

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-
GRANDENSE - IFSUL, CÂMPUS PASSO FUNDO
CURSO DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET**

FAGNER LUIZ PERES

**MAR - MONITOR DE ALARMES DE REDE (VERSÃO PARA
ANDROID)**

José Antônio Oliveira de Figueiredo

PASSO FUNDO, 2015

FAGNER LUIZ PERES

**MAR - MONITOR DE ALARMES DE REDE (VERSÃO PARA
ANDROID)**

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Câmpus Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet.

Orientador (a): José Antônio Oliveira de Figueiredo

PASSO FUNDO, 2015

FAGNER LUIZ PERES

MAR - MONITOR DE ALARMES DE REDE (VERSÃO PARA ANDROID)

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em ____/____/____ como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet

Banca Examinadora:

Prof. Esp. José Antônio Oliveira de Figueiredo
Orientador

Prof. Me. André Fernando Rollwagen
Prof. Convidado

Prof. Esp. Carmem Vera Scorsatto
Prof. Convidada

Prof. Dr. Alexandre Tagliari Lazzaretti
Coordenador do curso

PASSO FUNDO, 2015

A Deus por ter me criado e dado a oportunidade de explorar meu potencial. Aos meus pais, pelo carinho, ensino e educação que me enriqueceram como ser humano. A minha esposa pelo amor e compreensão e a todos amigos e familiares que me apoiaram nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

A esta faculdade e todo o seu corpo docente, administração e direção por ter me dado a possibilidade de aumentar meu conhecimento na área tecnológica, além de proporcionar uma percepção maior das futuras oportunidades que me aguardam.

Ao meu orientador, José Antônio Oliveira de Figueiredo, por todo o suporte no tempo que lhe coube, além do incentivo e apoio incondicional.

E a todos que, de uma forma ou outra, contribuíram para a minha formação, os meus sinceros agradecimentos.

“Você pode encarar um erro como uma besteira
a ser esquecida, ou como um resultado que
aponta uma nova direção.”

Steve Jobs

RESUMO

A principal atividade de um técnico que trabalha no setor de Operação e Manutenção de Rede (O&MR) de uma empresa de telefonia móvel celular, é manter a disponibilidade da rede. Para isso, são necessárias ações imediatas quando um alarme crítico surge, logo, quanto antes o técnico tomar conhecimento deste alarme, mais rápido será a tratativa desse. Com o objetivo de diminuir este tempo, foi planejado e desenvolvido um aplicativo para dispositivos móveis que informa, ao técnico de campo de uma operadora celular, os alarmes ativos na rede, as estações inoperantes e os setores inoperantes de todas as tecnologias atualmente utilizadas na rede celular: GSM (2G), WCDMA (3G) e LTE (4G). Este aplicativo fornece informações como: ID da estação que apresenta alarme, descrição do alarme, data e hora em que aconteceu o evento, regional a que pertence a estação e outras informações que auxiliam o técnico na tratativa do problema encontrado na rede. Para o funcionamento deste aplicativo foi necessário o desenvolvimento de um sistema que trata os alarmes vindos do servidor da operadora celular. O aplicativo gera uma solicitação que é enviada para um sistema. Este se comunica com o servidor da operadora através de um software chamado Vistop, criado com a mesma intenção do aplicativo móvel, porém, funciona apenas para desktop. Esta solicitação é tratada pelo sistema que envia para o dispositivo móvel um log de alarmes em formato JSON. Este formato é tratado pelo aplicativo e mostrado na tela para consulta pelo técnico de campo responsável por tomar a ação corretiva na rede.

Palavras-chave: aplicativo android; padrão JSON, telefonia móvel.

ABSTRACT

The main activity of a technician working on Operation and Network Maintenance sector (O&MR) of a mobile telephone company, is to maintain network availability. For this, it takes immediate action when a critical alarm arises, then, as soon as the technician take notice of this alarm, the faster the dealings of that. In order to reduce this time, it was planned and developed an application for mobile devices that informs, to a mobile operator field technician, active network alarms, dead stations and dead areas of all technologies currently used in the network mobile: GSM (2G), WCDMA (3G) and LTE (4G). This app provides information such as station ID that shows alarm, alarm description, date and time when the event happened, it belongs to the regional station and other information to help in the technical problem encountered on the network dealings. For the operation of an application development system that treats the alarms coming from the network operator server it has been necessary. The application generates a request that is sent to a system. This communicates with the service provider's server through a software called Vistop, created with the same intention of the mobile application, however, it works only for desktop. This request is handled by the system that sends to the mobile device an alarm log in JSON format. This format is handled by application and shown on the screen for consultation by the field technician responsible for taking corrective action on the network.

Keywords: android application; standard JSON, mobile telephony.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da Telefonia Móvel Celular.....	14
Figura 2 - Quantidade de dispositivos a cada 100 habitantes.....	14
Figura 3 - Porcentagem de domicílios com meios de comunicação mais utilizados.	15
Figura 4 - Estrutura de uma rede celular GSM.....	17
Figura 5 - Estrutura de uma rede WCDMA	20
Figura 6 - Estrutura de rede de uma operadora celular GSM e WCDMA.	22
Figura 7 - Tela de Splash ao iniciar o software Vistop.	27
Figura 8 - Tela que mostra as estações (sites) inoperantes.....	27
Figura 9 - Tela que mostra os alarmes externos presentes na rede.....	28
Figura 10 - Estrutura ideal para o funcionamento do aplicativo MAR.	31
Figura 11 - Estrutura atual para o funcionamento do aplicativo MAR.	32
Figura 12 - Diagrama de caso de uso desenvolvido.	34
Figura 13 - Diagrama de classes do Servidor MAR.....	35
Figura 14 - Diagrama de classes do aplicativo MAR.....	36
Figura 15 - Processo de atualização dos alarmes de rede no aplicativo MAR.....	39
Figura 16 - Atualização dos alarmes de rede no aplicativo MAR.....	40
Figura 17 - Alarmes de rede no aplicativo MAR filtrados pela regional POA.	41
Figura 18 - Alarmes de rede exibidos no aplicativo MAR filtrados pela regional POA.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 2G – Segunda Geração da tecnologia móvel celular, p.12.
- 3G – Terceira Geração da tecnologia móvel celular, p. 12.
- 4G – Quarta Geração da tecnologia móvel celular, p. 12.
- ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações, p. 12.
- APN – Access Point Name, p. 31.
- AUC – Authentication Center, p. 19.
- BSC – Base Station Controller, p. 18.
- BTS – Base Transceiver System, p. 18.
- EDGE – Enhanced Data Rates For GSM Evolution, p. 17.
- EIR – Equipment Identity Register, p.19.
- ERB – Estação Rádio-Base, p. 18.
- FTP – File Transfer Protocol, p. 27.
- GGSN – Gateway GPRS Support Node, p. 21.
- GMG – Grupo Móvel Gerador, p. 28.
- GMSC – Gateway Mobile Switching Center, p. 19.
- GPRS – General Packet Radio Service, p. 17.
- GSM – Global System for Mobile Communications, p. 17.
- HLR – Home Location Register, p. 19.
- HSPA – High Speed Packet Access, p. 20.
- HTML – HyperText Markup Language, p. 23.
- HTTP – HyperText Transfer Protocol, p. 33.
- ID – Identity, p. 27.
- IMEI – Mobile Equipment Identity, p. 19.
- JSON – JavaScript Object Notation, p. 34.
- JSP – Java Server Pages, p. 23.
- (LTE – Long Term Evolution).
- MAR – Monitor de Alarmes de Rede, p. 12
- MMS – Multimedia Messaging Service, p. 17.
- MSC – Mobile Switching Center p. 18.
- NAT – Network Address Translation, p. 33.
- O&MR – Operação e Manutenção de Rede, p. 28.

POA – Porto Alegre, p. 40.

RS – Rio Grande do Sul, p. 26.

SGSN – Serving GPRS Support Node, p. 21.

SIM Card – Subscriber Identity Module Card, p. 19.

SMS – Short Messaging Service, p. 17.

SO – Sistema Operacional, p. 38.

SQL – Structured Query Language, p. 23.

TI – Tecnologia da Informação, p. 14.

VLR – Visitor Location Register, p. 19.

VM – Virtual Machine, p. 38.

VPN – Virtual Private Network, p. 26.

WCDMA – Wide band Code Division Multiple Access, p. 17.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	MOTIVAÇÃO.....	13
1.2	OBJETIVOS.....	13
1.2.1	Objetivo Geral.....	13
1.2.2	Objetivos específicos	13
1.3	JUSTIFICATIVA.....	13
1.3.1	Evolução da Telefonia Móvel Celular	13
1.3.2	Aumento da quantidade de usuários do serviço móvel celular	14
1.3.3	Necessidade de monitoramento em tempo real.....	15
1.3.4	Redução de custos operacionais com manutenção em campo	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	TELEFONIA MÓVEL CELULAR	17
2.1.1	Estrutura de uma rede de Telefonia Móvel Celular GSM.....	17
2.1.2	Estrutura de uma rede de Telefonia Móvel Celular WCDMA	19
2.1.3	Estrutura de uma rede de Telefonia Móvel Celular GSM E WCDMA	21
2.2	JAVA SERVER PAGES (JSP).....	23
2.3	ANDROID.....	24
3	SOLUÇÃO ATUAL PARA MONITORAMENTO DE FALHAS	26
3.1	REMEDY.....	26
3.2	VISTOP.....	26
4	A CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE APOIO AO APLICATIVO.....	30
4.1	ESTRUTURA IDEAL PARA IMPLANTAÇÃO DO APLICATIVO.....	30
4.2	ESTRUTURA ATUAL PARA IMPLANTAÇÃO DO APLICATIVO	32
4.2.1	Servidor MAR.....	33

4.2.2	Cerberus FTP Server	33
4.2.3	Aplicativo MAR.....	33
4.3	FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DESENVOLVIDO.....	33
4.3.1	Ação do Servidor MAR	34
4.3.2	Ação do aplicativo MAR	35
5	VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	38
5.1	TESTES.....	38
5.1.1	Testes realizados sem o uso da opção “Filtro”	38
5.1.2	Testes realizados utilizando a opção “Filtro”	40
5.2	PROBLEMAS ENCONTRADOS.....	42
6	CONCLUSÃO.....	43
7	BIBLIOGRAFIA	44

1 INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia móvel celular trouxe muita liberdade para o usuário com uma gama enorme de serviços, principalmente a utilização de banda larga móvel.

A Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), órgão do governo responsável pela fiscalização das atividades de telecomunicações no país, exige uma qualidade de rede cada vez maior das operadoras celulares. O modo mais utilizado por elas para alcançar tal qualidade é o monitoramento de rede. A cada evolução (2G, 3G, 4G, etc.) novos equipamentos são instalados na planta da operadora celular e cada fabricante possui um software específico para monitorar a rede, isso faz com que seja necessária a utilização de recursos humanos para realizar este monitoramento nas diversas plataformas atualmente existentes. Isto levou as operadoras a adquirirem softwares que integrassem os alarmes da rede, de modo que, embora sejam gerados por diversas plataformas, fossem vistos em apenas uma tela.

Atualmente existe um software, chamado Vistop, que realiza esta integração dos alarmes gerados por diferentes equipamentos. Ele foi criado por um engenheiro e funcionário da operadora celular CLARO. Como este software foi criado para desktop, há a necessidade de alocar um recurso humano que ficará responsável por monitorá-lo e, caso necessário, acionar o técnico de campo para verificação local. Caso haja intervenção em campo, o técnico acionado deverá retornar o contato com o atendente que o acionou com a intenção de verificar a regularização do problema.

Com a intenção de facilitar esse processo, o aplicativo MAR baseia-se em um monitor de alarmes de rede para dispositivos móveis que possuam sistema operacional Android. A ideia principal é proporcionar ao técnico de campo acesso à leitura dos alarmes da rede em qualquer lugar que possua sinal de uma operadora móvel celular ou wifi. Eliminando, desta forma, a necessidade de estar conectado a um laptop, desktop ou depender de um recurso fixo para tal tarefa.

1.1 MOTIVAÇÃO

Buscar melhorias no processo de correção de falhas na rede de telefonia móvel celular, através do desenvolvimento de um sistema de apoio que agilize a visualização dessas falhas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis, que informe ao técnico de Operação e Manutenção de Rede, de uma empresa de telefonia móvel celular, os alarmes ativos na rede, além das estações e setores inoperantes.

1.2.2 Objetivos específicos

- Planejar uma arquitetura para execução do sistema;
- Desenvolver um protótipo para entrega das mensagens ao aplicativo móvel;
- Desenvolver um protótipo de aplicativo móvel que recupere as mensagens de falha e mostre ao técnico de campo;
- Validar o protótipo.

1.3 JUSTIFICATIVA

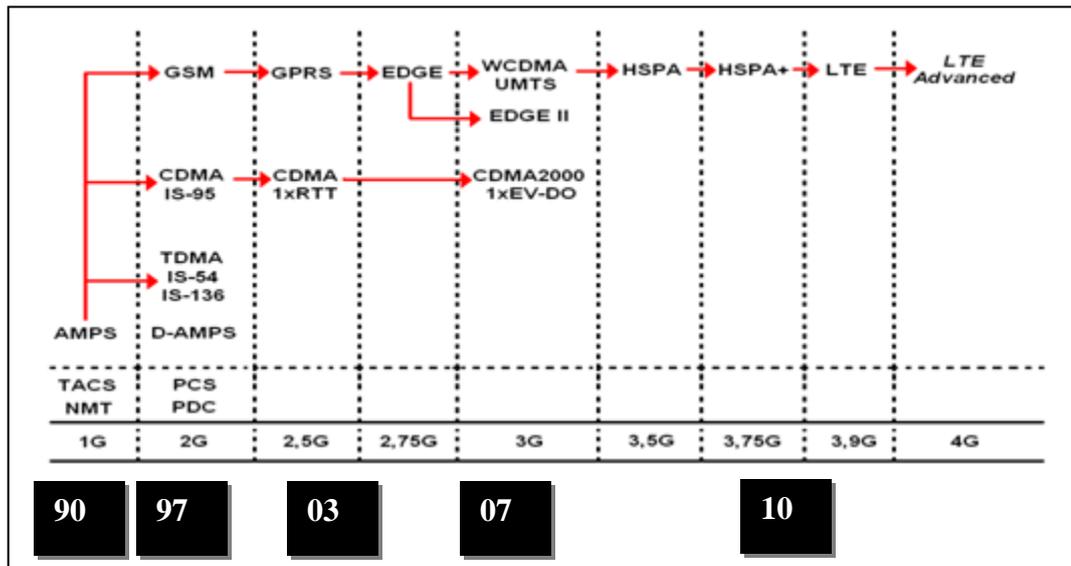
O monitoramento de uma rede celular é parte fundamental para seu bom funcionamento. Ao saber de um alarme crítico em tempo real, o técnico responsável tem um tempo hábil maior para a resolução do problema, conseguindo assim minimizar a indisponibilidade do serviço prestado ao consumidor final.

Nos próximos itens são citadas algumas particularidades da telefonia móvel celular que justificam esta preocupação com o monitoramento constante da rede.

1.3.1 Evolução da Telefonia Móvel Celular

A telefonia móvel celular está em constante evolução devido à procura cada vez maior por mobilidade, seja em ligações telefônicas, serviço de mensagens curtas (torpedos) ou até mesmo acesso à internet em alta velocidade em qualquer lugar de um ambiente urbano. Este tipo de evolução proporciona aos usuários a facilidade em trabalhar, se divertir e inclusive desenvolver projetos em diversos ambientes que eles estão acostumados a ir, ou seja, o limite físico de um local já não é mais uma barreira para novas invenções. Esta evolução é demonstrada na Figura 1.

Figura 1 - Evolução da Telefonia Móvel Celular.



Fonte: TELECO, 2015.

Aliada a essa evolução no setor de telecomunicações, ocorre a rápida evolução da área da Tecnologia da Informação, no desenvolvimento de software, por exemplo, com aplicativos cada vez mais robustos, que demandem mais poder de processamento, amparado pelo mercado de TI em constante expansão. Muitos desses aplicativos são responsáveis pelo consumo cada vez maior de largura de banda de internet, forçando as operadoras de telefonia móvel a aumentar a infraestrutura de sua rede celular.

1.3.2 Aumento da quantidade de usuários do serviço móvel celular

De acordo com dados do site TELECO (2015) - Inteligência em Telecomunicações, o número de assinantes de telefonia móvel tem aumentado mais que os demais serviços na área de telecomunicações, conforme se pode observar na Figura 2.

Figura 2 - Quantidade de dispositivos a cada 100 habitantes.

Densidades						
/100 hab.	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Celulares	89,5	103,4	122,2	130,9	134,4	138,0
Telefones Fixos	21,4	21,5	21,7	22,2	22,2	22,1
Banda larga	6,6	7,8	8,6	9,9	11,0	11,8
TV por Assinatura	3,8	5,0	6,4	8,1	8,9	9,6

* Densidades foram alteradas de acordo com revisão 2013 da população feita pelo IBGE.

Fonte: TELECO, 2015.

A Figura 3 mostra que o telefone ocupa a segunda posição dos meios de comunicação mais utilizados nos domicílios.

Figura 3 - Porcentagem de domicílios com meios de comunicação mais utilizados.

Domicílios							
% com	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Televisão	94,5%	95,1%	95,6%	95,0%	96,9%	97,2%	97,2%
Telefone (Fixo ou Celular)	77,0%	82,1%	84,1%	87,9%	89,9%	91,2%	92,5%
Rádio	88,1%	88,9%	87,8%	81,4%	83,4%	80,9%	75,7%
Microcomputador	26,6%	31,2%	34,6%	38,3%	42,9%	46,4%	48,9%
Microcomputador com acesso à Internet	20,2%	23,8%	27,3%	N.D.	36,5%	40,3%	42,4%
Total de Domicílios (milhares)	55.770	57.557	58.566	57.324	61.292	63.768	65.130

Fonte: TELECO, 2015.

Esses dados mostram a importância do serviço de telecomunicações móveis no país. O usuário que necessita de um meio de comunicação móvel, tem hoje, no celular, uma gama de serviços que possibilitam o acesso a informações sem a necessidade de um ponto fixo para ligações ou conexão de dados.

1.3.3 Necessidade de monitoramento em tempo real

O acréscimo de usuários em larga escala, proporcionado pela procura por serviços diferenciados e inovadores, faz com que a rede de uma operadora celular esteja em constante expansão. Para garantir um serviço de qualidade a seus clientes, as operadoras necessitam de monitoramento 24 horas sobre os equipamentos instalados na sua rede celular. Atualmente, os fabricantes de tais equipamentos fornecem os softwares necessários a tal monitoramento ao assinarem o contrato de venda. Porém, para todos os casos, os fabricantes fornecem um software para instalação em computadores, pois estes têm maior poder de processamento e estarão, em teoria, em um lugar com uma boa velocidade de internet e maior possibilidade de conexão em demais equipamentos da rede. Para cada terminal onde é instalado o software de gerenciamento, é necessário um funcionário para operá-lo, o que demanda mais tempo e dinheiro investido pela operadora. A necessidade deste sempre existirá, afinal, é necessário um operador que saiba interpretar os alarmes da rede para executar o procedimento correto a fim de eliminá-lo remotamente via comandos lógicos, ou repassar ao técnico de campo que

proverá o conserto, caso o problema seja físico. Porém, quanto maior se tornar a rede, maior terá de ser o controle sobre ela, o que acarretará maior custo operacional.

A construção de um software executado em dispositivo móvel que simplesmente informe diretamente ao técnico de campo o status atual da rede, diminuiria a necessidade de monitoramento por colaboradores remotos, livrando-os dessa responsabilidade e proporcionando a realização de outras atividades.

1.3.4 Redução de custos operacionais com manutenção em campo

Quando um alarme surge na rede, a responsabilidade de identificá-lo fica a cargo do técnico de campo, porém, para isso, ele recorre ao pessoal remoto que tem visão maior sobre a rede e condições de executar consultas e comandos para, em caso de problema lógico, eliminar o alarme, em caso de problema físico, o próprio técnico de campo tomar as providências necessárias.

O pessoal remoto é composto, geralmente, de poucas pessoas para monitorar uma área extensa da rede celular, logo, muitas vezes o técnico de campo demora a conseguir entrar em contato, já que outros técnicos também necessitam do auxílio remoto. Outro agravante é que muitas vezes, quando surge um alarme na rede, ele desaparece sem a necessidade de intervenção, tratando-se, por exemplo, de oscilação por tempestade ou neblina forte. Com isso o técnico de campo inicia seu deslocamento e corre o risco de chegar na Estação Rádio-Base e o alarme já ter desaparecido, ou seja, deslocamento, gasto com combustível, pedágios e horas extras desnecessários.

Tudo isso pode ser evitado com um software que informe no celular do técnico de campo a hora em que o alarme surgiu e o momento em que ele deixou de existir, não precisando o técnico ficar totalmente dependente do monitoramento remoto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, serão apresentados conceitos que fundamentam o desenvolvimento do sistema.

2.1 TELEFONIA MÓVEL CELULAR

Cada tecnologia possui uma estrutura de rede diferente. Como o 4G possui uma estrutura de rede pequena, comparada as demais tecnologias no Brasil, nesta seção serão explicadas apenas as estruturas de uma rede GSM (2G) e de uma rede WCDMA (3G).

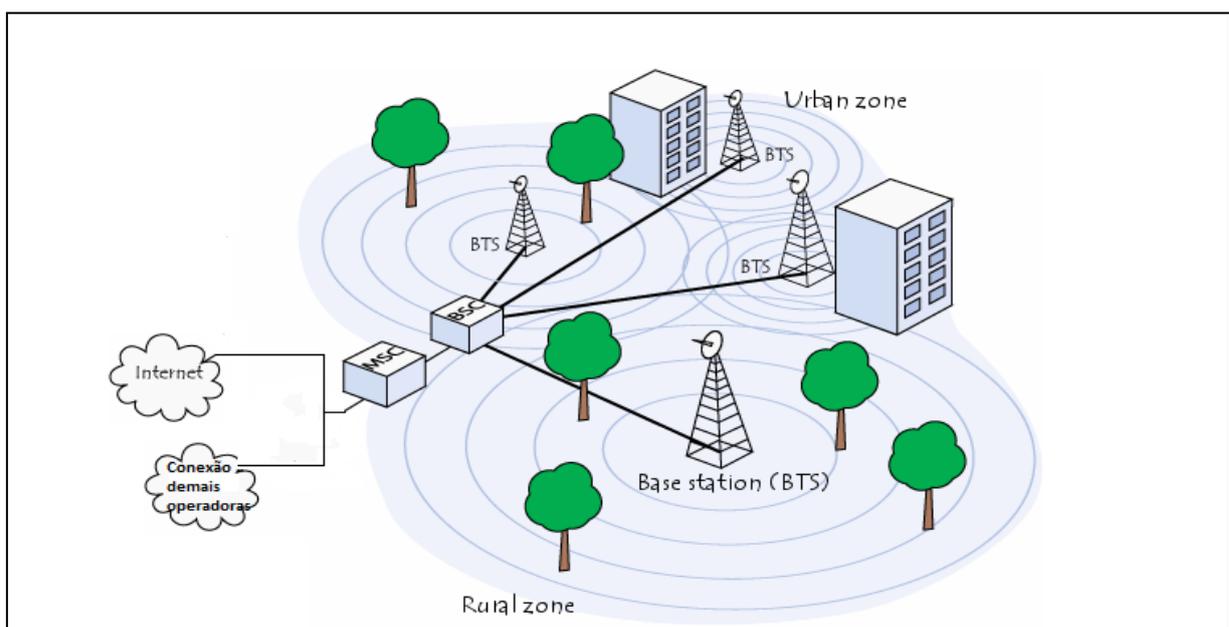
2.1.1 Estrutura de uma rede de Telefonia Móvel Celular GSM

É possível trafegar dados em uma rede GSM, porém como as taxas de upload e download são inferiores ao WCDMA, o seu foco de operação ficou voltado para voz e SMS.

Nas palavras do autor, “No GSM o foco era o tráfego de voz somente. Com o surgimento do GPRS/EDGE foram introduzidos alguns serviços de dados como o web mail e o serviço de mensagem de multimídia – Multimedia Messaging Service (MMS).” (MENDES, 2009, p. 31).

A Figura 4 mostra a estrutura de uma rede de telefonia móvel celular GSM.

Figura 4 - Estrutura de uma rede celular GSM.



Fonte: OFICINA DA NET, 2013.

Pode-se notar pela Figura 4, que a zona urbana (Urban zone) possui torres mais próximas umas das outras e com raio de cobertura menor. Isso se deve a grande concentração populacional da zona urbana comparada com a zona rural, logo, para grandes centros populacionais, utiliza-se maior capacidade de tráfego para suprir a demanda. Já na zona rural (Rural Zone), onde a capacidade de tráfego consumida é menor, tem-se menos torres e com sinal de cobertura mais espalhado. A seguir uma breve descrição dos demais elementos da rede GSM:

a) **BTS (Base Transceiver Station)** - A Estação Base de Transmissão e Recepção é um conjunto de rádios transmissores e receptores, processador de sinal irradiado, antenas e cabos de radiofrequência. Em resumo, é o conjunto de equipamentos GSM responsável por gerar o sinal celular para o usuário final. Este conjunto é a própria Estação Rádio-Base (ERB). Sua função é prover um sinal de radiofrequência para que um usuário consiga gerar uma ligação, SMS ou trafegar dados. Em grandes cidades, há mais de uma BTS espalhada na cidade para suprir a demanda de tráfego, porém em cidades pequenas, geralmente tem-se apenas uma BTS para a cidade inteira, de modo que, se algum alarme crítico afetar esta BTS, a cidade inteira poderá ficar sem o sinal de cobertura da operadora celular.

b) **BSC (Base Station Controller)** - A Estação Base de Controle é o equipamento responsável por gerenciar as BTSs, ou seja, todas as BTSs são conectadas a uma BSC, como sua capacidade é grande, ela pode gerenciar várias BTSs, porém uma BTS tem que se conectar a apenas uma BSC. Como a BSC possui um limite de gerenciamento, o que se tem na verdade são várias BSCs, cada uma gerenciando uma certa quantidade de BTSs. Como sua função é gerenciar, é ela que se responsabiliza por reservar um canal para duração da chamada de voz e informar a BTS qual é este canal que ela utilizará. Monitora a qualidade e potência do sinal transmitido e recebido pela BTS e caso seja necessário, manda a BTS comutar a chamada em curso para uma célula com melhor intensidade de sinal para garantir a qualidade na ligação.

Como a BSC é o ponto de aglomeração de BTSs, em caso de indisponibilidade de uma BTS, é a BSC que consegue verificar os alarmes que foram gerados antes de a BTS ficar indisponível, logo, este equipamento também é responsável por informar à equipe técnica quando houver uma falha física no ponto de acesso à rede celular.

c) **MSC (Mobile Switching Center)** - O Centro de Comutação Móvel é o cérebro da rede GSM. É o equipamento responsável pela comutação das chamadas de voz, SMS e demais serviços como entroncamento com outras operadoras celulares e fixas. (KOCHEM, 2003).

Ele é responsável pela sinalização a ser enviada para a BSC que a partir daí, informa a BTS como agir quando chega uma chamada de voz, SMS ou dados. O MSC possui as rotas para o estabelecimento de uma chamada, logo, é ele que informa como proceder para que, por exemplo, um usuário que está na Bahia fale com outro usuário que está no Rio Grande do Sul.

O MSC também possui outros componentes de suma importância como:

- **HLR (Home Location Register):** É a base de dados do assinante na rede, responsável por administrar toda a informação do assinante, juntamente com a sua localização dentro da rede. (KOCHEM, 2003);
- **VLR (Visitor Location Register):** É uma base de dados temporária do assinante na rede. Cada assinante possui um chip (SIM Card) que antes de ser vendido é registrado em um HLR que ficará responsável por seus dados. Quando este assinante desloca-se para uma área geográfica coberta por outro HLR/MSC, ele tem que se registrar neste HLR para poder executar ligações. O VLR realiza este registro temporário;
- **AUC (Authentication Center):** Realiza a parte de segurança do usuário, utilizando chaves e algoritmos de autenticação que previnem fraudes na rede como a clonagem de celulares, por exemplo. (KOCHEM, 2003);
- **EIR (Equipment Identity Register):** É uma base de dados que armazena o IMEI (número de série de um celular). Ao comprar um celular, a operadora atrela o registro do SIM Card ao IMEI do aparelho. (KOCHEM, 2003).

Caso o aparelho seja roubado, o cliente tem o direito de pedir à operadora que este seja bloqueado. A operadora irá cruzar os dados do assinante registrados no HLR com os dados do IMEI registrados no EIR e, caso o assinante seja realmente o comprador do chip e do aparelho celular, a operadora pode bloquear o IMEI do aparelho, garantindo que somente aquele determinado SIM Card possa utilizar aquele aparelho celular;

- **GMSC (Gateway Mobile Switching Center):** É a parte responsável pela entrada e saída para redes de outras operadoras telefônicas, sejam elas fixas ou móveis.

É por este motivo que o MSC é também chamado de CORE, ou seja, NÚCLEO da rede.

2.1.2 Estrutura de uma rede de Telefonia Móvel Celular WCDMA

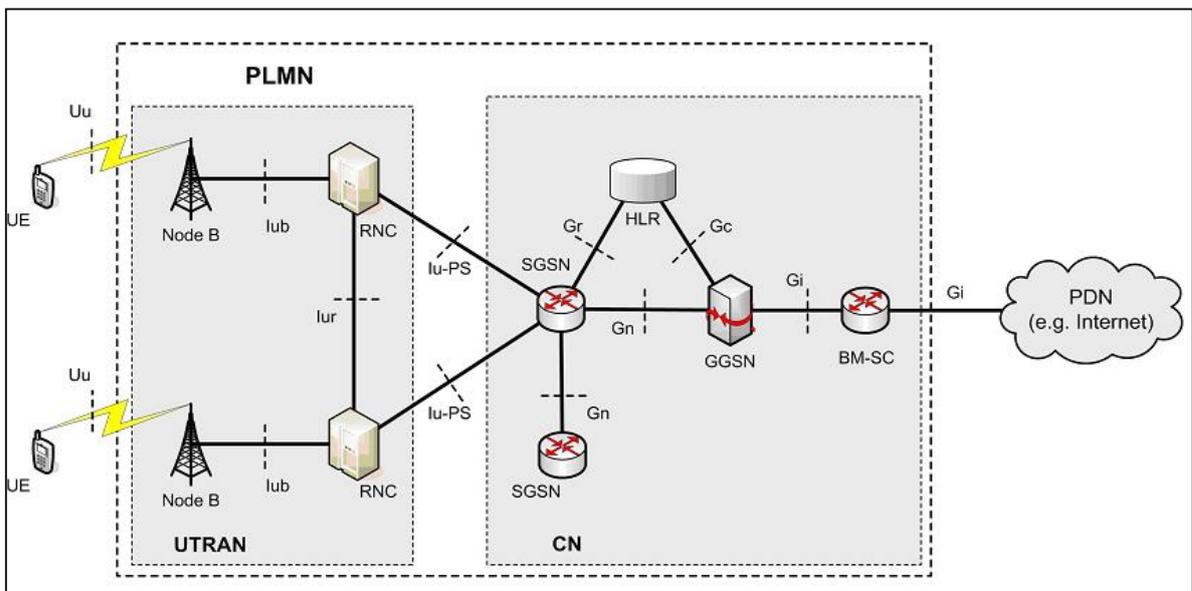
A estrutura de uma rede celular WCDMA é muito similar a uma rede celular GSM, porém como o WCDMA foi desenvolvido com base no aumento da largura de banda, para suprir necessidades de internet móvel em alta velocidade, seu foco é a utilização de serviços de multimídia, como vídeo, som digital e animações, além da possibilidade de vídeo chamada.

Com a evolução para a terceira geração da tecnologia celular baseada em WCDMA, foi priorizado o tráfego de dados, pois o GSM focava nos serviços de voz. Uma série de melhorias foram sendo implementadas no 3G. E uma das últimas foi o High Speed Packet Access (HSPA), que oportunizou uma taxa de downlink superior a 10 Mbps e uma taxa de uplink de até 5 Mbps. (NAKAMURA; TAKAHARU, 2011, tradução nossa).

De acordo com a Figura 5, é possível notar que as nomenclaturas mudam de uma tecnologia para outra, porém, comparando a estrutura de rede da tecnologia GSM com a WCDMA, verifica-se a similaridade, sendo que a parte que sofreu maior mudança foi o CORE, ou seja, o MSC do WCDMA mudou bastante em comparação com o GSM.

A Figura 5 mostra a estrutura de uma rede celular WCDMA.

Figura 5 - Estrutura de uma rede WCDMA



Fonte: TELECO, 2013.

A seguir, uma análise dos elementos que compõem esta estrutura.

a) **NodeB (Nó B)** - Possui a mesma função da BTS no sistema GSM. Possui transmissores e receptores que provêm o sinal de cobertura para o assinante, mantendo-o conectado à rede celular 3G. (WAGNER, 2009).

b) **RNC (Radio Network Controller)** - A parte de Controle de Rede de Rádio possui a mesma função da BSC no sistema GSM. (WAGNER, 2009).

Ela controla e monitora as ligações, dados e SMS orientando a NodeB a trocar o assinante de célula caso a qualidade do serviço seja prejudicada. Como este equipamento, assim como no GSM, é o ponto de aglomeração de NodeBs, ele fica responsável por verificar alarmes críticos que possam causar indisponibilidade nas NodeBs. Logo, assim como a BSC do sistema GSM,

este equipamento auxilia a área técnica da operadora responsável por manutenção física na rede de acesso celular.

c) **SGSN (Serving GPRS Support Node)** - O Nó de Suporte ao Servidor GPRS é responsável pelo roteamento do tráfego de dados dentro da sua área de serviço. Para isso ele também possui uma interconexão com o HLR para verificar se o usuário está registrado na rede e possui liberdade para realizar o serviço solicitado.

d) **GGSN (Gateway GPRS Support Node)** - O Gateway de Suporte ao Servidor GPRS é responsável pelo roteamento do tráfego de dados fora da sua área de serviços, ou seja, caso o usuário procure acessar um servidor externo aos servidores da operadora, o GGSN fará o meio de campo, pois ele conhece as rotas para os servidores externos.

2.1.3 Estrutura de uma rede de Telefonia Móvel Celular GSM E WCDMA

Atualmente, as operadoras celular possuem os dois sistemas funcionando em paralelo em suas redes.

O sistema GSM ainda é muito utilizado hoje em dia. Sua maior utilização é em ligações de voz e mensagens (SMS), quanto a conexão com a internet, não é muito utilizado devido as suas baixas taxas de transferência de dados.

Quanto ao sistema WCDMA, este realiza todos os serviços oferecidos pelo GSM, porém com o acréscimo da vídeo chamada e conexão de internet com altas taxas na transferência de dados.

Em alguns casos, há a necessidade da troca da tecnologia em tempo real, por exemplo, um assinante que está viajando de uma cidade que não possui 3G para uma cidade que possui. Se o assinante estiver executando um serviço de dados em GSM e o sistema verificar que há a possibilidade de executar o mesmo serviço em 3G, no mesmo instante começará o processo de alocação do usuário em uma célula 3G, visando o aumento da velocidade no tráfego de dados. Importante salientar que para isso não é necessária nenhuma ação do usuário, o próprio sistema se encarrega de fazer a troca da tecnologia sem que o usuário perceba. Para que isso ocorra, é necessário que as diferentes tecnologias comuniquem-se entre si, logo, a estrutura de rede de uma operadora celular, que contemple as tecnologias GSM e WCDMA, é parecida com a estrutura mostrada na Figura 6.

2.2 JAVA SERVER PAGES (JSP)

O JSP é uma linguagem de programação criada pela SUN Microsystems com o objetivo de gerar conteúdo dinâmico para páginas de internet.

JavaServer Pages- JSP - é uma tecnologia baseada em Java que simplifica o processo de desenvolvimento de sites da web dinâmicos. Com JSP, os designers da web e programadores podem rapidamente incorporar elementos dinâmicos em páginas da web, utilizando Java embutido e algumas tags de marcação simples. Estas tag(s) fornecem ao designer de HTML um meio de acessar dados e lógica de negócio armazenados em objetos Java sem ter que dominar as complexidades do desenvolvimento de aplicações. (PITTELLA, 2013).

“JavaServer Pages são páginas Java embebidas em HTML. Dessa forma a página dinâmica é gerada pelo código JSP. A primeira vez que uma página JSP é carregada pelo contêiner JSP, o código Java é compilado gerando um Servlet que é executado.” (GONÇALVES, 2007, p. 115).

O JSP possui as vantagens da linguagem Java como:

- Orientação a Objetos;
- Portabilidade, pois a linguagem Java é multiplataforma;
- Suporte a diversos bancos de dados como: MySQL, SQL Server, Oracle, Informix, etc.

Uma grande vantagem da linguagem JSP é a separação da apresentação e da lógica de negócios.

Por se tratar da linguagem Java, cria uma facilidade para o programador que a utilize em outras plataformas. Aplicativos desenvolvidos para a plataforma Android, por exemplo, utilizam linguagem Java em seu código.

Como é uma linguagem que atua do lado do Servidor (Server-side), necessita de um Servidor web com suporte a esta linguagem. O Tomcat é um exemplo. O usuário que executar uma solicitação ao Servidor não perceberá a codificação JSP, pois o Servidor responderá em formato HTML.

2.3 ANDROID

O Android foi desenvolvido para ser executado em dispositivos móveis, que possuem recursos de hardware mais limitados que um computador pessoal, com isso o mercado de smartphones e tablets começou a incorporar esta plataforma em seus aparelhos como uma forma de baratear o preço final destes.

“Totalmente em código-livre, o Android é baseado em Linux. Isto significa dizer que qualquer pessoa pode alterar seu sistema, modificar seus recursos, montar e desmontar seus padrões. Tudo isso sem precisar pagar por algo.” (MAIA, 2013).

A história do Android começou em outubro de 2003, na cidade de Palo Alto na Califórnia, quando Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears e Chris White fundaram a Android, Inc. A empresa desenvolvia sistemas operacionais para celulares, mas todos os projetos eram secretos. Quase dois anos depois, em agosto de 2005, a Google anunciou a compra da Android, Inc. Esse foi um dos primeiros passos da empresa em direção ao mercado de softwares para dispositivos móveis. (SUPER INTERESSANTE, 2015).

2.3.1 Vantagens da utilização do Android

A seguir mais algumas vantagens do Android:

- **Atualizações constantes:** Como sua plataforma é *open source*, diversos programadores, profissionais ou amadores podem alterá-la, adicionando novas funcionalidades, alterando funções ou simplesmente corrigindo erros. Ao fazerem isso, enviam as modificações para o Google e, caso este verifique a real necessidade de mudança, uma nova versão do Android é lançada.
- **Diversidade de aplicativos:** Por ter se tornado uma plataforma de baixo custo e fácil manuseio pelos usuários finais, o Android possui uma enorme lista de aplicativos que incluem: economia, saúde, jogos, internet banking e muitos outros. Inclusive diversos destes aplicativos são grátis.
- **Integração com serviços Google:** O Google também possui serviços de e-mail (gmail), bate-papo (Google Talk), mapas (Google Maps) e serviço de nuvem, que é um armazenamento de arquivos na internet (Google Docs). Todas estas facilidades estão disponíveis em forma de aplicativos em um dispositivo móvel com Android. Um usuário que possua uma conta gmail pode sincronizar os dados do seu dispositivo móvel com estes e outros serviços do Google. O Google também fornece a facilidade de fazer backup da agenda de um celular, por exemplo, e restaurar estas informações

em outro aparelho, contanto que seja informada a mesma conta gmail no novo dispositivo.

- **Diversidade de dispositivos móveis no mercado:** Todas as vantagens citadas aliadas ao fato de se tratar de um software com licença gratuita, não sendo necessário pagar para tê-lo como sistema operacional, faz com que muitos fabricantes optem por utilizar o Android em seus dispositivos como forma de baratear a revenda para o usuário final e realçar o hardware de cada modelo, já que o sistema operacional é conhecido e utilizado mundialmente.

Os softwares desenvolvidos para Android não possuem um único ponto de entrada, como muitos sistemas conhecidos. Tais softwares possuem quatro tipos de componentes essenciais que o sistema operacional pode instanciar:

- **Activity:** Responsável pela interface com o usuário. Este componente é que mostra a tela de determinado aplicativo para o que o usuário escolha uma opção, insira dados ou consulte algo. Todo aplicativo Android começa com uma Activity.
- **Service:** Responsável por executar longas operações em background, ou seja, “no fundo”, sem que o usuário perceba. Também utilizada para tarefas em paralelo com uma Activity e tarefas de processos remotos. Quando o usuário quiser escutar música e enquanto isso ver suas fotos, o Service entra em ação para tornar isto possível.
- **Content Providers:** Responsável pelo gerenciamento do compartilhamento de dados entre as aplicações. Eles guardam e buscam os dados e os tornam disponíveis para diversas aplicações, contanto que elas tenham permissão para isto.
- **Broadcast Receivers:** É um gatilho (*trigger*) que aguarda a ocorrência de um evento para tomar uma ação preestabelecida. Quando o dispositivo móvel é desligado, por exemplo, o Android envia uma mensagem *broadcast* para todo o sistema para que os aplicativos que tenham interesse em receber esta mensagem tomem determinadas providências a partir desta informação.

3 SOLUÇÃO ATUAL PARA MONITORAMENTO DE FALHAS

As tecnologias de acesso celular atuais: 2G, 3G, 4G, possuem diferentes fabricantes, estruturas de rede e softwares para monitoração remota. Para garantir uma disponibilidade cada vez maior da rede, há a necessidade de monitoração constante e eficiente dos alarmes que surgem no dia-a-dia. A necessidade de acessar diferentes plataformas de modo mais rápido e objetivo fez a CLARO, operadora de telefonia móvel celular, adquirir alguns sistemas que fizessem a integração dos diversos alarmes gerados na rede.

Atualmente existem sistemas capazes de fazer esta integração, gerar um número de ordem de serviço do problema encontrado na rede e encaminhar para o técnico responsável da região de cobertura da estação que apresenta um determinado alarme.

3.1 REMEDY

A CLARO atualmente utiliza um sistema chamado Remedy, que faz esse tipo de processo. Porém, como esse sistema é adotado para qualquer necessidade de abertura de chamados, ele passou a crescer e incorporar mais serviços nele tornando-o, além de um sistema monitor de rede, um sistema que gera relatórios de indisponibilidade de rede, de abertura de chamados para outras áreas além da Manutenção de Rede. Tudo isso faz com que ele passe por manutenções quase que semanais para adição de novas funções ou correções de funções antigas. Outro agravante é que ele atua a nível nacional, logo, alguma particularidade encontrada em equipamentos no Rio Grande do Sul, que não se apresente em outras regiões do país, fica difícil justificar a inserção de uma regra apenas para uma determinada regional, já que a matriz da operadora celular CLARO fica no Rio de Janeiro.

3.2 VISTOP

Com a intenção de desburocratizar essa etapa do monitoramento de rede na regional RS, um engenheiro eletricista e funcionário da CLARO, Sr. Thompson Lied, criou um software chamado Vistop que realiza o monitoramento de alarmes apenas do Estado do Rio Grande do Sul. Inicialmente este software foi desenvolvido na linguagem de programação C, porém, com o passar do tempo e antes do protótipo entrar em funcionamento, foi migrado para Visual Basic. Seu funcionamento é simples. Funcionários da CLARO utilizam um serviço de VPN

para acesso à rede corporativa da empresa. Aproveitando esse túnel, o Vistop realiza um FTP para acessar um servidor, dentro da rede corporativa, onde estão armazenados os logs de alarmes de todos os equipamentos da rede.

A Figura 7 mostra a tela de splash do Vistop assim que é iniciado.

Figura 7 - Tela de Splash ao iniciar o software Vistop.



Fonte: PRÓPRIA, 2015.

De posse dos arquivos, o Vistop organiza os dados informando na tela de um computador os dados do alarme ativo na rede como: ID da estação que possui um alarme externo, descrição desse alarme, data e hora do evento, cidade onde fica a estação, entre outras.

A Figura 8 mostra a tela de sites indisponíveis (estações inoperantes) com informações que auxiliam o técnico de campo a corrigir a falha.

Figura 8 - Tela que mostra as estações (sites) inoperantes.

Claro RS - Sites Fora = 24 Setores Fora = 4						
Arquivo						
SIC - Sites Indisponíveis						
Site	BSC/RNC	Tecnologia	Indisponível desde	Duração	Regional	
ERSLJO04	HSS	LTE ERICSSON	30/4/2015 15:40:49	0 dia[s] 00:00:03	SCZ	
ERSLJO03	HSS	LTE ERICSSON	30/4/2015 15:40:41	0 dia[s] 00:00:11	SCZ	
ERSLJO02	HSS	LTE ERICSSON	30/4/2015 15:39:34	0 dia[s] 00:00:06	SCZ	
URSBQL01*	RNCRS05	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:38:14	0 dia[s] 00:00:12	SCZ	
URSLJO01*	RNCRS05	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:38:05	0 dia[s] 00:00:21	SCZ	
URSETA03*	RNCRS05	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:38:04	0 dia[s] 00:00:22	SCZ	
WRSLJO02*	RNCRS05	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:38:03	0 dia[s] 00:00:23	SCZ	
URSLJO03*	RNCRS05	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:38:03	0 dia[s] 00:00:23	SCZ	
URSTUN02*	RNCRS05	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:38:02	0 dia[s] 00:00:24	SCZ	
URSLJO02*	RNCRS05	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:38:02	0 dia[s] 00:00:24	SCZ	
URSETD01*	RNCRS05	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:38:02	0 dia[s] 00:00:24	SCZ	
URSETA02*	RNCRS05	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:38:02	0 dia[s] 00:00:24	SCZ	
URSAOI02*	RNCRS05	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:38:02	0 dia[s] 00:00:24	SCZ	
KRSLJO02*	RNCRS05	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:38:02	0 dia[s] 00:00:24	SCZ	
CRSPAK01*	RNCRS14	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:13:09	0 dia[s] 00:30:42	POA	
RSMAP01	BSCRS31	GSM SIEMENS	30/4/2015 14:29:51	0 dia[s] 01:13:56	POA	

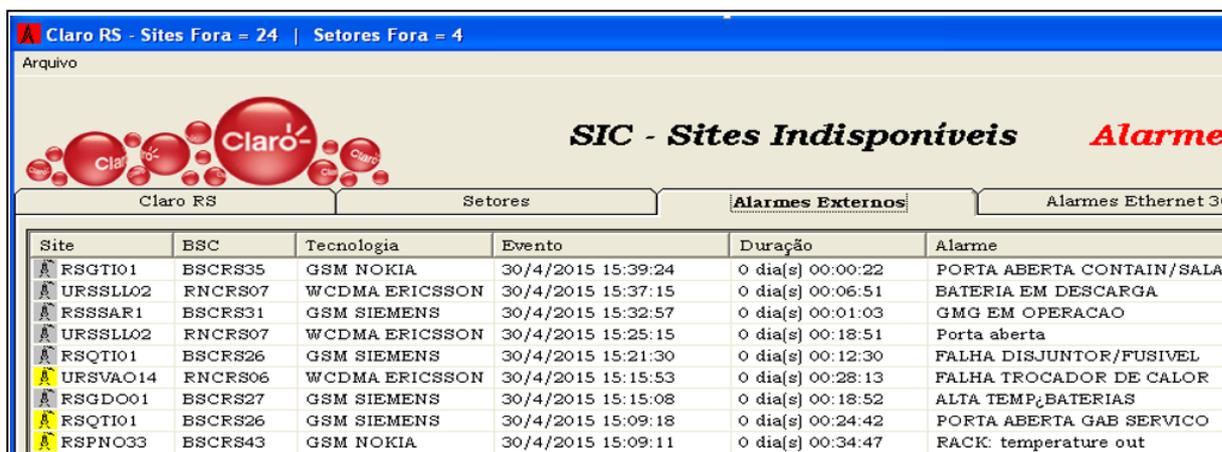
Fonte: PRÓPRIA, 2015.

De posse dessas informações, o técnico responsável pela estação inoperante poderá decidir se é necessário o deslocamento imediato para a regularização do alarme ou se pode esperar a normalização sem intervenção técnica, pois pode se tratar de uma variação climática passageira, por exemplo.

Outra informação importante diz respeito aos alarmes externos que uma estação pode gerar. De posse dessas informações o técnico poderá decidir, por exemplo, se inicia o deslocamento de um GMG móvel, caso identifique o alarme de “BATERIA EM DESCARGA” em uma estação.

A Figura 9 mostra a tela de alarmes externos com informações que auxiliam o técnico de campo a corrigir o alarme presente na rede.

Figura 9 - Tela que mostra os alarmes externos presentes na rede.



Site	BSC	Tecnologia	Evento	Duração	Alarme
RSQTI01	BSCRS35	GSM NOKIA	30/4/2015 15:39:24	0 dia(s) 00:00:22	PORTA ABERTA CONTAIN/SALA
URSSLO2	RNCRS07	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:37:15	0 dia(s) 00:06:51	BATERIA EM DESCARGA
RSSAR1	BSCRS31	GSM SIEMENS	30/4/2015 15:32:57	0 dia(s) 00:01:03	GMG EM OPERACAO
URSSLO2	RNCRS07	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:25:15	0 dia(s) 00:18:51	Porta aberta
RSQTI01	BSCRS26	GSM SIEMENS	30/4/2015 15:21:30	0 dia(s) 00:12:30	FALHA DISJUNTOR/FUSIVEL
URSLAO14	RNCRS06	WCDMA ERICSSON	30/4/2015 15:15:53	0 dia(s) 00:28:13	FALHA TROCADOR DE CALOR
RSQDO01	BSCRS27	GSM SIEMENS	30/4/2015 15:15:08	0 dia(s) 00:18:52	ALTA TEMPERATURA BATERIAS
RSQTI01	BSCRS26	GSM SIEMENS	30/4/2015 15:09:18	0 dia(s) 00:24:42	PORTA ABERTA GAB SERVICO
RSPNO33	BSCRS43	GSM NOKIA	30/4/2015 15:09:11	0 dia(s) 00:34:47	RACK: temperature out

Fonte: PRÓPRIA, 2015.

Este software é bastante usado pelo setor de O&MR da CLARO no Rio Grande do Sul, pois mostra de forma simples se um alarme ainda está presente ou não na rede. Porém como ele foi desenvolvido apenas para desktop, há a necessidade de alocar um recurso humano que ficará responsável por averiguar os alarmes de tempo em tempo. Isto pode acarretar um aumento no custo operacional, pela necessidade de manter um funcionário apenas para essa função, ou sobrecarregar um funcionário que desempenhe outras funções na empresa, pois caso um alarme crítico surja, ele ficará responsável pelo acionamento do técnico de campo que atua na região onde o alarme ocorreu. Outra questão importante: após o técnico de campo ter resolvido o problema que lhe foi passado, ele precisa entrar em contato com alguém que possua acesso aos alarmes da rede para comprovar que o alarme não está mais ativo. Novamente é necessária a atuação de duas pessoas para resolver um único

problema. Caso o software de verificação de alarmes pudesse ser acessado diretamente no celular do técnico, apenas uma pessoa seria o suficiente para concluir a atividade.

4 A CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE APOIO AO APLICATIVO

Seguindo a linha de raciocínio do Vistop, um técnico de campo atenderia uma falha na rede em menor tempo caso possuísse acesso aos alarmes da rede de forma móvel. Com isso ele conseguiria agilidade tanto para identificar a falha quanto para verificar se a sua ação em campo obteve sucesso. Quanto mais rápido ele concluir a manutenção, menor é o tempo de indisponibilidade de determinado serviço para o usuário final.

A solução para isso é um aplicativo para dispositivos móveis que obtenha os mesmos dados que o Vistop. Este aplicativo consultará os logs de alarmes no servidor da CLARO e mostrará na tela do smartphone do técnico de campo os alarmes ativos no momento. Toda vez que o técnico achar necessário poderá consultar o log atualizado de maneira totalmente móvel.

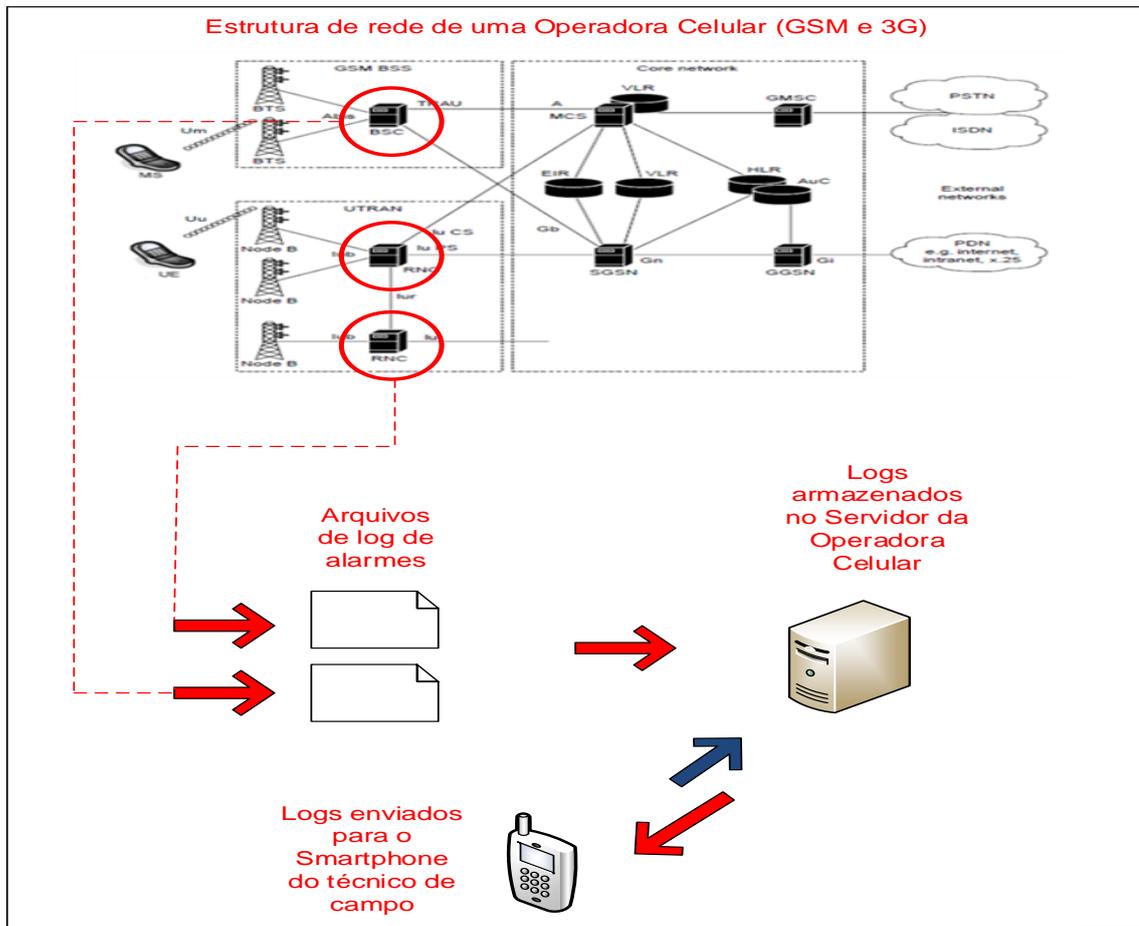
4.1 ESTRUTURA IDEAL PARA IMPLANTAÇÃO DO APLICATIVO

Inicialmente o projeto do aplicativo MAR foi planejado de forma que ele acessasse os *logs* de alarmes diretamente no servidor da operadora celular. A Figura 10 ilustra esse processo:

- O técnico de campo acionaria um botão do tipo “Atualizar” no aplicativo;
- O aplicativo faria uma solicitação dos *logs* de alarmes ao servidor da operadora celular;
- O servidor retornaria os *logs* solicitados;
- O aplicativo mostraria estes *logs*, de forma organizada, na tela do smartphone.

Lembrando que os *logs* de alarmes são constantemente enviados, dos equipamentos de rede para um servidor da CLARO específico para isso.

Figura 10 - Estrutura ideal para o funcionamento do aplicativo MAR.



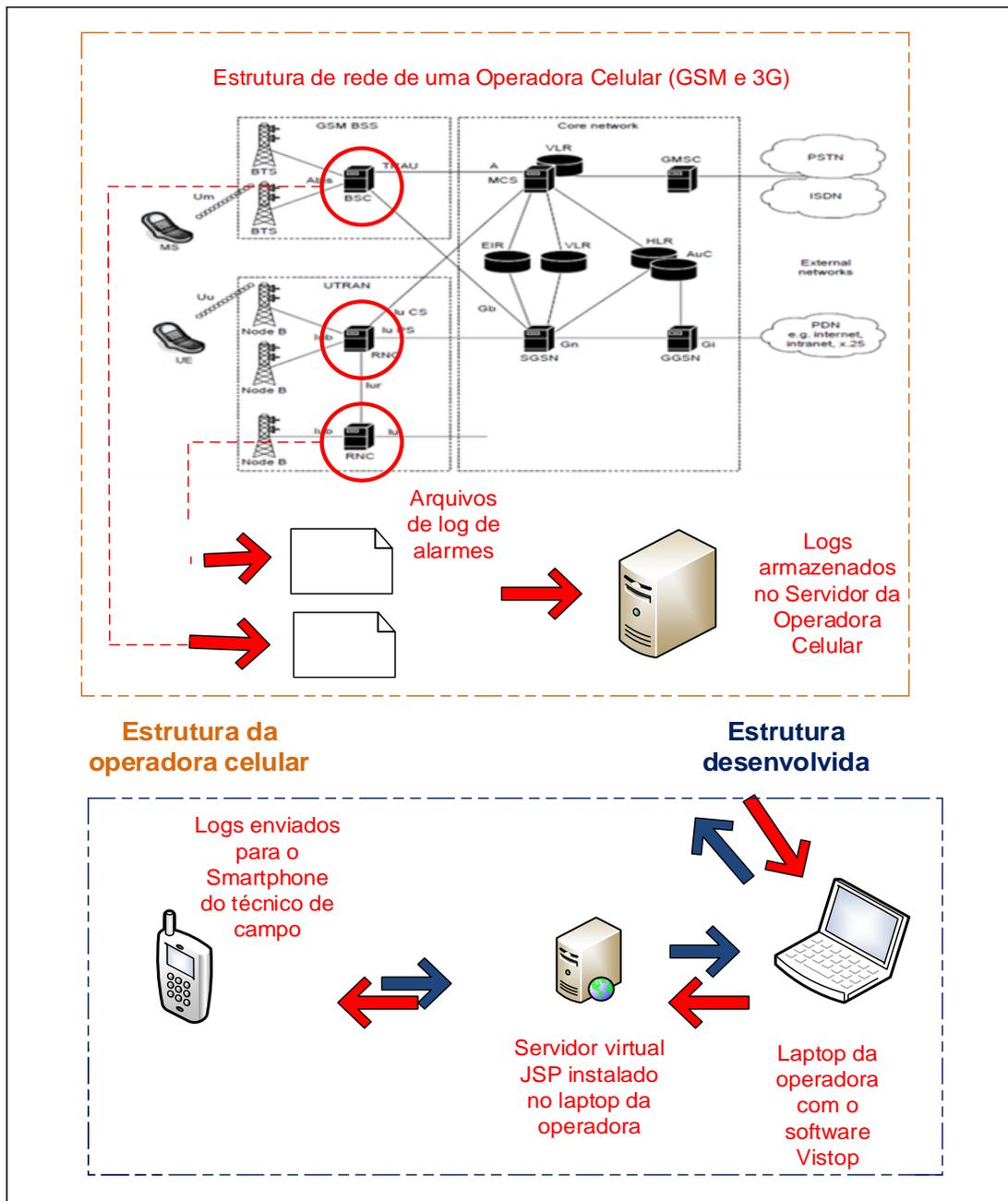
Fonte: PRÓPRIA, 2015.

Após a verificação de funcionamento do Vistop, viu-se que seria impossível prosseguir com esta estrutura, pois, para acessar o servidor da operadora celular CLARO, há a necessidade de estabelecer uma conexão segura, uma VPN por exemplo. Outra opção seria a criação de uma APN, onde somente os números de celular dos funcionários da empresa estariam autorizados a acessá-la, logo, ela poderia ter acesso irrestrito ao servidor. Em ambos os casos seria necessário solicitar à área de TI da matriz da operadora, localizada no Rio de Janeiro, uma autorização e a própria criação de um dos modos de conexão. Esta tarefa seria bem complexa, já que o TI da operadora celular é muito rígido com as políticas de segurança da empresa, logo, para confecção de um protótipo do aplicativo, houve a necessidade de modificar a estrutura ideal.

4.2 ESTRUTURA ATUAL PARA IMPLANTAÇÃO DO APLICATIVO

A solução utilizada para o desenvolvimento do aplicativo MAR adotou o Vistop no lugar do servidor da operadora. Como o Vistop copia os arquivos do servidor da operadora celular e os armazena em uma pasta do próprio software, a solução é copiar os dados desta pasta e enviar para o aplicativo.

Figura 11 - Estrutura atual para o funcionamento do aplicativo MAR.



4.2.1 Servidor MAR

Desenvolvido em Java Server Page (JSP), ele atenderá as solicitações do aplicativo fazendo conexão com o Vistop para transferência dos arquivos de logs de alarmes.

Será executado no laptop de um funcionário da CLARO, pois nele haverá a possibilidade de ativar o Vistop. O laptop, por ser de uso exclusivo da empresa, possui algumas políticas de segurança que restringem a instalação de certos softwares. Para contornar este problema foi utilizada uma máquina virtual. Nela foi instalado um servidor que executará o algoritmo JSP.

4.2.2 Cerberus FTP Server

Como os *logs* de alarmes, que o Vistop recebe do servidor da operadora celular, estão na máquina real, foi utilizado um software servidor FTP nesta máquina, chamado Cerberus FTP Server. Ele receberá a solicitação do Servidor MAR e fará a transferência dos arquivos de alarmes do Vistop, na máquina real, para o Servidor MAR, na máquina virtual.

4.2.3 Aplicativo MAR

Neste protótipo, o aplicativo se comunicará com o Servidor MAR através da rede wifi, estando ambos na mesma rede NAT. Ele fará três solicitações ao servidor fazendo uso de um protocolo HTTP. Cada solicitação é referente a uma tela com informações de rede que o aplicativo exibirá, sendo:

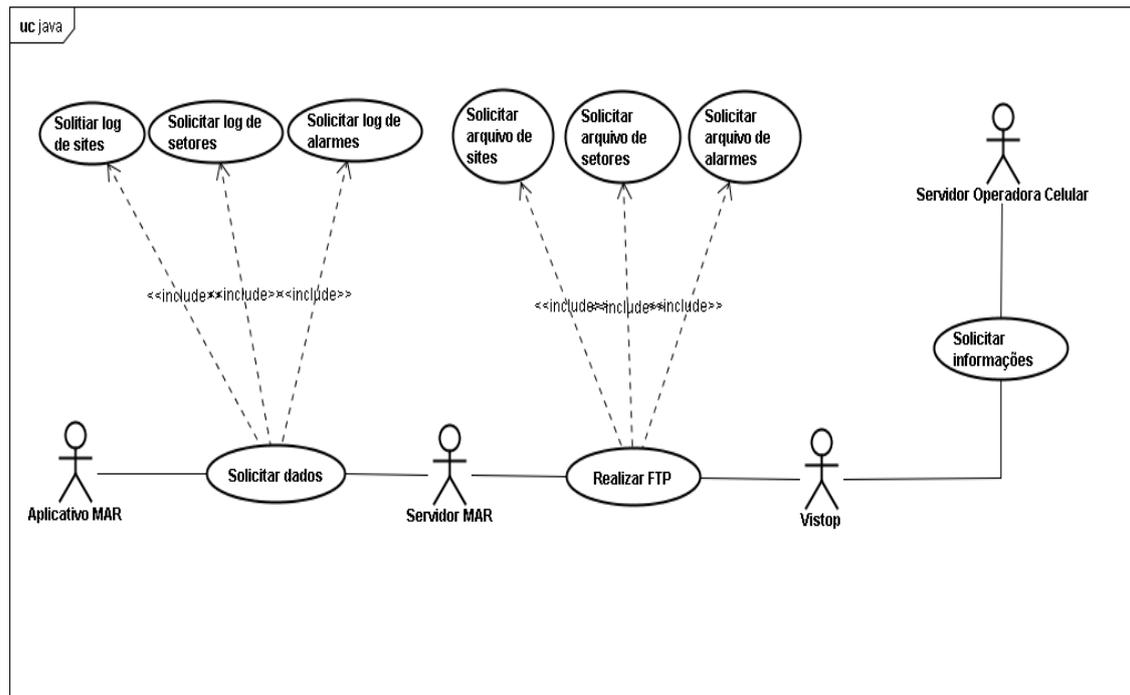
- Tela de sites inoperantes;
- Tela de setores inoperantes;
- Tela de alarmes externos.

4.3 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DESENVOLVIDO

Esta seção tratará de explicar o funcionamento de todo o sistema, desde a captura dos *logs* de alarmes até a exibição deles pelo aplicativo.

A Figura 12 mostra o diagrama de caso de uso do sistema desenvolvido.

Figura 12 - Diagrama de caso de uso desenvolvido.



Fonte: PRÓPRIA, 2015.

Com o software Vistop sendo executado no laptop da operadora celular, o aplicativo MAR solicitará os logs de alarmes ao Servidor MAR. Este, então, fará a mesma solicitação ao Vistop e retornará ao aplicativo os dados solicitados no formato JSON.

O JSON é um formato de troca de dados aberto, baseado em texto. Ele é independente de plataforma e possui uma grande disponibilidade de implementações. Os dados formatados de acordo com o padrão JSON são leves e podem ser analisados por meio de implementações do JavaScript com grande facilidade. Como ele é primariamente um formato de dados, o JSON pode ser usado em praticamente qualquer cenário onde os aplicativos precisam trocar ou armazenar informações estruturadas como texto. (MICROSOFT, 2015).

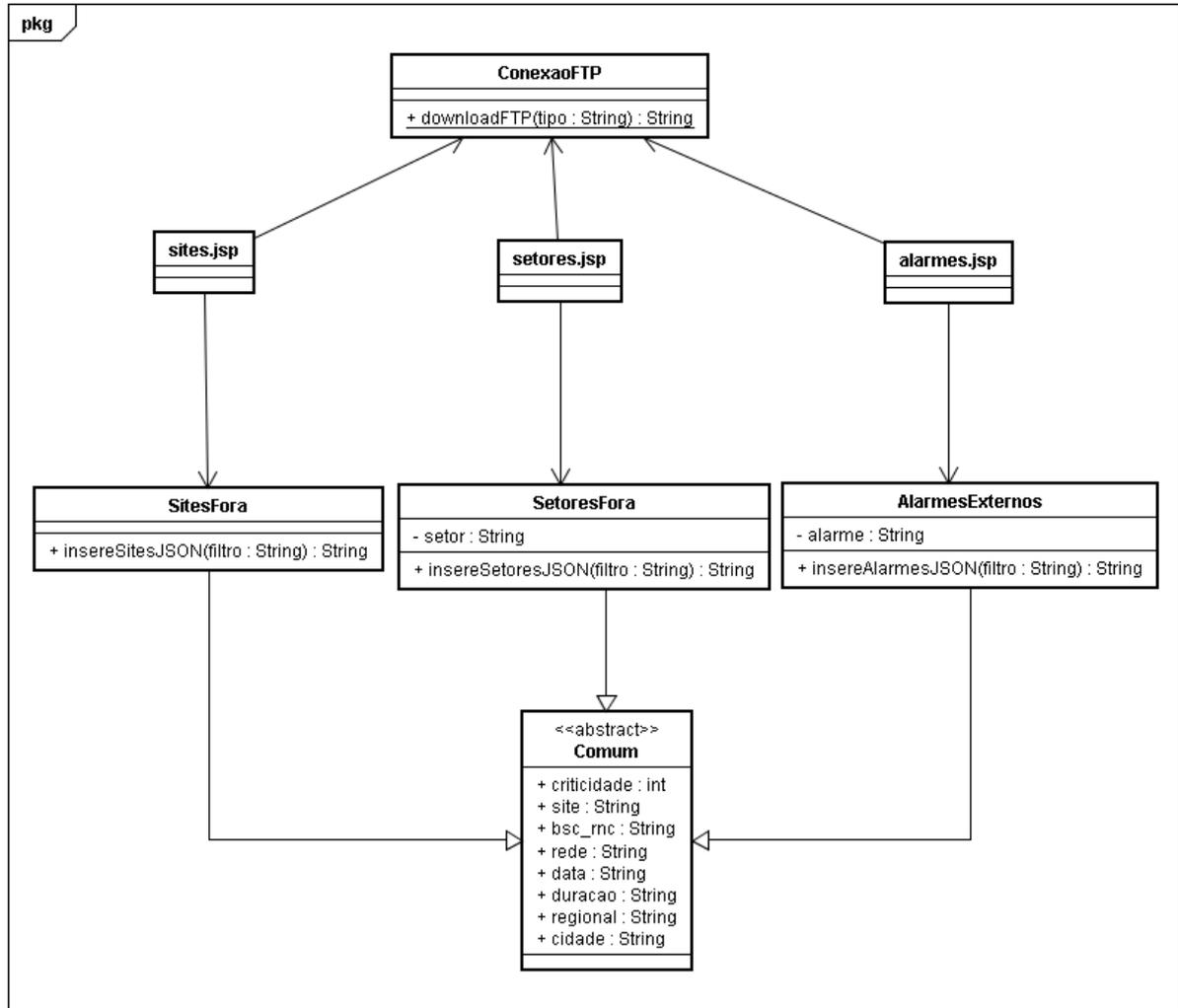
4.3.1 Ação do Servidor MAR

Ao clicar no botão “atualizar” do aplicativo MAR, este enviará três solicitações ao Servidor MAR, acessando as páginas: “sites.jsp”, “setores.jsp” e “alarmes.jsp”.

Primeiramente essas páginas farão uma conexão FTP na máquina real. O software Cerberus FTP Server aceitará a conexão mediante usuário e senha preestabelecidos. A partir daí se dará a transferência dos arquivos: “SitesFora.txt”, “SetoresFora.txt” e “AlarmesExternos.txt” da pasta “dados” do Vistop, na máquina real, para a pasta “ServidorMAR” na máquina virtual.

A Figura 13 mostra o diagrama de classes do Servidor MAR.

Figura 13 - Diagrama de classes do Servidor MAR.



Fonte: PRÓPRIA, 2015.

Após a transferência dos arquivos, o servidor JSP os transformará do formato texto para o formato JSON. Por fim, o Servidor MAR enviará três Strings no formato JSON em resposta a solicitação do aplicativo MAR.

4.3.2 Ação do aplicativo MAR

No smartphone Android, após o aplicativo receber os dados no formato JSON, uma nova tela abrirá informando a lista de sites (estações) inoperantes. Algumas informações importantes também estarão disponíveis nessa tela, tais como:

- ID da estação inoperante;
- BSC ou RNC a que pertence a estação;
- Data e hora do evento;

- Duração do evento;
- Regional a que pertence a estação;
- Cidade a que pertence a estação.

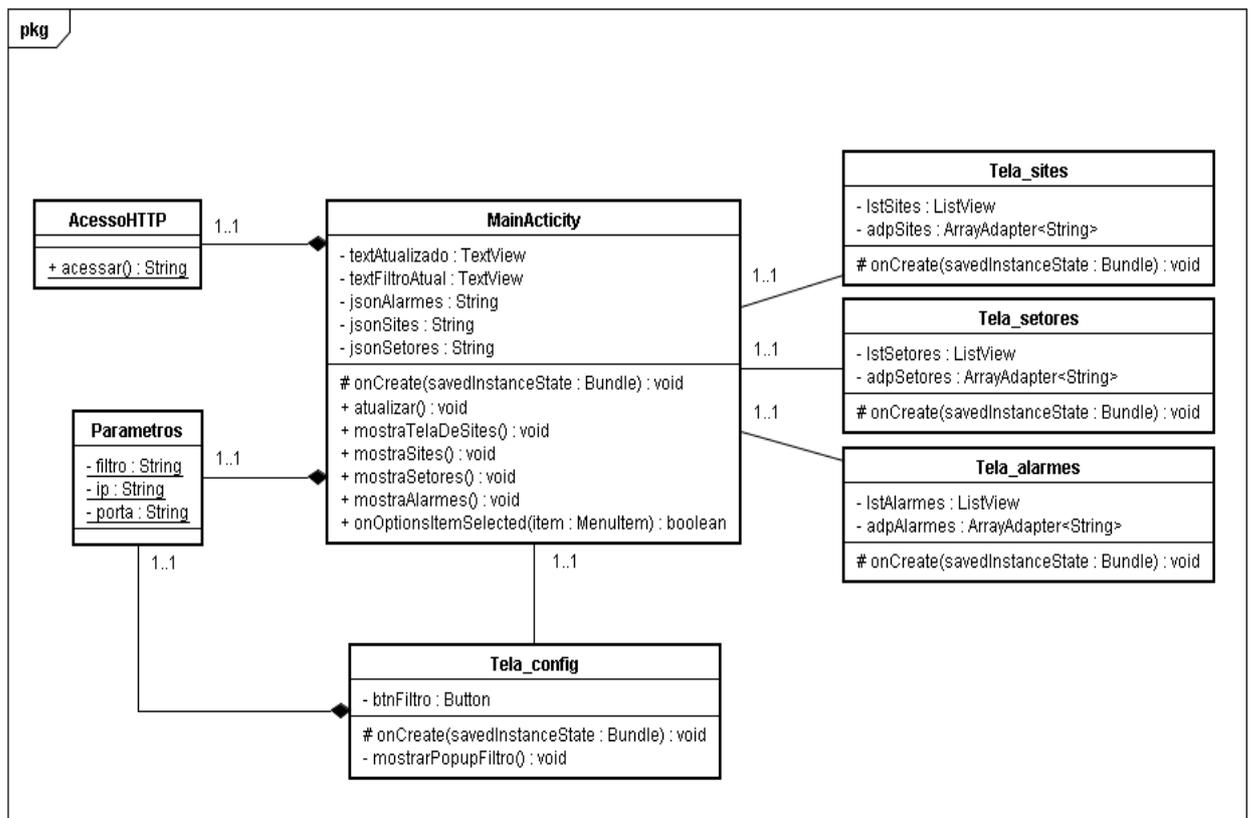
Quando o usuário utilizar o botão “Voltar” do smartphone, aparecerá na tela principal a data e o horário do último *log* de alarmes que o Servidor enviou. Aparecerá também o tipo de filtro de regional utilizado para a solicitação de dados ao Servidor.

Após a atualização realizada, o usuário poderá acessar três botões na tela principal, são eles:

- Sites inoperantes: que mostrará uma nova tela com informações das estações inoperantes;
- Setores inoperantes: que mostrará uma nova tela com informações dos setores inoperantes;
- Alarmes externos: que mostrará uma nova tela com informações dos alarmes externos da rede;

A Figura 14 apresenta o diagrama de classes do aplicativo MAR:

Figura 14 - Diagrama de classes do aplicativo MAR.



Fonte: PRÓPRIA, 2015.

Na tela principal há também a possibilidade do usuário filtrar as informações, que deseja solicitar ao Servidor, por regional. Deste modo o Servidor retornará apenas as informações da regional selecionada, fazendo com que menos dados sejam retornados, tornando a comunicação mais rápida. Para realizar esse filtro, o usuário deverá pressionar o botão de menu na tela principal e clicar no item “Configurações”. Uma nova tela surgirá com a opção de clicar e escolher a regional preferida. Após isto, o usuário utiliza o botão “Voltar” do smartphone, para voltar a tela principal. Nela, deverá novamente clicar no botão “Atualizar” para que o Servidor retorne os dados filtrados pela regional escolhida.

5 VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO

O protótipo do aplicativo MAR foi desenvolvido de forma a mostrar, na tela do smartphone, as principais informações de que o técnico de campo necessita saber quando surge um alarme crítico na rede. Sua função se restringe ao monitoramento. Nenhuma ação executada no aplicativo irá alterar dados no Servidor MAR ou no Servidor da operadora celular.

5.1 TESTES

Devido à falta de acesso direto ao servidor da operadora celular, por conta das políticas de segurança da empresa, o protótipo foi testado com conexão wifi entre o aplicativo e o Servidor MAR.

Para os testes executados, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Laptop da empresa de telefonia móvel celular com a seguinte configuração:
 - Máquina Virtual VM Ware com SO Windows XP;
 - Tomcat (servidor JSP) instalado na máquina virtual;
 - Máquina Real com SO Windows XP;
 - Cerberus FTP Server instalado na máquina real;
 - Software Vistop instalado na máquina real.
- Roteador wireless;
- Smartphone Motorola Moto G2, com a configuração:
 - SO Android 5.0.2.

Após estabelecer a comunicação entre o software Vistop e o Servidor da operadora celular, o Vistop inicia a transferência dos arquivos que contêm os *logs* de alarme da rede. Estes arquivos serão salvos na pasta “C:/dados” do laptop da operadora. A partir daí o usuário pode executar o aplicativo MAR.

5.1.1 Testes realizados sem o uso da opção “Filtro”

Sem configurar a opção “Filtro” o aplicativo solicitará ao Servidor MAR os três arquivos de *logs* de alarmes do Estado do Rio Grande do Sul inteiro. Sendo assim, as Figuras 15 e 16, ilustram o processo de “atualizar”, ou seja, solicitar ao Servidor MAR os alarmes ativos na rede.

A Figura 15 mostra o passo a passo para executar a primeira atualização de dados mostrada pelo aplicativo.

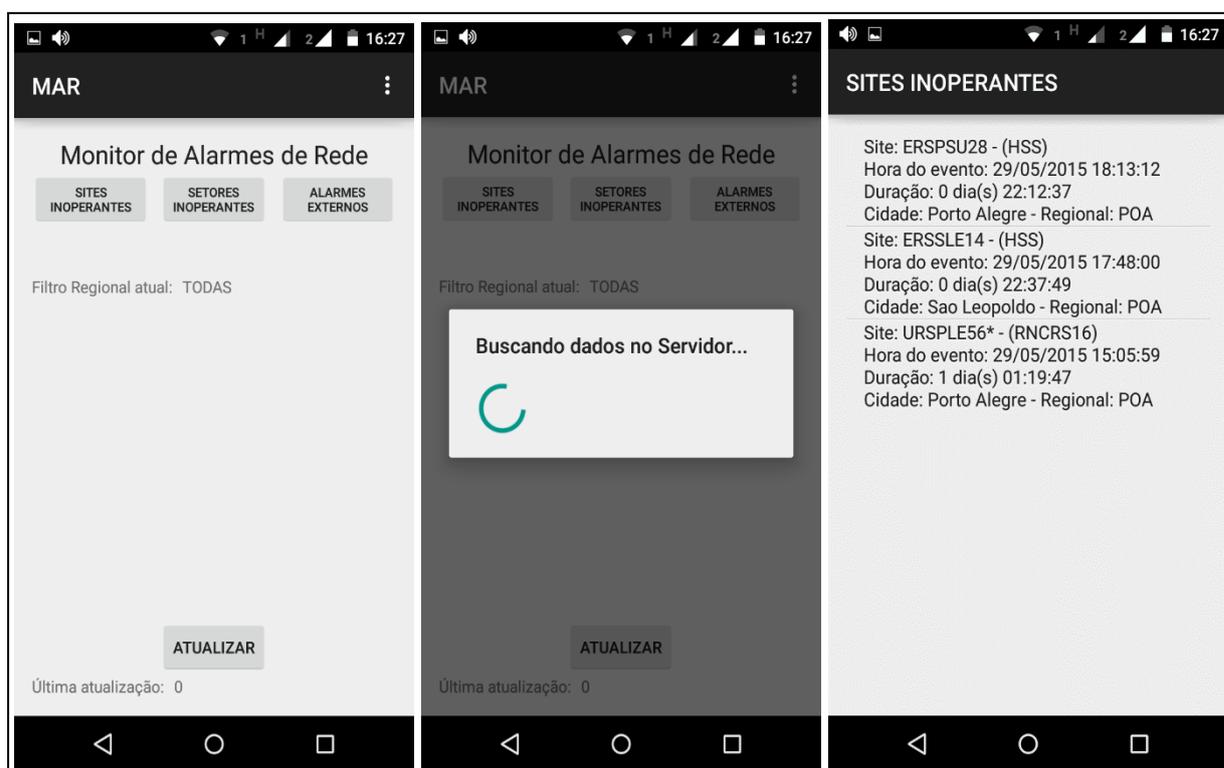
- Figura 15 - 1: mostra a tela inicial antes de qualquer ação a ser tomada pelo usuário;
- Figura 15 - 2: mostra a tela inicial após o usuário clicar no botão “Atualizar”;
- Figura 15 - 3: mostra a tela que surge após o fim da busca de dados pelo Servidor.

Figura 15 - Processo de atualização dos alarmes de rede no aplicativo MAR.

Figura 15 - 1

Figura 15 - 2

Figura 15 - 3



Fonte: PRÓPRIA, 2015.

A Figura 16 mostra o passo a passo para mostrar os alarmes referentes a setores inoperantes e alarmes externos.

- Figura 16 - 1: ao clicar no botão “Voltar” do smartphone, a tela “Sites Inoperantes” sumirá, dando lugar à tela principal que mostrará a informação de data e hora atualizados. Esta informação aparece logo abaixo do botão “Atualizar”;
- Figura 16 - 2: mostra a tela de setores inoperantes após o usuário clicar no botão “Setores Inoperantes” na tela inicial;
- Figura 16 - 3: mostra a tela de alarmes externos após o usuário clicar no botão “Alarmes Externos” na tela inicial.

Figura 16 - Atualização dos alarmes de rede no aplicativo MAR.

Figura 16 - 1

Figura 16 - 2

Figura 16 - 3



Fonte: PRÓPRIA, 2015.

5.1.2 Testes realizados utilizando a opção “Filtro”

Na tela principal do aplicativo há o botão de “Menu”, representado por três pontos verticais no canto superior direito da tela. Ao clicar nele, aparecerá a opção “CONFIGURAÇÕES”. Clicando nesta opção uma nova tela surgirá com o botão filtro, configurado, inicialmente, para todas as regionais. Ao clicar no botão “Filtro”, várias opções aparecerão logo abaixo. Neste exemplo, foi escolhida a regional POA. Após sua seleção deve-se utilizar o botão “voltar” do smartphone para voltar a tela principal. Nesta tela, ao clicar no botão “Atualizar”, o aplicativo solicitará ao Servidor MAR os três arquivos de *logs* de alarmes, do Estado do Rio Grande do Sul, filtrados somente pela regional POA.

As Figuras 17 e 18 ilustram o processo da solicitação dos alarmes exibindo apenas aqueles pertencentes à regional POA.

A Figura 17 mostra o passo a passo para mostrar os sites inoperantes filtrados por uma regional do RS, neste caso, a regional POA.

- Figura 17 - 1: inicialmente o botão “Filtro” está configurado para que o aplicativo solicite, ao Servidor MAR, os alarmes de toda a regional RS. Ao clicar neste botão, aparecerá as opções de filtragem por regional;
- Figura 17 - 2: mostra a tela com o botão “Filtro” informando a regional escolhida, neste caso, POA;
- Figura 17 - 3: após o usuário clicar novamente no botão “Atualizar” a tela mostrará a lista de sites inoperantes, porém desta vez, exibirá somente a lista de sites pertencentes à regional POA.

Figura 17 - Alarmes de rede no aplicativo MAR filtrados pela regional POA.

Figura 17 - 1

Figura 17 - 2

Figura 17 - 3



Fonte: PRÓPRIA, 2015.

A Figura 18 mostra o passo a passo para mostrar os alarmes referentes a setores inoperantes e alarmes externos.

- Figura 18 - 1: ao clicar no botão “Voltar” do smartphone, a tela “Sites Inoperantes” sumirá, dando lugar à tela principal que mostrará a informação do filtro atualizada com a opção escolhida, neste caso, a regional POA;
- Figura 18 - 2: ao clicar no botão “Setores Inoperantes”, a tela de setores inoperantes exibirá apenas os alarmes de setores pertencentes à regional POA;
- Figura 18 - 3: ao clicar no botão “Alarmes Externos”, a tela de alarmes externos exibirá apenas os alarmes de sites pertencentes à regional POA;

Figura 18 - Alarmes de rede exibidos no aplicativo MAR filtrados pela regional POA.

Figura 18 - 1

Figura 18 - 2

Figura 18 - 3



Fonte: PRÓPRIA, 2015

5.2 PROBLEMAS ENCONTRADOS

Um problema encontrado no desenvolvimento do aplicativo MAR foi a política de segurança da empresa de telefonia móvel. Ela restringiu o acesso direto ao servidor da operadora e, devido a isso, foi necessário criar um sistema para suporte ao aplicativo e envolver vários softwares para chegar a resultados satisfatórios.

Esta restrição também afetou o modo de comunicação do aplicativo com o servidor MAR, pois o planejamento inicial previa testes utilizando conexão de dados em tecnologia GSM e 3G.

Como estes testes não resultariam em velocidades reais, já que as conexões de dados não se dariam diretamente com o servidor da operadora, o projeto sofreu uma alteração, passando a utilizar comunicação wifi entre o aplicativo e o servidor MAR. Desta forma, os testes realizados detêm-se apenas aos resultados obtidos e não a velocidade com que os dados foram coletados.

6 CONCLUSÃO

O trabalho mostrou a importância do monitoramento da rede de uma operadora celular e como ele coopera para manter os indicadores de disponibilidade de rede. Esta é uma ferramenta fundamental na detecção de anomalias, auxiliando o técnico de campo, do setor de O&MR, a identificar a origem de um alarme crítico na rede.

Os testes obtiveram resultados satisfatórios, pois exibem os dados necessários para auxiliar o técnico de campo da operadora celular.

O aplicativo MAR mostrou-se útil na sua tarefa de agilizar o processo de verificação de tais alarmes na rede, proporcionando ao seu usuário, total liberdade no monitoramento dos alarmes ativos, dispensando a necessidade de um recurso humano remoto para execução de tal tarefa. Embora o protótipo não tenha sido implementado em uma estrutura ideal de rede, ele executou, com sucesso, as ações que lhe foram determinadas.

A grande questão a ser resolvida para acessar o servidor da operadora é a criação de um meio de comunicação seguro entre o aplicativo e o servidor. Este problema poderia ser resolvido com o uso de VPN, logo, o estudo e a implementação desse meio de comunicação é o tema principal para o próximo passo na evolução do aplicativo.

O resultado dos testes serão enviados a operadora celular para que seja ilustrada a agilidade que esta ferramenta proporciona às equipes de campo. Esta pode ser uma oportunidade de pleitear recursos para que o aplicativo mostre seu desempenho em tempo real.

7 BIBLIOGRAFIA

GONÇALVES, Edson. *Desenvolvendo Aplicações Web com JSP, Servlets, JavaServer Faces, Hibernate, EJB 3 Persistence e Ajax*. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2007.

KOCHEM, A. C. B. *Controle de admissão de chamadas, reserva de recursos e escalonamento para provisão de QoS em redes GPRS*. 2003. 103f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Paraná 2003.

MELO, E. H. *Análise de tráfego 3G/HSPA*. 2010. 93f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco 2010.

MICROSOFT. Usando JSON (JavaScript Object Notation) (aplicativo do Tempo de Execução do Windows em C++, C# ou Visual Basic). Disponível em: <<https://msdn.microsoft.com/pt-br/library/windows/apps/xaml/hh770289.aspx>>. Acesso em: 04/07/2015.

MAIA, Felipe. OLHAR DIGITAL. A história de Andy Rubin, a mente por trás do Android. 2013. Disponível em: <<http://olhardigital.uol.com.br/noticia/quem-e-andy-rubin-o-homem-que-deixa-o-android-anos-apos-te-lo-criado/33218>>. Acesso em: 08/06/2015.

MENDES, M. G. *Utilização da estimativa do canal (sounding) na alocação de recursos de rádio no enlace reverso (uplink) de redes long term evolution – LTE*. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

NAKAMURA; TAKAHARU. LTE and LTE-advanced: radio technology aspects for mobile communications. 2011. Disponível em: <ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6050508>. Acesso em: 26/05/2015.

OFICINA DA NET. GSM o que é e como funciona. Disponível em: <http://www.oficinadanet.com.br/artigo/733/gsm_o_que_e_e_como_funciona> Acesso em 29/05/2015.

PITTELLA, Felipe. JAVA FREE.ORG. O que é JSP. 2013. Disponível em: <<http://javafree.uol.com.br/artigo/1409/O-que-e-JSP.html>>. Acesso em: 08/06/2015.

SUPER INTERESSANTE. Conheça a história do Android, o sistema operacional mobile da Google. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/conheca-a-historia-do-android-o-sistema-operacional-mobile-da-google#0>>. Acesso em: 08/06/2015.

TELECO. Seção Estatísticas Brasil. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/estatis.asp>>. Acesso em: 03/06/2015.

WAGNER, M. S. *Influência de Protocolos de Segurança Sobre o Desempenho de Redes UMTS*. 2009. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo 2009.