

ESCOLA POLITECNICA DA USP

DÊNIO PORTELLA BEZERRA

INTEGRAÇÃO DE SISTEMA DE GERÊNCIA A  
FERRAMENTA CRM

Dissertação apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do  
Título de MBA em  
Engenharia de Software

Área de Concentração :  
Engenharia de Software

Orientador : Carlos Hulot

São Paulo  
2003

## FICHA CATALOGRÁFICA

ESP/ES  
2003  
B469p

Bezerra , Dênio Portella

Projeto de Integração de Sistema de Gerência a Ferramenta CRM  
São Paulo 2003-12-19  
Dissertação – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

M2003F

SYSNO: 1418874

## RESUMO

Essa dissertação apresenta uma parcela do trabalho desenvolvido para melhoria do SLA ou parte de um conjunto de sistemas direcionados para melhoria do gerenciamento com a intenção de diminuir o tempo de resposta entre a detecção das mudanças de estado em uma rede de telecomunicações e o serviços de Datacenter com intuito de acelerar a identificação, diagnóstico e atendimento dos possíveis problemas apresentados através de alarmes.

As etapas do desenvolvimento e motivação deste trabalho serão apresentadas através dos ambientes gerenciados evidenciando o funcionamento da rede, tecnologias envolvidas e do Datacenter antes da descrição o sistema foco desta dissertação.

Temos uma sequência de desenvolvimento e implementações de sistemas direcionados a melhoria do gerenciamento, portanto a narração das tecnologias envolvidas e sistemas utilizados torna-se necessária para melhor compreensão do sistema de abertura automática de Trouble Tickets, foco deste trabalho.

A rede de telecomunicação citada, oferta serviços de conexão a Internet e interligações "Clear Channel", utilizados para telefonia e "Dados" e adota o gerenciamento baseado em TMN.

São ofertados serviços de Hosting e Colocation no Datacenter. Serviços destinados a oferta de infra-estrutura e gerência de servidores.

A Gerência adota na Operação, diversas ferramentas, contudo duas podem ser destacadas, pois atuam como sustentáculo do "trouble shooting"(Diagnóstico), são elas, Siebel e Netcool.

O Netcool integra as diversas plataformas dos elementos da rede, conforme o modelo TMN, apresentando as mudanças de estado, o Siebel é um sistema que armazena o histórico das atividades e informações técnicas e comerciais dos clientes.

A diminuição do tempo tem o intuito de melhorar o acordo de nível de serviço ofertado aos usuários da rede, substituindo a função do Operador na detecção, abertura de "tickets" e divulgação destes eventos aos clientes afetados, pois evita erros cometidos por desgaste do técnico em uma Operação 24/7. Esse trabalho reúne elementos para o projeto de integração entre o Netcool e o Siebel.

O desenvolvimento do sistema deverá abranger a integração entre o Netcool e o Siebel com intuito de abrir automaticamente os trouble tickets no Siebel e envios das correspondências eletrônica para os clientes que o sistema de gerência detectou.

A integração terá diversas etapas, contudo iremos iniciar com a abertura automática de Tickets.

Conforme citado anteriormente essa Operação oferta um acordo de nível de serviço nivelado com os parâmetros do mercado e a intenção desta integração é diminuir o tempo de identificação e atendimento dos eventos melhorar o SLA.

Basicamente, esta integração torna possível criar trouble tickets no Siebel a partir de alertas relevantes gerados pela rede e recebidos pelo Netcool.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>OBJETIVO DO DOCUMENTO.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>SDH.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>ATM.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>REDE IP.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4</b>	<b>REDE/SERVIÇOS.....</b>	<b>20</b>
<b>2.5</b>	<b>DATACENTER.....</b>	<b>21</b>
<b>2.6</b>	<b>CORRELAÇÕES DE ALARMES.....</b>	<b>21</b>
<b>2.7</b>	<b>GERÊNCIA.....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>SISTEMA DE GERÊNCIA DESENVOLVIDO E FERRAMENTAS UTILIZADAS .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>NETCOOL.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3</b>	<b>CRM.....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>DEFICIÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>DIAGRAMA DO SISTEMA DE ABERTURA AUTOMÁTICA DE TICKETS.....</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>SOLUÇÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>6.1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>6.2</b>	<b>DESCRIÇÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>6.3</b>	<b>MÉTODO SIEBEL TROUBLE TICKET.....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>BENEFÍCIOS ESPERADOS.....</b>	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo da Topologia da Rede.....	12
Figura 2 –Diagrama da integração dos sistemas.....	28
Figura 3 - Arquitetura do Netcool.....	33
Figura 4 - Arquitetura do sistema atual.....	35
Figura 5- Diagrama Automática s/intervenção do Operador.....	38
Figura 6 – Abertura Automática c/Intervenção do Operador.....	39
Figura 7 - diagrama do mecanismo de integração.....	40
Figura 8 - Diagrama de abertura automática.....	45
Figura 9 - Diagrama de comunicação.....	46
Figura 10 –Gráfico de variação dos Trouble Tickets pró-ativos..	51

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ATM - Modo de Transferência Assíncrono  
Backbone – Espinha dorsal ou rota principal da rede  
CBR - Constant Bit Rate  
CORE – Centro da rede  
CPE – Equipamento terminal (Roteador , switch e etc)  
CRM - Customer Relationship Management  
DELAY – Atraso no sinal  
DCN – Rede de gerência  
EMS - Element Management Systems  
Gateway – Ponto de interconexão entre Operadoras  
HUB – Nó da rede  
IETF - Internet Engineering Task Force  
IP - Internet Protocol  
LAN - Local Area Network  
MAC – Endereço da máquina  
MAN - Metropolitan Area Network  
MIB – Management Information Base  
OSI - Open Systems Interconnection  
PABX - Central Automática de Comunicação Interna e Externa.  
PDH – Hierarquia digital plascícrona  
POP – Ponto de presença  
STM-1 – Unidade equivalente a 155 Mbps  
SDH – Synchronous Digital Hierarchy  
SG – Sistema de Gerência  
SLA - Service Level Agreement  
SLM - Service Level Management  
SNMP – Simple Network Management Protocol  
SWITCH – Equipamento de camada 2 responsável pelo roteamento dos SPVCs  
TDM - Time-Division Multiplexing  
Trouble Tickets – Chamados abertos no Siebel para problemas. Abertura através de alarmes ou solicitação do cliente  
WAN - Wide Area Network  
VCI - Virtual Channel Identifier  
VPI - Virtual Path Identifier  
VBR - Variable Bit Rate

## **1. OBJETIVO DO DOCUMENTO**

O presente trabalho reúne elementos para o projeto de integração entre o sistema(Netcool) utilizado para identificação e apresentação dos diversos eventos ou ocorrências surgidos em uma rede de telecomunicação e na infra-estrutura do Datacenter , e uma ferramenta CRM , o Siebel com intuito de relacionar as mudanças de estado ocorridas nos elementos da rede , através de análise das prioridades dos alarmes e posterior abertura de chamados no sistema de atendimento aos clientes.

O trabalho de integração é composto por diversas etapas , contudo será apresentado nesta dissertação apenas a fase de automatização da abertura dos Trouble Tickets.

Conforme citado com intenção de facilitar a percepção dos benefícios da implementação desta integração será descrito neste trabalho características da rede , dos sistemas utilizados , tecnologias envolvidas e critérios operacionais para facilitar o entendimento da necessidade da solução e a etapa atingida.

A intenção da descrição efetuada neste trabalho é apresentar a rede os principais elementos que compõem essa estrutura , os serviços e o modelo de Gerência adotado, facilitando a compreensão da necessidade do sistema.

Finalmente será descrito o sistema desenvolvido para melhorar o acordo de nível de serviço

Observa-se que com crescimento em tamanho e complexidade das redes de telecomunicações aumentou a exigência do mercado consumidor de serviços de telefonia e dados em estabelecer um acordo de nível de serviços(SLA) , usado para definir formalmente o nível de eficiência a ser atingido na prestação de serviços , para melhorar o desempenho na recuperação do serviço. Essa necessidade estimulou intensivamente o uso de ferramentas automáticas de gerenciamento para auxiliar a administração e operação dos sistemas de monitoração. Essa implementação permite concentrar em uma plataforma as funções de monitoramento e controle do funcionamento da rede, possibilitando que um único Operador exerça efetivo controle sobre uma infra-estrutura distribuída. Torna-se necessário também determinar as expectativas e conciliá-las com o serviço real ofertado, o que pode ser obtido através do conceito SLM ou Gerenciamento de Nível de Serviço.

A estrutura hoje existente de monitoração ,baseada no modelo OSI será a plataforma de desenvolvimento desta dissertação com intuito de definir novos critérios para o relacionamento entre as mudanças de estado detectadas no gerenciamento , criando inteligência na análise dos alarmes e produzindo através da abertura de "Trouble Tickets" no sistema de CRM , tópico deste trabalho , aperfeiçoando a eficiência no atendimento com pró-atividade na gerência de falhas que tem a responsabilidade de monitorar os estados dos recursos, a manutenção de cada um dos objetos gerenciados, e as decisões que devem ser tomadas para restabelecer as unidades do sistema que venham a dar problemas.

## 2. INTRODUÇÃO

A proposta é composta da análise , projeto e implementação do sistema de abertura automática de Trouble Tickets e envio de correspondência eletrônica , quando detectado através da Gerência uma mudança de estado classificada como alarme crítico.

Os eventos são identificados e apresentados utilizando uma plataforma de monitoração de mudanças de estado conhecida como “Netcool” e são registrados no Siebel , sistema de gerência de informação dos clientes , a sugestão do projeto é integrar o Netcool ao Siebel com intuito conforme descrito no objetivo de melhorar o SLA , diminuindo o tempo.

Será apresentado neste item as tecnologias envolvidas na rede e os serviços disponíveis para facilitar a compreensão da estrutura gerenciada além do modelo TMN de Gerência.

Não é intenção desta dissertação relatar com detalhes as tecnologias envolvidas , contudo torna-se necessário comentar algumas características para entendermos o objetivo.

Nesta primeira etapa da descrição vamos vislumbrar as principais tecnologias da rede e os modelo adotado para gerência e envio de alarmes para Operação.

Os temas descritos estão orientados conforme a necessidade identificada de uma sequência lógica. Narro acerca de SDH , ATM e rede IP principais camadas da rede , estas estão sobrepostas existindo a necessidade de compreensão das mudanças de estado destas tecnologias para posterior implementação das correlações entre as camadas da rede e integração dos sistemas de Gerência e CRM. Também será descrito o ambiente de gerência de infra-estrutura do Datacenter.

A camada de enlace(ATM) pode enviar eventos que estariam caracterizados com problemas na camada física(SDH) , podemos também observar problemas similares na correlação dos eventos da camada de rede (IP) e camada 2. Podemos portanto descrevendo a estrutura da rede identificar os problemas com intuito de minimizar problemas na integração. Também será apresentado os serviços ofertados e para finalizar o modelo TMN de Gerência , portanto iniciando a descrição temos que ,uma das formas de classificar uma rede diz respeito à sua abrangência geográfica.

Uma rede pode ser chamada de “rede local” ou LAN quando se restringe a uma área geográfica próxima, como uma sala, um andar, um prédio ou mesmo um pequeno conjunto de prédios. É o tipo de rede mais comum e encontra-se em todos os tipos de organizações.

Já redes de abrangência geográfica maior, recebem outras denominações: MAN é uma rede com abrangência de alguns quilômetros, como uma região geográfica do tipo “Grande São Paulo” ou um grande *campus* WAN é uma rede na qual a abrangência se estende por grandes regiões, como estados ou mesmo países.



A Rede utilizada para o desenvolvimento do tema, MAN se apresenta como um perfeito fornecedor de meios de comunicação entre os diversos pontos em diversas cidades no Brasil. Formada por diversas estações, que funcionam como nós centrais da rede, e estes na estrutura formam o Backbone.

Esses “nós”, denominados HUBs funcionam como trânsito, onde o tráfego dos clientes culminam através de enlaces de rádio PDH, entrando no backbone de alta capacidade com destino a outro nó e conseqüentemente ao destino final, interligando dois ou mais pontos de presença de um mesmo usuário. Temos também a terminação do percurso nos Roteadores de acesso a Internet.

Neste HUB, encontram-se os equipamentos ATM, responsáveis pela interconexão com o PoP e pela conexão Gateway. A interconexão entre os hub's é feita em STM-1, através de links de rádio SDH, em hot stand-by. O Core da rede foi desenhado em forma de anel, para proporcionar um melhor desempenho e confiabilidade.

O PoP é o Ponto de Presença, e serve como ponto de acesso para a Rede, aos clientes desta rede. Neste PoP, alguns equipamentos são utilizados para prover o acesso ao Backbone, e assim permitir a comunicação fim a fim. Estes equipamentos utilizados são rádios PDH, conforme citado e a Unidade de Interface de Dados para conexões abaixo de 2Mbps, pois a tecnologia PDH fornece múltiplos de 2 Mbps, com limite em 34 Mbps.

As velocidades de transmissão ofertadas são de 64K e seus múltiplos até 2 Mbps e E3 (34 Mbps). Para conexões em STM-1 (155 Mbps) a tecnologia utilizada será em SDH.

O Gateway é a interligação entre duas redes em alta velocidade sendo utilizado para troca de tráfego entre Operadoras de telecomunicações para atuação em conexões de longa distância ou fornecimento de interligações de última milha.

Toda a rede é gerenciada no NOC, Centro de Operação da Rede, onde estão instalados os sistemas de Gerência. A Operação é efetuada através deste centro.

O NOC também deve ser considerado como uma HUB com adição da camada 3 responsável pelo acesso a Internet, pois possui a mesma estrutura concentrando todo o acesso a Internet.

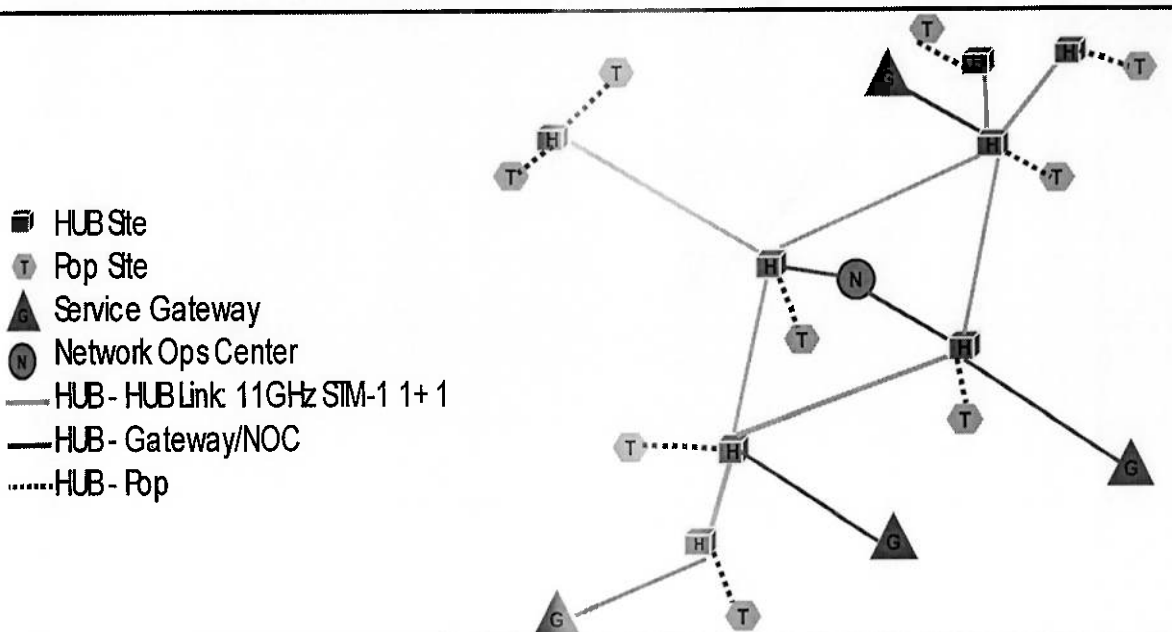


Figura 1 (Modelo da Topologia da Rede)

O backbone de rádio SDH compõe a primeira camada da rede metropolitana das cidades e o ATM pode ser o instrumento da convergência voz-dados-imagem, para a integração de PABX corporativos – reduzindo significativamente os custos de telefonia – com a rede de dados por meio de switches ATM, além de possibilitar a implantação de servidores de vídeo e videocâmeras para aplicações como colaboração em desktop vídeo ou um provedor de videoinformação sobre a rede ATM.

Quando se adota a tecnologia ATM, a banda utilizada no link é exatamente aquela requerida pela aplicação, portanto, sem desperdício. O casamento entre as duas tecnologias vem sendo empregado em muitos casos onde a infra-estrutura SDH já está construída.

O emprego do ATM faz com que essa rede possa beneficiar-se do uso mais inteligente e eficiente da banda por meio de alocação dinâmica dentro do SDH.

A tecnologia ATM, bastante difundida em Backbones de LANs, mesmo concebida no ambiente de WAN, tem encontrado espaço cada vez maior nas redes metropolitanas (MANs) e entre os chamados provedores de serviços alternativos.

Para a montagem de uma rede foi menos dispendioso trabalhar com uma infra-estrutura de transporte enxuta onde todo o tráfego, seja de dados, voz ou vídeo, possa ser

manuseado com alta performance e com a garantia de qualidade que só o ATM pode oferecer.

Além da capacidade de dar prioridade a diferentes tipos de tráfego e alocação dinâmica de banda, o constante desenvolvimento dessa tecnologia possibilita, hoje, o mesmo patamar de redundância e alcance do SDH. Por meio de seus protocolos como o PNNI é possível o re-roteamento dinâmico em valores muito próximos aos obtidos em redes SDH. Em resumo, quando se utiliza a rede apenas para o tráfego de dados não existe a necessidade da utilização de SDH. Quando se compartilha voz e dados, o SDH assegura, em caso de falha no rádio, o re-roteamento de chamadas de maneira quase imperceptível. O ATM também permite esta rápida recuperação. Os benefícios do ATM, aliados ao alto custo dos equipamentos SDH, fazem com que redes baseadas somente nesta tecnologia sejam construídas para prover serviços.

Temos conforme descrito acima um exemplo da ocorrência de dois eventos diferentes com envios de Traps pelos equipamentos e apresentação dos alarmes pelo Netcool, contudo essas mudanças de estado tem severidades diferentes, pois na falha do enlace de rádio SDH teremos um alarme crítico e conseqüente re-roteamento do canal virtual criado sobre a camada física, gerando um alarme de Advertência.

A identificação dos eventos e conseqüente correlação deve evitar abertura de Trouble Tickets indevidos traduzindo em eficiência no diagnóstico.

A rede ATM é sempre representada por uma nuvem, já que ela não é uma simples conexão física entre 2 pontos distintos. A conexão entre esses pontos é feita através de rotas ou canais virtuais (virtual path / channel) configurados com uma determinada banda. A alocação de banda física na rede é feita célula a célula, quando da transmissão dos dados.

Na interconexão de LANs, as duas tecnologias também são capazes de realizar a tarefa. Mas o ATM tem a preferência pelo seguinte aspecto: a arquitetura SDH foi concebida para tráfego de serviços de voz. A capacidade de modelar dados em rajadas, característica do tráfego LAN, é prevista nas premissas de qualidade de serviço intrínsecas à tecnologia ATM. Mesmo para dados menos prioritários existem contratos que garantem o uso eficiente da banda e uma inteligente política de entrega desse tráfego, além do descarte do mesmo em caso de congestionamento.

Com o SDH a técnica empregada é o TDM (Time-Division Multiplexing), o que significa que mesmo sem informação para ser transmitida, a banda fica alocada. Redes ATM têm multiplexação dinâmica e podem avaliar, por exemplo, se existe tráfego de voz ou não em uma conexão entre dois PABX a 2Mbps, garantido a qualidade do sinal em caso positivo, ou liberando a banda para outras aplicações se o circuito estiver inativo.

Em outros itens, essas tecnologias voltam a ser igualmente eficientes, como a habilidade para trabalhar com dois links paralelos simultâneos. Em relação à habilidade para trabalhar em um canal primário e chavear para um backup secundário em caso de falha, as duas

conseguem. O ATM, porém, pode fazer o re-roteamento, garantindo os contratos de qualidade de serviço previamente negociados e a funcionalidade das aplicações críticas mesmo em caso de falhas. Na tecnologia SDH, o link secundário deve estar sem tráfego, o que é chamado de “hot stand by”, ou seja, esperando por uma falha do primário para poder entrar em atividade.

Na rede utilizada no desenvolvimento temos a estrutura ATM sobre SDH , sendo complementares e funcionando de modo harmonioso aproveitando o melhor das duas soluções.

O ATM conforme citado permitem a oferta de serviços de conectividade em banda larga dedicada, com qualidade total assegurada, garantindo soluções de valor crítico para o negócio das empresas. Abrangem os grandes centros urbanos brasileiros, compondo backbones metropolitanos interconectados e grande capilaridade, com capacidade de chegar a pontos não atendidos pelas demais operadoras com solução de rádio PDH.

A rede é composta por diversas camadas para fornecimento dos serviços de “clear channel” e acesso Internet.

Iniciando o esclarecimento das camadas que compõe a rede , será descrito as tecnologias envolvidas na estrutura .

Temos na camada 1 , backbone de rádios SDH interligando as HUBs , acima desta camada , utilizamos ATM para suporte dos serviços de Clear Channel e na camada 3 TCP/IP para os serviços de acesso a Internet.

Todos os elementos da estrutura tem software proprietário de gerência e enviam os Traps para um sistema integrador chamado Netcool , responsável pela identificação do evento e apresentação ao Operador.

Para uma melhor identificação da rede e das tecnologias inicio a descrição e detalhamento da estrutura em tópicos que detalham temas importantes para montagem do trabalho :

## **2.1 SDH**

O Backbone , primeira camada (Física) formada por rede SDH ou hierarquia síncrona de dados. Padrão europeu para o uso de meios de transmissão , rádio como transporte físico para redes de longo alcance a altas velocidades.

SDH, Hierarquia Digital Síncrona, é um sistema de transmissão digital de alta velocidade, cujo objetivo básico é construir um padrão internacional unificado, diferentemente do contexto PDH, que possui três diferentes padrões (Americano, Europeu e Japonês).

Um sistema unificado propicia maior capacidade e eficiência na gerência das redes, bem como uma considerável redução de preços. O processo de multiplexação, por ser mais flexível, torna muito mais simples essa etapa, em relação ao PDH, que necessita de simetria de equipamentos em todos os pontos da rede. Um sinal SDH pode ser inserido dentro de uma taxa maior, sem passar por estágios intermediários.

As principais características diferenciadoras que definem o sistema SDH são:

- Toda rede transmite, sincronamente e em fase, os sinais STM-n. A PDH é plesiócrons;
- Organização em bytes, enquanto que o entrelaçamento em PDH é feito por bits;
- Os comprimentos dos quadros são uniformes (sempre 125µs), o que não ocorre no sistema PDH;
- Uso de ponteiros para indicar o início de cada quadro e processar eventuais justificações. A PDH usa palavras de alinhamento;
- Alta capacidade de gerência (supervisão, operação, manutenção, etc.). Aproximadamente 5% dos bytes SDH são reservados para fins de supervisão e gerência, o que é um índice infinitamente maior que num sistema PDH;
- O sistema SDH pode acomodar os feixes plesiócrons nos quadros STM-n com total compatibilidade; com tecnologias atuais e futuras. O SDH aceita e é capaz de transmitir todos os sinais tributários existentes nas redes atuais. Sua padronização já prevê que possa também ser usado para transportar serviços ainda não existentes;
- Padronização mundial, enquanto que a PDH tem padronização parcial;
- As redes SDH permitem acesso direto aos tributários, o que não é possível em PDH;
- A transmissão pode se dar por Cross-Connections e Add/Drop. Em PDH, só é possível transmitir ponto-a-ponto.

SDH é definida uma estrutura básica de transporte de informação denominada Módulo de Transporte Síncrono-1 (Synchronous Transport Module-1, STM-1), com taxa de 155,5 Mbit/s. Esta estrutura define o primeiro nível de hierarquia. As taxas de bit dos níveis superiores são múltiplos inteiros do STM-1. Atualmente são padronizados quatro módulos de transporte, a saber:

STM-n Taxa (Mbps)

STM-1 155.5

STM-4 622.1

STM-16 2488.3

STM-64 9953.3

Além dessas taxas, existe uma estrutura de quadro com capacidade de transmissão mais baixa que a do STM-1, com o objetivo de utilização somente para sistemas de rádio-enlace

e satélite. Essa estrutura possui taxa de 51,8 Mbit/s e é denominada STM-0, não sendo considerado um nível hierárquico da SDH.

Na SDH, a informação está organizada em módulos síncronos de transporte (STM), os quais contêm três elementos básicos:

SOH (cabeçalho de seção): cumpre funções de sincronismo de quadro, canais de serviço, funções de controle, etc.

AU - Pointer (ponteiro da unidade administrativa): indica como está estruturada a informação na área da carga útil, e indica como localizar os "virtual container", onde está a informação dos tributários.

"Payload" (área de carga útil): composta de "containers" virtuais, os quais recebem e acomodam organizadamente as informações dos tributários:

A rede SDH possibilita que mais empresas e pessoas usem, facilmente, enlaces privados a altas taxas. Enlaces privados de 2 Mbps, ou superiores.

## 2.2 ATM

A segunda camada da rede usada no trabalho é ATM ou modo de transferência assíncrono. No ATM, a informação do usuário (pode ser voz, dados ou imagens) é dividida em pacotes de 53 bytes, também conhecido como célula. Cada célula possui um cabeçalho indicando de onde vem, para onde vai e de que tipo de

informação carrega. O usuário não ocupa recursos do sistema se não tiver pacotes a transmitir. Quanto mais dados o usuário precisa transmitir, mais pacotes vai ocupar; quanto menos dados, menos pacotes. Por isso se diz que o ATM tem largura de banda transparente.

Nos comutadores ATM podem ter, embutido, um multiplexador de SHD com STM-1 (155 Mbps). Os equipamentos SHD sabem identificar, remanejar, inserir e extrair pacotes ATM porque há padrões internacionais para a criação, a partir de célula ATM, de containers virtuais dentro do quadro STM-n. A tecnologia de SHD serve como infra-estrutura para os serviços baseados em comutadores de ATM.

O modo de transferência assíncrono é uma tecnologia baseada na comutação de pacotes de dado (células) com tamanho fixo de 53 bytes.

Consiste de uma técnica pelo qual cada conexão é estabelecida independentemente, sendo feita à alocação do canal virtual e da velocidade requerida.

Características:

- Comutação e transporte comuns a todos os serviços.
- Alocação dinâmica de banda, desde quase zero até altas taxas.
- Suporte a serviços de taxas variáveis

- Suporte a serviços multimídia.

Os serviços, utilizam vários recursos provenientes das capacidades de comutação ATM. O primeiro deles é o "Clear Channel".

Neste serviço, a conexão final entre as duas pontas acontece através de interfaces G.703/G.704, que são fornecidas através dos Switchs ATM. Esta conexão, do ponto de vista do Cliente, é uma linha privativa, capaz de transportar qualquer tipo de informação (Voz, Dados, Vídeo, etc) ou protocolo (LAN, WAN, SNA, etc). Do ponto de vista da rede, este circuito nada mais é do que uma emulação desta linha privativa, ou seja, esta linha privativa não existe de verdade, ela é apenas simulada. Assim, para o "Backbone" todas as informações transportadas são consideradas células, e como tal devem ser tratadas.

Para emulação, o switch ATM cria um "caminho", designado por identificadores (VPI's e VCI's), e que vão se interligando, desde o ponto de origem até o destino final. O circuito total é formado da somatória dos trechos, que não necessariamente serão iguais em dois circuitos fim a fim entre os mesmos "sites".

O mais importante é que esta emulação de circuito só acontece por causa de uma definição de serviço que o ATM suporta. Esta definição é conhecida por CBR, ou "Constant Bit Rate".

Existe um segundo serviço, estabelecido sobre a rede ATM, aproveitando-se de seu perfil de tráfego estatístico. Desta forma, podemos utilizar melhor a característica do "Backbone".

Da mesma maneira que o serviço "Clear Channel" é implementado, o serviço IP também se utiliza de trechos para montar o circuito fim a fim entre os dois pontos de conexão. Um novo "caminho" é criado, mas neste caso, a definição de serviço ATM utilizada é diferente da utilizada no "Clear Channel", pois o perfil de tráfego é completamente diferente. A definição de serviço que o "IP", usa é conhecido por nrt-VBR, ou Non Real Time

Variable Bit Rate, que é a definição que melhor se encaixa para o perfil de tráfego que o protocolo TCP/IP hoje transporta.

As interconexões entre as diversas cidades onde a rede está presente é um ponto delicado, pois esta interligação deve manter as mesmas características utilizadas nas interligações que acontecem nos "sites" intra-cidade.

As conexões intra-cidade são em STM-1, contudo poderiam ser em EI's, desde que sejam feitas em cima do protocolo ATM.

As ligações efetuadas entre as cidades podem ser logicamente, vistas como uma única rede.

Sobre a camada 2 (ATM) temos uma terceira camada utilizada para transporte e fornecimento de acesso a internet. Nesta camada temos os roteadores de Core, Acesso e os CPEs de conexão do serviço.

## 2.3 Rede IP

O IP (Internet Protocol) é um tema bastante importante hoje em dia, isto porque ele de fato domina o padrão de comunicação através de toda a Internet.

O IP é um protocolo de camada de rede, que provê o fornecimento dos dados sem conexão entre duas entidades. A entrega sem conexão descreve um método de comunicação em que ela não garante o fornecimento do pacote entre a fonte e o destinatário. Em uma rede cada datagrama IP enviado entre dois hosts, podem seguir caminhos completamente diferentes. Este comportamento dinâmico da rede depende de muitos fatores e é controlado pelos

roteadores. Um roteador dinamicamente determina o melhor caminho para o datagrama seguir, baseado nas condições de tráfego dos links da rede.

A maioria das rede locais (LAN) são baseadas no padrão IEEE 802. Ele define um modelo de meio compartilhado, com cada cliente compartilhando o mesmo canal (pipe) com uma largura de banda definida. Existem três canais comuns: o Ethernet, que provê uma largura de banda de 10Mbps; a Token Ring e a Token Bus que fornecem de 4Mbps a 16Mbps de largura de banda.

O Protocolo IEEE 802 define o link de dados e a camada física do modelo de referência OSI.

A Arquitetura IEEE 802, especifica um modelo de três camadas para as redes locais (LAN), estas três camadas correspondem aproximadamente aos níveis 1 e 2 do OSI.

O problema mais comum com modelos de meios compartilhados é a ausência de garantias de quanta largura de banda estará disponível para um cliente em qualquer momento.

A tecnologia ATM é baseada em um modelo orientado a conexão que usa canais virtuais, para realizar transferências síncronas e assíncronas em velocidade alta. Apesar das máquinas de rede IEEE 802 se comunicarem através de transporte orientado a conexão, o ATM requer que uma conexão virtual ponto-a-ponto seja estabelecida antes que a transferência de dados possa iniciar. A comunicação virtual ponto-a-ponto é chamada de Conexão Virtual (VC). Cada canal virtual consiste de um VCI (Virtual Channel Identifier) e um VPI (Virtual Path Identifier), que são incluídos nos 5 bytes do cabeçalho da célula ATM, de modo a fornecer uma identificação correta para uma operação de switching adequada, desde a porta de entrada até a porta de saída do switch. Como os VCs se estendem por múltiplos links, o VCI pode potencialmente mudar para cada link. Quando um canal virtual é criado, o switch ATM cria e mantém uma tabela de entradas que mapeia a entrada no VCI em uma porta de entrada, e as saídas do VCI em uma porta de saída. Devido a essa facilidade, o algoritmo ATM é facilmente implementado em hardware. O software só é necessário para gerenciar as conexões e manter a tabela de switch.

O ATM possui muitas vantagens em relação às LANs IEEE 802. O maior benefício é a facilidade para ser usada em uma variedade de meios físicos há diferentes velocidades. A velocidade padrão é de 155Mbps. O ATM é baseado em uma rede de switches e hosts interconectados. A largura de banda agregada aumenta quanto mais hosts são adicionados à rede. Enquanto a comunicação em ATM pode ocorrer em paralelo com largura de banda total, redes com meios compartilhados podem ficar saturadas com apenas alguns hosts.



Existem dois métodos propostos para a implementação de IP sobre ATM. A primeira envolve a implementação de uma camada MAC para fornecer a Emulação de LAN

(LANE) IEEE 802 sobre ATM, a segunda envolve a substituição a camada de link de dados da pilha do protocolo com uma camada ATM.

Enquanto a Emulação de LAN é projetada para integrar redes IEEE 802 e LANs ATM, IP sobre ATM é projetado para suportar ATM nos desktops. IP sobre ATM substitui a camada de link de dados da pilha do protocolo, para substituir as funções da camada MAC com funções equivalentes de ATM. Por exemplo, a requisição ARP em IEEE 802 solicita o endereço MAC do destino, e também solicita o endereço ATM do destino um IP sobre ATM. O cache do host ARP também mantém agora um IP mapeado para o endereço ATM, ao invés de um IP mapeado em um endereço MAC.

As redes ATM devem suportar aplicações existentes e pilhas de protocolos de nível superior atualmente em uso. No entanto, a rede ATM é orientada a conexão e opera diferente das LANs, que não são orientadas a conexão, além das diferenças nas operações de broadcast e endereçamento.

A abordagem de serviços sem conexão através de abordagem indireta foi implementada de tal forma que os protocolos que ofereçam os serviços sem conexão sejam emulados em conexões ATM, sendo que as informações serão transportadas através de conexões ATM entre estações terminais. Estas estações terminais podem ser uma simples estação ou equipamentos de rede (pontes, roteadores ou *gateways*). Esta abordagem poderá então interconectar LANs e MANs com redes ATM, onde os protocolos de acesso MAC e o

protocolo IP serão emulados em conexões ATM.

A vantagem de se ter IP sobre ATM é que a camada de link de dados transforma o transporte de dado IP sem conexão, em uma transferência ATM orientada a conexão. A transferência tem a vantagem de uma comunicação ATM ponto-a-ponto. IP sobre ATM reduz o overhead associado a resolução de endereços broadcast, consequentemente reduzindo o atraso associado com a transmissão do pacote inicial.

Em ATM a camada de adaptação AAL5 é a camada usada para transportar pacotes IP. A AAL5 define a estrutura que organiza a coleção de células transportar grandes quantidades de dados. Ela não possui multiplexação ou controle de número seqüencial de células. A idéia básica é fornecer uma maneira eficiente e confiável de transportar os PDUs (Unidades de Dados do Protocolo). Um PDU de 1 à 65535 bytes é estruturado em uma seqüência de células marcado por um trailer. As células não são numeradas em seqüência dentro de um PDU, assumindo que as células podem ser abandonadas, mas não reordenadas em uma rede ATM.

Pacotes IP com cabeçalhos LLC IEEE 802 são colocados em uma PDU AAL5. O uso de LLC permite a identificação do protocolo (i.e. IP é encapsulado via IEEE 802). Outros protocolos também podem transportados usando este mecanismo.

A pesar de todos os protocolos de camada de rede poderem ser executados diretamente sobre uma rede ATM, só o IP é utilizado. Portanto nossa atenção estará voltada para o trabalho realizado por vários grupos do dentro IETF (Internet Engineering Task Force), os

quais são responsáveis pelos trabalhos desenvolvidos no sentido de executar IP sobre ATM.

## **2.4 Rede/Serviços**

A rede utilizada para o desenvolvimento do tema, fornece basicamente dois serviços, de interconexão digital em modo transparente (*Clear Channel*) que conecta duas ou mais localidades, conforme as necessidades do Cliente, em velocidades de transmissão que variam de 64Kbps e seus múltiplos até 2 Mbps, até E3 e STM-1. A maneira como estas interligações

são realizadas, se dá através do “Backbone-ATM”, e são totalmente transparentes ao usuário final.

Este serviço se divide em duas opções, que atendem a diferentes finalidades. A primeira delas é para o atendimento de uma velocidade de 2048 kbps, sem nenhuma separação interna para os dados, ou sinalizações específicas para o atendimento a aplicações de voz, e a segunda é para sub-velocidades (de 64 kbps até 1984 kbps – timeslots 1 a 31).

Todos os circuitos serão estabelecidos através de um PVC, para que as rotas possam ser melhor definidas e para que os tempos de “delay” possam ser garantidos e mantidos.

O segundo serviço se destina a clientes que pretendam conectar-se a Internet e fazendo uso de bloco de endereços IP administrados pela provedora. Estas conexões são presumidas de caráter permanente e de alta disponibilidade. A conexão entre a rede de dados do cliente e a rede da Citada é feita através do “Frame Relay”

A Rede Wan citada, formada por Comutadores ATM tem capacidade de comutação de células em altíssima velocidade (10 a 160 Gbps), além de terem redundância em vários níveis. Este switch é altamente escalável, com as velocidades de interface variando de 1,5 Mbps até 2,5 Gbps e tem como principal característica o suporte concorrente a vários serviços como Clear Channel, Frame Relay, TCP/IP e ATM, além de uma excelente performance na comutação de células. Estas interfaces podem ser utilizadas tanto para a comunicação entre os dispositivos do Backbone, como para os clientes finais que necessitam de maior velocidade. Toda estrutura ATM é interligada por radio-enlaces que transmitem sinais multiplexados nos padrões da Hierarquia Digital Síncrona(SDH).

Todo o serviço é baseado neste Backbone e está em conformidade com as especificações definidas pelo ATM Forum, Frame Relay Forum, ITU-T, e outras organizações normativas, que asseguram um padrão de qualidade e interconectividade para o oferecimento dos serviços.

Os equipamentos que implementam este acesso são chamados de equipamentos de terminação. O conjunto destes equipamentos instalados no Cliente definem o Ponto de Presença (PoP).

## **2.5 Datacenter**

Estrutura que fornece com fornecimento ininterrupto de energia, evitando qualquer tipo de paralisação dos servidores , sistemas de climatização e racks em pisos elevados, possibilitando que os equipamentos mantenham-se sempre refrigerados e segurança que oferta desempenho e confiabilidade de rede, através de uma infra-estrutura que garante a qualidade dos serviços de Hosting e Colocation .

A monitoração ou gerência dos serviços está restrita a Hardware e sistema Operacional , como , utilização de CPU , disponibilidade de Memória , espaço em disco e etc.

### **Hosting**

Serviço de Datacenter que oferta locação de servidores com monitoramento preventivo 24 horas, 365 dias por ano , gerenciamento do sistema operacional , conectividade IP , Backup diário incremental e semanal de todo o conteúdo dos servidores , proteção através de Firewall

### **Colocation**

Serviço de Datacenter que oferta locação de espaço em Racks , conectividade IP monitoração dos alarmes e notificação.

## **2.6 Correlações dos Alarmes**

Podemos perceber que a sobreposição das camadas geram identificação de alarmes simultâneos pelos Operadores podendo dificultar a percepção do problema e aumentando o tempo.

Conforme citado a camada 1 é formada por enlaces de rádio SDH e o dimensionamento de enlaces em microondas leva em consideração diversos fatores, tanto em termos de equipamento utilizado quanto em condições atmosféricas e eletromagnéticas esses fatores são relevantes nos cálculos dos enlaces. Temos portanto possibilidade de degradação ocasionadas por mudanças climáticas no meio e interferência de frequências nos equipamentos , gerando re-roteamento dos canais virtuais na rede ATM. O tempo de roteamento é imperceptível.

Os alarmes apresentados nesta situação são de advertência , contudo quando existe falha no equipamento SDH e a contingência não suporta o tráfego que deve ser roteado , temos queda de um ou mais conexões virtuais. Observando essas características teremos alarmes diferentes , pois existirá queda dos SPVCs , do enlace de rádio SDH e falta de banda na contingência , todos críticos.

A detecção de todos os alarmes e diagnóstico dos possíveis problemas pelo Operador do NOC , tem um período entre a monitoração e abertura do Trouble Ticket em torno de 30 minutos , contudo existindo classificação adequada e correlação dos eventos poderemos automatizar a abertura e aviso aos clientes reduzindo o tempo do diagnóstico para 15 minutos.

Após o breve relato das principais tecnologias envolvidas e dos serviços ofertados , podemos iniciar a descrição do modelo de gerência utilizado para referência da Gerência da rede.

## 2.7 Gerência

O sistema de gerência da rede utilizada , baseia-se em TMN , modelo largamente usado. No modelo TNM de gerência para obter-se conectividade com as redes complexas, necessita-se que vários produtos de diversas tecnologias entre vendedores diferentes interajam entre si. Para tanto, a comunidade internacional de computadores e telecomunicações definiram um *framework* de gerência que se estende do gerenciamento de elementos de redes individuais a unidades inteiras corporativas denominado: Telecommunications Management Network

TMN , inclui a especificação de interfaces de gerenciamento padronizadas para blocos funcionais comuns e define técnicas para modelar genericamente a informação de gerência.

Um conceito-chave é que qualquer recurso de rede deve ser gerenciável por qualquer aplicação “Gerente”. Este fato exige que tanto o recurso gerenciado como a aplicação gerente compartilhem não só um meio padrão de comunicação, mas também um modelo de informação comum para descrever estes recursos. TMN utiliza padrões OSI tanto para protocolos de comunicação quanto para a estruturação do modelo de informação, garantindo, assim, interoperabilidade entre diferentes produtos. Em TMN, um “Agente” inteligente interage com um recurso gerenciado para processar operações de gerência enviadas de uma aplicação gerente remota. O agente mantém uma representação dinâmica dos recursos como Objetos Gerenciados através do emprego conceitos de orientação a objetos.

O modelo TMN permite que recursos iniciem a comunicação com o Gerente., emitindo notificações de alarme ou em outras condições críticas.

O modelo é dividido em níveis ou camadas que restringem as atividades de gerência contidas nelas, mas sendo possível a comunicação direta entre camadas não adjacentes. A hierarquia tem o seguinte formato:

### 1. Camada de Elemento de Rede

Corresponde às entidades de telecomunicações (software ou hardware) que precisam ser efetivamente monitorados e/ou controlados. Estes equipamentos devem possuir agentes para que possam fornecer as informações necessárias ao sistema de gerência, como coleta de dados de performance, monitoração de alarmes, coleta de dados de tráfego, etc.

## 2. Camada de Gerência do Elemento da Rede

Esta camada é responsável pelo gerenciamento dos equipamentos na forma de sub-redes, ou seja, pequenas partes da rede completa devem ser gerenciadas e suas informações sintetizadas para poderem ser aproveitadas pela Gerência de Rede do sistema, que tem assim a visão completa da rede.

## 3. Camada de Gerência de Rede

Esta camada gerencia o conjunto de elementos (sub-redes) como um todo, tendo uma visão fim-a-fim da rede. Para isso, ela recebe dados relevantes dos vários sistemas de Gerência de Elemento de Rede e ao processa-os para obter uma visão consisa da rede completa.

## 4. Camada de Gerência de Serviço

Esta camada relaciona os aspectos de interface com os clientes, e realiza funções como provisionamento de serviços, abertura e fechamento de contas, resolução de reclamações dos clientes (inclusive relacionados a tarifação), relatórios de falhas e manutenção de dados sobre qualidade de serviço (QoS).

## 5. Camada de Gerência de Negócio

É um ponto onde ocorrem as ações executivas, ou seja, é responsável pela gerência global do empreendimento. É neste nível em que são feitos os acordos entre as operadoras e onde são definidos os objetivos.

### Áreas Funcionais

De forma a se englobar toda a funcionalidade necessária ao gerenciamento de uma rede de telecomunicações (planejamento, instalação, operação, manutenção e provisionamento), identificou-se cinco áreas funcionais:

- Gerenciamento de Desempenho
- Gerenciamento de Falhas
- Gerenciamento de Configuração
- Gerenciamento de Tarifação
- Gerenciamento de Segurança

### 1. Gerenciamento de Desempenho

O gerenciamento de desempenho envolve as funções relacionadas com a avaliação e relato do comportamento dos equipamentos de telecomunicações e a eficiência da rede. Estas funções se dividem basicamente em dois grupos:

- Medidas de Tráfego: capacitam o usuário a definir e controlar a entrega de relatórios de medidas de tráfego;
- Monitoração de Desempenho: informações que permitem ao usuário obter, avaliar e relatar parâmetros de desempenho da rede. Estas informações podem ser utilizadas como apoio ao diagnóstico de falhas, planejamento de rede e qualidade de serviço.

Algumas funções relativas ao gerenciamento de desempenho são:

- manter informações estatísticas;
- manter logs de históricos de estados;
- determinar a performance do sistema sob condições naturais e artificiais;
- alterar os modos de operação do sistema com o propósito de conduzir atividades de gerenciamento de desempenho.

## 2. Gerenciamento de Falhas

O gerenciamento de falhas engloba as funções que possibilitam a detecção, isolamento e correção de operações anormais na rede de telecomunicações. As falhas impedem os sistemas de cumprir seus objetivos operacionais e podem ser transientes ou persistentes. As funções de gerenciamento de falhas podem ser divididas em:

- Supervisão de Alarmes: gerenciamento de informações sobre as degradações de desempenho que afetam o serviço;
- Teste: o usuário pode solicitar a execução de um teste específico, podendo inclusive estabelecer os parâmetros deste. Em alguns casos, o tipo e os parâmetros do teste podem ser designados automaticamente;
- Relatório de Problemas: utilizado para rastrear e controlar as ações tomadas para liberar alarmes e outros problemas.

Algumas funções do gerenciamento de falhas são:

- manter logs de erros;
- receber e agir sobre notificações de erros;
- rastrear e identificar falhas;
- gerar seqüências de testes de diagnóstico;
- corrigir falhas.

## 3. Gerenciamento de Configuração

O gerenciamento de configuração habilita o usuário a criar e modificar recursos físicos e lógicos da rede de telecomunicações. Suas funções são divididas em:

- Gerenciamento de Ordem de Serviço: possibilita a identificação e o controle do provisionamento de novos recursos necessários para a rede de telecomunicações. Uma Ordem de Serviço pode ser utilizada para solicitar novos recursos, físicos ou lógicos;
- Configuração de Recursos: funções que têm como finalidade possibilitar que os recursos da rede possam ser criados, roteados, controlados e identificados;
- Informação de Recursos: funções que têm por finalidade apresentar a lista de recursos alocados, verificar a consistência da informação e obter informação sobre os recursos disponíveis.

Algumas funções relativas ao gerenciamento de configuração são:

- setar parâmetros de controle de rotinas de operação do sistema;
- associar nomes aos objetos gerenciados e configurá-los;
- inicializar e deletar objetos gerenciados;
- coletar informações em tempo real a respeito de das condições atuais do sistema;
- obter avisos a respeito de modificações significativas nas condições do sistema;
- modificar a configuração do sistema.

#### 4. Gerenciamento de Tarifação

O gerenciamento de tarifação provê um conjunto de funções que possibilitam a determinação do custo associado ao uso da rede de telecomunicações. Algumas funções associadas ao gerenciamento de tarifação são:

- \* informar aos usuários os custos associados aos recursos consumidos;
- \* habilitar limites de tarifação e setar agendamentos a serem associados com a utilização dos recursos;
- \* combinar custos quando um requisito de comunicação exigir múltiplos recursos combinados.

#### 5. Gerenciamento de Segurança

As principais funções que devem se encaixar no gerenciamento de segurança são:

- criação e controle de serviços e mecanismos de segurança;
- distribuição de informações relevantes à segurança;
- armazenamento de eventos relativos à segurança.

### Arquitetura Física

Os blocos construtivos e as interfaces que permitem interligá-los. Estes blocos representam implementações físicas de funcionalidades (blocos de funções) da TMN.

Os blocos construtivos da arquitetura física TMN são os seguintes:

Rede de Comunicação de Dados (DCN): é uma rede de dados que utiliza protocolos padronizados (deve, sempre que possível, seguir o modelo OSI) e permite a comunicação

dos elementos de rede com os sistemas de suporte à operação. Pode ser composta de várias sub-redes de comunicação de dados, como X-25, RDSI, LAN, etc.

**Elementos de Rede (NE):** bloco que corresponde às entidades de telecomunicações (equipamentos ou facilidades) que são efetivamente monitorados e/ou controlados. É importante distinguir duas classes de funções que podem estar contidas numa NEF:

- funções de telecomunicações que estão diretamente envolvidas no processo de telecomunicações (comutação e transmissão);
- funções não diretamente envolvidas no processo de telecomunicações, como localização de falhas, bilhetagem, comutação, proteção e condicionamento de ar.

**Sistema de Operação (OP):** engloba as funções que permitem realizar o processamento e o armazenamento das informações relacionadas com a operação, a administração a manutenção e o provisionamento das redes e serviços de telecomunicações.

**Dispositivo de Mediação (MD):** é o bloco que age sobre as informações trocadas entre os NE e os OS, visando tornar a comunicação mais transparente e eficiente. Pode envolver várias categorias de processo:

- processos de conversão de informação entre diferentes modelos de informação;
- processos envolvendo interfuncionamento entre protocolos de alto nível;
- processo de tratamento de dados;
- processo de tomadas de decisões;
- processo de armazenamento de dados.

**Estações de Trabalho (WS):** é o bloco que engloba os recursos para o acesso de operadores aos blocos NE, OS e MD. Este terminal deve ser capaz de traduzir o modelo de informação usado na TMN.

As funções das WS devem prover ao usuário do terminal as funções gerais para executar entrada e saída de dados. Geralmente incluem:

- segurança de acesso e login;
- reconhecimento e validação de entradas;
- formatação e validação de saídas;
- suporte para "menus", telas, janelas e paginação;
- acesso à TMN;
- ferramentas para modificação de lay-out.



## **Ambiente da Gerência Integrada da Rede**

A existência de diversos EMS's distintos pode tornar extremamente difícil a tarefa de gerenciar a rede citada, uma vez que o entendimento da rede como um todo exigiria o entendimento das diversas visões apresentadas por cada um deles. Além disso, ainda que alguns destes EMS's forneçam gerência em nível de rede, normalmente eles se restringem a uma mesma família de equipamentos. Esta abordagem pode ser aceitável para o gerenciamento de redes de pequena escala, mas torna-se ineficiente à medida em que o número de nós aumenta.

A solução para a crescente rede foi a implementação de um sistema integrado de gerência de redes, escalável e extensível, possibilitando a inclusão de novos equipamentos sem afetar o desempenho do gerenciamento da rede.

O modelo de gerenciamento de redes implementado, satisfaz os requisitos básicos para se ter um gerenciamento aberto, padronizado e distribuído, baseado na *arquitetura TMN*.

Suas características são:

- Existência de uma DCN (a rede IP que conecta os EMSs aos elementos de rede)
- Mecanismos padronizados de gerenciamento (protocolo SNMP)
- Informações de gerenciamento abertas e padronizadas (MIBs SNMP)
- Paradigma de gerenciamento distribuído gerente-agente (modelo de gerenciamento SNMP)
- Existência de EMS's
- Gerência Integrada de Falhas (utilizando o Netcool)

Na rede abordada utilizamos o Netcool. Ferramenta de monitoração da Gerência e o Siebel para gerência de CRM

### 3. SISTEMA DE GERÊNCIA DESENVOLVIDO E FERRAMENTAS UTILIZADAS

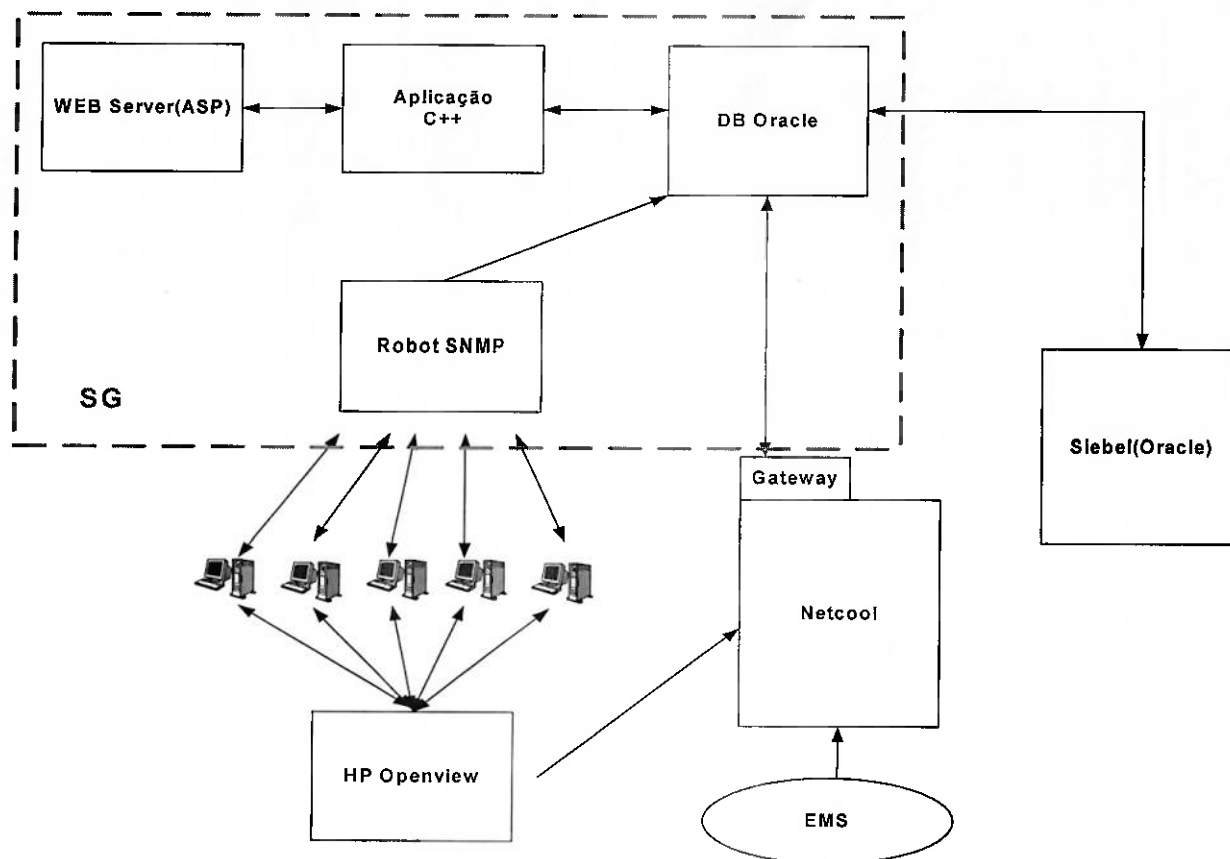


Figura 2 – Diagrama da integração dos sistemas

Após a descrição de aspectos gerais da rede e modelo de gerência utilizado para referência do trabalho podemos iniciar o entendimento do sistema desenvolvido.

A integração da ferramenta de CRM e o Netcool irá fornecer diversas facilidades na resolução rápida dos chamados contudo os benefícios devem ocorrer em etapas.

Iniciaremos a descrição pelo Sistema de Gerência, pois para integração das plataformas Siebel e Netcool será necessário uma ferramenta que intermedeie esta troca de informações. Vamos chamá-lo de SG(Sistema de Gerência). Também neste item será apresentada as ferramentas de CRM e o Netcool.

O SG foi desenvolvido para rede e as ferramentas de suporte, Siebel e Netcool integrados e usadas no diagnóstico dos problemas e atendimento dos clientes.

O Sistema desenvolvido para gerência consiste de uma série de serviços que juntos automatizam a operação e monitoramento do ambiente produtivo da rede bem como permitir que clientes tenham acesso em tempo real a diversos indicadores de qualidade de serviço através da Internet na forma de gráficos, tabelas e relatórios.

Os requerimentos para a arquitetura deste sistema são confiabilidade, escalabilidade, extensibilidade, disponibilidade, performance e segurança. Confiabilidade significa que a informação fornecida por este sistema deve refletir com precisão o que está efetivamente ocorrendo em termos de qualidade de serviço. Extensibilidade significa que novas funcionalidades como formas de inspeção do campo ou interfaces com o usuário podem ser acrescentadas ao sistema sem grandes esforços de desenvolvimento e nenhum impacto para o ambiente de produção. Escalabilidade significa que o número de interações de usuários ou transações pode ser radicalmente aumentado sem interferir na arquitetura, mas apenas adicionando hardware e aumentando a capacidade de infraestrutura. Segurança significa que apenas pessoas que tem o direito de acessar determinadas informações vão poder acessá-las.

Para obter tais requerimentos, o ambiente de gerenciamento foi implementado em quatro camadas: Camada de Inspeção do Campo, Camada de Bancos de Dados, Camada de Objetos de Negócio e Camada de Apresentação. A Camada de Inspeção do Campo concentra a inteligência de coleta de indicadores de qualidade de serviço de diferentes fontes. A Camada de Bancos de Dados mantém toda a informação coletada organizada, indexada, pronta para ser acessada e concentra a inteligência para acesso aos dados. A Camada de Objetos de Negócio é o conjunto de todas as regras e lógica de negócio implementadas em forma de objetos de negócio. Esta camada acessa dados da Camada de Bancos de Dados e fornece informações tanto para outros sistemas quanto para diversos sub-sistemas de interface para o usuário. A Camada de Apresentação é um conjunto de sub-sistemas de interface com o usuário que permite múltiplas formas de acessar dados de aplicação e se concentra na qualidade de apresentação e facilidade de uso.

### **Camada de Inspeção do Campo**

A camada de inspeção do campo concentra toda a inteligência para coletar indicadores de qualidade de serviço a partir de diferentes origens. As principais origens são: Gerenciamento de Tráfego, Gerenciamento de Falhas, Gerenciamento de Segurança, Gerenciamento de Capacidade (do Backbone e do Cliente), Gerenciamento de Backup e Gerenciamento de Serviços do Cliente.

#### **Gerenciamento de Tráfego**

As informações de tráfego serão capturadas utilizando-se a funcionalidade NetFlow dos roteadores Cisco, presentes no Backbone IP . Estas informações são enviadas diretamente para a Camada de Banco de Dados através de um Serviço que agrega as informações em tempo real.

#### **Gerenciamento de Backup**

A unidade de Gerenciamento de Backup fornecerá dois principais tipos de informação, como resultado de procedimentos operacionais: eventos de backup e histórico de tarefas de backup. Eventos são gerados durante a operação normal da produção e consiste de como as operações de backup foram bem ou mal sucedidas. O histórico das tarefas de backup é o conjunto de todas as informações relacionadas às operações de backup e restore tais como tamanho, horário de início e final da tarefa, unidade de backup utilizada e assim por diante.

#### **Gerenciamento de Falhas**

O Gerenciamento de Falhas é implementado através do Micromuse NetCool trabalhando em cooperação com o HP Open View. Juntos eles disponibilizam uma lista de eventos que corresponde a cada problema ocorrido em cada equipamento gerenciado.

Estas ferramentas também relacionam o evento de erro com o evento de correção. O histórico de eventos é enviado para a Camada de Bancos de Dados de forma a prover uma forma do cliente ter acesso a esta lista de eventos bem como ter ciência das ações que foram tomadas.

### **Gerenciamento de Segurança.**

Cinco produtos da ISS fornecem serviços de Gerenciamento de Segurança: RealSecure Network Sensor, RealSecure OS Sensor, Internet Scanner, System Scanner and Database Scanner.

Todas as informações sobre vulnerabilidades e tentativas de ataques geradas por este conjunto de ferramentas são enviadas à Camada de Bancos de dados que as organiza e disponibiliza para o cliente acessar em tempo real.

### **Gerenciamento de Capacidade**

A ferramenta VitalNet é utilizada para capturar utilização de banda no Backbone e para prover informações de Gerenciamento de Capacidade. VitalNet é uma ferramenta de gerenciamento de performance de rede que monitora a performance dos recursos da rede e provê informações, estatísticas e gráficos sobre Planejamento de Capacidade e Eventos de Exceção. Fornece também projeções de tendências de utilização dos recursos da rede que são monitorados. As informações coletadas do campo bem como as tendências são enviadas para a Camada de Bancos de Dados.

### **Gerenciamento de Serviços do Cliente**

Aplicações de clientes como Web Servers, FTP ou mesmo aplicações proprietárias podem gerar logs para controlar utilização de recursos ou eventos de exceção. Estes logs são agregados, sumarizados e carregados na Camada de Bancos de Dados de forma a prover gráficos, tabelas e relatórios para futuras análises do cliente.

### **Camada de Bancos de Dados**

A Camada de Bancos de Dados mantém toda a informação coletada organizada, indexada, pronta para ser acessada e concentra a inteligência para acesso aos dados.

De forma a responder aos requisitos desta aplicação de missão crítica, precisa-se considerar o seguinte na Camada de Bancos de Dados:

- Foi utilizado o Servidor Oracle 8i devido às suas amplamente conhecidas características de alta disponibilidade, performance e escalabilidade.
- Todos os dados envolvidos no gerenciamento devem ser armazenados em um único servidor de dados centralizado, mesmo se para isso for necessário implementar um Cluster de Bancos de Dados para garantir mais disponibilidade e performance.

- A inteligência de acesso aos dados deve ser implementada usando Stored Procedures do Oracle para se obter mais performance e facilidade de gerenciamento. Desta forma assegura-se que o método de acesso será sempre o melhor para um determinado conjunto de tabelas, índices e estatísticas de bancos de dados.
- A agregação e sumarização dos dados recebidos da Camada de Inspeção do Campo são feitas em tempo real para evitar o crescimento excessivo do tamanho do Banco de Dados.

### **Camada de Objetos de Negócio**

A camada de Objetos de Negócio é o conjunto de todas as regras e lógica de negócios implementadas na forma de objetos de negócio. Esta camada acessa os dados da Camada de Banco de Dados e disponibiliza interfaces para outros sistemas e para vários sistemas de interface com o usuário.

A principal vantagem de se ter uma Camada de Objetos de Negócio separada das Camadas de Banco de Dados e de Apresentação, é a facilidade de se criar canais de interface com o usuário de acordo com as requisições do negócio sem que se tenha a necessidade de se codificar novamente as mesmas regras de negócio. Um exemplo poderia ser a introdução de uma interface para telefones celulares WAP que permite aos clientes ter uma visão em tempo real a partir de seu próprio telefone.

A solução de objetos adotada é o COM+ rodando sobre o Windows 2000. Esta solução foi escolhida pelas seguintes razões:

- Os serviços de middleware COM+ estão incluídos gratuitamente em todas as versões de sistemas operacionais Windows 2000.
- Há várias ferramentas de desenvolvimento que suportam o COM+, tais como, Microsoft Visual Basic, Microsoft Visual C++, Borland Delphi, Borland C++ Builder e muitos outros.
- O servidor de objetos Windows 2000 COM+ é altamente escalável e confiável pois é possível construir um cluster de servidores. Além disso, os serviços do COM+ já possuem a distribuição de carga e tolerância a falhas como características intrínsecas. Também é possível ter diversos outros sistemas interagindo diretamente com a Camada de Objetos de Negócio.

## **Agente de Serviços Automatizados**

O Agente de Serviços Automatizados é um conjunto de módulos de software dedicados à visualização ou alteração de configuração de sistemas ou elementos de rede. A equipe de operações é capaz de alterar as configurações operacionais utilizando a interface Web da Gerência. Esta interface faz uma requisição para o serviço de configuração específico a partir de um objeto de negócios no servidor de objetos COM+, na camada de Objetos de Negócio. Este objeto possui a lógica necessária para obter os dados a partir da Camada de Banco de Dados e efetuar a chamada de uma forma correta e segura ao respectivo módulo de software. Este por sua vez vai efetuar as configurações de campo.

## **Camada de Apresentação**

A camada de apresentação é um conjunto de subsistemas de interface com o usuário que permite múltiplas formas de acesso aos dados das aplicações e foi projetada visando a qualidade de apresentação e facilidade de utilização.

Em primeiro lugar, a Camada de Apresentação é um conjunto de aplicações Web que permitem aos clientes acesso às aplicações utilizando um Web Browser através da Internet na forma de um portal. Foi implementado na forma de um Cluster de servidores Web utilizando um conjunto de servidores Intel rodando o Microsoft Windows 2000 Advanced Server e Microsoft Internet Information Server (IIS). Para se ter o balanceamento de carga foi utilizado o Microsoft Network Load-Balancing (NLB), desta forma todas as requisições são tratadas e distribuídas entre os diversos servidores IIS

### **3.1 Netcool**

Normalmente, as falhas que ocorrem em uma rede são detectadas através de eventos, denominados alarmes, que são gerados pelos elementos de rede afetados. Estes alarmes são exibidos em tempo real nas telas dos consoles responsáveis pelo monitoramento destes elementos de rede. Esta abordagem exige um monitoramento constante das telas dos consoles de cada EMS, de forma que novas falhas possam ser detectadas rapidamente. Isto requer um operador responsável pelo monitoramento de cada tela. Normalmente, no entanto, uma única falha gera diversos alarmes (um deles sendo a causa da falha, enquanto todos os outros representam consequências dela). Estes alarmes serão exibidos em diversas telas, dificultando a tarefa de identificar a causa real da falha. Cada operador responsável pelo EMS onde o alarme apareceu estaria envolvido num processo completamente descoordenado para identificar o problema real. Para evitar o cenário descrito acima, escolhemos o Netcool para prover a Gerência Integrada de Falhas da Rede. Através dele integram-se as telas dos consoles de todos os

EMS's, de forma a se obter uma visão global da rede. A seguir é apresentada uma descrição dos módulos do Netcool.

### **Configuração dos EMSs**

Para que o Netcool pudesse receber os alarmes emitidos pelos equipamentos que compõem a rede, algumas configurações tiveram que ser realizadas nos EMSs a fim de que alarmes fossem redirecionados para a estação onde o Netcool está instalado quando da ocorrência dos mesmos.

Exemplos :

O ATM-MS é o EMS utilizado na gerência das switches ATM. O ATM-MS possui um *daemon* responsável por redirecionar os alarmes recebidos das switches

Os alarmes foram redirecionados para o servidor do Netcool.

Em seguida, o *daemon* teve que ser re-inicializado para que a modificação no arquivo de configuração pudesse entrar em vigor.

O RASView é o EMS utilizado na gerência do RAS

Foram necessárias algumas configurações para que os alarmes provenientes do RAS pudessem ser redirecionados ao servidor do Netcool.

Antes de descrevermos os detalhes de tais configurações, porém, vale lembrar que, uma vez que o CiscoWorks não realiza *polling* no roteador Cisco75xx a fim de detectar quedas do equipamento. O RASView será, então, utilizado também com esse propósito.

Finalmente, as configurações efetuadas no RASView foram as seguintes:

- 1) Inserção do endereço IP do servidor do Netcool na lista de redirecionamento de alarmes.
- 2) Criação de um filtro que indique quais os tipos de alarme devem ser redirecionados.



### Arquitetura do Netcool.

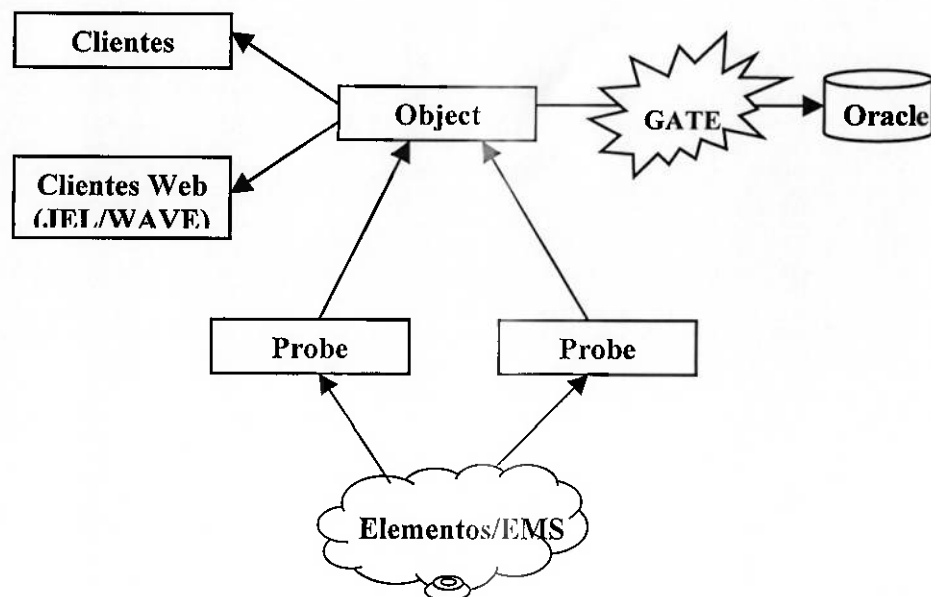


Figura 3 – Arquitetura do Netcool

### Integração dos Equipamentos

No Netcool, as informações de falhas podem ser detectadas pelos probes. Os probes são elementos passivos de coleta que traduzem as informações recebidas dos diversos elementos de rede para um formato normalizado, exibido na Event List, e que devem implementar o mecanismo de correlacionamento de eventos de problema e resolução.

### 3.3 CRM

Ferramenta utilizada para registro dos eventos ocorridos com o cliente e de todas as informações necessárias para o gerenciamento do ambiente e conectividade ofertada, além do histórico.

O CRM, ou Gerenciamento do Relacionamento com o Cliente, é o nome dado aos sistemas utilizados para gerenciar as relações com os clientes. É importante salientar que embora o CRM, como ferramenta de TI, possa ser bastante útil para agilizar e facilitar o contato da empresa com seu cliente, ou um cliente em potencial, a simples utilização de um sistema deste tipo não significa por si só a agregação de mais valor no relacionamento com o cliente se os produtos e serviços oferecidos pela empresa não o estiverem satisfazendo. O CRM, como tantas outras ferramentas de informática, visa organizar dados e facilitar sua armazenagem e busca, mas não consolida por si só o relacionamento com cliente, que deve ser construído a partir das estratégias da empresa nesse sentido.

No aspecto tecnológico, o processo de CRM depende de dados, principalmente um banco de dados com enfoque nas operações, integrado e lógico, além de *software* para o banco de dados, *datamining*, ferramentas de apoio a decisão e de administração da campanha, e os *software* e *hardware* dos *call centers*. Tal tecnologia funciona como uma plataforma para transformar os dados em conhecimento, através de infra-estrutura de informações relevantes.

No que se refere aos *call centers*, a utilidade das ferramentas CRM está em agilizar o atendimento telefônico ou via site da Internet, através de dispositivos tecnológicos que podem relacionar dados dispersos, usando computadores mais potentes – mais rápidos e com maior poder de memória e correlação de dados. Por exemplo, o *intelligent call routing* permite uma busca da ligação, prevendo o porque da ligação estar sendo feita e quem seria o melhor agente para atender ao pedido.

A ferramenta utilizada na proposta de integração é o Siebel.

## Siebel

O Siebel é um sistema de relacionamento com clientes (CRM, em inglês) e é utilizado na rede como fonte principal de informações quando há interação com o cliente. Infelizmente nem todas as informações necessárias ou solicitadas pelo cliente estão disponíveis na base de dados do Siebel. Logo, é necessário que esta informação seja obtida de forma a manter o relacionamento com o cliente centralizado. Nesta solução, o Siebel foi customizado para efetuar requisições através do COM+ de modo a obter a informação necessária para completar seu leque de informações. Desta forma é possível obter informações do cliente como endereços IP, configurações de DNS ou quaisquer outras informações coletadas pela Camada de Inspeção de Campo. Todas estas informações estão disponíveis através do mesmo canal de software que é o Cluster de Servidores de Objetos de Negócio.

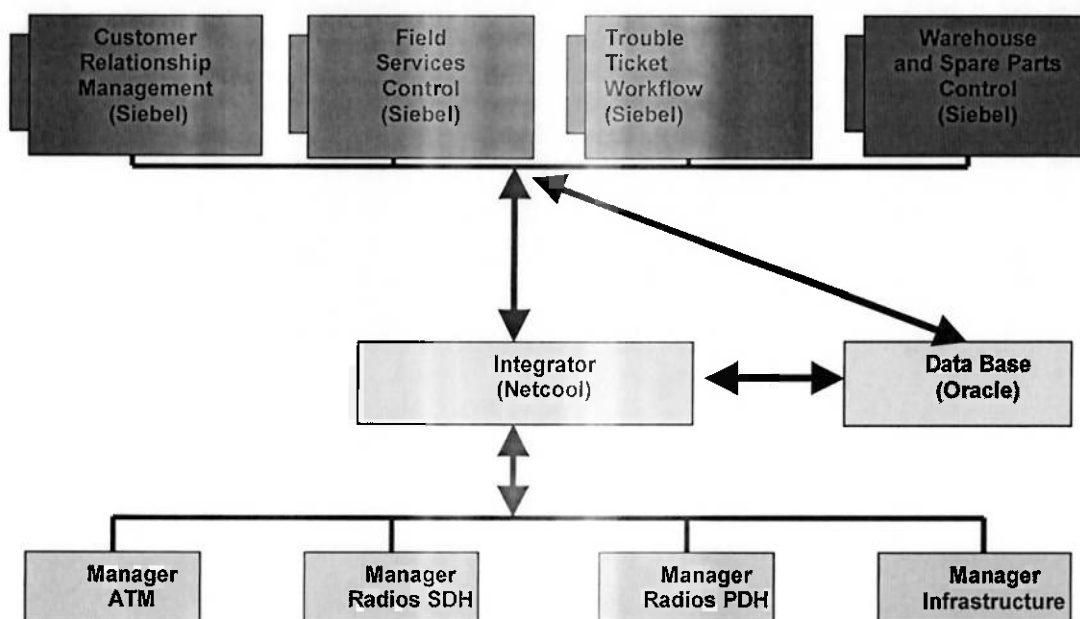


Figura 4- Arquitetura do sistema atual

## 4. DEFICIÊNCIAS

Após o desenvolvimento desta ferramenta é obrigatório a filtragem e identificação dos eventos gerados pelo Netcool. O volume de alarmes gerados na gerência de falhas pode inviabilizar a abertura automática de “tickets”.

Torna-se necessário a identificação dos traps enviados pelo Netcool com intuito de evitarmos a abertura desnecessária de chamados no Siebel inviabilizando o atendimento e diagnóstico dos tickets.

O levantamento adequado dos alarmes deve ser efetuado em todos os elementos da rede.

Sabemos quais as necessidades de alarmes nas diversas tecnologias e que todos os equipamentos trabalham com SNMP , portanto tendo acesso as MIBs torna-se fácil a manipulação dos dados , identificação e classificação dos Traps enviados ao Netcool pelos equipamentos da rede e posterior correlação entre os eventos e envio para a ferramenta de CRM.

Essa análise é simples , pois todas as tecnologias envolvidas são “padronizadas” , facilitando a determinação da identidade das mudanças de estado necessárias em cada elemento.

Após a identificação dos alarmes , torna-se necessário a classificação em severidade dos eventos determinando os alarmes “critical”.

## 5. Diagrama do Sistema de Abertura Automática de Tickets

Conforme citado anteriormente na proposta da implementação do sistema teremos alguns requisitos necessários para o funcionamento adequado ou esperado da ferramenta, portanto a intenção deste item é evidenciar através do diagrama de falhas nos requisitos de desenvolvimento para integração do Siebel com Netcool e implementação da Abertura Automática de Tickets.

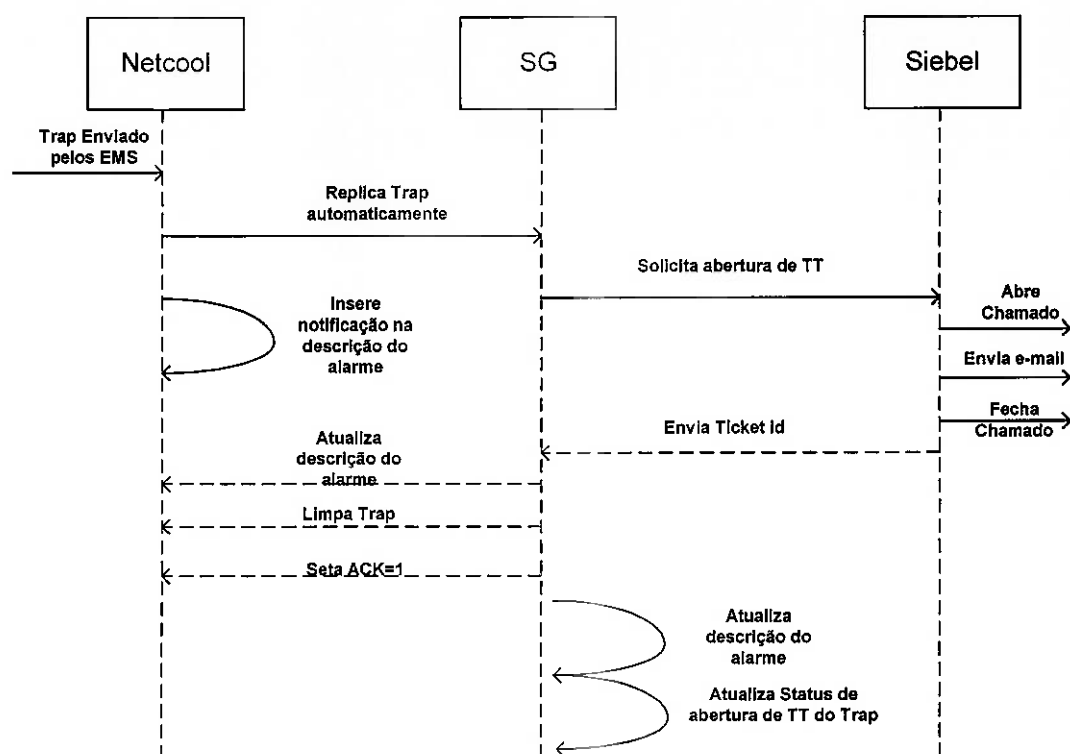


Figura 5- Diagrama Automática s/intervenção do Operador

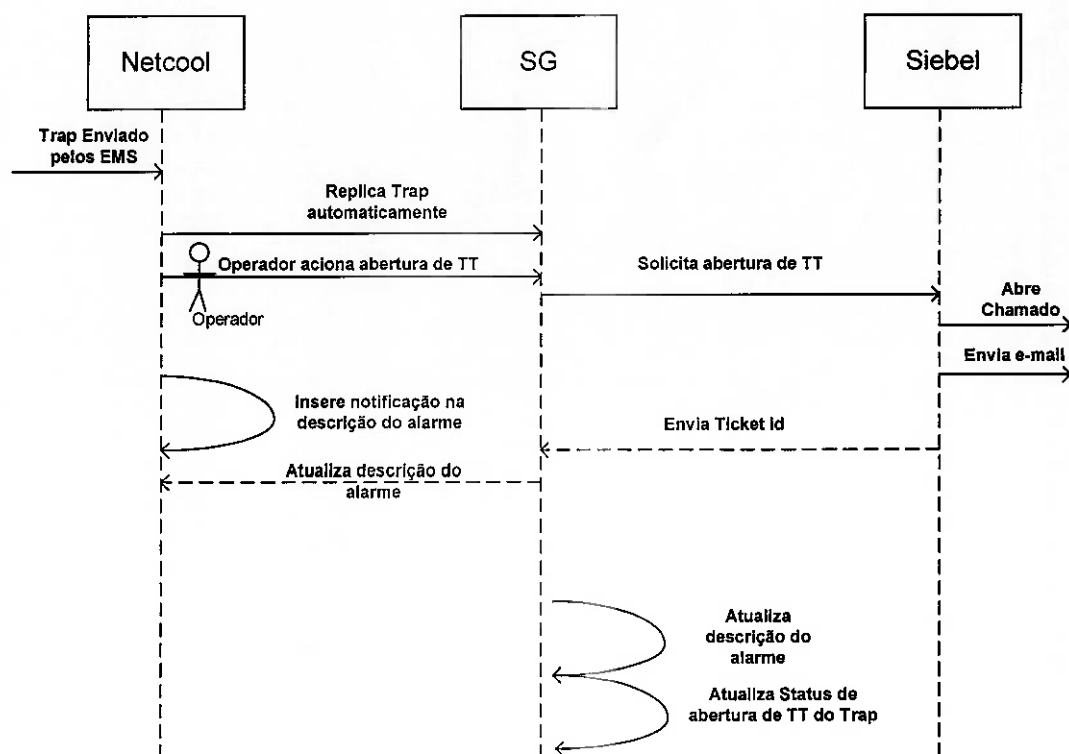


Figura 6 – Abertura Automática c/Intervenção do Operador

## 6. SOLUÇÃO

### Integração Netcool-Siebel

#### 6.1 Introdução

O objetivo principal é descrever o mecanismo utilizado para a integração entre o Netcool e o Siebel.

Basicamente, esta integração torna possível criar o primeiro benefício , o trouble tickets Siebel a partir de alertas relevantes gerados pela rede e recebidos pelo Netcool.

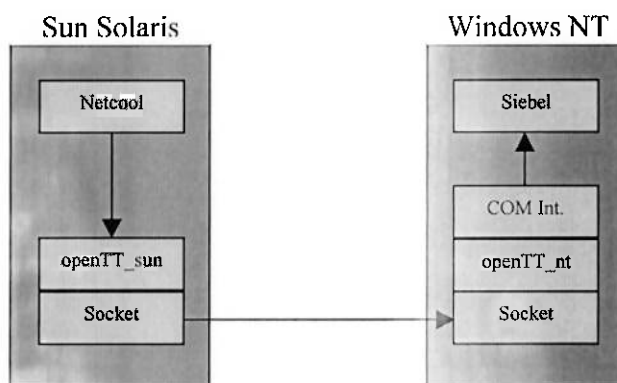
O disparo do processo de criação do trouble ticket pode ser classificado nas seguintes categorias:

1. **Automático:** neste caso, sempre que o Netcool recebe um alerta relevante, o mecanismo de integração para criar trouble ticket para o alerta é disparado automaticamente. Nenhuma intervenção do operador é necessária;
2. **Semi-automático:** neste caso, o operador criará um trouble ticket explicitamente, baseado em um alerta que tenha sido recebido da rede e exibido no interface de usuário do Netcool. O mecanismo de integração é disparado selecionando-se um alerta na interface do Netcool e selecionando-se uma opção de menu;
3. **Manual:** neste caso, o operador do NOC utiliza a interface de usuário do Siebel para abrir o trouble ticket.

Apenas as duas primeiras opções estão no escopo deste documento.

#### 6.2 Descrição

A figura abaixo é um diagrama do mecanismo de integração Netcool-Siebel:



Na figura acima, **openTT\_sun** é um programa C que será disparado no servidor onde o Netcool está rodando nas seguintes circunstâncias:

- Um novo alerta foi recebido pelo Netcool e um trouble ticket Siebel deve ser criado para lidar com o alerta;
- Um alerta foi atualizado dentro do Netcool e esta atualização deve ser refletida no trouble ticket Siebel correspondente.

O programa **openTT\_sun** recebe como argumentos todas as informações relevantes do alerta do Netcool que será utilizado para abrir ou atualizar o trouble ticket Siebel. Estes argumentos são então enviados para a estação Windows NT onde o servidor Siebel está rodando. Na estação Windows NT há um programa C++ denominado **openTT\_nt** que é implementado como um serviço do Windows NT. O programa **openTT\_nt** permanece bloqueado até o momento em que recebe informações sobre um trouble ticket a ser aberto/atualizado vindas do programa **openTT\_nt**. Neste momento, o programa **openTT\_nt** acessa o método **SiebelTroubleTicket** de forma a efetivamente criar/atualizar o trouble ticket.

O método **SiebelTroubleTicket** é parte de uma DLL implementada em MS Visual Basic que é responsável por acessar a interface COM do Siebel.

São utilizados sockets para implementar a comunicação entre os programas **openTT\_sun** e **openTT\_nt**.

### 6.3 O método SiebelTroubleTicket

O método **SiebelTroubleTicket** é fornecido por uma DLL escrita em MS VisualBasic que é ligada ao programa C++ **openTT\_nt** e fornece o acesso a interface COM do Siebel para criar ou atualizar o trouble ticket Siebel.



## Visão Geral

Na chegada de um trap no NetCool, o operador deve ser capaz de disparar a abertura do TT através de algum mecanismo de interface no NetCool. No caso de clientes Colocation, o sistema deverá executar as seguintes tarefas, nesta ordem, sem qualquer intervenção do operador: abrir TT/enviar email/fechar TT. No caso de clientes Hosting, o sistema irá abrir um TT automaticamente para o trap através de uma intervenção do operador (selecionando um item em um menu). O sistema deverá proceder a abertura automática do TT e o envio do email de notificação.

### Abertura Automática de Trouble Ticket (TT) - Visão Geral

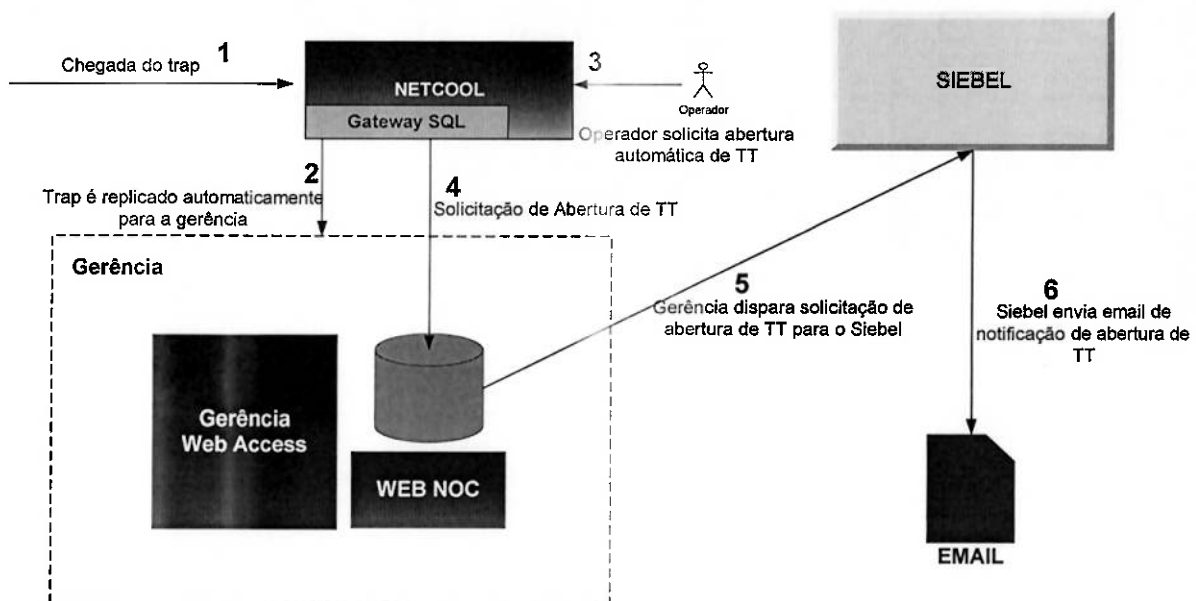


Figura 8- Diagrama de abertura automática

## Features Requeridas

- Interface customizada do NetCool
- Abertura de TT SG > Siebel
- Envio automático de email de notificação

### Interface Customizada do NetCool

Para cada trap que chegar no Netcool, haverá um item no menu Alerts que permitirá que ele dispare a abertura do TT. No caso de clientes **Colocation**, no momento da replicação do trap para o SG, o mesmo irá verificar se é cliente Colocation. Se sim, abrirá o TT automaticamente, sem intervenção do operador. No caso de clientes **Hosting**, o operador deverá solicitar manualmente a abertura(atravs do item de menu no Netcool).

Ao selecionar o item 'Open TT' no menu Alerts no Netcool, o mesmo deverá disparar um comando SQL para o banco de dados do SG. Este comando irá inserir uma nova entrada na tabela de traps com o status de UPDATE, porém com um flag setado, indicado a ação de abertura de TT.

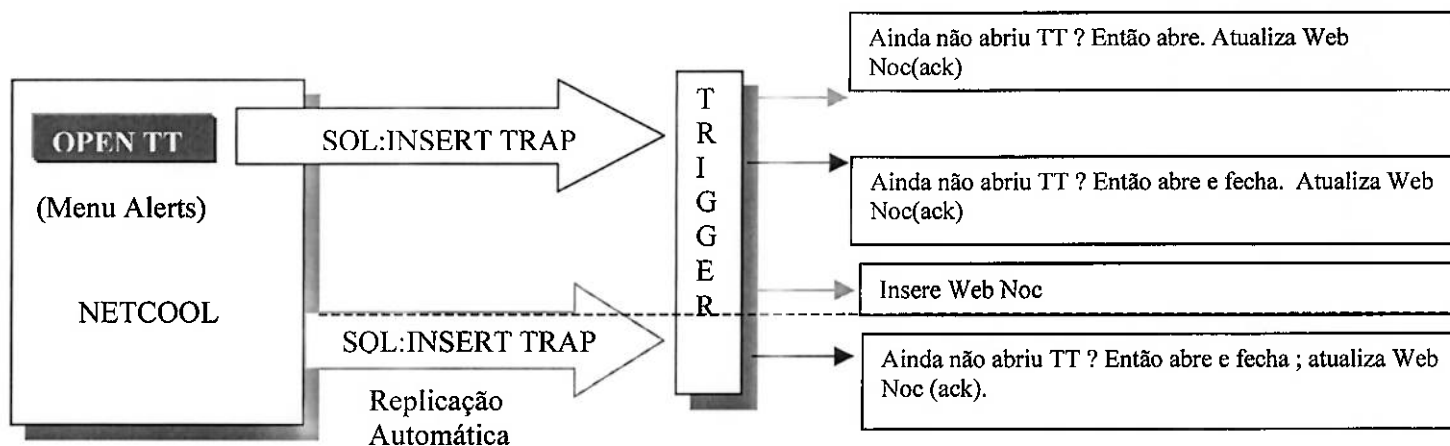


Figura 9 – Diagrama de comunicação

## **7. BENEFÍCIOS ESPERADOS**

A implementação deste sistema deve diminuir o tempo de detecção dos eventos gerados pelo sistema de gerência , indicando ao Operador da rede a existência de falhas através da abertura de “ticket”.

A diminuição do tempo deve necessariamente melhorar o nível de serviço oferecido , pois altera o tempo de detecção e solução do “problema”.

Benefícios com a implantação do sistema :

- Melhora na qualidade do serviço prestado;
- Maior flexibilidade;
- Aumento da satisfação do cliente;
- Análise e verificação rápida dos problemas.

A rede gera 1620 mil alarmes/dia com aproximadamente 630 mil de severidade , “critical” , porém ¾ são apagados pelo “clear” ou seja eventos indevidos

Este volume(157,5 mil) de possíveis problemas acarreta entre identificação , abertura de TT , diagnóstico e contato com cliente um tempo médio de 30 minutos/alarme e 79 horas de disponibilidade para essa tarefa , sendo necessário muitos Operadores para suprir a demanda. Adotando a solução podemos diminuir o tempo médio para 15 minutos , melhorando o desempenho do atendimento.

## 8. CONCLUSÃO

Atualmente é utilizado na Operação da Gerência de falhas a Monitoração das mudanças de estado , análise dos eventos decorrentes desta monitoração, para posterior abertura de Trouble Tickets com a implementação da abertura automática de chamados podemos vislumbrar a possibilidade da diminuição do tempo total do atendimento melhorando o SLA ofertado , tornando essa melhoria ferramenta de negociação e diferença na análise de propostas.

A equipe de Operação trabalha em regime 24/7 , contudo após às 18:00 horas o número de integrantes diminui causando acúmulo de trabalho e dificultando a abertura. O sistema deve suprir também essa .

Diminuindo o tempo a empresa poderá ofertar SLAs mais agressivos.

As melhorias implementadas afetaram positivamente o desempenho da Pró-atividade na respostas dos chamados conforme podemos observar no gráfico abaixo que representa a percentagem de chamados atendidos durante o ano de 2003. Implementadas após junho.

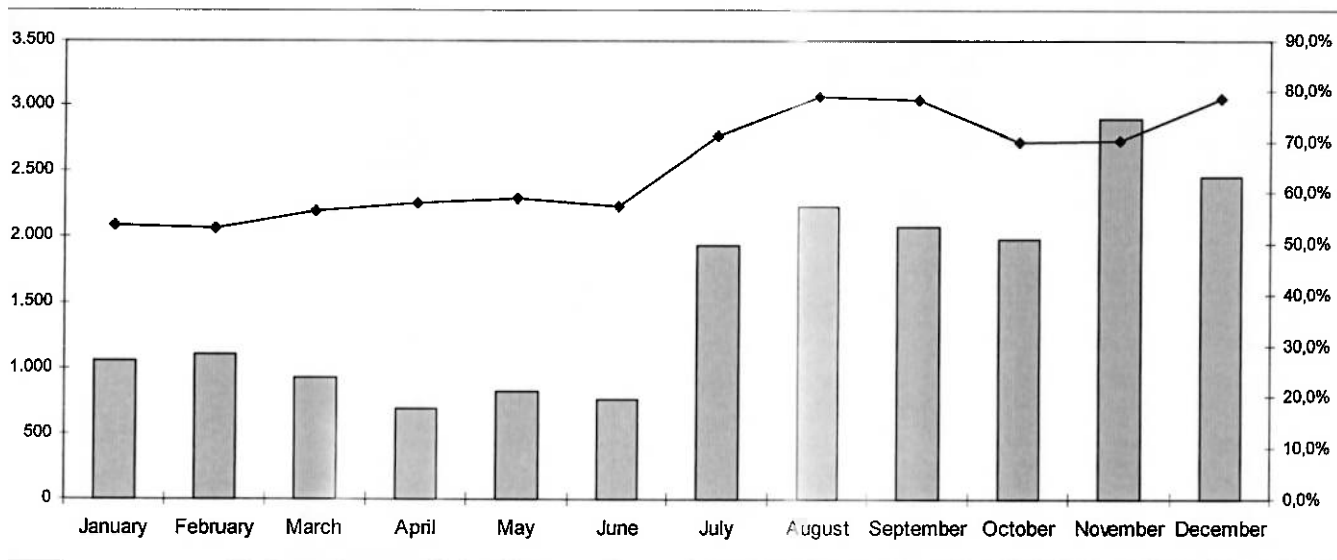


Figura 10 – Gráfico de variação dos Trouble Tickets pró-ativos

## 9. REFERÊNCIAS

### BIBLIOGRAFIA :

- [1] Luiz Fernando Gomes , Guido Lemos e Sérgio Colchec *Redes de Computadores* , Editora CAMPUS , 6º edição
- [2] ATM Forum - <http://www.atmforum.com/standards/approved.html>
- [3] Switch ATM AXD 301 Product Documentation & Specifications - <http://www.ericsson.com/>
- [4] <http://www.nera.no/BR/2F21929DB199F7DCC1256D3A00337C85.html>
- [5] The concept of TMN, in <http://www.mentor.com/microtec/papers/whitepapers/TMNanOverview/index.html>, nov. 1998.
- [6] Roberto Ferreira Brandão , TMN – Telecommunications Management , Universidade Estadual de Campinas , Instituto de Computação - IC
- [7] Manual do Siebel -<http://www.siebel.com/>
- [8] Documentos Diveo – Notas técnicas
- [9] Request for Comments 1297; NOC Internal Integrated Trouble Ticket System functional Specification Wishlist. January 1992.
- [10] Eduardo Sortica , Redes de Telecomunicações TMN e Gerência Integrada de Redes e Serviços
- [11] Vicente Soares Neto , Jarbas Gambogi , Redes de Alta Velocidades: Sistemas PDH e SDH
- [12] Roger S.Pressman , Software Engineering
- [13] Hugo de Carvalho B. Marques , Publicação , Gerenciamento de Redes
- [14] GENESARETH, M.; KETCHPEL, S.: Software Agents. Communications of ACM n.7, v.4, july 1994. P.48-53. <http://gpi.ucpel.tche.br/voia/ioia/Wshop.doc>