

RELATÓRIO: SIMULADOR DE PAGINAÇÃO

ALUNOS: Bruno Germanetti Ramalho, Camila Nunes Carniel, Gabriel Erick Mendes, Mateus Teles Magalhães, Miguel Coratolo Simões Piñeiro.

ORIENTADOR: Lucas Cerqueira Figueiredo

UNIDADE ACADÊMICA: Faculdade de Computação e Informática

DISCIPLINA: Sistemas Operacionais

1. Introdução (atualização da literatura)

A paginação é uma técnica essencial no gerenciamento de memória dos sistemas operacionais, permitindo alocação não contígua da memória física e, assim, eliminação da fragmentação externa e compartilhamento eficiente de recursos entre processos. Simplificadamente, a paginação atua quando a memória disponível é insuficiente e **o sistema precisa escolher quais páginas manter na memória e quais substituir**, utilizando algoritmos específicos para isso.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo desenvolver um algoritmo que simule o processo de paginação de memória, incluindo a tradução de endereços virtuais em físicos, a alocação de páginas e a aplicação de diferentes algoritmos de substituição de páginas.

2. Descrição da Implementação

A implementação desse algoritmo se deu através de uma arquitetura modular, com componentes e nomenclatura bem definidos e baseados no real processo de paginação de um sistema operacional.

Primeiramente, foi criada a estrutura central denominada **Simulador** (`simulador.c` e `simulador.h`), que encapsula os principais elementos do processo: a memória física (`memoria.c` e `memoria.h`) e a lista de processos (`processo.c` e `processo.h`). O simulador é responsável por coordenar os ciclos de execução, criar processos aleatórios, gerar acessos à memória e contabilizar estatísticas relevantes como o número de *page faults* e sua porcentagem.

Cada processo criado contém uma tabela de páginas (`tabela-pagina.c` e `tabela-pagina.h`), que mantém o controle sobre suas páginas virtuais. Cada página armazena informações de si mesmo como se está presente na memória, em qual frame ela está, se foi modificada e qual foi o seu último acesso — informações utilizadas posteriormente para implementação dos algoritmos de substituição.

A memória física foi implementada como um vetor de frames. A cada acesso, o simulador verifica se a página está carregada na memória e, se estiver presente, o tempo de acesso é atualizado e não ocorre falha de página. Se não estiver presente, é gerado um *page fault*, e o algoritmo de substituição é chamado.

Os algoritmos de substituição podem ser trocados conforme o desejo do usuário, variando entre FIFO (*First In First Out*), LRU (*Least Recent Used*), *Clock* e *Random*. Embora cada um esteja encapsulado em funções próprias, todos seguem uma estrutura comum: identificar a página candidata à remoção com base em critérios como tempo de acesso ou bits de referência, desalocar o frame e realocar a nova página.

Ao final de cada ciclo de simulação, o estado da memória é demonstrado na tela em forma de tabela, permitindo uma análise passo a passo do comportamento do sistema.

2.1. Principais Estruturas

As principais estruturas desse projeto são:

- a) **Simulador:** Responsável por coordenar e armazenar o estado geral de toda a simulação. Contém a memória física e a lista de processos além de definir o algoritmo de substituição de páginas a ser usado.
- b) **Memória:** Representa a memória física composta por um vetor de frames, controla a alocação, desatribuição e mapeamento de páginas.
- c) **Processo:** Simula um processo do sistema, contendo *pid*, tamanho total e número de páginas.
- d) **Tabela de Páginas:** Controla o estado das páginas virtuais de um processo.

2.2. Algoritmos implementados

Os principais algoritmos implementados são:

- e) **algoritmosSubstituicao**: contém a implementação dos algoritmos de substituição FIFO, LRU, Clock e Random.
- f) **memoria_alocar_frame/ memoria_alocar_frame_livre/ removerFrame**: alocação e liberação de frames da memória física.
- g) **loopSimulador**: controla o fluxo temporal, simulando acessos aleatórios e aplicando os algoritmos conforme a escolha do usuário.

2.3. Decisões do Projeto e Limitações da Implementação

A implementação do projeto seguiu uma abordagem clara de **modularização**, onde cada componente — processos, memória, tabelas de páginas e simulador — foi desenvolvido em módulos distintos com responsabilidades bem definidas. Essa estrutura facilitou a organização do código e compreensão do processo de paginação como um todo. Por outro lado, essa modularização cria módulos acoplados, com dependência direta de funções que dificultavam a sua implementação.

3. Análise Comparativa dos Algoritmos

Inicia-se uma simulação utilizando uma página X de tamanho Y com algoritmos de substituição do tipo FIFO, LRU, *clock* e *random*:

Algoritmo FIFO
Menu Principal: 1. Criar nova simulação 2. Sair do programa Digite sua opção: 1 Iniciando nova simulação... ===== SIMULADOR DE PAGINAÇÃO ===== Digite o tamanho da página em bytes: 4096 Digite o tamanho da memória física em bytes: 16384 Digite o tempo total do sistema (em ciclos): 4

Digite o número total de processos: 3

Processo 0: Digite o tamanho do processo em bytes: 16000

Processo 1: Digite o tamanho do processo em bytes: 16000

Processo 2: Digite o tamanho do processo em bytes: 16000

Selecione o algoritmo de substituição:

1-FIFO

2-LRU

3-CLOCK

4-RANDOM

Número do Algoritmo: 1

===== CONFIGURAÇÃO DA SIMULAÇÃO =====

Tamanho da página: 4096 bytes (4 KB)

Tamanho da memória física: 16384 bytes (16 KB)

Número de frames: 4

Algoritmo de substituição: FIFO

Simulador criado com sucesso!

Tempo t=0: [PAGE FAULT] Página 0 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=0: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 0 do Processo 1 no Frame 0!

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	-1	-1
---	----	----

2	-1	-1
---	----	----

3	-1	-1
---	----	----

Tempo t=1: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 0 não está na memória física!

Tempo t=1: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 3 do Processo 0 no Frame 1!

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	0	3
---	---	---

2	-1	-1
---	----	----

3	-1	-1
---	----	----

Tempo t=2: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=2: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 3 do Processo 2 no Frame 2!

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	0	3
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	-1	-1
---	----	----

Tempo t=3: [PAGE HIT] Endereço virtual (P1): 492 -> Página: 0 -> Frame: 0 -> Endereço físico: 492

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	0	3
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	-1	-1
---	----	----

===== ESTATÍSTICAS DA SIMULAÇÃO =====

Total de acessos à memória: 4

Total de page faults: 3

Taxa de page fault: 75.00%

Algoritmo LRU

Menu Principal:

1. Criar nova simulação

2. Sair do programa

Digite sua opção: 1

Iniciando nova simulação...

===== SIMULADOR DE PAGINAÇÃO =====

Digite o tamanho da página em bytes: 4096

Digite o tamanho da memória física em bytes: 16384

Digite o tempo total do sistema (em ciclos): 20

Digite o número total de processos: 3

Processo 0: Digite o tamanho do processo em bytes: 16000

Processo 1: Digite o tamanho do processo em bytes: 16000

Processo 2: Digite o tamanho do processo em bytes: 16000

Selecione o algoritmo de substituição:

1-FIFO

2-LRU

3-CLOCK

4-RANDOM

Número do Algoritmo: 2

===== CONFIGURAÇÃO DA SIMULAÇÃO =====

Tamanho da página: 4096 bytes (4 KB)

Tamanho da memória física: 16384 bytes (16 KB)

Número de frames: 4

Algoritmo de substituição: LRU

Simulador criado com sucesso!

Tempo t=0: [PAGE FAULT] Página 0 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=0: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 0 do Processo 1 no Frame 0!

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	-1	-1
---	----	----

2	-1	-1
---	----	----

3	-1	-1
---	----	----

Tempo t=1: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 0 não está na memória física!

Tempo t=1: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 3 do Processo 0 no Frame 1!

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	0	3
---	---	---

2	-1	-1
---	----	----

3	-1	-1
---	----	----

Tempo t=2: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=2: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 3 do Processo 2 no Frame 2!

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	0	3
2	2	3
3	-1	-1

Tempo t=3: [PAGE HIT] Endereço virtual (P1): 492 -> Página: 0 -> Frame: 0 -> Endereço físico: 492

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
0	1	0
1	0	3
2	2	3
3	-1	-1

Tempo t=4: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 0 não está na memória física!

Tempo t=4: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 2 do Processo 0 no Frame 3!

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
0	1	0
1	0	3
2	2	3
3	0	2

Tempo t=5: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=5: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
0	1	0
1	2	2

2	2	3
---	---	---

3	0	2
---	---	---

Tempo t=6: [PAGE FAULT] Página 1 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=6: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	2	1
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	0	2
---	---	---

Tempo t=7: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=7: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	2	2
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	0	2
---	---	---

Tempo t=8: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 0 não está na memória física!

Tempo t=8: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	0	3
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	0	2
---	---	---

Tempo t=9: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=9: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	1	3
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	0	2
---	---	---

Tempo t=10: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=10: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	2	2
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	0	2
---	---	---

Tempo t=11: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 0 não está na memória física!

Tempo t=11: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	0	3
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	0	2
---	---	---

Tempo t=12: [PAGE HIT] Endereço virtual (P2): 13530 -> Página: 3 -> Frame: 2 -> Endereço físico: 9434

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
1	0	3
2	2	3
3	0	2

Tempo t=13: [PAGE FAULT] Página 0 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=13: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
0	1	0
1	2	0
2	2	3
3	0	2

Tempo t=14: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=14: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
0	1	0
1	1	3
2	2	3
3	0	2

Tempo t=15: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=15: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
0	1	0
1	2	2
2	2	3
3	0	2

Tempo t=16: [PAGE HIT] Endereço virtual (P0): 11058 -> Página: 2 -> Frame: 3 -> Endereço físico: 15154

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	2	2
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	0	2
---	---	---

Tempo t=17: [PAGE HIT] Endereço virtual (P2): 10167 -> Página: 2 -> Frame: 1 -> Endereço físico: 6071

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	2	2
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	0	2
---	---	---

Tempo t=18: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=18: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	2
---	---	---

1	2	2
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	0	2
---	---	---

Tempo t=19: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=19: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	3
---	---	---

1	2	2
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	0	2
---	---	---

===== ESTATÍSTICAS DA SIMULAÇÃO =====

Total de acessos à memória: 20

Total de page faults: 16

Taxa de page fault: 80.00%

Menu Principal:

1. Criar nova simulação

2. Sair do programa

Digite sua opção: 2

Encerrando o programa...

Algoritmo Clock

Menu Principal:

1. Criar nova simulação

2. Sair do programa

Digite sua opção: 1

Iniciando nova simulação...

===== *SIMULADOR DE PAGINAÇÃO* =====

Digite o tamanho da página em bytes: 4096

Digite o tamanho da memória física em bytes: 16384

Digite o tempo total do sistema (em ciclos): 20

Digite o número total de processos: 3

Processo 0: Digite o tamanho do processo em bytes: 16384

Processo 1: Digite o tamanho do processo em bytes: 16384

Processo 2: Digite o tamanho do processo em bytes: 16384

Selecione o algoritmo de substituição:

1-FIFO

2-LRU

3-CLOCK

4-RANDOM

Número do Algoritmo: 3

===== *CONFIGURAÇÃO DA SIMULAÇÃO* =====

Tamanho da página: 4096 bytes (4 KB)

Tamanho da memória física: 16384 bytes (16 KB)

Número de frames: 4

Algoritmo de substituição: CLOCK

Simulador criado com sucesso!

Tempo t=0: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=0: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 2 do Processo 1 no Frame 0!

Estado atual da memória física:

Frame PID Página

0 1 2

1 -1 -1

2 -1 -1

3 -1 -1

Tempo t=1: [PAGE FAULT] Página 0 do processo 0 não está na memória física!

Tempo t=1: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 0 do Processo 0 no Frame 1!

Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	1	2
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	-1	-1
---	----	----

3	-1	-1
---	----	----

Tempo t=2: [PAGE FAULT] Página 1 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=2: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 1 do Processo 2 no Frame 2!

Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	1	2
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	1
---	---	---

3	-1	-1
---	----	----

Tempo t=3: [PAGE FAULT] Página 1 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=3: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 1 do Processo 1 no Frame 3!

Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	1	2
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	1
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo $t=4$: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 0 não está na memória física!

Tempo $t=4$: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	0	3
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	1
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo $t=5$: [PAGE HIT] Endereço virtual (P2): 6059 -> Página: 1 -> Frame: 2 -> Endereço físico: 10155

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	0	3
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	1
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo $t=6$: [PAGE HIT] Endereço virtual (P2): 7931 -> Página: 1 -> Frame: 2 -> Endereço físico: 12027

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	0	3
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	1
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo t=7: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=7: Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	2	2
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	1
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo t=8: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 0 não está na memória física!

Tempo t=8: Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	0	2
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	1
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo t=9: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=9: Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	1	2
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	1
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo t=10: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=10: Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	2	2
---	---	---

1	0	0
2	2	1
3	1	1

Tempo $t=11$: [PAGE HIT] Endereço virtual (P0): 909 -> Página: 0 -> Frame: 1 -> Endereço físico: 5005

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
0	2	2
1	0	0
2	2	1
3	1	1

Tempo $t=12$: [PAGE HIT] Endereço virtual (P2): 9562 -> Página: 2 -> Frame: 0 -> Endereço físico: 1370

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
0	2	2
1	0	0
2	2	1
3	1	1

Tempo $t=13$: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 2 não está na memória física!

Tempo $t=13$: Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
0	2	2
1	0	0

2	2	3
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo t=14: [PAGE HIT] Endereço virtual (P1): 6047 -> Página: 1 -> Frame: 3 -> Endereço físico: 14239

Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	2	2
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo t=15: [PAGE FAULT] Página 0 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=15: Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	2	0
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo t=16: [PAGE FAULT] Página 1 do processo 0 não está na memória física!

Tempo t=16: Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	0	1
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo t=17: [PAGE FAULT] Página 1 do processo 2 não está na memória física!

Tempo t=17: Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	2	1
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo t=18: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=18: Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	1	2
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	1	1
---	---	---

Tempo t=19: [PAGE HIT] Endereço virtual (P1): 6490 -> Página: 1 -> Frame: 3 -> Endereço físico: 14682

Estado atual da memória física:

<i>Frame</i>	<i>PID</i>	<i>Página</i>
--------------	------------	---------------

0	1	2
---	---	---

1	0	0
---	---	---

2	2	3
---	---	---

3	1	1
---	---	---

===== ESTATÍSTICAS DA SIMULAÇÃO =====

Total de acessos à memória: 20

Total de page faults: 14

Taxa de page fault: 70.00%

Algoritmo Random

Menu Principal:

1. Criar nova simulação

2. Sair do programa

Digite sua opção: 1

Iniciando nova simulação...

===== SIMULADOR DE PAGINAÇÃO =====

Digite o tamanho da página em bytes: 4096

Digite o tamanho da memória física em bytes: 16384

Digite o tempo total do sistema (em ciclos): 4

Digite o número total de processos: 3

Processo 0: Digite o tamanho do processo em bytes: 16000

Processo 1: Digite o tamanho do processo em bytes: 16000

Processo 2: Digite o tamanho do processo em bytes: 16000

Selecione o algoritmo de substituição:

1-FIFO

2-LRU

3-CLOCK

4-RANDOM

Número do Algoritmo: 4

===== CONFIGURAÇÃO DA SIMULAÇÃO =====

Tamanho da página: 4096 bytes (4 KB)

Tamanho da memória física: 16384 bytes (16 KB)

Número de frames: 4

Algoritmo de substituição: RANDOM

Simulador criado com sucesso!

Tempo t=0: [PAGE FAULT] Página 0 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=0: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 0 do Processo 1 no Frame 0!

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	-1	-1
---	----	----

2	-1	-1
---	----	----

3	-1	-1
---	----	----

Tempo t=1: [PAGE HIT] Endereço virtual (P1): 3793 -> Página: 0 -> Frame: 0 -> Endereço físico: 3793

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	-1	-1
---	----	----

2	-1	-1
---	----	----

3	-1	-1
---	----	----

Tempo t=2: [PAGE FAULT] Página 3 do processo 1 não está na memória física!

Tempo t=2: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 3 do Processo 1 no Frame 1!

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	1	3
---	---	---

2	-1	-1
---	----	----

3	-1	-1
---	----	----

Tempo t=3: [PAGE FAULT] Página 2 do processo 0 não está na memória física!

Tempo t=3: [ALOCANDO PAGINA] Carregando Página 2 do Processo 0 no Frame 2!

Estado atual da memória física:

Frame	PID	Página
-------	-----	--------

0	1	0
---	---	---

1	1	3
---	---	---

2	0	2
---	---	---

3	-1	-1
---	----	----

===== ESTATÍSTICAS DA SIMULAÇÃO =====

Total de acessos à memória: 4

Total de page faults: 3

Taxa de page fault: 75.00%

4. Conclusões

O projeto desenvolvido foi de suma importância para o grupo já que permitiu uma compreensão aprofundada sobre o processo de paginação que ocorre em sistemas operacionais. Apesar das limitações identificadas - como a ausência de simulação de swap para disco e a falta de distinção entre leituras e escritas - o simulador implementado oferece uma base sólida para compreensão e experimentação dos mecanismos de gerenciamento de memória. Um exemplo relevante foi o uso do **Valgrind**, que auxiliou na detecção de vazamentos de memória e erros de acesso durante o desenvolvimento.

5. Referências

ChatGPT - LRU to Clock Algorithm. Disponível em: <<https://chatgpt.com/share/68391363-b1f4-8011-9743-49db146b781a>>. Acesso em: 30 maio. 2025.