



**REDECOMEP**

**Projeto Rede METROAP**

Rede Comunitária Metropolitana de Macapá

08 de Agosto de 2006

**Coordenador do Comitê Técnico: Éverton de Sousa Vieira**

**Aprovação pelo Comitê Gestor: 10/08/2006**

## Sumário

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Antecedentes .....</b>                                                          | <b>3</b>  |
| <b>2. Motivação .....</b>                                                             | <b>4</b>  |
| <b>3. Projeto de Implantação.....</b>                                                 | <b>5</b>  |
| Tabela 4 – Listagem de Contatos Representativos por Instituições .....                | 6         |
| <b>3.1. Arquitetura da Rede .....</b>                                                 | <b>7</b>  |
| 3.1.1 Informações gerais .....                                                        | 7         |
| 3.1.2 Detalhes da rede .....                                                          | 7         |
| 3.1.3 Topologia física da rede .....                                                  | 8         |
| 3.1.4 Topologia lógica da rede .....                                                  | 9         |
| <b>3.2. Equipamentos de comutação (switchs).....</b>                                  | <b>9</b>  |
| <b>3.3. Equipamentos de WDM .....</b>                                                 | <b>10</b> |
| <b>3.4. Gerência e operação .....</b>                                                 | <b>10</b> |
| <b>4. Parcerias .....</b>                                                             | <b>11</b> |
| <b>5. Capacitação Técnica local .....</b>                                             | <b>11</b> |
| <b>6. Aplicações .....</b>                                                            | <b>11</b> |
| <b>7. Observações Finais .....</b>                                                    | <b>14</b> |
| <b>Anexos .....</b>                                                                   | <b>14</b> |
| Anexo A – Mapa com Traçado .....                                                      | 15        |
| Anexo B – Endereço das Localidades Contempladas .....                                 | 16        |
| Anexo C – Trechos de Fibras Já Existentes e Alternativas.....                         | 17        |
| Anexo D – Lista de Pontos Contidos no Anel Central .....                              | 18        |
| Anexo E – Lista de Pontos Contidos na Radial Norte .....                              | 19        |
| Anexo F – Lista de Pontos Contidos na Radial Sul.....                                 | 20        |
| Anexo G – Esquema da Forma de Concentração dos Clientes nos Switchs .....             | 21        |
| Anexo H - Esquema de Caixa de Emenda Principal (Caso Anel Central e Radial Sul) ..... | 22        |
| Anexo I – Distribuição das Interfaces ZX e LX.....                                    | 23        |
| Anexo J – Distâncias entre Pontos.....                                                | 24        |
| Anexo K - Switchs .....                                                               | 25        |

## 1.

### **Antecedentes**

---

A região metropolitana de Macapá conta com a presença de 16 IES (Instituições de Ensino Superior), tendo desse escopo diversas em fase de evolução no âmbito de pesquisa, as quais necessitam de conectividade em altas velocidades, visando suprir as possibilidades de pesquisas colaborativas entre si.

Apesar da existência de projetos no âmbito estadual de estudo à criação de uma rede metropolitana, a mesma ainda encontra-se em fase de implementação, possuindo um anel *fast ethernet* (4 fibras) interligando alguns órgãos da esfera estadual localizados em área central da região metropolitana, sem meios de interligação com a esfera acadêmica.

Em 15 de Março de 2006, foi dado início a rede de pesquisa do Amapá, através de uma iniciativa da SETEC – Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Amapá, tendo como participantes iniciais: Governo do Estado do Amapá através da Setec, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Instituto de Pesquisas Tecnológicas e Científicas do Estado do Amapá (IEPA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), visando a participação colaborativa em projetos de pesquisa de interesse comum.

Em decorrência a problemas orçamentários das esferas estaduais, municipais, federais e privadas, existem hoje poucas formas de intercomunicação computacional que vise o desenvolvimento de pesquisas, sendo poucos os enlaces de conectividade própria dentro desta região.

## 2.

### Motivação

---

A implantação de uma infra-estrutura dedicada e própria na área metropolitana de Macapá é de suma importância para melhor rendimento nas pesquisas realizadas dentro do Estado, possibilitando maior facilidade no escoamento e troca de informações científicas, considerando o grande potencial ecossistêmico regional existente.

Dentre os maiores fatores limitantes de Macapá, tem-se o fato da inexistência de interligação terrestre com o resto do Brasil no âmbito tecnológico, resultando em utilização de satélites com largura de banda bastante limitada (estima-se 80 Mb) para todo o Estado, através da operadora de telecomunicações Embratel, sendo destinados 4 Mb (2xE1) ao PoP-AP para que as instituições locais qualificadas possam escoar tráfego pelo backbone RNP através de conectividade com o PoP-SP. Não obstante dessa deficiência, ocorre a falta de ponto de troca de tráfego local entre as operadoras locais e o PoP-AP, resultando numa latência média de 1000 ms para troca de informações entre instituições ligadas ao backbone do PoP-AP/RNP e outras instituições ligadas a outros backbones dentro do Estado. Resultando em fatores de complicação na troca de informações durante as pesquisas técnico-científicas com instituições que ainda não fazem parte do backbone RNP.

Considerando os fatores limitantes supra mencionados, essa iniciativa, além de representar grande economia para as instituições participantes, as quais atualmente pagam preços exorbitantes por contratos de enlaces (entre PoP-AP e suas dependências e em alguns casos também para interligações locais da mesma instituição entre sede e filiais, no caso de instituições qualificadas RNP; entre Processamento de Dados do Estado e suas dependências, no caso de instituições vinculadas ao Estado), os quais estão sempre abaixo das velocidades de transmissões reais necessárias e limitadas pelo fator de custo orçamentário, também propicia melhorias para o desenvolvimento da rede de pesquisas do Estado, propiciando maior difusão de informações entre pesquisadores e educadores, fomentando infra-estrutura tecnológica em prol do desenvolvimento científico, bem como, a sinergia com outras instituições de pesquisas ligadas ao backbone RNP.

A tabela 1 representa uma estimativa dos custos mensais do somatório dos enlaces de cada instituição participante.

| INSTITUIÇÃO                    | VALOR PAGO / ANO |
|--------------------------------|------------------|
| IEPA                           | R\$ 63.000,00    |
| Governo do Estado <sup>1</sup> | R\$ 157.200,00   |

Tabela 1 – Valores Pagos nos Contratos de Enlaces

---

<sup>1</sup> O Cálculo representa apenas os enlaces das instituições do Estado que poderão ser beneficiadas e que já possuem conectividade a rede do Governo atualmente via operadoras de telecomunicações

### 3.

#### Projeto de Implantação

O projeto rede MetroAP deve contar inicialmente com a participação das instituições usuárias da Rede Nacional de Pesquisa (RNP) através do PoP-AP e de órgãos públicos de pesquisa, cujo enlaces de fibra ópticas passem em suas proximidades no percurso demarcado pelos membros do comitê técnico. Futuramente, será aberto para instituições de ensino e pesquisa privadas e tribunais localizados dentro da área de atuação dos enlaces. Na tabela 2 pode-se verificar a listagem das instituições participantes desta fase inicial.

| Instituição             | Membros                                                     |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>UNIFAP</b>           | Campus Marco Zero do Equador<br>Campus Santana <sup>1</sup> |
| <b>IEPA</b>             | Fazendinha<br>CIE<br>Museu Sacaca                           |
| <b>Embrapa</b>          | Embrapa Amapá (CPAF-AP)                                     |
| <b>RNP</b>              | PoP-AP                                                      |
| <b>Governo do Amapá</b> | Vide Anexo B                                                |

Tabela 2 – Instituições Participantes na Fase Inicial

(<sup>1</sup>) Considerando a evolução do desenvolvimento científico da Universidade Federal do Amapá em seu campus Santana, onde ocorrem o curso de Arquitetura e urbanismo e futuramente os cursos do núcleo engenharia, e sua distância entre o campus marco zero do equador, onde esta lotado o PoP-AP, verificasse a necessidade de atendimento via solução de rádio. Deverá ser feito site survey para definição das características e viabilidade da solução (Distância via estrada Unifap-Santana -> Pop, 20Km. Pode haver possibilidade de atendimento via ponto do IEPA-Fazendinha).

Os contatos administrativos e técnicos dos comitês representativos da rede METROAP são indicados a seguir.

| CONTATO ADMINISTRATIVO                                                           | CONTATO TÉCNICO                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nome: Rafael Pontes Lima<br>E-mail: rafael@unifap.br<br>Telefone: (96) 3312-1734 | Nome: Éverton de Sousa Vieira<br>E-mail: everton@pop-ap.rnp.br<br>Telefone: (96) 3312-1736 |

Tabela 3 – Contatos dos Comitês

O comitê gestor e técnico é constituído pelas seguintes instituições com os respectivos representantes:

| INSTITUIÇÃO    | COMITÊ GESTOR                                                                                   | COMITÊ TÉCNICO                                                                                         |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>RNP</b>     | Nome: Rafael Pontes Lima<br>E-mail: rafael@unifap.br<br>Telefone: (96) 3312-1734                | Nome: Éverton de Sousa Vieira<br>E-mail: everton@pop-ap.rnp.br<br>Telefone: (96) 3312-1736             |
| <b>UNIFAP</b>  | Nome: Jadson Luis Rebelo Porto<br>E-mail: jadsonporto@unifap.br<br>Telefone: (96) 3282-1154     | Nome: Rafael Pontes Lima<br>E-mail: rafael@unifap.br<br>Telefone: (96) 3312-1734                       |
| <b>EMBRAPA</b> | Nome: Antônio Carlos Pereira Góes<br>E-mail: goes@cpafap.embrapa.br<br>Telefone: (96) 3241-1551 | Nome: Otto Castro Filho<br>E-mail: otto.castro@cpafap.embrapa.br<br>Telefone: (96) 3241-1551           |
| <b>IEPA</b>    | Nome: Luis Roberto Takiyama<br>E-mail: luis.takiyama@iepa.ap.gov.br<br>Telefone: (96) 3212-5350 | Nome: Luis Adriano Santana Gurjão<br>E-mail: adriano.gurjao@iepa.ap.gov.br<br>Telefone: (96) 3212-5354 |
| <b>GEA</b>     | Nome: Wagner José Costa<br>E-mail: wagner.costa@iepa.ap.gov.br<br>Telefone: (96) 3212-5601      | Nome: José Marlúcio A. de Almeida<br>E-mail: marlucio@prodap.ap.gov.br<br>Telefone: (96) 3212-4231     |

Tabela 4 – Listagem de Contatos Representativos por Instituições

Na tabela 5, estão listadas as possíveis instituições que poderão aderir ao projeto numa fase posterior.

| Instituição                      | Membros                                                                |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>ELETRONORTE</b>               | Zona Norte<br>Zona Leste                                               |
| <b>Ensino e Pesquisa Privada</b> | Faculdade SEAMA<br>IMNES<br>FAMAP<br>FATU<br>CETE<br>IESAP             |
| <b>Tribunal de Justiça</b>       | Juizado Norte<br>Tribunal de Justiça<br>Juizado Sul<br>Fórum de Macapá |

|                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| <b>IMETRO/IPEM</b>                    | <b>IPEM-AP (Zona Norte)</b> |
| <b>Universidade Estadual do Amapá</b> | <b>Campus Sede</b>          |

Tabela 5 – Possíveis Instituições

### 3.1.

#### Arquitetura da Rede

A arquitetura da rede MetroAP será constituída de um anel óptico primário que visa cobrir a maior área da cidade dentro das perspectivas do projeto. Possuindo pontos mais distantes, os quais serão atendidos com percursos de fibra radial.

##### 3.1.1 Informações gerais

No **anexo A** é apresentado o mapa com o traçado da rede MetroAP e todas as instituições atendidas.

A topologia escolhida pelo comitê técnico foi a de estrela de anéis, baseada no modelo B (MetroBel), o qual consiste em uma topologia de estrela de anéis centralizados em um switch central, propondo a utilização de par de fibras independentes para cada instituição. Sendo que para evitar ao máximo a utilização de interfaces ZX, diminuir a quantidade de acessos no backbone óptico (20 no total) e garantir maior facilidade de adequação da rede do Estado optou-se por possuir 2 switches concentradores, um nas dependências do PoP-AP e outro no Processamento de Dados do Estado (Infor). Um desenho explicativo pode ser visualizado no **anexo G, H e I**.

Os endereços das localidades contempladas pela rede estão apresentados no **Anexo B**.

##### 3.1.2 Detalhes da rede

Todo o cabeamento do anel principal e radiais até a chegada nas instituições usuárias será do tipo aéreo, sendo que na travessia da Rua Ivaldo Alvares Veras, perímetro em que está localizado as barracas das escolas de samba e o sambódromo, será necessário construir dutos subterrâneos visando elevar a garantia contra as possibilidades de rompimento de fibra nessa área.

No **Anexo C**, pode-se encontrar maiores informações relativas aos trechos de fibras já existentes que serão utilizadas na rede, bem como, as alternativas propostas para redundância dos clientes.

### 3.1.3 Topologia física da rede

A topologia da rede MetroAP consiste em um anel de backbone servindo para a integração dos switches de concentração e para uma futura utilização de um ponto de troca de tráfego estadual, visando solucionar o problema mensurado na parte de motivação e anéis individuais para cada instituição participante sendo interligados a um dos switches de concentração.

A existência de bastidores das operadoras de telecomunicações atuantes no Estado no ponto de acesso do Governo Estadual (Prodap/Infor) pode possibilitar inclusive que instituições usuárias não qualificadas (como o caso de faculdades privadas) para uso de Internet através do backbone RNP possam ter saída de tráfego internet escoados até tais bastidores.

Os **Anexos D, E e F** apresentam informações referentes aos pontos incluídos nos anéis da rede e as conexões radiais.

A topologia proposta consiste basicamente na utilização de um anel com cabo de 36 (trinta e seis) fibras (18 pares), ligações radiais para interligação da Embrapa-AP e IEPA-Fazendinha com cabo de 24 fibras (Zona Sul) e ligações radiais na derivação Infor/Prodap (Zona Norte) com cabo de 24 fibras. Considerando a infra-estrutura da cidade, os cabos deverão ser instalados em postes da CEA (Companhia de Eletricidade do Amapá), pois não existem dutos na cidade. Todos os pontos serão atendidos por um cabo de terminação com 12 (doze) fibras (6 pares) a partir da caixa de emenda mais próxima. Sendo utilizada abordagem simples para acesso aos sites e dupla no POP.

Considerando a escolha do modelo B, faz-se importante mencionar que instituições como a UNIFAP, IEPA e Governo do Estado, as quais possuem mais de um ponto de acesso, poderão criar um anel institucional, de modo a isolar seu tráfego interno. Prevê-se a distribuição de 2 (duas) fibras para as 4 (quatro) instituições conectadas na Fase 1 deste projeto (Embrapa, Iepa, Unifap e Governo do Estado) e 2 (duas) fibras para conexão denominada de backbone, a qual interligará os switches de concentração. Totalizando a utilização de 10 fibras, restando reserva de 26 fibras no cabo do anel principal.

A redundância de alguns enlaces ocorrerá por meio de rádio ou fibras já existentes:

- a) PoP - Embrapa: possui rádio de 2.4 GHz em padrão 802.11B interconectando-se com o PoP-AP. Como o equipamento já está em uso para interligação atual desta instituição, poderá ser utilizado como redundância.
- b) PoP - IEPA: possui fibra própria interligando um de seus centros com o PoP-AP (*fast ethernet*), a partir desse centro, ocorre a distribuição de sinal por meio de tecnologia wireless (canopy motorola) para seu ponto de pesquisa em Fazendinha (ponto de terminação da radial iepa-embrapa) e para seu ponto administrativo no centro da cidade.



Como o equipamento já pertence ao IEPA, prevê-se manter operacional para redundância de acesso.

- c) Prodap/Infor: o Estado possui rádio wireless 2.4 Ghz (canopy motorola) implementado em uma torre de 60 metros em frente ao PRODAP e existe um projeto para construção de uma torre equivalente na Zona Norte da cidade, possibilitando garantir a comunicação redundante com a radial norte. A existência de uma torre na incubadora do IEPA e o fato de já existir fibramento próprio entre o PoP e a incubadora, poderá possibilitar a utilização compartilhada da torre de 40 metros lá existente para efetuar conectividade do PoP com o Prodap/Infor.

| Trecho                                                       | Tipo de Cabo                                                              | Metragem Estimada    |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Anel Central</b>                                          | Cabo aéreo auto-sustentável com 36 fibras ópticas<br>(CFOA-SM-AS-80-G-36) | 17.300 metros        |
| <b>Radial Infor Zona Norte (*)</b>                           | Cabo aéreo auto-sustentável com 24 fibras ópticas<br>(CFOA-SM-AS-80-G-24) | 6.000 metros         |
| <b>Radial SUL (CIE/IEPA – Fazendinha e PoP-AP – Embrapa)</b> | Cabo aéreo auto-sustentável com 24 fibras ópticas<br>(CFOA-SM-AS-80-G-24) | 6.000 metros         |
| <b>TOTAL DA REDE</b>                                         |                                                                           | <b>29.300 metros</b> |

Tabela 6 – Metragem de Cabeamento Utilizado

(\*) **Para ser analisada viabilidade.** A Radial Norte não será utilizada inicialmente para atendimento de nenhum ponto de interesse da RNP. Entretanto, poderá ser estratégico para futuras negociações com a Eletronorte e terá o atendimento do prédio do IPEM / IMETRO.

Nos valores listados na Tabela 6 **não** estão contabilizados as fibras de acesso para os sites.

### 3.1.4 Topologia lógica da rede

A topologia lógica da rede consiste em um anel *Gigabit Ethernet* com comutação em camada 2 via VLAN. Sendo que cada instituição se conecta a rede através de comutação em camada 3 (roteamento).

## 3.2.

### Equipamentos de comutação (switchs)

| Instituição       | Aporte  | Categoria de switch |                       | Nº de Interfaces ao todo |    |
|-------------------|---------|---------------------|-----------------------|--------------------------|----|
|                   |         | qte                 | Tipo                  | LX                       | ZX |
| PoP-AP            | RNP     | 1                   | Tipo 2 (concentração) | 4                        | 1  |
| EMBRAPA           | RNP     | 1                   | Tipo 3 (Acesso)       | 1                        | -  |
| UNIFAP SANTANA    | RNP     | 1                   | Tipo 4                | -                        | -  |
| UNIFAP MARCO ZERO | RNP     | 1                   | Tipo 3 (Acesso)       | -                        | -  |
| IEPA              | RNP     | 3                   | Tipo 3 (Acesso)       | 4                        | 2  |
| GEA               | Próprio | -                   | Concentração/Acesso   | -                        | -  |

Tabela 7 – Lista de Equipamentos – Por Instituição

| <b>Categoria do equipamento</b> | <b>Quantidade</b> | <b>Custo unitário estimado</b> | <b>Custo total estimado</b> |
|---------------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Switch acesso (Tipo 4)          | 1                 | US\$ 1.700,00                  | US\$ 1.700,00               |
| Switch acesso (Tipo 3)          | 3                 | US\$ 3.500,00                  | US\$ 10.500,00              |
| Switch concentração (Tipo 2)    | 1                 | US\$ 4.500,00                  | US\$ 4.500,00               |
| Interface óptica 1000BASE-LX    | 7                 | US\$ 200,00                    | US\$ 1.400,00               |
| Interface óptica 1000BASE-ZX    | 3                 | US\$ 1.000,00                  | US\$ 3.000,00               |
| <b>Total (FOB) US dollars</b>   |                   |                                | <b>US\$ 21.100,00</b>       |

Tabela 8 – Lista de Equipamentos – Por Categoria

### 3.3.

#### Equipamentos de WDM

Para o projeto proposto não será necessário utilizar WDM.

### 3.4.

#### Gerência e operação

A gerência do anel do backbone caberá ao PoP-AP, por naturalmente já gerenciar o acesso RNP no Estado. Entretanto, considerando o baixo número de funcionários e visando a qualidade do serviço prestado, propõe-se a criação de um corpo técnico qualificado suportado pelo consórcio, possibilitando assim uma operação de qualidade. A planilha abaixo coloca uma estimativa para a operação da MetroAP, com o custo estimado por mês. Esquemas de plantão e monitoramento deverão ser estudados e avaliados posteriormente pelo Comitê Técnico.

| <b>Função</b>      | <b>Carga Horária Semanal</b> | <b>Quantidade de Técnicos</b> | <b>Custo por Técnico Mensal (salário+ 80% de encargos)</b> | <b>Custo Mensal (engargos inclusos)</b> |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Gerente de Redes   | 40 Horas                     | 1                             | R\$ 6.300,00                                               | R\$ 6.300,00                            |
| Analista de Rede   | 40 Horas                     | 2                             | R\$ 4.500,00                                               | R\$ 9.000,00                            |
| <b>Total</b>       |                              | <b>3</b>                      |                                                            | <b>R\$ 15.300,00</b>                    |
| <b>Total Anual</b> | <b>R\$ 183.600,00</b>        |                               |                                                            |                                         |

Tabela 9 – Custo Estimado com Pessoal

No âmbito de alocação física para o corpo técnico, o PoP-AP se compromete a ceder sala exclusiva para a rede MetroAP em seu prédio recém inaugurado, o qual foi disponibilizado através de parceria com a UNIFAP. Em relação a computadores para monitoramento e atividades relativas a gerência, a UNIFAP e o PoP-AP se comprometem a fornecer.

As políticas de conexão e uso da rede serão definidas pelos comitês gestor e técnico, que também serão responsáveis pela fiscalização, de acordo com a convenção social do projeto em questão.

#### **4.**

#### **Parcerias**

---

Nesta fase atual, tem-se como maior parceiro o Governo do Estado e suas instituições, sendo que nosso maior interesse está na empresa de distribuição de energia local, CEA (Companhia de Eletricidade do Amapá). A participação do Governo do Estado no consórcio pode contribuir para a diminuição do custo mensal com posteamento e possibilitar futuramente a expansão de radiais para a Zona Leste da capital não coberta neste projeto, pois se considerou priorizar áreas onde possuam maior quantidade de Instituições de Ensino Superior e Pesquisas.

O trecho por onde passa os anéis e radiais possuem diversos clientes em potencial, algumas empresas privadas já entraram em contato com o comitê do consórcio a fim de verificar a possibilidade futura de fazer parte do mesmo.

O fato da prefeitura municipal de Macapá não entrar nessa etapa não dificulta em nada o andamento do projeto, considerando-se que existe uma parceria entre o governo estadual e a Prefeitura Municipal de Macapá.

#### **5.**

#### **Capacitação Técnica local**

---

As instituições inicialmente participantes do projeto possuem corpo técnico qualificado em seus quadros para dar suporte à implantação e operação da rede, porém ocorre grande problema de nivelamento, alguns tendo domínios mais avançados da tecnologia *ethernet* e outros não. Sendo assim, faz-se necessário uma capacitação inicial de nivelamento, a qual será realizada por membros mais capacitados dentro do comitê e uma capacitação externa visando a melhor utilização dos equipamentos adquiridos com enfoque nas suas características específicas.

#### **6.**

#### **Aplicações**

---

#### **IEPA**

Entre os diversos projetos que serão beneficiados com a rede MetroAP, pode-se citar o projeto LabHidro/IEPA em que efetua previsão do tempo para todo o Estado (futuramente podendo ser aplicado a Belém, todo o território da Guiana Francesa e parte significativa do Suriname), tendo suas coletas de dados aplicadas para modelagem numérica de estudos do tempo, clima, recursos hídricos e meio ambiente, bem como auxiliando estudos hidrológicos dos corpos de água das bacias. Neste projeto em atuação com diversas instituições externas parceiras como LEA/UnB e UFG, fazendo-se uso do backbone RNP para escoamento de tráfego de produção, ganha bastante recursos considerando a capacidade

de banda a ser disponibilizada para que o Centro de Pesquisas Aquáticas (CPAQ/IEPA) se comunique com o laboratório de análises químicas da secretaria do meio ambiente (LAQ/SEMA) tendo distância entre eles de mais de 15 km.

## **UNIFAP**

Os principais projetos que poderão ter seu campo de atuação melhorado com a rede são descritos a seguir.

- 1) Os cursos de especialização em Enfermagem Obstétrica e Saúde em Família poderão ter maior comunicação com os hospitais locais, melhorando assim, a possibilidade de transformações no processo de prática profissional na área de saúde;
- 2) Os cursos de mestrado realizados juntamente com IEPA e Embrapa poderão ter maior enfoque de interação com instituições estaduais conectadas a rede, possibilitando melhor estruturar e consolidar grupos de pesquisa que visem a contribuição para o desenvolvimento científico e tecnológico estadual e regional. Os cursos são: Mestrado Integrado em Desenvolvimento Regional; Direito Ambiental e Política Pública; e Biodiversidade em Sistemas Tropicais;
- 3) O curso de Doutorado interinstitucional em Desenvolvimento Sustentável do Tópico Úmido, poderá fazer uso da rede para compartilhar os estudos referentes ao processo de transformação da região amazônica, possibilitando que outros pesquisadores possam analisar as dimensões sociais, políticas, culturais e ecológicas das relações sociedade/natureza;
- 4) A Coordenação de Educação a Distância, efetua diversas parcerias locais visando maior interatividade nos treinamentos efetivados, possibilitando que instituições possam ampliar as parcerias com os cursos já existentes como: Tv Escola e os Desafios de Hoje, Mídias na Educação, Pós-graduação *Latu Sensu* em Direito Ambiental e Políticas Públicas, e Graduação em Matemática na modalidade a Distância. Possibilitando a ampliação dos horizontes de utilização do consórcio campusnet. Tendo como maiores parceiros: Ministério da Educação através do E-proinfo, Governo do Estado do Amapá/Secretaria de Educação através do Núcleo de Tecnologia Marco Zero-NTE e Universidade Federal do Pará;
- 5) No âmbito de Pesquisa, entre os projetos que mais se beneficiarão, encontra-se o projeto de levantamento biológico da floresta nacional do Amapá e o projeto de estudo de espécies icticas da área de proteção ambiental do rio Curiaú, no que diz respeito à sua composição e dinâmica populacional, analisando o seu patrimônio

espeleológico e complementando estudos sobre o patrimônio arqueológico existente, possibilitando que os resultados sejam compartilhados por diversos pesquisadores.

## **EMBRAPA**

A Embrapa através deste projeto poderá ampliar seu foco de publicações técnicas através da divulgação de seus Boletins de Pesquisa, Documentos e Comunicados Técnicos, bem como ter sua participação mais ativa na rede de pesquisa estadual, informada no início deste projeto. Possibilitando maior eficiência na troca de informações entre pesquisadores locais e nacionais. Um outro projeto que poderia ter sua abrangência melhorada seria o projeto Prosa Rural, exibido hoje via rádio em todo o país, composto de entrevistas com pesquisadores da Embrapa sobre os principais problemas enfrentados pelo homem do campo no seu dia-a-dia. Hoje ainda disponibilizado para a sociedade em mídia cd-rom.

## **GOVERNO DO ESTADO**

O governo do Estado poderá ampliar sua rede de produção principalmente beneficiando a região da zona norte, onde atualmente não existe (ou está abaixo do adequado) comunicação efetiva com todas as instituições lotadas nesse segmento. Além de beneficiar a comunidade local com melhor possibilidade de comunicação entre as instituições do Estado como um todo, o âmbito de pesquisa será amplamente beneficiado em virtude da integração de diversos órgãos do governo no backbone da rede MetroAP, possibilitando maior facilidade de escoamento de tráfego local, gerando economia de utilização de banda para a Internet. Os hospitais da rede estadual poderão fazer parte de pesquisas nacionais visando troca de experiências, auxílio nos diagnósticos de doenças e etc. Com o surgimento da universidade estadual, inúmeros projetos poderão ser realizados entre instituições parceiras visando melhoria na qualidade de vida da região amazônica.

## 7.

### Observações Finais

---

A fim de possibilitar melhor estrutura do CPD do PoP-AP para atuar de forma adequada na operação deste backbone faz-se necessário obter alguns equipamentos, os quais estão sendo listados na tabela abaixo. Considerando a evolução do desenvolvimento científico da Universidade Federal do Amapá em seu campus Santana, onde ocorrem o curso de Arquitetura e urbanismo e futuramente os cursos do núcleo engenharia, e sua distância entre o campus marco zero do equador, onde esta lotado o PoP-AP, solicita-se a aquisição de solução de rádio para interligar os campus em questão.

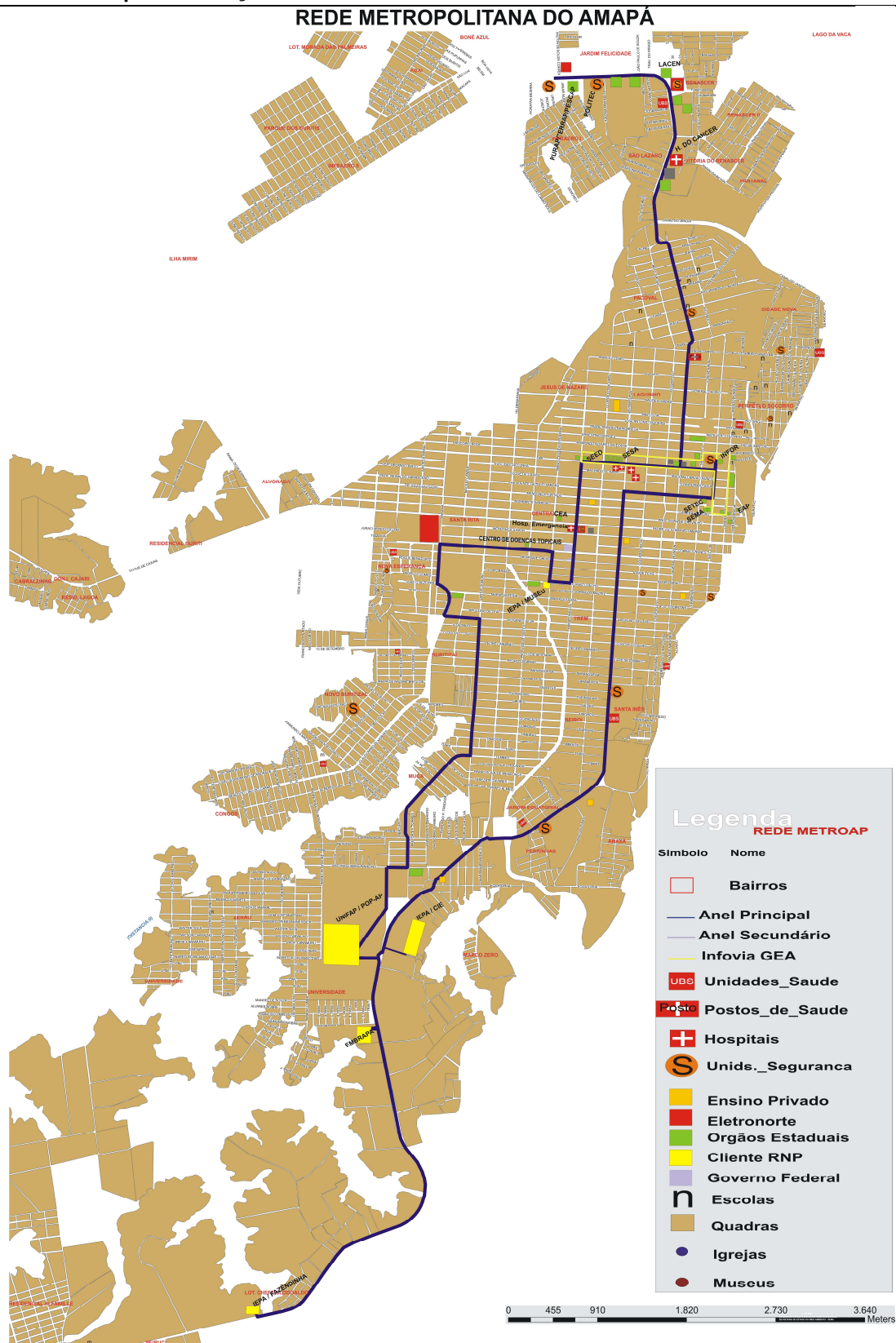
| <b>Tipo</b>                                                   | <b>Descrição</b>                                                                                                                              | <b>Qte</b> | <b>Preço Unitário</b> | <b>Preço Total</b>   |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------|----------------------|
| Régua elétrica com 8 tomadas                                  | Caixa e tampa em chapa de aço bitola 20, tomadas universais 2P+T, 250 v 12 A com cabo e plug                                                  | 1          | R\$ 150,00            | R\$ 150,00           |
| Mini Rack 20U                                                 | Rack padrão 19" para acomodação de equipamentos com porta em acrílico                                                                         | 1          | R\$ 1.500,00          | R\$ 1.500,00         |
| Conjunto de Rádio (client x server) + refletores+ alinhamento | Ponto de acesso rádio possibilitando conectividade entre 2 pontos utilizando tecnologia wireless atuando em 5.4 ghz regulamentado pela ANATEL | 1          | R\$ 30.000,00         | R\$ 30.000,00        |
| <b>TOTAL DE EQUIPAMENTOS</b>                                  |                                                                                                                                               |            |                       | <b>R\$ 31.650,00</b> |

### Anexos

---

A seguir serão apresentados os Anexos citados ao longo deste Projeto Técnico.

## Anexo A – Mapa com Traçado



**Anexo B – Endereço das Localidades Contemplada**

---

| Nº | Tipo | Nome                        | Endereço                                     |
|----|------|-----------------------------|----------------------------------------------|
| 1  | R    | POP-AP/RNP                  | Rod. JK, Km 02                               |
| 2  | R    | EMBRAPA                     | Rod.JK, Km 05                                |
| 3  | R    | IEPA – FAZENDINHA           | Rod. JK, Km 10                               |
| 4  | R    | IEPA – MUSEU SACACA         | Av. Feliciano Coelho, 1509                   |
| 5  | E    | RURAP/TERRAP/PESCAP         | Rod.BR/ 56 Km 1                              |
| 6  | E    | POLITEC                     | Parque Residencial Lagoa, Alameda A          |
| 7  | E    | LACEN                       | Rua Tancredo Neves, nº 1118 São Lázaro       |
| 8  | E    | HOSPITAL DO CANCER          | Rod.BR/ 156 Km 0                             |
| 9  | E    | INFOR (**)                  | Rua: São José, 289, Centro                   |
| 10 | E    | SESA (**)                   | Av: fab, 69 Centro                           |
| 11 | E    | SEED (**)                   | Av: Fab, 96 Centro                           |
| 12 | E    | HOSPITAL DE EMERGÊNCIA      | Rua: Hamilton Silva, 6155 Santa Rita         |
| 13 | E    | SEMA                        | Av: Mendonça Furtado, 53, Centro             |
| 14 | E    | SETEC                       | Av: Presidente Vargas, 271, 2º andar, Centro |
| 15 | E    | CEA                         | Av. Padre Julio Maria Lombard, 1900 – Centro |
| 16 | E    | EAP                         | Rua Amazonas, 20, Centro                     |
| 17 | E    | CENTRO DE DOENÇAS TROPICAIS | Rua Professor Tostes, 2200, Santa Rita       |
| 18 | R    | UNIFAP/Campus Santana       | Rod. Duque de Caxias 1233 , Santana          |
| 19 | R    | IEPA/CIE                    | Rod. JK km 5 , ramal da Unifap s/n           |
| 20 | R    | UNIFAP/Campus Marco Zero    | Rod. JK, Km 02                               |

Legenda:

E – Estadual

R – Cliente Qualificado RNP

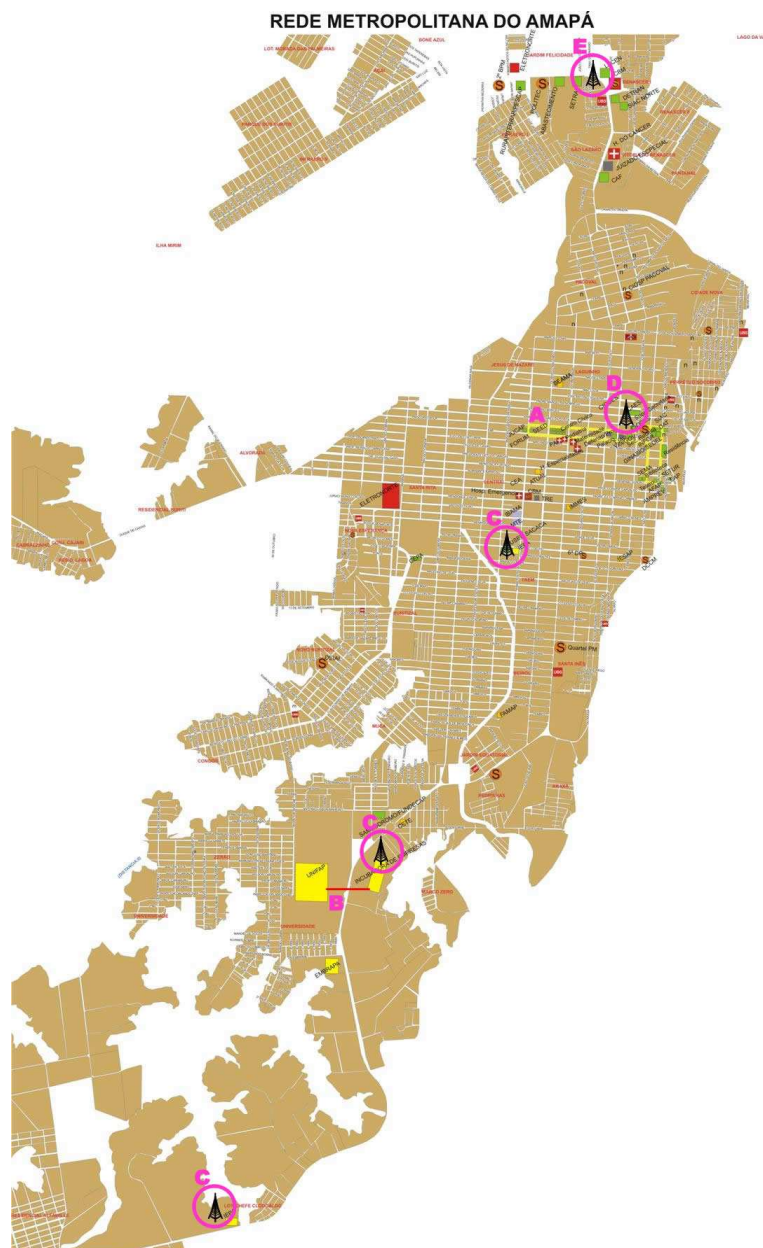
(\*\*) Pontos que fazem parte atualmente da Infovia do GEA

**Total Pontos RNP: 7**

**Total Pontos GEA: 13**



## Anexo C – Trechos de Fibras Já Existentes e Alternativas



- A) Rede Estadual Fast Ethernet abrangendo o centro da capital, pode ser visualizado no mapa acima disposto demarcado com linha amarelo
- B) Interligação Fast Ethernet partindo do PoP-AP/RNP para a Encubadora de Empresas do IEPA com extensão total de 2 km, demarcado no mapa com linha vermelha.
- C) Interligação das Torres IEPA Fazendinha com IEPA Macapá e IEPA Encubadora utilizando tecnologia wireless (canopy motorola).
- D) Existência de Torre do Estado em frente ao Prodap, possibilitando interligação com o IEPA Macapá ou IEPA Encubadora
- E) Projeto de Implementação de Torre na Zona Norte (ainda não definido altura e localização específica)

**Anexo D – Lista de Pontos Contidos no Anel Central**

|   | Nome                        | Endereço                                     |
|---|-----------------------------|----------------------------------------------|
| R | PoP-AP                      | Rod. JK, Km 02                               |
| R | IEPA-MUSEU                  | Av. Feliciano Coelho, 1509                   |
| E | INFOR                       | Rua: São José, 289, Centro                   |
| E | SESA                        | Av: fab, 69 Centro                           |
| E | SEED                        | Av: Fab, 96 Centro                           |
| E | HOSPITAL DE EMERGENCIAS     | Rua: Hamilton Silva, Santa Rita              |
| E | SETEC                       | Av. Presidente Vargas.                       |
| E | SEMA                        | Av: Mendonça Furtado,53, Centro              |
| E | CEA                         | Av. Padre Julio Maria Lombard, 1900 – Centro |
| E | EAP                         | Rua Amazonas,20,Centro                       |
| E | CENTRO DE DOENÇAS TROPICAIS | Rua Professor Tostes,2200, Santa Rita        |
| R | DINFO/UNIFAP                | Campus Marco Zero (UNIFAP)                   |

Legenda:

E – Estadual

R – Cliente Qualificado RNP

**Anexo E – Lista de Pontos Contidos na Radial Norte (\*)**

| Ponto | Nome                | Endereço                                |
|-------|---------------------|-----------------------------------------|
| E     | RURAP/TERRAP/PESCAP | Rod.BR/ 56 Km 1                         |
| E     | POLITEC             | Parque Residencial Lagoa, Alameda A     |
| E     | LACEN               | Rua: Tancredo Neves, nº 1118 São Lázaro |
| E     | HOSPITAL DO CANCER  | Rod.BR/ 156 Km 0                        |

(\*) **Para ser analisada viabilidade.** A Radial Norte não será utilizada inicialmente para atendimento de nenhum ponto de interesse da RNP. Entretanto, poderá ser estratégico para futuras negociações com a Eletronorte e terá o atendimento do prédio do IPEM/IMETRO.

Legenda:

E – Estadual

R – Cliente Qualificado RNP

**Anexo F – Lista de Pontos Contidos na Radias SUL**

---

| Tipo | Nome                    | Endereço                   |
|------|-------------------------|----------------------------|
| R    | EMBRAPA                 | Rod.JK, Km 05              |
| R    | IEPA – FAZENDINHA       | Rod. JK, Km 10             |
| R*   | UNIFAP – Campus Santana | Rod. Duque de Caxias, 1233 |

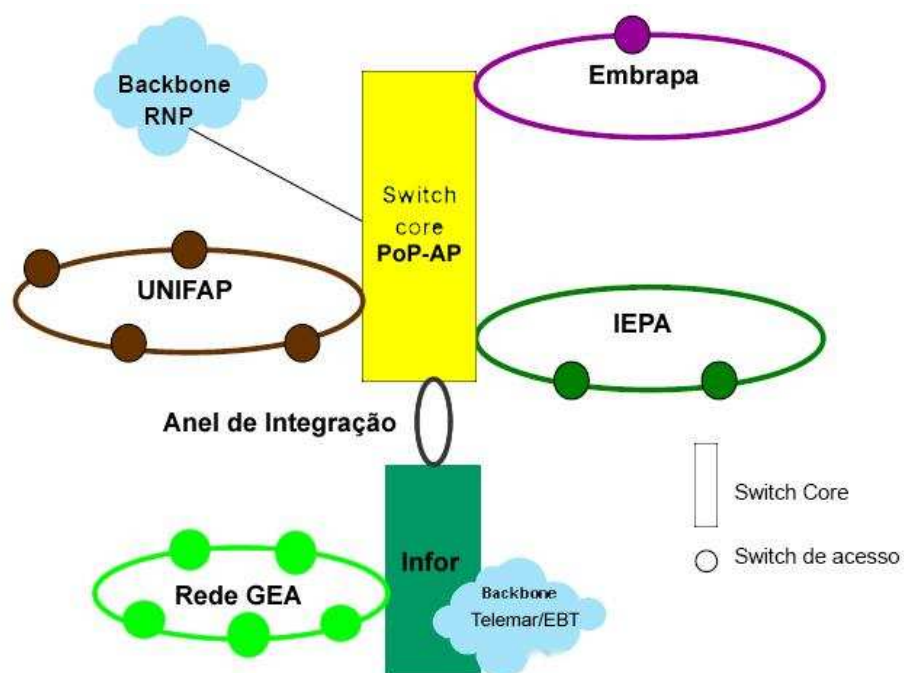
Legenda:

E – Estadual

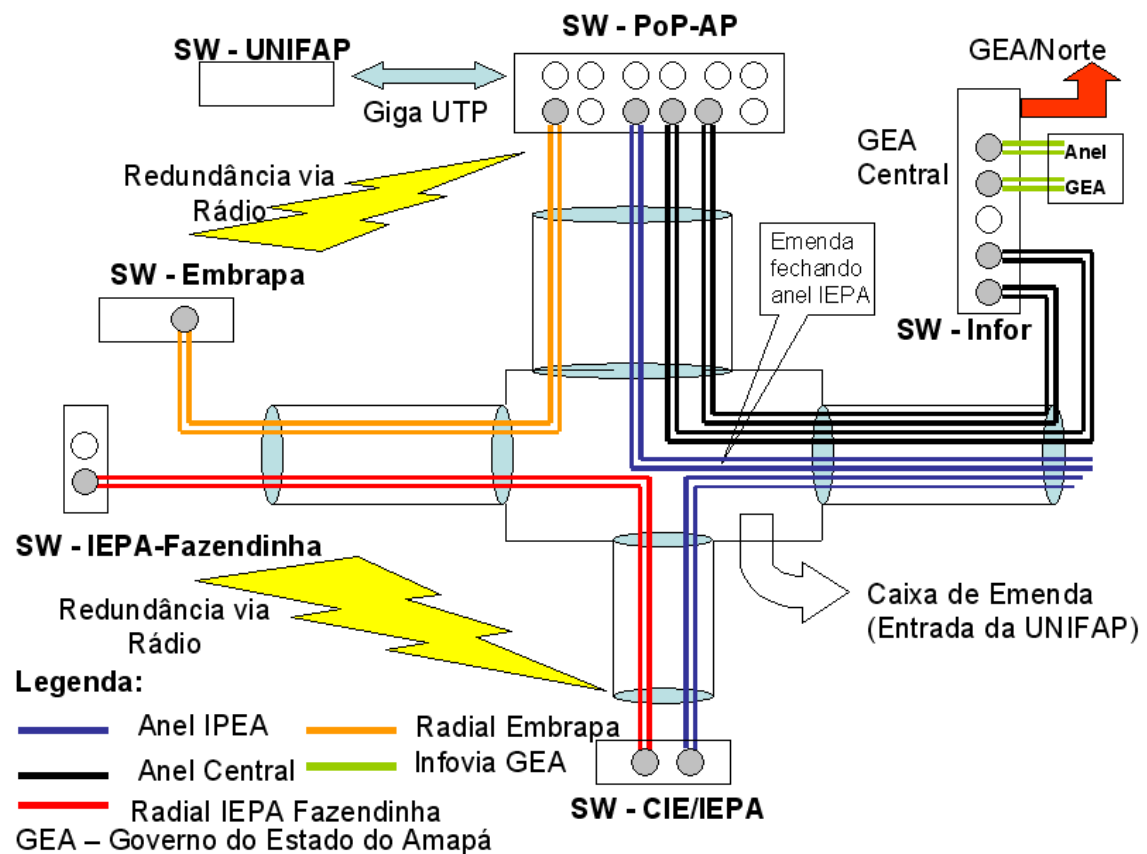
R – Cliente Qualificado RNP

R\* - Conexão via Rádio

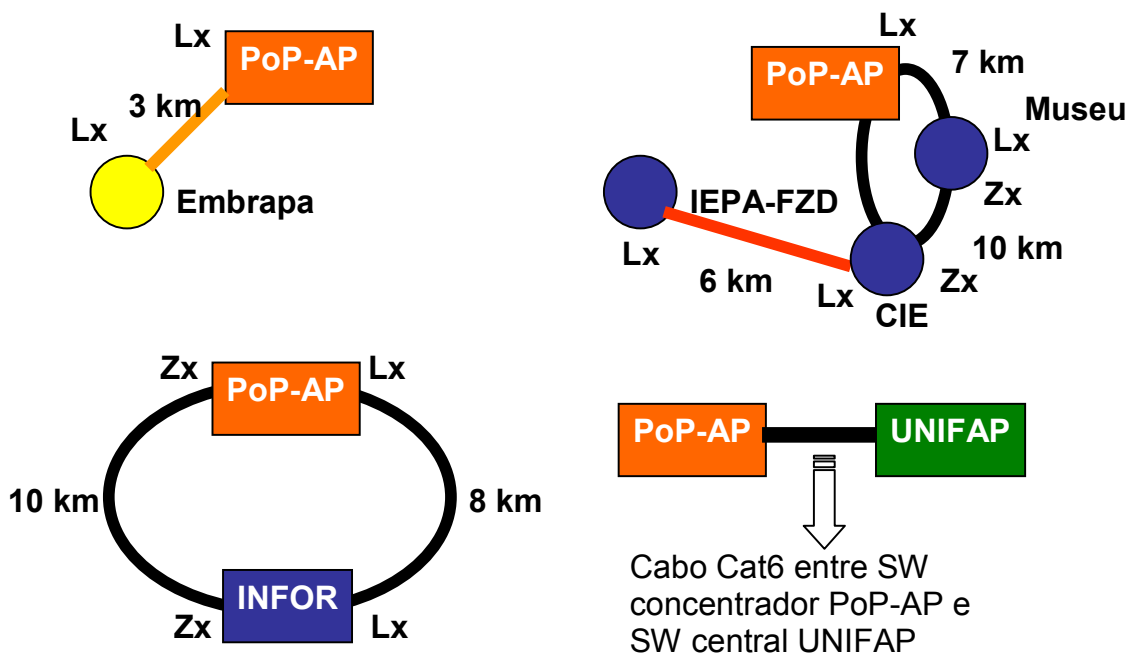
## Anexo G – Esquema da Forma de Concentração dos Clientes nos Switchs



## Anexo H - Esquema de Caixa de Emenda Principal (Caso Anel Central e Radial Sul)



## Interfaces para os Switchs



## Anexo J – Distâncias entre Pontos e Possíveis Pontos de Acesso do Anel Central

| TRECHO                     | DISTÂNCIA EM KM |
|----------------------------|-----------------|
| PoP-AP -> IEPA/CIE         | 1               |
| IEPA/CIE-> IEPA/FAZENDINHA | 6               |
| IEPA/CIE -> IEPA/MUSEU     | 10              |
| EMBRAPA -> PoP-AP          | 3               |
| PoP-AP -> INFOR            | 10              |
| IEPA/MUSEU -> PoP-AP       | 7               |

Os pontos citados nos trechos abaixo dispostos não necessariamente indicam que eles estão cotados para fazer parte da rede MetroAP e sim pontos de referenciamento

| TRECHO                                  | DISTÂNCIA EM KM |
|-----------------------------------------|-----------------|
| Radial PoP/AP-IEPA-Fazendinha           | 6               |
| Radial Infor-Zona Norte                 | 6               |
| Radial PoP-AP - CPAFAP-Embrapa          | 3               |
| <b>Pontos do Anel Central</b>           |                 |
| unifap-cete                             | 1,1             |
| cete-famap                              | 1,4             |
| famap-sesc Araxá                        | 1,1             |
| sesc araxa - policia militar            | 0,6             |
| intersecção IESAP                       | 1,2             |
| intersecção IESAP-IMMES                 | 0,5             |
| IMMES-UEAP                              | 0,5             |
| UEAP-Infor                              | 0,9             |
| Infor-TJAP                              | 0,9             |
| TJAP-Hospital Geral                     | 0,2             |
| Hospital Geral-FAMA                     | 0,6             |
| FAMA-intersecção FAT                    | 0,3             |
| Inter FAT - Pronto Socorro              | 0,1             |
| Pronto Socorro - Ministerio do Trabalho | 0,2             |
| Ministerio do Trabalho - IEPA/Museu     | 0,8             |
| IEPA/Museu - CRDT/CAIS                  | 0,3             |
| CRDT/CAIS - Eletronorte Santa Rita      | 1               |
| Eletronorte Santa Rita - CEPA           | 0,7             |
| CEPA - Fundecap/Sambodromo              | 3,6             |
| Fundecap/Sambodromo - Estadio Zerao     | 0,3             |
| Estadio Zerao - UNIFAP                  | 1               |
| <b>Total anel central</b>               | <b>17,3</b>     |
| <b>Total da Rede</b>                    | <b>31,7</b>     |



## Anexo K - Switchs

### I - Requisitos do comutador Tipo1

| Hardware (Tipo 1) – Concentrador                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hardware compatível com rack de 19", composto de um único chassis modular.                                                                                                                                                                |
| Fontes de alimentação 100-240 (AC) redundantes (N+1) hot swap, com os respectivos cabos.                                                                                                                                                  |
| Redundância de matriz de comutação ( <i>switch fabric</i> ), não necessariamente instalada.                                                                                                                                               |
| A capacidade de encaminhamento de pacotes especificada, deve ser realizada com apenas 1 módulo de gerenciamento.                                                                                                                          |
| Capacidade mínima de 20 portas ópticas de 1 Gigabit Ethernet 1000BASE-X. A expansão até pelo menos 48 portas ópticas (no total) deverá ser possível.                                                                                      |
| [R] [01] Capacidade mínima de 12 portas 10/100/1000BASE-TX, com velocidade e modo de operação ( <i>full-duplex</i> e <i>half-duplex</i> ) configurável.                                                                                   |
| <i>Hot-swappable</i> no que tange à retirada e inserção de módulos de interface, módulos de gerenciamento e fonte de alimentação.                                                                                                         |
| [R] [02] Deve suportar módulos de interface 10Gigabit Ethernet, visando expansão futura.                                                                                                                                                  |
| Deve dispor de ao menos 2 slots plenos livres, para futura ativação com novos módulos de interface. Entende-se por slot pleno uma posição no chassi do equipamento, capaz de receber um módulo com acesso direto ao barramento principal. |
| Deve possuir arquitetura <i>non-blocking</i> , <i>wire-speed</i> interna para os módulos de interface e para o chassis. Módulos <i>non-blocking</i> através do <i>backplane</i> .                                                         |
| <u>Desempenho</u>                                                                                                                                                                                                                         |
| Capacidade de transmissão agregada do <i>backplane</i> deve suportar a configuração máxima de módulos de interfaces do chassis, sem perdas de desempenho.                                                                                 |
| Deve possuir capacidade de encaminhamento de pacotes mínima de 120 Mpps, considerando pacotes de 64bytes.                                                                                                                                 |
| Mínimo de 4000 VLANs suportadas.                                                                                                                                                                                                          |
| Mínimo de 64000 endereços MAC suportados.                                                                                                                                                                                                 |
| Deve suportar roteamento e chaveamento de jumbo frames (até 9000 bytes).                                                                                                                                                                  |
| <b>Camada 3</b>                                                                                                                                                                                                                           |
| Roteamento ICMP.                                                                                                                                                                                                                          |
| Roteamento entre VLANs.                                                                                                                                                                                                                   |
| Roteamento estático.                                                                                                                                                                                                                      |
| RIPv1 e RIPv2.                                                                                                                                                                                                                            |
| Deve possuir suporte completo ao OSPFv2.                                                                                                                                                                                                  |
| Deve permitir atualização de software para uso de BGPv4.                                                                                                                                                                                  |
| <b>Camada 2</b>                                                                                                                                                                                                                           |
| IEEE 802.1Q ( <i>Virtual LANs tagging</i> ).                                                                                                                                                                                              |
| IEEE 802.3ad ( <i>Link aggregation</i> ).                                                                                                                                                                                                 |

|                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IEEE 802.1d ( <i>Spanning Tree Protocol</i> ) e IEEE 802.1w ( <i>Rapid Spanning Tree</i> ).                                                                                   |
| <i>Per-VLAN-Spanning-Tree</i> ou PVST+ ou <i>Multiple Spanning Tree</i> (MST 802.1s) ou similar.                                                                              |
| <b>IP Multicast</b>                                                                                                                                                           |
| RFC 1112 (IGMPv1).                                                                                                                                                            |
| RFC 2236 (IGMPv2).                                                                                                                                                            |
| [R] [03] RFC 2362 PIM-SM.                                                                                                                                                     |
| IGMP <i>snooping</i> ou CGMP.                                                                                                                                                 |
| Deve realizar roteamento de multicast em hardware.                                                                                                                            |
| <b>Qualidade de serviço</b>                                                                                                                                                   |
| IEEE 802.1p class of service (COS).                                                                                                                                           |
| [R] [04] Mecanismos de classificação, marcação, priorização de tráfego, aplicáveis por interfaces físicas ou lógicas, sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes. |
| Mecanismos de limitação de tráfego (rate-limit), em interfaces físicas ou lógicas, aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes.                         |
| Suporte a Diffserv.                                                                                                                                                           |
| Deve possuir pelo menos 4 filas de hardware por porta giga.                                                                                                                   |
| <b>Segurança</b>                                                                                                                                                              |
| Filtros de camada 3 aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes, em interfaces físicas ou lógicas.                                                      |
| Filtros de camada 4, aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes, em interfaces físicas ou lógicas.                                                     |
| IEEE 802.1x.                                                                                                                                                                  |
| TACACS+ ou RADIUS.                                                                                                                                                            |
| SYSLOG.                                                                                                                                                                       |
| SSHv2.                                                                                                                                                                        |
| SCP, FTP ou SFTP para transferência de arquivos.                                                                                                                              |
| Controle e contenção de <i>broadcast storm</i> .                                                                                                                              |
| Mecanismos de proteção contra ataque DDoS.                                                                                                                                    |
| <b>Gerenciamento</b>                                                                                                                                                          |
| SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3.                                                                                                                                                       |
| RMON com no mínimo 4 (quatro) grupos (estatísticas, histórico, alarmes e eventos).                                                                                            |
| Porta de console RS-232 para gerenciamento, acompanhada de cabo serial para conexão.                                                                                          |
| [R] [05] Mecanismos de coleta de estatísticas sobre fluxos de tráfego (Netflow, S-flow ou similar).                                                                           |
| Espelhamento de portas ( <i>port mirroring</i> ) sem perda de desempenho para a caixa.                                                                                        |
| Ajuste de <i>clock</i> utilizando NTP ou SNTP.                                                                                                                                |

## II - Requisitos do comutador Tipo 2

| Hardware (Tipo 2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hardware compatível com rack de 19". Poderá consistir de um único chassis modular ou de um arranjo de comutadores individuais cascadeados por um barramento externo de alta velocidade. No caso de ser um arranjo em cascata, o sistema deverá permitir gerenciamento unificado através de um único ponto de acesso, seja por console física, seja por um acesso de terminal virtual. |
| Fontes de alimentação 100-240 (AC) redundantes, internas ou externas, com os respectivos cabos AC.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| [R] [06] Deve possuir mínimo de 12 portas ópticas 1 Gigabit Ethernet 1000BASE-X, expansíveis até no mínimo 36 portas ópticas (total), através da adição de novos módulos de interfaces ou cascadeamento de comutadores.                                                                                                                                                               |
| Deve possuir no mínimo 4 portas 10/100/1000BASE-TX, com velocidade e modo de operação (full-duplex e half-duplex) configurável por porta, expansíveis até no mínimo 08 portas.                                                                                                                                                                                                        |
| <i>Hot-swappable</i> , no caso de chassis, no que tange à retirada e inserção de módulos de interface e fontes de alimentação.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Deve suportar módulos de interface 10Gigabit Ethernet, visando expansão futura.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Se a solução proposta envolver um chassis modular, deve possuir pelo menos 2 slots livres e plenos para expansão de interfaces. Se a solução proposta envolver cascadeamento de comutadores Ethernet individuais, a futura inclusão de 2 novos componentes (comutadores) deverá ser tecnicamente viável.                                                                              |
| Arquitetura <i>non-blocking</i> , <i>wire-speed</i> interna para os módulos de interface e para o chassis. Módulos <i>non-blocking</i> através do <i>backplane</i> .                                                                                                                                                                                                                  |
| Desempenho                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Capacidade de transmissão agregada do <i>backplane</i> deve suportar o tráfego máximo das interfaces, sem perdas de desempenho.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Capacidade de encaminhamento de pacotes mínima de 55Mpps para chassis. 1,48 Mpps x número de portas 1 Gbps para cada comutador cascadeado, considerando pacotes de 64 bytes.                                                                                                                                                                                                          |
| Mínimo de 1000 VLANs suportadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Mínimo de 10.000 endereços MAC suportados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Roteamento e chaveamento de jumbo frames (até 9000 bytes).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Camada 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Roteamento ICMP.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Roteamento entre VLANs.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Roteamento estático.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| RIPv1 e RIPv2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Deve possuir suporte completo a OSPFv2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Deve permitir atualização de software para uso de BGPv4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Camada 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| IEEE 802.1Q ( <i>Virtual LANs tagging</i> ).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| IEEE 802.3ad ( <i>Link aggregation</i> ).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| IEEE 802.1d ( <i>Spanning Tree Protocol</i> ) e IEEE 802.1w ( <i>Rapid Spanning Tree</i> ).                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <i>Per-VLAN-Spanning-Tree</i> ou PVST+ ou <i>multiple spanning tree</i> (MST 802.1s) ou similar.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| IP multicast                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RFC 1112 (IGMPv1).                                                                                                                                                   |
| RFC 2236 (IGMPv2).                                                                                                                                                   |
| RFC 2362 (PIM-SM).                                                                                                                                                   |
| IGMP <i>snooping</i> ou CGMP.                                                                                                                                        |
| Roteamento multicast em hardware.                                                                                                                                    |
| <b>Qualidade de Serviço</b>                                                                                                                                          |
| IEEE 802.1p class of service (COS).                                                                                                                                  |
| Mecanismos de classificação, marcação, priorização de tráfego, aplicáveis por interfaces físicas ou lógicas, sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes. |
| Mecanismos de limitação de tráfego (rate-limit), aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes.                                                  |
| Suporte a Diffserv.                                                                                                                                                  |
| Deve possuir pelo menos 4 filas de hardware por porta giga.                                                                                                          |
| <b>Segurança</b>                                                                                                                                                     |
| Filtros de camada 3 aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes, em interfaces físicas ou lógicas.                                             |
| Filtros de camada 4, aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes, em interfaces físicas ou lógicas.                                            |
| IEEE 802.1x.                                                                                                                                                         |
| TACACS+ ou RADIUS.                                                                                                                                                   |
| SYSLOG.                                                                                                                                                              |
| SSHv2.                                                                                                                                                               |
| SCP, SFTP ou FTP para transferência de arquivos.                                                                                                                     |
| Controle e contenção de <i>broadcast storm</i> .                                                                                                                     |
| Mecanismos de proteção contra ataque DDoS.                                                                                                                           |
| <b>Gerenciamento</b>                                                                                                                                                 |
| SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3.                                                                                                                                              |
| RMON com no mínimo 4 (quatro) grupos (estatísticas, histórico, alarmes e eventos).                                                                                   |
| Porta de console para gerenciamento, acompanhada de cabo serial para conexão.                                                                                        |
| Mecanismos de coleta de estatísticas sobre fluxos de tráfego (Netflow ou S-flow ou similar).                                                                         |
| Espelhamento de portas ( <i>port mirroring</i> ) sem perda de desempenho para a caixa.                                                                               |
| Ajuste de <i>clock</i> utilizando NTP ou SNTP.                                                                                                                       |

### III - Requisitos do comutador Tipo 3

| Hardware (Tipo 3)                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [R] [07] Hardware compatível com rack de 19".                                                                                                          |
| Fontes de alimentação 100-240 (AC) redundantes, internas ou externas.                                                                                  |
| Mínimo de 4 interfaces ópticas 1 Gigabit Ethernet 1000BASE-X.                                                                                          |
| Mínimo de 12 interfaces 10/100/1000BASE-TX, com velocidade e modo de operação (full-duplex e half-duplex) configurável por porta.                      |
| Arquitetura <i>non-blocking, wire-speed</i> .                                                                                                          |
| Desempenho                                                                                                                                             |
| Capacidade de transmissão agregada do <i>backplane</i> deve suportar o tráfego máximo das interfaces, sem perdas de desempenho.                        |
| Capacidade de encaminhamento de pacotes mínima de 25Mpps.<br>1,48 Mpps x número de portas 1 Gbps presentes na caixa, considerando pacotes de 64 bytes. |
| [R] [08] Mínimo de 1000 VLANs suportadas.                                                                                                              |
| Mínimo de 8.000 endereços MAC suportados.                                                                                                              |
| Roteamento e chaveamento de jumbo frames (até 9000 bytes).                                                                                             |
| Camada 3                                                                                                                                               |
| Roteamento ICMP.                                                                                                                                       |
| Roteamento entre VLANs.                                                                                                                                |
| Roteamento Estático.                                                                                                                                   |
| RIPv1 e RIPv2.                                                                                                                                         |
| Deve permitir atualização para suporte completo ao OSPFv2.                                                                                             |
| Camada 2                                                                                                                                               |
| IEEE 802.1Q (Virtual LANs tagging).                                                                                                                    |
| IEEE 802.3ad (Link aggregation).                                                                                                                       |
| IEEE 802.1d ( <i>Spanning Tree Protocol</i> ) e IEEE 802.1w ( <i>Rapid Spanning Tree</i> ).                                                            |
| <i>Per-VLAN-Spanning-Tree</i> ou PVST+ ou <i>multiple spanning tree</i> (MST 802.1s) ou similar.                                                       |
| IP multicast                                                                                                                                           |
| RFC 1112 (IGMPv1).                                                                                                                                     |
| RFC 2236 (IGMPv2).                                                                                                                                     |
| RFC 2362 (PIM-SM).                                                                                                                                     |
| IGMP snooping ou CGMP.                                                                                                                                 |
| Qualidade de serviço                                                                                                                                   |
| IEEE 802.1p class of service (COS).                                                                                                                    |
| Mecanismos de classificação, marcação e priorização de tráfego, aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes.                     |
| Mecanismos de limitação de tráfego (rate-limit).                                                                                                       |
| Suporte a Diffserv.                                                                                                                                    |
| Segurança                                                                                                                                              |
| Filtros de camada 2 aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes, em interfaces físicas ou lógicas.                               |
| Filtros de camada 3 aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes, em interfaces físicas ou lógicas.                               |
| Filtros de camada 4, aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes, em interfaces físicas ou lógicas.                              |

|                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| IEEE 802.1x.                                                                       |
| TACACS+ ou RADIUS.                                                                 |
| SYSLOG.                                                                            |
| SSHv2.                                                                             |
| SCP, SFTP ou FTP para transferência de arquivos.                                   |
| Controle e contenção de <i>broadcast storm</i> .                                   |
| Mecanismos de proteção contra ataque DDoS.                                         |
| <i>Port security</i> .                                                             |
| <b>Gerenciamento</b>                                                               |
| SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3.                                                            |
| RMON com no mínimo 4 (quatro) grupos (estatísticas, histórico, alarmes e eventos). |
| Porta de console para gerenciamento, acompanhada de cabo serial para conexão.      |
| Espelhamento de portas ( <i>port mirroring</i> ).                                  |
| Ajuste de <i>clock</i> utilizando NTP ou SNTP.                                     |

#### IV - Requisitos comutadores de acesso Tipo 4

| Hardware (Tipo 4) - Acesso                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hardware compatível com rack de 19".                                                                                                        |
| [R] [09] Fontes de alimentação 100-240 VAC, com respectivo cabo.                                                                            |
| Mínimo de 2 interfaces ópticas 1 Gigabit Ethernet 1000BASE-X.                                                                               |
| Mínimo de 24 interfaces 10/100 (UTP) com velocidade e modo de operação (full-duplex e half-duplex) configurável.                            |
| Arquitetura <i>non-blocking, wire-speed</i> .                                                                                               |
| <b>Desempenho</b>                                                                                                                           |
| Capacidade de transmissão agregada do <i>backplane</i> deve suportar o tráfego máximo das interfaces, sem perdas de desempenho.             |
| Capacidade de encaminhamento de pacotes mínima de 6 Mpps.                                                                                   |
| Mínimo de 200 VLANs suportadas.                                                                                                             |
| Mínimo de 4.000 endereços MAC suportados.                                                                                                   |
| Suporte a jumbo frames (até 9000 bytes).                                                                                                    |
| <b>Camada 3</b>                                                                                                                             |
| Roteamento ICMP.                                                                                                                            |
| Roteamento entre VLANs.                                                                                                                     |
| Roteamento estático.                                                                                                                        |
| RIPv1 e RIPv2.                                                                                                                              |
| <b>Camada 2</b>                                                                                                                             |
| IEEE 802.1Q ( <i>Virtual LANs tagging</i> ).                                                                                                |
| IEEE 802.3ad ( <i>Link aggregation</i> ).                                                                                                   |
| IEEE 802.1d ( <i>Spanning Tree Protocol</i> ) e IEEE 802.1w ( <i>Rapid Spanning Tree</i> ).                                                 |
| <i>Per-VLAN-Spanning-Tree</i> ou PVST+ ou <i>Multiple Spanning Tree</i> (MST 802.1s) ou similar.                                            |
| <b>IP multicast</b>                                                                                                                         |
| RFC 1112 (IGMP V1).                                                                                                                         |
| RFC 2236 (IGMPv2).                                                                                                                          |
| IGMP <i>snooping</i> ou CGMP.                                                                                                               |
| <b>Qualidade de serviço</b>                                                                                                                 |
| IEEE 802.1p class of service (COS).                                                                                                         |
| [R] [10] Mecanismos de classificação, marcação e priorização de tráfego, aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes. |
| Suporte a Diffserv.                                                                                                                         |
| Mecanismos de limitação de tráfego (rate-limit).                                                                                            |
| <b>Segurança</b>                                                                                                                            |
| Filtros de camada 2 aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes, em interfaces físicas ou lógicas.                    |
| Filtros de camada 3 aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacote, em interfaces físicas ou lógicas.                     |
| Filtros de camada 4, aplicáveis sem impacto no desempenho de encaminhamento de pacotes, em interfaces físicas ou lógicas.                   |
| IEEE 802.1x.                                                                                                                                |
| TACACS+ ou RADIUS.                                                                                                                          |

|                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| SYSLOG.                                                                            |
| SSHv2.                                                                             |
| SCP, SFTP ou FTP para transferência de arquivos.                                   |
| Controle e contenção de <i>broadcast storm</i> .                                   |
| Mecanismos de proteção contra ataque DDoS.                                         |
| <i>Port security</i> .                                                             |
| <b>Gerenciamento</b>                                                               |
| SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3.                                                            |
| RMON com no mínimo 4 (quatro) grupos (estatísticas, histórico, alarmes e eventos). |
| Porta de console para gerenciamento, acompanhada de cabo serial para conexão.      |
| Espelhamento de portas ( <i>port mirroring</i> ).                                  |
| Deverá suportar ajuste de <i>clock</i> utilizando NTP ou SNTP.                     |