



Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR
Coordenação do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação -
COCIC

Caio Miglioli, Caio Eduardo Theodoro, Alexandre Scrocaro

Simulação de Algoritmos de Escalonamento

Laboratório 04

RELATÓRIO

Campo Mourão, Paraná, Brasil

2021

1 INTRODUÇÃO

O escalonamento de processos é realizado por um algoritmo que visa tratar de forma eficiente e rápida os processos. O escalonador é responsável por decidir a ordem de execução dos processos prontos, ou seja, que escalona os processos. Vários critérios podem ser definidos para a avaliação dos escalonadores, os mais frequentes são: CPU utilization (uso do processador), waiting time (tempo de espera na lista de prontos), turnaround time (tempo total de execução do processo), response time (tempo entre uma requisição e seu início) e throughput (número de processos executados por unidade de tempo).

2 CONFIGURAÇÕES UTILIZADAS NO PROCEDIMENTO

2.1 Hardware:

Memória RAM: 8 GB

Processador: Intel® Core™ i5-7200U CPU @ 2.50GHz × 4

Sistema 64 bits

2.2 Distribuição:

Debian 10.9.0

Kernel compilado: Linux-5.12.12

Outros materiais:

VirtualBox-6.1.22-144080-Win

OS Sim (OS Concepts Simulator) - 1.1

JVM: 1.8 update 291

Planilhas google (versão online do excel)

3 Parte 1: Fazendo uso do simulador OS Sim, resolva os exercícios e elabore um relatório com as respostas.

3.1 Em que ordem os processos são colocados na fila de prontos para os seguintes algoritmos: FCFS, SJF (não preemptivo), SJF (preemptivo), prioridade (não preemptivo), prioridade (preemptivo), Round Robin (quantum = 1). Considere a configuração como multiprogramação (multiprogramming).

Solução:

Nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7 podem ser observadas, conforme suas legendas, as ordens que os processos assumem na fila de prontos em determinado algoritmo.

Process	Submission Time	Priority	Bursts (Duration and type)
P1	0	3	2 cpu + 2 io + 1 cpu + 1 io + 1 cpu
P2	0	5	5 cpu + 1 io + 1 cpu
P3	0	10	4 cpu + 2 io + 2 cpu
P4	0	8	4 cpu

Figura 1 – Processos que serão utilizados para o tópico 3.1

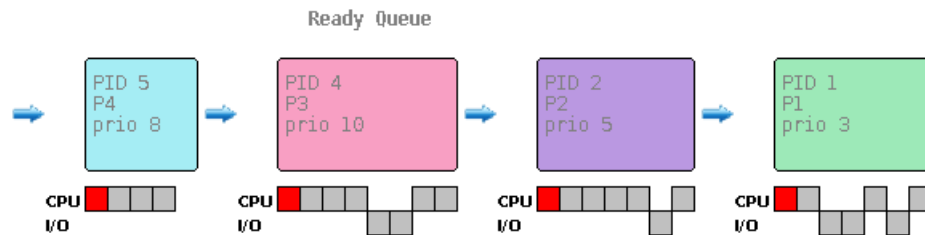


Figura 2 – Fila de prontos com o algoritmo FCFS

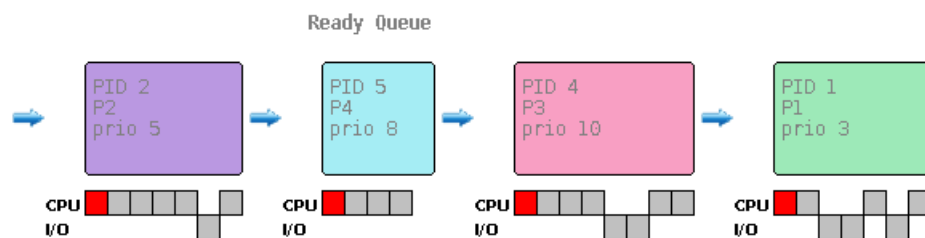


Figura 3 – Fila de prontos com o algoritmo SJF não preemptivo

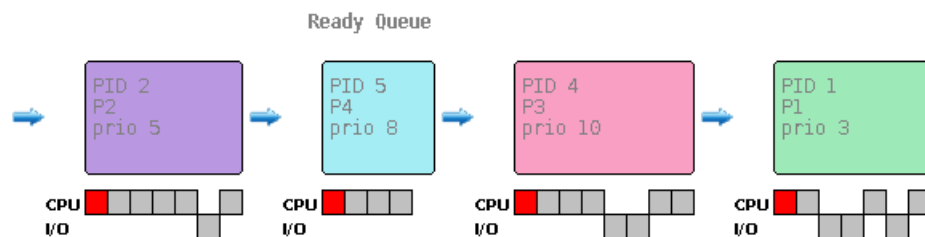


Figura 4 – Fila de prontos com o algoritmo SJF preemptivo

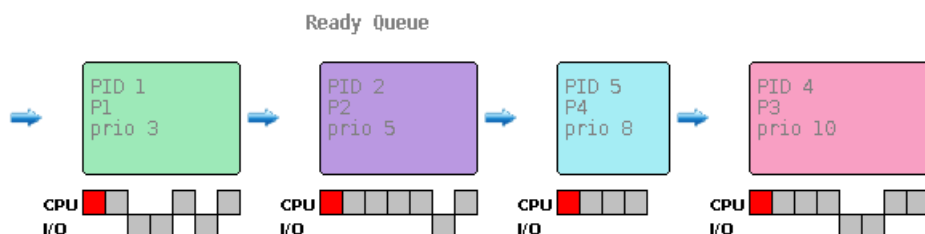


Figura 5 – Fila de prontos com o algoritmo Prioridade não preemptivo

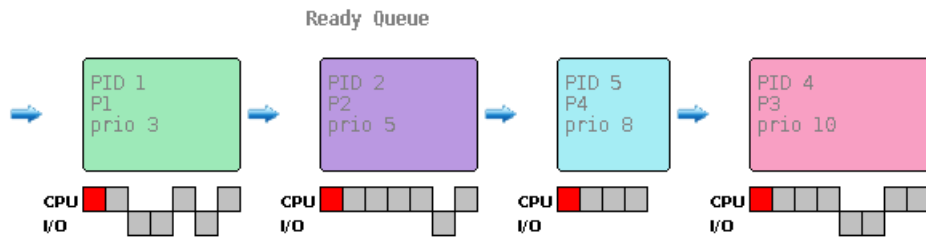


Figura 6 – Fila de prontos com o algoritmo Prioridade preemptivo

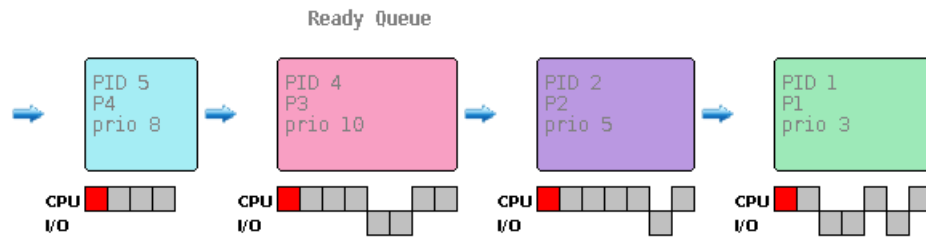


Figura 7 – Fila de prontos com o algoritmo Round Robin (quantum = 1)

3.2 Considerando o algoritmo FCFS e simulando no modo multiprogramação e monoprogramação, responda:

Process	Submission Time	Priority	Bursts (Duration and type)
P1	0	1	2 cpu + 2 io + 1 cpu + 1 io + 1 cpu
P2	0	1	5 cpu + 1 io + 1 cpu
P3	0	1	4 cpu + 2 io + 2 cpu
P4	0	1	4 cpu

Figura 8 – Processos que serão utilizados para o tópico 3.2

3.2.1 Item A: Desenhe o diagrama de Gantt para ambas as execuções.

Multi programado:

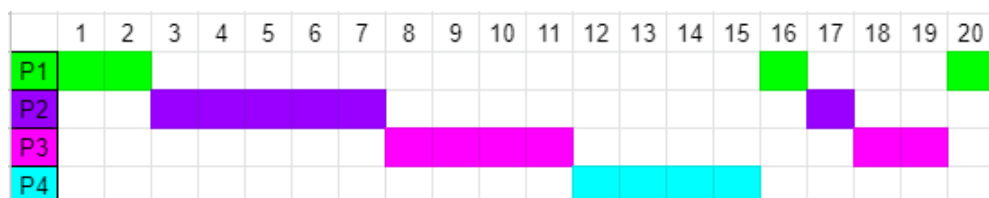


Figura 9 – Diagrama de Gantt - FCFS multiprogramado

Monoprogramado:



Figura 10 – Diagrama de Gantt - FCFS monoprogramado

3.2.2 Item B: Qual a eficiência do sistema em ambas as execuções?

No modo monoprogramado a eficiência foi de 77%, visto na Figura 11, enquanto no multiprogramado foi de 100%, observado na Figura 12, ou seja, o segundo fez uso da CPU da máquina de forma mais eficiente.

Efficiency (%)	0,77
Throughput (processes/time unit)	0,15
Avg. Turnaround Time (time)	17,2
Avg. Waiting Time (time)	10,7
Avg. Response Time (time)	10,7

PID	Name	Priority	Submissi...	Periodic	CPU	Response	Waiting	Turnarou...	% CPU	% IO
1	P1	1	0	-	4	0	0	7	1.0	0.42857...
2	P2	1	0	-	6	7	7	14	0.46153...	0.14285...
4	P3	1	0	-	6	14	14	22	0.3	0.25
5	P4	1	0	-	4	22	22	26	0.15384...	0.0

Figura 11 – Estatísticas FCFS monoprogramado

Efficiency (%)	1,00
Throughput (processes/time unit)	0,20
Avg. Turnaround Time (time)	17,7
Avg. Waiting Time (time)	11,2
Avg. Response Time (time)	5,00

PID	Name	Priority	Submissi...	Periodic	CPU	Response	Waiting	Turnarou...	% CPU	% IO
5	P4	1	0	-	4	11	11	15	0.26666...	0.0
2	P2	1	0	-	6	2	10	17	0.375	0.14285...
4	P3	1	0	-	6	7	11	19	0.35294...	0.25
1	P1	1	0	-	4	0	13	20	0.23529...	0.42857...

Figura 12 – Estatísticas FCFS multiprogramado

3.2.3 Item C: Indique e discuta a média do tempo de espera para ambas as execuções.

No modo multiprogramado o tempo de espera foi de $(13+10+11+11)/4 = 11,2$ (Figura 12). Enquanto no modo monoprogramado foi $(0+7+14+22)/4 = 10,7$ (Figura 11).

Com a informação supracitada, podemos dizer que o modo monoprogramado minimizou de forma mais eficiente o tempo de espera para o exemplo em questão, logo seus processos progredem mais rapidamente.

3.2.4 Item D: Considerando a monoprogramação, quais parâmetros foram melhores considerando o desempenho geral e quais foram melhores considerando o desempenho individual dos processos.

Analisando as Figuras 11 e 12, podemos dizer que o FCFS monoprogramado obteve melhores resultados de desempenho geral se tratando do tempo médio de execução dos processos, assim como no tempo médio de espera.

Já em aspectos individuais dos processos, a comparação pode ser observada na figura 13.

	Response	Waiting	Turnaround	% CPU
P1	=	✓	✓	✓
P2	✗	✓	✓	✓
P3	✗	✗	✗	✗
P4	✗	✗	✗	✗

Legenda:	
✓	Melhor
=	Igual
✗	Pior

Figura 13 – Desempenho individual monoprogramado dos processos em comparação ao multiprogramado

3.3 Considerando o algoritmo de prioridades e simulando como preemptivo e não preemptivo, responda

3.3.1 Item A: Faça o diagrama de Gantt para ambas as simulações.

Preemptivo:

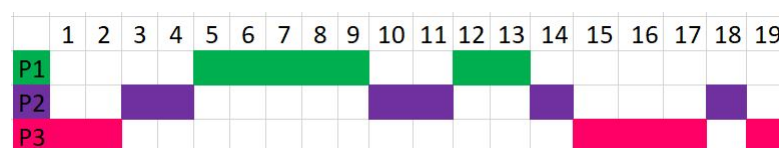


Figura 14 – Gantt preemptivo

Não-preemptivo:

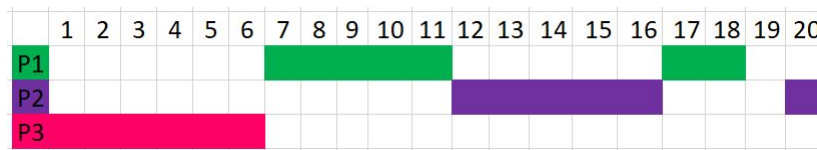


Figura 15 – Gantt não-preemptivo

3.3.2 Item B: Tempo de resposta, tempo de espera e tempo de duração para P1, P2 e P3 (preemptivos) e P1, P2 e P3 (não preemptivo).

Preemptivo:

Efficiency (%)	1,00
Throughput (processes/time unit)	0,16
Avg. Turnaround Time (time)	14,67
Avg. Waiting Time (time)	6,67
Avg. Response Time (time)	0,00

PID	Name	Priority	Submission	Periodic	CPU	Response	Waiting	Turnaround	% CPU	% IO
30	P1	7	4	-	7	0	0	9	1.0	0.2222222...
31	P2	5	2	-	6	0	7	16	0.4615384...	0.3333333...
32	P3	3	0	-	6	0	13	19	0.3157894...	0.0

Figura 16 – Preemptivo

Não-preemptivo:

Efficiency (%)	0,95
Throughput (processes/time unit)	0,15
Avg. Turnaround Time (time)	12,67
Avg. Waiting Time (time)	4,67
Avg. Response Time (time)	3,67

PID	Name	Priority	Submission	Periodic	CPU	Response	Waiting	Turnaround	% CPU	% IO
32	P3	3	0	-	6	0	0	6	1.0	0.0
30	P1	7	4	-	7	2	5	14	0.5833333...	0.2222222...
31	P2	5	2	-	6	9	9	18	0.4	0.3333333...

Figura 17 – Não-preemptivo

3.3.3 Item C: Indique as diferenças entre o desempenho geral e individual dos processos considerando os escalonamento preemptivos e não preemptivos.

Percebe-se que o processo não-preemptivo obteve uma eficiência menor que a do preemptivo, por perder um ciclo em ócio no clock 19. Também, porém, se percebe que o tempo médio de espera dos processos não-preemptivos menor. Em contra-partida, o tempo de resposta preemptivo é nulo. O desempenho geral portanto favorece o preemptivo, por se adequar melhor as operações de I/O do exercício.

O desempenho individual dos processos no modelo não-preemptivo favoreceu a chegada juntamente com a prioridade na primeira operação de I/O, sendo assim P3 e P1 foram beneficiados, tendo P3 como primeiro a finalizar. No caso do preemptivo, assim que o processo de maior prioridade chegou logo foi tido como prioridade, resultando em P1 sendo o primeiro a finalizar. O fator de chegada também favoreceu o paralelismo de preempção, pois percebe-se variações maiores de processos com a CPU no grafico de gantt do modelo preemptivo.

3.4 Faça a simulação para os algoritmos: FCFS, SJF (não preemptivo), SJF (preemptivo), prioridade (não preemptivo), prioridade (preemptivo), Round Robin (quantum = 2) e responda:

3.4.1 Item A: Preencha a tabela para cada algoritmo e gere um gráfico comparando o desempenho médio de cada algoritmo:

Nas figuras 18, 19 e 20, temos os resultados da simulação dos algoritmos de escalonamento FCFS, SJF, Prioridade e Round Robin, estes resultados nos levaram ao comparativo da figura 21, no qual podemos inferir vantagens e desvantagens sobre tais algoritmos.

Algorithm: FCFS					Algorithm: Round Robin (Quantum = 2)				
Efficiency	1,00				Efficiency	1,00			
Throughput	0,21				Throughput	0,21			
Avg Duration	13,7				Avg Duration	12,7			
Avg Waiting Time	7,25				Avg Waiting Time	6,25			
Avg Response Time	2,25				Avg Response Time	1			
Process	Response Time	Wait Time	Duration Time	%CPU	Process	Response Time	Wait Time	Duration Time	%CPU
P1	0	12	17	0.2	P1	0	3	8	0.5
P2	1	5	12	0.54545	P2	1	10	17	0.375
P3	2	6	16	0.5	P3	1	6	16	0.5
P4	6	6	10	0.4	P4	2	6	10	0.4

Figura 18 – Tabela de desempenho dos algoritmos FCFS e Round Robin com Quantum = 2.

É importante salientar que as diferenças vistas na figura 21 não indicam necessariamente quais algoritmos são melhores que os outros, pois diferentes sistemas demandam diferentes características do algoritmo utilizado. Por exemplo, os algoritmos Prioridade e Round-Robin são mais recomendados para sistemas interativos (onde o usuário inicia processos), pois seu tempo médio de resposta é menor.

Algorithm: SJF Não-Preemptivo					Algorithm: SJF Preemptivo				
Efficiency	1,00				Efficiency	1,00			
Throughput	0,21				Throughput	0,21			
Avg Duration	11,0				Avg Duration	10,5			
Avg Waiting Time	4,5				Avg Waiting Time	4,00			
Avg Response Time	3,5				Avg Response Time	3,50			
Process	Response Time	Wait Time	Duration Time	%CPU	Process	Response Time	Wait Time	Duration Time	%CPU
P1	0	4	9	0.42857	P1	0	1	6	0.75
P2	1	1	8	0.85714	P2	1	2	9	0.75
P3	6	6	16	0.5	P3	6	6	16	0.5
P4	7	7	11	0.36363	P4	7	7	11	0.36363

Figura 19 – Tabela de desempenho dos algoritmos SJF e SJF Preemptivo.

Algorithm: Prioridade Não-Preemptivo					Algorithm: Prioridade Preemptivo				
Efficiency	1,00				Efficiency	0,95			
Throughput	0,21				Throughput	0,20			
Avg Duration	13,5				Avg Duration	11,5			
Avg Waiting Time	7,00				Avg Waiting Time	5,00			
Avg Response Time	1,25				Avg Response Time	0,75			
Process	Response Time	Wait Time	Duration Time	%CPU	Process	Response Time	Wait Time	Duration Time	%CPU
P1	0	11	16	0.21428	P1	0	3	8	0.5
P2	1	12	19	0.33333	P2	1	13	20	0.31578
P3	1	2	12	0.75	P3	0	0	10	1.0
P4	3	3	7	0.57142	P4	2	4	8	0.5

Figura 20 – Tabela de desempenho dos algoritmos Prioridade e Prioridade Preemptivo.

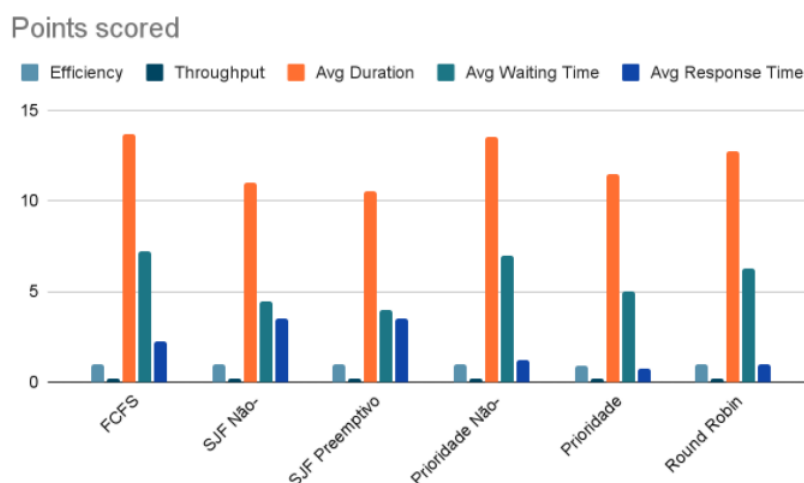


Figura 21 – Comparativo de Performance entre os Algoritmos FCFS, SJF, Prioridade e Round Robin.

3.4.2 Item B: Indicar as diferenças entre o desempenho individual dos processos de acordo com os diferentes escalonamentos:

Nas figuras 23, 24 , 25 e 26, temos o desempenho individual dos processos estipulados na figura 22 nas simulações dos algoritmos de escalonamento FCFS, SJF, Prioridade e Round Robin.

Process	Submission Time	Priority	Bursts (Duration and type)
P1	0	4	1 cpu + 1 io + 1 cpu + 1 io + 1 cpu
P2	0	2	3 cpu + 1 io + 3 cpu
P3	3	6	4 cpu + 4 io + 2 cpu
P4	6	3	4 cpu

Figura 22 – Definição dos processos utilizados nos testes.

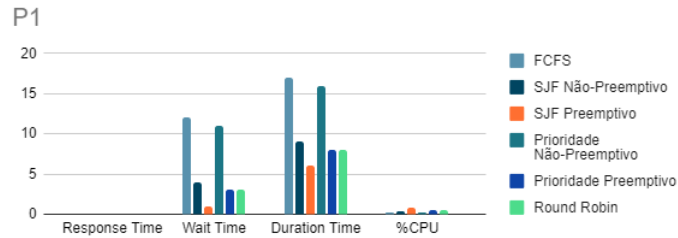


Figura 23 – Tabela de desempenho do processo P1.

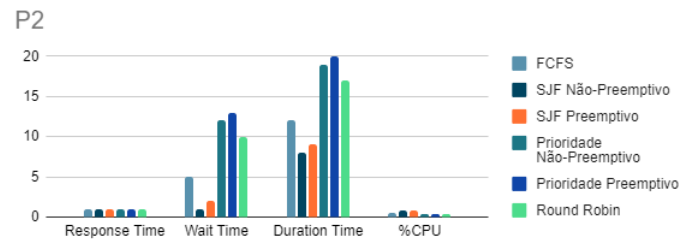


Figura 24 – Tabela de desempenho do processo P2.

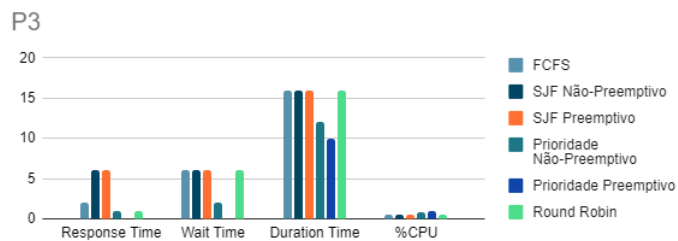


Figura 25 – Tabela de desempenho do processo P3.

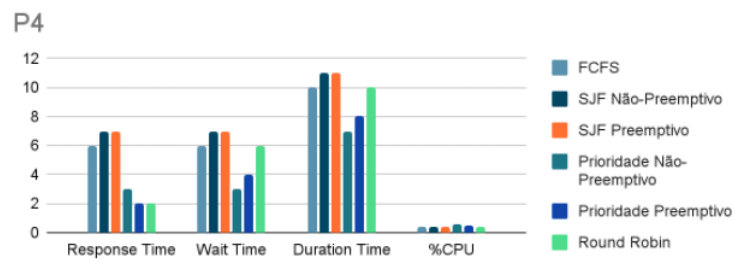


Figura 26 – Tabela de desempenho do processo P4.

É interessante notar que, independente dos níveis de prioridade, todos os processos obtiveram um tempo de resposta muito menor nos algoritmos de Prioridade e Round-Robin, algo que é fundamental em sistemas operacionais interativos.

4 Parte 2:

Considere um escalonador de curto prazo com duas filas: Fila A (processos TI) e Fila B (processos Alunos). O algoritmo entre as filas é de fatia de tempo. De cada 11 unidades de tempo de CPU, 7 são para a Fila A e 4 para a B. Em ambas filas é usado o algoritmo RR com quantum 2. Mostre a ordem de execução considerando a ordem da tabela (crescente pelo id do processo). Se um processo for preemptado por acabar a fatia de tempo da fila, ele deve retornar ao início da fila. Ao ganhar a CPU novamente, processará somente o restante do quantum não consumido anteriormente. (Não é possível usar o simulador neste exercício).

Fila	Processo	Duração
A	P1	6
A	P2	5
A	P3	7
B	P4	3
B	P5	8
B	P6	4

Figura 27 – Processos e tempo de execução.

Unidades de Tempo (Quantum)									
1	p1	p2	p3	p1	p4	p5			11
12	p1	p2	p3	p1	p6	p4	p5		22
23	p2	p3	p3	-	-	-	p5	p6	33
34	-	-	-	-	-	-	p5	p5	44

Figura 28 – Tabela de distribuição entre filas e processos.

Seguindo a tabela da figura 28, que mostra a distribuição entre as filas A (vermelha) e B (verde) e os processos P1, P2, P3, P4, P5 e P6, onde cada espaço representa um quantum e os espaços com o valor vazio (-) são ignorados pelo algoritmo, temos a seguinte ordem de execução:

P1, P2, P3, P1, P4, P5, P1, P2, P3, P1, P6, P4, P5, P2, P3, P3, P5, P6, P5, P5 e P5.

5 CONCLUSÃO

Nessa atividade nós realizamos simulações de algoritmos de escalonamento, com isso podemos verificar como o escalonamento é realizado na prática, como os algoritmos se comportam diante de especificações predefinidas pelo professor, além de conseguir visualizar qual seria o melhor algoritmo para cada problema. Desse modo, nos familiarizamos ainda mais com o escalonamento de processos.