

Gerenciamento Técnico e Administrativo no Uso da Plataforma Web para os Serviços de PAD

Leonardo Bisch Piccoli^a,

^a Centro Nacional de Supercomputação, CESUP-UFRGS,

Av. Osvaldo Aranha, 99 - Prédio: 11105 - Campus Centro,
CEP: 90035-190 - Porto Alegre – RS
lbpiccoli@cesup.ufrgs.br

Resumo. Com o crescimento do acesso aos serviços de PAD e o consequente aumento de demanda computacional, surge a necessidade do uso de um sistema para avaliar o desempenho de uma organização, bem como estruturar mecanismos capazes de promover a melhoria da gestão, da qualidade do sistema e da eficiência dos processos internos. Este trabalho apresenta políticas adotadas no CESUP, voltadas a um dos bens mais preciosos e estratégicos, que é a informação obtida pelo sistema composto pela Plataforma Web. O gerenciamento de contas e apropriação de recursos neste sistema permite a obtenção de ganhos, como a visualização centralizada e a análise dos dados dos recursos disponibilizados pelo centro. A Plataforma Web está em operação no CESUP e pode trabalhar integrada com outras ferramentas de gerenciamento e controle, que possuam ou não custo de licença.

Palavras Chaves: CESUP, Processamento de Alto Desempenho, Plataforma Web, ferramenta de gerenciamento, *cluster*, *grid*.

1 Introdução

Em diversas áreas, onde são executadas aplicações que envolvem cálculos complexos e repetitivos, existe uma demanda por recursos computacionais de alto desempenho. A execução dessas aplicações, muitas vezes, depende do avanço tecnológico o que se torna uma barreira. A adoção de supercomputadores para obter poder de processamento e outros recursos, em muitos casos, é inviável financeiramente.

Como uma solução para a execução desse tipo de aplicações, a soma dos recursos computacionais já existentes, usada de forma mais apropriada e equilibrada, tornou-se uma alternativa atrativa, o que possibilitou a execução de aplicações paralelas, distribuídas em tempos razoáveis e com custo de implantação baixo. Neste contexto, podem ser aplicados os paradigmas de *cluster* e *grid* computacional, que melhor usufruem, respectivamente, dos recursos e serviços localmente e geograficamente distribuídos.

O uso das tecnologias de *cluster* e de *grid* no Processamento de Alto Desempenho (PAD) e a utilização de *Software Livre* (GNU/Linux) têm aumentado nos últimos anos. Dessa forma, inúmeras aplicações de pesquisa acontecem nas mais diversas

áreas, tais como: genética, bioinformática, física, química, engenharia, climatologia, petroquímica, pesquisa espacial e resolução de equações e métodos matemáticos.

Estas tecnologias têm sido largamente utilizadas em instituições de pesquisa, empresas privadas e estatais, como Petrobras, Sistema Nacional de Processamento de Alto Desempenho (SINAPAD), Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Google, HP, IBM, entre outras.

No processamento distribuído ou paralelo, uma aplicação computacional que exige um alto poder de processamento, representando assim uma grande tarefa, pode ser dividida em pequenas tarefas que são distribuídas entre os nós de um *cluster*. As tarefas típicas que exigem um alto poder de processamento, por sua vez, trabalham em conjunto para executar aplicações ou realizar outras tarefas, de maneira transparente aos usuários.

Em um ambiente *cluster* a alocação de recursos é efetuada por domínio administrativo, já em um ambiente *grid*, a alocação de recursos é realizada por múltiplos domínios administrativos [1], onde cada organização controla seus próprios recursos. Em ambos, os usuários têm a impressão de estar utilizando um único sistema e o que importa para a organização é ter as ferramentas necessárias para aplicar políticas conforme sua demanda de utilização.

Neste contexto, é importante determinar, com um bom grau de clareza, as políticas e as práticas que melhor retratem a orientação estratégica da organização. Como qualquer resultado em uma organização somente será obtido por meio das ações coordenadas dos seus empregados, a eles deverá ficar clara a determinação da Direção no que se refere às atuações a nível técnico e gerencial.

Este trabalho de pesquisa vem contribuir para a melhoria do processo de elaboração de políticas que estimulem ações em organizações ou centros, em nível estratégico e técnico, com vistas à inovação, à iniciativa, à troca de conhecimentos, à percepção do ambiente de PDA e ao acompanhamento da evolução da tecnologia que represente o pensamento permanente da alta direção, do corpo gerencial e dos empregados.

2 O CESUP

O Centro Nacional de Supercomputação (CESUP) [2] é um Centro Nacional de Processamento de Alto Desempenho (CENAPAD) da região sul. Está situado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no Estado do Rio Grande do Sul (RS), no sul do Brasil. Oferece, desde 1992, recursos de computação de alto desempenho a usuários de todo o país, tendo atendido, desde então, a centenas de projetos de diferentes áreas do conhecimento.

O CESUP integra uma rede de CENAPADs que compõe o SINAPAD [3]. Os CENAPADs estão distribuídos geograficamente e são instituídos pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) do Brasil. São oito unidades, operadas respectivamente pela UFRGS, UFMG, UFC, UNICAMP, UFRJ, UFPE, INPE e LNCC. Este último coordena o sistema por delegação do MCTI.

Nestes centros, para o processamento e armazenamento de dados, faz-se o uso de sistemas distribuídos ou paralelos, uma vez que sua implantação fornece recursos de segurança, alta disponibilidade e tolerância a falhas, além de haver muitos recursos computacionais à disposição. Através de *clusters*, são oferecidos recursos de processamento que permitem a execução de tarefas ou processos em um tempo muito menor, uma vez que os mesmos são distribuídos entre cada nó. A utilização de *clusters* e *grids* computacionais por centros e pesquisadores torna-se uma solução viável para um maior desempenho de aplicações.

Um *cluster* é formado por um grande número de processadores, fato que exige a presença de escalonadores e gerenciadores qualificados para que os recursos possam ser gerenciados corretamente e não haja falhas na execução de tarefas. Somado a isso, um *cluster* requer infraestrutura que garanta segurança em nível de rede elétrica, dados, hardware e software:

- Geradores de energia elétrica: para evitar queda total ou parcial de energia;
- Redundância de *hardware* com tecnologia *hotswap*, para tratar falhas em disco e problemas em fonte de alimentação;
- Redundância de *software*: para tratar corrupção de sistema operacional.

Em particular, o CESUP desenvolveu um sistema de contabilização e gestão de contas de PAD [4], com o objetivo de obter a gestão de contas de usuários, a apropriação dos recursos dos serviços de PAD, de avaliar os níveis de disponibilidade do sistema (segundo tempos de indisponibilidade - *downtime*) e com a possibilidade de contabilização individual e geral de usuários de sistemas com *software* e *hardware* heterogêneos de arquiteturas computacionais abertas.

2.1 O Sistema de Contabilização e Gestão de Contas de PAD

O CESUP utiliza uma Plataforma descrita em linguagem Personal Home Page (PHP) para a contabilização e gestão de contas dos serviços de PAD onde programas livres podem ser integrados, de modo a proporcionar grande mobilidade e baixo custo.

Essa Plataforma tem como finalidade administrar as contas para múltiplos projetos e usuários, mantendo uma base de dados com informações das contas, das publicações e do uso dos recursos computacionais para diversos *clusters* com diferentes sistemas e configurações. Os dados gerenciais podem auxiliar na tomada de decisões para resolver problemas básicos como reduzir o tempo de execução, aquisição de máquinas ou ainda aumentar o número de execução por unidade de tempo de um tipo de aplicação paralela ou distribuída. Cada *cluster* deve ter instalado o *software* Nagios [5], o OpenLDAP [6] e um gerenciador de filas, conforme o desenho esquemático de uma Plataforma de contabilização e gestão de contas dos serviços de PAD, mostrado na Fig. 1.

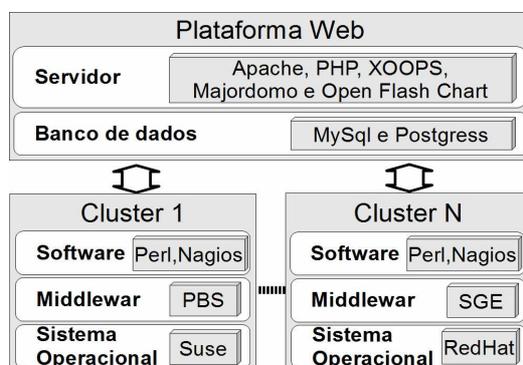


Fig. 1: Plataforma Web para contabilização e gestão de contas dos serviços de PAD.

2.1.1 O Banco de Dados da Plataforma Web

O banco de dados da Plataforma Web foi projetado, construído e populado com dados de apropriação de recursos e níveis de disponibilidade para o propósito específico de gerar relatórios, gráficos estatísticos e manter um histórico de uso do sistema.

O banco de dados foi criado no PostgreSQL [7] e mantido por um conjunto de aplicações que apresentam soluções em *Software Livre*. A Fig. 2 exibe o banco de dados e as fontes que integram sua base de dados, a saber:

- **Cadastro:** dados específicos do usuário na criação e renovação de conta. O cadastro é realizado pelo operador do Setor de Apoio ao Usuário (SAU) do CESUP;
- **Recursos:** dados referentes ao processamento dos *jobs* submetidos pelos usuários, oriundos do gerenciador de filas de processamento utilizado (Condor, SGE, PBSPro, Loadleveler, etc.) [8];
- **Sistema:** dados referentes ao tempo de serviços paralisados de um determinado *cluster*. São provenientes do aplicativo Nagios.

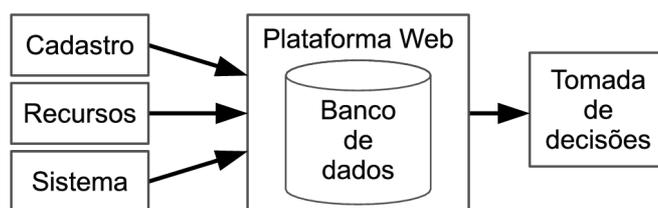


Fig. 2: Entradas e saídas para o banco de dados da Plataforma Web.

A Plataforma Web trabalha como um processo que se preocupa em extrair, integrar, limpar e dar consistência aos dados provenientes de diferentes fontes para que sejam utilizados a posteriori para tarefas analíticas. Além disso, ele cria

dimensões e consolida esses dados, organizando-os de forma a melhorar os relatórios de forma rápida, consistente, intuitiva e flexível.

2.1.2 A Contabilização dos Recursos

Um gerenciador de filas é responsável por distribuir tarefas de usuários de acordo com as necessidades de processamento, memória ou até mesmo de tempo no sistema distribuído e multiprocessado. Este papel é exercido por escalonadores, que são os responsáveis por gerenciar as tarefas que irão ser executadas pelos nós. Assim, é determinada a prioridade de cada tarefa que entra em uma fila de execução, o tempo dedicado para cada tarefa em um determinado processador, entre outras funcionalidades das unidades de processamento integrantes de um sistema.

Os dados referentes ao processamento dos *jobs* submetidos pelos usuários, são coletados através de um *script* Perl e enviados para a Plataforma Web. Independente do sistema de gerenciamento de filas (Condor, SGE, PBSPro, Loadleveler, etc.) utilizado, o *script* padroniza os dados para um formato que contenha os campos da Fig. 3, para que a Plataforma carregue em seu banco de dados.

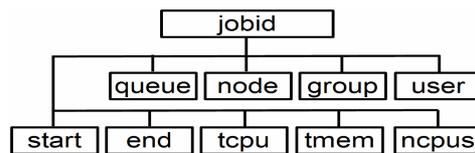


Fig. 3: Arquitetura dos dados coletados das ferramentas de gerenciamento.

Cada *job* submetido contém os campos indicados na figura e correspondem respectivamente:

- **Jobid:** A identificação do *job*;
- **Queue:** Nome da fila;
- **Node:** Nome do nó ou *host* que executou;
- **Group:** Número do Projeto associado;
- **User:** Nome de usuário que submeteu o *job*;
- **Start:** Data do início de execução em *timestamp*;
- **end:** Data do fim de execução em *timestamp*;
- **tcpu:** Tempo de *Central Processing Unit* (CPU) computado;
- **tmem:** Quantidade de memória utilizada;
- **ncpus:** Número de CPU cores utilizados.

A parte essencial do *script* para a execução desta tarefa é mostrado logo abaixo. Está descrito na linguagem Perl e é utilizado para a formatação dos dados obtidos do gerenciador de filas PBSPro, que é muito utilizado nos CENAPADs:

```
#!/usr/bin/perl  
# Autor: Leonardo Bisch Piccoli
```



```

        $fila, $cluster, $grupo, $usuario, $submit_time, $start_time, \
        $end_time, $tcpu, $tmem, $ncpus, $jobid;
    print $imprime;
    }
}
close(LF);
}
closedir DIR;
# Função para conversão em segundos
sub converte_tempo {
    my ( $in ) = @_ ;
    $in =~ /(\.)(\d\d):(\d\d)/;
    return $3 + ( $2 * 60 ) + ( $1 * 3600 );
}
# Função para conversão em kb
sub converte_memoria {
    my ( $in ) = @_ ;
    $in =~ /(\d+)(\D+)/i;
    $in *= 1 if /kb$/;
    $in *= 1024 if /mb$/;
    $in =~ s/\D//g;
    return $in;
}

```

2.1.3 A Gerência de Contas

O operador responsável pela gerência de contas (no CESUP encontra-se no setor de apoio ao usuário) com privilégios de administrador da Plataforma Web deverá cadastrar a instituição, departamento, projeto, conta e artigos referentes aos usuários que utilizam os serviços de PAD.

Com as informações cadastradas dos projetos e usuários, o administrador do sistema poderá criar, renovar, desativar ou excluir uma conta ou projeto em um ou vários *clusters* em que estiver habilitado, conforme o esquema da Fig. 4.

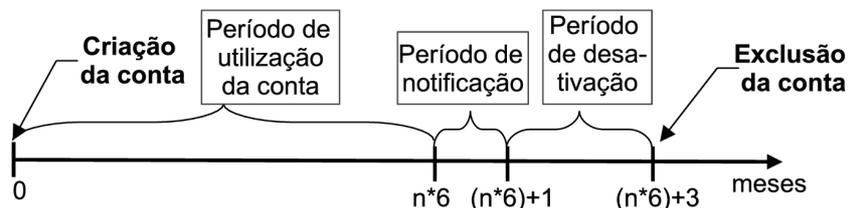


Fig. 4: Ciclo de uso de uma conta de usuário no CESUP.

As contas expiram depois de transcorridos 6 meses da data de abertura (período de utilização da conta), e são renovadas n vezes por requisição do usuário. Ao expirar o prazo de uso de uma conta, o usuário é notificado por meio de correspondência eletrônica (período de notificação) em intervalos semanais durante um mês. Nesse período, o usuário deverá efetuar a requisição de renovação, incluindo um relatório com uma justificativa e algumas informações solicitadas, tais como:

- Resultados obtidos (artigos publicados etc.) em formato científico;
- Uma estimativa, do tempo de CPU que será usado no próximo semestre.

Se o usuário não efetuar solicitação de renovação da conta, esta ficará inativa (período de desativação) e o acesso é bloqueado durante dois meses. Neste período o usuário pode se manifestar para fazer o backup de seus dados ou simplesmente efetuar a renovação. Após este período, é reservado ao CESUP o direito de encerrar a conta do usuário.

3 Resultados

Um dos bens mais preciosos que o CESUP possui são as informações obtidas pela Plataforma Web. Sem elas se torna impossível conhecer profundamente os usuários e os recursos consumidos, dificultando bastante uma tomada de decisão ao nível administrativo e técnico.

A função principal exercida pela Plataforma é de transformar dados em informação. A informação, por sua vez, pode trazer respostas sobre o que ocorreu no sistema, como e por quê. Assim, o administrador do sistema pode obter conhecimento suficiente sobre os dados escondidos e espalhados em diferentes ambientes computacionais e utilizar estas informações para dar suporte à tomada de decisão, baseada em fatos reais.

A partir de agora, os dados meticulosamente armazenados e classificados, quando necessários aos administradores, podem ser visualizados através de indicadores precisos no apoio à tomada de decisões.

3.1 Âmbito de Políticas Administrativas

O planejamento estratégico do CESUP contemplou a aquisição de novos equipamentos de hardware, relativos à área de PAD para o uso acadêmico e científico.

As ações tomadas levaram em consideração os resultados obtidos pelo conhecimento das necessidades, exibidos pela Plataforma Web. Desta forma, o CESUP atua em constante atividade de supervisão, fazendo aprimoramentos, adaptações e correções que se mostrarem necessárias durante sua existência.

Em 2009, renovou seus recursos computacionais com verba do Ministério da Ciência e Tecnologia, no âmbito do projeto PADBR, parte do programa de e-Ciência do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), coordenado pelo S1NAPAD. A aquisição de um novo *cluster* aumentou sensivelmente a capacidade de processamento disponibilizada aos usuários.

Os usuários se beneficiaram com essa aquisição, principalmente os da área da Física, através do uso de aplicações com tecnologias OpenMPI e OpenMP para aplicações em ambiente distribuído e paralelo. A Fig. 5 extraída da Plataforma Web ilustra essa mudança.

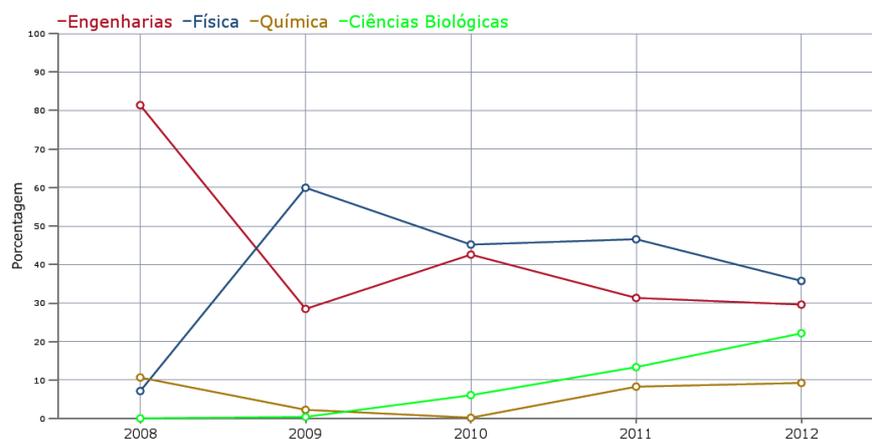


Fig. 5: Áreas do conhecimento atendidas pelo CESUP em proporções de uso do sistema entre os anos de 2008 e 2012.

Ao longo de 2010, o CESUP elaborou divulgação do centro através de Workshops e de revista, o que aumentou a demanda pelos recursos de PAD na área de Ciências Biomédicas. No final desse mesmo ano, foram liberados R\$ 500.000,00 para a aquisição de um novo servidor de PAD, disponibilizados através do projeto PADBR.

Houve uma melhoria, mediante recursos da UFRGS, em 2012, com a compra de um *cluster* SGI Altix ICE 8400. Este possuía um total de 768 núcleos de processamento e capacidade teórica total de 7.07 TFIops.

O conhecimento das tecnologias no CESUP passou a ser disseminado e não se restringiu apenas a seu corpo técnico, mas também abrangeu pesquisadores e docentes de diversas áreas, principalmente da área de Ciências Biomédicas. Um projeto nessa área, a exemplo da Fig. 6, ilustra a crescente utilização e familiaridade dos recursos disponibilizados, principalmente com a simulação de dinâmica molecular utilizando o pacote de aplicativos GRONingen Machine for Chemical Simulation (GROMACS) [9] no *cluster*.



Fig. 6: Dados obtidos do projeto 849 - Dinâmica de Auxinas e Sistemas de Rizogênese Adventícia em A Thaliana no ano de 2012.

A sistemática adotada no gerenciamento de contas, onde todas as contas obrigatoriamente devem ser renovadas a cada 6 meses, informando os resultados obtidos nos trabalhos, somado ao acréscimo de usuário atendidos, possibilitou um ganho significativo no número de publicações científica nos últimos anos. Ver Fig. 7.

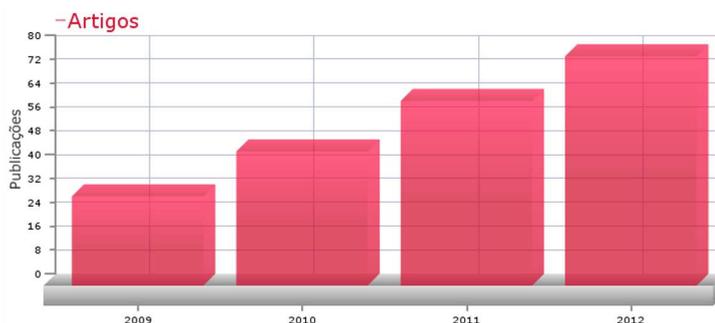


Fig. 7: Números de publicações nos últimos anos dos usuários que utilizaram os recursos do CESUP.

3.2 Âmbito de Políticas Técnicas

De certa forma, o CESUP está em constante atividade de supervisão, fazendo os aprimoramentos, adaptações e correções que se mostrarem necessárias. Algumas medidas, nas seguintes áreas, foram tomadas para garantir disponibilidade e segurança para os usuários:

- Rede Elétrica: no caso de queda brusca de energia faz-se o uso de *nobreaks* com banco de baterias, possibilitando algumas horas de autonomia de fornecimento de energia elétrica, para que o *cluster* não sofra interrupção. Já

no caso de falta de energia por muito tempo, faz-se o uso de Gerador Elétrico, garantindo alimentação elétrica por muito mais tempo, pois sua autonomia é limitada pelo combustível utilizado no funcionamento do gerador. Nesse sentido é importante garantir que o combustível do gerador esteja sempre à disposição e com quantidade suficiente para garantir a autonomia necessária.

- Hardware: faz-se o uso de servidor de rede, dedicado exclusivamente ao armazenamento de dados, novas tecnologias como *hotswap*, para que, se ocorrer um problema, haja substituição de peças ou equipamentos, sem a necessidade de desligamento do *cluster*.
- Software: uso de nós redundantes para que em caso de falhas, por exemplo, na memória, ou ainda, no processador de um nó, outro nó possa assumir suas funções, e assim o sistema como um todo continue disponível.

Apesar de estas medidas serem tomadas para garantir o funcionamento do *cluster*, a falta de alimentação elétrica parcial ou total, em alguns momentos, ao longo de 2012, não foi possível de ser evitada. Alguns defeitos ocorreram no *nobreak* e gerador o que impediu o fornecimento de energia em ocasiões como temporais, raios, manutenção da rede pública, etc ... Isso refletiu no uso de CPU dos *clusters* Sun Fire e SGI Altix exibidos na Fig. 8.

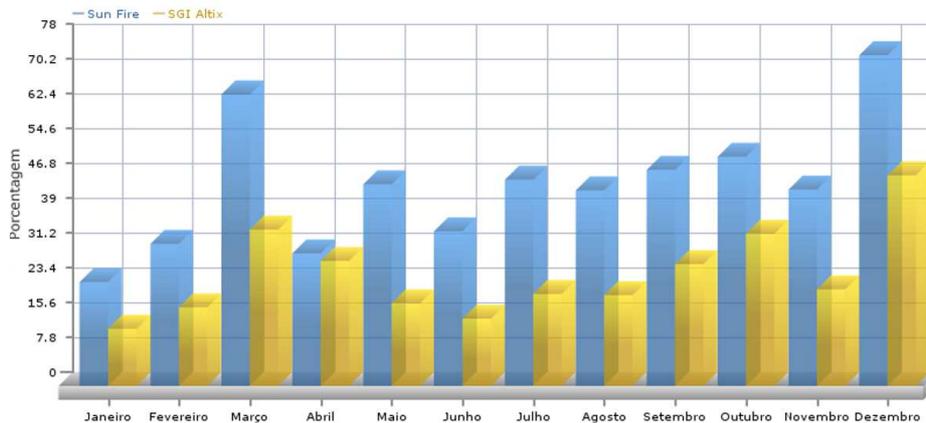


Fig. 8: Utilização de CPU conforme a capacidade de cada *cluster* no ano de 2012.

Em particular ao *cluster* SGI Altix, a partir do mês de abril, apesar do uso de CPU ter decaído, notou-se um aumento substancial no tempo de espera na execução dos *jobs*. Na Tabela 1 pode-se visualizar este acréscimo, comparando o mês de abril com o mês de agosto. Embora em abril o consumo de CPU tenha sido maior (ver na Fig. 8), em relação ao mês agosto, houve *jobs* com menor tempo de espera.

Tabela 1. Tabela referente aos *jobs* submetido no *cluster*.

Filas	Abril de 2012		Agosto de 2012	
	<i>small.q</i>	<i>mid.q</i>	<i>small.q</i>	<i>mid.q</i>
Número de <i>jobs</i> submetidos	707	161	1405	106
Tempo médio de espera	50 m 3 s	53 m 43 s	30 m 55 s	3 h 25 m 48 s
Tempo médio de execução	7 h 13 m 20 s	3 h 29 m 15 s	4 h 2 m 32 s	6 h 55 m 56 s
CPUs utilizadas (1)	27	0	135	0
CPUs utilizadas (2-32)	356	7	856	0
CPUs utilizadas (33-64)	180	0	292	0
CPUs utilizadas (65-128)	141	0	122	0
CPUs utilizadas (129-256)	1	154	0	106
CPUs utilizadas (257-1000)	2	0	0	0

Visando contornar este problema, foi realizada, no final do ano de 2012, uma parada programada para a instalação de novos componentes de hardware no *cluster*, para melhorar o desempenho do sistema de armazenamento. Verificou-se após alguns testes, que o tempo médio de execução e conseqüentemente de espera era causado por problemas no processo de leitura e escrita local de dados para os *jobs* que estavam em execução.

4 Conclusão

O uso da Plataforma Web apresentado neste trabalho possibilita extrair informações úteis no gerenciamento em diversas configurações de sistema potencialmente compostas por agrupamentos de computadores em *cluster*. Também pode ser utilizada em sistemas com características de expandir geograficamente por uma extensa área, através de *grids*, possibilitando estratégias que tendem para um balanceamento de carga mais eficaz, considerando recursos múltiplos em cada nó.

A Plataforma Web pode ser aplicada para aperfeiçoar a gestão, a coordenação, o planejamento, a contabilidade e o controle de ações em organizações que dispõem de serviços em PAD. Nesse contexto, a atuação dos administradores implica em melhorar a prestação de serviços aos usuários, com aumento da transparência de informações e, assim, contribuir para a divulgação e a promoção dos trabalhos realizados. Através da contabilização, pode-se efetuar também, transações comerciais com o setor privado [10].

As ferramentas de gerenciamento garantem que as tarefas destinadas a um *cluster* sejam escalonadas de acordo com a necessidade de cada uma delas. Com isso, é possível a criação de supercomputadores, com alto poder de processamento, garantindo um sistema tolerante a falhas e com alta disponibilidade. Essas ferramentas são fundamentais para a unidade de processamento distribuído, para que ela consiga suportar as falhas e trabalhar com o máximo de desempenho e qualidade.

Um fato relevante é a utilização de ferramentas de gerenciamento que podem trabalhar integradas com a Plataforma no gerenciamento e controle e que não possuem custo de licença. Isso mostra a relevância desta Plataforma e impulsiona a utilização da mesma pelos administradores.

A adoção de padrões abertos e *Software Livre* possibilitam a produção compartilhada e colaborativa de conhecimento, assegurando assim, a habilidade de criar, organizar e compartilhar soluções e conhecimentos estratégicos para o setor de PAD.

Futuramente, haverá possibilidade de outras soluções que tornem o trabalho do administrador ainda mais fácil, automatizando decisões, incluindo a identificação de problemas em tempo real com ações de correção e restauração da normalidade de funcionamento antes que problemas ou necessidades surjam inesperadamente.

Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CESUP/UFRGS. O autor agradece a colaboração da equipe de Apoio ao Usuário, bem como à diretora Denise Grüne Ewald do CESUP.

Referências

1. Malarvizhi, N., Uthariaraj, V., Comparison of Resource Scheduling in Centralized, Decentralized and Hybrid Grid Environments. En: International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. Vol. 2 - 7, July (2012)
2. Centro Nacional de Super Computação, <http://www.cesup.ufrgs.br>
3. SINAPAD - Sistema Nacional de Processamento de Alto Desempenho, <https://www.lncc.br/sinapad/cenapads.php>
4. Piccoli, L., Schneider, E., Ewald, D., Uma Plataforma Web para os Serviços de Contabilização e Gestão de Contas de PAD. En: Segunda Conferência da Rede de Diretores de Tecnologías de Información y Com de Instituciones unicaciónde Educación Superior Latinoamericanas (TICAL) 2012, Lima, v. 2. pp. 189-197 (2012)
5. Barth, W., Nagios. System and Network Monitoring, No Starch Press, (2006)
6. Chu, H., OpenLDAP: Highlights for 2.4. En: Proceedings of the 21th Large Installation System Administration Conference, LISA 2007, Dallas, Texas, USA, November 11-16 (2007)
7. Group, PostgreSQL Global Development Postgres 9.0 Manual. (2010)
8. Yan, Y., Chapman, B., Comparative Study of Distributed Resource Management Systems – SGE, LSF, PBS Pro, and LoadLeveler. En: Technical Report-Citeseerx (2008)
9. Hess B., Kutzner C., Spoel D., Lindahl E., GROMACS 4: Algorithms for Highly Efficient, Load-Balanced, and Scalable Molecular Simulation. En: Journal of Chemical Theory and Computation 4 , no. 3: 435-447 (2008)
10. Chen, Z., Yang, Y., Chen, L., Wang, C., Design and realization of high-performance computing platform accounting system. En: Future Computer and Communication (ICFCC) 2010. 2nd International Conference, vol. 2, pp.V2-702, May (2010)