

# VM Simulator: Uma proposta de simulador para apoiar o ensino e a aprendizagem de Gerência de Memória Virtual

Tiago Davi Neves de Sousa<sup>1</sup>, Cleyton Caetano de Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática – Universidade Federal da Paraíba  
(DI-UFPB) João Pessoa, PB – Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Sistemas e Computação – Universidade Federal de Campina Grande  
(DSC-UFCG) Campina Grande, PB – Brasil

tiagodvneves@yahoo.com, cleyton.caetano.souza@gmail.com

**Abstract.** *This paper presents the VM Simulator, a simulator to assist in the teaching and learning of virtual memory management. The importance of this research is because this content is generally taught theoretically in classrooms and the lack of simulators that address this content in a complete and satisfactory way. With the VM Simulator, is intended to show the operation of the principal components of this type of management in a visual and dynamic way.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta o VM Simulator, um simulador para apoiar o ensino e a aprendizagem de gerência de memória virtual. A importância do trabalho se deve ao fato desse conteúdo ser geralmente lecionado de forma excessivamente teórica em salas de aula e da falta de simuladores educacionais relacionados que abordem esse conteúdo de forma completa e satisfatória. Com o VM Simulator, pretende-se mostrar o funcionamento dos principais componentes desse tipo de gerência de forma visual e dinâmica.*

## 1. Introdução

Compreender o conteúdo da disciplina de Sistemas Operacionais não é uma tarefa trivial, além de possuir diversos assuntos complexos e correlacionados, geralmente os conceitos são abordados de forma mais teórica [Maziero 2000]. Ou seja, há uma dificuldade evidente dos professores em transmitir aos alunos o conteúdo de SO de forma adequada.

Uma das formas de facilitar a assimilação desse conteúdo é por meio de simuladores [Machado e Maia 2004]. A simulação permite que os alunos visualizem os conceitos abordados em salas de aula e em materiais didáticos por meio de modelos conceituais simplificados. Os simuladores de SO incluem interações que ocorrem com os diversos componentes de cada módulo gerenciado por um SO. Com isso, ao interagir e observar as simulações, os alunos compreendem melhor os aspectos dinâmicos do funcionamento desses módulos.

Usualmente, os trabalhos que apresentam simuladores acadêmicos para as disciplinas de SO concentram-se nos quatro principais temas da disciplina: Sistemas de Arquivos, Gerência de Entrada e Saída, Gerência de Processos e Gerência de Memória [Maziero2000]. Entretanto, esses assuntos possuem subdivisões que nem sempre são cobertas totalmente por essas ferramentas. Um exemplo é a Gerência de Memória

Virtual, que é organizada como subtópico de Gerência de Memória e que geralmente não é abordada nesses simuladores.

Nesse contexto, este trabalho apresenta a proposta do VM Simulator, um simulador educacional que é específico para o conteúdo de Gerência de Memória Virtual. Esse simulador possui o diferencial de apresentar os conceitos desse tipo de gerência de forma detalhada, incluindo o funcionamento de todos os algoritmos de substituição de páginas abordados em [Machado e Maia 2007] e a tradução de endereços virtuais de memória em endereços reais, apresentando a função dos principais componentes da gerência de memória virtual.

## 2. Trabalhos relacionados

O uso de simuladores para apoiar o ensino de SO é uma prática que vem se tornando cada vez mais comum ao longo dos anos. Esse foi um dos motivos que contribuíram para a grande quantidade de trabalhos sobre esse tema.

Dentre os simuladores que tratam da gerência de memória, merece destaque o trabalho TBC-SO/Web [Reis e Costa 2009], um simulador para o ensino/aprendizagem de escalonamento de processos e alocação de memória. Por meio desse simulador, é possível visualizar a execução de 5 algoritmos diferentes relacionados a gerência de memória. Entretanto o TBC-SO/Web não trata da gerência de memória virtual.

Outro simulador bastante conhecido é o SOSim [Machado e Maia 2004], que tem como proposta simular o escalonamento, a gerência de processos e a gerência de memória virtual por paginação. O SOSim foi concebido para funcionar nos sistemas da plataforma *Windows*. A restrição pela plataforma *Windows*, impossibilita que alunos e professores utilizem essa ferramenta em laboratórios que não oferecem suporte a tal plataforma, fato este comum em laboratórios de instituições públicas<sup>1</sup>.

De forma geral, esses simuladores são os que mais se aproximam da proposta deste trabalho, entretanto o VM Simulator se difere por ser uma ferramenta específica para o subtópico de Gerência de Memória Virtual e disponível para diversas plataformas.

## 3. Referencial Teórico

Memória virtual é uma técnica sofisticada e poderosa, onde a memória principal e a secundária são combinadas, dando ao processo a ilusão de existir uma memória muito maior que a memória principal [Denning, 1970]. Cabe a Gerência de Memória virtual tornar esse processo transparente e mapear os endereços disponíveis na memória secundária.

A técnica mais usada pela maioria dos sistemas com memória virtual é a paginação. Nesse caso, os endereços que são usados para mapear a memória principal são chamados endereços virtuais, os quais formam o espaço de endereçamento virtual de um processo que é dividido em unidades denominadas páginas, sendo as suas correspondentes da memória principal denominada *frame* [Tanenbaum 2003]. Ainda de acordo com [Tanenbaum 2003], o endereço virtual não é colocado diretamente no

---

<sup>1</sup> O governo federal e as instituições de ensino superior públicas tem adotado a plataforma Linux na maioria de seus laboratórios.

barramento da memória, ao invés disso, vai para a MMU (*Memory Management Unit*) responsável por mapear endereços virtuais em endereços físicos.

Cada processo possui uma tabela de páginas com dados referentes a cada página. Essa tabela é indexada pelo número da página virtual, e caso uma página esteja mapeada, obtém-se o endereço do *frame* correspondente a ela [Tanenbaum 2003]. Caso contrário, se a quantidade de páginas alocadas a cada processo atingir o seu limite de páginas, a página cujos *frames* tenham as menores chances de serem referenciados no futuro deverão ser escolhidas para substituição por um algoritmo de substituição de páginas, de acordo com a política de substituição de páginas de um SO [Machado e Maia 2007].

#### 4. Proposta

O objetivo deste trabalho é construir uma ferramenta educacional de simulação para o conteúdo de gerência de memória virtual que é abordado em salas de aula e em materiais didáticos. Com esse simulador, pretende-se mostrar de forma visual os aspectos dinâmicos que ocorrem de acordo com os conceitos de gerência de memória virtual, de forma que alunos e professores possam interagir com a ferramenta, facilitando assim o ensino e a aprendizagem desses conceitos.

A interface da ferramenta está ilustrada na Figura 1. Com esse simulador, o usuário poderá criar uma simulação escolhendo os tamanhos das páginas virtuais e dos frames, do espaço de endereçamento virtual, da memória principal e o algoritmo de substituição de páginas. Após a configuração desses parâmetros, o aluno/professor visualiza uma tela similar à apresentada na Figura 1.

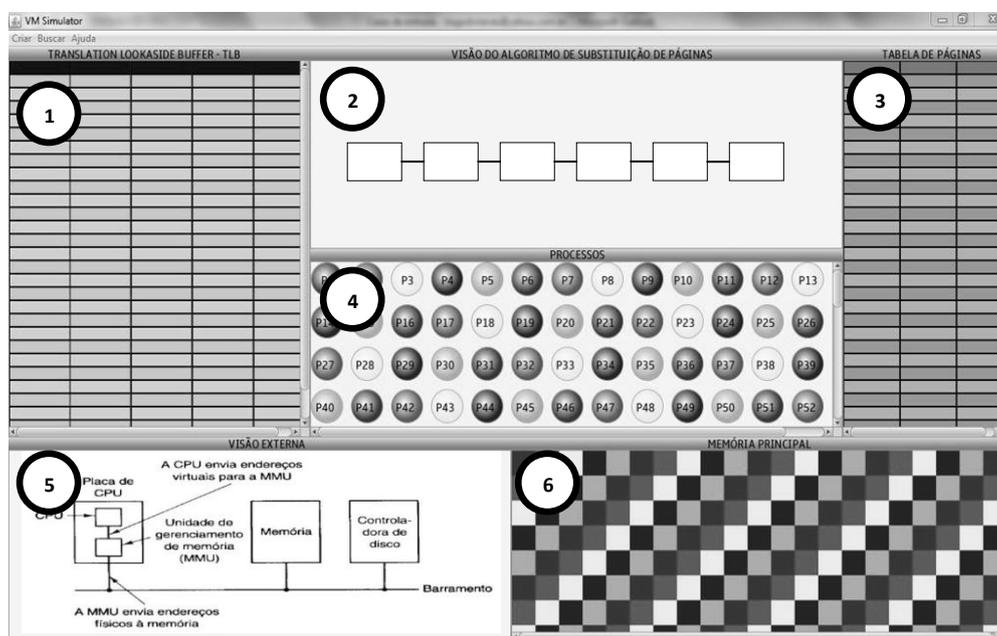


Figura1. Protótipo do VMSimulator

O usuário poderá incluir processos que serão mostrados na seção da área 4 (quatro) e cada espaço de memória ocupado por esse processo será mostrado na seção da área 6 (seis) e identificado pelo número do seu endereço, pelo número do processo que o contém e pela mesma cor atribuída ao processo. Com base no seu tamanho e nas configurações de tamanho de memória informadas anteriormente, a ferramenta criará

um espaço de endereçamento virtual para ele, com as páginas alocadas sendo mostradas na seção da área 2 (dois). Dessa forma, uma página virtual poderá ser buscada a partir do seu número e a ferramenta mostrará na seção da área 5 (cinco) como essa requisição chega à memória a partir da CPU e da MMU. Na Figura 1 isso está ilustrado de acordo com [Tanenbaum 2003]. Os dados das páginas de um processo estarão mapeados e mostrados na seção das áreas 1 (um) e 3 (dois), onde será mostrado qual página foi escolhida e que endereço de memória real essa página tem. Se for necessária uma substituição de páginas, a ferramenta mostrará como isso irá ocorrer de acordo com o algoritmo de substituição de páginas escolhido em uma animação na seção da área 2 (dois).

## 5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou o VM Simulator, uma ferramenta educacional que está sendo construída para auxiliar no ensino e aprendizagem de gerência de memória virtual ao apresentar os conceitos desse conteúdo de forma visual, dinâmica e interativa.

Essa ferramenta possui como diferencial em relação a outros simuladores o fato de apresentar com mais detalhes o funcionamento desse importante componente de um SO mediante a apresentação do funcionamento dos principais componentes que o compõe e dos algoritmos de substituição de páginas. Espera-se que o VM Simulator seja um complemento didático das disciplinas de SO e que contribua para um melhor aprendizado dos alunos.

Os trabalhos futuros incluem a finalização da ferramenta, a aplicação da ferramenta em salas de aula, coletar e analisar dados dessa aplicação para verificar a contribuição que ela dará no processo de ensino e aprendizagem.

## Referências

- Denning, P. Virtual Memory. Computer Surveys, vol. 2, nº 3, Dec. 1970.
- Maziero, C. (2002) “Reflexões sobre o Ensino Prático de Sistemas Operacionais”, In Anais do XII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Florianópolis SC Brasil. Disponível em <[http://200.169.53.89/download/CD\\_congressos/2002/SBC\\_2002/pdf/arq0129.pdf](http://200.169.53.89/download/CD_congressos/2002/SBC_2002/pdf/arq0129.pdf)>. Acesso em 6 jun. de 2011.
- Machado, F. B.; Maia, L. P. (2007). Arquitetura De Sistemas Operacionais. 4 Ed, Rio De Janeiro: Ltc.
- Machado, F. B.; Maia, L. P. (2004). Um framework construtivista no aprendizado de Sistemas Operacionais – uma proposta pedagógica com o uso do simulador SOsim. Simpósio Brasileiro de Computação. Disponível em <<http://www.training.com.br/sosim/sbcwei04.pdf>>. Acesso em 6 jun. de 2011.
- Reis, F. P.; Costa, H. A. X. C. (2009) “TBC-SO/WEB: Software Educativo para Aprendizagem de Políticas de Escalonamento de Processos e de Alocação de Memória em Sistemas Operacionais”. SBIE, UFSC, Florianópolis.
- Tanenbaum, A. S. (2003). Sistemas Operacionais Modernos, 2ª. Edição, São Paulo: Prentice. Hall.