

# MODELAGEM E AVALIAÇÃO PARA O ESCALONAMENTO DE TAREFAS EM GRADES COMPUTACIONAIS EMPREGANDO A LÓGICA FUZZY E O SIMGRID

BRUNO MOURA PAZ DE MOURA<sup>1</sup>; ADENAUER CORRÊA YAMIN<sup>1</sup>;  
RENATA HAX SANDER REISER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, CDTec  
{bmpdmoura, reiser, adenauer}@inf.ufpel.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

A área de pesquisa do Escalonamento de Tarefas da Computação em Grade tem como objetivo resolver problemas que demandam recursos computacionais em grande escala (SOMASUNDARAM et al., 2014). As Grades Computacionais, enquanto sistema distribuído, são ambientes que utilizam a Internet como meio de interconexão, a qual caracteriza-se por fornecer elevado grau de compartilhamento de recursos, processamento e armazenamento. Com o advento das tecnologias de comunicação de alta velocidade, tornou-se oportuna a utilização da Computação em Grade.

Na computação distribuída e paralela um problema recorrente é o escalonamento de tarefas aos recursos computacionais. No ambiente de computação em grade o problema de escalonamento torna-se ainda mais desafiador, devido a variação nas características do estado da grade no decorrer do tempo.

Neste contexto surge a necessidade da implementação de sistemas de escalonamento robustos às incertezas das informações extraídas das infraestruturas empregadas na Computação em Grade (SOMASUNDARAM et al., 2014). Para o escalonamento de tarefas nas Grades Computacionais, frequentemente, dentre os fatores que implicam em incerteza, tem-se o Poder Computacional (PC) e o Custo de Comunicação (CC). Por exemplo, o CC entre equipamentos que compartilham a Internet como meio de interoperabilidade é dependente do uso médio da infraestrutura de comunicação no momento que o escalonamento ocorre entre as máquinas que compõem a Grade Computacional.

Considerando este contexto e levando em conta trabalhos relacionados na área, esta sendo concebido e avaliado o modelo denominado Int-fGrid. Este modelo explora abordagem Fuzzy Intervalar na análise das prioridades quando da alocação de tarefas aos recursos computacionais, procurando com isto, tratar a incerteza e a imprecisão associada ao PC e CC e tem por base o modelo fGrid proposto em (MOURA et al., 2016).

## 2. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica referente aos principais temas relacionados a pesquisa, como os fundamentos conceituais da área de Escalonamento de Tarefas em Grades Computacionais, Lógica Fuzzy, e suas aplicações no tratamento para as incertezas.

Também foi realizado um levantamento dos trabalhos relacionados no Escalonamento de Tarefas em Grades Computacionais que utilizem a abordagem Fuzzy. Com intuito de sistematizar a avaliação do modelo que esta sendo proposto para o Int-fGrid, esta sendo realizada uma organização das

características do *framework* SimGrid, o qual será empregado na construção da Grade simulada para o ambiente de testes.

No que diz respeito a concepção do modelo Int-fGrid o ciclo de pesquisa e desenvolvimento será incremental, consistindo nas seguintes etapas: (i) definição do Sistema Fuzzy que será empregado no Int-fGrid, (ii) criação do cenário de testes utilizando o *framework* SimGrid que introduza as variáveis de incerteza consideradas no modelo, (iii) realização de testes empregando diferentes configurações tanto para as tarefas a serem escalonadas, quanto para os recursos disponíveis da Grade. A partir dos resultados obtidos com uso do SimGrid, se necessário retorna-se a primeira etapa para refinamentos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os desafios da área de Gerenciamento de Recursos, a revisão de literatura apontou frentes de estudo e pesquisa relacionadas à redução das operações referentes ao escalonamento de tarefas, assim como, minimizar o makespan de um conjunto de tarefas, realizar a atribuição das tarefas de forma equilibrada entre os recursos da Grade, selecionar os melhores recursos para realização do escalonamento em relação aos fatores como poder de processamento dos nós, tempo de duração do trabalho em execução, tempo de entrada das tarefas no sistema, quantidade de recursos disponíveis, custo dos canais de comunicação, e ainda, realizar a contenção dos gastos energéticos são alguns dos desafios e objetivos da área.

No artigo de (KHALILIAN; MIRABEDINI, 2014), é introduzida uma Abordagem Descentralizada Baseada em LF para Escalonamento de Tarefas em Grades Computacionais, o método utiliza a carga média dos nós de cada cluster, a média do poder computacional determina as Funções de Pertinência do nó, e os parâmetros de entrada das tarefas do Sistema de Computação Fuzzy, em relação ao valor de saída do Sistema Fuzzy, com isto, os nós mais adequados são determinados. Neste esquema, a teoria fuzzy considera 3 parâmetros para selecionar os nós mais adequados para o escalonamento: (i) poder de processamento dos nós, (ii) o tempo de duração do trabalho atual em execução nos nós, e (iii) o tempo de entrada da tarefa no sistema.

Em (VAHDAT-NEJAD; MONSEFI, 2008), foi descrito o projeto de um Escalonador Estático de Tarefas Paralelas em Grades Computacionais, que tem por base um módulo fuzzy que realiza a alocação de tarefas independentes em ambientes distribuídos. Para obter a escalabilidade é empregada uma abordagem distribuída, este estudo é aplicado a nível de escalonamento global, e atribui cada tarefa a um cluster. Para isto, são consideradas: (i) as necessidades computacionais das tarefas, (ii) o número de recursos computacionais para execução das tarefas, e a (iii) quantificação de comunicação das tarefas. A fim de resolver o problema de escalonamento é aplicado o princípio fuzzy para modelar as fontes que causam incerteza nos estados globais da grade.

Na pesquisa de (POONGUZHALI, 2012), foi apresentado um Algoritmo para Escalonamento de Tarefas em Recursos de Grades Computacionais utilizando LF, o algoritmo proposto não só propõe-se fornecer alocação eficiente de recursos, mas também garantir alta utilização dos recursos. A técnica proposta é constituída de três etapas: (i) classificação de recursos de rede, (ii) geração de regras fuzzy, e (iii) alocação de recursos com base nessas regras fuzzy.

A formulação do Int-fGrid levará em consideração as premissas desenvolvidas nos trabalhos relacionados, possuindo como diferencial o ambiente

distribuído simulado proporcionado pelo SimGrid (CASANOVA, 2008) um *framework* de simulação para aplicações distribuídas. Concomitantemente com a utilização da Lógica Fuzzy Intervalar (LFI), para modelagem do Sistema Fuzzy. Resultados obtidos na pesquisa anterior em (MOURA et al., 2016) motivou a continuidade do esforço de pesquisa e estudo. Na fase atual dos trabalhos foram desenvolvidas situações de teste considerando a infraestrutura da GridRS. A estrutura da GridRS é composta por clusters de quatro universidades do Rio Grande do Sul, são elas: UFRGS, PUCRS, UFPEL e UFSM. Cada um desses clusters contem um conjunto de máquinas homogêneas, mas as características de um cluster para outro variam, no que diz respeito a PC e CC, tornando assim a estrutura, como um todo, heterogênea. Na Tabela 1 é apresentada as características dos Canais de Comunicação e na Tabela 2 é exposta as características da composição da GridRS.

Tabela 1: Características dos Canais de Comunicação

Apelido	De	Para	Largura de Banda	Latência
Link 1	UFPEL	UFPEL	2.25Gbps	0,000021
Link 2	UFPEL	UFRGS	100MBps	0,000033
Link 3	UFPEL	PUCRS	80MBps	0,000173
Link 4	UFPEL	UFSM	60MBps	0,000266

Tabela 2: Poder Computacional da GridRS

Instituição	Nº. de Máquinas	PC (MFLOPS)	CC
UFPEL	5	1,889	Link 1
UFRGS	14	348	Link 2
PUCRS	10	644	Link 3
UFSM	5	1,397	Link 4

Para a realização dos experimentos foram consideradas variações para os quantificadores de: (i) Tarefas, (ii) Custo Computacional, e (iii) Custo de Comunicação das Tarefas, conforme apresenta a Tabela 3. As execuções das avaliações são simuladas no SimGrid considerando que a infraestrutura da GridRS está totalmente disponível para processar as tarefas, advindas pelo Algoritmo de seleção Aleatória e pelo emprego do módulo fGrid, o qual, para este é obtida uma lista de prioridades através da aplicação das etapas de Fuzzificação, Inferência e Defuzzificação, do Sistema Fuzzy, e conseqüentemente, gerada a lista de nodos com suas respectivas prioridades. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3 e no gráfico da Figura 1.

Tabela 3: Resultado Numérico da Avaliação

Configurações das Tarefas			Segundos					
			Carga da Rede Aleatório			Carga da Rede fGrid		
Tarefas	CP da Tarefa (MFLOPS)	CC da Tarefa (MB/s)	Baixa 10%	Média 20%	Alta 30%	Baixa 10%	Média 20%	Alta 30%
15	10	50	5123109,09	5563431,04	6176188,09	33343283,45	36850858,44	44397255,48
15	20	55	6049526,57	6597957,97	7303655,15	66779871,71	74983169,83	46030882,09
15	30	60	6972347,79	7628332,38	8426694,35	38250242,38	48172990,74	50215507,67
30	10	50	14605799,13	16095228,04	18139291,53	65944488,96	107823175,67	156963316,94
30	20	55	16480485,14	18182934,68	20463068,94	103542392,28	154426005,58	135675575,46
30	30	60	18351575,03	20266488,68	22782418,45	144800221,28	168577299,38	148009718,73

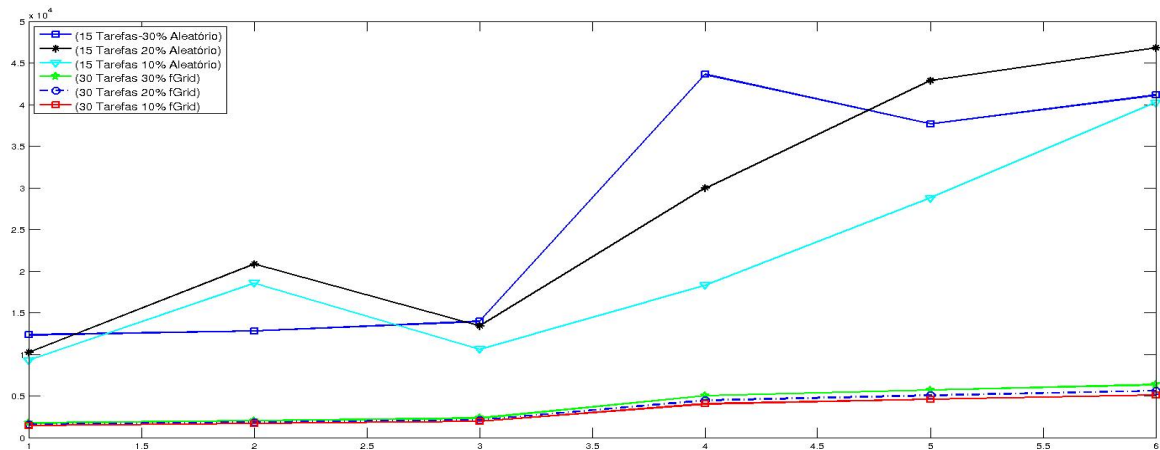


Figura 1: Resultado Gráfico da Avaliação para 15 e 30 Tarefas.

#### 4. CONCLUSÕES

Esta dissertação de mestrado visa contribuir com a concepção de um módulo para o escalonamento de tarefas na Computação em Grade, e que considere o tratamento das informações relacionadas ao PC e ao CC dos recursos computacionais envolvidos. Para tal, o módulo de tomada de decisões irá empregar a abordagem fuzzy intervalar contribuindo, desta forma em duas relevantes frentes, tanto com o regime de incerteza destas informações, quanto com a imprecisão das computações envolvidas. Neste sentido, o trabalho se embasa em uma abordagem multi-valorada, em particular integrando a Lógica Fuzzy e a Matemática Intervalar. No que diz respeito a avaliação do módulo proposto será empregado o *framework* SimGrid para a elaboração das avaliações.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASANOVA, Henri; LEGRAND, Arnaud; QUINSON, Martin. Simgrid: A generic framework for large-scale distributed experiments. In: **Computer Modeling and Simulation, 2008. UKSIM 2008. Tenth International Conference on.** IEEE, 2008. p. 126-131.

KHALILIAN, Zeinab; MIRABEDINI, Seyed Javad. A Novel Decentralized Fuzzy Based Approach for Grid Job. **Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)**, v. 6, n. 1, p. 21-26, 2014.

MOURA, B.; SOARES, Y; SAMPAIO, L. REISER, R.; YAMIN, A.; PILLA, M. fGrid: Uncertainty Variables Modeling for Computational Grids using Fuzzy Logic. **FUZZ-IEEE International Conference**, (Vancouver, CA, 2016).

POONGUZHALI, M. Dwelling-time based resource scheduling algorithm using fuzzy logic in grid computing. In: **Computer Communication and Informatics (ICCCI), 2012 International Conference on.** IEEE, 2012. p. 1-7.

SOMASUNDARAM, Thamarai Selvi et al. Semantic-enabled CARE Resource Broker (SeCRB) for managing grid and cloud environment. **The Journal of Supercomputing**, v. 68, n. 2, p. 509-556, 2014.

VAHDAT-NEJAD, Hamed; MONSEFI, Reza. Static parallel job Scheduling in Computational Grids. In: **Computer and Electrical Engineering, 2008. ICCEE 2008. International Conference on.** IEEE, 2008. p. 548-552.