

20  
FABIO  
OK

## Projeto de Pesquisa: Desenvolvimento de uma Plataforma para Gerenciamento de Redes e Serviços em Redes Ópticas WDM

### Introdução

Com a crescente utilização das redes de computadores, torna-se cada vez maior a necessidade de integração dos sistemas de informação e unidades de trabalho cooperativo dentro das empresas e corporações. O uso de aplicações em ambientes de TI (Tecnologia da Informação) tem sido imprescindível na realização de inúmeras tarefas em vários ambientes de trabalho. A utilização das tecnologias de telecomunicações e informática, de natureza e porte diferentes, vem atingindo atualmente um estágio de grande amadurecimento.

Entretanto, com a utilização dos recursos de rede existentes e a inclusão de inúmeras tecnologias e novas aplicações, a degradação da performance vem crescendo proporcionalmente ao aumento de sua utilização. O crescimento, em dimensão e complexidade, dos ambientes de TI traz muitos problemas para os administradores de redes. A gerência aparece, neste contexto, como sendo de vital importância, independente do porte do ambiente. É uma atividade que consiste em monitorar e controlar os eventos de grande importância no cotidiano de operações das instituições.

As redes, que há algum tempo não eram consideradas de missão crítica em muitas empresas, tornaram-se imprescindíveis para apoiar o bom funcionamento dos sistemas e, assim, gerar mais resultados e negócios. Nestes casos, se a rede parar, uma empresa diminui suas receitas, podendo inclusive gerar sérios prejuízos. Com isso, a profissionalização levou ao surgimento do conceito de Acordo de Nível de Serviço (*SLA - Service Level Agreement*) entre o prestador dos serviços de rede e os seus usuários (MULLER, 1999; TRIENEKENS, 2004). Com o SLA, passou a ser exigida uma garantia de qualidade mínima e constante, levando-se em consideração vários parâmetros de qualidade.

A gerência de redes de computadores vem sendo tema de estudo de grande interesse por parte de pesquisadores e profissionais da área, como por exemplo: (FLATIN, 1999; STALLINGS, 1999; FEIT, 1995; LEINWAND, 1995; TSAI, 1998; JENKINS, 1999; AZAMBUJA, 2001; LOPES, 2002; MONTEIRO, 2000; DRAGO, 2001; RAMOS, 2004; VILLAÇA, 2004; GARCIA, 2004; MOURA, 2007) e outros.

Os resultados encontrados nas pesquisas bibliográficas sobre o assunto, ao serem confrontados com as atividades cotidianas de um administrador de redes, trazem uma distância considerável entre a teoria e a prática. Nesse contexto, o desenvolvimento de ferramentas acessíveis e de baixo custo, aliadas à simplicidade de operação e a proposição de métodos para as atividades de gerenciamento, tornou-se necessário para a garantia do nível de qualidade dos serviços oferecidos.

Em (DRAGO, 2004) é apresentado um estudo das ferramentas de gerência de redes utilizadas no mercado, ou seja, nos ambientes de gerência de TI das empresas. Todas as ferramentas estudadas possuem características interessantes e fundamentais para um sistema de gerência de TI, entretanto, a maioria delas são limitadas quanto às funcionalidades.

Exemplos a serem citados são o *Tivoli NetView* da IBM e o *CiscoWorks* da Cisco que são ferramentas poderosas para gerência de redes usando SNMP (*Simple Network Management Protocol*), mas que são muito limitadas para o gerenciamento de serviços. No entanto, esta última funcionalidade é muito importante, visto que o foco de gerência atualmente tem-se movido da gerência orientada a dispositivo para a gerência orientada a serviços e clientes

21  
FABIO  
OK

(FERIDUN, 2003; RODOSEK, 2003). Além disso, ambas as ferramentas são tecnologias privadas possuindo um alto custo para compra. No caso do *CiscoWorks*, ainda há o problema de ser uma plataforma fechada, voltada apenas para o monitoramento de equipamentos da Cisco. Por outro lado, existem ainda sistemas livres (softwares livres) como o *Nagios* e *OpenNMS* que, ao contrário do *Tivoli NetView* e do *CiscoWorks*, são boas ferramentas para monitoramento de serviços de rede, mas não são eficientes e flexíveis no monitoramento de rede usando SNMP, que é um padrão de gerência em rede IP (*Internet Protocol*).

Percebe-se que o mercado, para os fornecedores dessas ferramentas privadas está concentrado nos grandes Provedores de Serviços de rede e as grandes corporações, ficando então desassistidas as pequenas e médias organizações que hoje necessitam dos serviços de gerência praticamente tanto quanto as grandes organizações (AZAMBUJA, 2001).

Em face dos problemas relacionados ao alto custo envolvido e agregação de funcionalidades, adiciona-se ainda algumas exigências básicas da atividade de gerência (VILLAÇA, 2004):

- Sistematização do processo de coleta e análise de dados;
- Simplificação do processo de consolidação dos dados para apoio à tomada de decisões;

Por essas razões, este projeto propõe desenvolver e implementar um sistema de gerência centralizada (LEINWAND, 1995) baseado em *Web* que demande Gerenciamento de Nível de Serviço (*SLM – Service Level Management*) através de Acordos de Nível de Serviço (*SLA – Service Level Agreement*), direcionado, não somente para a administração dos elementos conectados em rede, mas também para a gerência dos principais indicadores de funcionamento de um ambiente de TI (equipamentos, servidores, serviços), com o objetivo principal de observar parâmetros de funcionamento, armazenar informações históricas e gerar alarmes, quando houver violação, ainda que todos os equipamentos e serviços estejam em perfeito funcionamento.

O ITIL (Information Technology Infrastructure Library - OCG) e o e-TOM (enhanced Telecom Operations Map – TMN Forum) são exemplos de melhores práticas de gestão da infra-estrutura da Tecnologia da Informação e de Telecomunicações. Embora tenham sido criadas para públicos diferentes, constituem frameworks de organização e operação de sistemas de informação e comunicação.

Observando todo esse movimento em direção ao alimento da Tecnologia da Informação e Comunicação com o objetivo fim das organizações, a Gerência de Redes se apresenta como disciplina fundamental para a efetivação dos conceitos elementares de qualquer processo de gestão de tecnologia. Dessa forma, entende-se que os esforços despendidos para o melhoramento dessa disciplina são pertinentes e indispensáveis tanto para fabricantes quanto para organizações proprietárias da Tecnologia.

### **O Problema que se Deseja Resolver**

O problema a ser atacado nesta proposta de trabalho é a falta de funcionalidades de Gerência de Redes nos equipamentos da PADTec, em especial no MetroPAD, que proporciona uma desvantagem competitiva em relação a seus concorrentes.

## A Competência Instalada no LPRM da Universidade Federal do Espírito Santo

O LPRM (Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia), ligado ao Departamento de Informática da Universidade Federal do Espírito Santo, foi criado em 1996 com o objetivo de desenvolver estudos e projetos nas áreas de redes de computadores, sistemas distribuídos e comunicação multimídia.

Em 1998 foi inaugurada uma linha de investigação denominada Gerência de Redes que visa produzir estudos e pesquisas científicas sobre a disciplina de Gerência de Redes e seus impactos sobre os processos de negócios das organizações. Desde então, o grupo de pesquisa formado para explorar esse tema tem aproveitado todo o expertise em Telecomunicações e Engenharia de Sistemas instalado dentro dos departamentos de Informática e Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Espírito Santo.

Durante os últimos nove anos a produção do LPRM na linha de Gerência de Redes tem sido intensa. Para se ilustrar os resultados obtidos, vale destacar os trabalhos:

- **Metodologia Para Gerência de Desempenho – Dissertação de Mestrado** (MONTEIRO, Maxwell e GARCIA, Anilton - 2000): onde um processo de gestão de desempenho de redes de dados foi concebido, e testado em uma rede corporativa de grande porte.
- **Arquitetura para Gerência Pró-Ativa de Desempenho e Falhas em um Centro de Operações de Rede - Dissertação de Mestrado.**(VILLAÇA, Rodolfo e GARCIA, Anilton – 2004): onde uma sistema distribuído para alarme e correlação de eventos de falha foi concebido e prototipado;
- **Um Sistema de Gerência de Redes e Serviços Baseado em Web - Dissertação de Mestrado.**(DRAGO, Rodrigo e GARCIA, Anilton – 2004): onde um sistema de monitoramento de serviços de rede e geração de indicadores de disponibilidade foi especificado e prototipado;

Atualmente o grupo tem concentrado seus esforços na criação da próxima geração de sistemas de gerenciamento de redes. Para isso tem participado de projetos interdisciplinares onde a Gerência de Redes, Telecomunicações e Inteligência Artificial são integradas para a geração de novas alternativas tecnológicas. Nesse sentido destacam-se os trabalhos de aplicação de Ontologias na gerência de redes de telecomunicações e a utilização de Agentes Móveis Inteligentes, ambos visando a autonomia do Auto-gerenciamento de sistemas.

Em função dos trabalhos produzidos e do know-how instalado, o grupo de pesquisa vinculado ao LPRM acredita estar plenamente capacitado a apoiar a PADTec na resolução do problema descrito neste documento.

### Os Objetivos do Projeto de Pesquisa

O objetivo geral dessa proposta de trabalho é conduzir as atuais funcionalidades de Gerência de Redes da plataforma MetroPAD para o estado da arte, tornando essa plataforma competitiva não só por sua excelência no transporte ótico de informações, mas também por sua fácil integração com qualquer ambiente de gerenciamento a que for submetido. A tarefa principal é especificar, formalmente, todas as alterações necessárias para que o MetroPAD, em futura implementação, possa contemplar as mais modernas funcionalidades de gerenciamento de redes. Essas especificações serão comprovadas através da geração de protótipos baseados na mesma plataforma do MetroPAD.

Entretanto, dada a urgência dessa evolução, a presente proposta assumirá uma transformação em etapas, disponibilizando as funções desejadas tão logo elas estejam prontas, começando das mais simples para as mais complexas.

Com base em (DRAGO, 2004), o sistema deverá apresentar as seguintes funcionalidades:

- Gerência de Serviços e de Rede (SNMP).
- Gerência Baseada em *Web*: a interface com usuário do sistema de gerência deverá ser totalmente baseada em *Web*. Ou seja, o controle e os resultados exibidos deverão ser feitos através de um *browser*.
- Gerência *On-Line*: exibição dos resultados das coletas dos dados de gerência (indicadores ou métricas) que estão sendo realizadas no instante atual. Tem a característica de apresentar ao usuário os valores atuais dos indicadores dos dispositivos e serviços monitorados.
- Gerar Relatórios: geração de relatórios HTML das coletas agendadas que já foram finalizadas. Possibilitar ao usuário selecionar a visualização dos dados do monitoramento de um dispositivo ou serviço.
- Visualizar Eventos: visualização de eventos gerados pelo próprio sistema de gerência a partir dos valores dos objetos (dispositivos ou serviços) monitorados com base em seus respectivos SLAs.
- Agendar Coletas: permitir o gerente de rede agendar novas coletas (monitoramentos de dispositivos, servidores ou serviços).
- *Discovery*: permitir o gerente de rede descobrir, para uma faixa de endereços IP, todos os dispositivos gerenciáveis pelo protocolo SNMP ativos na rede.
- Gerar Alarmes: enviar alarmes para os gerentes de rede de acordo com a ocorrência de eventos na rede. Alarmes (*e-mail*, mensagens) são gerados quando o gerenciador de SLAs do sistema detecta algum problema com variáveis monitoradas ultrapassando seus valores limites, ou serviços e dispositivos tornando-se indisponíveis.

Como produto final desse projeto proposto, pretende-se obter, além do sistema implementado, publicações de artigos em *Workshops*, Revistas, Congressos, Simpósios ou Conferências.

### **Justificativa**

Na literatura (TSAI, 1998; MULLER, 1997; JENKINS, 1999; FLATIN, 1999; JARKOWSKI, 1999; DERI, 1999; AZAMBUJA, 2001; DRAGO, 2001; RAMOS, 2004) e no mercado (*Nagios*, *OpenNMS*, *Tivoli*, *HP Openview*, *Patrol*, *Cisco Works*, *Transcend*, *Unicenter NSM*) são apresentados e encontrados, respectivamente, diversos sistemas de gerência de ambientes TI. Entretanto, com a análise dessas e de outras soluções e com base em entrevistas com profissionais da área, alguns problemas são encontrados:

- Limitação de funcionalidades, ou seja, sistemas de gerência que monitoram objetos SNMP (padrão de gerência) de maneira restrita (apenas alguns objetos).
- Não utilização de interface *Web* como interface de gerência.

- Ferramentas mais completas, que fazem gerência de rede (dispositivos e servidores) usando o padrão SNMP de forma muito eficiente, são extremamente caras, deixando desassistidas as pequenas e médias organizações que hoje também necessitam dos serviços de gerência. O mesmo acontece para aquelas que fazem gerência de serviços.
- Soluções que não fazem a gerência de serviços e aplicações, funcionalidade muito importante, visto que o foco de gerência atualmente tem-se movido da gerência orientada a dispositivo para a gerência orientada a serviços e clientes (FERIDUN, 2003; RODOSEK, 2003).
- Ferramentas livres (software livre) que realizam atividades de gerência de serviços são limitadas para a gerência de redes usando o padrão SNMP, e vice-versa.
- Ferramentas privadas que gerenciam apenas dispositivos privados (dependência de tecnologia).
- Soluções que não armazenam dados para geração de relatórios que possibilitam realizar análise de tendência.
- Não realização de SLM com base em SLAs.

Diante disso, a fim de sanar alguns dos problemas apresentados anteriormente, é interessante desenvolver uma solução (objetivo dessa proposta) que tenha como características e funcionalidades:

- Gerência de serviços (principal) além de gerência de redes com base no padrão SNMP em um único sistema (agregar funcionalidades).
- Gerência baseada em *Web* (flexibilidade).
- Um sistema que utilize padrões abertos, plataformas e softwares livres (reduzir custos e não dependência de tecnologia).

Um sistema que seja capaz de realizar SLM com base em SLAs e possa gerar relatórios para análise de tendências do ambiente de TI (qualidade de serviço).

### **A Estratégia Adotada**

Visando uma integração mais rápida e aderente aos atuais frameworks de gerência de redes, a estratégia adotada é evoluir as funcionalidades de gerência do MetroPAD em três passos (fases), descritos a seguir:

#### **Passo 1 – Estabelecimento de Funcionalidades OTN - ITU**

- Depois de estudos sobre as recomendações ITU-T de redes óticas e das características do MetroPAD, será gerada uma especificação para o atendimento dessas recomendações, elevando as funcionalidades de gerência da plataforma. Será escolhido um equipamento da família MetroPAD, onde um protótipo será desenvolvido com funcionalidades totais. Os demais equipamentos da família seguirão o mesmo modelo do protótipo inicial, contendo apenas respostas fixas para as requisições de informações de gerência.

#### **Passo 2 – Estabelecimento de Funcionalidades Especiais**

- Depois do entendimento sobre as características do MetroPAD, será avaliado o incremento das funções de gerenciamento, visando aumentar a competitividade dos equipamentos nos mercados de interesse da PADTec. As duas tecnologias escolhidas são: SNMP v3 RFC 2576/3410 (e correlatas) e Netconf RFC 4741 (e correlatas). Também será gerado um protótipo totalmente funcional, compatível com cada um dos dois protocolos, para um dos equipamentos da família MetroPAD. Os demais equipamentos seguirão o mesmo modelo do protótipo, porém com informações fixas para as requisições de gerência.

### A Metodologia Utilizada

Como resultado das pesquisas até aqui desenvolvidas no LPRM foram apresentados trabalhos referentes à gerência de redes e às áreas adjacentes necessárias para o desenvolvimento do trabalho apresentado neste projeto. Dentro desses trabalhos, diversos temas foram estudados, com destaque a padrões de gerência de redes, gerência baseada em *Web*, arquiteturas de gerência, segurança em redes e banco de dados distribuídos.

A partir desses estudos e discussões, amadureceu a idéia que culminou com a presente proposta de projeto. Para a execução do trabalho proposto, será pesquisado, mais exaustivamente, por soluções de gerência existente atualmente, com o intuito de reaproveitar coisas já prontas. Posteriormente, será definida a arquitetura do sistema (software) a ser implementado. Após definir a arquitetura e projetar o software, seguir-se-á a fase de implementação. Todo o trabalho já realizado pelo grupo de gerência do LPRM será reaproveitado ao máximo. A fase de teste e manutenção do sistema implementado finalizará o desenvolvimento.

Em todas essas etapas serão sempre realizados estudos e pesquisas bibliográficas visando sempre a manter atualizados os assuntos e propostas estudadas anteriormente. O grupo também discute a possibilidade de se utilizar a tecnologia de agentes móveis para a realização de gerência de serviços (PHAN, 1998; MOTA, 2002; BISSEL, 2000; STEPHAN, 2004), mas isso ainda está sob avaliação para este trabalho visto que a arquitetura geral de gerência do sistema passaria de centralizada para distribuída.

Para a produzir os efeitos esperados, a presente proposta lançará mão de uma metodologia que preze pela formalidade dos artefatos gerados. Assim, propõe-se a utilização dos seguintes métodos:

1. Engenharia de Requisitos: adotando formulários de levantamento de requisitos, bem como a produção, em linguagem descritiva, matemática e algorítmica do documento de especificação das funções, módulos ou sistemas desejados;
2. Modelagem Conceitual: adotando técnicas de representação de conceitos tais como UML, Web Logics, OIL entre outras;
3. Modelagem Discreta: adotando-se linguagens e ambientes de simulação baseados em eventos discretos;

Para a gerência do projeto, serão adotadas as melhores práticas sugeridas no PMBOK do Instituto PMI.

26  
Fazio  
OK

## **O Detalhamento das Atividades e Produtos Esperados**

### **Passo 1 – Estabelecimento de Funcionalidades OTN - ITU**

1. Estudo da plataforma MetroPAD;
2. Levantamento das principais funções de gerência oferecidas pelo PPM2V2;
3. Estudo e discussão sobre as recomendações ITU-T G.798, G.8201 e G.709, que dispõem sobre a sinalização de controle e gerenciamento;
4. Estudo aprofundado das funcionalidades técnicas do MetroPAD, sua arquitetura funcional, sua estrutura de hardware, seus elementos óticos e seus detalhes de implementação;
5. Levantamento das funções de controle e gerência ITU-T pertinentes ao MetroPAD, incluindo as recomendações G.805, G.872 e G.874;
6. Especificação preliminar das funções de controle e gerenciamento relativas a camada NE (Network Element);
7. Especificação preliminar das funções de controle e gerenciamento relativas à camada de Rede (Network);
8. Especificação preliminar das funções de controle e gerenciamento relativas à camada de Serviço (Network Services);
9. Modelagem e simulação das especificações preliminares através do Simulador do MetroPAD e outras ferramentas de simulação baseada em eventos discretos;
10. Ajuste e compilação das especificações em um documento único ;
11. Desenvolvimento de um protótipo totalmente funcional para um dos equipamentos da família MetroPAD, fornecendo a prova de:
12. Formalização do Projeto de Software para a confecção do produto final, contendo protótipos modelo (respostas fixas para as requisições de gerência) para cada um dos demais equipamentos da família MetroPAD;

### **Passo 2.1 – Estabelecimento de Funcionalidades Especiais – SNMPv3**

13. Estudo aprofundado das RFCs 2576-2580 / 3410-3418, mapeando as funcionalidades do MetroPAD para a arquitetura de gerência IETF SNMP v3.
14. Especificação preliminar do SNMPv3 para o MetroPAD;
15. Simulações e testes auxiliares;
16. Ajustes e especificação final do SNMP v3 para a plataforma MetroPAD;
17. Desenvolvimento de um protótipo totalmente funcional para um dos equipamentos da família MetroPAD, fornecendo a prova de conceito;
18. Formalização do Projeto de Software para a confecção do produto final, contendo protótipos modelo (respostas fixas para as requisições de gerência) para cada um dos demais equipamentos da família MetroPAD;

### **Passo 2.2 – Estabelecimento de Funcionalidades Especiais – NETConf**

19. Estudo aprofundado das RFCs 4741- 4744, mapeando as funcionalidades do MetroPAD para a proposta de interface gerência de configuração IETF NETConf.
20. Especificação preliminar do NETConf para o MetroPAD;
21. Simulações e testes auxiliares;
22. Ajustes e especificação final do NETConf para a plataforma MetroPAD;

27  
FABIO  
ORA

23. Desenvolvimento de um protótipo totalmente funcional para um dos equipamentos da família MetroPAD, fornecendo a prova de ;
24. Formalização do Projeto de Software para a confecção do produto final, contendo protótipos modelo (respostas fixas para as requisições de gerência) para cada um dos demais equipamentos da família MetroPAD;

### **Bibliografia**

AZAMBUJA, Marcelo C. **PSWeM: Desenvolvimento e Implementação de uma Ferramenta Baseada em Web para Gerenciamento de Redes ao Nível de Serviço.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2001.

BISSEL, Torsten; BOGEN Manfred; BONKOWSKI, Christian; HADAMSCHEK, Volker. **Service level management with agent technology.** ELSEVIER, Computer Networks, 34 (2000) 831-841.

CARMO, Alexandre P.; GARCIA, Anilton S.; VILLAÇA, Rodolfo S.; DRAGO, Rodrigo B.; POLONINI, Wylber. **MBOX – Na efficient and security connectivity solution.** IWT'04 – International Workshop on Telecommunication. August 23<sup>rd</sup> – 27<sup>rd</sup>, Santa Rita do Sapucaí-MG, Brasil.

DERI, Luca. **Desktop versus Web-based Network Management.** International Journal of Network Management, 9, 371-378, 1999. Jhon Wiley & Sons, Ltd.

DRAGO, Ádrian. **Uma Ferramenta Computacional para auxílio na prática da Gerência de Redes de Computadores.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. UFES. Vitória: 2001.

DRAGO, Ádrian B.; MONTEIRO, Maxwell E.; GARCIA, Anilton S. **A Methodology for Network Performance Management.** Paper accepted for presentation in the 25th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks. Tampa, Flórida: 2000.

DRAGO, Rodrigo B. **Especificação Funcional de uma Ferramenta para Gerência de Ambientes de TI.** Projeto de Graduação em Engenharia de Computação. UFES. Vitória: 2004.

FEIT, Sidnie. **SNMP: A Guide to Network Management.** New York: MacGraw-Hill, 1995.

FLATIN, Marin; PJILIPPE, Jean; BOVET, Laurent. **JAMAP – a Web-Based Management Platform for IP Networks.** 10<sup>th</sup> IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems: Operations & Management (DSOM'99). Zurich, Switzerland, October 1999. LNCS 1700: 164-178, Springer, Berlin, Germany, 1999.



28  
Fazio  
OK!

GARCIA, Anilton S.; VILLAÇA, Rodolfo S.; RAMOS, Andréa S.; DRAGO, Rodrigo B.. **A Web-Based Pro-Active Fault and Performance Network Management Architecture.** 11th International Conference on Telecommunications. August, 2004. Fortaleza-CE, Brazil.

JARKOWSKI, Maciej; BINCZEWSKI, Artur; STROINSKI Maciej. **New approach for management services with a Web browser.** ELSEVIER, Computer Networks, 31 (1999) 2227-2236.

JEKINS, Ron. **Why Web-based network monitoring? Leveraging the platform.** International Journal of Network Management, 9, 175-183, 1999. Jhon Wiley & Sons, Ltd.

LEINWAND, Allan.; FANG, Karen. **Network Management: A practical perspective.** 2<sup>nd</sup> Ed. Massachusetts: Addison Wesley, 1995.

LOPES, Raquel V. **Melhores Práticas para a Gerência de Redes de Computadores.** Dissertação de Mestrado. Coordenação de Pós-Graduação em Informática. UFPB. Campina Grande: 2002.

MONTEIRO, Maxwell E. **Metodologia Para Gerência Pró-Ativa de Desempenho em Redes de Comunicação de Dados.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Informática. UFES. Vitória: 2000.

MOTA, Telma; GOUVERIS, Stylianos; PAVLOU, George; MICHALAS, Angelos; PSOROULAS, Jhon. **Quality of Service Management in IP Networks using Mobile Agent Technology.** IEEE/ACM International Workshop on Mobile Agents for Telecommunication Applications (MATA'2002), Barcelona, Spain, October 2002. USA, Springer, pp.193-205.

MOURA, R. L., GARCIA, A. S., **Network Management Architecture Based on Changeable Mobile Agents.** IWT 2007 – International Workshop on Telecommunications, Santa Risa do Sapucaí, 2007.

MULLER, Nathan J. **Managing Service Level Agreements.** International Journal of Network Management, 9, 155-166, 1999. Jhon Wiley & Sons, Ltd.

MULLER, Nathan J. **Web-accessible network management tools.** International Journal of Network Management, 7, 288-197, 1997. Jhon Wiley & Sons, Ltd.

PHAN, Vu A.; KARMOUCH Ahmed. **Mobile Software Agents: An Overview.** IEEE Communications Magazine – July 1998, pgs 26-37.

RAMOS, Andrea S. **Proposta de uma Ferramenta Computacional para Auxílio à Prática de Gerência de Desempenho de Redes de Computadores.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Informática. UFES. Vitória: 2004.

29  
Fabio  
OK!

RODOSEK, Gabi D. **A generic model for IT services and service management.** Integrated Network Management VIII, pgs 171-184, Kluwer Academic Publishers, March 2003.

RODOSEK, Gabi D.; FERIDUN, Metin. **Management of IT Services.** ELSEVIER, Computer Networks, 43 (2003) 1-2.

STALLINGS, William. **SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3 e RMON 1 e 2.** 3rd Ed. Massachusetts: Addison Wesley, 1999.

STHEPHAN, Rayan; RAY, Pradeep; PARAMESH N. **Network management platform based on mobile agents.** International Journal of Network Management 2004; 14: 59-73. Jhon Wiley & Sons, Ltd.

TRIENEKENS, Jos J.M.; BOUMAN Jacques J.; ZWAN, Mark V.D. **Specification of Service Level Agreements: Problems, Principles and Practices.** Software Quality Journal, 12, 43-57, 2004. Kluwer Academic Publishers.

TSAI, Ching-Wun; CHANG, Ruay-Shiung. **SNMP through WWW.** International Journal of Network Management, 8, 104-119, 1998. Jhon Wiley & Sons, Ltd.

## A Equipe de Trabalho

### Coordenador

Prof.: PhD Antônio Manoel Ferreira Frasson – Departamento de Eng. Elétrica  
Possui graduação pelo Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações (1984) , mestrado em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1989) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (2002) . Atualmente é PROFESSOR ASSISTENTE da Universidade Federal do Espírito Santo. Foi PROFESSOR AUXILIAR I da Faculdades Reunidas Nuno Lisboa e AUXILIAR DE ENSINO E PESQUISA da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica , com ênfase em Telecomunicações. Atuando principalmente nos seguintes temas: Funções de Base Vetoriais 3D, Funções de Base Vetoriais 2D, Estruturas Planares, Espalhamento, Elementos Finitos e Dominio do Tempo.  
<http://lattes.cnpq.br/8909318465989135>

### Pesquisadores Sênior

Prof. PhD. Anilton Salles Garcia – Departamento de Informática  
Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Espírito Santo (1976) , mestrado em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas (1978) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (1987). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Estadual de Campinas. CONSULTOR da Companhia Vale do Rio Doce, ENGENHEIRO PROJETOS SENIOR II da Elebra S/A Eletrônica Brasileira, PESQUISADOR da Universidade Estadual de

??  
2 0

30  
FABIO  
OP.

Campinas, da Universidade Federal do Espírito Santo, sem vínculo empregatício da Companhia Siderúrgica de Tubarão e da Companhia Vale do Rio Doce. Professor Adjunto do Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica , com ênfase em Telecomunicações. Atuando principalmente nos seguintes temas: Digitalização (Redes Digitais), Planejamento de Redes, Otimização de Sistemas de Grande Porte.

<http://lattes.cnpq.br/1029501009628001>

Prof.: PhD Giancarlo Guizzardi – Departamento de Informática

Possui doutorado pela Twente University of Technology (2005) e pos-doutorado pela Laboratory for Applied Ontology (ISTC-CNR) (2006) . Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do Espírito Santo e Pesquisador Associado da Laboratory for Applied Ontology (ISTC-CNR). Tem experiência na área de Ciência da Computação , com ênfase em Metodologia e Técnicas da Computação. Atuando principalmente nos seguintes temas: Ontologias Fundacionais, Modelagem Conceitual, Ontologias, Engenharia de Software.

<http://lattes.cnpq.br/5297252436860003>

#### **Pesquisadores Associados**

Prof.: MsC Maxwell Eduardo Monteiro

possui graduação em Engenharia de Computação pela Universidade Federal do Espírito Santo (1998) e mestrado em Informática pela Universidade Federal do Espírito Santo (2000) . Atualmente é Professor Titular do Fundação de Assitência e Educação. Tem experiência na área de Ciência da Computação , com ênfase em Sistemas de Computação. Atuando principalmente nos seguintes temas: Agentes Inteligentes, Gerência de Redes, Simulação de Redes de Telecomunicações, Sistemas Multiagente, Engenharia de Sistemas de Gerência de Redes.

<http://lattes.cnpq.br/8831352516689445>

Prof.: MsC Rostan Piccoli

possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo (1992) , especialização em Redes de Computadores pela Universidade Federal do Espírito Santo (1997) e mestrado em Informática pela Universidade Federal do Espírito Santo (1999) . Atualmente é Analista de Sistemas da Universidade Federal do Espírito Santo, Responsável Técnico da Rede Nacional de Pesquisa e professor titular da Empresa Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica , com ênfase em Telecomunicações. Atuando principalmente nos seguintes temas: Gerência de rede, Avaliação de desempenho, Planejamento de capacidade.

<http://lattes.cnpq.br/3810886504915244>

#### **Bolsistas**

Cinco bolsistas a definir.

#### **O Cronograma Físico**

**Atividade**

**Mês**









35  
FABIO  
OK!

	Mês								
24. Formalização do Projeto de Software para a confecção do produto final, contendo protótipos modelo (respostas fixas para as requisições de gerência) para cada um dos demais equipamentos da família MetroPAD – <i>entregável</i> ;									