

# Análise de Estratégias de Computação Verde em Grades Computacionais Oportunistas

Lesandro Ponciano, Jaíndson Santana, Marcus Carvalho, Matheus Gaudencio, Francisco Brasileiro

Universidade Federal de Campina Grande  
Laboratório de Sistemas Distribuídos

# Organização da Apresentação

Contexto

Definição do Problema

Objetivo

Estado da Arte

Projeto do Estudo de Caso

Resultados

Conclusão

# Contexto

Sistemas Computacionais desenvolvidos visando obter "maior poder computacional a qualquer custo"

Custo associado em termos do aumento no consumo de energia

Aumento do custo operacional da infraestrutura de TI nas organizações e da emissão de gases causadores do Efeito Estufa

# Computação Verde

Eficiência energética

Maior poder computacional com menor custo em termos de consumo de energia

# Grade Computacional Oportunista

Recursos utilizados de forma oportunista

Aplicações do tipo saco-de-tarefas (*bag-of-tasks*)

Existência de ciclos de ociosidade de recursos [Iosup et al. 2006]

# Gerência de energia em computadores

Padrão de Configuração Avançada e Interface de Energia (ACPI\*)

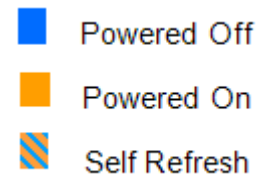
Standby (S3) - Suspensão para a RAM

Hibernate (S4) - Suspensão para o disco

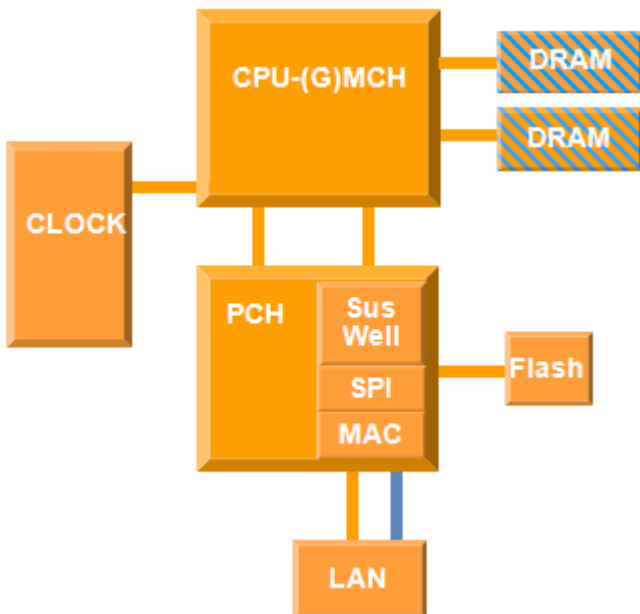
*\*Advanced Configuration and Power Interface Specification*

<http://www.acpi.info/spec.htm>

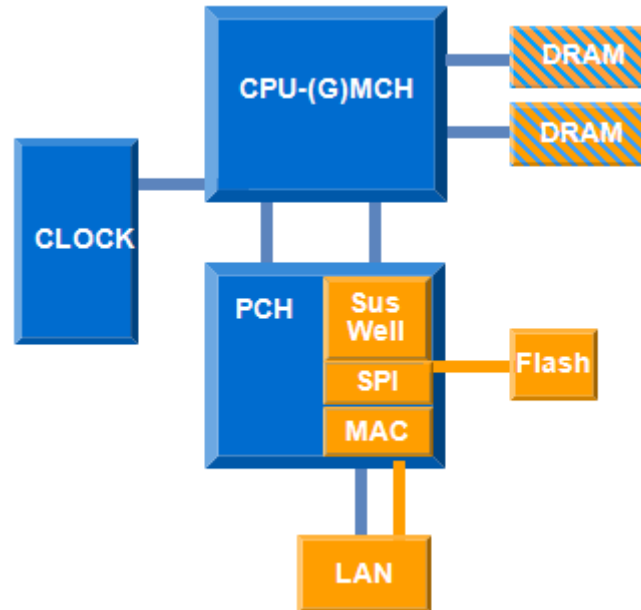
# Economía de energía



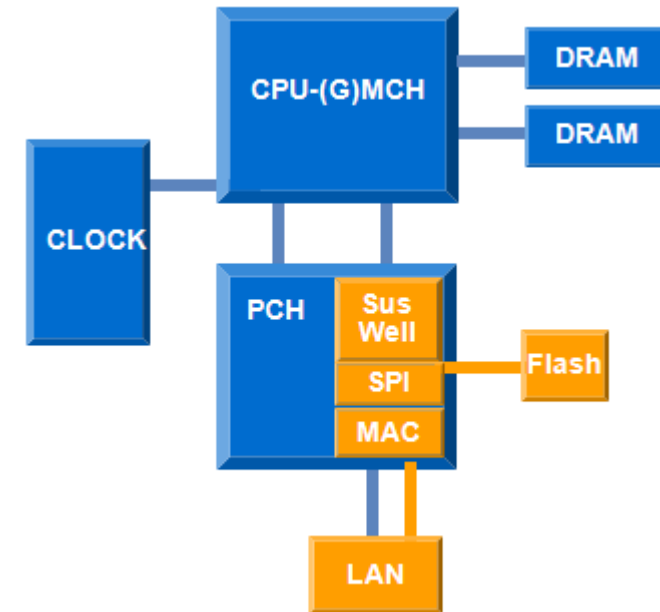
## Ocioso



## Standby



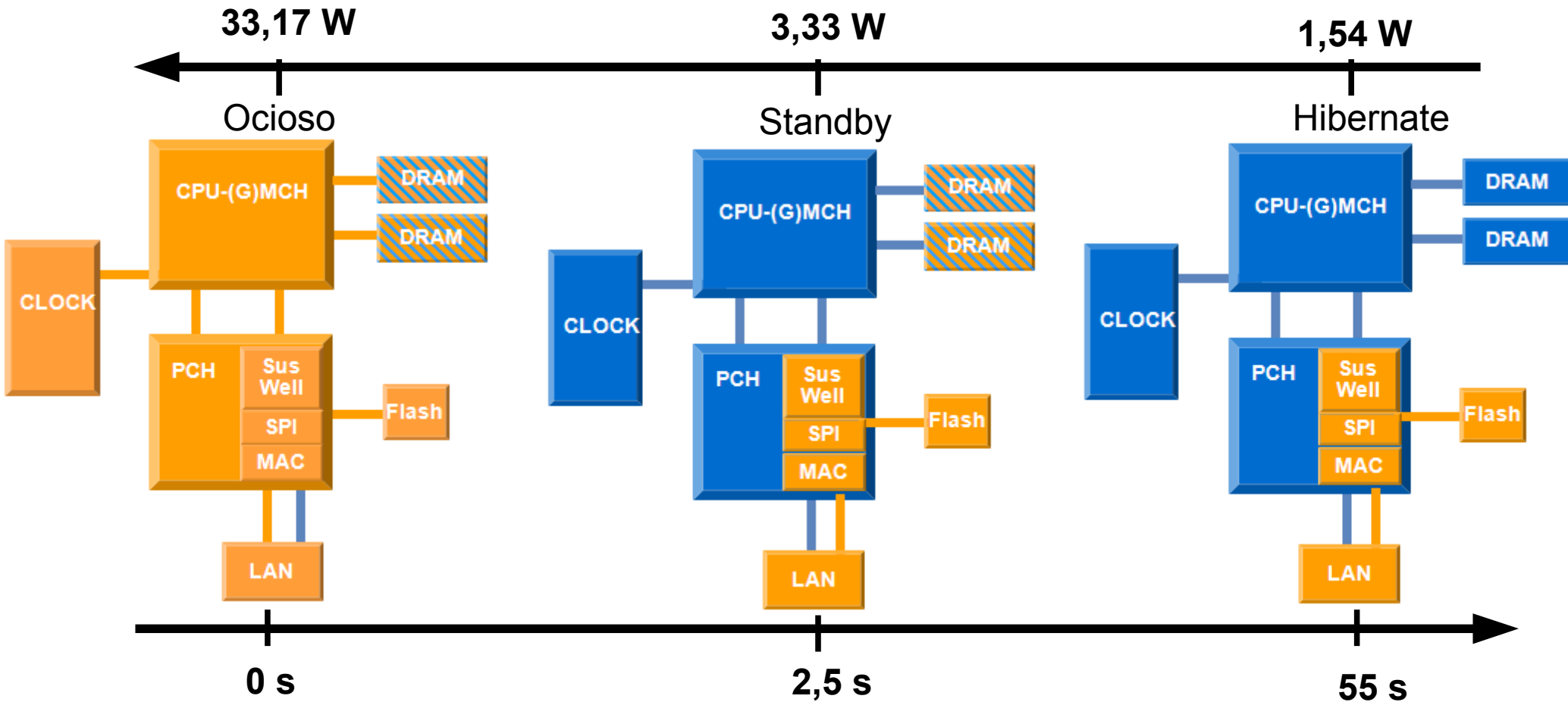
## Hibernate



Figuras adaptadas de: "White Paper EnergyStar Version 5.0 System Implementation"

# Economia de Energia vs Tempo de Resposta

Aumento do consumo de energia no estado



Aumento da latência e do consumo de energia para mudar de estado



# Definição do Problema

Qual a economia de energia e o impacto no tempo de resposta propiciado por Standby e Hibernate em uma grade computacional oportunista?

Em que cenários essas estratégias apresentam melhor desempenho?

# Objetivo Geral

Aumentar a eficiência energética da grade através da redução do consumo de energia nos ciclos de ociosidade

# Estado da Arte

Práticas para reduzir o consumo de energia

Talebi et al. (2009)

Uso de Standby e Hibernate em organizações

Universidade de Indiana (2009)

Energy Star (Casos de Sucesso)

Escalonamento ciente do consumo de energia

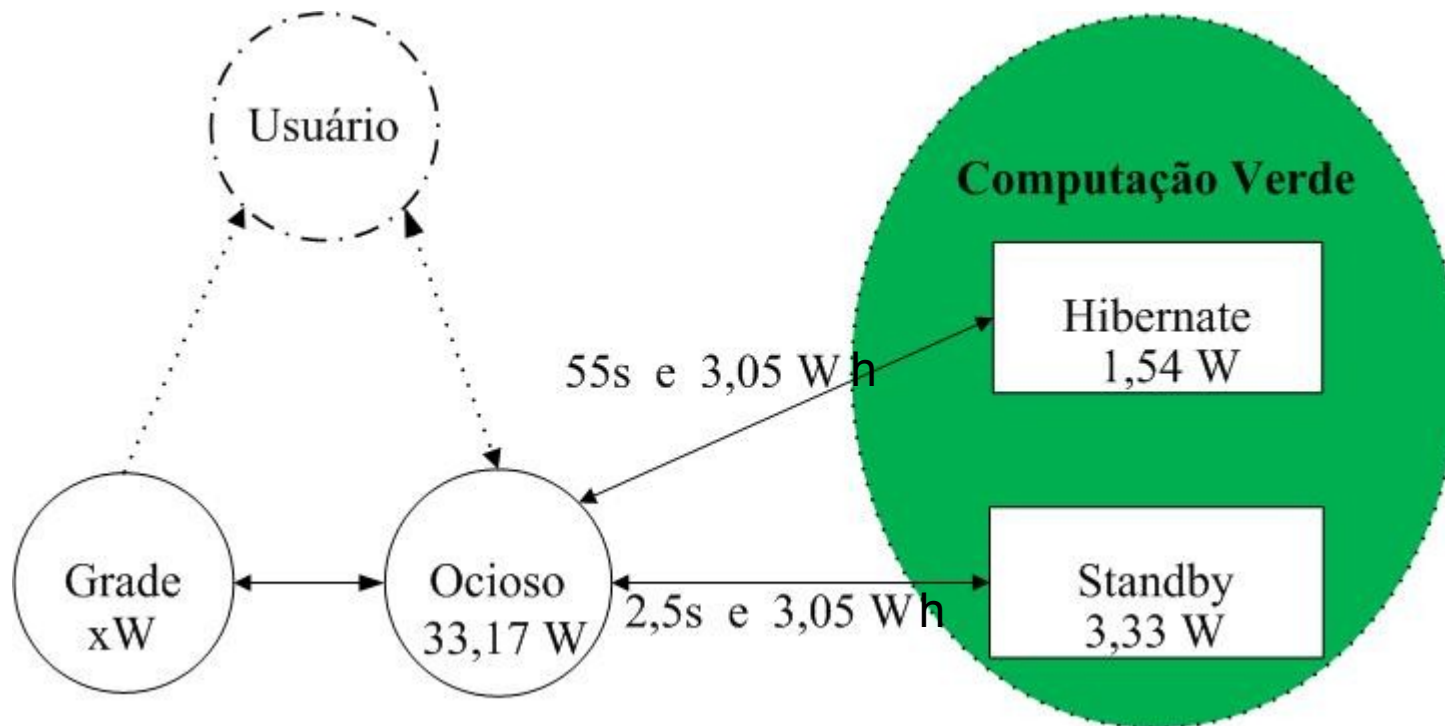
Memória - Sharma e Aggarwal (2009)

CPU - Lammie et al. (2009)

# Modelo Simulado

Escalonador *First Come, First Served*  
*Checkpoint*

Estratégias vs Estado Ocioso



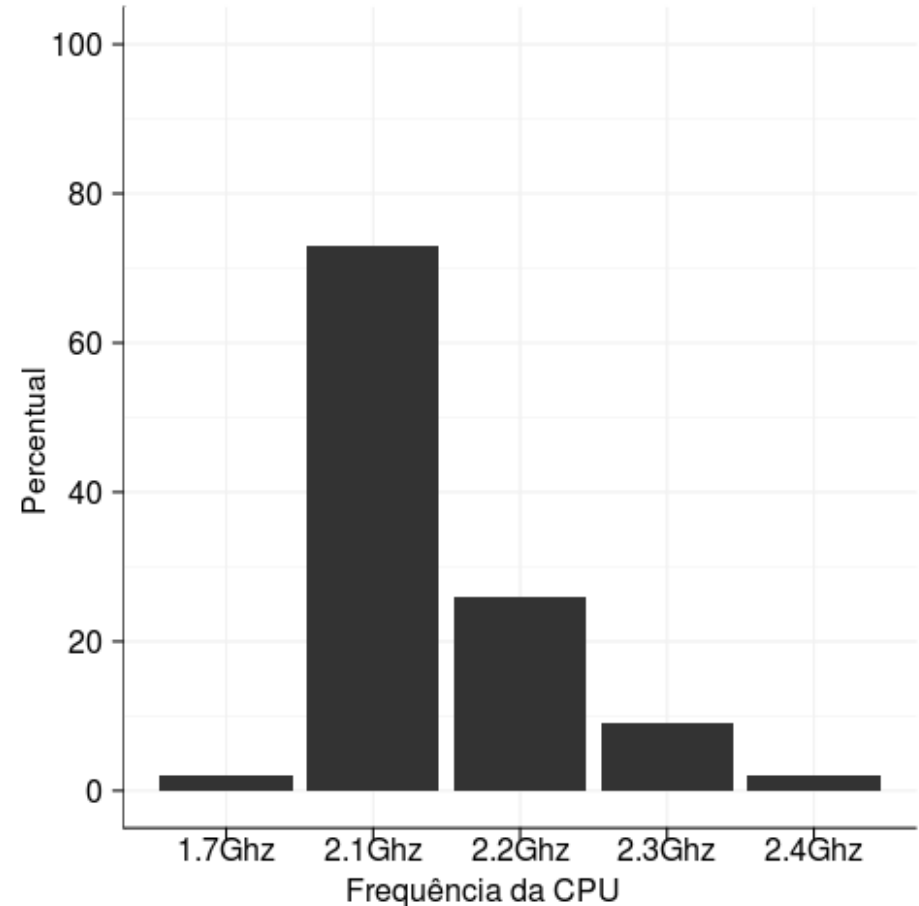
# Projeto do Estudo de Caso

## Poder de Processamento

200 máquinas com as características dos *desktops* dos sites LSD e GMF, na grade OurGrid

## Consumo de Energia da CPU

Máquinas certificadas pela energystar



Baseado em Kondo et al. (2007) e em máquinas dos sites LSD e GMF do OurGrid  
<http://status.ourgrid.org/>

# Traces

## Trace de disponibilidade

Máquinas *desktops* [Kondo et al. 2007]

## Carga de trabalho de jobs

Jobs submetidos à grade oportunista OurGrid entre  
18/12/2008 e 18/11/2009

## Tempos de transição de estados

Baseados em Orgerie et al. (2008)

# Métricas

## Tempo de Resposta das Tarefas

Tempo de término menos o tempo de submissão

## *Slowdown*

Razão entre o tempo de resposta com a estratégia e o tempo de resposta considerando o estado ocioso

## Redução do Consumo de Energia

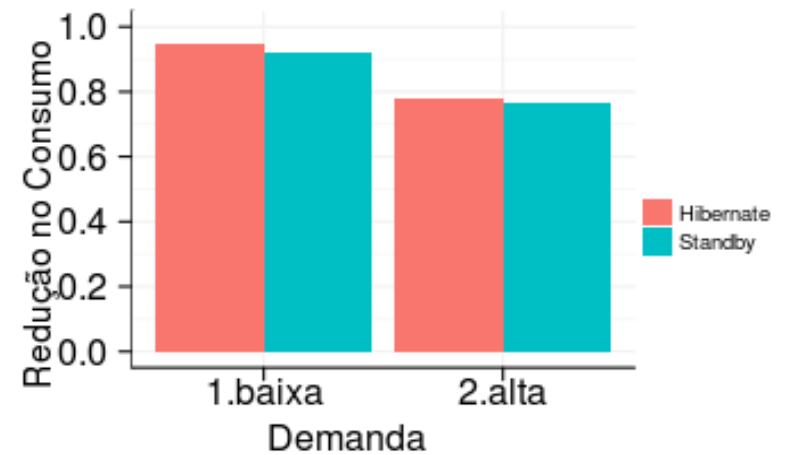
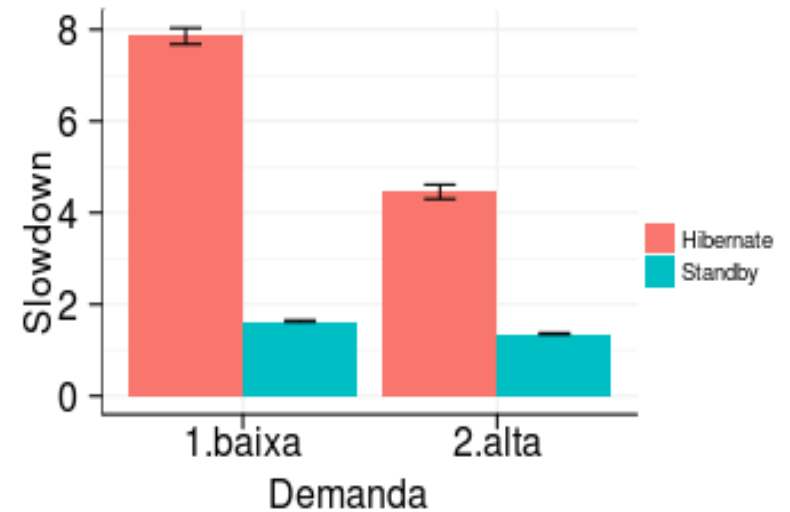
A redução provida pelas estratégias em relação ao estado ocioso

# 1ª Avaliação: Baseline

Máquinas sempre disponíveis

Máquinas homogêneas

Demanda alta e baixa



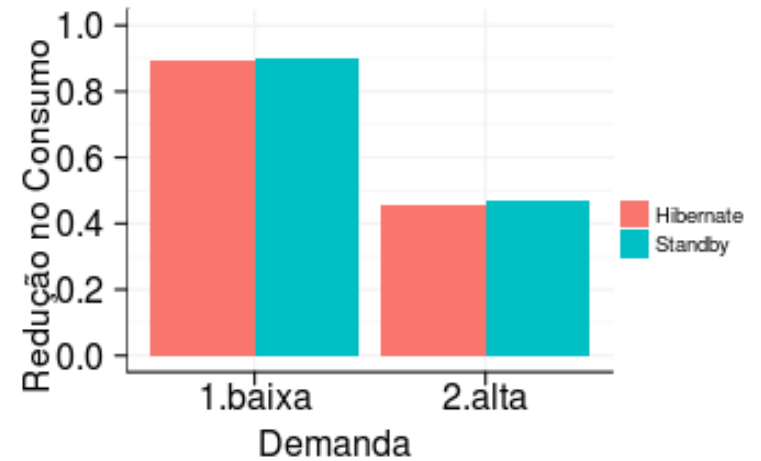
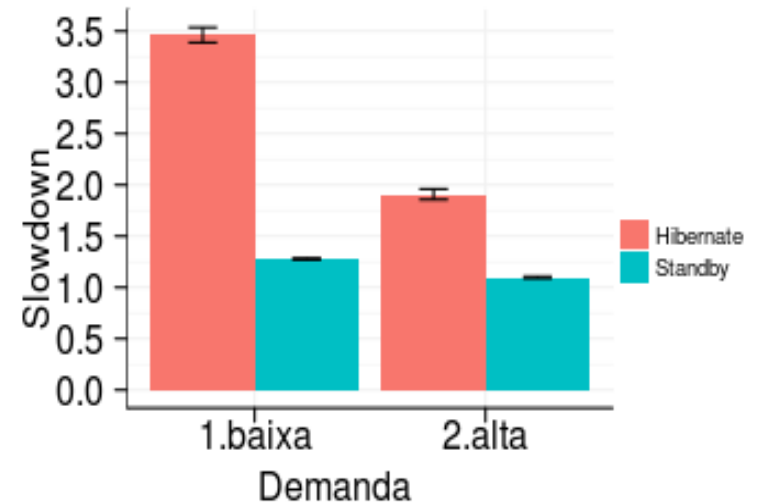


## 2ª Avaliação: Grade Oportunista

Há variação na disponibilidade

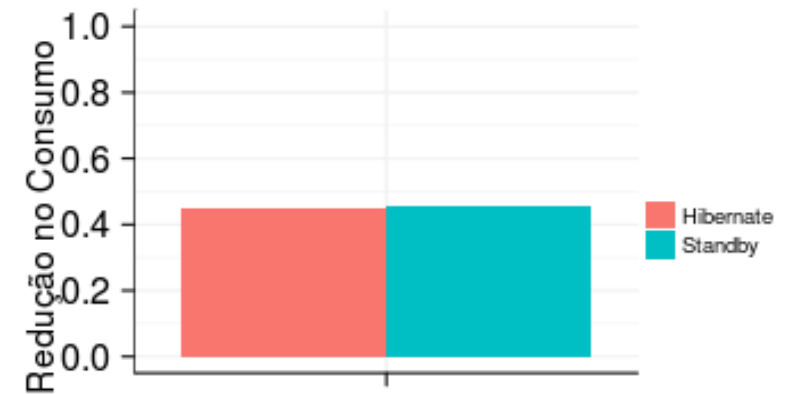
Máquinas heterogêneas

Demanda alta e baixa



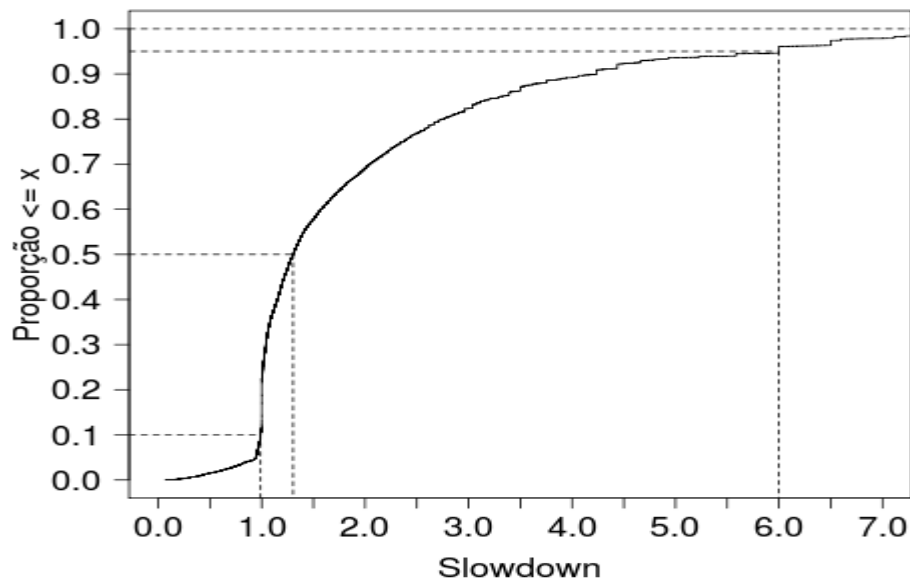
# 3ª Avaliação: 11 meses de operação da Grade

Carga de trabalho com jobs submetidos, na grade OurGrid, ao longo de 11 meses

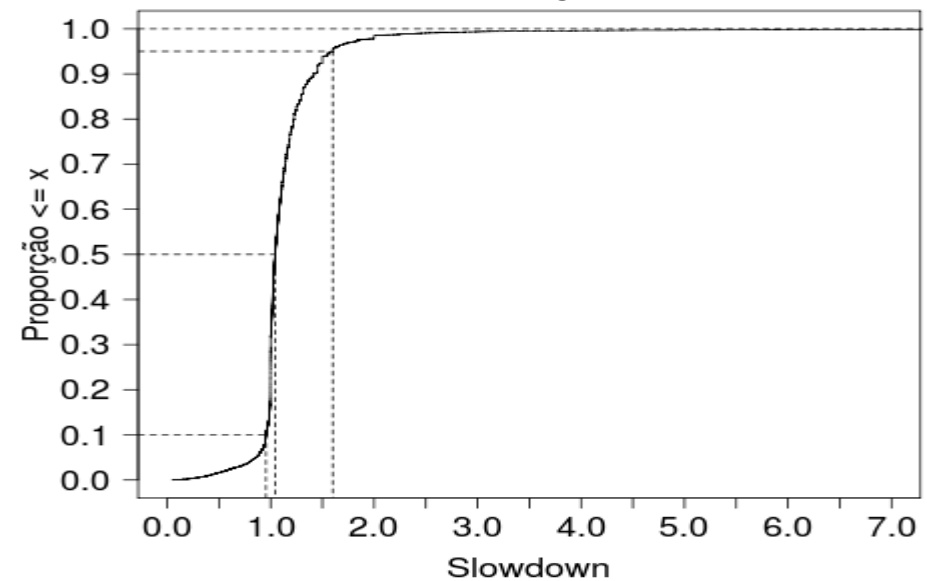


Demanda

## Hibernate



## Standby



# Conclusões

As estratégias reduzem o gasto da infraestrutura com energia

Elas também aumentam o tempo de resposta das tarefas na maior parte dos cenários

Em nossas simulações de uma grade oportunista, Standby resultou em maior economia de energia e em menor impacto no tempo de resposta

Obrigado!

lesandrop@lsd.ufcg.edu.br  
@lesandrop

# Referências

Talebi et al. (2009) Methods, metrics and motivation for a green computer science program. SIGCSE Bull.

Energy Star: [http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power\\_mgt.pr\\_pm\\_step1](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.pr_pm_step1)

Sharma e Aggarwal (2009) Energy aware scheduling on desktop grid environment with static performance prediction. SpringSim '09.

Lammie et al. (2009) Scheduling Grid Workload on Multicore Clusters to Minimize Energy and Miximize Performance. IEEE Grid Computing

Iosup et al. (2006) How are real grid used? The analysis of four grid traces and its implications. GRID' 06