



**XXI SNPTTE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
23 a 26 de Outubro de 2011  
Florianópolis - SC

**GRUPO -XV  
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS- GTL**

**SISTEMA DE MONITORAMENTO DA INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS DA TELECOM, TI E AUTOMAÇÃO NA  
ELETROSUL**

**Diogo Vargas Marcos(\*)  
ELETROSUL**

**RESUMO**

A Eletrobrás Eletrosul atua na geração e transmissão de energia elétrica desde 1968. Em 2010, iniciou-se um projeto de monitoramento de serviços e infraestrutura do ambiente industrial (automação) e ambiente de TI corporativo (ambos sob domínio do Departamento de Telemática e Automação – DTL).

Quais são os benefícios que a prática do monitoramento ? Quais principais características apresentadas pelas ferramentas utilizadas em monitoramento.

As principais fases do projeto, incluindo três estudos de casos, são apresentados.

Índices de disponibilidade e análise de performance passaram a fazer parte da rotina de trabalho de administrador de sistema.

**PALAVRAS-CHAVE**

Automação, TI, Disponibilidade, Monitoramento, Telecom

**1. INTRODUÇÃO**

A necessidade de informações operacionais e estratégicas dos equipamentos e serviços sob domínio do Departamento de Telemática e Automação (DTL), fez com que fosse adotada, em 2010, uma ferramenta computacional específica para tal atividade. Com critérios baseados no plano diretor de telemática e automação, a ferramenta adotada foi o OPMON.

As atividades operacionais estão relacionadas à manutenção (análise de performance de recursos e aplicações) de equipamentos. Às atividades estratégicas, é importante que cada um dos serviços prestados superem o *Service Level Agreement* (SLA) definido como sendo satisfatório.

Com objetivo de destacar a atuação no mercado nacional de energia, destacamos as seguintes informações a respeito da Eletrobrás Eletrosul (5):

- constrói e opera instalações de transmissão e de geração de energia elétrica, presta serviços de telecomunicação
- constituída em 1968
- sede em Florianópolis, atua, preponderantemente, na Região Sul e Mato Grosso do Sul
- número de instalações: 59 subestações
- capacidade instalada: 22600 MVA
- quadro de 1623 funcionários
- número de pessoas beneficiadas: 30 milhões

Entre os departamentos, o DTL é responsável pelas áreas de Telecom, Automação e TI. A Telecom trata da disponibilidade dos meios físicos para tráfego das informações. Para isso provê infraestrutura TCP/IP e enlaces de rádios e fibras óticas. Já a área de Automação trata da manutenção do sistema digital de supervisão e controle,

(\*) Rua Deputado Antonio Edu vieira, n° 999 – CEP 88.040-901 Florianópolis, SC, – Brasil  
Tel: (+55 48) 3231-7817 – Fax: (+55 48) 3234-4422 – Email: diogo.marcos@eletrosul.gov.br

disponibilizando ferramentas para os operadores de subestações e centro de controles interagirem com o processo elétrico. Para finalizar as três áreas de atuação, a TI desenvolve e presta o suporte para as inúmeras aplicações corporativas.

Até a fase de operação da atual política de monitoramento implantada pelo DTL, o monitoramento dos serviços e recursos era desempenhado de maneira distribuída. Cada administrador de sistema utilizava uma ferramenta dedicada para monitorar a aplicação de sua responsabilidade.

Certas aplicações que não possuíam registros (performance e disponibilidade) históricos, tais como *uninterruptible power supply* (UPS), aplicação SAGE.

Os administradores de sistemas estão preparados para garantir qual índice de disponibilidade ? A Tabela 1 mostra alguns índices de SLA e a indisponibilidade que isso gera ao longo de 365 dias.

% de disponibilidade	Tempo indisponível dias – horas - minutos
99,9	0 d – 8 h – 45 min
99	3 d – 15 h – 36 min
98	7 d – 7 h – 12 min
95	18 d – 5h – 59 min

Tabela 1 – tempo indisponível ao longo de 365 dias, em função do SLA: disponibilidade

O item 2 trata das principais funcionalidades de algumas principais ferramentas de monitoramento disponíveis no mercado.

## 2. MARCO TEÓRICO

Este capítulo trata das atribuições de administradores de sistema e benefícios que a atividade de monitoramento de podem propiciar.

### 2.1 Monitoramento

A atividade de monitoramento torna-se muito importante a medida que a complexidade da infraestrutura de redes e serviços aumenta. A partir de que porte (de 30, 50 ou 100 dispositivos) uma rede de computadores exige uma monitoramento baseado em uma ferramenta automatizada ?

De acordo com (2) - pg. 11, alguns dos benefícios que a atividade de monitoramento pode trazer são:

- proatividade na resolução dos problemas
- identificação de padrões de comportamento

Um outro benefício, percebido principalmente do ponto de vista dos usuários dos serviços é citado em (2) - pg. 2 “Através de um monitoramento permanente, pode-se evitar problemas ou identificá-los e corrigi-los antes que o usuário perceba que algo esteja acontecendo.”

Desempenho e disponibilidade devem ser metas planejadas (de maneira bem equilibrada) pelo administrador de sistema. Como em (2) - pg. 1 “... de nada adianta ter uma aplicação rodando e apresentando os resultados com um desempenho tolerável, mas que sofra constantes intervalos de inatividade.”

O projeto desenvolvido na Eletrobras Eletrosul realizará o monitoramento tanto do ambiente industrial quando do ambiente corporativo. Os serviços e infraestrutura envolvidos em ambientes industriais e corporativos diferem em alguns requisitos:

- quanto aos protocolos de comunicação: em ambiente corporativo (HTTP, ssh, ftp, imap); enquanto que em ambiente industrial (MODBUS, DNP3, IEC61850)
- tipo de aplicações: ambiente corporativo (navegador web, mensagens instantaneas, planilhas eletrônicas, ...); ambiente industriais (*supervisory control and data acquisition* - SCADA)
- equipamentos: ambiente corporativo (storage, servidor de impressão, antivírus, ...); ambiente industriais (controlador lógico programável – CLPs, transdutores diversos – temperaturas, posição, tensão, velocidades)

Um prejuízo causado pela negligência de não monitorar, ou recursos ou aplicações é descrito em (10): “Uma rede sem mecanismos de gerência pode apresentar problemas como congestionamento do tráfego, recursos mal utilizados, recursos sobrecarregados, problemas com segurança e outros”

Um item que deve ser considerado no monitoramento é a diversidade de fabricantes. Um exemplo: quantos fornecedores, distintos, de roteadores existe na empresa ? E esses equipamentos de fabricantes distintos, podemos ser monitorados da mesma maneira (mesmo protocolo, mesmas aplicações) ?

O papel do administrador de sistema é de fundamental importância na atividade de monitoramento, pois do que adianta ter a disposição uma ferramenta que monitora todos os recursos de TI corporativo e recursos de automação se o administrador não atua sobre o sistema com objetivo de aperfeiçoá-los ? Um questionamento deve ser constante na atividade de um administrador de sistema (2) - pg. 2, “Será que algo poderia ser feito para melhorar a performance apresentada por este sistema ?”. As tarefas essenciais de um administrador de sistema são apresentadas em (3) – pg.12 “realizando backups, instalando e atualizando hardware, monitorando o sistema, mantendo a documentação local e ajudando os usuários”.

Para atuar na melhoria da performance de um sistema, o administrador deve estar ciente de quais métricas são fundamentais para um diagnóstico mais apurado. Como definido em (2) - pg.8 “As métricas são parâmetros fornecidos pelo sistema operacional que permitem conhecer o seu estado em determinado momento. Podem ser comparados a indicadores numéricos que fornecem informações preciosas sobre o funcionamento do sistema”.

O aspecto financeiro é de fundamental importância em qualquer empresa competitiva. Dessa maneira uma redução de custos, com ações proativas (evitando paradas indevidas de serviços essenciais), manutenção preventiva (trocando um componente simples – *cooler* de um servidor, ao invés de ter que trocar um processador devido a um aquecimento acima do limite de operação).

## 2.2 Ferramentas de monitoramento

Os administradores de sistemas utilizam diversas ferramentas para o monitoramento de recursos de hardware, sistema operacionais ou uma aplicação específica. Um dos objetivos das ferramentas de monitoramento é agregar o máximo de funcionalidade de diversos aplicativos em uma única plataforma.

Uma outra questão fundamental para adoção de uma ferramenta de monitoramento é que a atividade passa a ser desempenhada de maneira ininterrupta. Para efeito de comparação com a atividade desempenhadas pelos administradores de sistema: como os administradores de sistema fariam os registros dos comportamentos anômalos de equipamentos ou aplicações, em feriados, finais de semana ou períodos noturnos ?

Quais características e requisitos comuns à maioria das ferramentas ?

- Monitoramento dos principais itens de performance (utilização de disco, capacidade e utilização de memória, tráfego nas interfaces de redes)
- Registro histórico das informações monitoradas
- Telas para operação em tempo real para análise de performance e disponibilidade
- Alertas (apresentados em telas ou através de envio de notificações) com base em limites definidos pelo usuário
- Geração de relatórios

Dentre as ferramentas de monitoramento, mais populares são listadas logo abaixo: ferramentas baseadas em GPL (livre, código aberto): Cacti (6), Zabbix (7) e Nagios (4). Outras são de natureza proprietária, tais como: IBM Tivoli (8) e Whatsup (9).

Como é feita a comunicação entre estação de monitoramento e os diversos dispositivos (roteadores, switches, UPS, servidores e aplicações) ? Segundo (3) - pg. 455 “As estações dedicadas ao gerenciamento de redes são a principal razão da existência dos protocolos de gerenciamento.” Alguns protocolos estão envolvidos, entre os mais difundidos estão: icmp e SNMP. O protocolo icmp é utilizado para testar conectividade entre dispositivos TCP/IP. Já o SNMP tem capacidade de repassar informações a respeito de performance de dispositivos. A respeito da aceitação do SNMP como protocolo de monitoramento: (3) - pg. 455 “O protocolo mais comumente utilizando com o TCP/IP é o SNMP”.

A seguir, no item 3, é mostrado as etapas no projeto: desde a listagem dos requisitos até a fase de operação da ferramenta.

## 3. FASES DO PROJETO

Devido às necessidade já explicadas na introdução e dos benefícios (do monitoramento) apresentados, no capítulo anterior, passou-se então à fase de definição tanto dos requisitos quanto da ferramenta computacional propriamente dita.

### 3.1 Requisitos

Nessa fase definiu-se algumas características que a ferramenta a ser adotada deveria apresentar. Os critérios estão definidos em um documento interno (aprovado pela diretoria da empresa – Plano Diretor da Telemática e Automação), e alguns deles são:

- a. notificação de incidentes (através de e-mail ou Short Message Service - sms)
- b. interface web (para que um conjunto de administradores utilizem a mesma ferramenta)
- c. supervisão dos diversos dispositivos via protocolo padronizado, domínio público
- d. geração de índices de qualidade (disponibilidade) e dados de performance
- e. suporte técnico

### 3.2 Modelagem

O projeto foi segmentado em dois subsistemas: rede industrial e rede corporativa.

#### 3.2.1 Rede Industrial

A rede industrial da Eletrobrás Eletrosul contempla os elementos necessários à tarefa de supervisão e controle do sistema elétrico de transmissão. As atividades de Automação e Telecom compõem esse sistema.

##### a. Automação

Com o objetivo de atender às exigências do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que se referem a disponibilidade das informações dos processos de cada uma dos agentes, o monitoramento da qualidade do SDSC de cada uma das subestações se torna um item fundamental.

Com objetivo de monitorar o estado da aplicação SAGE ( para mais detalhes desta aplicação, consultar (13) ), foi desenvolvido um agente SNMP próprio.

Na Tabela 2 é apresentado um quadro quantitativo a respeito do conjunto de equipamentos relativos ao SDSC (somente aqueles cuja atribuição pertence ao DTL).

Equipamento	Quantidade
Servidores SAGE	56
Switches	9
UCS's	74
TO's	28
Roteadores	114

Tabela 2 – equipamentos envolvidos no SDSC

Um total de 543 ligações com IEDs e UCS já estão sendo monitoradas, que definem a qualidade da comunicação entre os centros de controles e o processo elétrico.

##### b. Telecom

A área de telecom relacionada ao SDSC provê roteadores numa infraestrutura em anel.

#### 3.2.2 Rede Corporativa

O objetivo da rede corporativa na Eletrobrás Eletrosul é atender tanto a sua sede quanto as áreas descentralizadas com aplicações de uso corporativo. Quanto às atribuições, o ambiente corporativo é composto pela área de TI (aplicações) e de infraestrutura (servidores e redes).

##### a. TI

A área de TI administra as aplicações corporativas. Essas aplicações são de uso exclusivo da empresa. Algumas delas: portal web, correio eletrônico, internet, sistema de pregão eletrônico, DNS, DHCP, servidores de impressão, NTP.

##### b. Infraestrutura

Provê os meios físicos (energia elétrica, racks, servidores, telecomunicação) para as aplicações desempenharem a sua função. Administração dos roteadores, switches gigabit, storage, servidores (o hardware e sistema operacional). É atribuição da área de infraestrutura a manutenção *datacenter* da empresa. A Tabela 3 apresenta alguns equipamentos envolvidos na TI corporativa da Eletrobrás.

Equipamentos	quantidade
Firewall	5
Impressoras	27
UPS	15
QoS	3
Switches Gigabit	16
Roteadores	64
Switches Ethernet	94
Servidores de aplicação sede	88

Tabela 3 – equipamentos envolvidos no ambiente corporativo

## 2.4 Ferramenta

A ferramenta escolhida para funcionar como estação de gerência tanto da infraestrutura quanto dos serviços do DTL foi OPMON (1), desenvolvida pela empresa Opservices. Além das características inerentes ao Nagios (por se tratar de uma ferramenta baseada no mesmo) o Opmon apresenta os seguintes recursos:

- suporte prestado pela empresa (desenvolvimento de *plugins* específicos para necessidade da empresa)
- infraestrutura operando em modo de alta disponibilidade
- Módulo para criação de telas (supervisão em tempo real) - *dashboard*,
- criação de relatórios disponibilidade e performance
- relatórios criados com base em catálogos de serviços (agrupamento de recursos)

## 2.5 Configuração

Fase de definição de quais equipamentos, métricas, grupos de contatos (responsáveis pelo recebimentos dos alertas), limites de operação dos equipamentos;

Atualmente a seguinte base está sendo monitorada, a partir do OPMON:

- ambiente corporativo: 333 IC's (itens de configuração, na linguagem ITIL) e 1445 AIC's (atributos de itens de configuração, na linguagem ITIL)
- ambiente Industrial: 287 IC's e 2595 AIC's;

## 2.6 Operação

A seguir serão relatados três casos de usos da ferramenta. Primeiramente tratando-se do ambiente industrial, foi realizada uma análise sobre o SDSC do centro da operação da contingência (COC). O segundo caso trata do ambiente corporativo, analisando-se o perfil de utilização da internet na empresa. Finalizando, outro caso do ambiente industrial, a análise de performance de um equipamento da subestação Jorge Lacerda.

### 2.6.1 Centro Operação da Contingência (COC)

Instalação alternativa (atua em caso de indisponibilidade do Centro de Operação situado em Florianópolis). A ferramenta de monitoramento, nesse caso, reporta a disponibilidade da comunicação entre COC e as diversas instalações por ele controladas.

- equipamento: servidor (SAGE) primário
- serviço: disponibilidade do SDSC
- período: 16/02/2011 a 12/03/2011
- local do equipamento: subestação Biguaçu

A partir da Tabela 4, nota-se que grande parte do período avaliado, não se pode concluir sobre o estado da comunicação entre COC e a subestação Areia, pois o estado encontra-se em nível desconhecido. Com estes dados em mãos o administrador deve fazer uma intervenção no equipamento (servidor SAGE primário – da instalação COC) e avaliar o estado de execução do agente SNMP responsável por esta informação.

Estado	%	Tempo (d – h – min)
Normal	29,1	8d – 23h - 8min
Alerta	0	0
Crítico	0	0
Desconhecido	70,9	21d – 19h - 51min

Tabela 4 – resumo da qualidade do SDSC do COC

### 2.6.2 Enlace “Internet”

O serviço de internet utilizado pela empresa, no edifício sede em Florianópolis, é composto por dois enlaces de 15 Mbps. A ferramenta de monitoramento é utilizada, nesse caso, para avaliação de performance do serviço contratado pela Eletrobrás Eletrosul.

Os limites de operação deste serviço foram definidos da seguinte maneira: caso a utilização do enlace de 15Mbps estiver entre os níveis de 90% até 97% considera-se “nível alerta”, ultrapassando esse valor fica caracterizado o “nível crítico”. A Tabela 5 apresenta uma compilação de dados extraídos do OPMON.

- equipamento: roteador internet
- serviço: enlace internet

- período: 27/01 a 11/03
- local do equipamento: *datacenter* - sede (Florianópolis)

Estado	%	Tempo (d – h – min)
Normal	99,12	42d – 15h – 54min
Alerta	0,24	2h – 29min
Crítico	0,64	6h – 36min
Desconhecido	0	0

Tabela 5 – resumo da qualidade do enlace 1 da internet (edifício sede)

### 2.8.3 Utilização de disco

A utilização de disco em equipamentos envolvidos no SDSC é um item crítico. Caso seja atingindo um alto nível de utilização, atualizações da aplicação SAGE serão dificultadas ou até mesmo impossibilitadas. Visando uma avaliação completa da Tabela abaixo, cabe ressaltar que a capacidade de disco desse equipamento é de 12 GB. Os limites de operação deste serviço foram definidos da seguinte maneira: caso a utilização do disco estiver entre os níveis de 90% até 95%, considera-se “nível alerta”, ultrapassando esse valor fica caracterizado o “nível crítico”. A Tabela 6 apresenta uma compilação de dados extraídos do OPMON.

- equipamento: concentrador SAGE secundário, da subestação Jorge Lacerda
- serviço: utilização de disco
- período: 24/09/2010 - 11/03/2011
- local do equipamento: subestação de Jorge Lacerda - Capivari de Baixo / SC

Estado	%	Tempo (d – h – min)
Normal	84,02	141d – 3h28 – min
Alerta	0	0
Crítico	15,87	26d – 15h – 46min
Desconhecido	0,12	4h – 38min

Tabela 6 – utilização de disco no concentrador SAGE secundário da subestação Jorge Lacerda

Algumas informações mais detalhadas: durante o período compreendido entre 24/09/2010 e 20/12/2010 a utilização de disco no equipamento citado acima era de 99 %. Uma investigação foi realizada com objetivo de primeiramente localizar (e se possível remover) arquivos e diretórios causadores da grande ocupação de disco e então partir para os devidos ajustes, tanto do Sistema Operacional quanto na própria aplicação. O ajuste feito na aplicação SAGE foi: diminuição em 6 vezes o período de armazenamento de logs. Já no sistema operacional, remoção (manual) de arquivos de coredump (erro de execução de aplicações). A partir dessas atualizações, a utilização vem sendo mantida em 82 %.

## 4. CONCLUSÃO

Com o início da operação da atividade de monitoramento da infraestrutura e serviços, o DTL passa a identificar algumas métricas que comprometem o bom desempenho do sistema, como por exemplo: disco com pouco espaço disponível, períodos do dia em que enlace de internet apresenta-se saturado e indisponibilidade de equipamentos da telecomunicação (impedindo telecontrole de algumas subestações).

Em relação às perspectivas: espera-se que a ferramenta auxilie cada vez mais os administrados a realizarem os ajustes nas aplicações e sistemas operacionais. Sempre visando melhoria na performance dos serviços relativos ao ambiente corporativo quanto ao ambiente de automação da empresa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) <http://www.opservices.com.br/opmon-standard>
- (2) Alves, Maicon Melo. Linux: Performance & Monitoramento. RJ, Brasport, 2009.
- (3) Nemeth, Evi; Snyder, Garth; Hein, Trent R.; Manual Completo do Linux - Guia do Administrador. SP, Pearson Prentice Hall, 2007.
- (4) <http://www.nagios.org/>, acessado em 20/03/2011
- (5) <http://www.eletrosul.gov.br>, acessado em 27/03/2011
- (6) <http://www.cacti.net/>, acessado em 27/03/2011
- (7) <http://www.zabbix.com/>, acessado em 27/03/2011
- (8) <http://www-01.ibm.com/software/tivoli/>, acessado em 27/03/2011
- (9) <http://www.ipswitch.com/>, acessado em 27/03/2011
- (10) <http://www.gta.ufrj.br/~alexszt/ger/snmpcmip.html>, acessado em 10/03/2011 às 11:00h
- (13) <http://www.sage.cepel.br/sobreprod/apresentacao.html>

**DADOS BIOGRÁFICOS**

Diogo Vargas Marcos (\*)

Local/Ano de nascimento: Tubarão-SC/1981

Local/Ano da graduação: UFSC, Florianópolis-SC/2006

Nilo Leandro Juchem

Local/Ano de nascimento: Campo Mourão-PR/1982

Local/Ano da graduação: UFSC, Florianópolis-SC/2007

Vânia Elza

Local/Ano de nascimento:

Local/Ano da graduação:

Antônio Fernando de Souza

Local/Ano de nascimento: Itajubá-MG/1961

Local/Ano da graduação: EFEI(Escola Federal de Engenharia de Itajubá), Itajubá-MG/1985

Pós Graduação e Mestrado: UFSC, Florianópolis-SC/2002

Antônio Rogério dos Santos

Local/Ano de nascimento: Campo Belo do Sul-SC/1967

Local/Ano da graduação: UNIVALI, Florianópolis-SC/2002