



Gerenciamento Georreferenciado de Falhas para Redes Ópticas Metropolitanas

LILIAN NORONHA NASSIF ¹

ALEX VIDIGAL BASTOS ²

ALEXANDRE BALDO ³

ITAMAR FONSECA DE RESENDE ⁴

PALAVRAS-CHAVE

Gerenciamento de Redes, Gerenciamento de Falhas, Georreferenciamento, Rede Metropolitana, Fibra Óptica

RESUMO

A implantação de redes ópticas metropolitanas vem crescendo nos últimos anos impulsionados pela diminuição dos custos de fibra óptica e pela demanda de comunicações multimídias que requerem grande capacidade de banda larga e baixo atraso nas comunicações. No entanto, o gerenciamento de configuração e de falhas neste ambiente ainda não é trivial uma vez que vários elementos passivos fazem parte desse ambiente. O presente artigo apresenta um modelo para os elementos de uma rede óptica metropolitana bem como define um sistema denominado GIRO para o gerenciamento de falhas integrando o gerenciamento de eventos com uma visão geográfica. A plataforma de gerenciamento remota foi implementada e os benefícios na recuperação de falhas são aqui apresentados.

1. INTRODUÇÃO

Os recentes avanços na tecnologia de redes ópticas têm possibilitado o desenvolvimento de serviços de banda larga em 100 Mbps, 1000 Mbps ou até mesmo em 10000 Mbps. As redes metropolitanas – MANs (Metropolitan Area Network) eram tradicionalmente desenvolvidas utilizando comutação de circuitos SONET/SDH enquanto que as redes locais - LANs (Local Area Network) utilizavam a tecnologia Ethernet. A tecnologia de Gigabit Ethernet juntamente com uma infra-estrutura de rede metropolitana óptica é a configuração atual que permite a melhor relação de custo, desempenho e padronização da tecnologia Ethernet no âmbito da rede local e metropolitana [MiJM06]. Esse cenário no entanto, também demanda soluções para um problema desafiador que é o gerenciamento de configuração e falhas em redes ópticas metropolitanas.

¹ E-mail: lnnassif@uol.com.br

² E-mail: bastosbh@yahoo.com.br

³ E-mail: alexandrebaldo@yahoo.com.br

⁴ E-mail: itamarfonseca@hotmail.com

Uma das dificuldades para o gerenciamento de configuração é a carência de produtos robustos que possam gerenciar toda a malha de comunicação dessas redes. Junte-se a isso a dificuldade de rompimento das fibras em um ambiente metropolitano. A nossa abordagem elabora um novo modelo de relacionamento entre os elementos de uma rede óptica metropolitana, realiza a monitoração e a medição de falhas remotamente e localiza a falha em um sistema georreferenciado. Um ganho significativo de tempo de recuperação das falhas é obtido e um controle do ambiente é disponibilizado ao associar eventos dos elementos ativos e medições nos elementos passivos.

Este artigo está assim organizado: A seção 2 apresenta a arquitetura da nossa solução. A seção 3 descreve o módulo de gerenciamento de falhas. A seção 4 mostra o módulo de medições e o módulo de georreferenciamento. A seção 5 apresenta os resultados da pesquisa e finalmente na seção 6 são apresentadas as conclusões do trabalho.

2. GIRO - GERENCIAMENTO INTEGRADO DE REDES ÓPTICAS

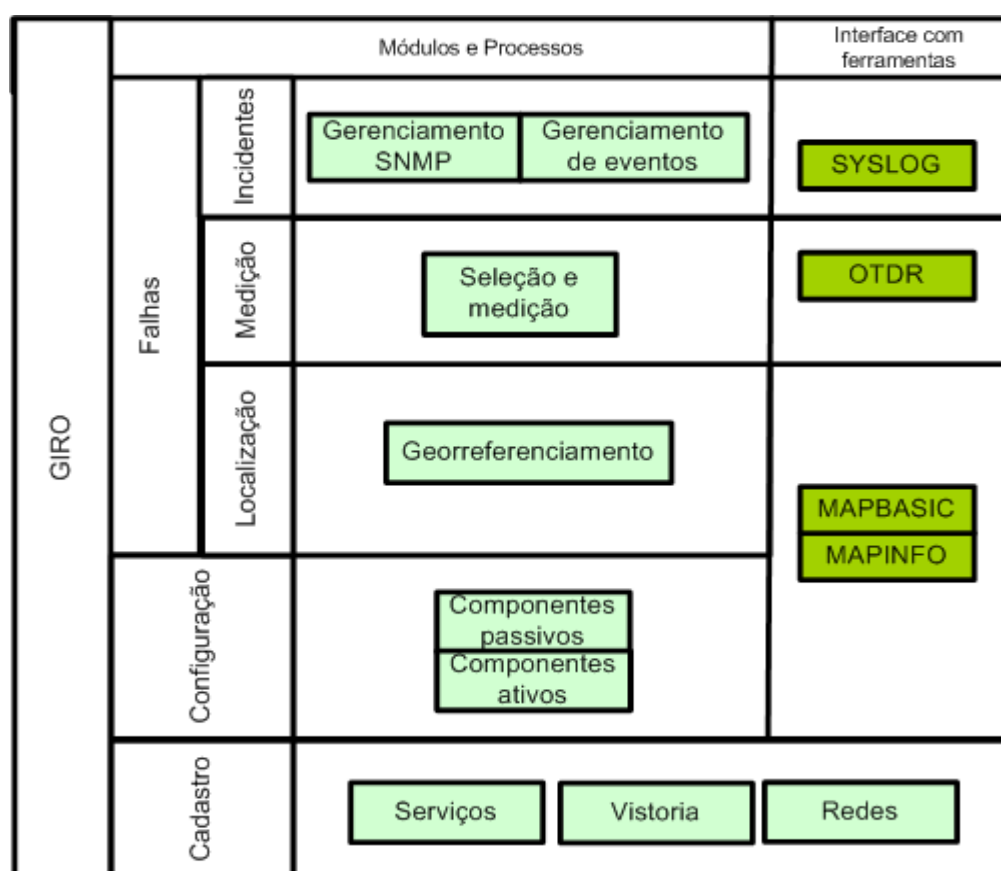


Figura 1: Arquitetura do GIRO

Uma visão geral da arquitetura do nosso sistema GIRO (Gerenciamento Integrado de Redes Ópticas) é ilustrada na Figura 1. O GIRO consiste de módulos de cadastro, configuração e falhas. O módulo de cadastro possui processos de associação de serviços a componentes, cadastro de vistoria semanal do ambiente de rede implantado e cadastro das informações sobre as redes interligadas pela estrutura óptica. No Módulo de configuração, os componentes passivos, tais como trecho, duto, fibra, caixa de passagem e caixa de emenda



são lançados no Mapinfo e depois importados para o GIRO. Os componentes ativos são georreferenciados no Mapinfo e importados para o GIRO e informações complementares sobre suas configurações são feitas pela interface Web do aplicativo. O módulo de falhas é composto dos módulos de Incidentes, Medição e de Localização que juntos associam a falha identificada, realizam a medição da fibra e localizam geograficamente o rompimento da fibra. O módulo de falhas será descrito em detalhes nas próximas seções.

O GIRO é uma aplicação Web que utiliza o banco de dados MySQL e interage com as ferramentas Mapinfo, Mapbasic, Syslog e simulador do OTDR (Optical Time Domain Reflectometer). Todas essas ferramentas e integrações serão discutidas adiante.

2.1 MÓDULO DE INCIDENTES

O módulo de incidentes é baseado em gerenciamento de falhas por eventos e gerenciamento de falhas por pooling. Utilizamos respectivamente o syslog e o SNMP (*Simple Network Management Protocol*) para obter tais funcionalidades. Desenvolvemos uma interface amigável para manipulação das mensagens do syslog e do gerenciamento SNMP com armazenamento e recuperação por banco de dados com diferenciação e correlação dos alarmes. A seguir descreveremos os métodos utilizados no gerenciamento de falhas do GIRO.

2.1.1 Gerenciamento de eventos

O gerenciamento de eventos no GIRO é feito nos elementos ativos da rede, ou seja, nos switches, utilizando-se o syslog. O Syslog é um padrão da Internet Engineering Task Force (IETF) para a transmissão de mensagens de log em redes IP. O termo é geralmente usado para identificar tanto o protocolo de rede quanto para a aplicação ou biblioteca de envio de mensagens no protocolo syslog. O protocolo syslog é muito simples: o remetente envia uma pequena mensagem de texto (com menos de 1024 bytes) para o destinatário (também chamado “syslogd”, “serviço syslog” ou “servidor syslog”). Tais mensagens podem ser enviadas tanto por UDP (User Datagram Protocol) quanto por TCP (Transmission Control Protocol). O conteúdo da mensagem pode ser puro ou codificado.

O protocolo syslog é tipicamente usado no gerenciamento de computadores e na auditoria de segurança de sistemas. Por ser suportado por uma grande variedade de dispositivos em diversas plataformas, o protocolo pode ser usado para integrar diferentes sistemas em um só repositório de dados. Para que sejam armazenadas as mensagens de outros equipamentos em um único local, esses deverão ser configurados para envio das mensagens.

Para a coleta das informações, o serviço syslog deverá estar instalado e ativo no servidor. Para que sejam registradas as mensagens de outros equipamentos no servidor, é necessário que sejam alterados alguns arquivos de configuração do syslog, tais como o `/etc/syslog.conf`. Nesse arquivo é configurado para onde as mensagens serão enviadas ao serem recebidas pelo servidor. Após a configuração do syslog, o administrador deverá realizar a instalação do Java Development Kit (JDK) 5.0 ou superior, no servidor. Conforme nossa implementação, um programa `ClienteSocket` faz a verificação se existem novas mensagens no arquivo de log. Outro programa, denominado `ServidorSocket` é executado no servidor e fica ativo aguardando um pedido de conexão do cliente para estabelecimento de conexão, transferência e armazenamento de informações no banco de dados.

2.1.2 Gerenciamento SNMP

O gerenciamento por pooling no GIRO é feito através do protocolo SNMP, que é um protocolo de gerência típico de redes TCP/IP, da camada de aplicação, e que facilita o intercâmbio de informação entre os dispositivos de rede. O SNMP possibilita aos administradores de rede gerenciar o desempenho da rede, encontrar problemas, resolvê-los e planejar o crescimento da rede.

O SNMP coleta informações de dispositivos na rede. Tais informações ficam armazenadas em arquivos chamados MIB (Management Information Base). O software de gerência de redes segue o modelo cliente-servidor convencional. A máquina cliente e a máquina gerente devem oferecer suporte ao SNMP, podendo-se instalar o NET-SNMP para esta finalidade.

No GIRO, a monitoração SNMP funciona com base na definição de perfis de agentes que são definidos no sistema e ficam guardados no banco de dados. O processo para a monitoração via SNMP inicia-se com o acesso ao sistema, opção Cadastro->Perfil-Agente->Novo Perfil, onde será definido o nome do perfil, a MIB a qual este perfil pertence, os atributos que serão coletados, o período (dias da semana) em que será executada a coleta, o horário e o intervalo entre coletas.

Esses dados são guardados no banco (tabela perfis_agente). Após cadastrar os dados no banco, a coleta e tratamento serão realizadas dentro dos parâmetros passados no cadastro. O usuário deverá definir quais equipamentos estarão ligados àquele perfil. Na máquina onde fica o software gerente, plataforma windows, foi instalado um programa que funciona como um agendador de tarefas. Este fica residente o tempo todo na memória e verifica se algum perfil deve ser executado naquele momento.

Havendo um perfil a ser executado, é instanciada uma classe de nome igual à MIB que está relacionada com aquele perfil. Essa classe recebe como parâmetro o nome do perfil, busca o(s) nome(s) do(s) componente(s) ligado(s) àquele perfil (tabela perfis_componentes) bem como os atributos definidos para cada componente (tabela perfis_agente). Essa classe busca as informações no equipamento por comandos SNMP, trata esses dados e os grava no banco de dados (tabela incidentes).

2.2 MÓDULO DE MEDIÇÃO E LOCALIZAÇÃO

2.2.1 Lançamento e migração de dados geográficos da base

Toda a base geográfica sobre a planta de rede óptica é lançada no Mapinfo e depois importada para o GIRO. Todos os elementos ativos também são georreferenciados.

O MapInfo é uma ferramenta de mapeamento eletrônico por computador de ampla utilização, que permite a execução de análises geográficas complexas, como redistribuição de territórios, acesso a seus dados remotos, incorporação de objetos de mapa em suas aplicações, criação de mapas temáticos que enfatizam os padrões de seus dados e muito mais. Com o MapInfo, pode-se efetuar operações como redistribuição territorial, combinação e divisão de objetos e coberturas. Também é possível efetuar consultas ao seu banco de dados [MaPr06].

No GIRO o MapInfo é utilizado para se realizar um mapeamento das fibras ópticas, caixas, cabos, switches ópticos e outros equipamentos que façam parte da Rede Óptica



Metropolitana (ROM) da Prefeitura de Belo Horizonte (PBH). O MapInfo provê ainda uma visão geral da rede em forma de mapa no caso de rompimento de fibra óptica, mostrando o possível ponto de rompimento e, facilitando na detecção de impacto da falha e agilidade na manutenção do problema.

Os elementos geográficos da rede e seus respectivos atributos modelados no GIRO são descritos na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Componentes geográficos e seus atributos modelados no sistema GIRO

Componente	Atributos
Cabo	id_cabo, id_asbuilt, nomeCabo, nomeAsbuilt, numeroSerie, tipo, numeroFibras, origem, destino, numeroTubos, numeroFibrasTubos, fabricante, diametro, dataAtualizacao, conjFibras, metragemInicial, metragemFinal, infoCabo, medidaTotal, dataLancamento
Caixa	campos idCaixa, idEndereco, dimensao, profundidade, pontoReferencia, tipoCaixa.
Fibra	idFibra, idCabo, numeroFibra, corFibra, origem, destino, numeroTubo, estado.
Trecho	idTrecho, tipoOrigem, idOrigem, TipoDestino, idDestino.
Duto	campos idDuto, idOrgao, taxaOcupacao, diametro, material, profundidade
Cabo_caixa	Id_Cabo_Caixa, idCabo, idCaixa
Cabo_duto	IdCaboDuto, idCabo, idDuto
Caixa_fibra	idCaixaFibra, idFibrax, idFibray, idCaixa.

2.2.2 Medição da fibra

A medição da falha na fibra é feita com a integração do GIRO com o equipamento OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) que é o instrumento mais usado atualmente para testes de atenuação em fibras ópticas. O OTDR pode medir a atenuação na emenda, a atenuação total em distâncias específicas, a reflectância, a distância à falha ou à emenda e o comprimento da fibra [AbCa02].

O diodo laser do OTDR é um conversor elétrico-óptico acionado por um gerador de pulsos. O pulso de luz é acoplado numa fibra em teste via um acoplador direcional óptico. As reflexões geradas pelo retroespalhamento retornam ao acoplador direcional e são encaminhadas para o fotodiodo que converterá o sinal óptico em sinal elétrico. O sinal elétrico é amplificado e enviado para um microprocessador que calcula o atraso de propagação e a atenuação percebida pelo fotodiodo [DaC88].

2.2.3 Localização da falha

A localização geográfica da falha é feita utilizando-se o dado obtido pela medição do OTDR que identifica a distância entre o ponto medido e o ponto de falha. Esse valor de distância é incluído em um programa Mapbasic desenvolvido sobre o MapInfo.

O MapBasic é uma linguagem de programação que interage com o MapInfo, permitindo manipular as tabelas de informação de modo a extrair com alguma precisão a informação necessária para a implementação dos modelos no software [Mapb06]. Utilizando esta linguagem pode-se personalizar o MapInfo com criação de menus e relacionar dados de tabelas para geração de mapas específicos.

No GIRO, foi desenvolvido um programa em Mapbasic que permite que o usuário informe qual o cabo, a fibra e a distância identificada pelo OTDR de foi detectada a falha para que o GIRO informe no mapa, a localização exata desta falha. Esse programa exige que o usuário tenha o MapInfo instalado no servidor.

3. COMO OBTER UM CADASTRO EFICAZ

O GIRO integra ferramentas importantes de monitoração de alarmes, medição de fibras e georreferenciamento de falhas. Esta seção apresenta os resultados da implantação do sistema para um estudo de caso genérico de uso da funcionalidade do sistema.

Inicialmente, através da tela de monitoração de alarmes, o administrador da rede verifica uma incidência grave de um alarme conforme pode ser verificado pela Figura 2.

LEGENDA							
Emergência	Alerta	Crítico	Erro	Aviso	Notificação	Informação	Debug

MONITORAR FALHAS							
ID	Primeira Mensagem	Última Mensagem	Dispositivo	Processo	Categoria	Mnemonico	Total
1	2006/12/18 14:59:53	2006/12/18 15:42:33	2-smsa	439156	OSPF	ERRRCV	257
2	2006/12/18 14:59:59	2006/12/18 14:59:59	11-ame	61811	SEC	IPACCESSLOGP	1
3	2006/12/18 15:00:00	2006/12/18 15:00:00	10-148-159-17	63875	SEC	IPACCESSLOGP	1
4	2006/12/18 15:00:03	2006/12/18 15:00:03	11-hob	391376	SEC	IPACCESSLOGP	1
5	2006/12/18 15:00:03	2006/12/18 15:00:03	10-200-253-2	1120	SEC	IPACCESSLOGP	1
6	2006/12/18 15:00:09	2006/12/18 15:00:09	11-hob	391377	SEC	IPACCESSLOGP	1
7	2006/12/18 15:00:12	2006/12/18 15:00:12	11-ame	61812	SEC	IPACCESSLOGP	1
8	2006/12/18 15:00:19	2006/12/18 15:00:19	11-ame	61813	SEC	IPACCESSLOGP	1
9	2006/12/18 15:00:32	2006/12/18 15:00:32	10-151-138-17	29372	SEC	IPACCESSLOGP	1
10	2006/12/18 15:00:32	2006/12/18 15:00:32	10-151-138-17	29373	SEC	IPACCESSLOGP	1
11	2006/12/18 15:00:32	2006/12/18 15:00:32	11-hob	391378	SEC	IPACCESSLOGP	1
12	2006/12/18 15:00:33	2006/12/18 15:00:33	11-ame	61814	SEC	IPACCESSLOGP	1
13	2006/12/18 15:00:41	2006/12/18 15:00:41	11-ame	61815	SEC	IPACCESSLOGP	1
14	2006/12/18 15:01:03	2006/12/18 15:01:03	11-hob	391379	SEC	IPACCESSLOGP	1

Figura 2: Tela de acompanhamento de alarmes

A Figura 2 apresenta a tela de acompanhamento de eventos. Todos os eventos dos equipamentos ativos da rede são direcionados para o servidor syslog e todas as medições SNMP cujos valores ultrapassam determinado threshold são incluídos na lista de alarmes. Os alarmes são classificados segundo sua gravidade, a saber: debug, informação, notificação, aviso, erro, crítico, alerta e emergência. A tela de alarmes apresenta o identificador do alarme (ID), a data e horário de ocorrência da primeira e da última mensagem recebida para aquele tipo de mensagem associado àquele dispositivo (Primeira Mensagem e Última Mensagem respectivamente), o dispositivo que enviou a mensagem (Dispositivo), a categoria da mensagem (Categoria), o mnemônico associado à mensagem recebida (Mnemonico) e o total de mensagens reincidentes para o mesmo dispositivo naquele intervalo de tempo (Total). Com a coluna denominada Total, implementamos uma correlação de alarmes evitando a repetição da mesma mensagem persistente na tela.

O programa em MapBasic localiza a falha de forma georreferenciada e retorna um resumo sobre os cálculos informando a distância do rompimento da fibra, a distância calculada considerando-se as reservas nas caixas de reserva do percurso e o comprimento total do cabo conforme mostra a Figura 5.

Através de um zoom na tela do Mapinfo, pode-se ver com detalhe e exatidão, a localização da falha considerando o mapa da rede e o arruamento conforme mostra a Figura 6. A falha pode ser localizada nesta figura ao se observar a variação de cor da trajetória da fibra.

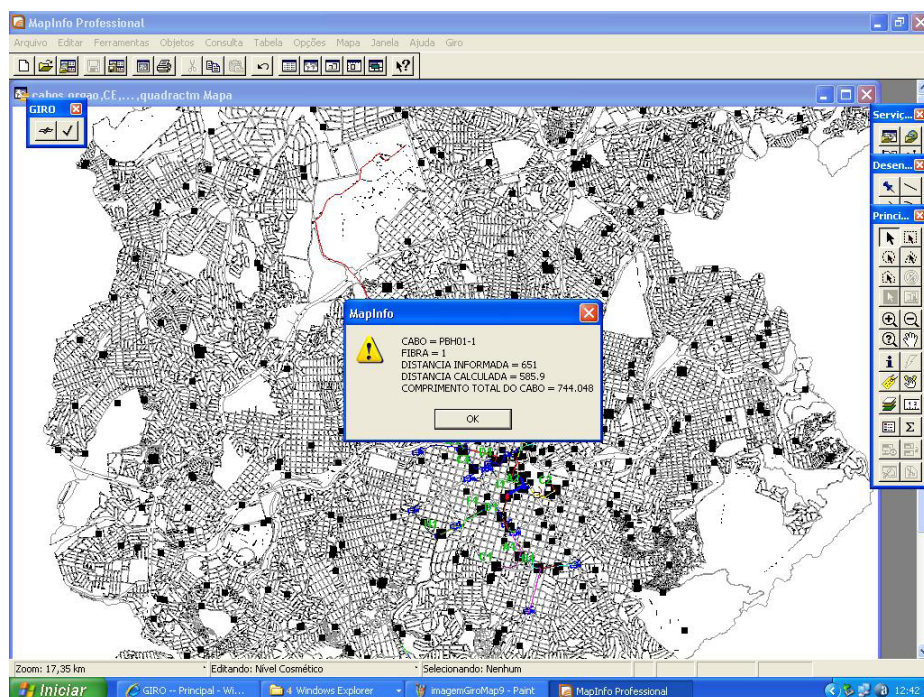


Figura 5 - Resumo da identificação da falha

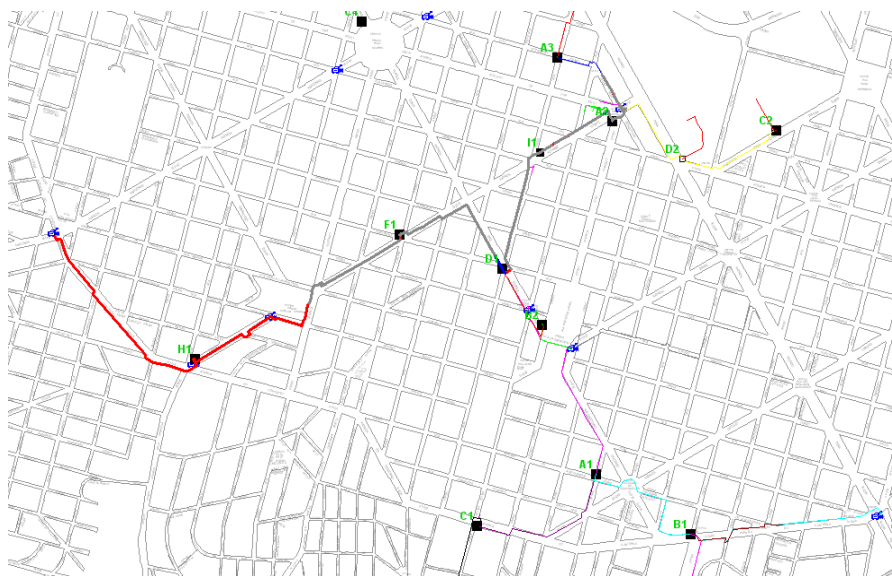


Figura 6 - Detalhe do rompimento da fibra



4. CONCLUSÕES

Este artigo apresenta uma solução para o problema do gerenciamento de configuração e de falhas para redes ópticas metropolitanas. A solução é dada através de um sistema denominado GIRO (Gerenciamento Integrado de Redes Ópticas) composto de módulos de cadastro, configuração e falhas.

O módulo de configuração associa todos os elementos ativos e passivos da rede em um ambiente geográfico de forma que mapas temáticos possam ser construídos de forma a analisar o impacto da falha em diferentes serviços providos pelos componentes da rede.

O módulo de falhas é a maior contribuição do trabalho, fazendo diversas integrações e obtendo ganho significativo na localização das falhas. No módulo de incidentes foi desenvolvida uma interface amigável para o acompanhamento e manipulação das mensagens syslog e snmp. No módulo de medição, a medição remota da fibra é realizada através de comandos pela interface serial e pela emulação do dispositivo do OTDR remotamente. No módulo de localização, a falha é georreferenciada e a localização precisa do rompimento é disponibilizada para o administrador da rede.

Em trabalhos futuros pretendemos incrementar a quantidade de mapas temáticos previamente definidos e mostrar de forma georreferenciada os impactos nos serviços afetados em decorrência da falha do dispositivo ou da fibra. O sistema GIRO apresentou uma rápida convergência de dados em ferramentas essenciais para o gerenciamento de falhas em redes ópticas metropolitanas.

KEYWORDS

Network management, Fault management, Geoprocessing, Metropolitan Area Network, Optical Fiber

ABSTRACT

Optical metropolitan network installations are increasing in the last few years pressed by optical fiber cost reduction and multimedia application demands, which requires high bandwidth and low delay. Nevertheless, the configuration and fault management of this network is not a trivial problem since several passive elements form part of this environment. This paper presents a model for metropolitan optical network elements and defines a system named GIRO, which integrates the fault management with a geographic view. A remote network management was implemented and the benefits for the fault recovery are shown in this work.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa EDT-101758/05 que resultou no desenvolvimento do GIRO. Agradecem ainda à Prodabel pelo apoio institucional e aos analistas da Prodabel que ajudaram no decorrer da pesquisa: Márcio Freire Ramos, Edson Geraldo de Souza, Sidiney Xavier, Paulo Geraldo Sena Guedes, Carlos César Fernandes de Moraes e Simone Reis D'Almeida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [AbCa02] ABBADE, André L. R., Caputo, Maria Regina C. “Aplicação do OTDR na Análise de Problemas de Atenuação em Fibras ópticas: Estudo de casos”. Revista Telecomunicações – Volume 05 – Número 02 – 2002.
- [DaCu88] Dakin, John, Culshaw, Brian. “Optical Fiber Sensors: principles and components”. Artech House. 1988.
- [AiPI98] AIDAROUS, Salah, Plevyak, Thomas. “Telecommunications network management”. IEEE Communications Society. 1998.
- [Anri02] ANRITSU. MW9076 Optical Time Domain Reflectometer – Serial Interface. Anritsu Corporation. Fifth edition. 2002.
- [Anri06] ANRITSU. MW9076 Optical Time Domain Reflectometer – Operation Manual. Anritsu Corporation. 17th edition. 2006.
- [MiJM06] Minoli, Daniel, Johnson, Peter, Miloli, Emma. “Ethernet-based metro area networks”. McGraw Hill. 2002.
- [MaPr06] Mapinfo Professional. Versão 8.5. Mapinfo Corporation, New York. 2006.
- [Mapb06] MapBasic Version 8.5 – Reference Guide. Mapinfo Corporation. New York. 2006.

SOBRE OS AUTORES

Lilian Noronha Nassif

Doutora em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Mestre em Administração Pública pela Fundação João Pinheiro, Especialista em Engenharia de Telecomunicações pelo IETEC, graduada em Ciência da Computação pela PUC/MG. É pesquisadora da Prodabel e foi coordenadora dos projetos de pesquisa GIRO (EDT-101758/05) e (EDT-1460/03), financiados pela Fapemig.

Alex Vidigal Bastos

Possui graduação em Ciência da Computação (Unipac), Especialista em Redes de Telecomunicações (UFMG) e mestrando em Ciência da Computação (UFV), atualmente pesquisando na área de redes e computação móvel. Atualmente trabalha como Analista Desenvolvedor (Squadra Tecnologia) no projeto OI.

Alexandre Baldo

Possui graduação pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2004). Especialista em Redes de Telecomunicações (UFMG). Tem experiência na área de Ciência da Computação.

Itamar Fonseca de Resende

Possui graduação em Tecnologia em Informática pelo Centro Universitário Newton Paiva (2004). Tem experiência em suporte técnico, redes de computadores e desenvolvimento de sistemas.