

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE QUIXADÁ
CURSO DE REDES DE COMPUTADORES

**SEPARAÇÃO DO DOMÍNIO DE BROADCAST DE UMA REDE BRIDGE DO
PROVEDOR DE INTERNET FORTALNET BUREAL EM QUIXADÁ**

Projeto de Rede

Diego Oliveira Gonçalves

Orientador:

Prof. MSc Marcos Dantas Ortiz

Co Orientador:

Prof. MSc Michel Sales Bonfim

QUIXADÁ

Janeiro, 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- G624s Gonçalves, Diego Oliveira.
 Separação do domínio de broadcast de uma rede bridge do provedor de internet Fortalnet Bureal em Quixadá / Diego Oliveira Gonçalves. – 2016.
 50 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Redes de Computadores, Quixadá, 2016.
 Orientação: Prof. Me. Marcos Dantas Ortiz.
 Coorientação: Prof. Me. Michel Sales Bonfim.
1. Provedores de serviço de Internet (Quixadá - CE). 2. Roteadores (Redes de computadores). 3. Bridge (Redes de computadores). I. Título.

CDD 004.6

Sumário

LISTA DE ABREVIATURAS.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. OBJETIVO DO PROJETO	5
3. ESCOPO DO PROJETO	6
4. CONCEITOS.....	6
4.1 Redes Bridge.....	6
4.2 Roteamento Estático e Repasse	7
4.3 Broadcast	8
5. REQUISITOS DO PROJETO	9
5.1 Objetivos de Negócio.....	9
5.2 Objetivos Técnicos	9
5.4 Aplicações da rede	10
5.4 Comunidade de Usuários	13
6. CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO ATUAL DA REDE	13
7.1. Topologia da rede	17
7.2 Nomenclatura.....	18
7.3 Endereçamento.....	19
7.4 Segurança.....	27
7.5 Gerência	27
8. PROJETO FÍSICO DA REDE	28
8.1 Tecnologias para a rede WAN.....	28
8.2 Cabeamento	28
8.3 Tecnologias utilizadas.....	28
8.4 Mapa da rede.....	29
8.5 Cabeamento Estruturado	30
8.6 Gerenciamento da rede	32
9. IMPLANTAÇÃO	35
9.1 Atividade 1: Mudança de endereços IP de clientes	35
9.2 Atividade 2: Coleta de dados da rede	35
9.3 Atividade 3: Implantação dos nós na rede	36
9.4 Atividade 4: Monitoramento e controle das mudanças	36
9.5 Atividade 5: Análise da coleta de dados	36
10 ORÇAMENTO.....	37
10.1 Mão de obra	37
10.2 Recursos Materiais.....	37

11	RESULTADOS.....	37
12	CONCLUSÃO.....	39
	APENDICE A – DECLARAÇÃO DE SATISFAÇÃO DA EMPRESA.....	41
	ANEXO A - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS EQUIPAMENTOS.....	42
	REFERÊNCIAS.....	50

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- G624s Gonçalves, Diego Oliveira.
 Separação do domínio de broadcast de uma rede bridge do provedor de internet Fortalnet Bureal em Quixadá / Diego Oliveira Gonçalves. – 2016.
 50 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Redes de Computadores, Quixadá, 2016.
 Orientação: Prof. Me. Marcos Dantas Ortiz.
 Coorientação: Prof. Me. Michel Sales Bonfim.
1. Provedores de serviço de Internet (Quixadá - CE). 2. Roteadores (Redes de computadores). 3. Bridge (Redes de computadores). I. Título.

CDD 004.6

LISTA DE ABREVIATURAS

ISP	<i>Internet Service Provider</i>
OSPF	<i>Open Shortest Path First</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>
OSI	<i>Open Systems Interconnection</i>
MAC	<i>Media Access Control</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
SSID	<i>Service Set Identifier</i>
ICMP	<i>Internet Control Message Protocol</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
AS	<i>Autonomous System</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
TDMA	<i>Time Division Multiple Access</i>
MNDP	<i>MikroTik RouterOS Neighbor Discovery Protocol</i>

1. INTRODUÇÃO

O provedor de Internet Fortalnet Bureal Comércio e Serviços Ltda, com sede em Fortaleza Ceará leva seus serviços por diversos municípios do estado do Ceará. E com o objetivo de melhorar o serviço prestado aos clientes, a empresa deseja implementar uma mudança na topologia empregada em sua rede. A empresa responsável por prover os serviços da Fortalnet é a OBA Informática, parceira comercial da Fortalnet há 11 anos, que está situada no município de Quixadá-CE, à 165 km da capital cearense. A empresa provê serviços para aproximadamente 1.400 clientes onde aproximadamente 400 são da região de Baturité e 250 da região de Banabuiú e 150 de Ibicuitinga. A OBA será a empresa responsável por realizar a atualização da topologia da rede.

Este projeto tem como objetivo atualizar a topologia da rede realizando a fragmentação do domínio de *broadcast* da rede do provedor através de roteamento estático, a fim de alcançar melhorias na prestação do serviço buscando a satisfação do cliente final, e conseqüentemente ganhar cada vez mais credibilidade com os clientes gerando um bom *marketing buzz*¹ do provedor para futuramente aumentar a receita da empresa. Essa atualização trata-se da mudança da topologia de rede em *bridge*, ou seja, sem roteamento. Para uma rede roteada com implantação de um roteador na principal torre de rádio da empresa situada no Santuário, no município de Quixadá.

Se bem sucedida, a atualização da rede afetará de maneira positiva todas as cidades que fazem parte da rede do sertão central que atualmente estão no mesmo domínio de *broadcast*, ou seja, toda mensagem que um *host* envia para a rede com o destino sendo o endereço de *broadcast*, todos os outros *host* da rede receberão essa mensagem e irão trata-la, definindo se essa mensagem é importante ou não para cada *host*. Todo o tráfego dessa rede é direcionado para uma única interface do roteador de borda da rede, isso gera um atraso nas requisições. A divisão desse domínio de *broadcast* gera uma diminuição do número de mensagens que os *hosts* devem tratar, e ocorre uma divisão do tráfego em diferentes interfaces dos roteadores.

2. OBJETIVO DO PROJETO

O objetivo deste projeto é de realizar uma atualização da topologia de rede do provedor de Internet Fortalnet Bureal utilizando roteamento estático para separação do domínio de *broadcast* em Quixadá, Baturité, Ibicuitinga e Banabuiú que fará com que o

¹Marketing no qual a interação entre os consumidores ou utilizadores de um serviço ou produto serve para amplificar a mensagem publicitária original. Também conhecido como marketing boca a boca.

desempenho da rede melhora diminuindo a quantidade de mensagens broadcast na rede e, conseqüentemente, garantindo um maior aproveitamento da banda passante. A nova tecnologia de rede garantirá uma melhoria no desempenho da rede do provedor e conseqüentemente na melhor experiência dos clientes.

3. ESCOPO DO PROJETO

O escopo do projeto é de atualizar a tecnologia de roteamento da rede de um provedor de Internet que interconecta diversos municípios do estado do Ceará, no entanto a atualização será aplicada apenas a alguns dos municípios atendidos pela equipe da Fortalnet em Quixadá, ou seja, Baturité, Quixadá, Ibicuitinga e Banabuiú. A nova rede será acessada por funcionários das equipes de Quixadá e Baturité. Não faz parte do escopo do projeto atualizar qualquer rede fora dos domínios da equipe de Quixadá nem adicionar roteamento em torres de rádios repetidores dentro das cidades, ou seja, o único ponto com roteamento será o Santuário em Quixadá.

O trabalho será realizado pelas equipes de Quixadá, Baturité, Banabuiú e Fortaleza. A atualização da rede transformará a rede atual, que está em *bridge*, em uma rede roteada utilizando o rotas estáticas, definidas manualmente pelo administrador da rede. Esta atualização tem como principal objetivo a diminuição do volume de mensagens *broadcast* trafegando na rede separando as áreas de atuação das cidades em domínios de *broadcast* próprios. Por exemplo: no domínio de *broadcast* de Quixadá estarão contidas as cidade de Quixadá, Choró, e os distritos de São João dos Queiroz, Custódio e etc. O domínio de Banabuiú conterà os municípios de Banabuiú, Pedra Branca e os distritos de Valência e Jiqui. O de Baturité conterà os municípios de Baturité, Aracoiaba, Mulungu e as localidades de Lameirão, Baixa Grande e Gameleira.

4. CONCEITOS

A seguir serão apresentados os conceitos relacionados a este projeto.

4.1 Redes Bridge

Redes em *bridge* são redes que ignoram qualquer protocolo de roteamento e operam em camada de enlace. As mensagens são transmitidas através do endereço MAC de destino. Segundo Diógenes (2004), as *bridges* são confundidas com os *switches*, no entanto são equipamentos totalmente distintos. O *switch* realiza a função da *bridge* em várias portas mas não tem acesso à camada de rede, já uma *bridge* configurada em um ponto de acesso pode ter acesso à camada de rede através do seu *software*. A rede *bridge*

é um segmento independente entre as redes, pode crescer por longos enlaces através de *switch*, fibra óptica, rádios digitais e etc.

Na topologia de rede *bridge*, um dispositivo concentrador das requisições armazena uma tabela com todos os endereços MAC dos dispositivos presentes na rede, quando um novo nó é adicionado à rede, mensagens *broadcast* são disparadas na rede para atualizar a tabela de endereços MAC.

Como pode ser observado na figura 1, duas LAN interconectadas através de uma *bridge* apresentam o mesmo domínio de *broadcast* e estão sob a mesma máscara de rede. A *bridge* apenas interconecta as LAN mas não faz nenhum tipo de separação entre elas.

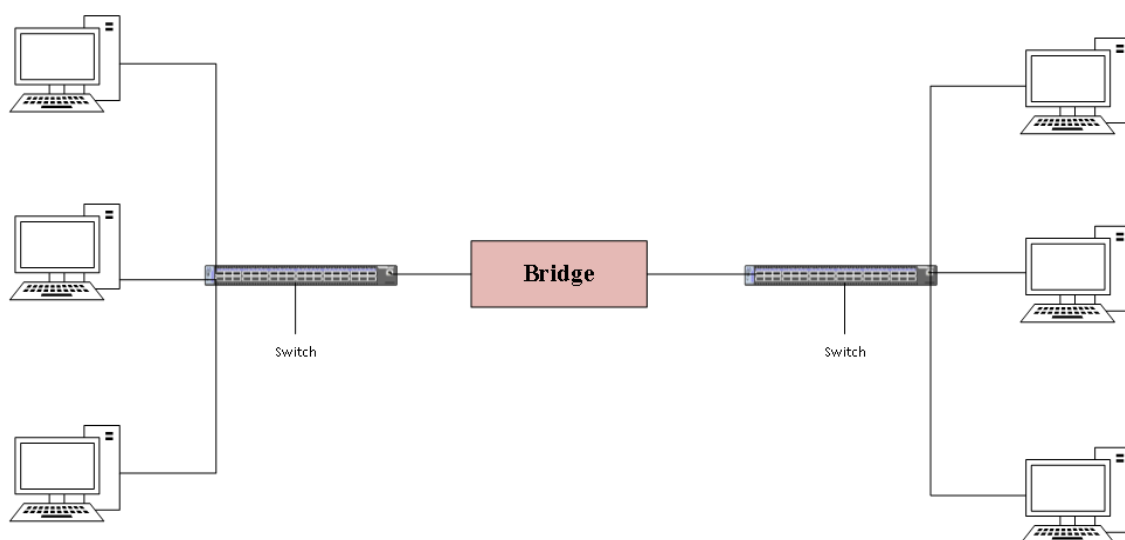


Figura 1 – *Bridge*

4.2 Roteamento Estático e Repasse

Segundo Kurose (2010), o repasse é quando um pacote chega ao enlace de entrada de um roteador, este deve conduzi-lo até o enlace de saída apropriado. Se trata de uma tabela de rotas dentro do roteador que define para qual interface de saída cada pacote deve ir de acordo com o endereço de destino daquele pacote. O roteamento estático é a criação desta tabela de repasse feita manualmente pelo administrador da rede. Este roteamento não tem nenhum tipo de tomada de decisão pela camada de rede, e é ideal para redes simples devido a fácil implantação, mas não é recomendado para redes complexas devido a sua difícil manutenção.

4.3 Broadcast

Segundo Comer (2006) o *broadcast* é quando um único nó fonte envia uma mensagem para todos os outros nós da rede. Quando um nó envia uma mensagem *broadcast* para seu vizinho que por sua vez duplica e envia para seus vizinhos exceto para o nó de quem recebeu, isso é conhecido como algoritmo de *broadcast* de inundação não controlada. O domínio de *broadcast* é o alcance de um pacote *broadcast* emitido por um *host* da rede pode alcançar sem que precise passar por um roteador.

Podemos observar na figura 2 uma mensagem *broadcast* sendo enviada do computador C1 para todos os computadores sob o mesmo domínio de *broadcast*.

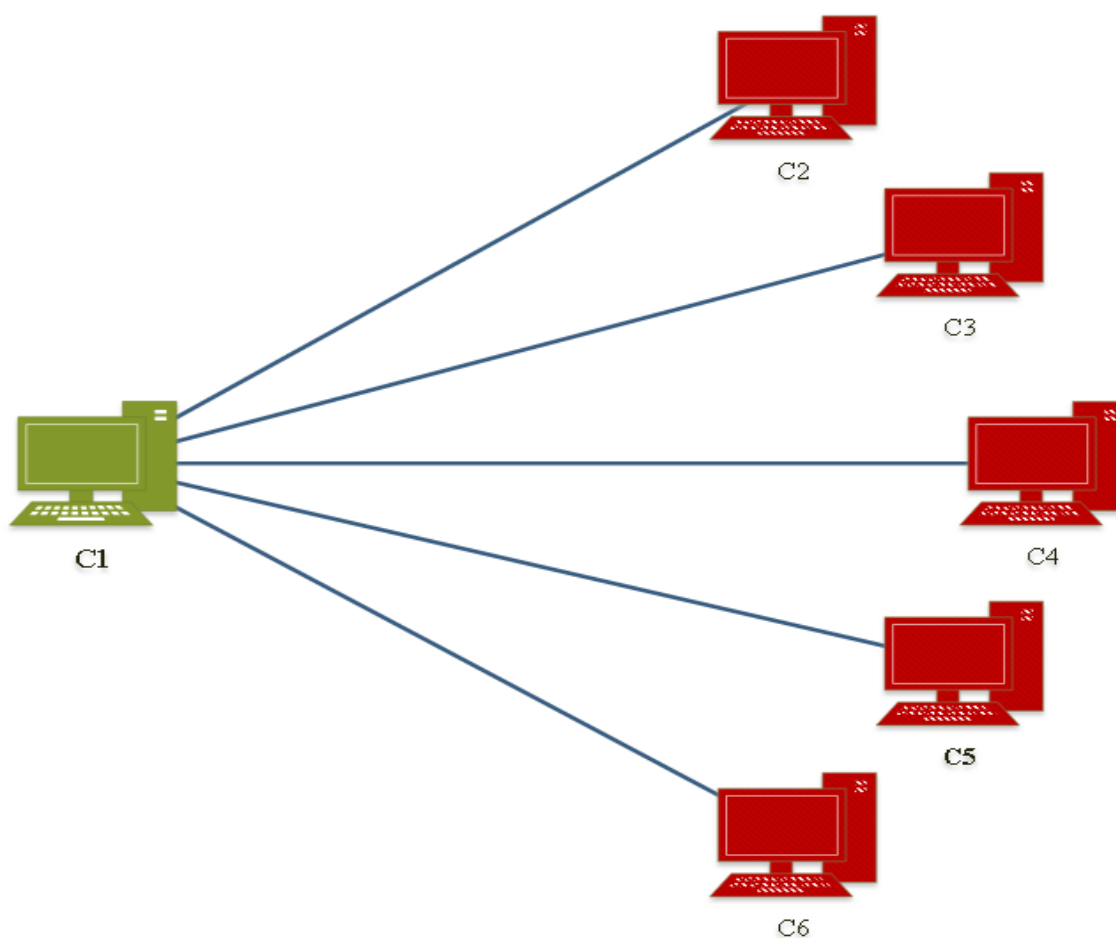


Figura 2 – *Broadcast*

5. REQUISITOS DO PROJETO

5.1 Objetivos de Negócio

O principal objetivo com esta atualização de tecnologia roteamento da rede é fazer com que a empresa consiga aumentar sua disponibilidade e diminuir o número de falhas na rede e consequentemente diminuir o custo com manutenções.

O principal *marketing* da empresa na região é o *buzz*, com a disponibilidade da rede aumentando e isolando falhas isso gera uma satisfação maior dos clientes e acarreta em um *marketing* positivo a favor do provedor levando a um aumento no número de clientes.

5.2 Objetivos Técnicos

O projeto de atualização da tecnologia de roteamento da rede tem como principal vantagem a diminuição do domínio de *broadcast* da rede. Isso acarreta num melhor controle de falhas, pois as falhas oriundas de injeção de DHCP ou excesso de mensagens *broadcast* ficarão isoladas em cada domínio de *broadcast*. Aumentar a velocidade da rede, reduzir falhas, aumentar a disponibilidade do *link*, prover internet de qualidade e de baixo custo para aos clientes da Fortalnet, garantir a segurança da rede e diminuir custos com manutenção. São os benefícios esperados dessa atualização:

Disponibilidade:

Podemos ver abaixo a tabela 1 com o SLA ou ANS que significa acordo de nível de serviço. Esta tabela define um parâmetro para manter a disponibilidade da rede em 98,5%, e define a quantidade máxima de tempo indisponível da rede por dia, semana, mês e ano. Esses períodos de indisponibilidade devem ser provenientes de manutenção da rede.

SLA	Por Dia	Por Semana	Por Mês	Por Ano
98,5%	21m 36.0s	2h 31m 12.0s	10h 57m 26.2s	5d 11h 29m 14.3s

Tabela 1 – Acordo de nível de serviço - SLA

Desempenho: Largura de Banda de 1 Gbps

Segurança: Utilização de usuários e senhas para acesso aos equipamentos e cadeados e caixas de metal nas torres.

Na tabela 2 com valores de *trade-off* esperados com valores que determinam a importância de cada característica da rede para este projeto. O total é 100% de prioridade e cada característica tem um valor atribuído e quanto maior o valor, maior a relevância desta característica para o projeto.

Desempenho	30%
Segurança	10%
Disponibilidade	20%
Gerenciabilidade	10%
Redução do custo de manutenção	30%
Total	100%

Tabela 2 – Trade-off

Gerenciabilidade: É uma medida informal de o quão fácil e eficaz um serviço pode ser gerenciado. Essa meta é alcançada com a utilização de ferramentas de gerencia de redes descrita na seção 8.6.

Redução do custo de manutenção: Esta meta é alcançada com a segmentação do domínio de broadcast da rede. Quando um problema que afete todo o domínio de broadcast ocorrer, só afetará uma parcela da rede diminuindo os custos com a manutenção da rede.

5.4 Aplicações da rede

Aplicações já existentes:

Ping Test OBA-Fortalnet: Ferramenta web que utiliza tráfego ICMP para verificar o estado de cada rádio repetidor ou enlace. Nas figuras 5 e 6 podemos observar o Ping Test. Cada linha após um círculo verde representa um dispositivo acessível através do comando ping, se houvesse algum dispositivo inacessível, o círculo apareceria vermelho.

- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-**Oba-Santuário3**(172.16.1.11) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-**Rep-Juatama[oba santuario 2]**NanoStation5(172.16.1.12) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-[Grade(Zinwell)](172.16.1.13) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-**Rep-SantuárioPatio[oba-cohab]**Airg23(172.16.1.14) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-**Rep-CaixaDagua[oba-cedro-novaaurora]**Ag23(172.16.1.15) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-**RepNovosHorizontes[oba-santuário-1]**NS5(172.16.1.16) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-**Rep-CampoNovo[oba santuario 5.8]**Rocketm5(172.16.1.17) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-Rep-CampoNovo[oba santuario 5.8]Rocketm5-[Creche-Rainha-da-Paz(Nano5.8)](172.21.23.87) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-**Rep-5.8-Juatama[enl_sant_hot]**BulletM5(172.16.1.21) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-**Enl-Micro-Sant[enl-sant-baturite]-APC5M**(172.16.1.71) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-Enl-Micro-Sant[enl-sant-baturite]-APC5M-**Rep-Micro-Micro[oba-58-baturite-3]**rocketm5(172.16.1.72) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-Enl-Micro-Sant[enl-sant-baturite]-APC5M-**Rep-Micro-6[oba-58-fortalnet-6]**Wom5000(172.16.1.73) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-Enl-Micro-Sant[enl-sant-baturite]-APC5M-**Rep-Microondas[oba-58-fortalnet-08]**APC90(172.16.1.74) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-Enl-Micro-Sant[enl-sant-baturite]-APC5M-**Rep-Microondas[oba-base-5-altoalegre]**A23(172.16.1.75) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-Enl-Micro-Sant[enl-sant-baturite]-APC5M-**Rep-Microon[oba-fortalnet-58-baturite]**BS(172.16.1.76) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-Enl-Micro-Sant[enl-sant-baturite]-APC5M-**Rep-Microond[oba-fortalnet-baturite-2]**NS(172.16.1.77) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-Enl-Micro-Sant[enl-sant-baturite]-APC5M-**Rep2-Int-Microondas[oba-58-centro2]**Apc90(172.16.1.78) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(APC-5M)-Enl-Reserva]-Enl-Micro-Sant[enl-sant-baturite]-APC5M-**Rep-Int-**

Figura 5 – Ping Test Oba-Fortalnet <http://quixada.fortalnet.com.br/servidores/real/>

- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(A banabuiu)APC-[Oba-BnbSul(RocketM5)](10.192.5.9) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(A banabuiu)APC-**Rep-MK-Ban[Oba Fortalnet BNB Centro]**(10.192.5.11) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(A banabuiu)APC-**Rep-Ban-Jiq[Jiqui5.8]**Wom5000(10.192.5.18) 📡 📶 🛠
- Servidor-Quixada-VLAN-1560/BAT-VLAN-445-[Oba-Santuário(APC-5M Enlace-Reserva)]-[Santuário-Oba(A banabuiu)APC-**[Rep-5.8-Clientes-Banabuiu]**NanoStationM5(10.192.5.24) 📡 📶 🛠

Figura 6 – Ping Test Oba-Fortalnet 2

Zabbix: Ferramenta para monitoramento do consumo de banda de determinados dispositivos. Dispositivos como o roteador de borda ou rádios de enlaces de algumas regiões são monitorados para aferição do consumo de banda desses dispositivos. Na figura 7 podemos observar um gráfico do consumo de banda de 4 dias da interface do rádio que envia o *link* para a torre da Serra do Estevão. A linha azul, representa o tráfego de Upload da interface, a linha verde representa o tráfego de download da interface. O eixo X representa os horários do dia, e o eixo y representa o valor em Mbps do tráfego.

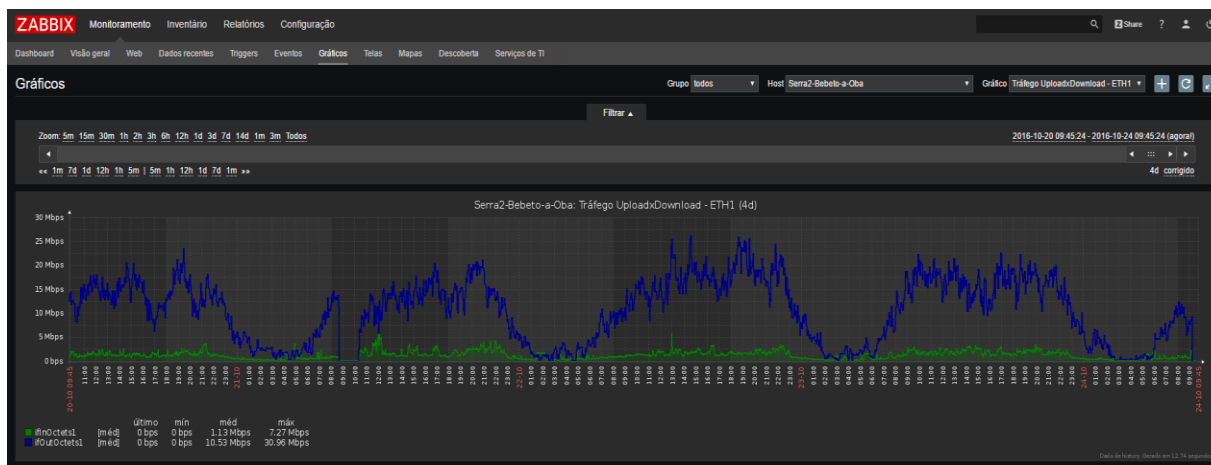


Figura 7 – Zabbix Fortalnet <<http://zabbix.fortalnet.com.br/zabbix/>>

Aplicações novas:

Foram implantadas funções adicionais do Zabbix como o mapa de rede e alarmes de dispositivos parados que podemos ver na figura 14 na seção 8.6. Junto a essa ferramenta será utilizado o Grafana2 que é software auxiliar para tornar o monitoramento mais fluido e com um *layout* mais amigável. Podemos observar uma imagem desta ferramenta implementada na rede na figura 18, sessão 8.6.

A ferramenta **The Dude** também foi implantada para monitoramento dos dispositivos, ela permite que seja feita uma análise do tráfego e a disponibilidade de cada dispositivo. Por se tratar de uma ferramenta proprietária da Mikrotik, ela oferece uma integração com os dispositivos da marca, podendo utilizar funcionalidades específicas para manutenção e configuração de cada dispositivo. Podemos ver uma imagem da ferramenta implementada na rede figura 16 na seção 8.6.

A ferramenta **AirControl 2** proprietária da Ubiquiti foi implantada para monitorar os dispositivos da marca, ela permite que seja observado os níveis e qualidade de sinal em cada rádio, permite que possa ser atualizado o firmware de todos os rádios da rede simultaneamente. A imagem da ferramenta implementada na rede pode ser vista na figura 17 na seção 8.6

² O Grafana é um *software* que permite visualizar os dados do Zabbix em uma interface mais amigável, ajudando o administrador da rede a detectar falhas mais rapidamente.

5.4 Comunidade de Usuários

Podemos ver na tabela 3 abaixo a comunidade de usuários da rede. Podemos observar a quantidade de cada tipo de usuário da rede e os recursos que cada categoria de usuário utiliza na rede.

Usuários.	Tamanho	Recursos
Técnicos e suporte técnico	27 pessoas	Internet, e dispositivos de rádio
Administradores de rede	6 pessoas	Internet, dispositivos de rádio, gerencia, banco de dados, Gerenciamento de conexões do sistema de autenticação.
Setor financeiro	4 pessoas	Internet, Sistema de liberação e bloqueio de clientes
Clientes	1400	Internet

Tabela 3 – Comunidade de usuários.

6. CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO ATUAL DA REDE

Esta seção descreve o estado da rede antes da implantação do roteamento na rede.

Para facilitar a identificação dos componentes no projeto criamos as seguintes nomenclaturas:

- **Rádio Enlace:** Antena de rádio utilizada em enlaces ponto a ponto.
- **Rádio Repetidor:** Antena de rádio utilizada para transmitir dados para as antenas dos clientes finais. Estão situados nas torres de enlace.
- **Rádio Cliente:** Antena de rádio que recebe o sinal dos rádios repetidores. Estão situados nas casas dos usuários finais.

Uma nomenclatura mais detalhada de cada dispositivo está descrita na seção 7.2.

Observando a figura 8, o ISP utiliza uma topologia em estrela estendida, onde uma torre envia o *link* de Internet para clientes finais e para outra torre que por sua vez envia para outros clientes e torres.

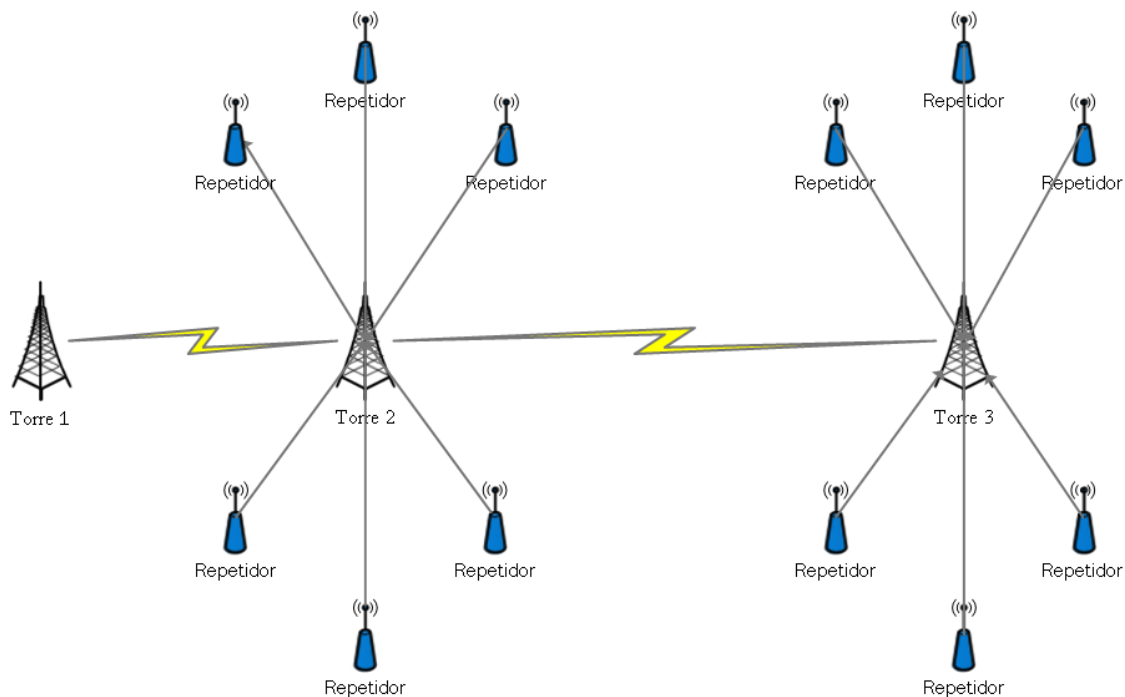


Figura 8 – Topologia estrela estendida usada na Fortalnet

Como podemos observar na figura 9, o *link* de 1Gbps chega à Quixadá na Torre Oba através de uma fibra óptica do cinturão digital fornecida pela empresa Wirelink. A partir deste ponto o *link* é distribuído para outras torres dentro de Quixadá e outras localidades e cidades. O *link* que chega em Quixadá fornece internet para as seguintes localidades: Quixadá, Baturité, Aracoiaba, Mulungu, Banabuiú, Pedra Branca, Jiqui Ibicuitinga, Morada Nova, Choró Limão, Califórnia, São João dos Queiroz, Custódio, Juatama, Uruquê, Serra do Estevão, Saquinho e outras localidades rurais menores.

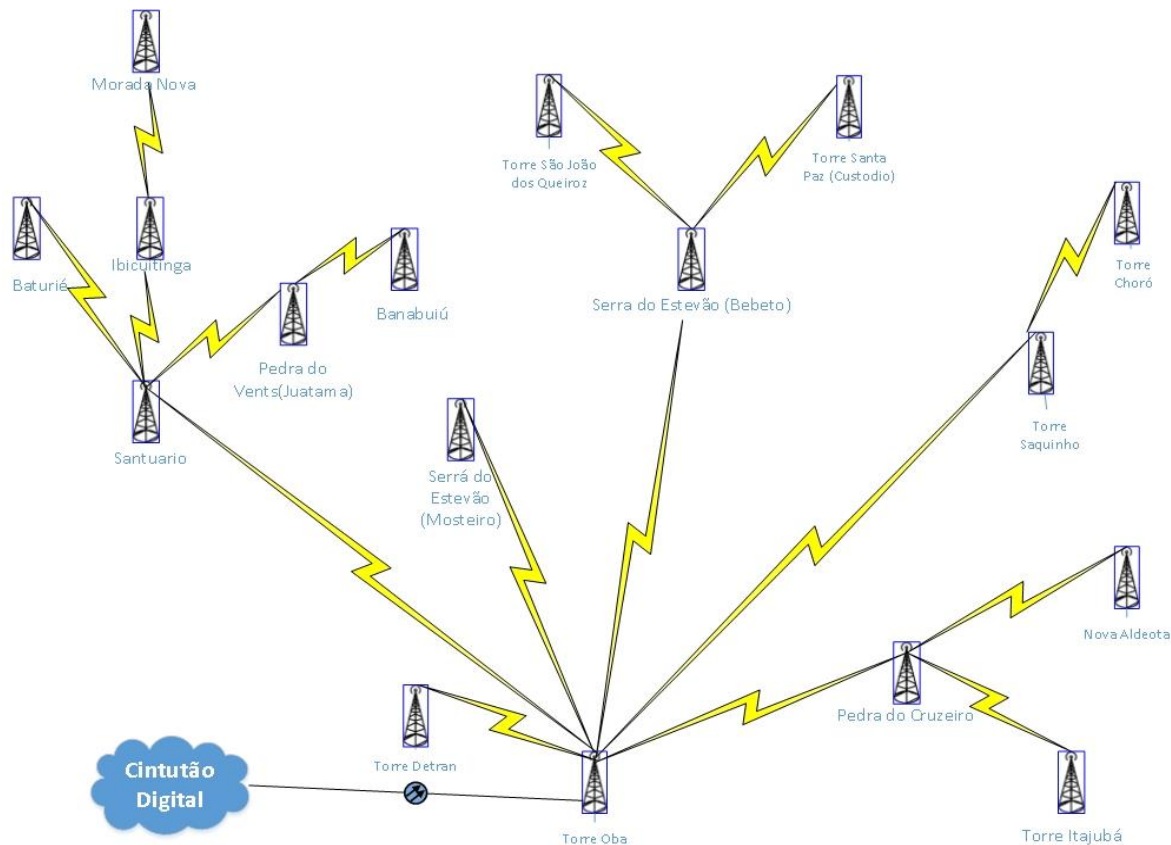


Figura 9 - Mapa da rede Fortalnet em Quixadá

A rede atual da Fortalnet na Oba - Quixadá utiliza a tecnologia *bridge* e todos os rádios em todas as torres fazem parte do mesmo domínio de *broadcast*. Os dispositivos utilizados na distribuição de Internet são antenas de rádio 5.8Ghz das fabricantes Mikrotik³, Intelbras⁴ e Ubiquiti⁵, ambas utilizam protocolos proprietários sobre o IEEE 802.11a/n WiFi.⁶

A rede está segmentada em dois tipos de endereçamento: o endereçamento de rádio enlace e repetidores, e endereçamento de rádios clientes. Os endereços IP de repetidores são de classe B (172.16.0.0/16) e os de clientes são de classe A (10.0.0.0/8). O processamento de todo tráfego da rede é realizado no servidor Mikrotik Cloud Core

³ MikroTik é uma empresa da Letônia, fabricante de equipamentos para redes de computadores. Vende produtos wireless e roteadores.

⁴ Fabricante de produtos e soluções em Segurança, Telecomunicações e Redes, a empresa atua em gerenciamento de imagem, centrais condominiais, na fabricação de produtos de segurança eletrônica, switches para pequenas e médias empresas e em telefonia.

⁵ Um dos principais inovadores em tecnologias de banda larga externa sem fio, anunciou hoje o lançamento de uma revolucionária tecnologia de banda larga externa sem fio global chamada AirMax.

⁶ Uma série de padrões criados pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) que define padrões de transmissão e codificação para comunicação sem fio, também conhecido como WI-FI ou Wireless.

CCR 1036 situado na empresa OBA em Quixadá. Todos os endereços IP são atribuídos estaticamente em cada cliente.

Atualmente a rede apresenta problemas com relação ao domínio de *broadcast*, com o excesso de mensagens *broadcast* na rede gerando um grande tráfego e ocupando a largura de banda com essas mensagens que poderia ser utilizada apenas para o tráfego de requisições dos clientes. Com medições feitas com a ferramenta Wireshark⁷ a rede atual apresentou uma média de 67,3% de mensagens *broadcast* na rede. Essa medição foi realizada com uma máquina com o sistema operacional Windows X com a interface de rede cabeada conectada diretamente a rede *bridge* da rede Fortalnet. Foram realizadas 10 coletas de tráfego de rede com duração de 1 hora em locais diferentes da rede para garantir que a taxa de *broadcast* estava realmente semelhante em qualquer ponto da rede. Foram coletados dados nas Torres Oba, Evaristo, Santuário, Ibicuitinga e Banabuiú.

Esse grande domínio de *broadcast* causa um grande problema quando há injeção de DHCP na rede pois isso prejudica a rede inteira, causando transtornos aos clientes e exigindo um custo de manutenção alto pois leva tempo para identificar a fonte do problema. A injeção de DHCP ocorre quando um rádio, devido a oscilação na energia, retorna as configurações padrão de fábrica, adicionando endereços IP já existentes na rede e gerando conflitos de IP.

Podemos ver na tabela 4 os valores de uma coleta de mensagens *broadcast* utilizando o filtro de pesquisa `eth.addr == ff:ff:ff:ff:ff:ff` para mostrar a quantidade de mensagens *broadcast* e a porcentagem delas. E o filtros `arp` e `tcp` para mostrar a porcentagem de mensagens com esses protocolos respectivamente. Este mesmo processo será refeito quando a atualização da tecnologia de roteamento da rede for realizada para aferir as novas taxas de mensagens *broadcast* em cada domínio distinto. Essa coleta mostra a porcentagem de mensagens *broadcast* na rede que nesta coleta apresentada na figura 10, trata-se de 75,3% onde 1,6 % é proveniente do protocolo PPPoE, que é o protocolo utilizado para atribuir os endereços nos dispositivos dos clientes mediante a uma autenticação. 70,3% proveniente do protocolo ARP, que é um protocolo utilizado para descoberta de endereços IP na camada de enlace. Quanto maior a rede maior a quantidade de mensagens do protocolo ARP na rede. E 1,3% do protocolo MNDP que é um protocolo de monitoramento e manutenção proprietário da Mikrotik.

⁷ É um programa que analisa o tráfego de rede, e o organiza por protocolos.

Protocolo	Total de pacotes	Pacote por protocolo	Porcentagem
ARP	137.790	96.908	70.3%
PPPoE	137.790	2.205	1.6%
MNDP	137.790	1.833	1.3%
TCP	137.790	15.080	10.9%

Tabela 4 – Porcentagem de tráfego de cada protocolo na rede

7. PROJETO LÓGICO DA REDE

7.1. Topologia da rede

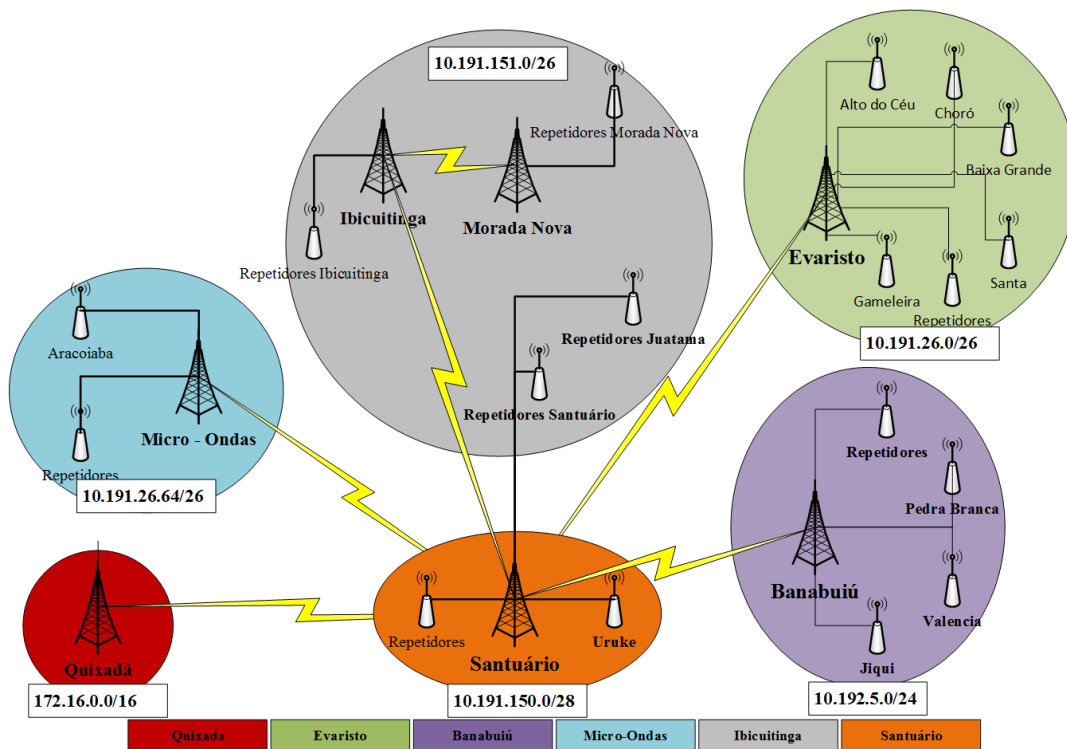


Figura 11 – Topologia Lógica da Rede

O link de rede chega à Quixadá através de uma fibra óptica do cinturão digital fornecida pela empresa Wirelink. A rede inteira faz parte do mesmo domínio de *broadcast* mas, como podemos ver na figura 11, os domínios foram separados em regiões a partir do ponto de distribuição no Santuário em Quixadá. Os domínios de *broadcast* ficaram

divididos nas seguintes áreas: Quixadá, Santuário, Banabuiú, Evaristo, Micro-ondas Ibicuitinga. Na torre do Santuário foi instalado um roteador **Mikrotik Router Board 1100** para implementar o roteamento estático. O Santuário foi escolhido por se tratar de um ponto estratégico que envia o *link* para diversas regiões de grande quantidade de clientes, isto permite que seja diminuída significativamente a quantidade de mensagens *broadcast* no domínio de Quixadá. O roteamento estático foi escolhido para este projeto devido a utilização de apenas um roteador para separar o domínio de *broadcast* da rede. E a empresa tem interesse em implantar apenas mais um roteador em outro ponto da rede, isso torna a rede simples e viabiliza a utilização da rota estática.

Na figura 12 podemos ver como está distribuída as torres dentro do Santuário. O *link* chega ao Santuário em Quixadá, na torre do pátio, e é distribuído para a torre cisterna e a torre caixa d'água através de fibra ótica. O roteador Mikrotik RB 1100 foi instalado na torre do pátio e está descrito os rádios, e seus endereços IP, presentes nas torres.

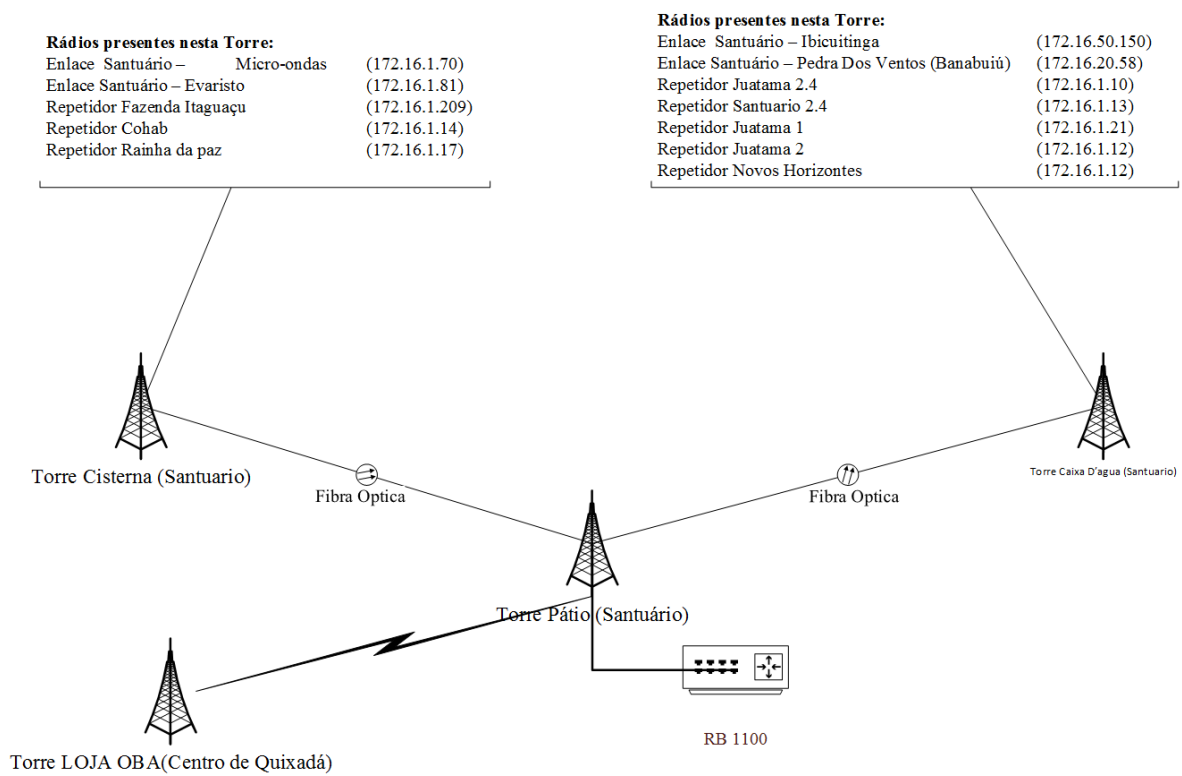


Figura 12 – Mapa de rede Santuário

7.2 Nomenclatura

Os endereços de IP utilizados foram definidos para fazer um sentido lógico onde cada octeto represente uma informação sobre a localização do dispositivo. O primeiro octeto não muda é sempre 172 em qualquer rede da Fortalnet o segundo octeto

representa a sub-rede de uma determinada região, o 21 representa a primeira sub-rede da região gerenciada pela OBA-Informatica. O terceiro octeto representa a cidade. O 23 representa a cidade de Quixadá. E quarto octeto representa o cliente. Por exemplo: O IP 172.21.23.10 é atribuído ao décimo cliente da Fortalnet na primeira sub-rede da cidade de Quixadá.

Os SSID são atribuídos conforme a função do rádio e a localização. Se um rádio atuar em modo de operação enlace, o SSID será atribuído com o prefixo enl- seguido do caminho do sinal do rádio. O rádio com o SSID enl-sant-baturite, é um rádio de enlace que leva o sinal do santuário a Baturité, O identificador atribuído no radio definido com a função do rádio, o modo de operação, e a localização. Os dois rádios que fazem o enlace entre o Santuário e a torre do micro-ondas em Baturité têm os respectivos nomes. Enl-AP-Microondas e Enl-Statation-Microondas.

7.3 Endereçamento

Para realizar a atualização da rede *bridge* para rede roteada os endereços de IP dos clientes foram alterados para de 10.x.x.x/8 para 172.X.X.X/24 em cada região. Dessa forma, essas regiões terão domínios de *broadcast* distintos sendo que cada região pode ter mais de um *range* de IP /24. Por exemplo, Quixadá está com as seguintes faixas de IP 172.23.21.X e 172.23.22.X e 172.23.23.X de acordo com a demanda essas faixas podem ser expandidas para comportar mais clientes. Esse tipo de endereçamento foi escolhido para facilitar a identificação da localização dos endereços de IP e para facilitar o gerenciamento, proporcionando um controle maior da quantidade de endereços de IP utilizados na rede, pois para cada 254 clientes será preciso liberar uma sub-rede nova dentro do servidor. Para cada cidade é possível disponibilizar 233 sub-redes com 254 clientes em cada uma. Os endereços de IP de clientes são atribuídos via PPPoE⁸ e são autenticados na RB 1100 localizado na torre principal do Santuário. Na torre principal do Santuário foi implantado um roteador. Os endereços de IP dos rádios enlace, rádios repetidores e clientes estão detalhados nas tabelas 5 e 6. Podemos observar na Tabela 5, o endereçamento dos rádios repetidores e enlaces sob os domínios da equipe da Oba-Fortalnet. Em todos os rádios clientes deve ser alterado o modo de autenticação de IP

⁸ Um protocolo de rede para conexão de usuários que trabalha com a tecnologia Ethernet, utilizada para ligar uma placa de rede a um ou vários usuários em uma rede LAN através de uma linha DSL.

estático para PPPoE e o gerenciamento dos clientes será realizado pelo servidor MK-Solutions presente na sede da Fortalnet em Fortaleza-CE.

Nos rádios repetidores e enlace foram utilizados os endereços IP 10.191.X.X/26 para regiões com poucos rádios e 10.191.X.X/25 para regiões com maior quantidade de rádios e com maior perspectiva de crescimento. Essas faixas de endereços IP atendem os dispositivos atuais das regiões e sobram no mínimo 20% de endereços livres para implantação de novos dispositivos se necessário.

Função do equipamento	Caminho do sinal	Torre-Localização	SSID	Modelo	IP Antigo/Novo
Torre Santuário - Quixadá					
Rádio Enlace	Santuário – Loja Oba	Santuário - Quixadá		Radio Digital ALG COM	
Rádio Enlace	Santuário-Micro-ondas	Santuário - Quixadá	enl-sant-baturite	Intelbras APC5M	172.16.1.70 /10.191.26.66
Rádio Enlace	Santuário-Evaristo	Santuário-Quixadá	enl-sant-bat-2	Intelbras APC5M	172.16.1.81/ 10.191.26.51
Radio Enlace	Santuário-Ibicuitinga	Santuário-Quixadá	enl-sant-ibic	Mimosa B5C	172.16.1.170/ 10.191.151.8
Radio Enlace	Santuário-Fazenda Itaguaçu	Santuário-Quixadá	oba-itaguaçu	Bullet M5	172.16.1.209/ 10.191.150.4
Radio Enlace	Santuário-Pedra dos Ventos	Santuário-Quixadá	Enl-santuatio-pedradosventos	Intelbras APC5M	172.16.20.40/ 10.192.5.40
Radio Enlace	Santuário-Uruke	Santuário-Quixadá	Enl-oba-santu-uruque	NanoBeam M5	172.16.50.150 / 10.191.152.2
Radio Repetidor	–	Santuário-Quixadá	Rep-oba santuario 2	NanoStation 5	172.16.1.12/ 10.191.151.2
Radio Repetidor	–	Santuário-Quixadá	Rep-oba-cohab	AirGrid M5	172.16.1.14/ 10.191.150.2
Radio Repetidor	–	Santuário-Quixadá	Rep-oba-cedro-novaaurora	AirGrid M5	172.16.1.15 / 10.191.151.7
Radio Repetidor	–	Santuário-Quixadá	Rep-oba santuario 5.8	Rocket M5	172.16.1.17 / 10.191.150.3

Função do equipamento	Caminho do sinal	Torre-Localização	SSID	Modelo	IP Antigo/Novo
Radio Repetidor	–	Santuário-Quixadá	Rep-enl_sant_hot	Bullet M5	172.16.1.21 / 10.191.151.5
Radio Repetidor	–	Santuário-Quixadá	Rep-oba juatama	Bullet 2	172.16.1.10 / 10.191.151.4
Radio Repetidor			Rep-oba santuario	Bullet 2 (GRADE)	172.16.1.13/ 10.191.151.2
Teste de Energia-Roteador	–	Santuário-Quixadá	teste energia santuario	ApRouter	172.16.1.250 / 10.191.152.3
Radio Repetidor	–	Santuário-Quixadá	oba-santu-uruque	Ubiquiti Powerbeam m5	172.16.50.150 / 172.16.50.151
Torre Pedra dos Ventos					
Rádio Enlace	Pedra dos ventos - Santuario	Pedra dos Ventos - Juatama	santuatio-pedradosventos	Intelbras APC5M	172.16.20.41 / 10.192.5.41
Rádio Enlace	Pedra dos ventos - Banabuiú	Pedra dos Ventos - Juatama	enlace-hotel-banabuiu	Intelbras APC5M	172.16.20.42 / 10.192.5.42
Torre Microondas - Baturité					
Rádio Enlace	Micro-ondas-Santuário	Micro-ondas-Baturité	enl-sant-baturite	Intelbras APC5M	172.16.1.71 / 10.191.26.66
Rádio Repetidor	–	Micro-ondas-Baturité	oba-base-5-altoalegre	Ubiquiti AirGrid M5	172.16.1.75 / 10.191.26.70
Rádio Repetidor	–	Micro-ondas-Baturité	oba-fortalnet-58-baturite	Ubiquiti Rocket M5	172.16.1.76 / 10.191.26.71
Rádio Repetidor	–	Micro-ondas-Baturité	oba-fortalnet-baturite-2	Ubiquiti Nano Station M5	172.16.1.77 / 10.191.26.72
Rádio Repetidor	–	Micro-ondas-Baturité	oba-58-centro2	Intelbras APC90	172.16.1.78 / 10.191.26.73

Função do equipamento	Caminho do sinal	Torre-Localização	SSID	Modelo	IP Antigo/Novo
Rádio Repetidor	—	Micro-ondas-Baturité	oba-58-baturite-4	Intelbras APC90	172.16.1.79 / 10.191.26.74
Rádio Enlace	Micro-ondas-Aracoiaba	Micro-ondas-Baturité	enl-oba-bat-ara	Intelbras APC5M	172.16.20.70 / 10.191.26.80
Torre Aracoiaba					
Rádio Enlace	Aracoiaba-Micro-ondas	Aracoiaba - Aracoiaba	—	Intelbras APC5M	172.16.20.71 / 10.191.26.81
Rádio Repetidor	—	Aracoiaba - Aracoiaba	oba-fortal-ara-01	Intelbras APC90	172.16.20.72 / 10.191.26.82
Rádio Repetidor	—	Aracoiaba - Aracoiaba	oba-fortal-ara-02	Intelbras APC90	172.16.20.73 / 10.191.26.83
Rádio Repetidor	—	Aracoiaba - Aracoiaba	oba-fortal-ara-03	Intelbras APC90	172.16.20.74 / 10.191.26.84
Torre Evaristo					
Rádio Enlace	Evaristo-Santuário	Evaristo-Baturité	—	Intelbras APC5M	172.16.1.81 / 10.191.26.51
Rádio Enlace	Evaristo-AltoDoCeu	Evaristo-Baturité	oba-enlace-altodoceu	Ubiquiti NanoBean M5	172.16.20.75 / 10.191.26.136
Rádio Repetidor	—	Evaristo-Baturité	oba-base-1-baturite	Ubiquiti Rocket M5	172.16.1.82 / 10.191.26.2
Rádio Repetidor	—	Evaristo-Baturité	oba-fortal-eva-int-03	Ubiquiti Rocket M5	172.16.1.84 / 10.191.26.4
Rádio Repetidor	—	Evaristo-Baturité	oba-fortal-eva-int-04	Ubiquiti AirGrid M5 27 dBi	172.16.1.85 / 10.191.26.5
Rádio Repetidor	—	Evaristo-Baturité	oba-fortal-evaristo-3	Ubiquiti AirGrid M5	172.16.1.89 / 10.191.26.6
Rádio Repetidor	—	Evaristo-Baturité	Oba-Fortal-Bat-Jardim	Ubiquiti Nano Station M5	172.16.1.97 / 10.191.26.7
Rádio Enlace	Evaristo-Choró	Evaristo-Baturité	enl-evaristo-choro	Ubiquiti NanoBean M5	172.16.1.111 / 10.191.26.11

Função do equipamento	Caminho do sinal	Torre-Localização	SSID	Modelo	IP Antigo/Novo
Rádio Enlace	Evaristo-Baixa Grande	Evaristo-Baturité	enl-eva-bgrande	Intelbras APC5M	172.16.20.90 / 10.191.26.19
Rádio Enlace	Evaristo-Santa	Evaristo-Baturité	ENL-EVA-A-SANT	Intelbras APC5M	172.16.1.87 / 10.191.26.22
Rádio Enlace	Evaristo-Gameleira	Evaristo-Baturité	oba-fortal-bat-sitiocoio	Ubiquiti Bullet M5	172.16.1.108 / 10.191.26.8
Torre Gameleira					
Rádio Enlace	Gameleira-Evaristo	Gameleira-Baturité	—	Ubiquiti Bullet M5	172.16.1.108 / 10.191.26.10
Rádio Repetidor	—	Gameleira-Baturité	oba-base-1-fortalnet-serra	Mikrotik OmniTIK U-5HnD	172.16.1.94 / 10.191.26.10
Torre Choró					
Rádio Enlace	Choro-Evaristo	Torre Choró - Baturité	—	Ubiquiti NanoBean M5	172.16.1.112 / 10.191.26.12
Rádio Repetidor	—	Torre Choró - Baturité	oba-fortalnet-choro-58	Ubiquiti Nano Station LOCO M5	172.16.1.113 / 10.191.26.13
Torre Baixa Grande					
Rádio Enlace	Baixa Grande-Evaristo	Torre Baixa Grande - Baturité	—	Intelbras APC5M	172.16.20.91 / 10.191.26.21
Rádio Repetidor	—	Torre Baixa Grande - Baturité	oba-fortalnet-lameirao-nanoloco	Ubiquiti AirGrid M5	172.16.20.92 / 10.191.26.37
Rádio Repetidor	—	Torre Baixa Grande - Baturité	oba-base-lamerao-mk	OmniTIK U-5HnD	172.16.20.31 / 10.191.26.23
Torre Santa					
Rádio Enlace	Santa-Evaristo	Torre Santa-Baturité	—	Intelbras APC5M	172.16.50.51 / 10.191.26.129

Função do equipamento	Caminho do sinal	Torre-Localização	SSID	Modelo	IP Antigo/Novo
Rádio Repetidor	—	Torre Santa-Baturité	oba-fortal-beirario-2	Ubiquiti Nano Station M5	172.16.1.86 / 10.191.26.132
Rádio Repetidor	—	Torre Santa-Baturité	oba-fortal-bat-III-centro	Rocket M5	172.16.1.87 / 10.191.26.133
Rádio Repetidor	—	Torre Santa - Baturité	ObaFortal-Bat-IV-Beirario	Ubiquiti Nano Station M5	172.16.1.88 / 10.191.26.134
Rádio Repetidor	—	Torre Santa-Baturité	Oba-Fortal-Bat-VI-Jst	Ubiquiti Nano Station M5	172.16.1.90 / 10.191.26.130
Rádio Repetidor	—	Torre Santa - Baturité	Oba-Fortal-Bat-VI-Centro2	Ubiquiti Rocket M5	172.16.1.91 / 10.191.26.131
Rádio Repetidor	—	Torre Santa-Baturité	Oba-Fortalnet-Int-58	Intelbras APC90	172.16.1.92 / 10.191.26.135
Torre Alto do Céu - Baturité					
Rádio Enlace	Alto do céu-Evaristo	Torre Alto do Céu - Baturité	—	Ubiquiti NanoBean M5	172.16.20.76 / 10.191.26.137
Rádio Repetidor	—	Torre Alto do Céu - Baturité	oba-fortal-base-1-baturite]	Intelbras APC90	172.16.20.77 / 10.191.26.138
Rádio Repetidor	—	Torre Alto do Céu - Baturité	oba-fortal-altodoceu-2	Ubiquiti AirGrid M5	172.16.20.80 / 10.191.26.140
Torre - Ibicuitinga					
Rádio Enlace	Ibicuitinga - Santuário	Torre Santuário	enl-sant-ibic	Mimosa B5C	172.16.1.171 / 10.191.151.9
Rádio Enlace	Ibicuitinga – Morada Nova	Torre Ibicuitinga Centro de Ibicuitinga	enlace-ibic-mor	Intelbras APC 5M	172.16.1.180 / 10.191.151.11
Radio Enlace	Ibicuitinga centro -Ibicuitinga Açude dos pinheiros	Torre Ibicuitinga Centro de Ibicuitinga	enl-ibic-acudepinheiros	Ubiquiti Bullet 5	172.16.50.174 / 10.191.151.17

Função do equipamento	Caminho do sinal	Torre-Localização	SSID	Modelo	IP Antigo/Novo
Radio Enlace	Ibicuitinga centro -Ibicuitinga Açude dos pinheiros	Torre Ibicuitinga Açude dos pinheiros	enl-ibic-acudepinheiros	Ubiquiti Bullet 5	172.16.50.175 / 10.191.151.18
Radio Enlace	Ibicuitinga centro – Colégio	Torre Ibicuitinga Centro de Ibicuitinga	ENL-OBAIBIC-COL	Ubiquiti PowerBeam M5	172.16.50.178 / 10.191.151.21
Rádio Enlace	Colégio - Ibicuitinga centro	Torre Ibicuitinga Colégio	ENL-OBAIBIC-COL	Ubiquiti PowerBeam M5	http://172.16.50.179/
Rádio Repetidor	–	Torre Ibicuitinga Centro de Ibicuitinga	obalink-basse-ibicuitinga	Ubiquiti Rocket M5	172.16.50.111 / 10.191.151.13
Rádio Repetidor	–	Torre Ibicuitinga Centro de Ibicuitinga	obA-cent-I	Ubiquiti AirGrid M5	172.16.50.112 / 10.191.151.14
Rádio Repetidor	–	Torre Ibicuitinga Centro de Ibicuitinga	obalinK58	Ubiquiti Bullet M5	172.16.50.113 / 10.191.151.15
Radio Repetidor	–	Torre Ibicuitinga Centro de Ibicuitinga	oba-ibic-int-01	Intelbras APC90	172.16.50.114 / 10.191.151.16
Radio Repetidor	–	Torre Ibicuitinga Açude dos pinheiros	oba acude	Ubiquiti Bullet 2	172.16.50.176 / 10.191.151.19
Radio Repetidor	–	Torre Ibicuitinga Açude dos pinheiros	Acude-Pinheiros-Omni	Ubiquiti Bullet M5	172.16.50.177 / 10.191.151.20
Radio Repetidor	–	Torre Ibicuitinga Colégio	oba-colegio-loco-1	Intelbras WOM5000	172.16.50.180 / 10.191.151.23
Radio Repetidor	–	Torre Ibicuitinga Colégio	oba-colegio-loco-2	Ubiquiti NanoStation LOCO M5	172.16.50.181 / 10.191.151.24
Torre Morada Nova					
Rádio Enlace	Morada Nova – Ibicuitinga	Torre Morada Nova	enlace-ibic-mor	Intelbras APC 5M	171.16.1.181 / 10.191.151.12

Função do equipamento	Caminho do sinal	Torre-Localização	SSID	Modelo	IP Antigo/Novo
Rádio Enlace	Morada Nova – Morada Nova pop2	Torre Morada Nova	enl-oba-mn-pop	Ubiquiti Bullet M5	172.16.1.174 / 10.191.151.25
Rádio Enlace	Morada Nova pop2 - Morada Nova	Torre Morada Nova POP2	enl-oba-mn-pop	Ubiquiti Bullet M5	172.16.1.175 / 10.191.151.26
Rádio Repetidor	–	Torre Morada Nova POP2	fortalnet-mn-centro	Ubiquiti Bullet 2	172.16.1.176 / 10.191.151.27
Rádio Repetidor	-	Torre Morada Nova POP2	obA-cent-I	Ubiquiti Nano Station M5	172.16.20.191 / 10.191.151.28
Rádio Repetidor	–	Torre Morada Nova POP2	obA-cent-II	Ubiquiti Nano Station M5	172.16.20.192
Rádio Repetidor	–	Torre Morada Nova POP2	obA-cent-III	Ubiquiti Nano Station M5	172.16.20.193 / 10.191.151.30
Rádio Repetidor	–	Torre Morada Nova POP2	obA-cent-IV	Ubiquiti Nano Station M5	172.16.20.194 / 10.191.151.31
Rádio Repetidor	–	Torre Morada Nova	obalink-omni-IV	Ubiquiti Bullet 2	172.16.20.186 / 10.191.151.32
Rádio Repetidor	–	Torre Morada Nova	obalink-58m-girilandia	Ubiquiti Rocket M5	172.16.20.187 / 10.191.151.33
Rádio Repetidor	–	Torre Morada Nova	oba-flp-II	Ubiquiti AirGrid M5	172.16.20.188 / 10.191.151.34
Rádio Repetidor	–	Torre Morada Nova	oba-girilandia-flp	Ubiquiti Nano Station M5	172.16.20.189 / 10.191.151.35
Rádio Repetidor	–	Torre Morada Nova	oba-girilandia-cic	Ubiquiti Nano Station M5	172.16.20.190 / 10.191.151.36

Tabela 5 – Endereçamento de rádios enlace e repetidores

Endereçamento de Clientes	
Regiões	Endereços IP de Rádios Cliente
Banabuiú	172.21.27.x/24 - 172.22.27.x/24
Quixadá	172.21.23.x/24 -172.22.23.x/24 -172.23.23.x/24
Baturité	172.21.22.x/24 - 172.22.22.x/24 - 172.23.23.x/24
Ibicuitinga	172.21.52.x/24

Tabela 6 – Endereçamento de clientes

7.4 Segurança

O acesso ao *software* de todos os dispositivos estará disponível apenas para pessoal autorizado, para isso, todos os dispositivos serão protegidos por usuários e senhas diferentes do padrão de fábrica. Para garantir a segurança do *hardware* os dispositivos serão acondicionados em *hacks* dentro de caixas de metal com proteções contra chuva e cadeados para evitar o acesso de pessoal não autorizado. A chave de todos os *hacks* ficará em poder da gerência da equipe de Quixadá.

O endereçamento de todos os dispositivos de cliente será feito via PPPoE. Cada endereço IP será liberado apenas para o endereço MAC correspondente à interface WAN do rádio do cliente. O bloqueio ou liberação do acesso desses clientes será gerenciado apenas na sede da empresa Fortalnet em Fortaleza-CE.

7.5 Gerência

Ferramentas de gerência serão implantadas para verificar o desempenho da rede e gerar dados para comparação com a rede atual. A ferramenta **Zabbix** será mantida para monitoramento dos consumos de *link's* em Mbps e estado de ativo ou inativo de rádios e roteadores mais importantes. Em conjunto com o Zabbix será utilizada a ferramenta **Grafana** que utiliza o banco de dados do Zabbix para gerar gráficos com o *layout* mais amigável.

Junto ao Zabbix, o **Pingtest Fortalnet** será mantido para monitoramento do estado de acessível ou não através do protocolo ICMP de *hosts* importantes da rede.

O **Wireshark** será utilizado para recolher dados sobre a porcentagem de mensagens *broadcast* na rede.

8. PROJETO FÍSICO DA REDE

8.1 Tecnologias para a rede WAN

A rede recebe um *link* dedicado de internet *fullduplex* de 1 Gbps fornecido pela *Wirelink* através do cinturão digital. O protocolo proprietário de conexão ponto-a-ponto *AirMax*⁹ e *iPoll*¹⁰ é utilizado como tecnologia de conexão entre os equipamentos do *backbone* sem fio.

8.2 Cabeamento

Todo o cabeamento será realizado com cabos de cobre par trançado Cat5e e Cat6 e fibra óptica monomodo OM4. Na infraestrutura de *backbone* usaremos comunicação por meios não guiados, mais especificamente através de equipamentos de radiodifusão na plataforma proprietária *airMAX*® e *iPoll*, proprietário da Intelbras também semelhante ao TDMA que proporciona alto desempenho, capacidade e escalabilidade para *link's* de alta velocidade normalizado segundo o padrão ANSI/TIA102.

8.3 Tecnologias utilizadas

Os dispositivos utilizados na distribuição de Internet são antenas de rádio 5.8Ghz das fabricantes Intelbras e Ubiquiti.

Para o roteamento nas torres serão implementados roteadores MikroTik modelo Router Board 1100. As especificações deste equipamento está contida no Anexo A.

O roteamento adotado é o estático. – O roteamento estático é de fácil implantação sendo ideal para este projeto devido sua pequena quantidade de roteadores, todas as rotas são atribuídas manualmente pelo administrador da rede.

⁹ Um protocolo proprietário da Ubiquiti que funciona de forma semelhante aos sistemas de telefonia celular das grandes operadoras de TDMA (Time Division Multiple Access)

¹⁰ Protocolo proprietário que organiza o tráfego da rede. Ele elimina o tradicional problema de colisão de dados, captando cada assinante sequencialmente (semelhante ao TDMA).

8.4 Mapa da rede

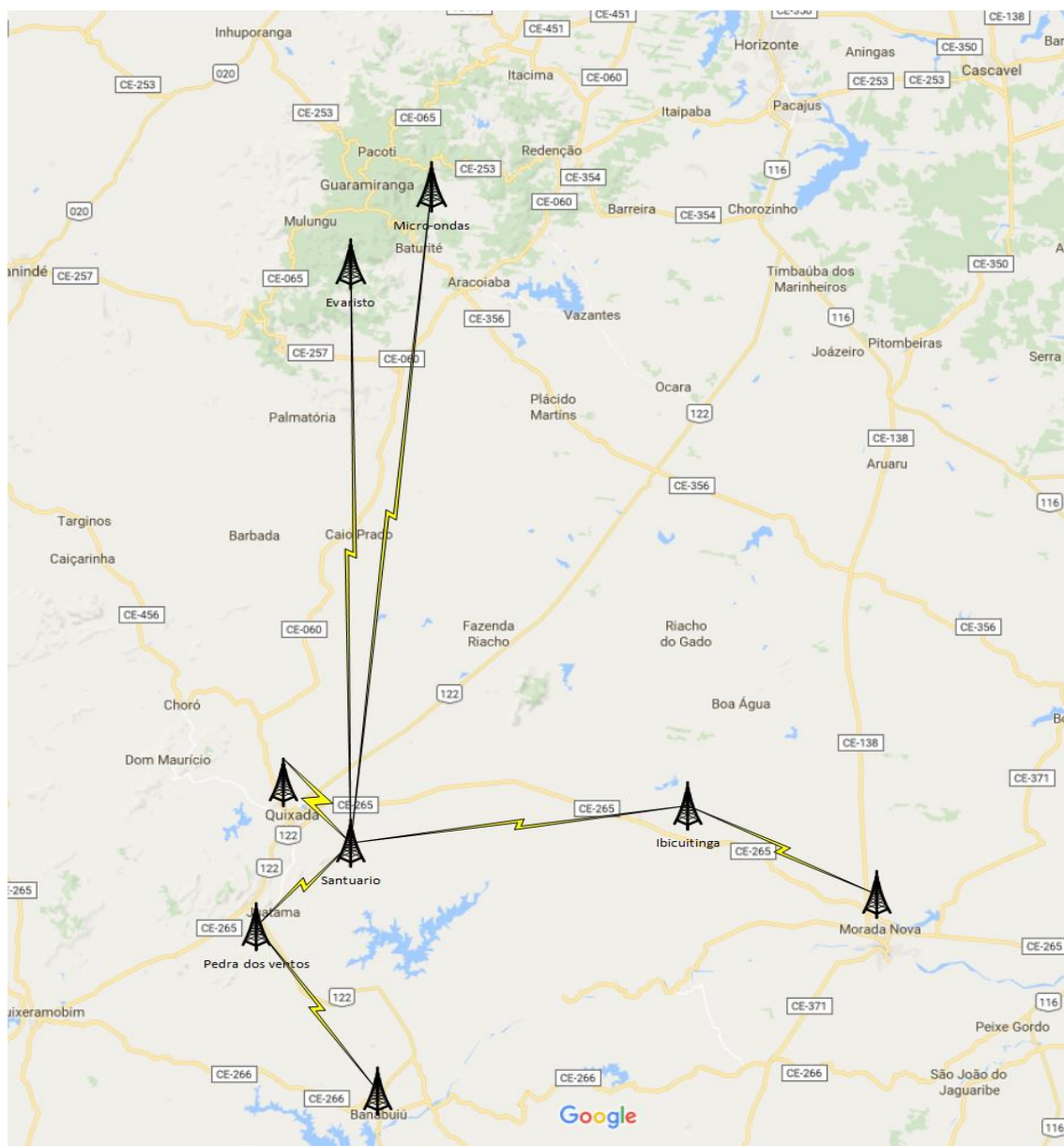


Figura 13 – Mapa da Rede

Como podemos observar na figura 13, o link sai de Quixadá para as outras regiões através do Santuário. A torre do Santuário distribui o link para Ibicuitinga, Pedra dos Ventos em Juatama que faz uma ponte para Banabuiú, Baturité através das torres Evaristo e Micro-Ondas e Morada Nova que recebe o link através da torre de Ibicuitinga.

Em cada torre há, além dos rádios de enlace, rádios repetidores que enviam sinais de rádios para clientes finais ao redor da torre.

8.5 Cabeamento Estruturado

Na tabela 7, podemos observar o cabeamento estruturado de cada torre presente no santuário.

- **Origem:** É onde o cabo inicia.
- **Conexão:** É o nome do dispositivo.
- **Porta:** É a interface ao qual o cabo está conectado.
- **Destino:** É onde termina a conexão do cabo.
- **Tipo:** É a categoria do cabo.
- **Metragem:** É a quantidade de metros de cabo utilizado nesta conexão.

Torre Oba					
Origem		Destino		Informações do cabo	
Conexão	Porta	Conexão	Porta	Tipo	Metragem
Servidor Mikrotik CCR (Quixadá)	Eth5	Rádio Digital ALG COM	Lan 1	Cat 6	30m
Torre Santuário (Pátio)					
Radio Digital ALG COM	Lan 1	Mikrotik RB 1100 Santuário (pátio)	Eth1	Cat 6	20 m
Mikrotik 1100 Santuário (pátio)	Eth2	Conversor de Mídia Intelbras KGSD 1120 A Cisterna	Eth1	Cat 6	1m
Conversor de Mídia Intelbras KGSD 1120 A Cisterna	TX	Conversor de Mídia Intelbras KGSD 1120 B Cisterna	RX	Fibra Monomodo OM4	150 m

Mikrotik RB 1100 Santuário (pátio)	Eth3	Conversor de Mídia Intelbras KGSD 1120 A Caixa d'água	Eth1	Cat 6	1m
Conversor de Mídia Intelbras KGSD 1120 A Caixa d'água	TX	Conversor de Mídia Intelbras KGSD 1120 B Caixa d'água	RX	Fibra Monomodo	180 m
Mikrotik RB 1100 Santuário (pátio)	Eth4	Switch Santuário Pátio	Eth1	Cat 6	1m
Switch Santuário Pátio	Eth2	Enl-Uruke	Eth1	Cat 5e	20 m
Switch Santuário Pátio	Eth2	Teste de Energia Santuário Pátio	Wan	Cat 5e	1 m
Torre Santuário (Cisterna)					
Conversor de Mídia Intelbras KGSD 1120 B Cisterna	Eth 1	Switch Santuário Cisterna	Eth1	Cat 6	1 m
Switch Santuário Cisterna	Eth 2	enl-sant-baturite	Eth1	Cat 5e	5 m
Switch Santuário Cisterna	Eth 3	enl-sant-bat-2	Eth1	Cat 5e	5 m
Switch Santuário Cisterna	Eth 4	oba-itaguacu	Eth1	Cat 5e	5 m

Switch Santuário Cisterna	Eth 4	oba-cohab	Eth1	Cat 5e	5 m
Switch Santuário Cisterna	Eth 4	oba santuario 5.8	Eth1	Cat 5e	5 m
Torre Santuário (Cisterna)					
Conversor de Mídia Intelbras KGSD 1120 B Caixa dagua	Eth 1	Switch Santuário Caixa d'agua	Eth1	Cat 6	1 m
Switch Santuário Caixa d'agua	Eth 2	enl-sant-ibic	Eth1	Cat 5e	5 m
Switch Santuário Caixa d'agua	Eth 3	santuatio- pedradosventos	Eth1	Cat 5e	5 m
Switch Santuário Caixa d'agua	Eth 4	enl_sant_hot	Eth1	Cat 5e	5 m
Switch Santuário Caixa d'agua	Eth 5	oba juatama	Eth1	Cat 5e	5 m
Switch Santuário Caixa d'agua	Eth 6	oba santuario 2	Eth1	Cat 5e	5 m
Switch Santuário Caixa d'agua	Eth 7	oba santuario	Eth1	Cat 5e	5 m
Switch Santuário Caixa d'agua	Eth 8	oba-cedro- novaaurora	Eth1	Cat 5e	5 m

Tabela 7 – Cabeamento Estruturado

8.6 Gerenciamento da rede

As ferramentas de gerência da empresa são:

Ping Test Quixadá: A ferramenta web que utiliza o protocolo ICMP continua sendo utilizada na rede.

Zabbix: Continua monitorando a disponibilidade e consumo da largura de banda de cada dispositivo relevante da rede. E foi implementado um mapa da rede com dispositivos da rede, quando um dispositivo está inacessível o ícone no mapa fica vermelho. Podemos ver na figura 14 o mapa da rede de Baturité sendo implementado no Zabbix. Cada torre é representada pelo *switch*. E cada dispositivo possui um ícone com a foto do produto real.

Grafana: Um Gerador de gráficos foi instalado para atuar em conjunto com o Zabbix para deixar a visualização dos gráficos mais amigável. Mostra também os dispositivos inacessíveis da rede. As imagens são apresentadas em forma de *slides* com os enlaces e rádios mais importantes. Na figura 15, podemos observar o tráfego da interface, do rádio de Banabuiú, que recebe o *link* de Quixadá através do hotel pedra dos ventos.

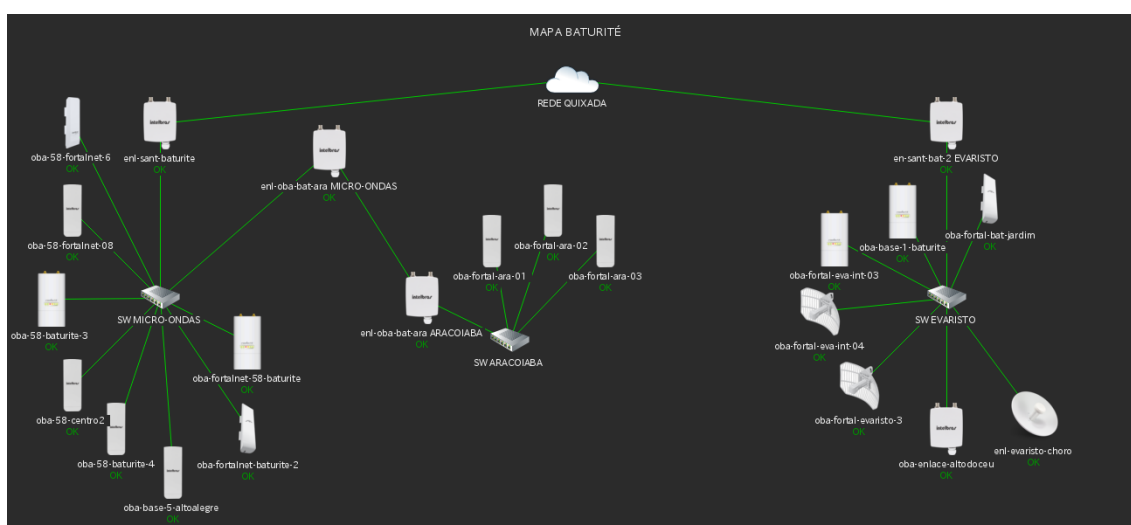


Figura 14 – Mapa de Baturité no Zabbix

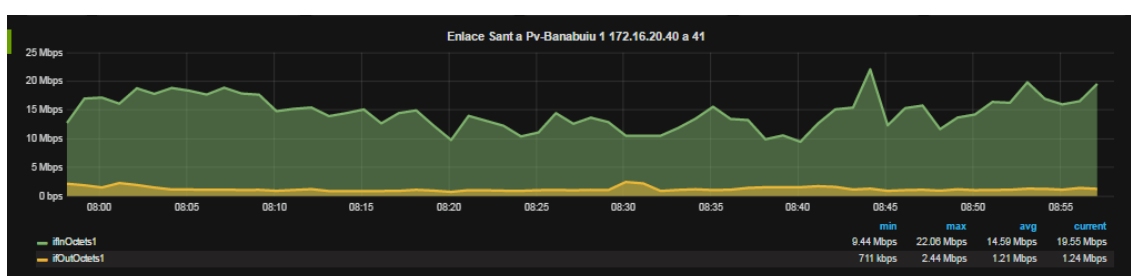


Figura 15 – Gráfico de consumo da cidade de Banabuiú gerado pelo Grafana através do banco de dados do Zabbix.

Junto ao Zabbix foi instalada uma ferramenta **The Dude**, proprietária da Mikrotik, para realizar o mesmo serviço de mapa da rede monitorando o estado dos dispositivos. Esta ferramenta foi implementada para ser avaliada em comparação com o mapa do Zabbix. A decisão de usar qualquer dessas ferramentas se dá através da usabilidade do dia a dia, sem nenhum estudo aprofundado de desempenho. Podemos ver na figura 16 a ferramenta The Dude implementada na rede, onde cada *switch* é representado por um ícone azul e os dispositivos, gerenciáveis acessíveis, com um ícone verde e os inacessíveis com um ícone vermelho. Essa ferramenta permite abrir funções de configurações e gerenciamento específicas para dispositivos da marca Mikrotik.

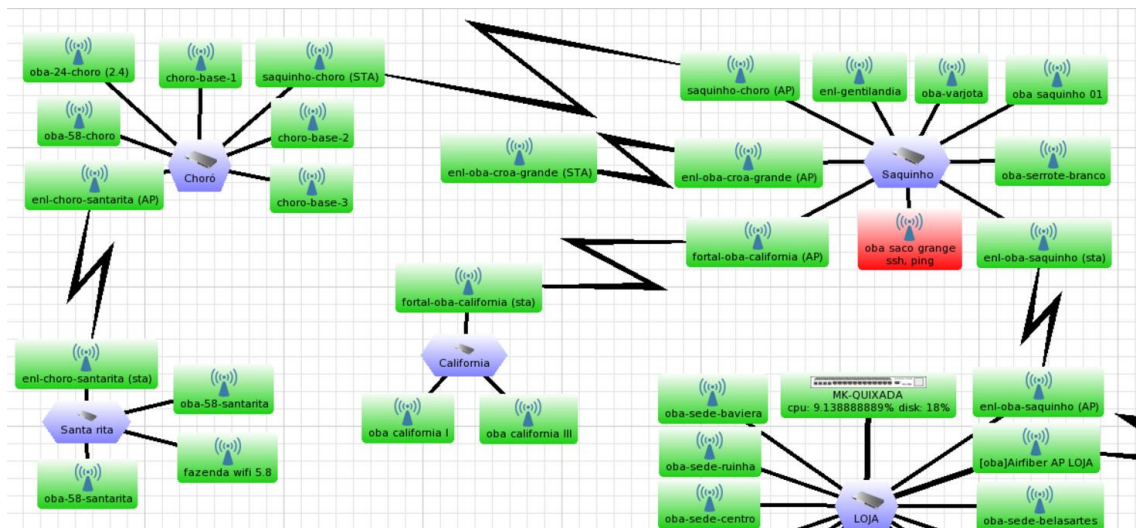


Figura 16 - The Dude

A ferramenta **AirControl 2** proprietária da Ubiquiti foi implantada para monitorar os dispositivos da marca, ela permite que seja observado os níveis e qualidade de sinal em cada rádio, permite que possa ser atualizado o firmware de todos os rádios da rede simultaneamente. A decisão de implementar essa ferramenta se deu após problemas provenientes de dispositivos com versões de firmwares desatualizados. Um desses problemas será descrito na seção 11.

Podemos observar na figura 17 a ferramenta AirControl 2 instalada na rede com 500 Rádios Ubiquiti monitorados apresentando o nível de qualidade de sinal e com a possibilidade de atualizar a versão do *firmware* de todos os dispositivos desatualizados através do botão *Update Firmware*.

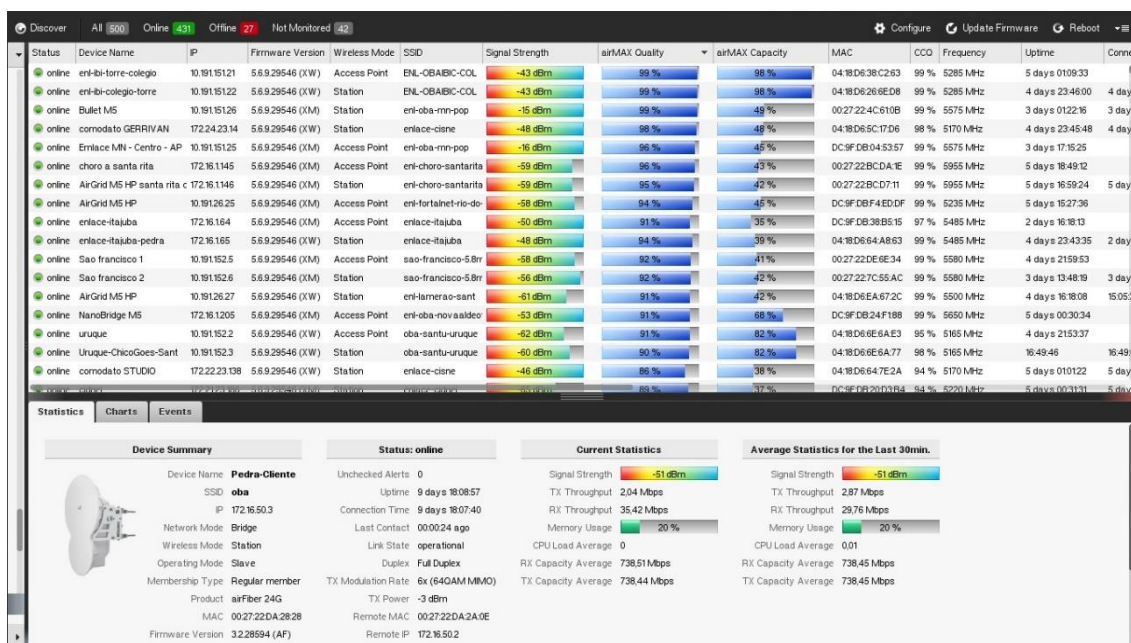


Figura 17 – Ubiquiti AirControl 2

9. IMPLANTAÇÃO

Nesta seção está descrito como foi o passos seguidos para implantação e o cronograma utilizados como referência para implantação desse projeto.

9.1 Atividade 1: Mudança de endereços IP de clientes

Todos os clientes possuem endereços IP de classe A (10.X.X.X) para a implantação do roteamento. Alterar o modo de operação de todos os dispositivos de clientes de IP estático para cliente PPPoE. E trocar os endereços IP dos rádios Enlace e Repetidores para as faixas dos seus respectivos domínios de broadcast. A responsabilidade de implementação do servidor PPPoE é da equipe da Fortalnet Fortaleza.

9.2 Atividade 2: Coleta de dados da rede

Coletar dados da quantidade de *broadcast* e consumo da largura de banda para que seja feito um comparativo ao término da atualização. Aferir a quantidade de mensagens *broadcast* em um ponto da rede com o programa Wireshark durante alguns dias em uma faixa de tempo de uma hora para cada coleta. A expectativa é que a porcentagem de mensagens *broadcast* seja reduzida após a atualização. Essa coleta será feita antes e depois da atualização para comparação final.

9.3 Atividade 3: Implantação dos nós na rede

Instalar e configurar o roteador MikroTik na torre de distribuição do Santuário em Quixadá. Atribuir rotas estáticas Mikrotik CCR Cloud Core na Torre Oba em Quixadá, que fornece o *link* para o Santuário. Criar usuários com senhas distintas para diferentes níveis de acesso bem como rotas estáticas para que os endereços de rádios enlace e repetidores continuem acessíveis à toda a rede.

9.4 Atividade 4: Monitoramento e controle das mudanças

Realizar o monitoramento da rede que será feito junto às mudanças para que os clientes passem o mínimo de tempo sem o serviço disponível. Através das ferramentas que utilizam o protocolo ICMP para verificar a disponibilidade dos dispositivos. O monitoramento será realizado em período integral durante as alterações na rede para que possa ser revertido rapidamente qualquer erro cometido.

9.5 Atividade 5: Análise da coleta de dados

Fazer a análise comparativa dos dados de *broadcast* para concluir os benefícios gerados por esta atualização.

Atividade	Duração	Início	Término
Atividade 1	4 meses	01/01/2016	31/04/2016
Atividade 2	1 mês	01/03/2016	31/03/2016
Atividade 3	1 dia	28/09/1016	28/09/1016
Atividade 4	11 meses	01/01/2016	31/11/2016
Atividade 2	1 mês	30/09/2016	30/10/2016
Atividade 5	3 dias	30/10/2016	02/11/2016

Tabela 8 - Cronograma

As atividades foram realizadas pelo quadro de funcionários da empresa. O aluno fez parte de todo o processo de planejamento e implantação do projeto, e participará ativamente de todas as 5 atividades. A atividade 2 e 5 foi realizada exclusivamente pelo aluno da UFC, autor deste projeto.

10 ORÇAMENTO

Aqui estão detalhados os aspectos que influenciam no orçamento.

10.1 Mão de obra

Os recursos humanos empregados gerou nenhum gasto extra pois o projeto será realizado pelos funcionários da empresa. O salário não foi alterado e o projeto ocorreu em paralelo às atividades rotineiras da empresa. O aluno participou de todo o processo de planejamento e implantação do projeto sem nenhuma remuneração.

10.2 Recursos Materiais

Material	Descrição	Valor unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
MikroTik Router board 1100	Roteador de borda com suporte a Gerência e capacidade de suportar um grande número de requisições	1.698,00	1	1.698,00
Caixa de cabo Nexans	Cabos para interligar rádios e roteadores. Cat. 5e	300,00	1	300,00
Caixa de cabo Nexans	Cabos para interligar rádios e roteadores. Cat. 6	564,00	1	564,00
Conectores j45	Conectores para fabricação dos cabos UTP. Cat. 5e	0,30	100	30,00
Conectores j45	Conectores para fabricação dos cabos UTP. Cat. 6	1,00	50	50,00
TOTAL				2.652,00

Tabela 9 - Orçamento

11 RESULTADOS

Após a implantação do roteador foram realizadas medições de taxas de *broadcast* em cada novo domínio gerado. Os domínios são: Santuário, Quixadá, Micro-

ondas, Evaristo, Ibicuitinga e Banabuiú. As medições das taxas de *broadcast* foram feitas utilizando a ferramenta Wireshark, utilizando uma máquina Windows conectada diretamente à rede, através de conexão Ethernet com IP de cliente com largura de banda de 10 Mbps. Em cada domínio foram feitas dez coletas com duração de 1 hora.

Durante a implementação do projeto sofremos dificuldades com um vírus que atingiu todos os dispositivos Ubiquiti que estavam com *firmware* desatualizados na rede. Cerca de 80% dos dispositivos estavam desatualizados. O que acarretou em um transtorno grande, pois todos os dispositivos retornavam para as configurações padrão de fábrica. Como a rede era toda em *bridge* o vírus espalhou-se rapidamente. Para evitar que este problema se repita, foi instalada uma ferramenta que não estava no projeto. Trata-se da ferramenta AirControl 2 da Ubiquiti, Esse programa possibilita que todos os dispositivos da marca sejam monitorados, gerenciados e atualizados em massa.

Podemos observar na Tabela 10, a comparação das taxas de *broadcast* antes da atualização e dos novos domínios de *broadcast* divididos pelo roteamento estático. A *bridge* apresenta a média de 10 coletas de dados antes da atualização. A rede apresentava 67,3% de mensagens *broadcast*, a empresa considera esse número uma taxa muito alta. Quixadá, Banabuiú, Evaristo, Micro-ondas e Santuário representam os domínios de *broadcast* gerados após a instalação do roteador no Santuário.

Domínio de <i>broadcast</i>	Porcentagem de mensagens <i>broadcast</i>
Bridge (antes da atualização)	67,3%
Quixadá	41,1%
Banabuiú	12,2%
Evaristo	17,93%
Micro-ondas	12,4%
Santuário	9,72%
Ibicuitinga	11,56

Tabela 10 – Comparação das porcentagens de *broadcast*

Na Figura 18 o gráfico com as 10 coletas de cada domínio, onde Geral, representado pela linha azul no gráfico, mostra o nível de *broadcast* os dados coletados na *bridge* antes da atualização. As demais linhas tratam-se do domínio de *broadcast* de cada subdomínio criado depois da implantação do roteamento. O domínio de Quixadá, representado no gráfico da figura 21 pela linha cinza, permanece com uma taxa de *broadcast* alta, isso se dá devido ser o domínio com o maior número de clientes. O eixo X do gráfico representa cada coleta de dados, foram 10 coletas no total, o eixo Y representa a porcentagem de mensagens *broadcast* em cada coleta.

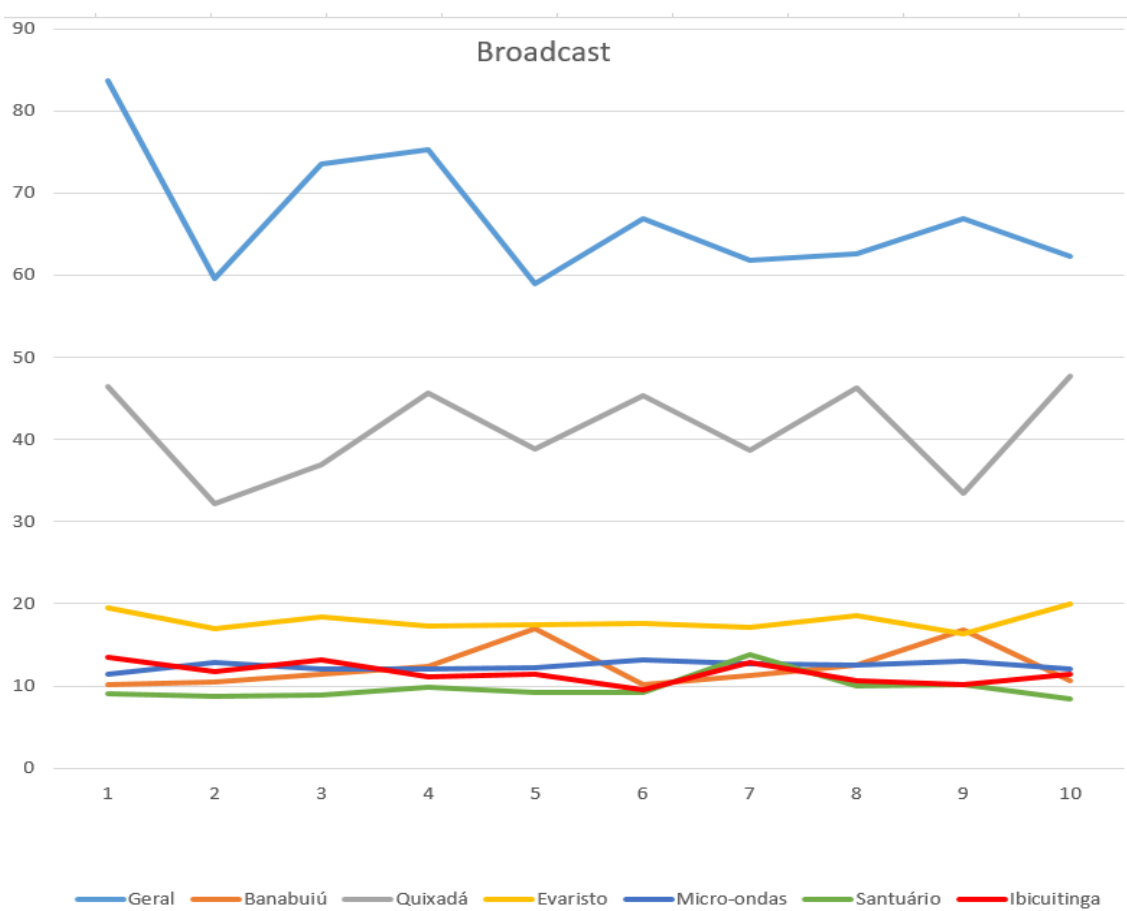


Figura 18 – Gráfico de coletas de *broadcast*

12 CONCLUSÃO

Este projeto atingiu seus objetivos pois a atualização da rede foi realizada, a empresa ficou satisfeita e o objetivo de diminuir os níveis de *broadcast* foi atingido. No entanto, a taxa de mensagens *broadcast* no domínio de Quixadá ainda permanece alta

devido a quantidade de clientes e uma grande quantidade de localidades ainda estão contidas dentro do mesmo domínio de *broadcast* de Quixadá. No entanto, já está em andamento um projeto para implementar o mesmo tipo de roteamento em outros dois pontos para dividir a taxa de *broadcast* de maneira mais uniforme em toda a rede. O mesmo roteamento será implementado futuramente na Pedra do Cruzeiro e na torre da loja OBA para separar cidades como Choró Limão e as localidades de Dom Mauricio, Custódio, Santa Paz, Califórnia, Saquinho, Croa Grande e São João dos Queiroz que atualmente estão dentro do mesmo domínio de *broadcast* de Quixadá.

O intuito inicial era instalar roteadores em cada torre, implementando roteamento OSPF e criando *links* de redundância, porém o custo deste projeto não foi aprovado pela empresa que buscava exclusivamente a divisão da taxa de *broadcast* da rede. Dessa forma a solução mais simples e de menor custo foi usar roteadores em lugares estratégicos utilizando rotas estáticas para quebrar o grande domínio de *broadcast* desta rede *bridge*.

O aluno participou de todas as etapas do projeto são elas: Mudança de endereços IP dos rádios clientes e enlaces, Configuração do roteador, manutenção dos dispositivos após o ataque com o vírus mf, instalação do roteador na rede, planejamento do endereçamento, implantação das ferramentas The Dude, AirControl 2 e Zabbix, coleta de dados de broadcast bem como sua comparação antes e depois da implantação do roteamento.

APENDICE A – DECLARAÇÃO DE SATISFAÇÃO DA EMPRESA



DECLARAÇÃO

Eu, ALEXANDRO CAMPOS BEZERRA, proprietário da empresa OBA-
Informática de razão social BEZERRA E OLIVEIRA COMÉRCIO E
SERVIÇOS LTDA, declaro a satisfação da empresa com relação ao trabalho
que o aluno, DIEGO OLIVEIRA GONÇALVES, da Universidade Federal
do Ceará, realizou ao implementar um projeto de separação de domínios de
broadcast na rede da empresa.


Assinatura

CNPJ 08.613.668/0001-16
BEZERRA E OLIVEIRA COMÉRCIO DE
EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA LTDA
AV. PLÁCIDO CASTELO, 1518 A - CENTRO
CEP 63900-076 - QUIXADÁ - CEARÁ

ANEXO A - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS EQUIPAMENTOS

AirGrid M5 HP 23



A AirGrid M5 HP 23 possui características semelhantes as NanoStations, porém utilizando a ponteira com a grade, permitindo, assim, maior foco no sinal e um maior alcance, ótimo para ponto a ponto em algumas ocasiões com visada com um alcance Maximo de até 15 km. AirGrid M oferece incrível preço / desempenho para aplicações airmax CPE. A nova série de AirGrid M representa a evolução de dispositivos sem fios de faixa larga ao ar livre. A integração de sistema de rádio fornece soluções revolucionárias do custo/desempenho à indústria de faixa larga mundial. O produto robusto e simples orientado usar a polarização vertical ou horizontal.

O projeto mecânico fornece o desempenho à prova de intempéries completo. A descoberta do desempenho sem fio, AirMax e o controlo aéreo Support100+Mbps da produção ao ar livre real e até 30km+ variam. Os produtos de AirGrid utilizam Ubiquiti" possibilidade revolucionária evolutiva, desempenho do protocolo. Aplicação *Bridge* Ubiquiti AirGrid M5 23dBi Modelo 11x14 polegadas, 23dBi, AirMax, MIMO. A AirGrid M5 HP 23 pode ser utilizada como Cliente, ou então operar em pequenos enlaces e ponto-a-ponto. Descrição: O Ubiquiti AirGrid M5 5 GHz CPE com antena 23dBi 11x14. Utilizando a tecnologia *Inner Feed* o novo AirGrid M Series representa uma evolução dos produtos de banda larga wireless Out Door. Pode ser instalado na Horizontal ou Vertical, em ambientes inóspitos, incluindo chuva, vento, neve, sol, granizo. Além disso

a antena do tipo "grade" permite um baixíssimo arrasto aerodinâmico. O produto chega completo, com antena, rádio, fonte, suporte de fixação e tem a principal característica de oferecer facilidade na instalação e excelente performance. Vém com um *Surge Protector Enhanced RF* e *Ethernet ESD/Surge protection*, permite prolongada operação em qualquer ambiente. O AirGrid utiliza a revolucionaria técnica AirMax TDMA para um enlace profissional. Capaz de 100+Mbps de *throughput* real a distâncias de até 30Km.

NanoStation M5



O Access Point Wireless Ubiquiti NanoStation M5 foi desenvolvido seguindo a tendência de equipamentos All-in-one de alto desempenho que aliam robustez, estabilidade e praticidade.

Este equipamento destaca-se por possuir uma estrutura de *hardware* diferenciada dos demais equipamentos CPE's de mercado, desenvolvido com o processador Atheros de 400 MHz o Ubiquiti NanoStation M5 une a capacidade de processar grande quantidade de dados, sem prejuízo de desempenho, à praticidade de possuir uma antena integrada de longo alcance.

O Access Point Wireless Ubiquiti NanoStation M5 possui 32MB de memória RAM e 8MB de memória Flash, que lhe conferem alto desempenho em armazenamento

de dados físicos, esta capacidade é praticamente o dobro quando comparada à equipamentos concorrentes.

O alto poder de transmissão do Ubiquiti NanoStation M5 garantem maior estabilidade e alcance de seu sinal, dotado de 27 dBm (500 mW) de potência de emissão além de sensibilidade diferenciada e antena integrada de 16 dBi que tornam este Access Point em uma poderosa solução all-in-one. Estes fatores lhe permitem maior área de cobertura para aplicações de distribuição (ponto MultiPonto) e alcance de longas distâncias em aplicações ponto a ponto com maior qualidade e eficiência que equipamentos similares.

O Ubiquiti NanoStation M5 segue a tendência de equipamentos All-in-one, que agregam um Access Point de excelente *hardware* à antena integrada de alto ganho, isto garante ao usuário economia em acessórios, como caixas e cabos, e lhe permite maior desempenho evitando atenuações comuns ao se utilizar cabos e conectores externos.

Este equipamento utiliza o padrão de modulação TDMA e MIMO 2 x 2, o que confere ao NanoStation M5 grande desempenho de throughput, podendo chegar até 150 Mbps reais de tráfego.

Principais:	Características
Frequência:	5470MHz - 5825MHz
Processador:	Atheros 400MHz
Memória:	32MB SDRAM Flash 8MB
Potência de Transmissão:	27 dBm (500mW)
Antena Integrada:	16dBi
Sensibilidade:	-75 até -94
Portas LAN:	2 x 10/100
Dimensões:	29.4 cm x 8cm x 3cm
Peso:	0.4 Kg
Consumo máximo de potência:	8 Watts
Alimentação de energia	24V 0.8A
Método de alimentação PoE	passivo (pares 4,5+ ; 7,8)

Ubiquiti Bullet M5 HP



O Access Point Wireless Ubiquiti Bullet M5HP foi desenvolvido seguindo a tendência de equipamentos *plug and Go* de alto desempenho que aliam robustez, estabilidade e praticidade.

A principal característica do Bullet M5HP é a união de uma poderoso *hardware* e a praticidade de utilização, sua estrutura de *hardware* o diferencia dos demais equipamentos CPE's de mercado.

Desenvolvido com o processador Atheros de 400 MHz o Ubiquiti Bullet M5HP é capaz de processar grandes quantidades de dados sem prejuízo de desempenho.

Além da praticidade de configuração do Bullet M5HP conta com um processo de instalação simplificado pois possui um conector padrão N, compatível com a maioria das antenas de mercado, podendo ser utilizado em antenas wireless setoriais e omnidirecionais para aplicações Ponto Multi Ponto ou antenas wireless direcionais para aplicações Ponto a Ponto.

Este equipamento utiliza o padrão de modulação TDMA , o que confere ao Bullet M5HP grande desempenho de throughput, podendo chegar até 100 Mbps reais de tráfego com a praticidade de utilização de qualquer antena de sua faixa de frequência.

Principais Características:

Frequencia	5470MHz - 5825MHz
Processador Atheros	400MHz
Memória	32MB SDRAM Flash 8MB
Potência de Transmissão	25 dBm (316mW)
Distância Máxima	50km
Sensibilidade	-74 até -96 dBm
Portas LAN	1 x 10/100
Dimensões	15.2 cm x 3.1cm x 3.7cm
Peso	0.18 Kg
Consumo máximo de potência	6 Watts
Alimentação de energia	10 ~ 24V 0.5 ^a
Método de alimentação	PoE passivo (pares 4,5+ ; 7,8)
Temperatura de operação	-40° até 80°
Umidade	5 até 95%
Condensado Vibração e choque	ETSI300-019-1.4

Mikrotik RB1100AHx2



A routerBoard RB1100 permite centralizar todos os controles necessários em um provedor wireless, com treze portas LAN Gigabit e processador de 800MHz é possível gerenciar todos os usuarios de um unico equipamento, facilitando a manutenção e dimensionamento dos equipamentos utilizados. O MikroTik RouterOs com licença

level 6 não apresenta nenhuma limitação dentro das características do sistema, assim podendo gerenciar um número ilimitado de clientes quando se verificado o RouterOS.

Principais Características

Processador:	800MHz
Memória:	2 GB
Armazenamento:	512MB NAND
Portas Lan:	13 , padrão 10/100/1000
Portas MiniPCI:	Não possui
Wireless Integrado	Não possui
Porta Serial:	DB9 padrão Rs232C
USB:	Não possui
Slot cartão micro-SD:	1
Energia:	12-24V via conector de energia ou PoE
LEDs:	Power
Consumo de energia:	De 12 a 25W
Dimensões:	44 x 176 x 442 mm
Peso:	1275g
Temperatura de Funcionamento :	-30C a +60C
Garantia:	6 Meses
RouterOS licença:	Level6

Rocket M5 AirMax BaseStation Ubiquiti



O *Access Point* Wireless Ubiquiti Rocket M5 foi desenvolvido para aplicações de alto desempenho que necessitam de robustez e estabilidade.

Desenvolvido com o processador Atheros de 400 MHz o Ubiquiti Rocket M5 tem capacidade de processar grandes quantidade de dados sem perda de seu desempenho

O *Access Point* Wireless Ubiquiti Rocket M5 possui 64MB de memória RAM e 8MB de memória Flash, que lhe conferem alto desempenho em armazenamento de dados físicos, esta capacidade é praticamente o dobro de memória de equipamentos concorrentes.

O Ubiquiti Rocket M5 destaca-se pelo seu alto poder de emissão, 27 dBm (500 mW) e sensibilidade diferenciados. Estes fatores lhe permitem maior área de cobertura para aplicações de distribuição (ponto Multi-Ponto) e alcance de até 50 Quilômetros em aplicações ponto a Ponto com maior qualidade e eficiência que equipamentos similares.

O Ubiquiti Rocket M5 possui duas saídas SMA para antenas externas (vertical e horizontal), e suporte a fixação em antenas da mesma linha, tanto setoriais como disco e grade.

Utiliza o padrão de modulação TDMA e MIMO 2x2, o que garante ao Ubiquiti Rocket M5 grande desempenho de throughput, podendo chegar até 150 Mbps reais de tráfego.

Principais Características:

Frequencia	5470MHz - 5825MHz
Processador	Atheros 400MHz
Memória	64MB SDRAM Flash 8MB
Potêncmia de Transmissão	27 dBm (500mW)
Sensibilidade	-75 até -94dBm
Portas LAN	1 x 10/100Mbps
Conectores Externos	2 x SMA
Dimensões	16cm x 8cm x 3cm

Peso	0.5 Kg
Consumo máximo de energia	8 Watts
Alimentação de energia	24V 1A
Método de alimentação	PoE passivo (pares 4,5+ ; 7,8 retorno)
Temperatura de operação	-30° até 75°C
Umidade	5 até 95%
Condensado Vibração e choque	ETSI300-019-1.4

REFERÊNCIAS

BEZERRA ALEXANDRO CAMPOS, **Migração de tecnologia de rede e serviços de telecomunicações, utilizando conceitos e metodologias livres**. Trabalho de conclusão de curso submetido a coordenação do curso de especialização em Redes de Computadores Quixadá 2015. Disponível na biblioteca do campos da Faculdade Católica Rainha do Sertão em Quixadá.

COMER DOUGLAS E., **Integração de Redes com TCP/IP. Volume 1**, Princípios, protocolos e arquitetura 5ª Edição.

DIÓGENES, YURI. **Certificação Cisco**. Rio de Janeiro: Axcel Books fo Brasil, 2004.

KUROSE JAMES, F.;ROSS KEITH,W. **Redes de Computadores e a Internet: Uma abordagem top-down**. São Paulo 2010.

SAAD DEBORAH C. MUCHALUAT et al, **Redes em Malha: Solução de Baixo Custo para Popularização do Acesso à Internet no Brasil**. Recife, XXV Simpósio Brasileiro de Telecomunicações. Acesso em 3/12/2015
<<http://www.midiacom.uff.br/schara/publications/31318.pdf>>

J.MOY, RFC 2328 OSPF V2. Abril 1998. Disponível em em: < <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc/rfc2328.txt.pdf> > Acessada em 13/02/2016