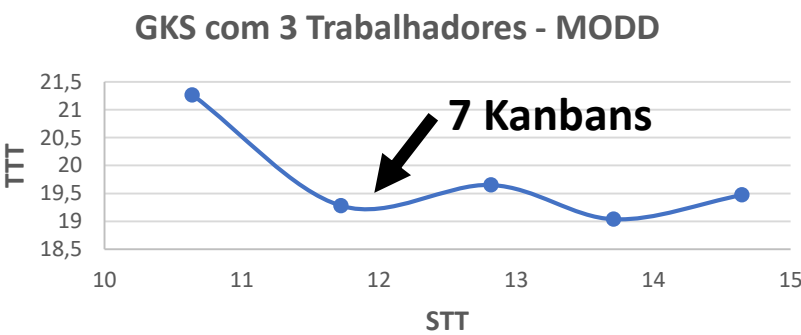


Gráfico 20: GKS com 3 Trabalhadores Standard MODD - TTT

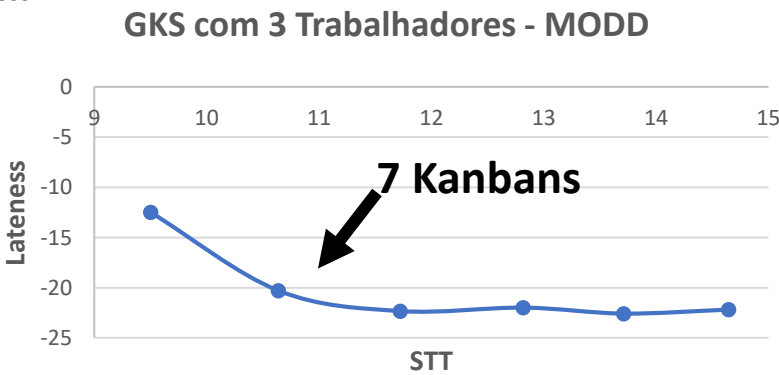


Gráfico 21: GKS com 3 Trabalhadores Standard MODD - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NumCreated | NumDestroyed | WorkerTranfer |
|-------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------|----------|----------|------------|--------------|---------------|
| 60,97 | 61,0233 | 60,91 | 60,99 | 61,00 | 61,02 | 6,19 | 19,28 | 11,72 | 0,65 | -22,34 | 90,46 | 4 877,91 | 4 879,96 | 164934,46 |

Resultados

- 3.2 Modelo GKS com 5 Trabalhadores (Standard e MODD)

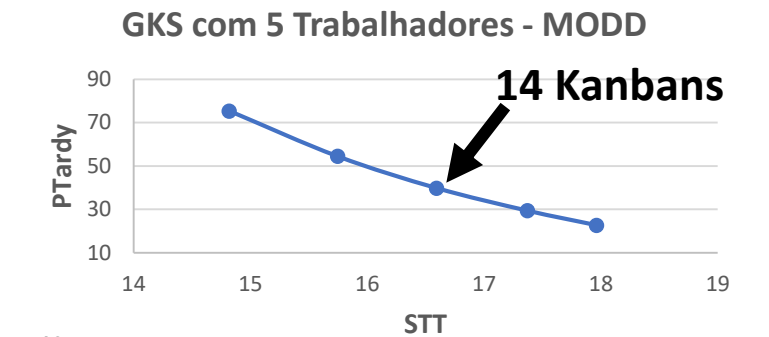


Gráfico 22: GKS com 5 Trabalhadores Standard MODD - PTardy

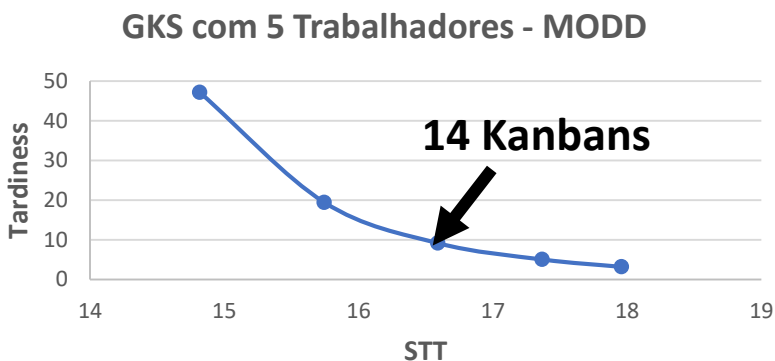


Gráfico 23: GKS com 5 Trabalhadores Standard MODD - Tardiness

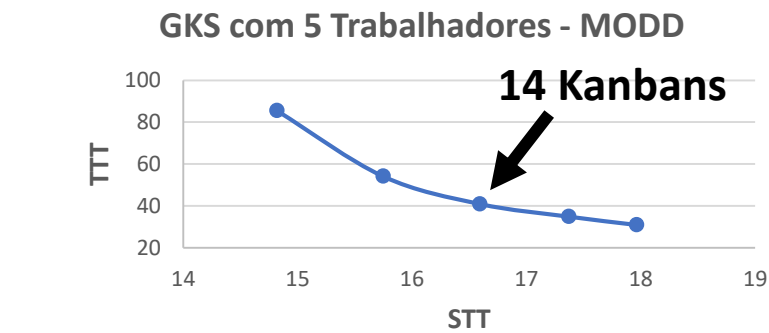


Gráfico 24: GKS com 5 Trabalhadores Standard MODD - TTT

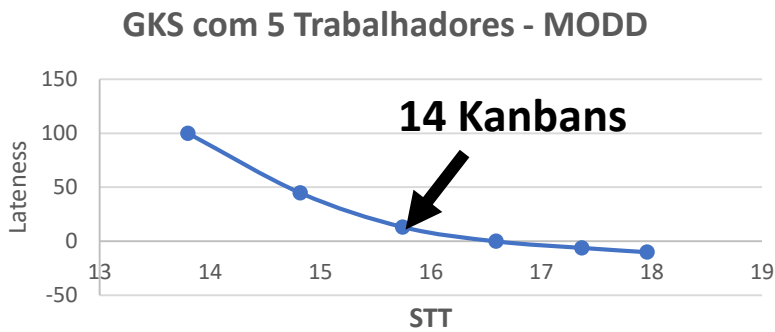


Gráfico 25: GKS com 5 Trabalhadores Standard MODD - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NumCreated | NumDestroyed | WorkerTranfer |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------|----------|----------|------------|--------------|---------------|
| 78,42 | 78,29 | 78,51 | 78,46 | 78,40 | 78,42 | 39,77 | 40,93 | 16,59 | 9,14 | -0,14 | 89,74 | 8 066,96 | 8 070,22 | 134123,86 |

Tabela 8: Resultados do possível melhor cenário do modelo GKS com 5 Trabalhadores com a regra de despacho MODD

Resultados

- 4.1 Modelo GKS com 3 Trabalhadores (Acompanhamento Fim Linha e MODD)

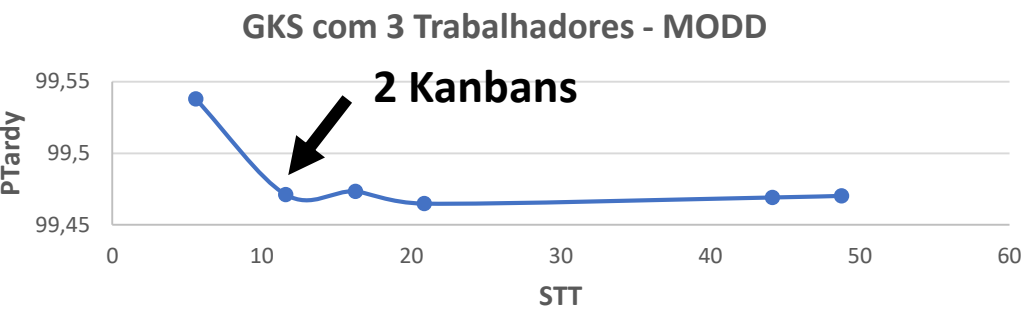


Gráfico 26: GKS com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - PTardy

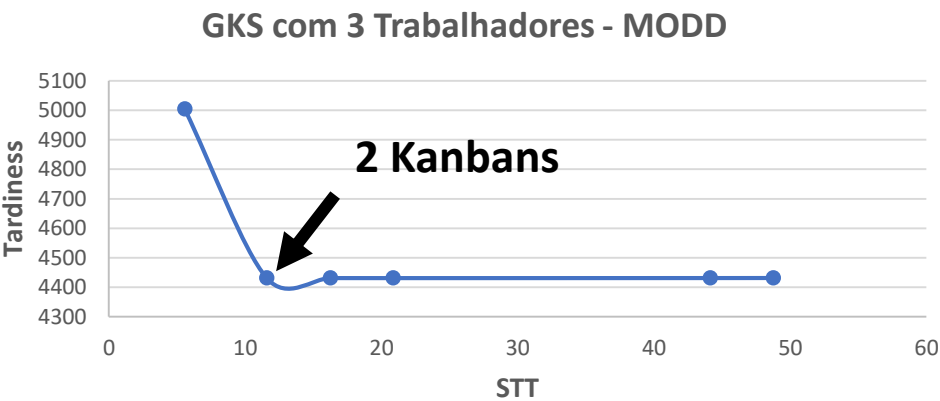


Gráfico 27: GKS com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - Tardiness

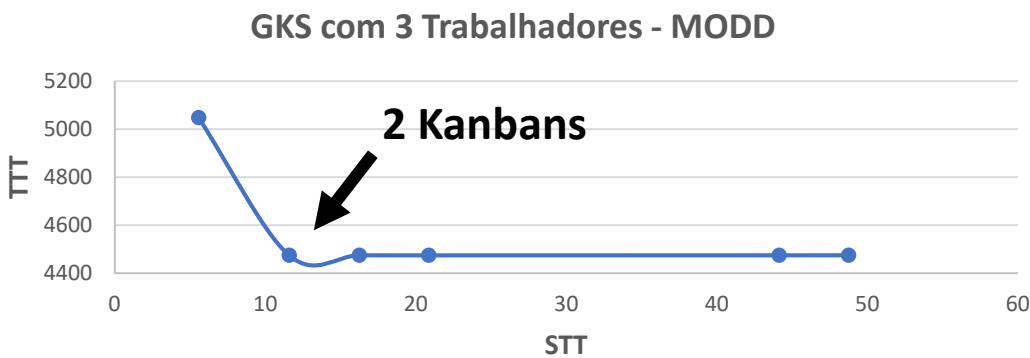


Gráfico 28: GKS com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - TTT

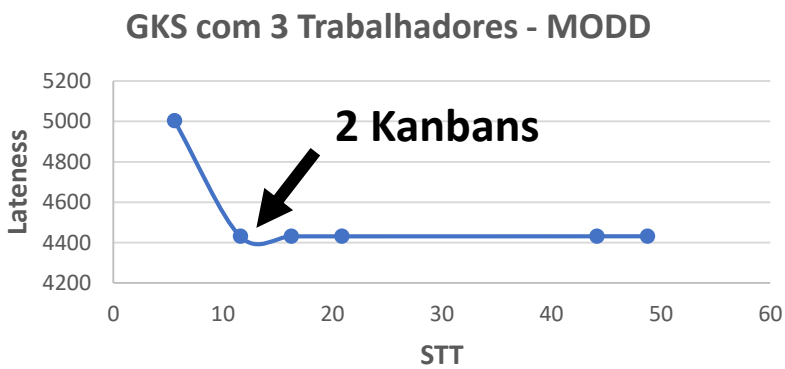


Gráfico 29: GKS com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NCreated | NDestroyed | Worker |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----------|----------|----------|----------|------------|----------|
| 99,97 | 19,88 | 19,93 | 19,93 | 19,96 | 19,88 | 99,47 | 4474,7 | 11,59 | 4431,58 | 4431,58 | 99,77 | 4 875,48 | 2 151,26 | 57922,28 |

Tabela 9: Resultados do possível melhor cenário do modelo GKS com 3 Trabalhadores com a regra de despacho MODD e com acompanhamento do trabalho até ao fim da linha

Resultados

• 4.2 Modelo GKS com 5 Trabalhadores (Acompanhamento Fim Linha e MODD)

GKS com 5 Trabalhadores - MODD

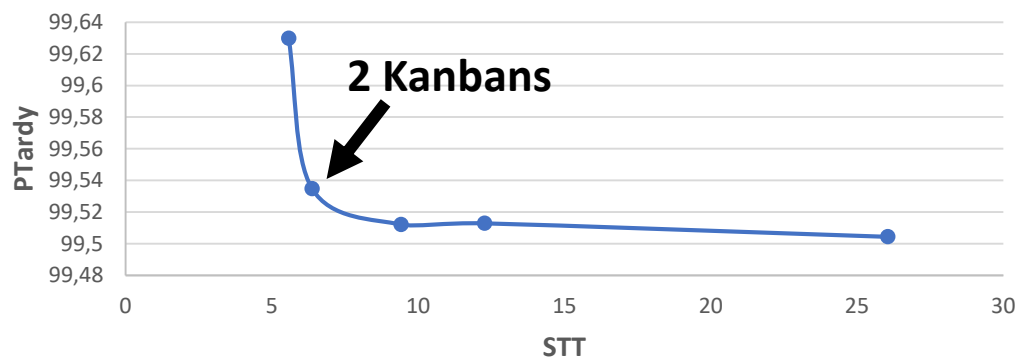


Gráfico 30: GKS com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha MODD - PTardy

GKS com 5 Trabalhadores - MODD

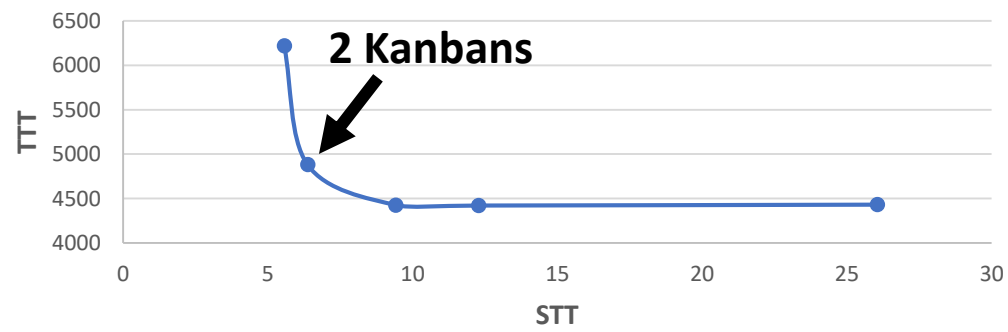


Gráfico 32: GKS com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha MODD - TTT

GKS com 5 Trabalhadores - MODD

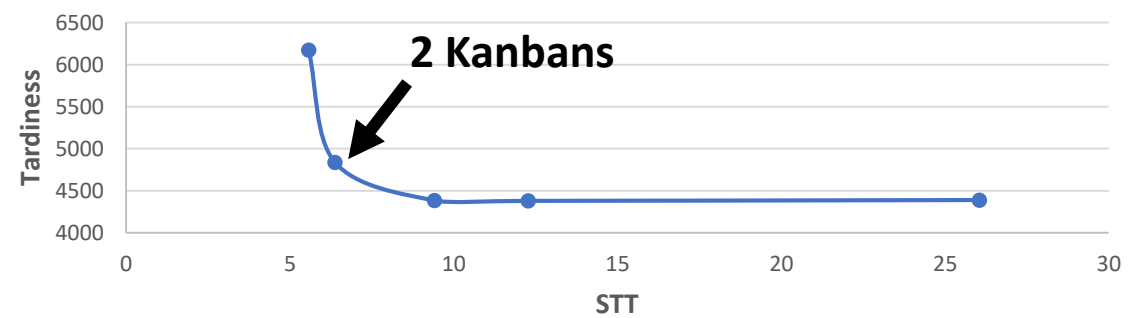


Gráfico 31: GKS com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha MODD - Tardiness

GKS com 5 Trabalhadores - MODD

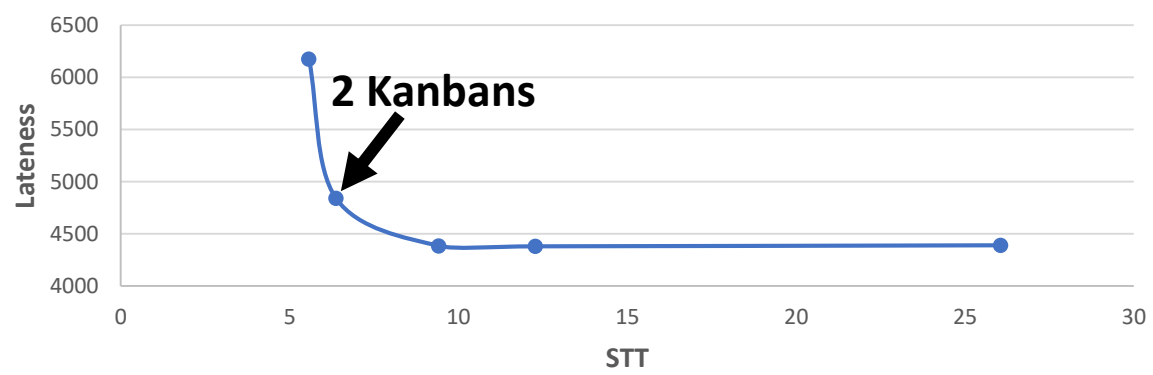
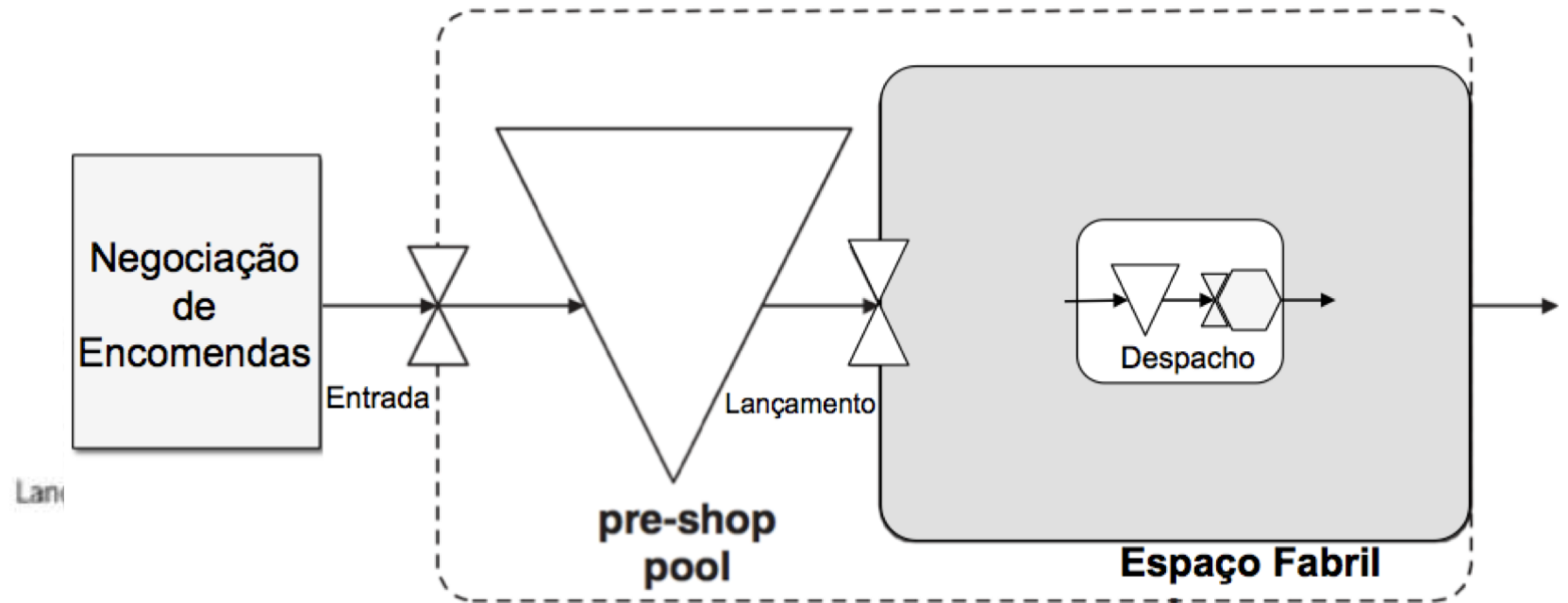


Gráfico 33: GKS com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha MODD - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NCreated | NDestroyed | Worker |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|------|-----------|----------|----------|----------|------------|----------|
| 29,37 | 29,07 | 29,08 | 29,15 | 29,05 | 28,99 | 99,53 | 4881,98 | 6,37 | 4839,26 | 4839,26 | 72,47 | 8080,10 | 3140,14 | 72443,31 |

Tabela 10: Resultados do possível melhor cenário do modelo GKS com 3 Trabalhadores com a regra de despacho MODD e com acompanhamento do trabalho até ao fim da linha

Testes com o Modelo WLC



Resultados

- 1.1 Modelo WLC com 3 Trabalhadores (Standard e FSFS)

WLC com 3 Trabalhadores - FSFS

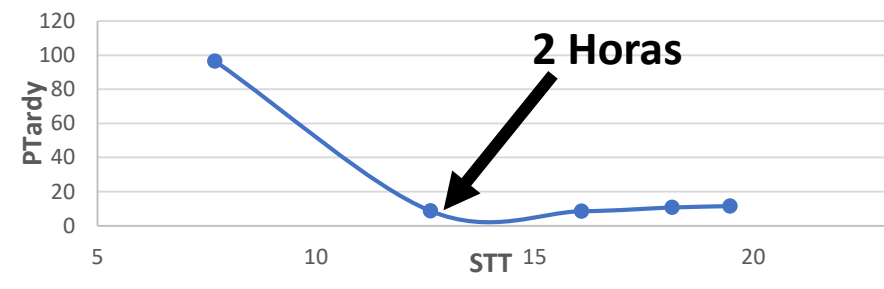


Gráfico 34: WLC com 3 Trabalhadores Standard FSFS - PTardy

WLC com 3 Trabalhadores - FSFS



Gráfico 35: WLC com 3 Trabalhadores Standard FSFS - Tardiness

WLC com 3 Trabalhadores - FSFS

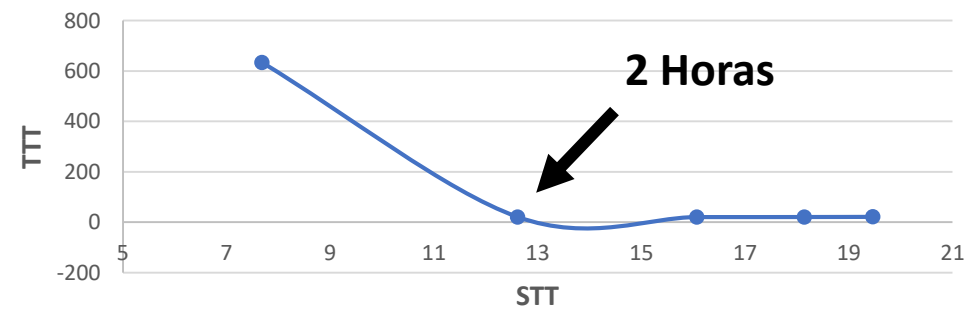


Gráfico 36: WLC com 3 Trabalhadores Standard FSFS - TTT

WLC com 3 Trabalhadores - FSFS

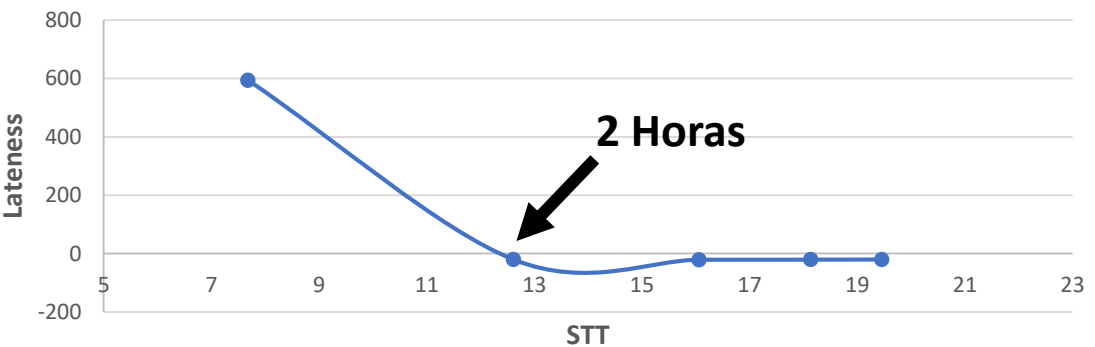


Gráfico 37: WLC com 3 Trabalhadores Standard FSFS - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NCreated | NDestroyed | Worker Transfer |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------|----------|----------|----------|------------|-----------------|
| 66,13 | 64,41 | 64,71 | 64,99 | 65,11 | 65,97 | 8,75 | 21,03 | 12,61 | 1,19 | -20,53 | 90,54 | 4882 | 4883 | 171891,3 |

Resultados

- 1.2 Modelo WLC com 5 Trabalhadores (Standard e FSFS)

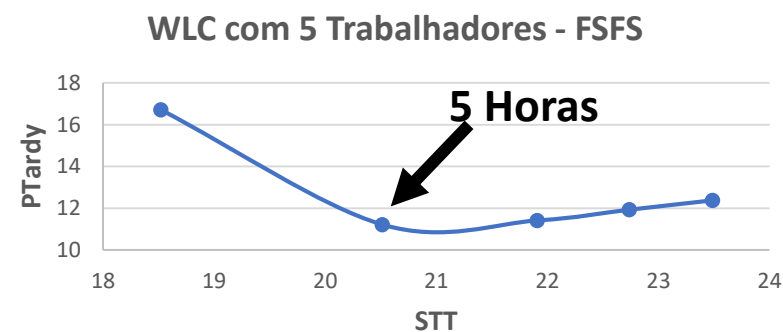


Gráfico 38: GKS com 5 Trabalhadores Standard FSFS - PTardy

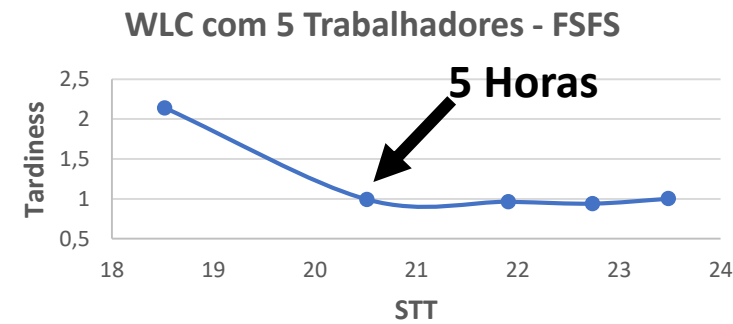


Gráfico 39: GKS com 5 Trabalhadores Standard FSFS - Tardiness

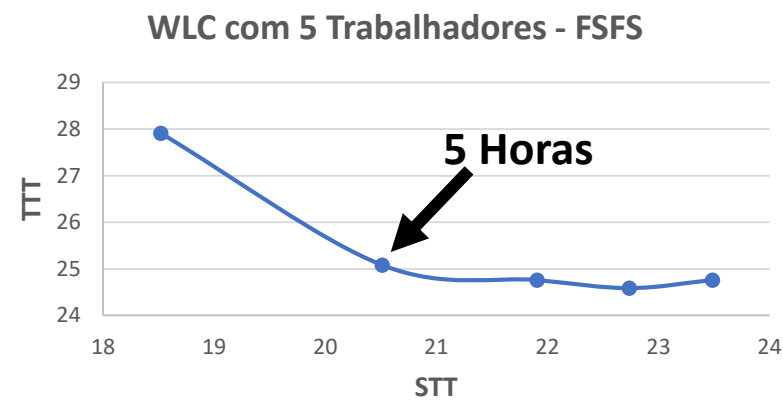


Gráfico 40: GKS com 5 Trabalhadores Standard FSFS - TTT

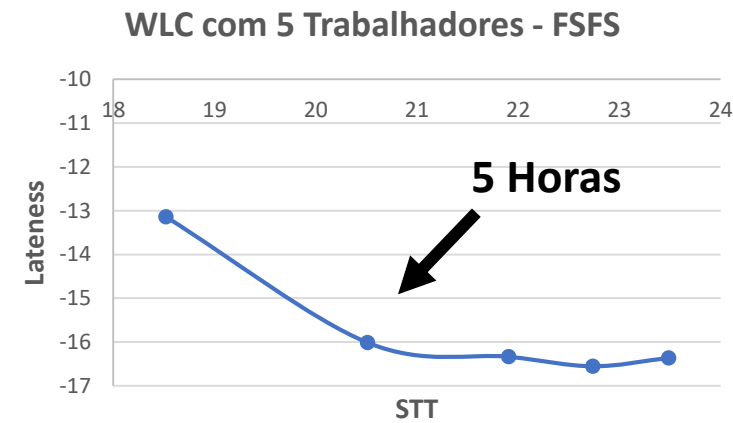


Gráfico 41 GKS com 5 Trabalhadores Standard FSFS - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NCreated | N Destroyed | Worker Transfer |
|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|-----------|----------|----------|----------|-------------|-----------------|
| 79,8699 | 79,7332 | 79,683 | 79,6736 | 79,7327 | 80,0428 | 11,217 | 25,0779 | 20,514 | 0,992063 | -16,012 | 89,6444 | 8060 | 8063 | 137867,4 |

Resultados

• 2.1 Modelo WLC com 3 Trabalhadores (Acompanhamento Fim Linha e FSFS)

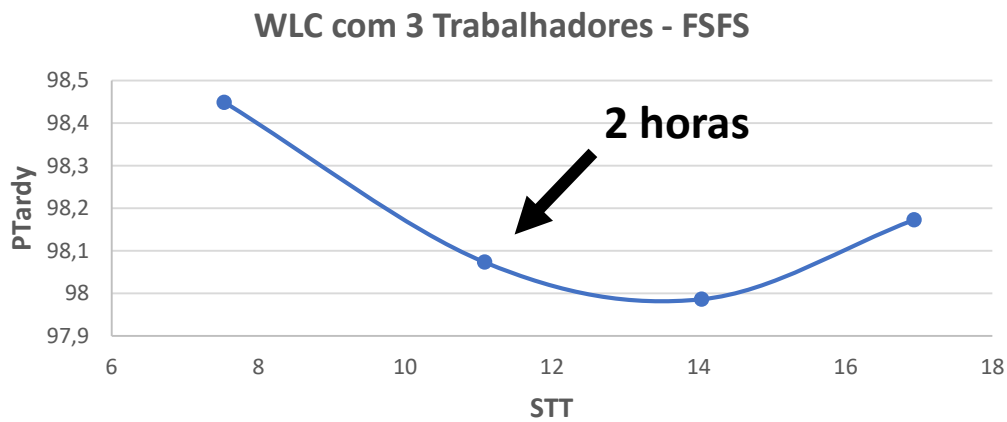


Gráfico 42: WLC com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS - Ptdy



Gráfico 43: WLC com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS - Tardiness



Gráfico 44: GKS com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS - TTT

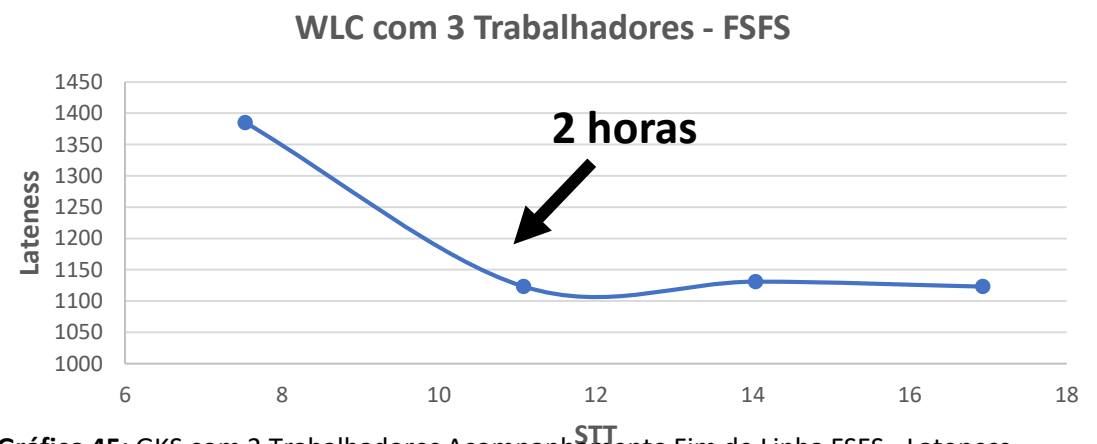


Gráfico 45: GKS com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptdy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NCreated | NDestroyed | Worker |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|----------|----------|----------|------------|-----------|
| 96,71 | 38,75 | 38,67 | 38,63 | 38,68 | 38,61 | 98,07 | 1164,37 | 11,08 | 1123,36 | 1123,36 | 95,87 | 4883,00 | 4175,00 | 110843,67 |

Resultados

2.2 Modelo WLC com 5 Trabalhadores (Acompanhamento Fim Linha e FSFS)

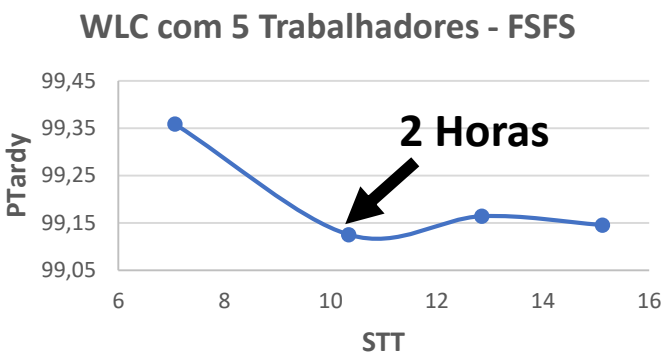


Gráfico 46: WLC com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS- PTardy

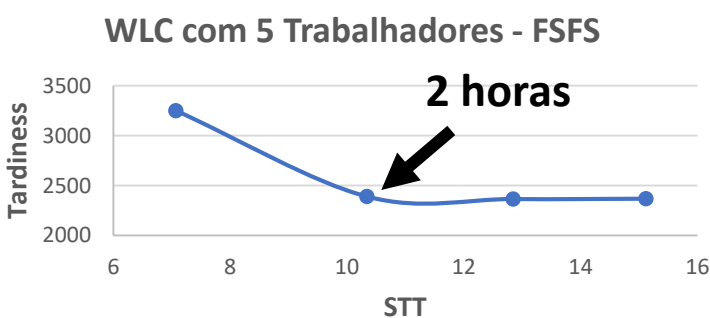


Gráfico 47: WLC com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS-Tardiness

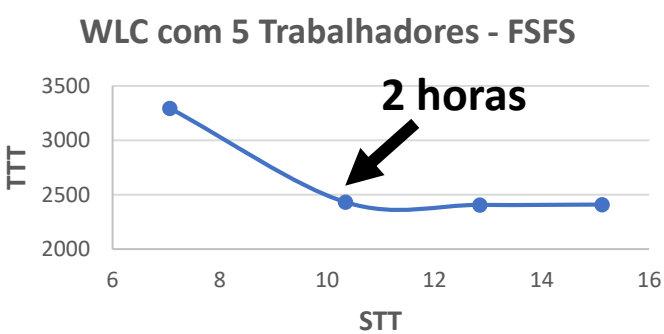


Gráfico 48: WLC com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS -TTT

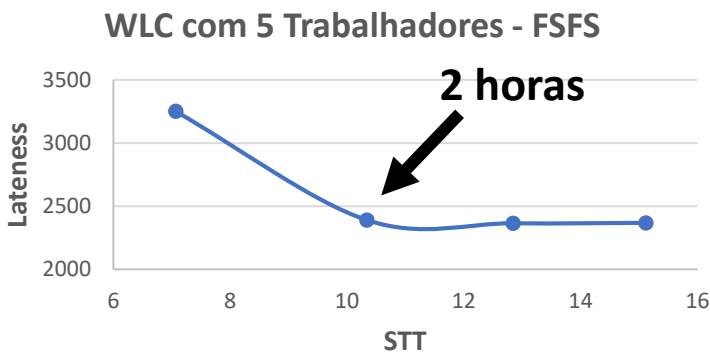


Gráfico 49: WLC com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim de Linha FSFS-Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NCreated | NDestroyed | Worker |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-----------|----------|----------|----------|------------|---------|
| 90,29 | 52,09 | 52,01 | 52,06 | 51,98 | 52,13 | 99,13 | 2432,3 | 10,34 | 2391,53 | 2391,53 | 91,53 | 8062 | 5624 | 91044,2 |

Resultados

- 3.1 Modelo WLC com 3 Trabalhadores (Standard e MODD)

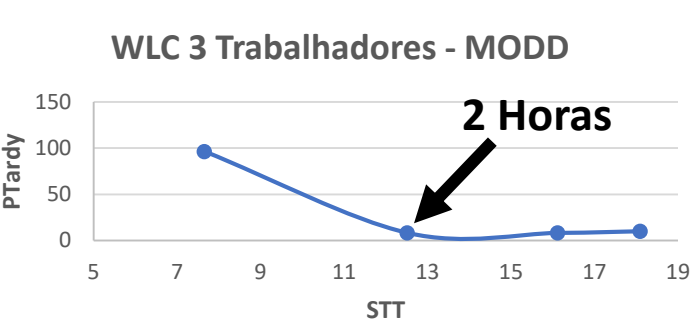


Gráfico 50: WLC com 3 Trabalhadores Standard MODD - PTardy

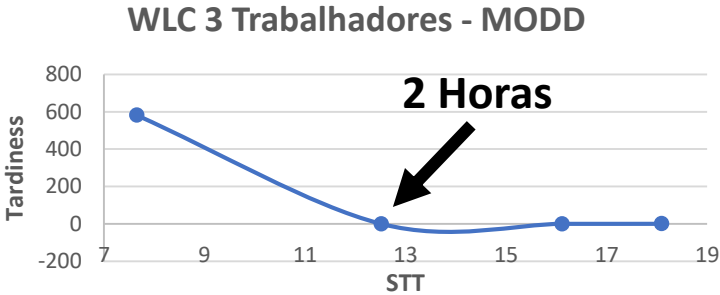


Gráfico 51: WLC com 3 Trabalhadores Standard MODD - Tardiness

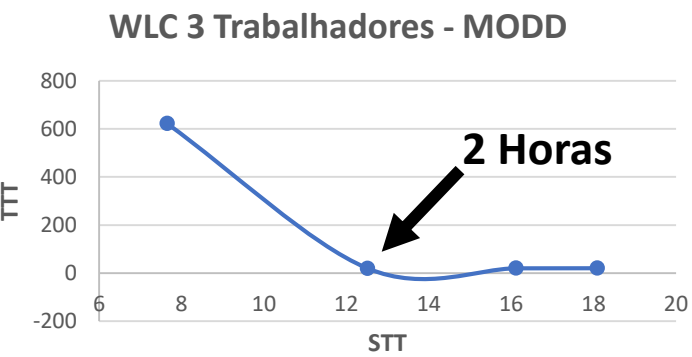


Gráfico 52: WLC com 3 Trabalhadores Standard MODD - TTT

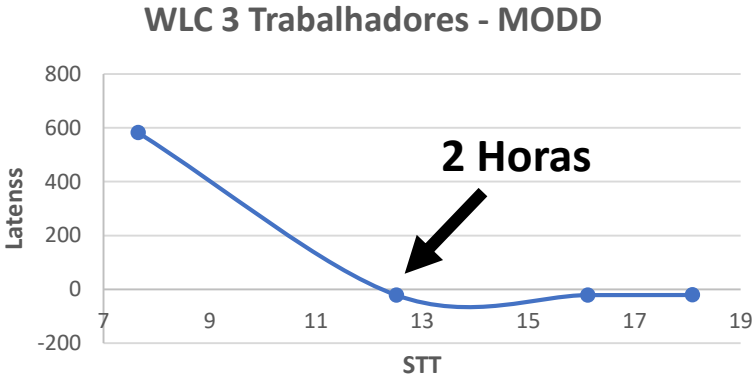


Gráfico 53: WLC com 3 Trabalhadores Standard MODD - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NCreated | Ndestroyed | Worker |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------|----------|----------|----------|------------|--------|
| 65,63 | 63,94 | 64,15 | 64,43 | 64,52 | 65,45 | 8,12 | 20,23 | 12,52 | 0,84 | -21,41 | 90,25 | 4873 | 4874 | 171904 |

Resultados

- 3.2 Modelo WLC com 5 Trabalhadores (Standard e MODD)

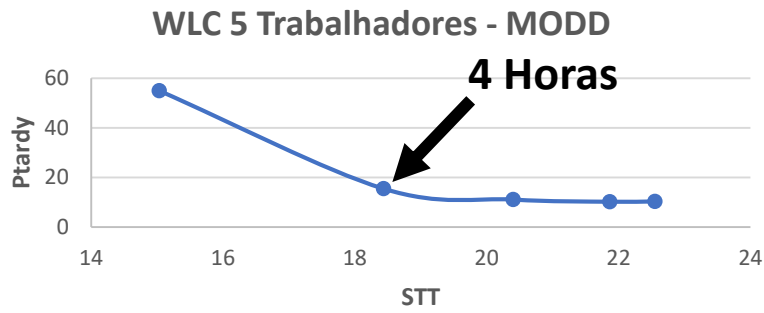


Gráfico 54: WLC com 5 Trabalhadores Standard MODD - PTardy

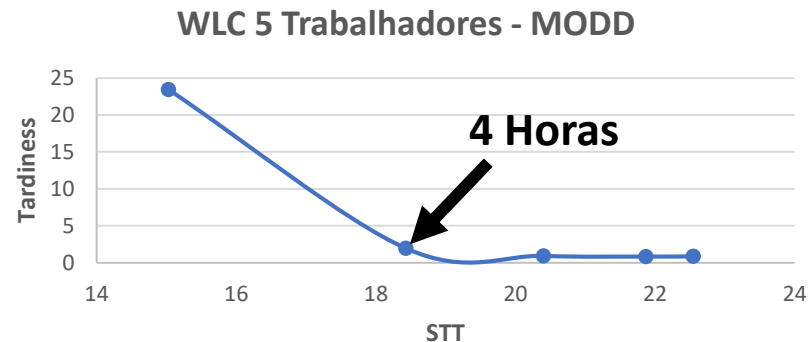


Gráfico 55: WLC com 5 Trabalhadores Standard MODD - Tardiness

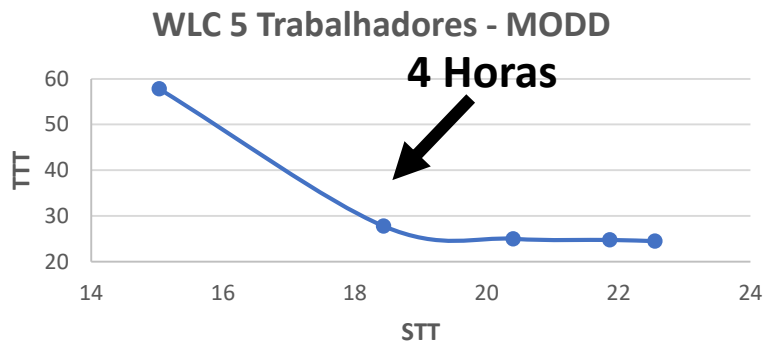


Gráfico 56: WLC com 5 Trabalhadores Standard MODD - TTT

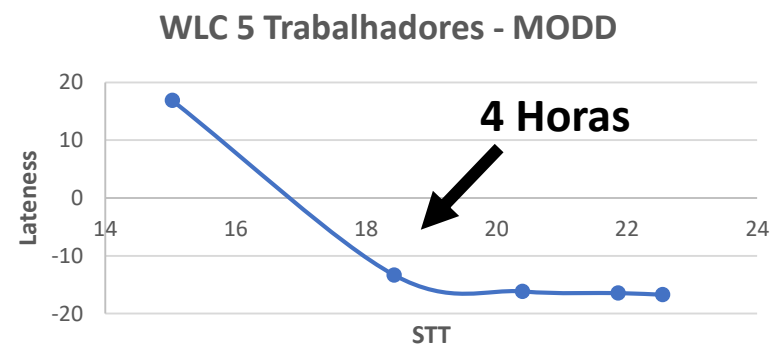


Gráfico 57: WLC com 5 Trabalhadores Standard MODD - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NCreated | NDestroyed | Worker |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------|----------|----------|----------|------------|----------|
| 79,71 | 79,58 | 79,47 | 79,50 | 79,47 | 79,71 | 15,52 | 27,78 | 18,43 | 1,93 | -13,31 | 89,67 | 8072 | 8072 | 136875,2 |

Resultados

- 4.2 Modelo WLC com 3 Trabalhadores (Acompanhamento Fim Linha e MODD)

WLC com 3 Trabalhadores - MODD

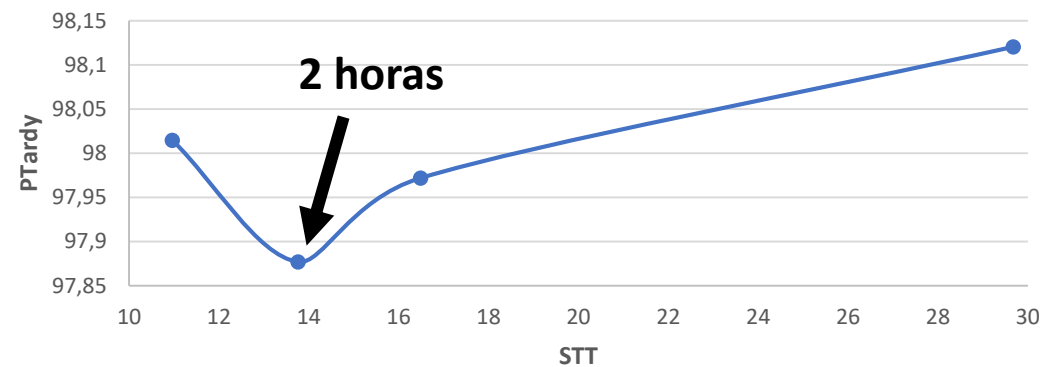


Gráfico 58: WLC com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - PTardy

WLC com 3 Trabalhadores - MODD

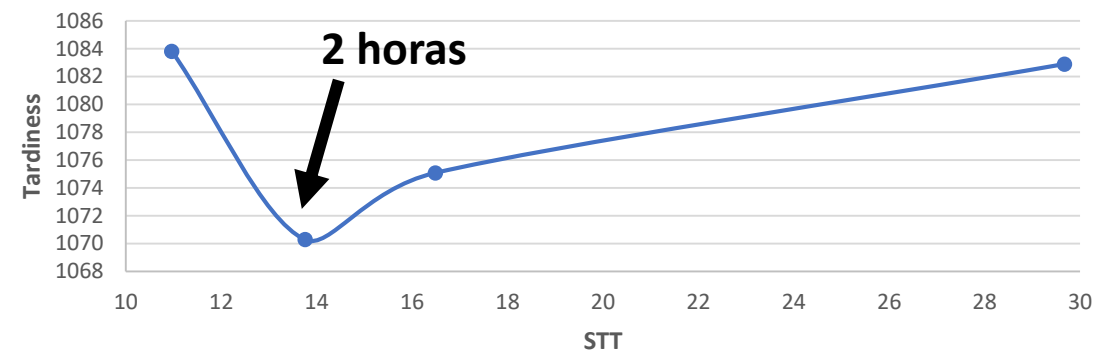


Gráfico 59: WLC com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - Tardiness

WLC com 3 Trabalhadores - MODD



Gráfico 60: WLC com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - TTT

WLC com 3 Trabalhadores - MODD

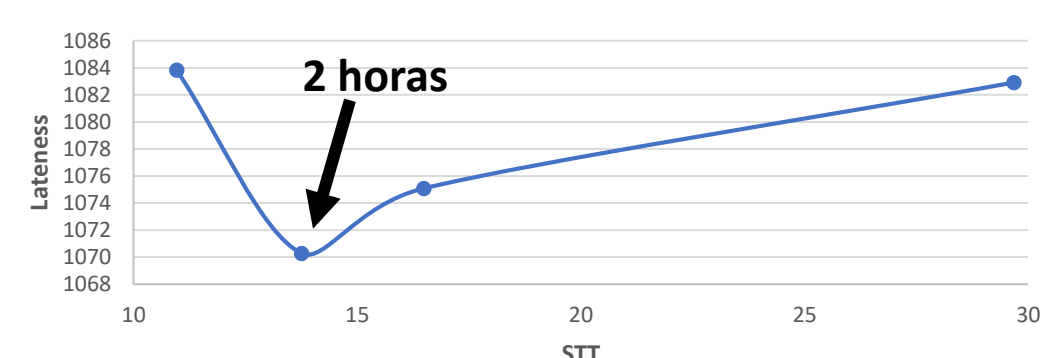


Gráfico 61: WLC com 3 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NCreated | NDestroyed | Worker |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|-----------|----------|----------|----------|------------|----------|
| 99,97 | 19,88 | 19,93 | 19,93 | 19,96 | 19,89 | 99,47 | 4474,70 | 11,59 | 4431,58 | 4431,58 | 99,77 | 4875,48 | 2151,26 | 57922,28 |

Resultados

- 4.2 Modelo GKS com 5 Trabalhadores (Acompanhamento Fim Linha e MODD)



Gráfico 62: WLC com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - PTardy

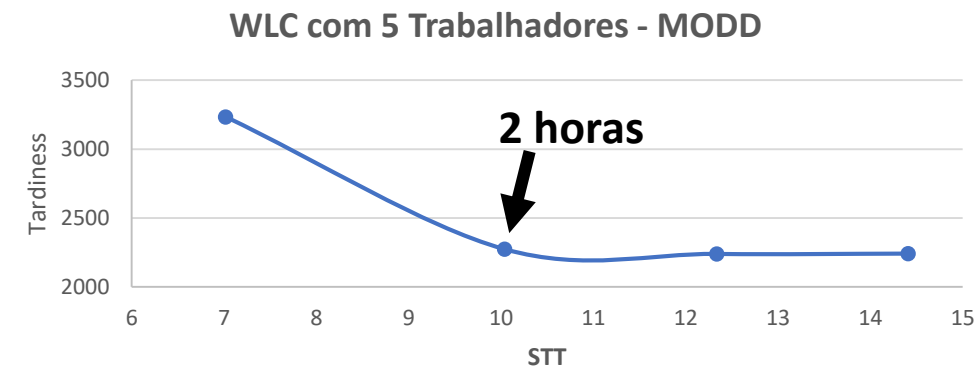


Gráfico 63: WLC com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - Tardiness



Gráfico 64: WLC com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - TTT

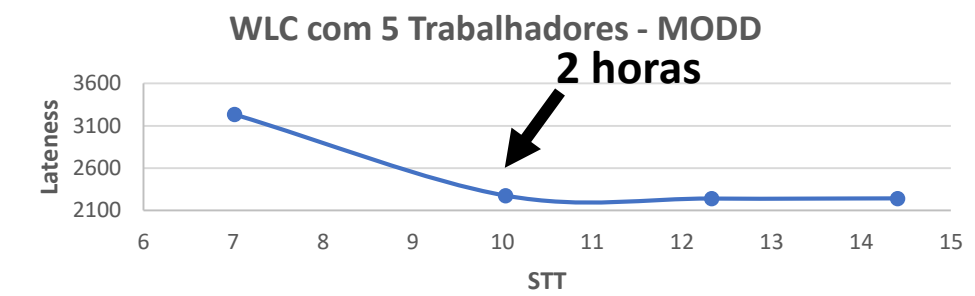


Gráfico 65: WLC com 5 Trabalhadores Acompanhamento Fim Linha MODD - Lateness

| UtM1 | UtM2 | UtM3 | UtM4 | UtM5 | UtM6 | Ptardy | TTT | STT | Tardiness | Lateness | UtWorker | NCreated | NDestroyed | Worker |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|-----------|----------|----------|----------|------------|----------|
| 90,32 | 53,08 | 53,03 | 53,03 | 52,93 | 53,03 | 99,11 | 2315,35 | 10,04 | 2274,87 | 2274,87 | 91,19 | 8 057,27 | 5 733,73 | 92916,87 |

WLC vs GKS

Análise por medidas de desempenho

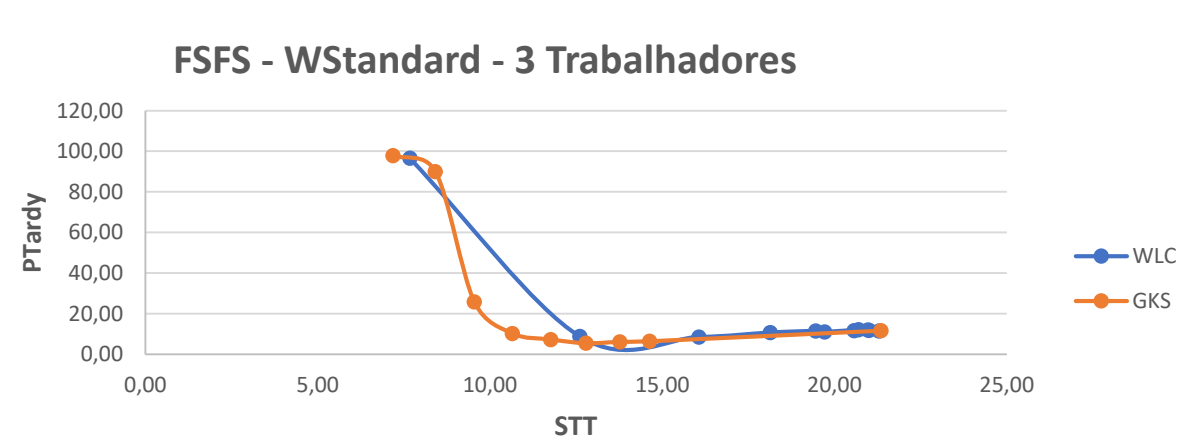


Gráfico 66: Análise FSFS WStandard 3 Trabalhadores - PTardy

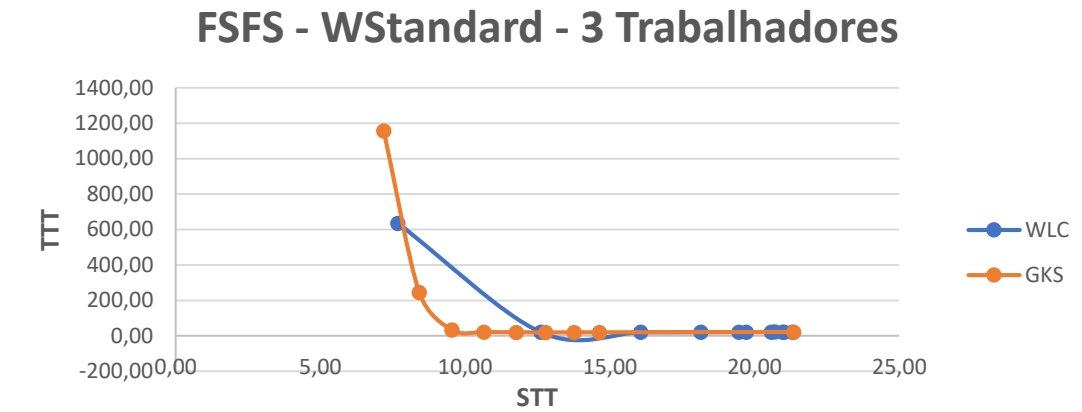


Gráfico 67: Análise FSFS WStandard 3 Trabalhadores- TTT

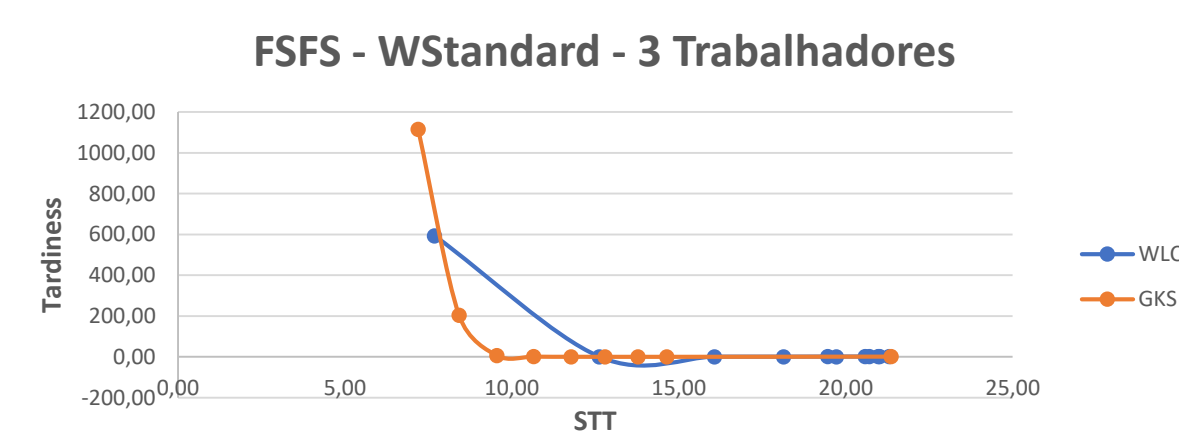


Gráfico 68: Análise FSFS WStandard 3 Trabalhadores- Tardiness

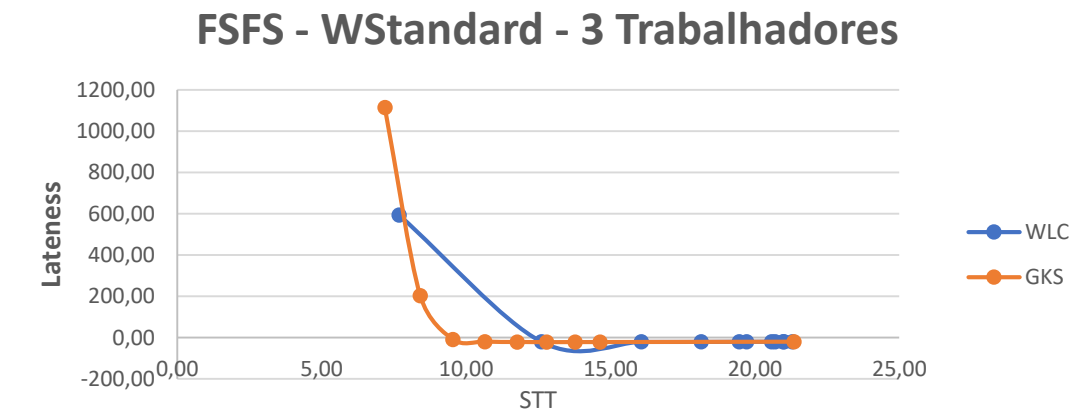


Gráfico 69: Análise FSFS WStandard 3 Trabalhadores - Lateness

Análise por medidas de desempenho

FSFS - WStandard - 5 Trabalhadores

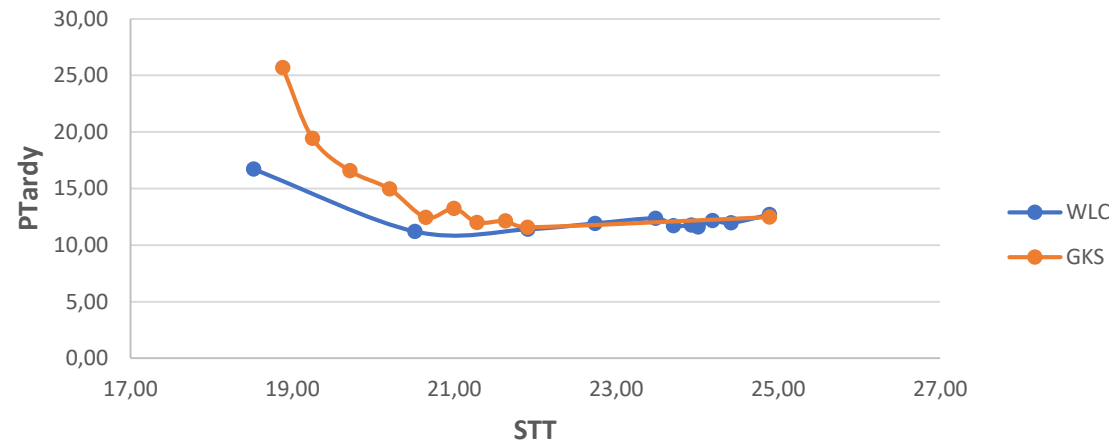


Gráfico 70: Análise FSFS WStandard 5 Trabalhadores- PTardy

FSFS - WStandard - 5 Trabalhadores

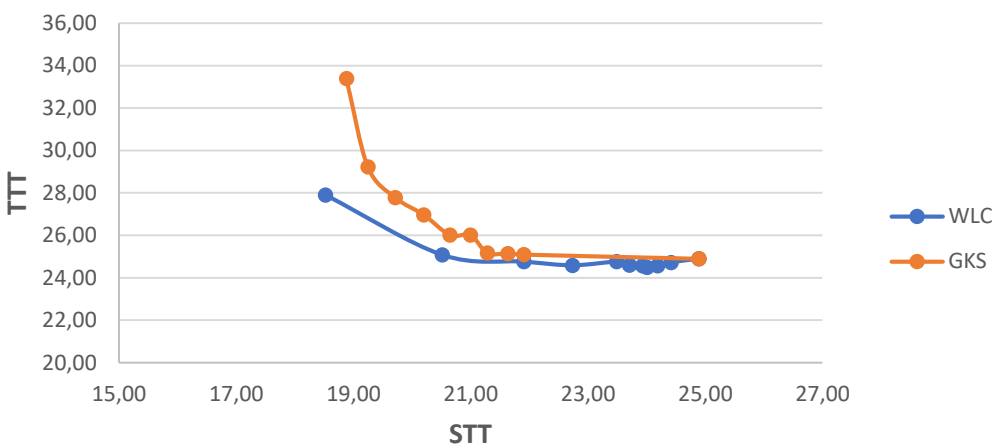


Gráfico 71: Análise FSFS WStandard 5 Trabalhadores- TTT

FSFS - WStandard - 5 Trabalhadores

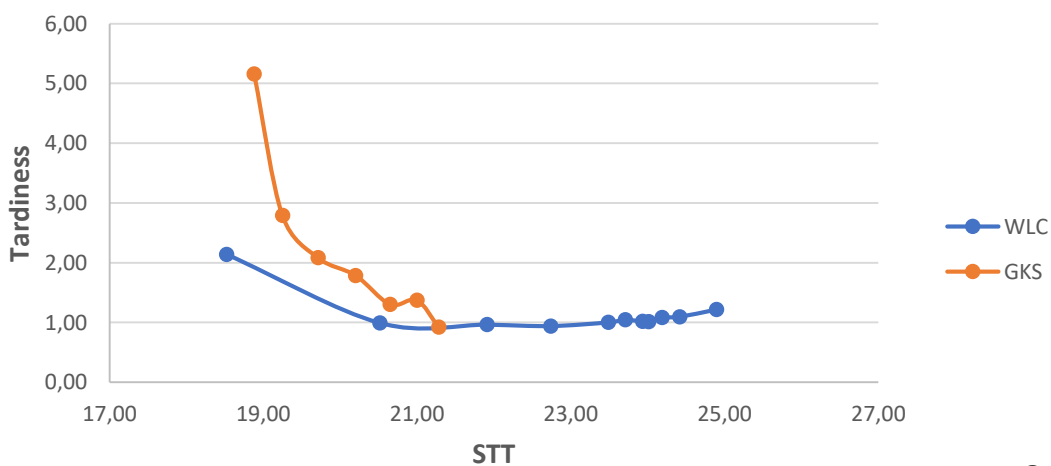


Gráfico 72: Análise FSFS WStandard 5 Trabalhadores- Tardiness

FSFS - WStandard - 5 Trabalhadores

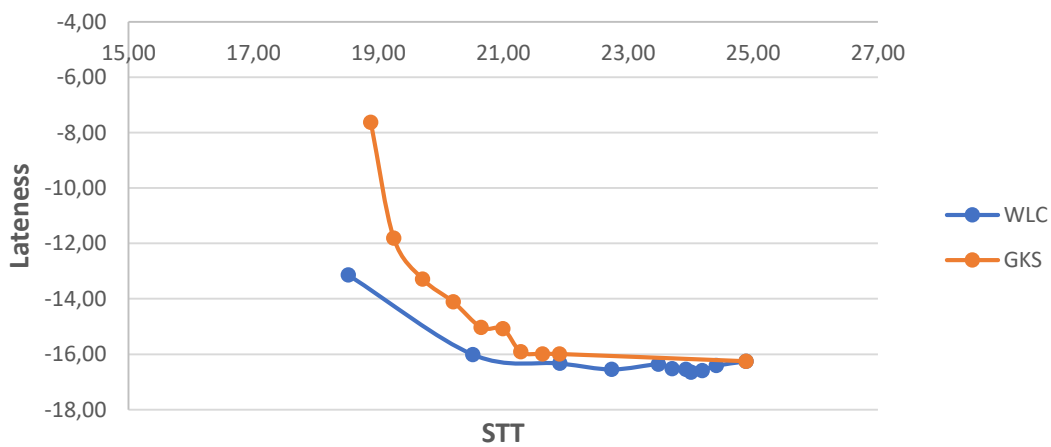


Gráfico 73: Análise FSFS WStandard 5 Trabalhadores- Lateness

Análise por medidas de desempenho

MODD - WStandard - 3 Trabalhadores

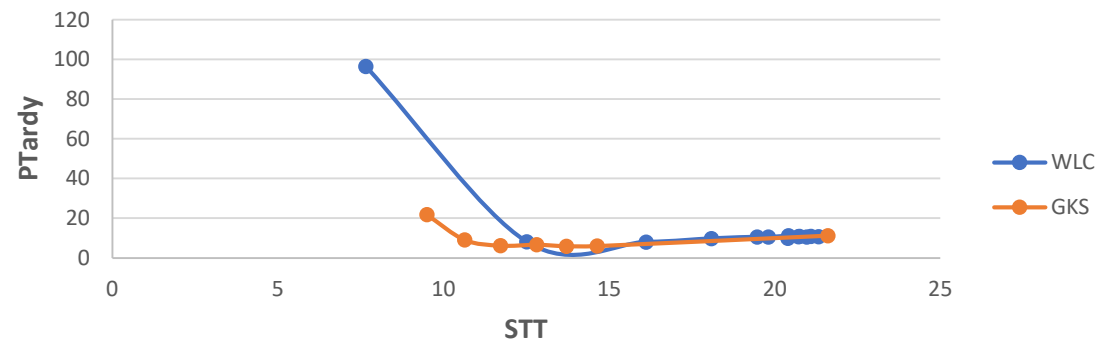


Gráfico 74: Análise MODD WStandard 3 Trabalhadores- PTardy

MODD - WStandard - 3 Trabalhadores

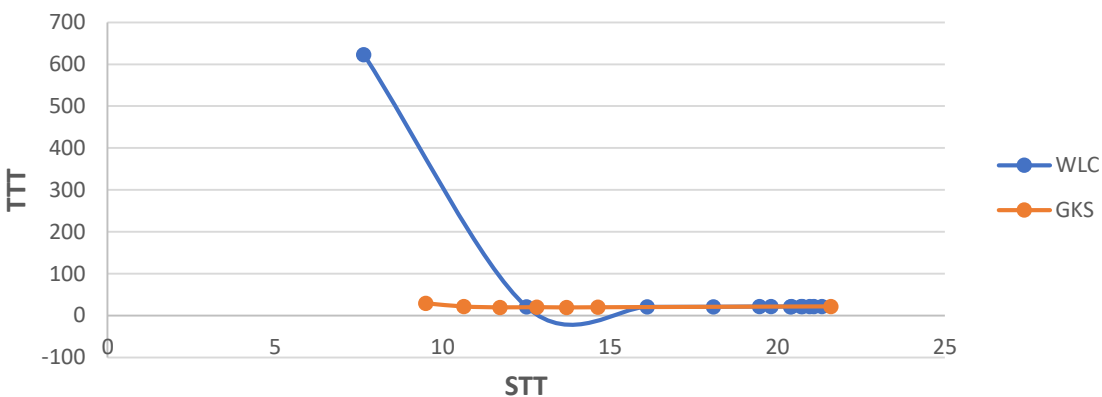


Gráfico 75: Análise MODD WStandard 3 Trabalhadores - TTT

MODD - WStandard - 3 Trabalhadores

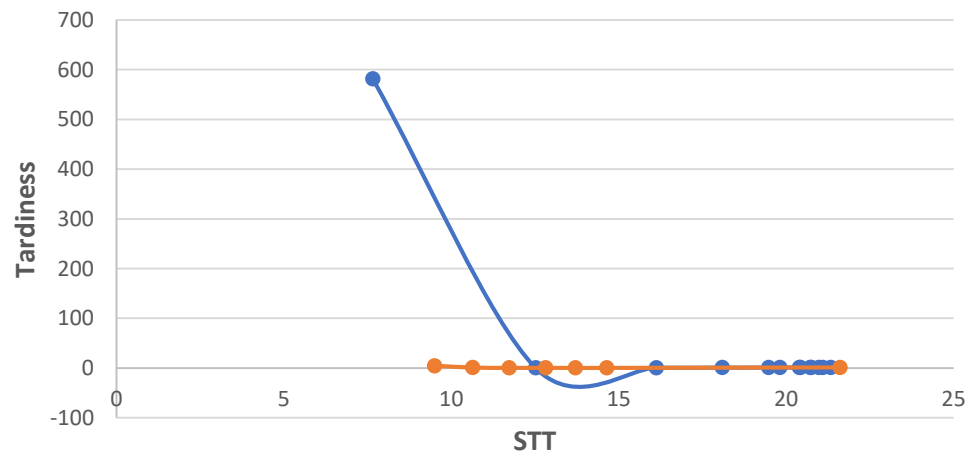


Gráfico 76: Análise MODD WStandard 3 Trabalhadores- Tardiness

MODD - WStandard - 3 Trabalhadores

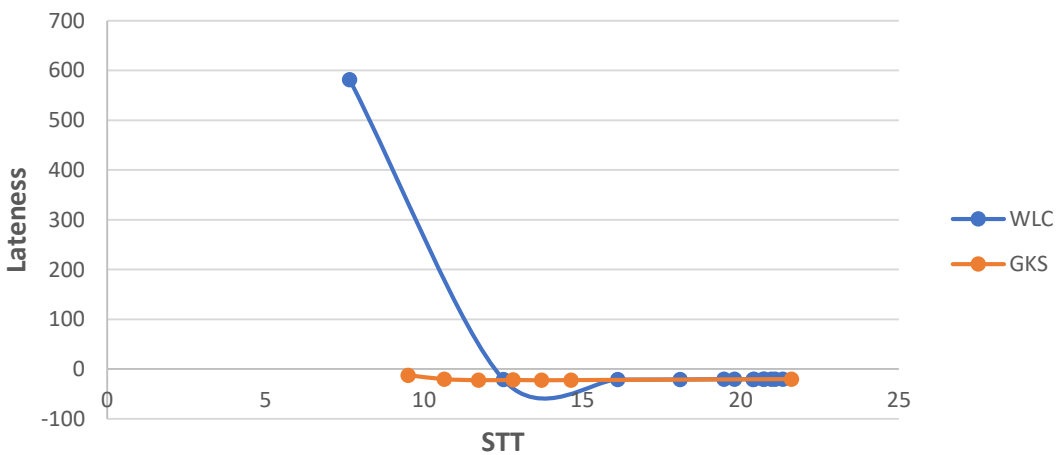


Gráfico 77: Análise MODD WStandard 3 Trabalhadores- Lateness

Análise por medidas de desempenho

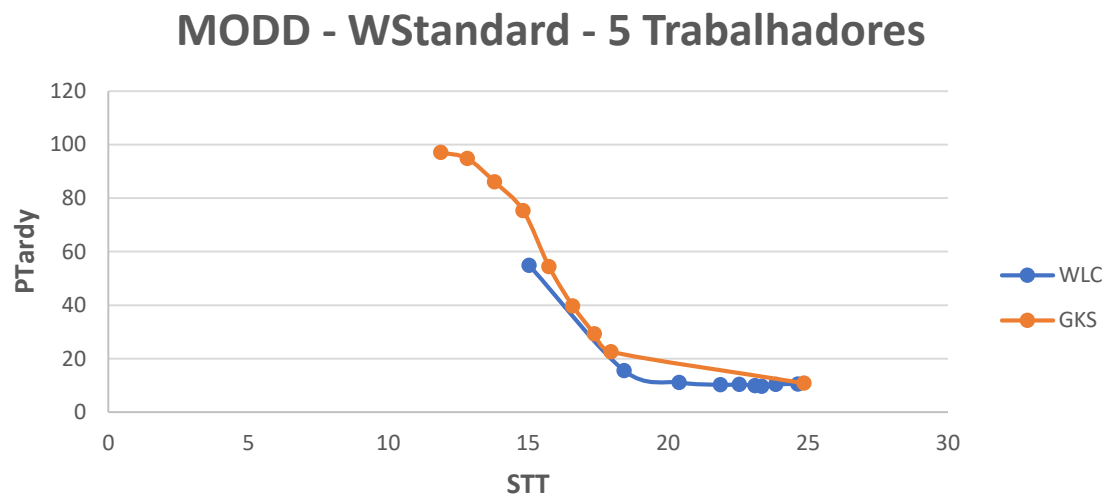


Gráfico 78: Análise MODD WStandard 5 Trabalhadores- PTardy

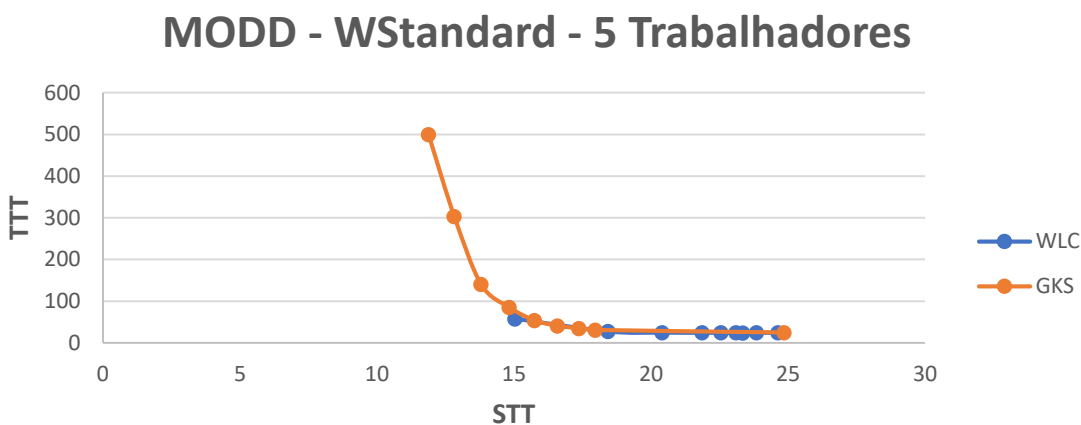


Gráfico 79: Análise MODD WStandard 5 Trabalhadores- TTT

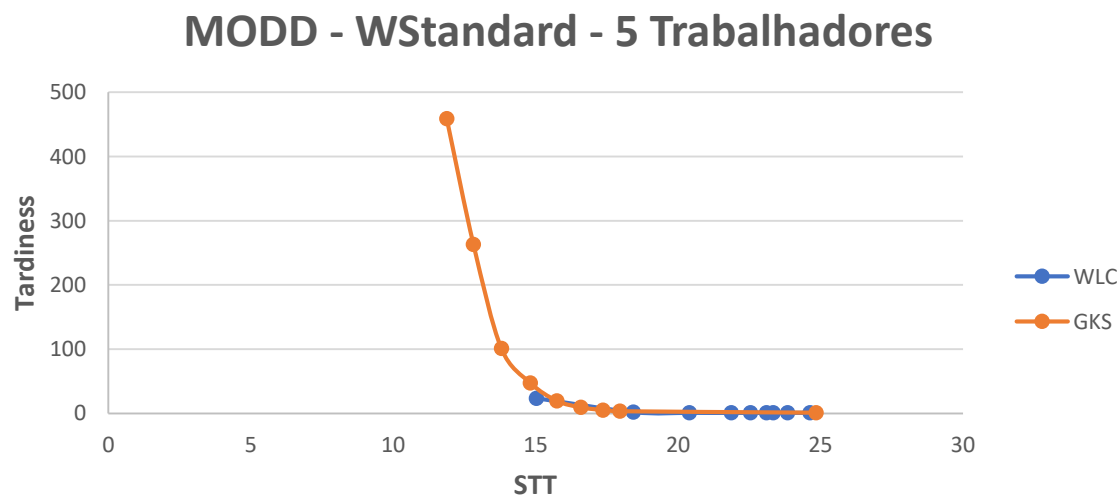


Gráfico 80: Análise MODD WStandard 5 Trabalhadores- Tardiness

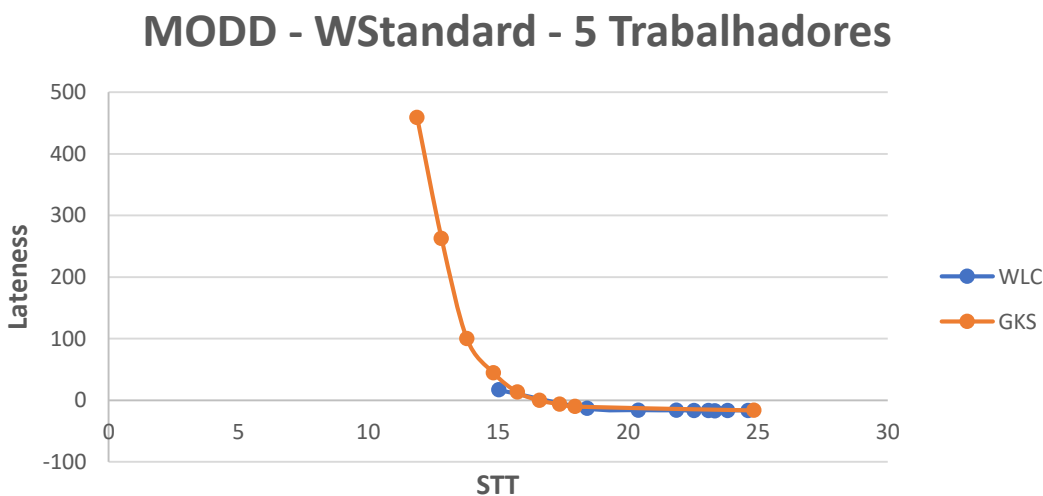


Gráfico 81: Análise MODD WStandard 5 Trabalhadores- Lateness

Análise por medidas de desempenho

MODD - WFimLinha - 3 Trabalhadores

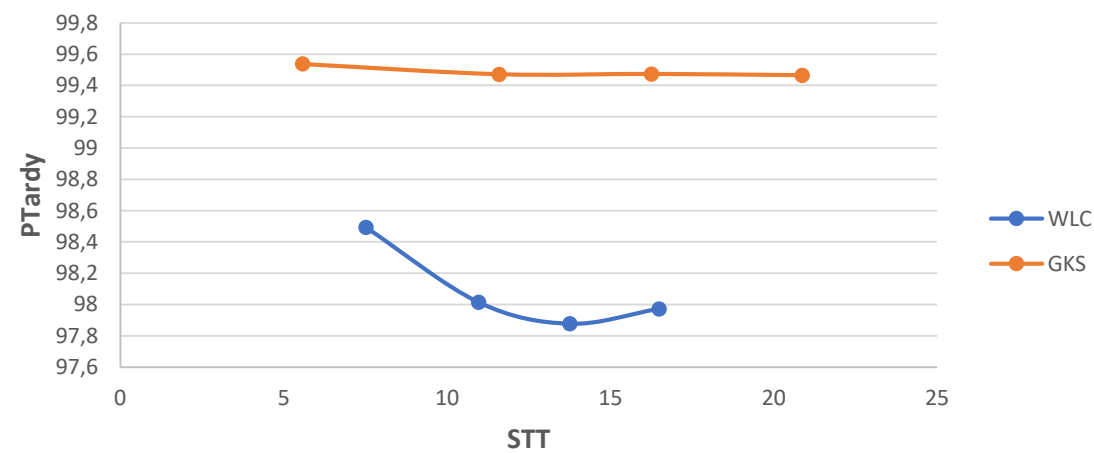


Gráfico 82: Análise MODD WFimLinha 3 Trabalhadores- PTardy

MODD - WFimLinha - 3 Trabalhadores

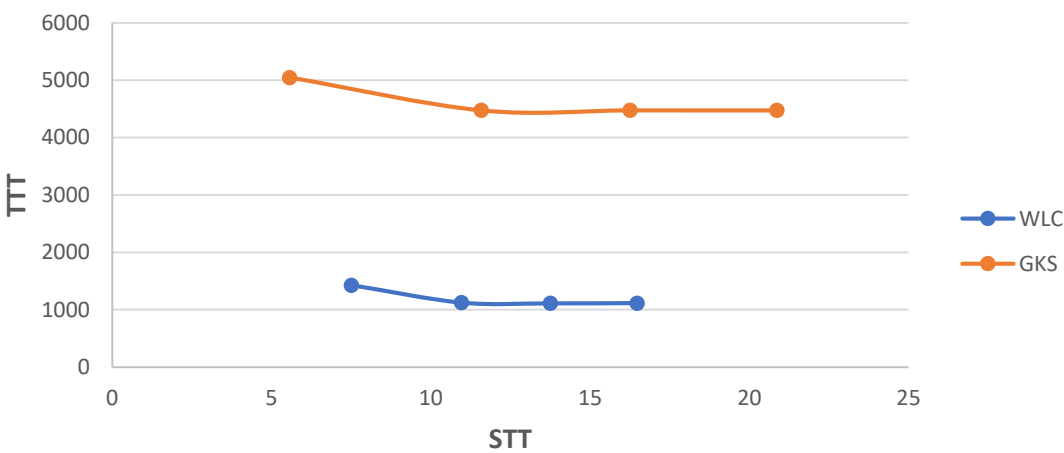


Gráfico 83: Análise MODD WFimLinha 3 Trabalhadores- TTT

MODD - WFimLinha - 3 Trabalhadores

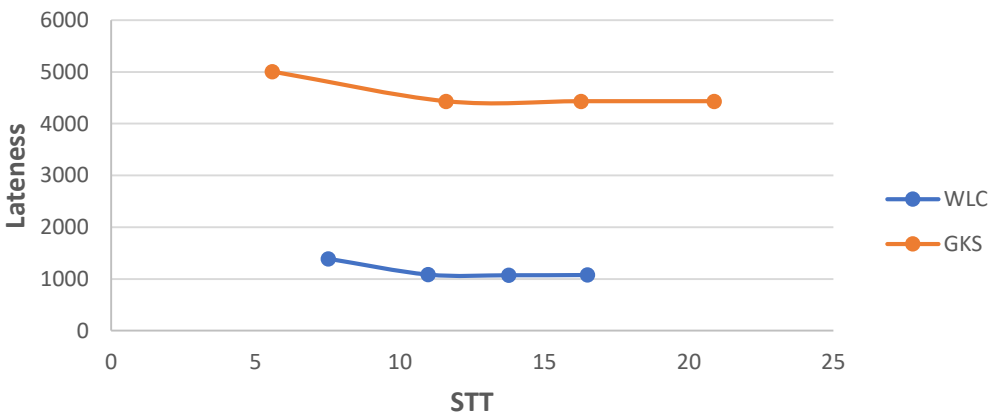


Gráfico 84: Análise MODD WFimLinha 3 Trabalhadores- Lateness

MODD - WFimLinha - 3 Trabalhadores

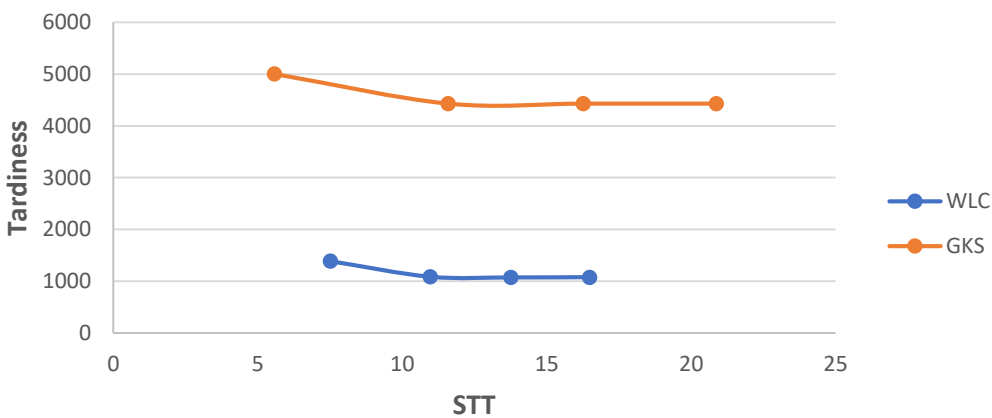


Gráfico 85: Análise MODD WFimLinha 3 Trabalhadores- Tardiness

Análise dos melhores cenários

Standard vs FimLinha

Worker
Conclusão Trabalhos

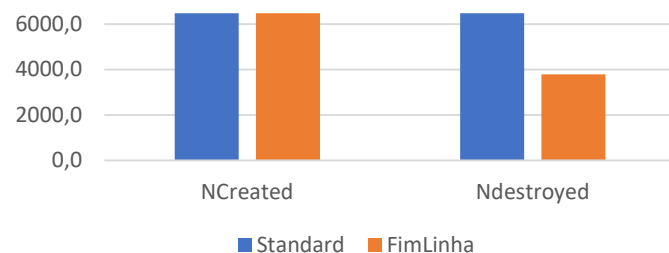


Gráfico 86: Conclusão de Trabalhos

Worker
Distância Percorrida

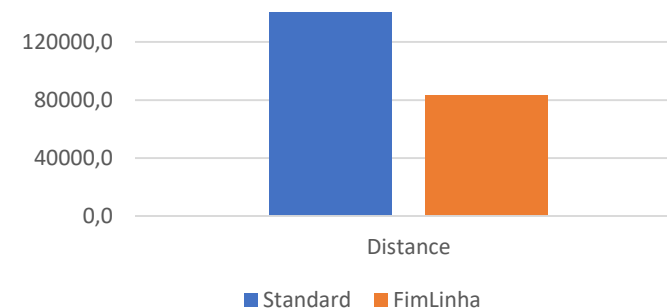


Gráfico 87: Distância Percorrida

Worker - PTardy

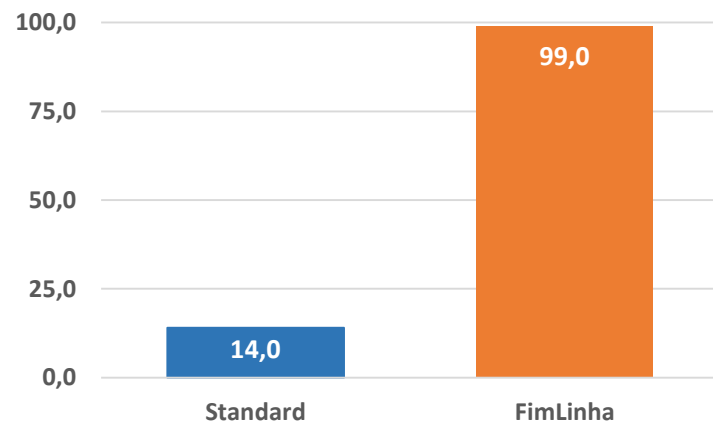


Gráfico 88: PTardy

Worker
Medidas Desempenho

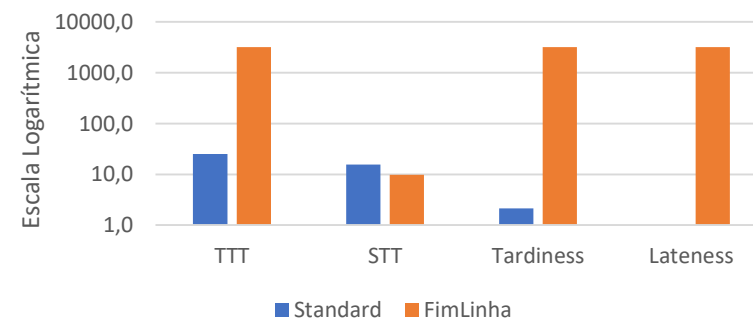


Gráfico 89: Medidas de Desempenho

Análise dos melhores cenários

Regra de despacho FSFS vs MODD

**Regra de Despacho
Atraso**

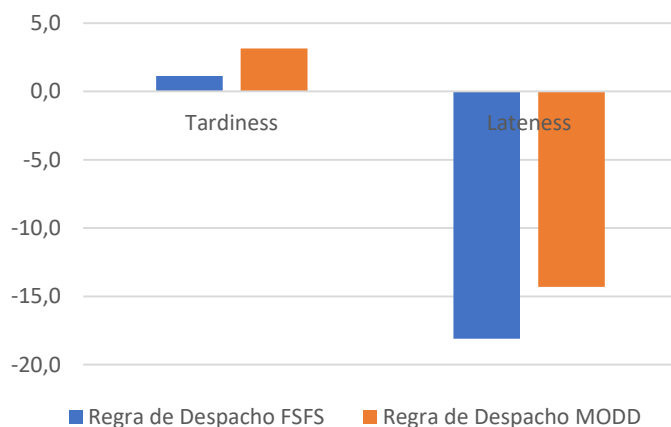


Gráfico 90: Regra Despacho - Atraso

**Regra de Despacho
Medidas de Desempenho**

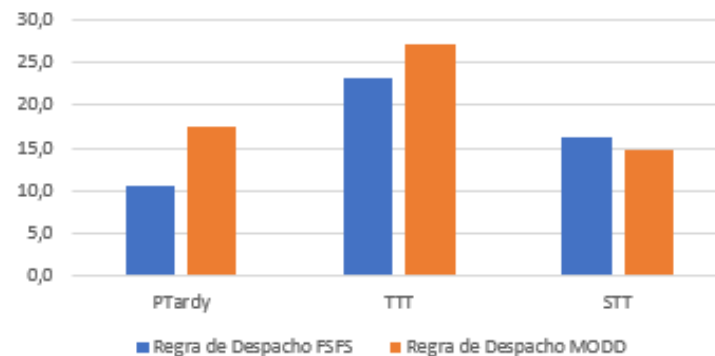


Gráfico 91: Regra Despacho – PTardy, TTT, STT

**Regra de Despacho
Conclusão Trabalhos**

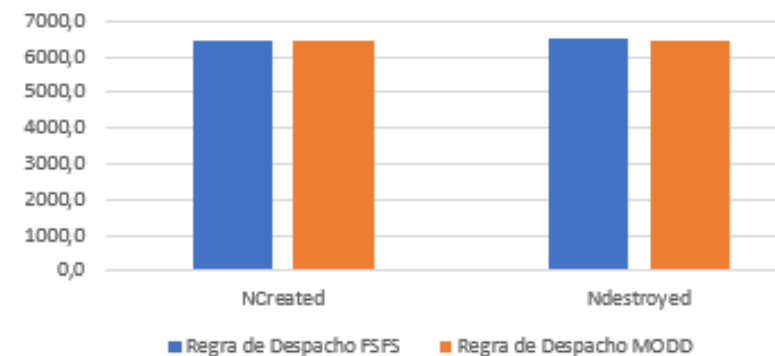


Gráfico 92: Regra Despacho – Entidades criadas e destruídas

Conclusões

- Com o worker standard, com 3 trabalhadores na linha de produção, o GKS apresentou resultados superiores ao WLC.
- Com o worker standard, com 5 trabalhadores na linha de produção, o WLC apresentou resultados superiores ao GKS.
- Em todos os cenários que utilizamos o acompanhamento fim de linha, o WLC apresentou resultados significativamente superiores ao GKS.
- O worker standard, apesar de percorrer maior distância que o Worker Fim de Linha, apresenta resultados consideravelmente melhores, em todas as medidas de desempenho, exceção feita ao STT que piora ligeiramente.
- A regra de despacho FSFS apresenta melhores resultados que o MODD, exceção feita à medida do STT.

Referências

- Chang, T.-M. and Yih, Y. (1994). Generic kanban systems for dynamic environments.
- Fernandes, N. O. and Carmo-Silva, S. (2011). Workload control under continuous order release. *International Journal of Production Economics*, 131:257–262.
- Mortágua, J. P. C. (2014). Estudo de mecanismos de controlo da atividade produtiva baseados em cartões na produção por encomenda.
- Stevenson*, M., Hendry, L., and †, B. K. (2005). A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make-to-order industry. *International Journal of Production Research*, 43(5):869–898.
- Varela, M. L. R. (2015). Controlo da Atividade de Produção. Publicação Interna do Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho



Universidade do Minho
Departamento Produção e Sistemas

Mestrado em Engenharia de Sistemas UC de Projeto Integrado I
1.º Ano 2.º Semestre;
Ano letivo 2018/2019

PROJETO INTEGRADO DE GESTÃO DA PRODUÇÃO - SIMULAÇÃO

Grupo V:

Márcia Costa A67672

Célia Figueiredo A67637

Ana Margarida Rolim PG38332

Daniel Sousa PG37112