

# Gerenciamento Confiável de Energia em Redes de Computadores

Mário Magalhães Lebouté      Tórgan Flores Siqueira  
Ingrid Jansch-Pôrto

{lebouté, torgan, ingrid}@inf.ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Informática

## Resumo

O gerenciamento de energia é uma questão de importância crescente em sistemas informatizados, devido ao fato de que as perturbações no fornecimento de energia constituem-se na causa principal de falhas temporárias nos sistemas de informática. Além disso, o consumo total de energia nas redes de computadores é cada vez mais significativo, o que sugere investimentos maiores na otimização de seu uso. Este artigo descreve o trabalho atual no grupo do projeto UFRGS-CP Eletrônica, voltados ao desenvolvimento de soluções distribuídas para o gerenciamento de energia em redes de computadores, integrando os elementos consumidores e fornecedores de energia na rede, e suas aplicações e usuários.

## Abstract

Power managing is of growing importance on computer networks as power disturbances are the main reason of temporary faults in unprotected computer systems; the large diffusion of these systems has also contributed for this concern. This paper describes the activities that are in progress on the UFRGS - CP Eletrônica S.A. research project, which aims at the developing of high-integrated power handling solutions for computer networks. Our main goal is to obtain a better power managing by integrating all network elements, power supply and power consumption devices, as well as users and applications inside a globally coordinated model.

## 1. Gerenciamento de energia e tolerância a falhas

A preocupação com o fornecimento energia é uma questão de importância crescente em redes de computadores. Isto se deve, em primeiro lugar, ao fato de que interrupções no fornecimento de energia são a causa principal de paradas temporárias nestes sistemas. Além da frequência com que ocorrem, os efeitos da falta de energia podem não se limitar ao período em que esta falta ocorre; a extensão dos reflexos registra-se através do tempo necessário para uma nova partida do sistema, além do risco potencial de perdas de dados e da geração de estados inconsistentes em sistemas de arquivos e bancos de dados.

Uma segunda razão para o aumento da importância do gerenciamento da energia é a busca de economia. A informatização das organizações continua crescendo de modo exponencial, e em diversas organizações o consumo de energia no sistema de informática já supera várias outras fontes importantes de consumo. Desta forma, uma melhora na otimização do uso da energia nas redes pode significar uma economia total significativa, além de contribuir para uma redução no risco de falhas, ao reduzir a pressão sobre o fornecimento.

Em função destes fatos, existe demanda crescente por soluções de gerenciamento de energia para redes de computadores que sejam mais completas do que as atualmente

disponíveis, objetivando tanto o aumento da confiabilidade no fornecimento, como a otimização e racionalização no uso da energia. Os trabalhos no grupo de pesquisa do projeto UFRGS – CP Eletrônica, dirigem-se ao desenvolvimento de soluções para o gerenciamento distribuído do maior número de aspectos possíveis do contexto energético de uma rede local, incluindo todos seus componentes, sejam eles fornecedores de energia (*No-Breaks*) como consumidores (computadores e periféricos).

## 2. Recursos atuais para gerenciamento de energia

As técnicas atualmente disponíveis para o gerenciamento de energia em sistemas de informática caracterizam-se sobretudo por seu baixo grau de integração. Os fabricantes da linha PC oferecem desde 1991 algumas soluções para a otimização local do uso de energia nestas máquinas, sobretudo em equipamentos portáteis. Os fabricantes de *No-Breaks* eventualmente provêm soluções não padronizadas para o gerenciamento local ou remoto das unidades. Nos equipamentos UNIX, o gerenciamento de energia é freqüentemente inexistente.

A família PC apresenta o maior número de recursos disponíveis para gerenciamento de energia. Os primeiros padrões surgiram na década de 1980, destinados a reduzir o consumo em equipamentos que não estavam sendo usados. Com a popularização dos equipamentos portáteis (“*notebooks*”) o gerenciamento de energia ganhou importância, devido à necessidade de otimizar a utilização das baterias. Em 1993 foi formalizada a definição APM 1.0 (“*Advanced Power Managing*”) [INT93], visando normalizar soluções proprietárias que começavam a ser oferecidas pela indústria. Posteriormente, várias características do padrão APM foram transferidas para equipamentos *desktop*, resultando no contexto atual do gerenciamento de energia na família PC. Na prática, devido em parte à introdução tardia do padrão APM, o gerenciamento de energia tornou-se um recurso pouco padronizado. Além disso, são freqüentes as falhas de implementação e implementações parciais do modelo, implicando em que o padrão APM não pode ser considerado de fato como uma norma.

Uma terceira geração para o gerenciamento de energia em PCs está sendo proposta pelo consórcio formado por Intel, Microsoft e Toshiba: a especificação **ACPI 1.0** – “*Advanced Configuration and Power Interface Specification*” [INT96]. A especificação ACPI visa, além de padronizar, estender as capacidades de gerenciamento de energia, e também distribuir os equipamentos em **classes padronizadas** de gerenciamento. As especificações de software do ACPI estão sendo implementadas dentro do Windows98, e fazem parte do projeto “OnNow” do referido consórcio.

Todos os padrões para gerenciamento de energia, incluindo o ACPI 1.0 caracterizam-se por serem soluções locais, sem previsões para uma integração global do gerenciamento de energia.

As deficiências principais nos recursos atualmente disponíveis para gerenciamento de energia podem ser listadas da seguinte forma:

- O gerenciamento é sempre localizado: elementos individuais da rede não levam em consideração o estado de outros elementos na seleção de seus estados de energização.
- Não é possível reunir informação remotamente sobre o estado de energização da maioria dos componentes da rede.
- Não existe suporte para a realização de operações cooperativas e automaticamente coordenadas dentro da rede para mascarar ou reduzir o impacto de falhas no fornecimento de energia.

- Os padrões são incompletos e restritos: não existe a possibilidade de interoperação no gerenciamento de energia entre equipamentos de famílias diferentes.

### 3. Modelo distribuído para gerenciamento de energia

A busca de melhorias no gerenciamento da energia em redes deve partir do conceito de que a energização é, como vários outros, um recurso compartilhado dentro da rede. A partir deste princípio, todos os componentes da rede devem cooperar para a otimização do uso da energia; para este fim, devem fornecer informações sobre seu próprio uso e eventualmente aceitar comandos remotos sobre energização. Assim, uma camada adicional de controle distribuído de energia pode ser adicionada sobre as camadas locais de controle em cada dispositivo. Esta camada pode implementar uma interface para controle distribuído e mascarar diferenças de padrões nos diversos equipamentos. Este modelo distribuído de controle de energização é o centro da proposta do grupo de pesquisa, e é denominado **NPM** – (“*Network Power Managing*”).

A característica básica do modelo NPM está no princípio da disponibilização de informações e na aceitação de comandos validados sobre energização. Além disto, os recursos de NPM sobrepõe-se, mas não substituem, aos recursos locais de controle de energia. Assim, na ausência de comandos NPM, cada dispositivo ainda pode contar com seu controle local, resultando em aumento da confiabilidade de controle.

Os objetivos que se pretende alcançar com o modelo são:

- Obter a integração das ações de gerenciamento de energia em todos os equipamentos dentro de um contexto global coerente.
- Permitir aos administradores de rede operações centralizadas sobre energia: com a disponibilidade de uma camada de controle integrando todos os dispositivos, os gerentes de rede poderão tomar ações centralizadas do tipo “desligar todas as estações na sala 1”, ou “desligar os servidores após as 20:00 horas”.
- Permitir o controle da energia por agentes autônomos ou programáveis: através da camada distribuída de controle, parte do gerenciamento de energia pode ser colocado ao encargo de agentes de software programáveis ou “inteligentes”, embutidos em aplicações de gerenciamento de redes. Estes agentes podem realizar tarefas rotineiras, ou suprir a ausência do administrador durante uma situação imprevista como, por exemplo, tomar providências relacionadas a uma falta de energia.
- Permitir a supervisão e armazenamento de registros de atividade nos recursos de energia: informações em graus variáveis de detalhe sobre a energização podem ser levantadas, com a observação de tendências e detecção de desperdícios.
- Obter um grau maior de economia, relacionando a energização de alguns equipamentos com o uso global da rede. Por exemplo, servidores e roteadores podem ser colocados em um estado de economia de energia quando um agente centralizado perceber que todas as estações conectadas a eles estão inativas.

#### 3.1. Características do NPM

A estrutura do modelo NPM pode ser vista na figura 1. A característica principal do modelo NPM é a criação de uma camada de software “conector NPM” para acesso remoto aos recursos de gerenciamento de energia disponíveis em cada equipamento

### 3.2. Protocolos utilizado

Atualmente, são utilizados dois protocolos: o NPM-RPC e o SNMP [RFC1157]. As razões para a existência de dois protocolos são conveniências de desenvolvimento: o NPM-RPC é um protocolo proprietário, baseado em DCE-RPC [DAV95], e destina-se à prototipação rápida de soluções utilizando “*stub compilers*” (no caso MIDL 2.0). Estes compiladores geram código C/C++ a partir de definições escritas em linguagem IDL [RIC89], e permitem a fácil geração de aplicações em rede em modelo cliente-servidor. As aplicações geradas a partir deste modelo são também muito eficientes em sua camada de transporte, e permitem o uso de modalidades limitadas de *broadcasting*. O inconveniente deste protocolo é sua natureza proprietária, que restringe sua utilização apenas a sistemas desenvolvidos dentro do projeto. O protocolo NPM-RPC tem sido usado com propósitos de prototipação, e para a geração de soluções intermediárias requeridas pelo parceiro industrial.

O protocolo SNMP, por outro lado, é um padrão para gerenciamento de redes, e foi escolhido pelo projeto para aplicações finais, devido à sua completa interoperabilidade entre diversos fabricantes, e à sua extensibilidade. Os inconvenientes do SNMP estão na implementação mais complexa, e na necessidade do registro de espaços de variáveis em entidades internacionais de normalização.

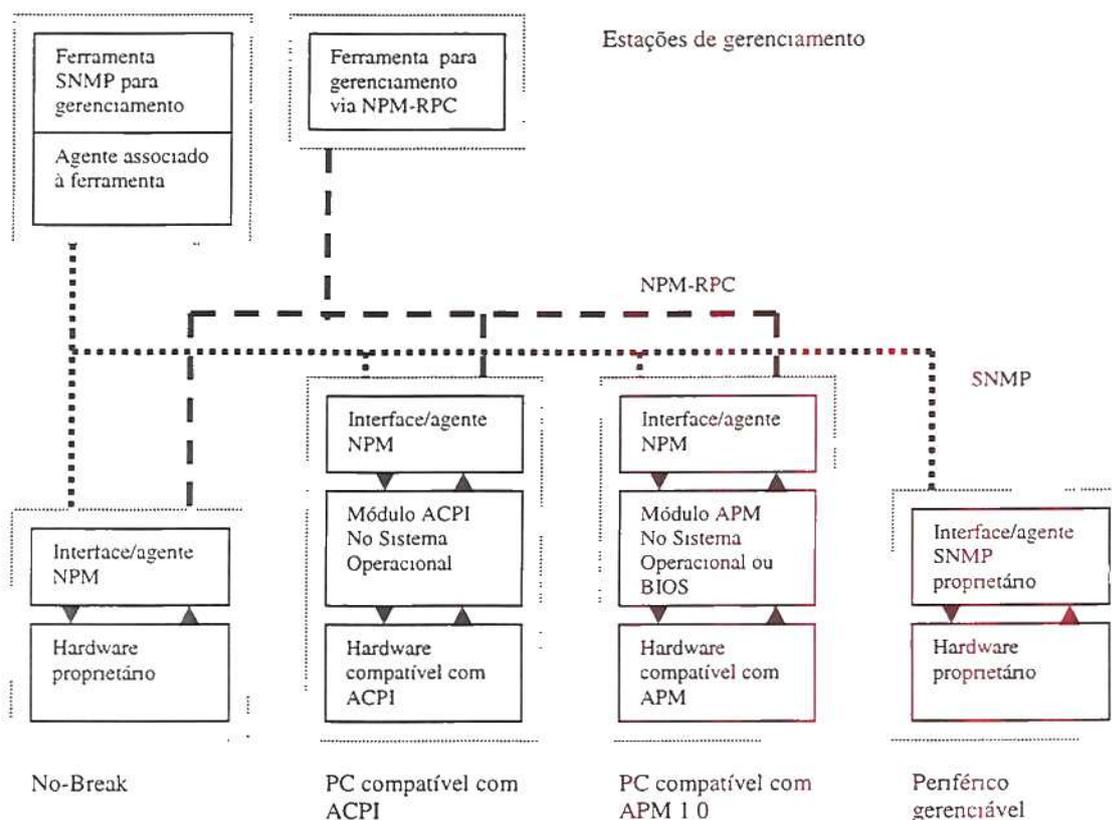


Figura 1: Modelo de gerenciamento NPM

### 3.3. Bases de informação para gerenciamento de energia

A função dos dois protocolos listados é implementar o transporte de **variáveis de estado**, que refletem ou alteram condições de energização nos dispositivos. A listagem do conjunto das variáveis de estado em um dispositivo define o conjunto de aspectos

gerenciáveis neste dispositivo. Em SNMP, os conjuntos de variáveis de estados são denominadas MIBs (“*Management Information Bases*”).

O padrão NPM define o fluxo de informações de controle para gerenciamento de energia a partir de quatro MIBs padronizadas. Uma delas é a MIB padronizada “UpsMib” [RFC1628], e as outras três estão sendo desenvolvidas dentro do projeto.

Na definição de cada uma das MIBs está sendo utilizada a linguagem padrão ASN.1 [X.680], obrigatória para MIBs SNMP. No caso do uso de NPM-RPC, as especificações tem de ser portadas para IDL.

As MIBs definidas e os tipos de equipamentos a que se destinam estão na tabela 1. Diferenças de capacidade de gerenciamento entre dispositivos de um mesmo grupo são tratadas como variações da disponibilidade de variáveis individuais em cada MIB (algumas variáveis são classificadas como opcionais).

Tipo de dispositivo	MIB
No-Breaks localizados	UpsMib (RFC1628)
Clusters de No-Breaks	UpsCluster1.Mib
PCs compatíveis com padrão APM 1.1 ou superior	RemoteApm1.Mib
PCs e Workstations compatíveis com ACPI	RemoteACPI.Mib
Dispositivos periféricos com MIBS proprietárias	MIBS proprietárias

Tabela 1: Tipos de dispositivos e MIBs associadas

### 3.4. Controle centralizado

A tomada de ações administrativas no modelo NPM é deixada ao encargo de aplicações genéricas de administração de redes por SNMP. Estas aplicações são altamente configuráveis, e capazes de algum grau de “*inteligência*” como a detecção de tendências e a avaliação de variáveis associadas. A maioria das aplicações de gerenciamento no mercado provê também um *framework* para o desenvolvimento de esquemas de ações automáticas pelos próprios administradores de redes. Está nos objetivos do projeto o teste futuro com estas aplicações.

## 4. Estado atual

Foram completadas as atividades de desenvolvimento de um software para gerenciamento distribuído de *No-Breaks* produzidos pelo parceiro industrial, via protocolo NPM-RPC, o qual contém também um conector para SNMP suportando a MIB UpsCluster1, o que permite gerenciar estes equipamentos por meio de SNMP.

Está sendo desenvolvida a MIB RemoteApm1, para interface SNMP com os recursos de APM em máquinas Windows 95 e NT. A implementação de agentes de extensão para estes sistemas operacionais, necessários ao suporte às MIBs, estão concluídas. Os testes com o padrão ACPI dependem da obtenção de sistemas operacionais com suporte a este modelo.

Também está sendo estudado de que maneira aplicações padronizadas de gerenciamento de redes podem ser configuradas para o gerenciamento de energia sobre NPM. Prevê-se iniciar a experimentação com os sistemas “HP OpenView” ou “Sun Net Manager”.

## Créditos

Mário Lebouté deve sua participação neste projeto ao financiamento de bolsa DTI no contexto do programa RHAE/CNPq. Tórgan Siqueira é bolsista de Iniciação Científica do CNPq. O projeto *Sistema de controle confiável: uma aplicação em energia* (coordenado por Ingrid Jansch-Pôrto) é financiado parcialmente pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul - FAPERGS.

## Referências bibliográficas

- [DAV95] David Gunter et alli. *Client/Server Programming With Rpc and Dce*. Education & Training, 1995.
- [INT93] Intel e Microsoft. *APM 1.1 – Advanced Power Management Specification*. 1993. Documento eletrônico, disponível em “[ftp://ftp.intel.com/pub/IAL/software\\_specs/apmv11.doc](ftp://ftp.intel.com/pub/IAL/software_specs/apmv11.doc)”.
- [INT96] Intel, Microsoft e Toshiba. *Advanced Configuration and Power Interface Specification*. 1996. Documento eletrônico, disponível em “<http://www.teleport.com/~acpi/spec.htm>”.
- [MAT95] Mathias Hein e David Griffiths; *Snmp Versions 1 & 2: Simple Network Management Protocol - Theory and Practice*. Van Nostrand Reinhold, September 1995.
- [RIC89] Richard Snodgrass. *The Interface Description Language: Definition and Use*. Computer Science Press, January 1989.
- [X680] International Telecommunication Union (ITU-T). *Abstract Syntax Notation One (ASN.1): Specification of Basic Notation (Recommendation X.680)*. ITU-T, 1994.