

Uma Nova Política de Incentivos para Grades Computacionais Entre-Pares

Matheus Gaudencio¹, Francisco Brasileiro¹

¹Universidade Federal de Campina Grande
Departamento de Sistemas e Computação
Laboratório de Sistemas Distribuídos
Av. Aprígio Veloso, s/n, Bloco CO, Bodocongó
58.429-900, Campina Grande, PB

Abstract. *This paper presents a new resource sharing policy for P2P grids. This new policy (NNoF) is based upon the Network-of-Favors (NoF). The NoF is a policy employed by the OurGrid Community to incentive resource donation using a reciprocity strategy: the share of resources received by each node is proportional to the amount of resources donated by this node. However, the NoF isn't able to distinguish freeriders from nodes that consume more resources than donates to a grid. The NNoF is able to provide a better reciprocity to donors, specially those with high consumption rate. This paper presents a evaluation that shows the new policy capability of distinguish donors from freeriders.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma nova política para a distribuição de recursos entre os diferentes nós de uma grade computacional entre-pares. A nova política, a NNoF, se baseia na política de rede de avores em uso por uma grade computacional entre-pares, o OurGrid. Na rede de favores os nós são retribuídos de forma proporcional a sua doação. No entanto, a rede de favores não é capaz de diferenciar, de forma eficiente, os nós caroneiros (que consomem sem retribuir) dos nós que consomem mais do que doam para a grade. A NNoF, se propõe a diferenciar estes nós aumentando a quantidade de recursos recebidos pelos doadores da grade. Nos cenários avaliados a NNoF é capaz de distinguir os nós doadores de alto consumo dos nós caroneiros mesmo com tentativas de burlar o sistema.*

1. Introdução

A tecnologia de grades computacionais permite o compartilhamento de recursos de diferentes domínios administrativos e o uso coordenado destes recursos [Briquet and de Marneffe 2006]. É cada vez maior a utilização dessa tecnologia principalmente pela possibilidade de se agregar um número muito grande de recursos, provendo uma infra-estrutura que consegue permitir o processamento massivamente paralelo a um custo muito baixo, quando comparado a outras alternativas.

Uma grade pode operar através de acordos mútuos entre os ingressantes (*Virtual Organizations* de acordo com Foster *et al.* [Foster et al. 2001]) para ter garantias sobre o compartilhamento destes recursos. Estes acordos são definidos previamente ao ingresso da grade e são realizados de modo não autônomo. Para a manutenção dessa grade, é necessário, uma equipe de suporte com conhecimento para manter a infraestrutura da grade e unir os participantes em torno de projetos semelhantes.

Entretanto, nem todo domínio possui o suporte ou recursos dedicados necessários para se juntar a tais grades. Ou ainda, alguns domínios não trabalham com um objetivo em comum. Para agregar recursos destes domínios criou-se a comunidade OurGrid [Cirne et al. 2006]. A comunidade OurGrid permite que diferentes domínios administrativos participem de uma grade computacional de livre acesso, utilizando o conjunto de recursos da grade de forma oportunista. Permite ainda tornar o sistema escalável e com baixo custo de manutenção ao adotar uma arquitetura aberta e entre-pares (*P2P*, do inglês *peer-to-peer*) no seu sistema.

Um modelo de grade aberta entre-pares provê uma política de compartilhamento que é geral e adotada por todos os membros durante o ingresso. Pela natureza autonômica da grade, cada membro segue uma determinada política sem a definição de acordos fora do ambiente de grade e sem necessitar de informações disponíveis apenas fora do seu domínio administrativo para aplicar tal política de compartilhamento.

Atualmente, o OurGrid utiliza a política definida pela Rede de Favores (*NoF* [Andrade et al. 2007], do inglês *Network-of-Favors*) para determinar como os recursos são compartilhados entre os diferentes domínios administrativos, ou nós, que compõe a grade. O objetivo da política se baseia na busca por reciprocidade: nós da grade que mais doam recursos são os nós que devem receber mais recursos da mesma. Ou seja, espera-se que haja uma troca de favores entre os nós da grade. Esta troca de favores busca uma retribuição proporcional à quantidade de recursos que são doados por cada nó. Ao seguir a política proposta pela Rede de Favores, os integrantes incentivam a doação por privilegiarem os nós doadores da grade.

A retribuição oferecida pela NoF considera os diferentes tipos de participantes da grade. Um participante pode tanto contribuir como usar recursos do sistema, sendo assim um nó doador. Como pode ser apenas um nó caroneiro (*freerider*): um nó que busca utilizar os recursos da grade sem realizar retribuição. A política da NoF garante algum nível de proteção contra estes tipos de usuário privilegiando os participantes que doam ao sistema. No entanto, a NoF não é capaz de atuar eficientemente na diferenciação entre os nós caroneiros e os nós que consomem mais do que doam à grade.

Assim, propõe-se uma nova política: a NNoF. Esta política busca diferenciar eficientemente os nós caroneiros dos nós doadores. Ao diferenciar estas duas categorias, a doação ao sistema é incentivada também para os nós que consomem mais do que doam à grade. Assim como a NoF, a NNoF é uma política extremamente simples, mas que é capaz de atuar de forma significativa. Nos cenários avaliados com três diferentes tipos de participantes: nós caroneiros, nós que consomem mais do que doam e nós que doam mais do que consomem, a nova política aumenta o incentivo à participação dos nós doadores, especialmente aqueles que consomem mais do que doam ao sistema.

Este artigo organiza-se da seguinte forma: na Seção 2 são apresentados trabalhos relacionados. A Seção 3 descreve a NoF em detalhes para, na seção seguinte, ser descrito a estratégia e o funcionamento da NNoF. A Seção 5 apresenta uma descrição do modelo de simulação adotado. A descrição dos cenários e a avaliação destes cenários encontram-se na Seção 6. Em seguida, apresenta-se uma discussão sobre possibilidades de burlar a nova política e como evitar tal problema. Por fim, a Seção 8 resume os resultados apresentados neste artigo.

2. Trabalhos relacionados

Toda grade computacional define uma política de governança de seus membros. Estas políticas definem como os nós interagem, qual o custo de ingresso e manutenção do nó no sistema. Grades que utilizam o Globus Toolkit [Foster et al. 2001], por exemplo, definem a garantia destas políticas através de acordos feitos pelos participantes fora do substrato da grade. O uso desta política não se adequa a natureza escalável de uma grade aberta entre-pares.

Seguindo a mesma política do Globus, o Condor [Thain et al. 2005] se apresenta como um sistema onde cada domínio administrativo representa um *Condor Pool*. Operando de forma P2P, o *Condor Flocking* [Epema et al. 1996] agrega diversos Condor Pools: uma ponte é construída de forma transparente, de forma que, em um Condor Pool, um recurso representa outra Condor Pool. No Condor Flocking as políticas de compartilhamento são definidas entre os Condor Pools. Outra possível construção de Flocking é permitir o acesso de um usuário a diversos Condor Pools. Neste cenário as políticas de compartilhamento são definidas entre o usuário e os diversos Condor Pools acessados. Assim, apesar da natureza P2P, o Condor Flocking ainda remete sua política a um modelo não escalável de acordos fora do ambiente da grade. Mesmo um mecanismo de agregação entre Globus e Condor, como o Condor-G [Frey et al. 2001] ainda está limitado à mesma política de compartilhamento.

Briquet [Briquet 2008] explora uma política simples de FCFS. Na política FCFS, independente do que cada nó doa, a distribuição dos recursos é definida pela ordem de chegada da requisição de recursos ao sistema. Assim, não há um incentivo para a doação de recursos dos nós à grade que não seja voluntária, descartando a natureza de uma política de incentivo. A proposta da nova política difere de uma política simples FCFS ao incentivar a doação como mecanismo de se obter uma melhor retribuição ao sistema.

A comunidade OurGrid é um exemplo de uma grade computacional aberta P2P com incentivos à doação. Uma política para este tipo de grade considera a natureza autônoma dos nós: a sua atuação dentro da grade é decidida apenas pelas informações do próprio nó. A política adotada pelo OurGrid, a Rede de Favores [Andrade et al. 2007] leva isto em consideração e busca incentivar a doação dos nós através do princípio da reciprocidade. Por servir de base à nova política proposta, a NoF é explorada em detalhes na próxima seção.

3. Rede de Favores

O comportamento egoísta e a falta de uma identidade forte no modelo de grades P2P permite a presença de caroneiros: participantes que fazem uso da grade sem prover nada em troca. Para obter o máximo de recursos, com menor custo, o comportamento de carona é ideal pois há ganho do que estiver disponível no sistema sem a necessidade de uma contrapartida. Entretanto, o aumento de participantes caroneiros, diminui a provisão de recursos na grade, diminuindo a própria utilidade da grade.

Para evitar o comportamento de carona, o middleware OurGrid apresenta um mecanismo de incentivo baseando-se numa rede de favores [Andrade et al. 2007]. Na Rede de Favores, cada domínio contabiliza um recurso compartilhado para outro domínio como um favor, e espera receber prioridade na doação de recursos dos domínios que mais lhe devem favores.

É importante observar que estes recursos são compartilhados ao longo do tempo. Assim, esta troca de favores não se trata apenas da capacidade de retorno dos recursos, mas do tempo necessário para receber tal retribuição. Como exemplo, a comunidade Our-Grid trata um recurso como hora de processamento. Não basta apenas existir a retribuição de recursos, mas é preciso contabilizar a capacidade de um nó ser retribuído imediatamente para realizar sua computação útil. Espera-se que os nós doadores retribuam os favores que devem imediatamente.

Para realizar tal retribuição, a NoF inicializa um vetor de contabilidade de favores dos nós da rede com o valor zero. Ao entrar no sistema, um nó não realizou nenhuma operação de troca de recursos. Assim, para este nó, toda a informação de conta dos demais nós é iniciada com zero (Algoritmo 1). Esta conta representa a quantidade de favores trocados com um determinado nó P . Estes valores de conta não são compartilhados entre os nós, mas restritos a cada nó da grade. Estas contas determinam a priorização das doações que serão realizadas por este nó aos demais nós da grade.

Algoritmo 1 Estado inicial

$$Conta[P] = 0$$

Ao receber recursos de outro nó, o nó consumidor atualiza a conta que tem do nó provedor com a quantidade de recursos recebidos. Esta atualização é descrita no algoritmo 2.

Algoritmo 2 Atualizando a conta após recebimento de recursos

$$Conta[P] = Conta[P] + recursos_recebidos_de_P$$

Ao realizar uma doação de recursos, o nó doador decrementa o valor de recursos doados da conta que tem do nó consumidor. Caso o nó consumidor utilize mais recursos do que o registrado no conta, a conta assume o valor 0. Assim, o cálculo do conta nesta situação é definido com o Algoritmo 3.

Algoritmo 3 Atualizando a conta após doação de recursos

$$Conta[P] = \max(0, Conta[P] - recursos_doados_para_P)$$

Como exemplo, são considerados três nós: *Nó A*, *Nó B* e *Nó C*. Inicialmente, o valor de todas as contas é zero, como exibido na Tabela 1.

Tabela 1. Valores iniciais das contas

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
$Conta_A$	–	0	0
$Conta_B$	0	–	0
$Conta_C$	0	0	–

Caso o *Nó B* doe 10 recursos para o *Nó A* e o *Nó C* doe 4 recursos para o *Nó A*, as contas destes nós são atualizadas conforme os valores da Tabela 2.

Tabela 2. Contas após o consumo de recursos pelo Nó A

	A	B	C
$Conta_A$	–	10	4
$Conta_B$	0	–	0
$Conta_C$	0	0	–

Caso ambos o *Nó B* e o *Nó C* peçam recursos ao *Nó A*, o *Nó A* priorizara o *Nó B* por apresentar um maior conta. Andrade [Andrade et al. 2003] cita dois modelos de doação: a doação total de todos os recursos ao nó com maior conta, e a doação proporcional ao valor da conta. Esta última estratégia é a utilizada na atual implementação do middleware OurGrid. Mas não há distinção do uso dessas duas estratégias para em termos de retribuição obtida na política adotada.

Considerando que ambos o *Nó B* e o *Nó C* requisitaram 30 recursos cada, e o *Nó A* tenha 7 recursos disponíveis para doação, eles receberão 5 e 2 recursos respectivamente no modelo proporcional. Após o uso dos recursos obtidos, as contas dos nós são atualizados conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Contas após a doação do Nó A

	A	B	C
$Conta_A$	–	5	2
$Conta_B$	5	–	0
$Conta_C$	2	0	–

Caso o *Nó B* obtenha 10 do *Nó A*, a conta entre o *Nó A* para o *Nó B* é de 0. Não há contabilidade negativa de favores, do contrário, seria incentivado que o *Nó B* assumisse uma nova identidade. Por exemplo, seria vantajoso, caso a conta fosse negativa, que o *Nó B* saísse do sistema e retornasse como um novo *Nó D*. Considerando que o *Nó B* manteve sua identidade, o estado atual do sistema, após a nova doação do *Nó A* para o *Nó B* é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Conta entre-pares após a nova doação do Nó A

	A	B	C
$Conta_A$	–	0	2
$Conta_B$	15	–	0
$Conta_C$	2	0	–

4. Uma Nova Rede de Favores (NNoF)

Para compreender o problema da NoF, é preciso primeiro classificar os nós da grade. Considera-se o fator de retribuição como uma medida dada por $\mathcal{R} = \frac{\text{recursos_totais_doados}}{\text{recursos_totais_recebidos}}$. Existem três categorias distintas de comportamento: *i*) os nós careoneiros, onde $\mathcal{R} = 0$; *ii*) os nós que consomem mais ou igual ao que doam ao sistema, onde $0 < \mathcal{R} \leq 1$, e; *iii*) os nós que doam mais do que consomem do sistema, onde $\mathcal{R} > 1$.

Na NoF, todos os nós com $\mathcal{R} \leq 1$ são tratados de forma semelhante caso mantenham o mesmo modelo de consumo. Os nós de maior consumo rapidamente se colocam numa situação igual ao dos nós caroneiros. Assim, o incentivo recebido para a doação do sistema é logo consumido, fazendo com que este nó se coloque com conta de valor zero. Em cenários com grande número de caroneiros, a situação do nó onde $0 < \mathcal{R} \leq 1$ piora na NoF pois há o aumento de competidores com o mesmo valor de conta.

Assim, a NoF não é capaz de diferenciar eficientemente estas duas categorias: onde $\mathcal{R} = 0$ e $0 < \mathcal{R} \leq 1$. Considerando este problema, propõe-se uma nova política, a NNoF, baseada na Rede de Favores. Esta política é capaz de diferenciar os nós caroneiros dos nós onde $\mathcal{R} > 0$ e incentiva também a retribuição aos nós de forma proporcional a \mathcal{R} .

Na NNoF, no lugar do nó manter o estado da conta que tem dos demais nós, cada nó armazena dois vetores representando a quantidade de elementos doados (D) e consumidos (C) de outro nó da grade. O valor de *Conta* ainda existe, mas é calculado a partir destes dois valores no momento que há a definição da prioridade de doação. A inicialização do sistema é descrita no Algoritmo 4.

Algoritmo 4 Estado Inicial

$$D[P] = 0$$

$$C[P] = 0$$

Quando um nó recebe recursos de um outro nó P , ele incrementa o valor de $C[P]$ com o número de recursos consumidos. Quando um nó doa recursos para outro nó P , ele atualiza o valor de $D[P]$ incrementando a quantidade de recursos doados. Assim, o valor da *Conta* para P é calculado a cada decisão de priorização e distribuição dos recursos. Essa conta é uma função calculada como apresentada no Algoritmo 5. Quando o número de recursos doados por um potencial consumidor é maior do que o número de recursos que aquele consumidor já recebeu, utiliza-se o saldo positivo do favor. Do contrário, se ele já recebeu algum recurso, utiliza-se uma taxa ($\frac{D[P]}{C[P]}$) para representar a atual conta. Por fim, caso nunca tenha recebido recursos do potencial consumidor, a conta é 0.

Algoritmo 5 Calculando a conta do usuário

```

if  $C[P] \geq D[P]$  then
  return  $C[P] - D[P]$ 
else if  $C[P] > 0$  then
  return  $\frac{D[P]}{C[P]}$ 
else
  return 0
end if

```

Como exemplo de funcionamento da NNoF, são considerados três nós: *Nó A*, *Nó B* e *Nó C*. Inicialmente, o valor de recursos recebidos e doados e o valor da conta entre-pares é zero, como exibido na Tabela 5.

Tabela 5. (D, C) e valor inicial das contas

	A	B	C		A	B	C
D_A, C_A	–	(0, 0)	(0, 0)	$Conta_A$	–	0	0
D_B, C_B	(0, 0)	–	(0, 0)	$Conta_B$	0	–	0
D_C, C_C	(0, 0)	(0, 0)	–	$Conta_C$	0	0	–

Caso o *Nó B* doe 10 recursos para o *Nó A* e o *Nó C* doe 4 recursos para o *Nó A*, a quantidade de recursos obtidos e recebidos e as contas dos nós são atualizadas conforme os valores da Tabela 6.

Tabela 6. (D,C) e contas após o consumo de recursos pelo *Nó A*

	A	B	C		A	B	C
D_A, C_A	–	(0, 10)	(0, 4)	$Conta_A$	–	10	4
D_B, C_B	(10, 0)	–	(0, 0)	$Conta_B$	0	–	0
D_C, C_C	(4, 0)	(0, 0)	–	$Conta_C$	0	0	–

Por enquanto, o modelo de priorização se mantém o mesmo da NoF: considerando que ambos o *Nó B* e o *Nó C* requisitaram 30 recursos cada, e o *Nó A* tenha 7 recursos disponíveis para doação, eles receberão, assim como no exemplo da NoF, 5 e 2 recursos respectivamente. No entanto, após o consumo destes recursos, as variáveis do sistema (recursos recebidos e doados), além do valor da conta após atualização, assumem valores diferentes da NoF. Estes valores estão exibidos na Tabela 7.

Tabela 7. (Doado para, Recebido de) e contas após as doações do *Nó A*

	A	B	C		A	B	C
D_A, C_A	–	(5, 10)	(2, 4)	$Conta_A$	–	5	2
D_B, C_B	(10, 5)	–	(0, 0)	$Conta_B$	$\frac{5}{10}$	–	0
D_C, C_C	(4, 2)	(0, 0)	–	$Conta_C$	$\frac{2}{4}$	0	–

Com a nova política em funcionamento, o *Nó A* consegue identificar o *Nó B* como um potencial futuro doador caso ele receba os recursos do *Nó A*. Isto ajuda a distinguir o *Nó B* dos nós caroneiros. Caso o *Nó B* e um nó caroneiro peçam recursos, a política da NNoF permite privilegiar o *Nó B*. Um nó que ingresse no sistema pode assumir um valor de conta maior que o do *Nó B*: basta realizar uma única doação e a conta para este nó assume um valor maior do que 1.

Assim, a nova política separa os nós onde $\mathcal{R} = 0$ e os nós onde $\mathcal{R} > 0$. Caso não haja troca de identidade.

5. Modelo de Simulação

Para avaliar a política existente e as novas propostas, usou-se um modelo de simulação baseado no modelo proposto por Andrade *et al.* [Andrade et al. 2007]. Trata-se de uma simulação de tempo discreto, onde deseja-se entender o comportamento geral da política em relação às características do comportamento dos nós e do sistema.

No modelo de simulação o tempo é discretizado em turnos. Cada nó tem uma quantidade de recursos que podem ser doados à grade. A cada turno, os nós assumem o comportamento de consumidor ou doador de acordo com a frequência de consumo do nó. Quando consumidores, estes nós procuram obter uma quantidade de recursos proporcional ao número de recursos que tem. Quando doadores, estes nós doam seus recursos para os nós da grade que são consumidores naquele tempo e através de uma determinada política de alocação de recursos.

Há dois tipos gerais de nós no sistema: *i)* doador: que doa e consome recursos da grade; *ii)* caroneiro: apenas consome recursos da grade. Os parâmetros do modelo de simulação estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8. Parâmetros do simulador

Parâmetro	Descrição
Turnos	Número de turnos
Política	Política utilizada no modelo simulado
Número de nós	Quantidade de nós presentes
Proporção de caroneiros	Proporção dos nós do sistema que são caroneiros
Quantidade de recursos	A quantidade de recursos que um nó possui
Fator de consumo	Quanto um nó deseja consumir a cada turno, em relação a quantidade de recursos que possui. Nós com 10 recursos e com fator de consumo 1, requisitam 10 recursos para a grade quando se tornam consumidores
Frequência de consumo	A probabilidade de que um nó, em um determinado turno, esteja consumindo recursos, do contrário, ele se assume como doador, caso não seja um nó caroneiro

Da simulação são extraídas as métricas de: *i)* recursos consumidos pelo nó; *ii)* recursos requisitados pelo nó. Devido a quantidade de dados gerados pelo sistema, tais métricas são obtidas a cada 10 turnos de simulação.

6. Avaliação

Andrade *et al.* [Andrade et al. 2007] analisou duas métricas de resposta: o fator de escanteamento dos caroneiros, ou seja, o quanto os nós doadores prevalecem sobre os nós caroneiros na forma de recursos obtidos da grade; e o fator de reciprocidade definido pela razão entre quantidade de recursos recebidos sobre a quantidade de recursos doados.

Este trabalho reavalia a NoF e a NNoF sob uma nova métrica: a capacidade de receber o que é requisitado, denominado fator de satisfação e dado por $S = \frac{\text{recursos recebidos}}{\text{recursos requisitados}}$.

Neste aspecto, um nó pode doar mais do que recebe, mas é capaz de receber tudo aquilo que é requisitado à grade. Considera-se que esta métrica permite uma melhor avaliação de justiça, pois engloba o aspecto de utilidade da grade: ser capaz de receber recursos da grade rapidamente em relação ao total doado. Isto permite olhar para as duas dimensões da grade: tempo de retorno de um favor e quantidade de favores retornados ao nó consumidor.

Para descrever o comportamento desta métrica, é de interesse explorar o comportamento de diferentes categorias de consumo em diferentes cenários. Para criar as diferentes classes de consumo, fixou-se o fator de consumo em 1. A variação do consumo é definida pela variação da frequência de consumo. Assim, em cada cenário simulado, um terço tem uma frequência de consumo de 30%, outro terço uma frequência de consumo de 60% e o restante com 90% de frequência de consumo. Isto representa os três diferentes fatores de reciprocidade. O grupo com 30% apresenta $\mathcal{R} > 1$ e os demais grupos, $0 < \mathcal{R} \leq 1$.

O número de nós é fixo, mas altera-se a quantidade de caroneiros ($\mathcal{R} = 0$) do sistema. Esta variação permite avaliar o comportamento do sistema com a redução de doadores e aumento de caroneiros. É esperado que uma política de incentivo seja capaz de privilegiar cada vez mais nós doadores quanto maior for a presença de caroneiros.

A quantidade de turnos é fixa e arbitrariamente grande. Utilizou-se 60000 para observar o comportamento do sistema ao longo do tempo com uma janela de turnos suficientemente grande para que todos os nós possam interagir por um longo período de tempo. Todos os parâmetros adotados estão resumidos na Tabela 9.

Tabela 9. Parâmetros do simulador

Parâmetro	Valor
Turnos	60000
Política	NoF, NNoF
Número de nós	200
Proporção de caroneiros	0%, 25%, 50%, 75%
Quantidade de recursos	10, $U(1, 10)$
Fator de consumo	1
Frequência de consumo	1/3 dos nós em 30%, 1/3 dos nós em 60%, 1/3 dos nós em 90%

6.1. Resultados

O primeiro aspecto observado é de que a variação da quantidade de recursos não impacta as métricas observadas nas diferentes categorias de consumo. Independente de usar um valor constante ou usar uma distribuição uniforme para determinar o número de recursos por nó. Um nó de baixo consumo não tem a métrica \mathcal{S} impactada por ter mais ou menos recursos. Mesmo usando uma distribuição uniforme para determinar a quantidade de recursos por nó, os nós com a mesma frequência de consumo tendem a se agrupar em torno de um valor comum nesta métrica, independente de ter mais ou menos recursos.

A quantidade de turnos também é suficiente para observar uma tendência de estabilização das categorias. A Figura 1 demonstra o comportamento do valor de \mathcal{S} de cada nó ao longo do tempo em um cenário com 75% de caroneiros. Na figura cada nó é representado por um tom-de-cinza proporcional ao seu fator de consumo. É possível ver que os nós de mesma categoria tendem a se agrupar em torno de uma média. A NoF agrupa esses nós de forma próxima e estável, enquanto a NNoF apresenta uma dispersão maior dos nós em torno de um valor. Este comportamento se repete em todos os cenários

avaliados. É importante observar que mesmo os doadores de maior consumo são mais privilegiados pela NNoF, objetivo definido pela política.

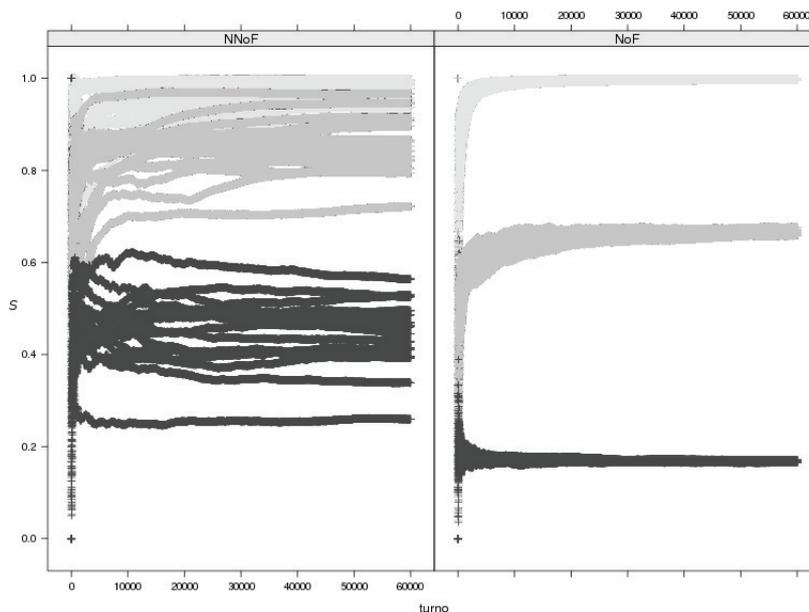


Figura 1. S por nó doador ao longo do tempo – Cenário com 75% de caroneiros

A Tabela 10 representa o cenário em que não há caroneiros. O erro dos valores apresentados é inferior a 0.02 (confiança de 95%). Claramente há uma tendência dos nós de maior frequência de consumo serem menos privilegiados quando comparado a NoF. Isto é uma consequência da política sendo capaz de diferenciar os nós com frequência de consumo de 60% e 90%. Na NoF, ambas as categorias (por consumirem mais do que doam) podem se encontrar mais facilmente em situações em que a NoF não distingue entre as duas categorias. Ao armazenar o histórico de doação e consumo estas categorias passam a serem diferenciadas havendo privilégio da categoria que mais realizar doação. A exemplo dos nós com fator de consumo de 60%. A nova política é capaz de tornar esta categoria mais representativa perante a grade, incentivando ainda mais a doação.

Tabela 10. S por nó – Cenário sem caroneiros

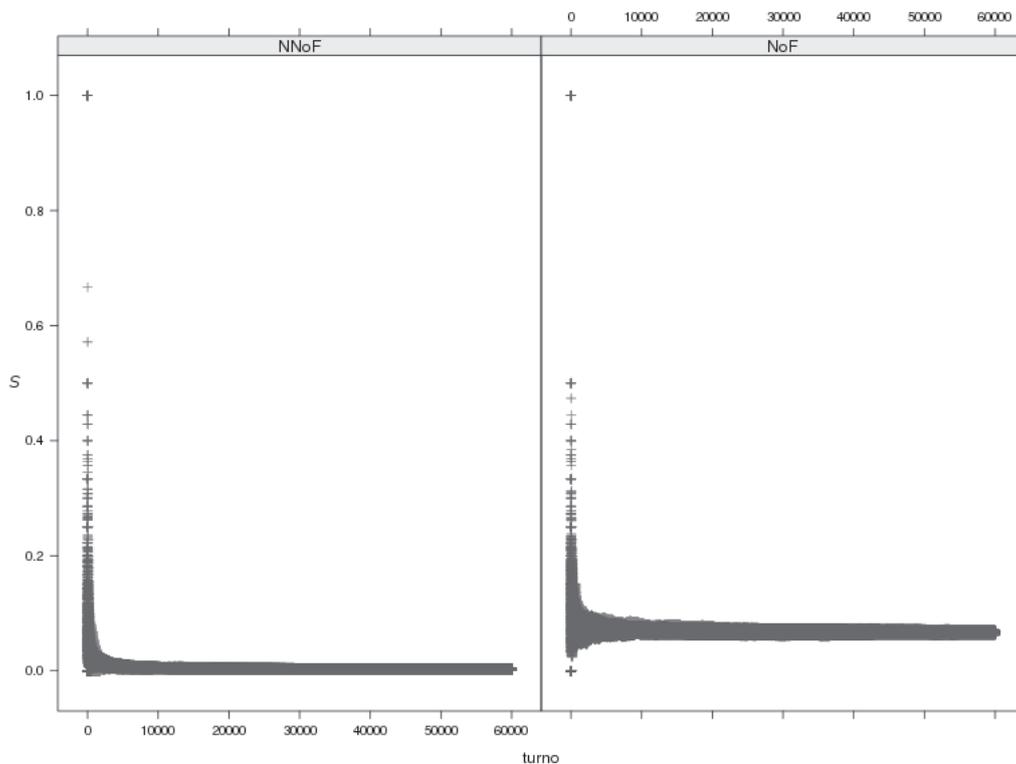
FC	NoF	NNoF
30%	0.99	0.98
60%	0.78	0.94
90%	0.47	0.38

Ao particionar os nós da rede em nós caroneiros e doadores, a nova política é capaz de escantear completamente os nós caroneiros do sistema. Isto ocorre pois as doações realizadas em um momento passado da política ainda são contabilizadas para a distribuição dos recursos mesmo num futuro distante. A Tabela 11 apresenta os resultados obtidos com as diferentes taxas de participação dos caroneiros (25%, 50%, 75%). O erro associado aos valores da tabela para a política NNoF são menores do que 0.03, e 0.01 para os valores associados com a política NoF (confiança de 95%).

Tabela 11. S para as diferentes classes de consumo nos três cenários com caroneiros

Tipo	FC	25%		50%		75%	
		NoF	NNoF	NoF	NNoF	NoF	NNoF
Doadores	30%	0.99	0.97	0.99	0.97	0.99	0.95
	60%	0.73	0.92	0.70	0.91	0.66	0.85
	90%	0.33	0.38	0.23	0.40	0.16	0.44
Caroneiros	30%	0.26	0.00	0.15	0.00	0.06	0.00
	60%	0.26	0.00	0.15	0.00	0.06	0.00
	90%	0.26	0.00	0.15	0.00	0.06	0.00

Os nós caroneiros se tornaram marginais no sistema na política da NNoF. Isto marginaliza completamente os caroneiros do sistema, permitindo um maior retorno aos nós doadores. A Figura 2 mostra o comportamento dos nós caroneiros no sistema. Independentemente da frequência de consumo dos caroneiros, estes são agrupados em torno de um único valor. Isto é válido para as duas políticas pois o comportamento de retribuição é definido principalmente pela taxa de doação do sistema. Sem doação, todo nó caroneiro é igualmente marginalizado.

**Figura 2.** S por caroneiro ao longo do tempo – Cenário com 75% de caroneiros

Os resultados demonstram então a capacidade da nova política em aumentar o privilégio dos nós de alto consumo, escanteando ainda mais os potenciais caroneiros.

7. Burlando a NNoF

Toda a proposta da NNoF considera a presença de identidades fracas. Isto permite que um participante do sistema possa assumir uma nova identidade a um baixo custo. Neste cenário, conhecendo como a política funciona, um nó pode obter vantagens se, em determinado momento, ao assumir uma nova identidade, o número de recursos obtidos da grade for maior do que ao se manter a mesma identidade.

Há um momento possível na NNoF para a troca de identidade. Um nó que é doador mas que estima que sua conta no possível nó consumidor está entre 0 e 1 pode assumir uma nova identidade para realizar uma doação. Ao assumir a nova identidade, e após realizar a doação, a conta de favores, no nó consumidor passa de um valor entre 0 e 1 para a quantidade de recursos doados.

Nesta seção, avalia-se o impacto do uso dessa estratégia de troca de identidade comparando uma grade que usa a NNoF e uma grade em que seus participantes engajam nessa estratégia. A grade em que os usuários tentam burlar o sistema foi denominada NNoF*. Os cenários de avaliação seguem os mesmos parâmetros de simulação e métricas utilizadas anteriormente.

O impacto dessa estratégia é visto inicialmente na Tabela 12. Ao realizar uma contribuição, os nós de maior taxa de consumo avançam rapidamente na prioridade para consumirem rapidamente este crédito recebido.

Tabela 12. S por nó – Cenário sem caroneiros

FC	NNoF	NNoF*
30%	0.98	0.90
60%	0.94	0.82
90%	0.38	0.48

Ao avaliar os cenários com presença de caroneiros, o comportamento da política NNoF* mantem o privilégio aos nós com $\mathcal{R} > 0$. Desta forma, $S = 0$ para toda a categoria de nós onde $\mathcal{R} = 0$. O comportamento dos nós doadores nesta política, comparada a NNoF está descrito na Tabela 13. O erro associado aos valores da tabela é de 0.04, com confiança de 95%.

Tabela 13. S para as diferentes classes de consumo

FC	25%		50%		75%	
	NNoF	NNoF*	NNoF	NNoF*	NNoF	NNoF*
30%	0.97	0.86	0.97	0.85	0.95	0.83
60%	0.92	0.79	0.91	0.76	0.85	0.80
90%	0.38	0.51	0.40	0.54	0.44	0.52

É possível observar que os nós onde $\mathcal{R} > 1$ são os mais penalizados. Entretanto, todos os nós apresentam um fator de satisfação proporcional a \mathcal{R} : quanto mais é doado ao sistema, maior é S . As premissa da NNoF é mantida: mesmo com a tentativa dos nós de burlar o sistema apresenta o mesmo comportamento onde os nós com $\mathcal{R} > 0$ são diferenciados dos nós onde $\mathcal{R} = 0$.

8. Conclusão

Este artigo apresentou uma nova política para uma grade aberta P2P. Esta política busca escantear os nós que não realizam qualquer tipo de doação, os nós caroneiros, para aumentar o incentivo ao ingresso da grade mesmo dos nós com alta taxa de consumo. Ainda, usa-se uma nova métrica, o fator de satisfação, para avaliar uma política existente, a NoF, e a nova política proposta, a NNoF.

A NNoF apresenta a capacidade de escantear completamente nós caroneiros e de diferenciar as categorias de nós doadores. Discute-se uma possibilidade de burlar a nova política através da troca de identidade. Mesmo com o uso deste artifício, a NNoF mantém uma retribuição proporcional a taxa de consumo e é capaz de identificar os nós doadores.

Agradecimentos

Os autores agradecem à assessoria pelas contribuições e revisão dos trabalhos da série e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de mestrado e de pesquisa concedidas aos autores da série.

Referências

- Andrade, N., Brasileiro, F., Cirne, W., and Mowbray, M. (2007). Automatic grid assembly by promoting collaboration in peer-to-peer grids. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 67:957 – 966.
- Andrade, N., Cirne, W., Brasileiro, F., and Roisenberg, P. (2003). Ourgrid: An approach to easily assemble grids with equitable resource sharing. In *9th Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing (JSSPP)*.
- Briquet, C. (2008). *Systematic Cooperation in P2P Grids*. PhD thesis, Université de Liège.
- Briquet, C. and de Marneffe, P.-A. (2006). What is the grid ? tentative definitions beyond resource coordination. Technical report, Université de Liège.
- Cirne, W., Brasileiro, F., Andrade, N., Costa, L., Andrade, A., Novaes, R., and Mowbray, M. (2006). Labs of the world, unite!!! *Journal of Grid Computing*, 4(3):225–246.
- Epema, D. H. J., Livny, M., vanDantzig, R., Evers, X., and Pruyne, J. (1996). A worldwide flock of condors : Load sharing among workstation clusters. *FGCS. Future generations computer systems*, 12(1):53–65.
- Foster, I., Kesselman, C., and Tuecke, S. (2001). The anatomy of the grid - enabling scalable virtual organizations. *International Journal of Supercomputer Applications*, 15:2001.
- Frey, J., Tannenbaum, T., Livny, M., Foster, I., and Tuecke, S. (2001). Condor-g: A computation management agent for multi-institutional grids. *High-Performance Distributed Computing, International Symposium on*, 0:0055.
- Thain, D., Tannenbaum, T., and Livny, M. (2005). Distributed computing in practice: The condor experience. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 17:2–4.