



**PUC Minas**  
**Guanhanes**

**Proposta, Implementação e Avaliação  
de Técnica de Caracterização de Carga de  
Trabalho (*Workload*) de Máquinas Paralelas  
para Extração de Informações Utilizadas por um  
Escalonador Reconfigurável de Tarefas (RGSA)**

**Lesandro Ponciano dos Santos**  
**lesandrop@yahoo.com.br**

**Outubro de 2007**

# Projeto de Pesquisa

- **Órgão financiador:**
  - FIP PUC Minas – 2007/1528
- **Período de desenvolvimento:**
  - fevereiro à dezembro de 2007



# Equipe

- **Bolsista:** Lesandro Ponciano dos Santos  
**Títuloção:** Graduando em Sistemas de Informação (PUC Minas em Guanhães)
- **Orientador:** Prof. Luís Fabrício W. Góes -  
**Títuloção:** Mestre em Engenharia Elétrica (PUC Minas)



# Sumário da Apresentação

- Introdução
  - Contexto
  - Definição do Problema
  - Definição do Objetivos
- Trabalhos Relacionados
- Técnica de Caracterização
- Estudo de Caso
- Conclusão
- Principais Referências

# Contexto

- Aumento do desempenho das arquiteturas paralelas
  - Ex.: *Cluster, Grid*.
- Escalonador de Aplicações
  - Escalonamento sem Informação
  - Escalonamento com Informação
- O escalonamento com informação pode possibilitar maior desempenho do sistema computacional (Góes, 2004)

# Contexto

- Escalonador Reconfigurável de Tarefas – RGSA (Góes, 2004)
  - Possui um conjunto de políticas de escalonamento (configurações), é selecionada a que apresenta maior desempenho para cada carga de trabalho específica.
  - Para a seleção das políticas, ele utiliza informações sobre o **dia, hora, tempo de submissão, número de processos e tempo de execução** dos jobs ou tarefas

# Contexto

- Obtenção de Informações
  - Meio não confiável
    - Informações Estimadas pelos Usuário (Lee, 2004)
  - Meio confiável
    - Caracterização de *logs* (Feitelson, 2002)

# Problema

- Obtenção de informações confiáveis, por meio de caracterização de carga, para a seleção de políticas de escalonamento do RGSA

# Objetivos

- Propor, Implementar e Avaliar uma técnica de caracterização de carga de trabalho de máquinas paralelas para extração de informações utilizadas por um Escalonador Reconfigurável de Tarefas (RGSA)

# Trabalhos Relacionados

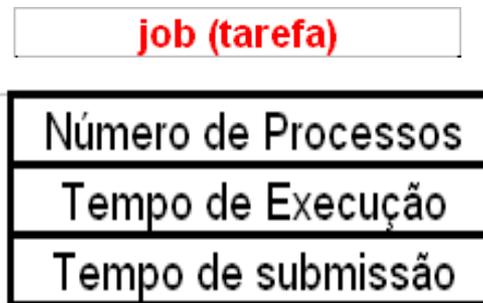
- Modelagem de Carga de Trabalho (Feitelson, 1995)
- Análise do log do supercomputador iPSC/860 (Feitelson, 2002)
- Algoritmo Reconfigurável de Escalonamento Paralelo de Tarefas (Góes, 2004)

# Trabalhos Relacionados

- Relação com Feitelson (1995) e Feitelson (2002)
  - Utilização de carga de trabalho (*Workload*) para obtenção de informações confiáveis
- Relação com Góes (2004)
  - Técnica de Caracterização com o objetivo de prover informações confiáveis para o RGSA

# Técnica de Caracterização

- Na Técnica de Caracterização considerou-se que cada job (tarefa) possui um tempo de submissão, tempo de execução, e número de processos, fatores utilizados pelo RGSA.



- Os jobs foram classificados e agrupados e classificados em função desses fatores

# Técnica de Caracterização

- Classificação por Tempo de Submissão



Dias da semana de **domingo** à **sábado**



Horas do dia de **0** às **23**

Assim, para cada dia da semana têm-se 24 classes de *jobs*, cada classe representa uma hora do dia

# Técnica de Caracterização

- Classificação dos jobs por Número de Processos e Tempo de Execução

- Algoritmo

se `job.n_processos ≤ mediana_n_processos`

se `job.tempo_exe ≤ mediana_tempo_exe`

então `job.classe = LL;`

senão `job.classe = LH;`

senão se `job.tempo_exe ≤ mediana_tempo_exe`

então `job.classe = HL;`

senão `job.classe = HH;`

Classe	Número de Processos	Tempo de Execução
<b>LL</b> (Low-Low)	Baixo ( <b>L</b> ow)	Baixo ( <b>L</b> ow)
<b>LH</b> (Low-High)	Baixo ( <b>L</b> ow)	Alto ( <b>H</b> igh)
<b>HL</b> (High-Low)	Alto ( <b>H</b> igh)	Baixo ( <b>L</b> ow)
<b>HH</b> (High-High)	Alto ( <b>H</b> igh)	Alto ( <b>H</b> igh)

# Técnica de Caracterização

## ■ Visão Geral das Classificações

Classificação por Número de Processos e Tempo de Execução

Classe	Número de Processos	Tempo de Execução
LL (Low-Low)	Baixo (Low)	Baixo (Low)
LH (Low-High)	Baixo (Low)	Alto (High)
HL (High-Low)	Alto (High)	Baixo (Low)
HH (High-High)	Alto (High)	Alto (High)

job (tarefa)

Número de Processos

Tempo de Execução

Tempo de submissão

Classificação por Tempo de Submissão

		DIA DA SEMANA						
		D	S	T	Q	Q	S	S
HORA DO DIA	0							
	1							
	...							
	22							
	23							

# Técnica de Caracterização

- Unindo-se as duas classificações tem-se:

		Dia da semana			
<b>i</b>	<b>Intervalo (horas)</b>	<b>HH</b>	<b>HL</b>	<b>LL</b>	<b>LH</b>
1	LI1 - LS1	%HH1	%HL1	%LL1	%LH1
2	LI2 - LS2	%HH2	%HL2	%LL2	%LH2
...	...	...	...	...	...
n	LIn - LSn	%HHn	%HLn	%LLn	%LHn

- Atribui-se a cada hora do dia a percentagem de *jobs* contidos nas classes HH, HL, LL, LH

# Técnica de Caracterização

- De modo iterativo, une-se em um único grupo  $i$  as horas consecutivas em que a diferenças dos valores das percentagens forem menores que 10
- faz-se a média das percentagens
- forma-se limites inferiores e  $LI_i$  superiores  $LS_i$  para o Grupo  $i$

<b>i</b>	<b>Intervalo (horas)</b>	<b>Dia da semana</b>			
		<b>HH</b>	<b>HL</b>	<b>LL</b>	<b>LH</b>
1	LI1 - LS1	%HH1	%HL1	%LL1	%LH1
2	LI2 - LS2	%HH2	%HL2	%LL2	%LH2
...	...	...	...	...	...
n	LI <sub>n</sub> - LS <sub>n</sub>	%HH <sub>n</sub>	%HL <sub>n</sub>	%LL <sub>n</sub>	%LH <sub>n</sub>

# Estudo de Caso

- *log* SDSC-BLUE-2000-3
- Caracterização, geração do modelo, do ano 2001
  - 86.277*jobs*
  - Mediana do número de processos: 16
  - Mediana do tempo de execução: 229
- Verificação da caracterização com o 1º semestre de 2001
- Avaliação da caracterização com o 1º semestre de 2002

# Estudo de Caso

- Através da técnica de caracterização, gera-se agrupamentos em função do *Tempo de Submissão* para todos os dias da semana
- Por limitações de tempo, nesta apresentação deste estudo de caso apresentaremos apenas os resultados obtidos para as sextas feiras

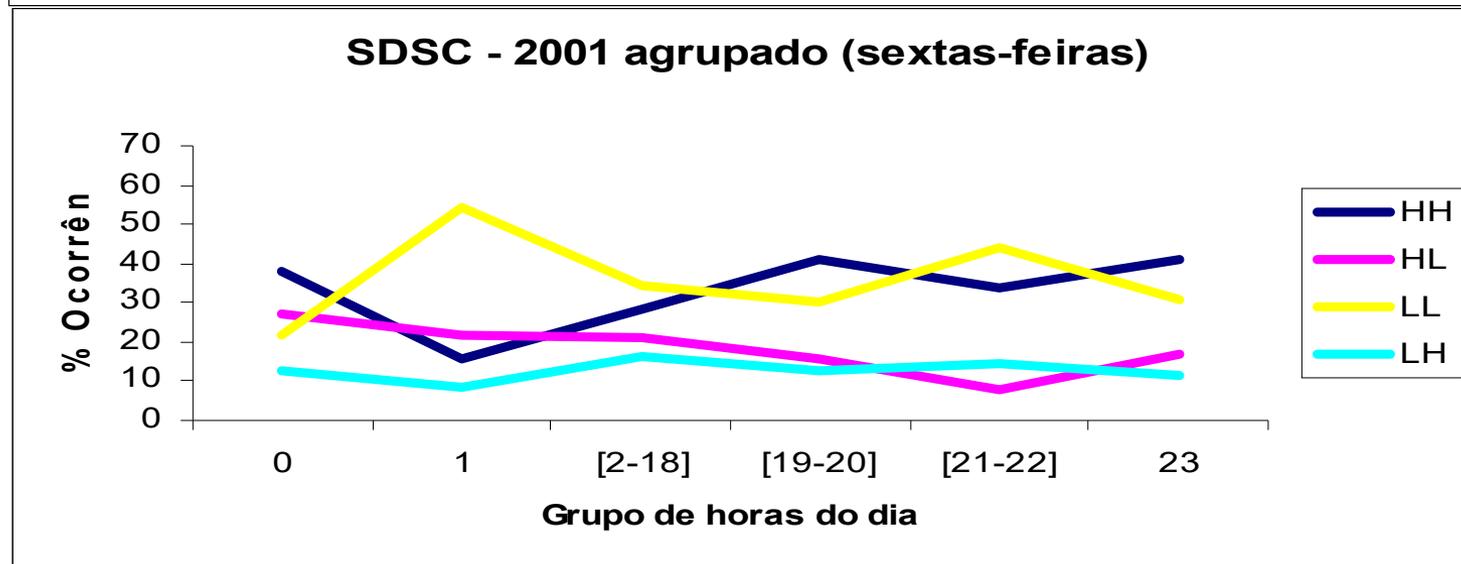
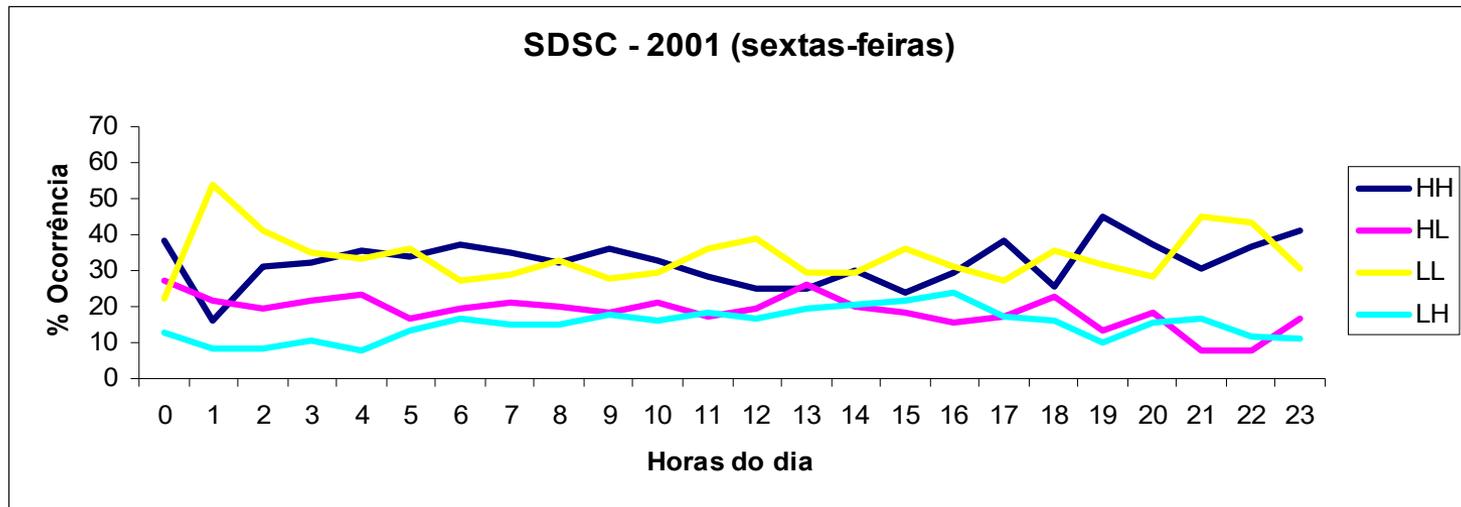
# Estudo de Caso

## Caracterização do ano 2001

		SEXTAS-FEIRAS			
i	Intervalo	HH	HL	LL	LH
0	0	38,27	27,08	22,02	12,64
1	1	15,96	21,5	54,07	8,47
2	[2-18]	28,57	21,24	34,12	16,07
3	[19-20]	41,15	15,91	30,22	12,72
4	[21-22]	33,59	7,87	44,33	14,22
5	23	41,2	16,85	30,71	11,24

# Estudo de Caso

## Caracterização do ano 2001



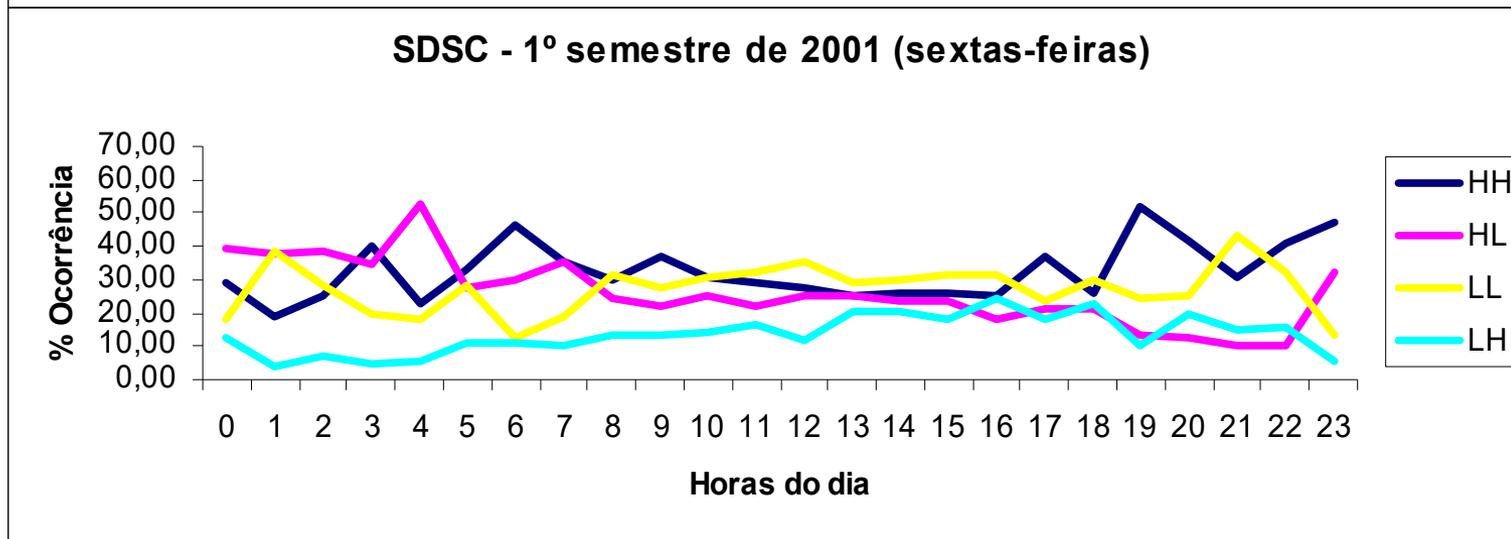
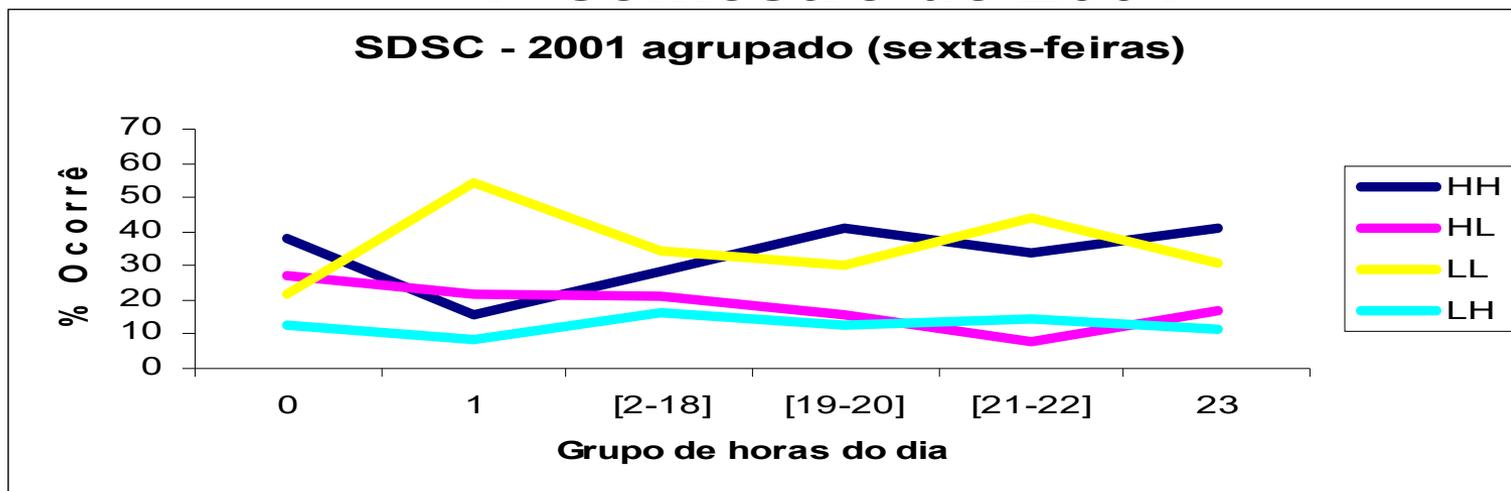
# Estudo de Caso

## **Análise da caracterização do ano 2001**

- Desvio Médio interno do agrupamento: 2,82
- Modelagem do dia em 6 grupos
- [2-18] 16 horas onde HH, HL, LL, LH mantêm um comportamento pouco variável

# Estudo de Caso

## Verificação da caracterização com o 1º semestre de 2001



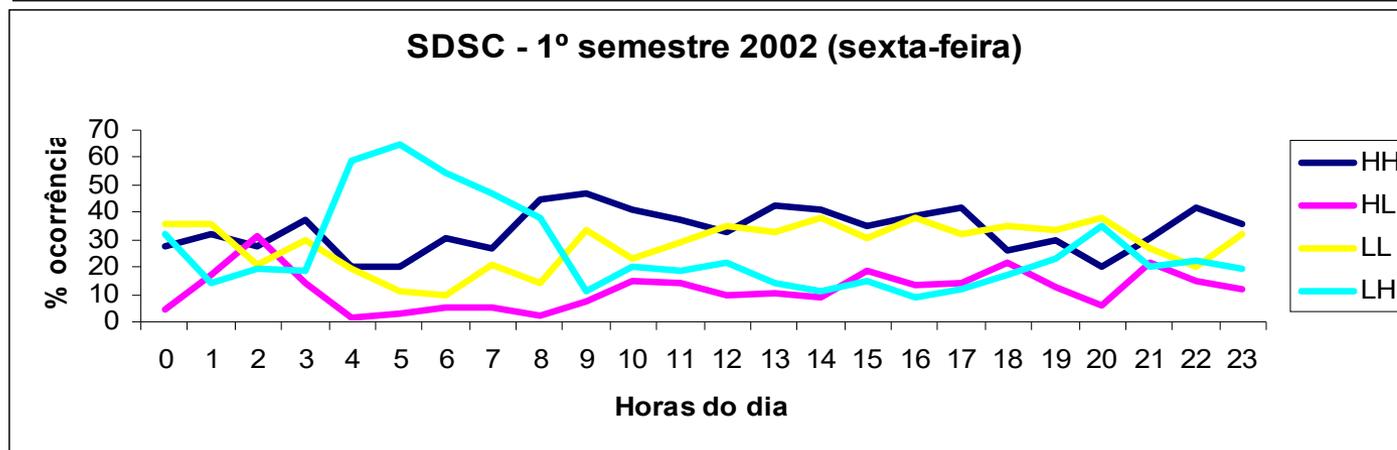
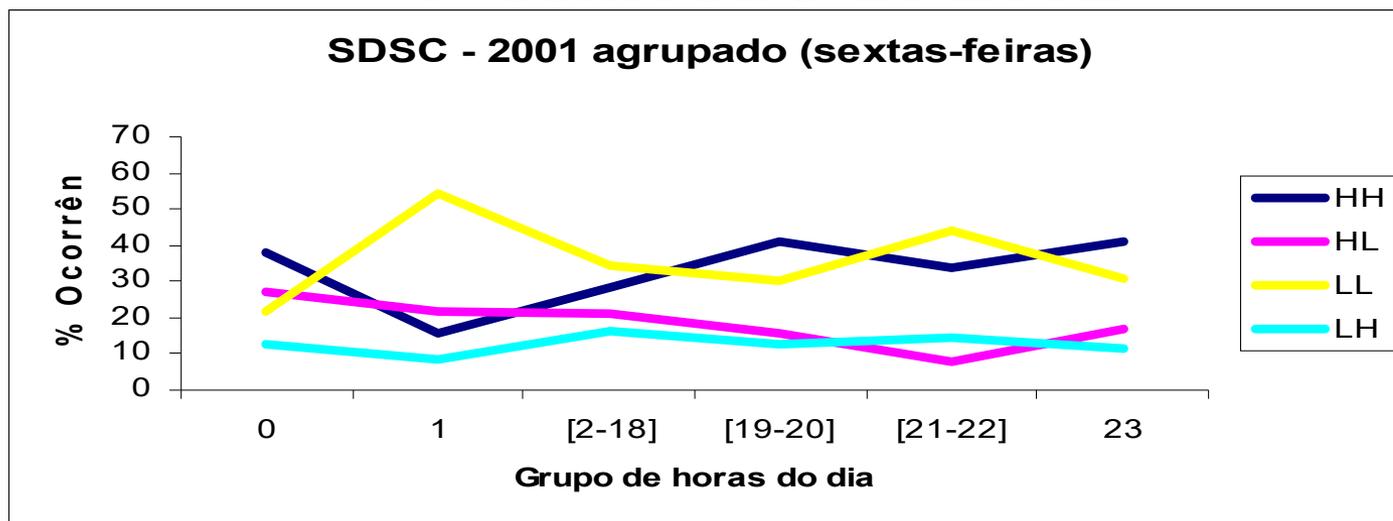
# Estudo de Caso

## Análise da Verificação

- A verificação mostra que o modelo é representativo, o desvio médio é de 6,49
- O comportamento instável, das classes após às 18 h é semelhante nas duas análises
- O agrupamento das 5h às 18h segue o comportamento predito para 2h-18h

# Estudo de Caso

## Avaliação da Caracterização como predição do 1º semestre de 2002



# Estudo de Caso

## Análise da predição

- O desvio médio da predição é de: 8,48
- No primeiro semestre de 2002 LH mostra-se instável das 3 às 9 horas
- Após às 18 horas as classes apresentam uma instabilidade mais atenuada ao contrário de 2001
- Nas demais horas as cargas apresentam comportamentos semelhantes

# Conclusões

- Propomos, Implementamos e Avaliamos uma Técnica de Caracterização baseada no agrupamento dos *jobs* pelo tempo de execução e pelo número de processos
- A técnica proposta apresentou resultados satisfatórios ao objetivo de fornecer dados confiáveis para o escalonador RGSA
- Apresentamos os principais resultados parciais da pesquisa, uma vez que essa ainda não foi concluída, atualmente estamos realizando testes com o escalonador RGSA

# Referências

- FEITELSON, D., “**Workload Modeling for Performance Evaluation**”, Performance Evaluation of Complex Systems: Techniques and Tools, pp. 114-141, 2002.
- FEITELSON, D. and Nitzberg, B. “**Job characteristics of a production parallel scientific workload on the NASA Ames iPSC/860**”, Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing, pp.337-360, 1995.
- GÓES, L.F. W., Martins, C. A. P. S., “**Escalonamento Paralelo de Tarefas: Conceitos Simulação e Análise de Desempenho**”, Workshop de Computação de Alto Desempenho, 2004.
- LANL-CM5-1994-3  
<http://www.cs.huji.ac.il/labs/parallel/workload/logs.html>

# Referências

- Lee, C.B., et al. “**Are user runtime estimates inherently inaccurate?**”, 10th Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing, 2004.
- Góes, L. F. W., Martins, C. A. P. S., “**Reconfigurable Gang Scheduling Algorithm**”, 10th Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing, Lecture Notes in Computer Science, New York, 2004.



Perguntas?