ANEXO II
Especificações Técnicas

Lote 1 – Item 1 - Switch Central de Médio Porte

GERAL

1. Estrutura de chassi modular, para instalação em gabinete padrão EIA 19”, e kit completo de instalação. Os equipamentos ofertados deverão vir acompanhados de kits de fixação, cabos, acessórios e demais materiais necessários à sua instalação, configuração e operação.

2. Cada chassis deve possuir, no mínimo, 5 (cinco) *slots* livres para a instalação de placas de interface. Isto é, sem considerar gasto com *slots* para placas de supervisão e comutação.

3. Todos os equipamentos que compõem a solução devem possuir fontes de alimentação internas ao chassis, que operem na faixa de 100 Vac a 240 Vac, com chaveamento automático (conversão automática) e frequência de 50-60 Hz, operação em modo *load-sharing* e do tipo *hot-swappable*, na modalidade N+1, sendo N o número de fontes necessárias à operação do chassis na configuração máxima. Na ocorrência de queda de uma das fontes, as remanescente deverão suportar toda carga do switch. Não serão aceitos equipamentos com transformadores adaptadores de tensão.

4. Possuir arquitetura de comutação *non-Blocking* sem *oversubscription,* salvo aonde expressamente autorizado na presente especificação.

5. Possuir redundância de processador e capacidade de comutação, utilizando módulos distintos.

6. Possuir redundância de sistema de resfriamento/ventilação, com suporte a substituição do tipo hot-swap.

7. O equipamento deverá funcionar normalmente, sem perda de funcionalidade, caso haja falha em um dos Módulos de Controle instalados.

8. Possuir sistema operacional com arquitetura modular, permitindo inserção e retirada de módulos sem impactar os demais.

9. Ser fornecido um conjunto de manuais técnicos para cada equipamento, contendo todas as informações sobre o produto com as instruções para instalação, configuração, operação e gerenciamento. A documentação e manuais técnicos devem estar escritos em português do Brasil ou Inglês.

10. Caso os equipamentos possuam tomadas elétricas no novo padrão brasileiro (NBR 14.136) deverão ser acompanhados pelos adaptadores para o padrão antigo.

11. LEDs de identificação de atividades de *status* do sistema, de cada porta, e de alimentação.

12. Suportar operação normal em temperaturas de 5ºC a 40ºC.

13. Não serão consideradas as portas 10/100BASE-TX, 10/100/1000BASE-T, 1000BASE-SX e 10GBASE-SR instaladas em módulos de supervisão ou gerenciamento para compor a quantidade de portas solicitadas.

14. Autonegociação e Auto MDI/MDIX em todas as portas *Ethernet*.

15. Caso a arquitetura seja centralizada o *switch* deverá possuir suporte para redundância do módulo supervisor sem prejuízo dos *slots* reservados para módulos de portas, inclusive do *slot* livre.

16. *Backplane* redundante, conectado diretamente a todas as interfaces fornecidas.

CONECTIVIDADE

17. Possuir porta de console para ligação direta e através de interface serial padrão RS-232 (com conector DB-9 ou RJ-45) ou USB para acesso à interface de linha de comando. Deverá ser fornecido cabo de console compatível com a porta de console do equipamento. Se o acesso à console for por meio de interface serial o cabo de console ser entregue com adaptador USB x serial RS-232.

18. Compatibilidade com os módulos dos itens 2 a 9 do lote 1.

CAPACIDADE E DESEMPENHO

19. Implementar capacidade de comutação agregada de 320 (trezentos e vinte) *Gbps* por chassis *non-blocking,* ou seja, 160 (cento e sessenta) Gbps entrando e saindo simultaneamente, sendo que cada slot deverá possuir no mínimo 32 (trinta e dois) Gbps entrando e saindo simultaneamente.

20. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes IPv4 de no mínimo 156 (cento e cinquenta e seis) Mpps por módulo de interfaces em hardware *non-blocking* considerando pacotes de no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes.

21. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes IPv6 de no mínimo 135 (cento e trinta e cinco) Mpps por módulo de interfaces em hardware, *non-blocking* e *full-duplex* considerando pacotes de no máximo 148 (cento e quarenta e oito) bytes.

22. Implementar capacidade de memória RAM no processador central de no mínimo 512 (quinhentos e doze) Mbytes. Será aceita também a mesma capacidade de memória RAM distribuída entre os slots que compõem o equipamento.

23. Implementar capacidade de pelo menos 12 (doze) mil prefixos IPv4 (FIB).

24. Implementar capacidade de pelo menos 6 (seis) mil prefixos IPv6 (FIB) .

25. Implementar pelo menos 350 (trezentas e cinquenta) listas de controle de acesso (ACL's) IPv4. Cada lista deverá suportar no mínimo 100 (cem) regras, sendo que o somatório global das regras deverá ser no mínimo 8000 (oito mil).

26. Implementar pelo menos 100 (cem) listas de controle de acesso (ACL's) IPv6. Cada lista deverá suportar no mínimo 100 (cem) regras, sendo que o somatório global das regras deverá ser no mínimo 4000 (quatro mil).

27. Capacidade de armazenamento de no mínimo 32.000 (trinta e dois mil) endereços MAC.

FUNCIONALIDADES

28. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    28.1. Padrão IEEE 802.3x (*Flow Control*);
    28.2. Padrão IEEE 802.1d (*Spanning Tree*);
    28.3. Padrão IEEE 802.1w (*Rapid Spanning Tree*);
    28.4. Padrão IEEE 802.1s (*Multiple Spanning Tree*);
    28.5. Padrão IEEE 802.1p (QoS MAC level);
    28.6. Padrão IEEE 802.1q (*Vlan trunking*);
    28.7. Padrão IEEE 802.3ad (*Link Aggregation*) - LACP, suportando até 8 (oito) portas por grupo e um mínimo de 30 (trinta) grupos por chassi, inclusive entre portas de diferentes módulos do chassi;
        28.7.1. Suportar QoS nas portas integrantes do grupo de Link Aggregation.
        28.7.2. Suportar IPv6 nas portas integrantes do grupo de Link Aggregation.

29. Implementar espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas portas do *switch* em uma única porta.

30. Implementar espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas VLANs do switch em uma única porta.

31. Implementar no mínimo 1 (uma) sessão simultânea de espelhamento de tráfego ou possuir mecanismos que permitam analisar 1 (um) fluxo de tráfego.

32. Implementar *Dual-mode* VLANs, isto é, VLANs cujas portas podem trabalhar simultaneamente no modo "*tagged*" e "*untagged*".

33. Permitir controle do recebimento de BPDU (BPDU Guard).

34. Permitir entradas estáticas na tabela ARP.

35. Permitir Roteamento inter-VLAN.

36. Permitir configurar limites máximos de MAC por porta.

37. Implementar Port-Based VLAN, com possibilidade de overlap de portas.

38. Deverá possuir mecanismos de proteção contra ataques de rede que degradam o desempenho do switch, como exemplo tráfegos broadcast (storm) e multicast.

39. Permitir configuração de taxa máxima de Broadcast, Multicast e Unicast desconhecido (storm control).

40. Permitir configuração de tempo de expiração (*Aging*) da tabela MAC.

41. Permitir definir a expiração (*Aging*) de MAC por inatividade.

42. Restrição de encaminhamento de quadros somente para MACs específicos, aprendidos dinamicamente e definidos estaticamente (*port security*).

43. Implementar DHCP *Relay.*

44. Implementar BOOTP *Relay*.

45. Implementar DHCP *snooping* ou funcionalidade similar que permita o bloqueio de servidores DHCP não autorizados na rede.

46. Desativação ou bloqueio de aprendizado de endereços MAC por interface.

47. Mecanismo de isolamento de comunicação entre interfaces da mesma VLAN ou domínio de *broadcast*.

48. Possuir suporte a LLDP (*Link Layer Discovery Protocol*) de acordo com o padrão IEEE 802.1ab ou protocolo equivalente, inclusive de ativos de diferentes fabricantes.

49. Permitir encaminhamento de *Jumbo Frames* (*frames* de no mínimo 9000 bytes) nas portas Gigabit Ethernet.

50. Suportar a configuração de no mínimo 4094 VLANs IDs.

51. Suportar pelo menos 4000 (quatro mil) VLANs ativas simultaneamente.

52. Suportar, no mínimo, 64 (sessenta e quatro) grupos de IGMP v1, v2 e v3.

IPv6

53. Implementar e suportar a RFC 2460 (IPv6 *Specification).*

54. Implementar e suportar a RFC 2461 ou RFC 4861 (Neighbor Discovery for IP version 6 (Ipv6)).

55. Implementar e suportar a RFC 2462 ou RFC 4862 (IPv6 Stateless Address Auto configuration).

56. Implementar e suportar a RFC 2463 ou RFC 4443 (ICMPv6).

57. Implementar e suportar a RFC 6052 *(IPv6 Addressing of IPv4/IPv6 Translators)* ou RFC 4291(*IP Version 6 Addressing Architecture*) ou RFC 3513*.*

58. Suportar a RFC 3587 (IPv6 *Global Unicast Address Format)* ou RFC 2374 (*An IPv6 Aggregatable Global Unicast Address Format*)*.*

59. Implementar e suportar a RFC 2464 (*Transmission of IPv6 over Ethernet Networks).*

60. Implementar e suportar a RFC 2893 ou RFC 4213 (*Basic Transition Mechanisms* for IPv6 *Hosts and Routers - Dual IP Layer*).

61. Implementar túneis de pacotes IPv6 em IPv4.

62. Suportar e Implementar:
    62.1. O protocolo de roteamento RIPng (RFC 2080);
    62.2. RFC 5340 ou RFC 2740 OSPF for IPv6 (OSPFv3).
    62.3.OSPFv3;
        62.3.1.pelo menos 10 áreas OSPFv3;
        62.3.2.pelo menos 15 adjacências OSPFv3;
    62.4. Multicast IPv6;
        62.4.1.RFC 2710, *Multicast Listener Discovery* (MLD) for IPv6;
        62.4.2.RFC 3810, *Multicast Listener Discovery Version* 2 (MLDv2) for IPv6;
    62.5. VRRP, RFC 5798 (Virtual Router Redundancy Protocol Version 3 for IPv4 and IPv6) ou funcionalidade similar;

63. Permitir resolução de endereços IPv4 e IPv6 para nomes (hostnames) atribuídos aos ativos de rede.

ROTEAMENTO

64. Permitir a configuração de rotas estáticas.

65. Implementar redistribuição de rotas entre diferentes protocolos.

66. Implementar geração de logs dos protocolos.

67. Suportar e implementar os seguintes protocolos:
    67.1.RFC 1723 ou RFC 2453 (RIPv2);
    67.2.RFC 2328 (OSPFv2);
        67.2.1.RFC 1587 ou RFC 3101 (OSPF NSSA);
        67.2.2.RFC 2370 OSPF *Opaque LSA Option;*
        67.2.3.RFC 3623 *Graceful OSPF Restart;*
        67.2.4.pelo menos 15 áreas OSPFv2;
        67.2.5.pelo menos 100 adjacências OSPFv2;
        67.2.6.Implementar autenticação via "*simple-password*" e/ou "MD5";

68. Deverá possui funcionalidades de IP *Multicast:*
    68.1.Suportar e implementar Multicast IPv4;
    68.2.Possuir pelo menos 2.000 rotas multicast;
    68.3.
69. Implementar e suportar RFC 2338 ou RFC 3768 – VRRP para IPv4 (*Virtual Router Redundancy Protocol)* ou funcionalidade similar.

QUALIDADE DE SERVIÇO

70. Implementar priorização de tráfego (QoS) por tipo de protocolo e por serviços da pilha TCP/IP.

71. Implementar e Suportar RFC 2474 - *Definition of the Differentiated Services Field* (DSCP Field) in the IPv4 and IPv6 *Headers,* bem como*:*
    71.1. Suportar RFC 2475 - *An Architecture for Differentiated Services;*
    71.2. Implementar RFC 2598 ou RFC 3246 - An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior);
    71.3. Implementar RFC 2597 - *DiffServ Assured Forwarding* (AF);
    71.4. Suportar RFC 2309 - *Queue Management and Congestion Avoidance;*

72. Implementar pelo menos 8 (oito) filas de QoS (em hardware) por porta 10/100/1000Base-T, 8 (oito) filas por porta 1000Base-SX/LX e 8 (oito) filas por porta 10GBase-LR.

73. Deverá implementar limitação de tráfego de entrada e saída permitindo variar a taxa de limitação com granularidade de 512 (quinhentos e doze) kbps por porta Gigabit Ethernet e 2500 (dois mil e quinhentos) kbps por porta 10 Gigabit Ethernet.

74. Implementar *Policy Based Routing .*

75. Suportar RFC 2697 - *A Single Rate Three Color Marker.*

76. Suportar RFC 2698 - *A Two Rate Three Color Marker.*

77. Implementar os seguintes algoritmos de fila: *Strict Priority* e *Round Robin* com distribuição de pesos WRR (*Weighted Round Robin*) ou WFQ (*Weighted Fair Queuing*).

78. Implementar funcionalidades de controle e limitação de tráfego por classe de serviço.

79. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de origem e endereço de destino.

80. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de origem e porta de destino.

81. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação DSCP.

82. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em CoS ("*Class of Service*" – nível 2).

83. Implementar funcionalidades que permitam o mapeamento do tráfego via lista de controle.

84. Implementar aplicação de políticas de QoS em todas as portas físicas do equipamento.

85. Implementar filas de prioridade para o tráfego *unicast* e *multicast* na capacidade de comutação exigida .

86. A aplicação de *features* de QoS, *Rate Shaping e Rate Limiting* não deve causar impacto no desempenho do sistema.

SEGURANÇA

87. Implementar controle de acesso por porta segundo o padrão IEEE 802.1x, com configuração dinâmica da VLAN do usuário autenticado.

88. Limitação de endereços MAC por porta. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

89. Limitação de endereços MAC por VLAN. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

90. Implementar listas de controle de acesso *layer* 2.

91. Listas de controle de acesso (ACLs), ou funcionalidade similar, baseadas em endereços MAC de origem e destino, endereços IP de origem e destino, portas TCP e UDP.

92. Implementar listas de acesso para o tráfego entrante e sainte.

93. Permitir a criação de listas de acesso baseadas em endereços IP para limitar o acesso ao elemento de rede via Telnet ou SSH, possibilitando a definição dos endereços IP de origem das respectivas sessões.

94. Implementar contadores para as listas de acesso.

95. Implementar definição de grupos de usuários, com diferentes níveis de acesso.

96. Implementar RFC 1492 TACACS+.

97. Implementar RFC 2865 RADIUS *Authentication.*

98. Implementar RFC 2866 RADIUS *Accounting*.

99. Implementar mecanismos de AAA (*Authentication, Authorization e Accounting*) com garantia de entrega.

100. Implementar autenticação mútua (two-way party authentication) entre o servidor e o cliente AAA.

101. Implementar recursos contra ataques do tipo *Denial of Service* e suas variações.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

102. Suportar a configuração com um único endereço IP para gerência e administração, com agrupamento lógico de switches chassis ou da pilha.

103. Implementar os seguintes protocolos e funcionalidades de gerenciamento:
    103.1. *Secure Shell* (SSHv2);
    103.2. Implementar SSH v2 *server.*
    103.3. SNMPv2c e SNMPv3, com autenticação e/ou criptografia;
    103.4. CLI (*Command Line Interface*);
    103.5. Implementar *Interface Index* (ifIndex) *persistence;*
    103.6. Implementar *Syslog* Local e Remoto, com capacidade de armazenamento de no mínimo 1000 mensagens locais;
    103.7. Implementar múltiplos servidores *Syslog* remotos;
    103.8. Gerenciamento por meio de interface gráfica (*web browser* ou cliente gráfico) pelo protocolo HTTPS, acesso direto ao equipamento com endereçamento IP;
    103.9. Suportar cópia de arquivos de configuração e imagens de firmware usando no mínimo um dos seguintes protocolos: TFTP, FTP, SFTP ou SCP.
    103.10. Implementar RFC 5905 *Network Time Protocol* (Version 4) ou SNTP (*Simple Network Time Protocol*);

104. Permitir, no mínimo, 4 grupos de RMON, sem a utilização de *probes* externas.

105. Implementar capacidade para monitoração de fluxos IPv4 e IPv6.

106. Implementar capacidade para a exportação de fluxos de tráfego com uma amostragem mínima de 1:1000 para todas as interfaces de serviço e proporcional à capacidade do sistema.

107. Implementar capacidade de monitoração via comando de operação:
    107.1. de tráfego de interfaces físicas e lógicas;
    107.2. de uso de CPU do processador, *line card* ou do recurso de hardware que trata os pacotes*;*
    107.3. de uso de memória do processador, *line card* ou do recurso de hardware que trata os pacotes;

108. Implementar capacidade de monitoração via SNMP:
    108.1. de tráfego de interfaces físicas e lógicas;
    108.2. de uso de CPU do processador, *line card* ou do recurso de hardware que trata os pacotes*;*
    108.3. de uso de memória do processador, *line card* ou do recurso de hardware que trata os pacotes;

109. Implementar exportação de informações e configurações.

110. Permitir utilização de *scripts* para automação de tarefas.

111. Permitir definição de alarmes de utilização de recursos tais como, CPU, memória, utilização de taxa de transmissão da interface, memória da interface.

112. Permitir aplicação de atualizações no sistema, em serviço.

113. Implementar endereço IP virtual (loopback) para gerência fora de banda.

114. Caso o equipamento possua funcionalidade de acesso por Telnet ou via HTTP, o equipamento deverá permitir que estas sejam desabilitadas, através de configuração, sem prejuízo às demais funcionalidades do mesmo.

115. Implementar comandos de depuração.

116. Implementar RFC 854 Telnet *client and server.*

117. Suportar e Implementar funcionalidades SNMP, bem como:
    - 117.1. Implementar RFC 1213 - *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II*;
    - 117.2. Suportar RFC 1215 MIB-II - *A Convention for Defining Traps for use with the SNMP;*
    - 117.3. Implementar RFC 2233 *The Interfaces Group MIB using SMIv2*;
    - 117.4. Implementar RFC 2578 - *Structure of Management Information Version 2* (SMIv2);
    - 117.5. Implementar RFC 2579 - *Textual Conventions for SMIv2;*
    - 117.6. Implementar RFC 2580 - *Conformance Statements for SMIv2;*
    - 117.7. Implementar RFC 1905 ou RFC 3416 - *Version 2 of the Protocol Operations for the Simple Network Management Protocol* (SNMP);
    - 117.8. Implementar RFC 3418 - *Management Information Base (MIB) for the Simple Network Management Protocol* (SNMP);
    - 117.9. Implementar RFC 2576 ou RFC 3584 - *Coexistence between Version 1, Version 2, and Version 3 of the Internet-standard Network Management Framework;*
    - 117.10. Implementar RFC 2665 ou RFC 3635 - *Definitions of Managed Objects for the Ethernet-like Interface Types;*
    - 117.11. Implementar RFC 1493 ou RFC 2674 ou RFC 4363 - *Definitions of Managed Objects for Bridges with Traffic Classes, Multicast Filtering, and Virtual LAN Extensions 802.1p / 802.1Q MIBs;*
    - 117.12. Implementar RFC 1354 ou RFC 2096 ou RFC 4292 - *IP Forwarding Table MIB;*
    - 117.13. Implementar RFC 2233 ou RFC 2863 – *The Interface Group MIB;*
    - 117.14. Implementar RFC 1724 - RIP *Version 2 MIB Extension;*
    - 117.15. Implementar RFC 1850 ou RFC 4750 - OSPF *Version* 2 MIB;
    - 117.16. Implementar RFC 2787 - VRRP MIB;

118. Implementar e suportar ferramentas de coleta de informações de tráfego IP como *NetFlow* ou *SFLOW* (RFC 3176) ou *IPFIX* (RFC 3917). A ativação dessa ferramenta não poderá prejudicar o desempenho do switch.

119. Suportar múltiplas imagens de *firmware* ou permitir a atualização da imagem por intermédio de download de servidor de rede.
    - 119.1. O equipamento deverá suportar no mínimo 2 imagens.
    - 119.2. Considera-se imagem software, firmware ou arquivo de configuração capaz de inicializar o equipamento.

120. Versão do sistema operacional/*firmware* mais recente.

121. Permitir gerenciamento e configuração *in-band* por meio de navegador HTTP ou HTTPS, SSHv2 ou superior; de no mínimo 2 (duas) conexões simultâneas, e *out-of-band* por meio de linha de comando e porta console com conector RJ-45 ou USB ou RS-232.

122. Suportar contadores de quadros recebidos, transmitidos, descartados e com erros para todas as interfaces, incluindo as 10 *Gigabit Ethernet*;

Lote 1 – Item 2 - Módulo de 48 Portas RJ-45

1. Módulo de 48 portas *Gigabit Ethernet* 1000Base-T *autosense e autonegociável*, com conectores RJ-45, segundo o padrão IEEE 802.3ab. As portas deverão ser compatíveis com Fast Ethernet 100BASE-TX no padrão IEEE 802.3u.

2. O módulo deverá ser do mesmo fabricante só switch especificado no lote 1 item 1 e ocupar somente um slot do chassi.

3. Implementar capacidade de comutação de no mínimo 96 (noventa e seis) Gbps, ou seja, 48 (quarenta e oito) Gbps entrando e saindo simultaneamente. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

4. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv4 de no mínimo 47 (quarenta e sete) Mpps, considerando pacotes de no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

5. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv6 de no mínimo 40 (quarenta) Mpps para pacotes de, no máximo, 148 (cento e quarenta e oito) bytes. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

Lote 1 – Item 3 - Módulo de 24 Portas ópticas *Gigabit Ethernet*

1. Módulo de 24 (vinte e quatro) portas *Gigabit Ethernet autosense e autonegociável*, compatíveis com as seguintes interfaces definidas nos padrões LAN PHY IEEE 802.3ab e IEEE 802.3z: 1000BASE-SX, 1000BASE-T, 1000BASE-LX e 1000BASE-LX10.

2. Não serão aceitos módulos com interfaces fixas (sem *transceivers* intercambiáveis), de modo a garantir a flexibilidade do sistema.

3. O módulo deverá ser do mesmo fabricante só switch especificado no lote 1 item 1 e ocupar somente um slot do chassi.

4. Implementar capacidade de comutação de no mínimo 48 (quarenta e oito) Gbps *non-blocking,* ou seja, 24 (vinte e quatro) Gbps entrando e saindo simultaneamente.

5. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv4 de no mínimo 23 (vinte e três) Mpps *non-blocking* para pacotes de, no máximo, 128 (cento e vinte e oito) bytes.

6. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv6 de no mínimo 20 (vinte) Mpps *non-blocking* para pacotes de, no máximo, 148 (cento e quarenta e oito) bytes.

7. Não serão aceitos módulos com *transceivers* fixos, de modo a garantir a flexibilidade do sistema.

Lote 1 – Item 4 - Módulo de 4 Portas ópticas *10 Gigabit Ethernet*

1. Módulo de 4 (quatro) portas 10 *Gigabit Ethernet autosense e autonegociável*, compatíveis com as seguintes interfaces definidas nos padrões LAN PHY IEEE 802.3ae: 10GBASE-SR, 10GBASE-LR e 10GBASE-ER.

2. Todas as interfaces de 10 *Gigabit Ethernet* devem suportar a inserção de *transceiver* do tipo SFP+ ou XFP;

3. Não serão aceitos módulos com interfaces fixas (sem *transceivers* intercambiáveis), de modo a garantir a flexibilidade do sistema.

4. O módulo deverá ser do mesmo fabricante só switch especificado no lote 1 item 1 e ocupar somente um slot do chassi.

5. Implementar capacidade de comutação de no mínimo 80 (oitenta) Gbps, ou seja, 40 (quarenta) Gbps entrando e saindo simultaneamente. Admitir-se-á oversubscription de acordo com a capacidade do slot do chassis.

6. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes IPv4 de no mínimo 39 (trinta e nova) Mpps, considerando pacotes de no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes.. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

7. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes IPv6 de no mínimo 34 (trinta e quatro) Mpps, considerando pacotes de no máximo 148 (cento e quarenta e oito) bytes. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

Lote 1 – Item 5 - Transceiver 10GBASE-SR

1. Suportar o padrão IEEE802.3ae.

Lote 1 – Item 6 - Transceiver 10GBASE-LR

1. Suportar o padrão IEEE802.3ae.

Lote 1 – Item 7 - Transceiver 1000BASE-SX

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 1 – Item 8 - Transceiver 1000BASE-LX

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 1 – Item 9 - Transceiver 1000BASE-LX10

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 1 – Item 10 – Rack 19 polegadas, 44 U

1. Deverá ser um rack fechado em chapa de aço com porta frontal de fechadura e com visor de material transparente, a ser instalado no piso. As laterais e fundos deverão ser removíveis, deverão possuir aletas de ventilação e pintura eletrostática a pó. Deverá, ainda, possuir 4 pés niveladores confeccionados em aço.

2. Deverá possuir altura mínima de 44 RU *(Quarenta e quatro rack units).*

3. Deverá ter largura mínima de 600 mm, possuir organizadores laterais de cabeamento em ambos os lados e permitir a fixação de ativos de rede com largura de *19" (Dezenove polegadas).*

4. Deverá ter profundidade mínima de 1000mm.

5. Deverá possuir a instalação de no mínimo 8 tomadas internas e fixadas ao rack, distribuídas em dois conjuntos separados de no mínimo 4 tomadas em cada lado.

6. Cada conjunto de tomadas deverá possuir controle central e independente, de forma a possibilitar a alimentação de cada conjunto a barramentos elétricos independentes.

7. O rack deverá possuir kit de ventilação no teto com no mínimo 4 ventiladores 110V/220V.

Lote 1 – Item 11 – Patch Panel 48 portas

1. Será destinado para ambiente de instalação interno.

2. Deverá suportar os padrões IEEE 802.3, 1000 BASE T, 1000 BASE TX, EIA/TIA-854, ANSI-EIA/TIA-862, ATM, Vídeo, Sistemas de Automação Predial, 10G-BASE-T (TSB-155) todos os protocolos LAN anteriores.

3. Deverá ser fornecido com guia de cabos traseiro em material termoplástico UL V94- 0 (flamabilidade) de alto impacto com fixação individual dos cabos, não propagante a chama.

4. Deverá possuir painel frontal em material plástico de alto impacto e chapa de aço com porta etiquetas para identificação em acrílico para proteção e guia traseiro perfurado, com possibilidade de fixação individual dos cabos.

5. Deverá ser fornecido com instrução de montagem em língua portuguesa.

6. Deverá ser fornecido todos os acessórios de fixação de cabos, velcro e cintas plásticas.

7. Deverá ser fornecido com ícones azuis e vermelhos para identificação das portas e com etiquetas para identificação dos pontos e possuir contato IDC em ângulo de 45º para melhoria da performance elétrica.

8. Deverá ter garantia de *ZERO BIT ERROR* em *Fast e Gigabit Ethernet*.

9. Deverá comportar 48 portas, possuir altura de 2U de rack e ser compatível com rack de 19”.

Lote 1 – Item 12 – DIO 24 portas

1. Instalação, com fornecimento, de distribuidores Internos Óticos–DIO, homologados pela ANATEL.

2. Os DIOs fornecidos deverão ser compostos de bandejas deslizantes para acomodação das fibras óticas, adaptadores óticos para conectores SC-APC, extensões óticas tipo *pig-tails* (para fibra monomodo) com 24 (vinte e quatro) conectores SC-APC para cada DIO e bandeja para acomodação das emendas do cabo ótico resistentes e protegidos contra corrosão.

3. O suporte com os adaptadores óticos, bem como, as áreas de emenda ótica e armazenamento do excesso de fibras, deverão ser internos ao produto, conferindo maior proteção e segurança ao sistema.

4. Deverá possuir 1U de altura e ser compatível com o padrão 19”.

Lote 1 – Item 13 – Treinamento 5 pessoas

1. Os treinamentos deverão ser realizados no Brasil, em português, em local fornecido pela CONTRATADA, em qualquer uma das capitais das Unidades da Federação a ser indicada pela CONTRATANTE. O local de treinamento deverá possuir todas as facilidades para um perfeito desempenho das atividades incluindo os recursos áudio visuais e laboratórios necessários, sem ônus algum para a CONTRATANTE.

2. Caberá à CONTRATADA prover todos os recursos didáticos necessários à realização do treinamento, incluindo, sala de aula, *datashow*, apostilas, bloco de anotações e caneta para cada treinando em cada turno de treinamento.

3. Os treinamentos deverão ocorrer usando-se dois turnos diários de até 4 horas cada, com intervalos de 15 minutos em cada turno e 1 hora entre os turnos.

4. A carga horária mínima do treinamento não poderá ser inferior a 40 horas, a turma conterá 5 pessoas e a ementa deverá contemplar, no mínimo:
   4.1. Instalação e Administração Básica e Avançada do equipamento
   4.2. Administração Avançada, protocolos suportados de rede (IP) e roteamento dinâmico (OSPF);
   4.3. Command Line;
   4.4. configuração de serviços;
   4.5. Hardware;
   4.6. Troubleshooting;
   4.7. Configuração de VLANs e Trunks;
   4.8. Configuração e Melhoria de Desempenho do Spanning Tree;
   4.9. Roteamento entre VLANs;

5. Toda a documentação didática necessária aos cursos de treinamento deverá ser disponibilizada em papel impresso e mídia digital .

6. Os cursos referentes a equipamentos e softwares que façam parte do objeto deverão usar o material oficial de treinamento do respectivo fabricante por meio de qualquer um dos seus respectivos centros autorizados de treinamento.

7. São produtos esperados de todos os treinamentos:
   7.1. Aulas presenciais teóricas e práticas.
   7.2. Material didático contratado e aprovado pela CONTRATANTE.
   7.3. Referências para estudos e pesquisas complementares.

8. A CONTRATANTE poderá, a seu critério, reproduzir o material didático usado e treinar multiplicadores para repetir o treinamento sem custos adicionais.

Lote 1 – Item 14 – Treinamento 10 pessoas

1. Os treinamentos deverão ser realizados no Brasil, em português, em local fornecido pela CONTRATADA, em qualquer uma das capitais das Unidades da Federação a ser indicada pela CONTRATANTE. O local de treinamento deverá possuir todas as facilidades para um perfeito desempenho das atividades incluindo os recursos áudio visuais e laboratórios necessários, sem ônus algum para a CONTRATANTE.

2. Caberá à CONTRATADA prover todos os recursos didáticos necessários à realização do treinamento, incluindo, sala de aula, *datashow*, apostilas, bloco de anotações e caneta para cada treinando em cada turno de treinamento.

3. Os treinamentos deverão ocorrer usando-se dois turnos diários de até 4 horas cada, com intervalos de 15 minutos em cada turno e 1 hora entre os turnos.

4. A carga horária mínima do treinamento não poderá ser inferior a 40 horas, a turma conterá 10 pessoas e a ementa deverá contemplar, no mínimo:
   4.1. Instalação e Administração Básica e Avançada do equipamento
   4.2. Administração Avançada, protocolos suportados de rede (IP) e roteamento dinâmico (OSPF);
   4.3. Command Line;
   4.4. configuração de serviços;

4.5. Hardware;
4.6. Troubleshooting;
4.7. Configuração de VLANs e Trunks;
4.8. Configuração e Melhoria de Desempenho do Spanning Tree;
4.9. Roteamento entre VLANs;

5. Toda a documentação didática necessária aos cursos de treinamento deverá ser disponibilizada em papel impresso e mídia digital .

6. Os cursos referentes a equipamentos e softwares que façam parte do objeto deverão usar o material oficial de treinamento do respectivo fabricante por meio de qualquer um dos seus respectivos centros autorizados de treinamento.

7. São produtos esperados de todos os treinamentos:
   7.1. Aulas presenciais teóricas e práticas.
   7.2. Material didático contratado e aprovado pela CONTRATANTE.
   7.3. Referências para estudos e pesquisas complementares.

8. A CONTRATANTE poderá, a seu critério, reproduzir o material didático usado e treinar multiplicadores para repetir o treinamento sem custos adicionais.

Lote 2 – Item 1 - Switch Central de Grande Porte

GERAL

1. Estrutura de chassi modular, para instalação em gabinete padrão EIA 19”, e kit completo de instalação. Os equipamentos ofertados deverão vir acompanhados de kits de fixação, cabos, acessórios e demais materiais necessários à sua instalação, configuração e operação.

2. Cada chassis deve possuir, no mínimo, 16 (dezesseis) *slots* livres para a instalação de placas de interface. Isto é, sem considerar gasto com *slots* para placas de supervisão e comutação.

3. Todos os equipamentos que compõem a solução devem possuir fontes de alimentação internas ao chassis, que operem na faixa de 100 Vac a 240 Vac, com chaveamento automático (conversão automática) e frequência de 50-60 Hz, operação em modo *load-sharing* e do tipo *hot-swappable*, na modalidade N+1, sendo N o número de fontes necessárias à operação do chassis na configuração máxima. Na ocorrência de queda de uma das fontes, as remanescente deverão suportar toda carga do *switch*. Não serão aceitos equipamentos com transformadores adaptadores de tensão.

4. Possuir arquitetura de comutação *non-Blocking* sem *oversubscription,* salvo aonde expressamente autorizado na presente especificação.

5. Possuir redundância de processador e capacidade de comutação, utilizando módulos distintos.

6. Possuir redundância de sistema de resfriamento/ventilação, com suporte a substituição do tipo *hot-swap*.

7. O equipamento deverá funcionar normalmente, sem perda de funcionalidade, caso haja falha em um dos Módulos de Controle instalados.

8. Possuir sistema operacional com arquitetura modular, permitindo inserção e retirada de módulos sem impactar os demais.

9. Ser fornecido um conjunto de manuais técnicos para cada equipamento, contendo todas as informações sobre o produto com as instruções para instalação, configuração, operação e gerenciamento. A documentação e manuais técnicos devem estar escritos em português do Brasil ou Inglês.

10. Caso os equipamentos possuam tomadas elétricas no novo padrão brasileiro (NBR 14.136) deverão ser acompanhados pelos adaptadores para o padrão antigo.

11. LEDs de identificação de atividades de *status* do sistema, de cada porta, e de alimentação.

12. Suportar operação normal em temperaturas de 5ºC a 40ºC.

13. Não serão consideradas as portas 10/100BASE-TX, 10/100/1000BASE-T, 1000BASE-SX e 10GBASE-SR instaladas em módulos de supervisão ou gerenciamento para compor a quantidade de portas solicitadas.

14. Autonegociação e Auto MDI/MDIX em todas as portas *Ethernet*.

15. Caso a arquitetura seja centralizada o *switch* deverá possuir suporte para redundância do módulo supervisor sem prejuízo dos *slots* reservados para módulos de portas, inclusive do *slot* livre.

16. *Backplane* redundante, conectado diretamente a todas as interfaces fornecidas.

CONECTIVIDADE

17. Possuir porta de console para ligação direta e através de interface serial padrão RS-232 (com conector DB-9 ou RJ-45) ou USB para acesso à interface de linha de comando. Deverá ser fornecido cabo de console compatível com a porta de console do equipamento. Se o acesso à console for por meio de interface serial o cabo de console ser entregue com adaptador USB x serial RS-232.

18. Compatibilidade com os módulos dos itens 2 a 10 do lote 2.

CAPACIDADE E DESEMPENHO

19. Implementar capacidade de comutação agregada de 1280 (mil duzentos e oitenta) *Gbps* por chassis *non-blocking,* ou seja, 640 (seiscentos e quarenta) Gbps entrando e saindo simultaneamente, sendo que cada slot deverá possuir no mínimo 40 (quarenta) Gbps entrando e saindo simultaneamente.

20. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes IPv4 de no mínimo *625 Mpps* (seiscentos e vinte e cinco) Mpps por módulo de interfaces em hardware *non-blocking* considerando pacotes de 128 (cento e vinte e oito) bytes.

21. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes IPv6 de no mínimo 540 (quinhentose quarenta) Mpps por módulo de interfaces em hardware, *non-blocking* e *full-duplex* considerando pacotes de 148 (cento e quarenta e oito) bytes.

22. Implementar capacidade de memória RAM no processador central de no mínimo 512 (quinhentos e doze) Mbytes. Será aceita também a mesma capacidade de memória RAM distribuída entre os slots que compõem o equipamento.

23. Implementar capacidade de pelo menos 1 (um) milhão de prefixos IPv4 (FIB).

24. Implementar capacidade de pelo menos 512 (quinhentos e doze) mil prefixos IPv6 (FIB) .

25. Implementar pelo menos 1000 (mil) listas de controle de acesso (ACL's) IPv4. Cada lista deverá suportar no mínimo 100 (cem) regras, sendo que o somatório global das regras deverá ser no mínimo 10 (dez) mil .

26. Implementar pelo menos 500 (quinhentas) listas de controle de acesso (ACL's) IPv6. Cada lista deverá suportar no mínimo 100 (cem) regras, sendo que o somatório global das regras deverá ser no mínimo 5 (cinco) mil.

27. Capacidade de armazenamento de no mínimo 128 (cento e vinte e oito) mil endereços MAC.

FUNCIONALIDADES

28. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    28.1. Padrão IEEE 802.3x (*Flow Control*);
    28.2. Padrão IEEE 802.1d (*Spanning Tree*);
    28.3. Padrão IEEE 802.1w (*Rapid Spanning Tree*);
    28.4. Padrão IEEE 802.1s (*Multiple Spanning Tree*);
    28.5. Padrão IEEE 802.1p (QoS MAC level);
    28.6. Padrão IEEE 802.1q (*Vlan trunking*);
    28.7. Padrão IEEE 802.3ad (*Link Aggregation*) - LACP, suportando até 8 (oito) portas por grupo e um mínimo de 30 (trinta) grupos por chassi, inclusive entre portas de diferentes módulos do chassi;
        28.7.1. Suportar QoS nas portas integrantes do grupo de *Link Aggregation*.
        28.7.2. Suportar IPv6 nas portas integrantes do grupo de *Link Aggregation*.

29. Implementar espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas portas do *switch* em uma única porta.

30. Implementar espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas VLANs do *switch* em uma única porta.

31. Implementar no mínimo 1 (uma) sessão simultânea de espelhamento de tráfego ou possuir mecanismos que permitam analisar 1 (um) fluxo de tráfego.

32. Implementar *Dual-mode* VLANs, isto é, VLANs cujas portas podem trabalhar simultaneamente no modo "*tagged*" e "*untagged*".

33. Permitir controle do recebimento de BPDU (BPDU Guard).

34. Permitir entradas estáticas na tabela ARP.

35. Permitir Roteamento inter-VLAN.

36. Permitir configurar limites máximos de MAC por porta.

37. Implementar Port-Based VLAN, com possibilidade de overlap de portas.

38. Deverá possuir mecanismos de proteção contra ataques de rede que degradam o desempenho do switch, como exemplo tráfegos broadcast (storm) e multicast.

39. Permitir configuração de taxa máxima de Broadcast, Multicast e Unicast desconhecido (storm control).

40. Permitir configuração de tempo de expiração (*Aging*) da tabela MAC.

41. Permitir definir a expiração (*Aging*) de MAC por inatividade.

42. Restrição de encaminhamento de quadros somente para MACs específicos, aprendidos dinamicamente e definidos estaticamente (*port security*).

43. Implementar DHCP *Relay.*

44. Implementar BOOTP *Relay*.

45. Implementar DHCP *snooping* ou funcionalidade similar que permita o bloqueio de servidores DHCP não autorizados na rede.

46. Desativação ou bloqueio de aprendizado de endereços MAC por interface.

47. Mecanismo de isolamento de comunicação entre interfaces da mesma VLAN ou domínio de *broadcast*.

48. Possuir suporte a LLDP (*Link Layer Discovery Protocol*) de acordo com o padrão IEEE 802.1ab ou protocolo equivalente, inclusive de ativos de diferentes fabricantes.

49. Permitir encaminhamento de *Jumbo Frames* (*frames* de no mínimo 9000 bytes) nas portas Gigabit Ethernet.

50. Suportar a configuração de no mínimo 4094 VLANs IDs.

51. Suportar pelo menos 4000 (quatro mil) VLANs ativas simultaneamente.

52. Suportar, no mínimo, 64 (sessenta e quatro) grupos de IGMP v1, v2 e v3.

IPv6

53. Implementar e suportar a RFC 2460 (IPv6 *Specification).*

54. Implementar e suportar a RFC 2461 ou RFC 4861 (Neighbor Discovery for IP version 6 (Ipv6)).

55. Implementar e suportar a RFC 2462 ou RFC 4862 (IPv6 Stateless Address Auto configuration).

56. Implementar e suportar a RFC 2463 ou RFC 4443 (ICMPv6).

57. Implementar e suportar a RFC 6052 *(IPv6 Addressing of IPv4/IPv6 Translators)* ou RFC 4291(*IP Version 6 Addressing Architecture*) ou RFC 3513*.*

58. Suportar a RFC 3587 (IPv6 *Global Unicast Address Format)* ou RFC 2374 (*An IPv6 Aggregatable Global Unicast Address Format*)*.*

59. Implementar e suportar a RFC 2464 (*Transmission of IPv6 over Ethernet Networks).*

60. Implementar e suportar a RFC 2893 ou RFC 4213 (*Basic Transition Mechanisms* for IPv6 *Hosts and Routers - Dual IP Layer*).

61. Implementar túneis de pacotes IPv6 em IPv4.

62. Suportar e Implementar:
    62.1. O protocolo de roteamento RIPng (RFC 2080);
    62.2. RFC 5340 ou RFC 2740 OSPF for IPv6 (OSPFv3).
    62.3.OSPFv3;
        62.3.1.pelo menos 10 áreas OSPFv3;
        62.3.2.pelo menos 15 adjacências OSPFv3;
    62.4. Multicast IPv6;
        62.4.1.RFC 2710, *Multicast Listener Discovery* (MLD) for IPv6;
        62.4.2.RFC 3810, *Multicast Listener Discovery Version* 2 (MLDv2) for IPv6;
    62.5. VRRP, RFC 5798 (Virtual Router Redundancy Protocol Version 3 for IPv4 and IPv6) ou funcionalidade similar;

63. Permitir resolução de endereços IPv4 e IPv6 para nomes (hostnames) atribuídos aos ativos de rede.

ROTEAMENTO

64. Permitir a configuração de rotas estáticas.

65. Implementar redistribuição de rotas entre diferentes protocolos.

66. Implementar geração de logs dos protocolos.

67. Suportar e implementar os seguintes protocolos:
    67.1.RFC 1723 ou RFC 2453 (RIPv2);
    67.2.RFC 2328 (OSPFv2);
        67.2.1.RFC 1587 ou RFC 3101 (OSPF NSSA);
        67.2.2.RFC 2370 OSPF *Opaque LSA Option;*
        67.2.3.RFC 3623 *Graceful OSPF Restart;*
        67.2.4.pelo menos 30 áreas OSPFv2;
        67.2.5.pelo menos 200 adjacências OSPFv2;
        67.2.6.Implementar autenticação via "*simple-password*" e/ou "MD5";

68. Deverá possui funcionalidades de IP *Multicast:*
    68.1.Suportar e implementar Multicast IPv4;
    68.2.Possuir pelo menos 2.000 rotas multicast;

69. Implementar e suportar RFC 2338 ou RFC 3768 – VRRP para IPv4 (*Virtual Router Redundancy Protocol)* ou funcionalidade similar.

QUALIDADE DE SERVIÇO

70. Implementar priorização de tráfego (QoS) por tipo de protocolo e por serviços da pilha TCP/IP.

71. Implementar e Suportar RFC 2474 - *Definition of the Differentiated Services Field* (DSCP Field) in the IPv4 and IPv6 *Headers,* bem como*:*
    71.1. Suportar RFC 2475 - *An Architecture for Differentiated Services;*
    71.2. Implementar RFC 2598 ou RFC 3246 - An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior);
    71.3. Implementar RFC 2597 - *DiffServ Assured Forwarding* (AF);
    71.4. Suportar RFC 2309 - *Queue Management and Congestion Avoidance;*

72. Implementar pelo menos 8 (oito) filas de QoS (em hardware) por porta 10/100/1000Base-T, 8 (oito) filas por porta 1000Base-SX/LX e 8 (oito) filas por porta 10GBase-LR.

73. Deverá implementar limitação de tráfego de entrada e saída permitindo variar a taxa de limitação com granularidade de 512 (quinhentos e doze) kbps por porta Gigabit Ethernet e 2500 (dois mil e quinhentos) kbps por porta 10 Gigabit Ethernet.

74. Implementar *Policy Based Routing .*

75. Suportar RFC 2697 - *A Single Rate Three Color Marker.*

76. Suportar RFC 2698 - *A Two Rate Three Color Marker.*

77. Implementar os seguintes algoritmos de fila: *Strict Priority* e *Round Robin* com distribuição de pesos WRR (*Weighted Round Robin*) ou WFQ (*Weighted Fair Queuing*).

78. Implementar funcionalidades de controle e limitação de tráfego por classe de serviço.

79. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de origem e endereço de destino.

80. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de origem e porta de destino.

81. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação DSCP.

82. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em CoS ("*Class of Service*" – nível 2).

83. Implementar funcionalidades que permitam o mapeamento do tráfego via lista de controle.

84. Implementar aplicação de políticas de QoS em todas as portas físicas do equipamento.

85. Implementar filas de prioridade para o tráfego *unicast* e *multicast* na capacidade de comutação exigida .

86. A aplicação de *features* de QoS, *Rate Shaping e Rate Limiting* não deve causar impacto no desempenho do sistema.

SEGURANÇA

87. Implementar controle de acesso por porta segundo o padrão IEEE 802.1x, com configuração dinâmica da VLAN do usuário autenticado.

88. Limitação de endereços MAC por porta. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

89. Limitação de endereços MAC por VLAN. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

90. Implementar listas de controle de acesso *layer* 2.

91. Listas de controle de acesso (ACLs), ou funcionalidade similar, baseadas em endereços MAC de origem e destino, endereços IP de origem e destino, portas TCP e UDP.

92. Implementar listas de acesso para o tráfego entrante e sainte.

93. Permitir a criação de listas de acesso baseadas em endereços IP para limitar o acesso ao elemento de rede via Telnet ou SSH, possibilitando a definição dos endereços IP de origem das respectivas sessões.

94. Implementar contadores para as listas de acesso.

95. Implementar definição de grupos de usuários, com diferentes níveis de acesso.

96. Implementar RFC 1492 TACACS+.

97. Implementar RFC 2865 RADIUS *Authentication.*

98. Implementar RFC 2866 RADIUS *Accounting*.

99. Implementar mecanismos de AAA (*Authentication, Authorization e Accounting*) com garantia de entrega.

100. Implementar autenticação mútua (two-way party authentication) entre o servidor e o cliente AAA.

101. Implementar recursos contra ataques do tipo *Denial of Service* e suas variações.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

102. Suportar a configuração com um único endereço IP para gerência e administração, com agrupamento lógico de switches chassis ou da pilha.

103. Implementar os seguintes protocolos e funcionalidades de gerenciamento:
    - 103.1. *Secure Shell* (SSHv2);
    - 103.2. Implementar SSH v2 *server.*
    - 103.3. SNMPv2c e SNMPv3, com autenticação e/ou criptografia;
    - 103.4. CLI (*Command Line Interface*);
    - 103.5. Implementar *Interface Index* (ifIndex) *persistence;*
    - 103.6. Implementar *Syslog* Local e Remoto, com capacidade de armazenamento de no mínimo 1000 mensagens locais;
    - 103.7. Implementar múltiplos servidores *Syslog* remotos;
    - 103.8. Gerenciamento por meio de interface gráfica (*web browser* ou cliente gráfico) pelo protocolo HTTPS, acesso direto ao equipamento com endereçamento IP;
    - 103.9. Suportar cópia de arquivos de configuração e imagens de firmware usando no mínimo um dos seguintes protocolos: TFTP, FTP, SFTP ou SCP.
    - 103.10. Implementar RFC 5905 *Network Time Protocol* (Version 4) ou SNTP (*Simple Network Time Protocol*);

104. Permitir, no mínimo, 4 grupos de RMON, sem a utilização de *probes* externas.

105. Implementar capacidade para monitoração de fluxos IPv4 e IPv6.

106. Implementar capacidade para a exportação de fluxos de tráfego com uma amostragem mínima de 1:1000 para todas as interfaces de serviço e proporcional à capacidade do sistema.

107. Implementar capacidade de monitoração via comando de operação:
    - 107.1. de tráfego de interfaces físicas e lógicas;
    - 107.2. de uso de CPU do processador, *line card* ou do recurso de hardware que trata os pacotes*;*
    - 107.3. de uso de memória do processador, *line card* ou do recurso de hardware que trata os pacotes;

108. Implementar capacidade de monitoração via SNMP:
    - 108.1. de tráfego de interfaces físicas e lógicas;
    - 108.2. de uso de CPU do processador, *line card* ou do recurso de hardware que trata os pacotes*;*
    - 108.3. de uso de memória do processador, *line card* ou do recurso de hardware que trata os pacotes;

109. Implementar exportação de informações e configurações.

110. Permitir utilização de *scripts* para automação de tarefas.

111. Permitir definição de alarmes de utilização de recursos tais como, CPU, memória, utilização de taxa de transmissão da interface, memória da interface.

112.Permitir aplicação de atualizações no sistema, em serviço.

113.Implementar endereço IP virtual (loopback) para gerência fora de banda.

114.Caso o equipamento possua funcionalidade de acesso por Telnet ou via HTTP, o equipamento deverá permitir que estas sejam desabilitadas, através de configuração, sem prejuízo às demais funcionalidades do mesmo.

115.Implementar comandos de depuração.

116.Implementar RFC 854 Telnet *client and server.*

117.Suportar e Implementar funcionalidades SNMP, bem como:

117.1.Implementar RFC 1213 - *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II*;

117.2.Suportar RFC 1215 MIB-II - *A Convention for Defining Traps for use with the SNMP;*

117.3.Implementar RFC 2233 *The Interfaces Group MIB using SMIv2*;

117.4.Implementar RFC 2578 - *Structure of Management Information Version 2* (SMIv2);

117.5.Implementar RFC 2579 - *Textual Conventions for SMIv2;*

117.6.Implementar RFC 2580 - *Conformance Statements for SMIv2;*

117.7.Implementar RFC 1905 ou RFC 3416 - *Version 2 of the Protocol Operations for the Simple Network Management Protocol* (SNMP);

117.8.Implementar RFC 3418 - *Management Information Base (MIB) for the Simple Network Management Protocol* (SNMP);

117.9.Implementar RFC 2576 ou RFC 3584 - *Coexistence between Version 1, Version 2, and Version 3 of the Internet-standard Network Management Framework;*

117.10.Implementar RFC 2665 ou RFC 3635 - *Definitions of Managed Objects for the Ethernet-like Interface Types;*

117.11.Implementar RFC 1493 ou RFC 2674 ou RFC 4363 - *Definitions of Managed Objects for Bridges with Traffic Classes, Multicast Filtering, and Virtual LAN Extensions 802.1p / 802.1Q MIBs;*

117.12.Implementar RFC 1354 ou RFC 2096 ou RFC 4292 - *IP Forwarding Table MIB;*

117.13.Implementar RFC 2233 ou RFC 2863 – *The Interface Group MIB;*

117.14.Implementar RFC 1724 - RIP *Version 2 MIB Extension;*

117.15.Implementar RFC 1850 ou RFC 4750 - OSPF *Version* 2 MIB;

117.16.Implementar RFC 2787 - VRRP MIB;

118.Implementar e suportar ferramentas de coleta de informações de tráfego IP como *NetFlow* ou *SFLOW* (RFC 3176) ou *IPFIX* (RFC 3917). A ativação dessa ferramenta não poderá prejudicar o desempenho do switch.

119.Suportar múltiplas imagens de *firmware* ou permitir a atualização da imagem por intermédio de download de servidor de rede.

119.1.O equipamento deverá suportar no mínimo 2 imagens.

119.2. Considera-se imagem software, firmware ou arquivo de configuração capaz de inicializar o equipamento.

120. Versão do sistema operacional/*firmware* mais recente.

121. Permitir gerenciamento e configuração *in-band* por meio de navegador HTTP ou HTTPS, SSHv2 ou superior; de no mínimo 2 (duas) conexões simultâneas, e *out-of-band* por meio de linha de comando e porta console com conector RJ-45 ou USB ou RS-232.

122. Suportar contadores de quadros recebidos, transmitidos, descartados e com erros para todas as interfaces, incluindo as 10 *Gigabit Ethernet*;

Lote 2 – Item 2 - Módulo de 48 Portas RJ-45

1. Módulo de 48 portas *Gigabit Ethernet* 1000Base-T *autosense e autonegociável*, com conectores RJ-45, segundo o padrão IEEE 802.3ab. As portas deverão ser compatíveis com Fast Ethernet 100BASE-TX no padrão IEEE 802.3u.

2. O módulo deverá ser do mesmo fabricante só switch especificado no lote 2 item 1 e ocupar somente um slot do chassi.

3. Implementar capacidade de comutação de no mínimo 96 (noventa e seis) Gbps, ou seja, 48 (quarenta e oito) Gbps entrando e saindo simultaneamente. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

4. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv4 de no mínimo 47 (quarenta e sete) Mpps, considerando pacotes de no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

5. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv6 de no mínimo 40 (quarenta) Mpps para pacotes de, no máximo, 148 (cento e quarenta e oito) bytes. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

Lote 2 – Item 3 - Módulo de 24 Portas ópticas *Gigabit Ethernet*

1. Módulo de 24 (vinte e quatro) portas *Gigabit Ethernet autosense e autonegociável*, compatíveis com as seguintes interfaces definidas nos padrões LAN PHY IEEE 802.3ab e IEEE 802.3z: 1000BASE-SX, 1000BASE-T, 1000BASE-LX e 1000BASE-LX10.

2. Não serão aceitos módulos com interfaces fixas (sem *transceivers* intercambiáveis), de modo a garantir a flexibilidade do sistema.

3. O módulo deverá ser do mesmo fabricante só switch especificado no lote 2 item 1 e ocupar somente um slot do chassi.

4. Implementar capacidade de comutação de no mínimo 48 (quarenta e oito) Gbps *non-blocking,* ou seja*,* 24 (vinte e quatro) Gbps entrando e saindo simultaneamente.

5. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv4 de no mínimo 24 (vinte e quatro) Mpps *non-blocking* para pacotes de, no máximo, 128 (cento e vinte e oito) bytes.

6. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv6 de no mínimo 21 (vinte e um) Mpps *non-blocking* para pacotes de, no máximo, 148 (cento e quarenta e oito) bytes*.*

7. Não serão aceitos módulos com *transceivers* fixos, de modo a garantir a flexibilidade do sistema.

Lote 2 – Item 4 - Módulo de 8 Portas ópticas *10 Gigabit Ethernet*

1. Módulo de 8 (oito) portas 10 *Gigabit Ethernet autosense e autonegociável*, compatíveis com as seguintes interfaces definidas nos padrões LAN PHY IEEE 802.3ae: 10GBASE-SR, 10GBASE-LR e 10GBASE-ER.

2. Todas as interfaces de 10 *Gigabit Ethernet* devem suportar a inserção de *transceiver* do tipo SFP+ ou XFP;

3. Não serão aceitos módulos com interfaces fixas (sem *transceivers* intercambiáveis), de modo a garantir a flexibilidade do sistema.

4. O módulo deverá ser do mesmo fabricante só switch especificado no lote 2 item 1 e ocupar somente um slot do chassi.

5. Implementar capacidade de comutação de no mínimo 160 (cento e sessenta) Gbps, ou seja*,* 80 (oitenta) Gbps entrando e saindo simultaneamente. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

6. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv4 de no mínimo 78 (setenta e oito) Mpps, considerando pacotes de no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

7. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv6 de no mínimo 67 (sessenta e sete) Mpps, considerando pacotes de no máximo 148 (cento e quarenta e oito) bytes. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

Lote 2 – Item 5 - Módulo de 4 Portas ópticas *10 Gigabit Ethernet*

1. Módulo de 4 (quatro) portas 10 *Gigabit Ethernet autosense e autonegociável*, compatíveis com as seguintes interfaces definidas nos padrões LAN PHY IEEE 802.3ae: 10GBASE-SR, 10GBASE-LR e 10GBASE-ER.

2. Todas as interfaces de 10 *Gigabit Ethernet* devem suportar a inserção de *transceiver* do tipo SFP+ ou XFP;

3. Não serão aceitos módulos com interfaces fixas (sem *transceivers* intercambiáveis), de modo a garantir a flexibilidade do sistema.

4. O módulo deverá ser do mesmo fabricante só switch especificado no lote 2 item 1 e ocupar somente um slot do chassi.

5. Implementar capacidade de comutação de no mínimo 80 (oitenta) Gbps, ou seja, 40 (quarenta) Gbps entrando e saindo simultaneamente. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

6. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes IPv4 de no mínimo 39 (trinta e nova) Mpps, considerando pacotes de no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes.. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

7. Implementar capacidade de encaminhamento de pacotes IPv6 de no mínimo 34 (trinta e quatro) Mpps, considerando pacotes de no máximo 148 (cento e quarenta e oito) bytes. Admitir-se-á *oversubscription* de acordo com a capacidade do slot do chassis.

Lote 2 – Item 6 - Transceiver 10GBASE-SR

1. Suportar o padrão IEEE802.3ae.

Lote 2 – Item 7 - Transceiver 10GBASE-LR

1. Suportar o padrão IEEE802.3ae.

Lote 2 – Item 8 - Transceiver 1000BASE-SX

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 2 – Item 9 - Transceiver 1000BASE-LX

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 2 – Item 10 - Transceiver 1000BASE-LX10

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 2 – Item 11 – Rack 19 polegadas, 44 U

1. Deverá ser um rack fechado em chapa de aço com porta frontal de fechadura e com visor de material transparente, a ser instalado no piso. As laterais e fundos deverão ser removíveis, deverão possuir aletas de ventilação e pintura

eletrostática a pó. Deverá, ainda, possuir 4 pés niveladores confeccionados em aço.

2. Deverá possuir altura mínima de 44 RU *(Quarenta e quatro rack units).*

3. Deverá ter largura mínima de 600 mm, possuir organizadores laterais de cabeamento em ambos os lados e permitir a fixação de ativos de rede com largura de *19" (Dezenove polegadas).*

4. Deverá ter profundidade mínima de 1000mm.

5. Deverá possuir a instalação de no mínimo 8 tomadas internas e fixadas ao rack, distribuídas em dois conjuntos separados de no mínimo 4 tomadas em cada lado.

6. Cada conjunto de tomadas deverá possuir controle central e independente, de forma a possibilitar a alimentação de cada conjunto a barramentos elétricos independentes.

7. O rack deverá possuir kit de ventilação no teto com no mínimo 4 ventiladores 110V/220V.

Lote 2 – Item 12 – Patch Panel 48 portas

1. Será destinado para ambiente de instalação interno.

2. Deverá suportar os padrões IEEE 802.3, 1000 BASE T, 1000 BASE TX, EIA/TIA-854, ANSI-EIA/TIA-862, ATM, Vídeo, Sistemas de Automação Predial, 10G-BASE-T (TSB-155) todos os protocolos LAN anteriores.

3. Deverá ser fornecido com guia de cabos traseiro em material termoplástico UL V94- 0 (flamabilidade) de alto impacto com fixação individual dos cabos, não propagante a chama.

4. Deverá possuir painel frontal em material plástico de alto impacto e chapa de aço com porta etiquetas para identificação em acrílico para proteção e guia traseiro perfurado, com possibilidade de fixação individual dos cabos.

5. Deverá ser fornecido com instrução de montagem em língua portuguesa.

6. Deverá ser fornecido todos os acessórios de fixação de cabos, velcro e cintas plásticas.

7. Deverá ser fornecido com ícones azuis e vermelhos para identificação das portas e com etiquetas para identificação dos pontos e possuir contato IDC em ângulo de 45º para melhoria da performance elétrica.

8. Deverá ter garantia de *ZERO BIT ERROR* em *Fast e Gigabit Ethernet*.

9. Deverá comportar 48 portas, possuir altura de 2U de rack e ser compatível com rack de 19”.

Lote 2 – Item 13 – DIO 24 portas

1. Instalação, com fornecimento, de distribuidores Internos Óticos–DIO, homologados pela ANATEL.

2. Os DIOs fornecidos deverão ser compostos de bandejas deslizantes para acomodação das fibras óticas, adaptadores óticos para conectores SC-APC, extensões óticas tipo *pig-tails* (para fibra monomodo) com 24 (vinte e quatro) conectores SC-APC para cada DIO e bandeja para acomodação das emendas do cabo ótico resistentes e protegidos contra corrosão.

3. O suporte com os adaptadores óticos, bem como, as áreas de emenda ótica e armazenamento do excesso de fibras, deverão ser internos ao produto, conferindo maior proteção e segurança ao sistema.

4. Deverá possuir 1U de altura e ser compatível com o padrão 19”.

Lote 2 – Item 14 – Treinamento 5 pessoas

1. Os treinamentos deverão ser realizados no Brasil, em português, em local fornecido pela CONTRATADA, em qualquer uma das capitais das Unidades da Federação a ser indicada pela CONTRATANTE. O local de treinamento deverá possuir todas as facilidades para um perfeito desempenho das atividades incluindo os recursos áudio visuais e laboratórios necessários, sem ônus algum para a CONTRATANTE.

2. Caberá à CONTRATADA prover todos os recursos didáticos necessários à realização do treinamento, incluindo, sala de aula, *datashow*, apostilas, bloco de anotações e caneta para cada treinando em cada turno de treinamento.

3. Os treinamentos deverão ocorrer usando-se dois turnos diários de até 4 horas cada, com intervalos de 15 minutos em cada turno e 1 hora entre os turnos.

4. A carga horária mínima do treinamento não poderá ser inferior a 40 horas, a turma conterá 5 pessoas e a ementa deverá contemplar, no mínimo:
   4.1. Instalação e Administração Básica e Avançada do equipamento
   4.2. Administração Avançada, protocolos suportados de rede (IP) e roteamento dinâmico (OSPF);
   4.3. Command Line;
   4.4. configuração de serviços;
   4.5. Hardware;
   4.6. Troubleshooting;
   4.7. Configuração de VLANs e Trunks;
   4.8. Configuração e Melhoria de Desempenho do Spanning Tree;
   4.9. Roteamento entre VLANs;

5. Toda a documentação didática necessária aos cursos de treinamento deverá ser disponibilizada em papel impresso e mídia digital .

6. Os cursos referentes a equipamentos e softwares que façam parte do objeto deverão usar o material oficial de treinamento do respectivo fabricante por meio de qualquer um dos seus respectivos centros autorizados de treinamento.

7. São produtos esperados de todos os treinamentos:
   7.1. Aulas presenciais teóricas e práticas.
   7.2. Material didático contratado e aprovado pela CONTRATANTE.
   7.3. Referências para estudos e pesquisas complementares.

8. A CONTRATANTE poderá, a seu critério, reproduzir o material didático usado e treinar multiplicadores para repetir o treinamento sem custos adicionais.

Lote 2 – Item 15 – Treinamento 10 pessoas

1. Os treinamentos deverão ser realizados no Brasil, em português, em local fornecido pela CONTRATADA, em qualquer uma das capitais das Unidades da Federação a ser indicada pela CONTRATANTE. O local de treinamento deverá possuir todas as facilidades para um perfeito desempenho das atividades incluindo os recursos áudio visuais e laboratórios necessários, sem ônus algum para a CONTRATANTE.

2. Caberá à CONTRATADA prover todos os recursos didáticos necessários à realização do treinamento, incluindo, sala de aula, *datashow*, apostilas, bloco de anotações e caneta para cada treinando em cada turno de treinamento.

3. Os treinamentos deverão ocorrer usando-se dois turnos diários de até 4 horas cada, com intervalos de 15 minutos em cada turno e 1 hora entre os turnos.

4. A carga horária mínima do treinamento não poderá ser inferior a 40 horas, a turma conterá 10 pessoas e a ementa deverá contemplar, no mínimo:
   4.1. Instalação e Administração Básica e Avançada do equipamento
   4.2. Administração Avançada, protocolos suportados de rede (IP) e roteamento dinâmico (OSPF);
   4.3. Command Line;
   4.4. configuração de serviços;
   4.5. Hardware;
   4.6. Troubleshooting;
   4.7. Configuração de VLANs e Trunks;
   4.8. Configuração e Melhoria de Desempenho do Spanning Tree;
   4.9. Roteamento entre VLANs;

5. Toda a documentação didática necessária aos cursos de treinamento deverá ser disponibilizada em papel impresso e mídia digital .

6. Os cursos referentes a equipamentos e softwares que façam parte do objeto deverão usar o material oficial de treinamento do respectivo fabricante por meio de qualquer um dos seus respectivos centros autorizados de treinamento.

7. São produtos esperados de todos os treinamentos:

7.1. Aulas presenciais teóricas e práticas.
7.2. Material didático contratado e aprovado pela CONTRATANTE.
7.3. Referências para estudos e pesquisas complementares.

8. A CONTRATANTE poderá, a seu critério, reproduzir o material didático usado e treinar multiplicadores para repetir o treinamento sem custos adicionais.

Lote 3 – Item 1 - Switch de Borda L2 com 24 portas de 1 Gbps, sem suporte PoE

ARQUITETURA

1. Permitir instalação em gabinete de 19" (dezenove polegadas).

2. LEDs de identificação de atividades de *status* do sistema, de cada porta e de alimentação.

3. Fonte de alimentação AC de 100/240 V, 60 Hz, com chaveamento automático.

4. Possuir altura de no máximo 1 *RU*.

5. Suportar operação normal em temperaturas de 5ºC até 40℃.

CONECTIVIDADE

6. Possuir 24 portas *GigabitEthernet* 1000Base-T *autosense e autonegóciavel* com suporte a conectores RJ-45 de acordo com o padrão IEEE 802.3ab. As portas deverão ser compatíveis com Fast Ethernet 100BASE-TX no padrão IEEE 802.3u.

7. Possuir, no mínimo, 2 (duas) portas combo SFP *Gigabit Ethernet* 1000Base-X, para inserção de módulos do tipo mini-GBIC suportando o padrão IEEE 802.3z e também para conexão de cabo elétrico com conector RJ-45 suportando o padrão IEEE 802.3ab. As portas combo SFP podem estar incluídas na quantidade exigida no item 6.

8. As portas ópticas deverão ser compatíveis com os transceivers dos itens 7 a 11 do lote 3.

9. Arquitetura de switch *Stackable*, permitindo o empilhamento de no mínimo 6 (seis) unidades por caminhos redundantes através de cabo do tipo *closed-loop*, e com desempenho mínimo de 10 (dez) Gbps *full-duplex* por porta de empilhamento, sendo que as portas de empilhamento devem ser adicionais às solicitadas no itens 6 e 7.

10. Possuir porta de console para ligação direta e através de terminal RS-232 para acesso à interface de linha de comando. Poderá ser fornecida porta de console com interface USB.

11. Deverá ser fornecido cabo de console compatível com a porta de console do equipamento a partir de computador equipado com porta USB, bem como o cabo para permitir o empilhamento.

DESEMPENHO

12. Capacidade de comutação de no mínimo 68 (sessenta e oito) Gbps *non-blocking, ou seja, 34* (trinta e quatro) Gbps entrando e saindo simultaneamente

13. Capacidade de encaminhamento de pacotes de no mínimo 33 (trinta e três) Mpps non-blocking com pacotes de, no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes.

14. Capacidade de armazenamento de no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC.

15. Suportar a configuração de no mínimo 4094 (quatro mil e noventa e quatro) Vlans Ids.

16. Permitir a configuração de no mínimo 255 (duzentos e cinquenta e cinco) VLANs ativas simultaneamente.

FUNCIONALIDADES

17. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    17.1. Padrão IEEE 802.3x (*Flow Control*);
    17.2. Padrão IEEE 802.1d (*Spanning Tree*);
    17.3. Padrão IEEE 802.1w (*Rapid Spanning Tree*);
    17.4. Padrão IEEE 802.1s (*Multiple Spanning Tree*);
    17.5. Padrão IEEE 802.3ad (*Link Aggregation*);
    17.6. Padrão IEEE 802.1p (CoS – Class of Service);
    17.7. Padrão IEEE 802.1x (Network Access Control);
    17.8. VLANs segundo o padrão IEEE 802.1q;
    17.9. IGMPv1,IGMPv2 e IGMPv3 *snooping*;
    17.10. DHCP *snooping* ou funcionalidade similar que permita o bloqueio de servidores DHCP não autorizados na rede;
    17.11. DHCP relay;
    17.12. BOOTP relay;
    17.13. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas portas do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    17.14. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas VLANs do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    17.15. Mecanismo de limitação (supressão) de *broadcast*;
    17.16. Mecanismos de proteção contra Destination Lookup Failure (arp spoofing);
    17.17. Permitir encaminhamento de Jumbo Frames com tamanho mínimo de 9000 bytes nas portas Gigabit Ethernet;

18. Implementar os protocolos LLDP (IEEE 802.1ab) e LLDP-MED;

19. Implementar reconhecimento de Telefones IP e provisioná-los na VLAN de voz automaticamente.

20. Implementar IPv6.

21. Permitir a configuração de endereços IPv6 para gerenciamento.

22. Permitir resolução de endereços IPv4 e IPv6 para nomes (hostnames) atribuídos aos ativos de rede.

23. Implementar ICMPv6 com as seguintes funcionalidades: ICMP request, ICMP Reply, ICMP Neighbor Discovery Protocol (NDP), ICMP MTU Discovery.

24. Implementar protocolos de gerenciamento Ping, Traceroute, Telnet e SNMP sobre Ipv6.

25. Implementar mecanismo de Dual Stack (IPv4 e IPv6), para permitir migração de IPv4 para IPv6.

26. Implementar roteamento estático para os protocolos IPv4 e Ipv6.

QUALIDADE DE SERVIÇO

27. Limitação de tráfego de entrada permitindo variar a taxa de limitação com granularidade de 1 (um) Mbps por porta.

28. Permitir a configuração de, no mínimo, 8 (oito) filas de prioridade por porta (em hardware) 10/100/1000Base-T, 8 (filas) filas por porta 1000Base-SX/LX.

29. Implementar funcionalidades de controle e limitação de tráfego por classe de serviço.

30. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de origem.

31. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de origem.

32. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de destino.

33. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de destino.

34. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação DSCP.

35. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação IP Precedence.

36. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em CoS ("Class of Service" – nível 2).

37. Implementar os seguintes algoritmos de fila: Strict Priority e Round Robin com distribuição de pesos WRR (Weighted Round Robin) ou SRR (Shaped Round Robin).

SEGURANÇA

38. Controle de acesso por porta segundo o padrão IEEE 802.1x, com configuração dinâmica da VLAN do usuário autenticado.

39. Configuração automática de VLAN de quarentena para a porta de dispositivos/usuários autenticados no padrão IEEE 802.1x.

40. Caso o dispositivo a ser conectado não possua cliente IEEE 802.1x, o switch o posicionará em uma VLAN *default*.

41. Capacidade de autenticar ao menos 2 (dois) dispositivos 802.1x por porta, para suporte à autenticação de sistemas operacionais virtualizados.

42. Autenticação de dispositivos baseado no endereço MAC, via servidor RADIUS ou TACACS.

43. Limitação de endereços MAC por porta. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

44. Limitação de endereços MAC por VLAN. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

45. Listas de controle de acesso (ACLs), ou funcionalidade similar, baseadas em endereços MAC de origem e destino, endereços IP de origem e destino, portas TCP e UDP.

46. Implementar definição de grupos de usuários, com diferentes níveis de acesso, ou possuir no mínimo 3 grupos de usuários pré-configurado.

47. Permitir controle de comandos para usuários ou grupos de usuários no equipamento.

48. Implementar RFC 1492 TACACS+.

49. Implementar mecanismos de AAA (*Authentication, Authorization e Accounting*) com garantia de entrega.

50. Implementar *Private* VLAN ou funcionalidade similar que permita segmentar uma VLAN em sub-domínios: uma VLAN primária e múltiplas VLANs secundárias.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

51. Gerenciamento da pilha de switches através de um único endereço IP.

52. Implementar os seguintes protocolos e funcionalidades de gerenciamento:
    - 52.1. *Secure Shell* (SSHv2);
    - 52.2. SNMPv2c e SNMPv3, com autenticação e criptografia;
    - 52.3. CLI (*Command Line Interface*);
    - 52.4. *Syslog*;
    - 52.5. Gerenciamento por meio de interface gráfica (*web browser*) pelo protocolo HTTPS;
    - 52.6. FTP (*File Transfer Protocol*) ou TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) ou SFTP (*Secure File Transfer Protocol*) ou SCP (Secure Copy Protocol);

52.7.NTP (*Network Time Protocol*) ou SNTP (*Simple Network Time Protocol*);

53. Implementar capacidade de monitoração via comando de operação, SNMP e interface Web de, no mínimo:
    53.1.de tráfego de interfaces físicas e lógicas;
    53.2.de uso de CPU do processador;
    53.3.de uso de memória do processador;

54. Permitir, no mínimo, 4 (quatro) grupos de RMON, sem a utilização de probes externas.

55. Suportar a MIB II - RFC 1213 .

56. Suportar múltiplas imagens de *firmware* ou permitir a atualização da imagem por intermédio de download de servidor de rede.

57. Versão do sistema operacional/*firmware* mais recente, ou seja, o equipamento deverá possuir a versão mais atual do sistema operacional na data da autorização do fornecimento.

58. Permitir o download e o upload de configurações.

Lote 3 – Item 2 - Switch de Borda L2 com 24 portas de 1Gbps, com suporte PoE

ARQUITETURA

1. Permitir instalação em gabinete de 19" (dezenove polegadas).

2. LEDs de identificação de atividades de *status* do sistema, de cada porta e de alimentação.

3. Fonte de alimentação AC de 100/240 V, 60 Hz, com chaveamento automático.

4. Possuir altura de no máximo 1 RU.

5. Suportar operação normal em temperaturas de 5ºC até 40℃.

CONECTIVIDADE

6. Possuir 24 portas *GigabitEthernet* 1000Base-T *autosense e autonegóciavel* com suporte a conectores RJ-45 de acordo com o padrão IEEE 802.3ab. As portas deverão ser compatíveis com Fast Ethernet 100BASE-TX no padrão IEEE 802.3u.

7. Suporte ao padrão IEEE 802.3af (*Power over Ethernet* – PoE) nas 24 portas exigidas no item 6 sem necessidade de fonte adicional para alimentar todas as portas na potência de 15,4 W.

8. Suporte ao padrão IEEE 802.3at (*Power over Ethernet plus* – PoE+) nas 24 portas exigidas no item 6. Em 5 portas, no mínimo, a funcionalidade deverá estar habilitada sem a necessidade de fonte adicional.

9. Possuir, no mínimo, 2 (duas) portas combo SFP *Gigabit Ethernet* 1000Base-X, para inserção de módulos do tipo mini-GBIC suportando o padrão IEEE 802.3z e também para conexão de cabo elétrico com conector RJ-45 suportando o padrão IEEE 802.3ab. As portas combo SFP podem estar incluídas na quantidade exigida no item 6.

10. As portas ópticas deverão ser compatíveis com os *transceivers* dos itens 7 a 11 do lote 3.

11. Arquitetura de switch *Stackable*, permitindo o empilhamento de no mínimo 6 (seis) unidades por caminhos redundantes através de cabo do tipo *closed-loop*, e com desempenho mínimo de 10 (dez) Gbps *full-duplex* por porta de empilhamento, sendo que as portas de empilhamento devem ser adicionais às solicitadas no itens 6 e 9.

12. Possuir porta de console para ligação direta e através de terminal RS-232 para acesso à interface de linha de comando. Poderá ser fornecida porta de console com interface USB.

13. Deverá ser fornecido cabo de console compatível com a porta de console do equipamento a partir de computador equipado com porta USB, bem como o cabo para permitir o empilhamento. .

DESEMPENHO

14. Capacidade de comutação de no mínimo 68 (sessenta e oito) Gbps *non-blocking, ou seja, 34* (trinta e quatro) Gbps entrando e saindo simultaneamente

15. Capacidade de encaminhamento de pacotes de no mínimo 33 (trinta e três) Mpps non-blocking com pacotes de, no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes.

16. Capacidade de armazenamento de no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC.

17. Suportar a configuração de no mínimo 4094 (quatro mil e noventa e quatro) Vlans Ids.

18. Permitir a configuração de no mínimo 255 (duzentas e cinquenta e cinco) Vlans ativas simultaneamente.

FUNCIONALIDADES

19. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    - 19.1. Padrão IEEE 802.3x (*Flow Control*);
    - 19.2. Padrão IEEE 802.1d (*Spanning Tree*);
    - 19.3. Padrão IEEE 802.1w (*Rapid Spanning Tree*);
    - 19.4. Padrão IEEE 802.1s (*Multiple Spanning Tree*);
    - 19.5. Padrão IEEE 802.3ad (*Link Aggregation*);
    - 19.6. Padrão IEEE 802.1p (CoS – Class of Service);
    - 19.7. Padrão IEEE 802.1x (Network Access Control);
    - 19.8. VLANs segundo o padrão IEEE 802.1q;
    - 19.9. IGMPv1,IGMPv2 e IGMPv3 *snooping*;
    - 19.10. DHCP *snooping* ou funcionalidade similar que permita o bloqueio de servidores DHCP não autorizados na rede;
    - 19.11. DHCP relay;
    - 19.12. BOOTP relay;
    - 19.13. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas portas do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 19.14. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas VLANs do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 19.15. Mecanismo de limitação (supressão) de *broadcast;*
    - 19.16. Mecanismos de proteção contra Destination Lookup Failure (arp spoofing);
    - 19.17. Permitir encaminhamento de Jumbo Frames com tamanho mínimo de 9000 bytes nas portas Gigabit Ethernet;

20. Implementar os protocolos LLDP (IEEE 802.1ab) e LLDP-MED, com auto negociação de energia para PoE.

21. Implementar reconhecimento de Telefones IP e provisioná-los na VLAN de voz automaticamente.

22. Implementar IPv6.

23. Permitir a configuração de endereços IPv6 para gerenciamento.

24. Permitir resolução de endereços IPv4 e IPv6 para nomes (hostnames) atribuídos aos ativos de rede.

25. Implementar ICMPv6 com as seguintes funcionalidades: ICMP request, ICMP Reply, ICMP Neighbor Discovery Protocol (NDP), ICMP MTU Discovery.

26. Implementar protocolos de gerenciamento Ping, Traceroute, Telnet e SNMP sobre Ipv6.

27. Implementar mecanismo de Dual Stack (IPv4 e IPv6), para permitir migração de IPv4 para IPv6.

28. Implementar roteamento estático para os protocolos IPv4 e IPv6.

QUALIDADE DE SERVIÇO

29. Limitação de tráfego de entrada permitindo variar a taxa de limitação com granularidade de 1 (um) Mbps por porta.

30. Permitir a configuração de, no mínimo, 8 (oito) filas de prioridade (em hardware) por porta 10/100/1000Base-T, 8 (oito) filas por porta 1000Base-SX/LX.

31. Implementar funcionalidades de controle e limitação de tráfego por classe de serviço.

32. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de origem.

33. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de origem.

34. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de destino.

35. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de destino.

36. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação DSCP.

37. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação IP Precedence.

38. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em CoS (“Class of Service” – nível 2).

39. Implementar os seguintes algoritmos de fila: Strict Priority e Round Robin com distribuição de pesos WRR (Weighted Round Robin) ou SRR (Shaped Round Robin).

SEGURANÇA

40. Controle de acesso por porta segundo o padrão IEEE 802.1x, com configuração dinâmica da VLAN do usuário autenticado.

41. Configuração automática de VLAN de quarentena para a porta de dispositivos/usuários autenticados no padrão IEEE 802.1x.

42. Caso o dispositivo a ser conectado não possua cliente IEEE 802.1x, o switch o posicionará em uma VLAN default.

43. Capacidade de autenticar ao menos 2 (dois) dispositivos 802.1X por porta, para suporte à autenticação de sistemas operacionais virtualizados.

44. Autenticação de dispositivos baseado no endereço MAC, via servidor RADIUS ou TACACS.

45. Limitação de endereços MAC por porta. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

46. Limitação de endereços MAC por VLAN. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

47. Listas de controle de acesso (ACLs), ou funcionalidade similar, baseadas em endereços MAC de origem e destino, endereços IP de origem e destino, portas TCP e UDP.

48. Implementar definição de grupos de usuários, com diferentes níveis de acesso, ou possuir no mínimo 3 grupos de usuários pré-configurado.

49. Permitir controle de comandos para usuários ou grupos de usuários no equipamento.

50. Implementar RFC 1492 TACACS+

51. Implementar mecanismos de AAA (*Authentication, Authorization e Accounting*) com garantia de entrega.

52. Implementar *Private* VLAN ou funcionalidade similar que permita segmentar uma VLAN em sub-domínios: uma VLAN primária e múltiplas VLANs secundárias.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

53. Gerenciamento da pilha de switches através de um único endereço IP.

54. Implementar os seguintes protocolos e funcionalidades de gerenciamento:
    54.1. *Secure Shell* (SSHv2);
    54.2. SNMPv2c e SNMPv3, com autenticação e criptografia;
    54.3. CLI (*Command Line Interface*);
    54.4. *Syslog*;
    54.5. Gerenciamento por meio de interface gráfica (*web browser*) pelo protocolo HTTPS;
    54.6. FTP (*File Transfer Protocol*) ou TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) ou SFTP (*Secure File Transfer Protocol*) ou SCP (Secure Copy Protocol);
    54.7. NTP (*Network Time Protocol*) ou SNTP (*Simple Network Time Protocol*);

55. Implementar capacidade de monitoração via comando de operação, SNMP e interface Web de, no mínimo:
    55.1. de tráfego de interfaces físicas e lógicas;
    55.2. de uso de CPU do processador;
    55.3. de uso de memória do processador;

56. Permitir, no mínimo, 4 grupos de RMON, sem a utilização de probes externas.

57. Suportar a MIB II - RFC 1213 .

58. Suportar múltiplas imagens de *firmware* ou permitir a atualização da imagem por intermédio de download de servidor de rede.

59. Versão do sistema operacional/firmware mais recente, ou seja, o equipamento deverá possuir a versão mais atual do sistema operacional na data da autorização do fornecimento.

60. Permitir o download e o upload de configurações.

Lote 3 – Item 3 – Switch de Borda L2 com 48 portas de 1 Gbps, sem suporte PoE.

ARQUITETURA

1. Permitir instalação em gabinete de 19" (dezenove polegadas).

2. LEDs de identificação de atividades de *status* do sistema, de cada porta e de alimentação.

3. Fonte de alimentação AC de 100/240 V, 60 Hz, com chaveamento automático.

4. Possuir altura de no máximo 1 RU.

5. Suportar operação normal em temperaturas de 5ºC até 40℃.

CONECTIVIDADE

6. Possuir 48 portas *GigabitEthernet* 1000Base-T *autosense e autonegóciavel* com suporte a conectores RJ-45 de acordo com o padrão IEEE 802.3ab. As portas deverão ser compatíveis com Fast Ethernet 100BASE-TX no padrão IEEE 802.3u.

7. Possuir, no mínimo, 2 (duas) portas combo SFP *Gigabit Ethernet* 1000Base-X, para inserção de módulos do tipo mini-GBIC suportando o padrão IEEE 802.3z e também para conexão de cabo elétrico com conector RJ-45 suportando o padrão IEEE 802.3ab. As portas combo SFP podem estar incluídas na quantidade exigida no item 6.

8. As portas ópticas deverão ser compatíveis com os transceivers dos itens 7 a 11 do lote 3.

9. Arquitetura de switch *Stackable*, permitindo o empilhamento de no mínimo 6 (seis) unidades por caminhos redundantes através de cabo do tipo *closed-loop*, e com desempenho mínimo de 10 (dez) Gbps *full-duplex* por porta de empilhamento, sendo que as portas de empilhamento devem ser adicionais às solicitadas no itens 6 e 7.

10. Possuir porta de console para ligação direta e através de terminal RS-232 para acesso à interface de linha de comando. Poderá ser fornecida porta de console com interface USB.

11. Deverá ser fornecido cabo de console compatível com a porta de console do equipamento a partir de computador equipado com porta USB, bem como o cabo para permitir o empilhamento. .

DESEMPENHO

12. Capacidade de comutação de no mínimo 116 (cento e dezesseis) Gbps *non-blocking,* ou seja*,* 58 (cinquenta e oito) Gbps entrando e saindo simultaneamente*.*.

13. Capacidade de encaminhamento de pacotes de no mínimo 57 (cinquenta e sete) Mpps *non-blocking,*com pacotes de, no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes.

14. Capacidade de armazenamento de no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC.

15. Suportar a configuração de no mínimo 4094 (quatro mil e noventa e quatro) Vlans Ids.

16. Permitir a configuração de no mínimo 255 (duzentos e cinquenta e cinco) Vlans ativas simultaneamente.

FUNCIONALIDADES

17. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    - 17.1. Padrão IEEE 802.3x (*Flow Control*);
    - 17.2. Padrão IEEE 802.1d (*Spanning Tree*);
    - 17.3. Padrão IEEE 802.1w (*Rapid Spanning Tree*);
    - 17.4. Padrão IEEE 802.1s (*Multiple Spanning Tree*);
    - 17.5. Padrão IEEE 802.3ad (*Link Aggregation*);
    - 17.6. Padrão IEEE 802.1p (CoS – Class of Service);
    - 17.7. Padrão IEEE 802.1x (Network Access Control);
    - 17.8. VLANs segundo o padrão IEEE 802.1q;
    - 17.9. IGMPv1,IGMPv2 e IGMPv3 *snooping*;
    - 17.10. DHCP *snooping* ou funcionalidade similar que permita o bloqueio de servidores DHCP não autorizados na rede;
    - 17.11. DHCP relay;
    - 17.12. BOOTP relay;
    - 17.13. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas portas do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 17.14. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas VLANs do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 17.15. Mecanismo de limitação (supressão) de *broadcast*;
    - 17.16. Mecanismos de proteção contra Destination Lookup Failure (arp spoofing);
    - 17.17. Permitir encaminhamento de Jumbo Frames com tamanho mínimo de 9000 bytes nas portas Gigabit Ethernet;

18. Implementar os protocolos LLDP (IEEE 802.1ab) e LLDP-MED.

19. Implementar reconhecimento de Telefones IP e provisioná-los na VLAN de voz automaticamente.

20. Implementar IPv6.

21. Permitir a configuração de endereços IPv6 para gerenciamento.

22. Permitir resolução de endereços IPv4 e IPv6 para nomes (hostnames) atribuídos aos ativos de rede.

23. Implementar ICMPv6 com as seguintes funcionalidades: ICMP request, ICMP Reply, ICMP *Neighbor Discovery Protocol* (NDP), ICMP MTU Discovery.

24. Implementar protocolos de gerenciamento Ping, Traceroute, Telnet e SNMP sobre Ipv6.

25. Implementar mecanismo de Dual Stack (IPv4 e IPv6), para permitir migração de IPv4 para IPv6.

26. Implementar roteamento estático para os protocolos IPv4 e IPv6.

QUALIDADE DE SERVIÇO

27. Limitação de tráfego de entrada permitindo variar a taxa de limitação com granularidade de 1 (um) Mbps por porta.

28. Permitir a configuração de, no mínimo, 8 (oito) filas de prioridade (em hardware) por porta 10/100/1000Base-T, 8 (oito) filas por porta 1000Base-SX/LX e 8 (oito) filas por porta 10 Gigabit Ethernet.

29. Implementar funcionalidades de controle e limitação de tráfego por classe de serviço.

30. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de origem.

31. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de origem.

32. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de destino.

33. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de destino.

34. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação DSCP.

35. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação IP Precedence.

36. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em CoS (“Class of Service” – nível 2).

37. Implementar os seguintes algoritmos de fila: Strict Priority e Round Robin com distribuição de pesos WRR (Weighted Round Robin) ou SRR (Shaped Round Robin)..

SEGURANÇA

38. Controle de acesso por porta segundo o padrão IEEE 802.1x, com configuração dinâmica da VLAN do usuário autenticado.

39. Configuração automática de VLAN de quarentena para a porta de dispositivos/usuários autenticados no padrão IEEE 802.1x.

40. Caso o dispositivo a ser conectado não possua cliente IEEE 802.1x, o switch o posicionará em uma VLAN default.

41. Capacidade de autenticar ao menos 2 (dois) dispositivos 802.1X por porta, para suporte à autenticação de sistemas operacionais virtualizados.

42. Autenticação de dispositivos baseado no endereço MAC, via servidor RADIUS ou TACACS.

43. Limitação de endereços MAC por porta. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

44. Limitação de endereços MAC por VLAN. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

45. Listas de controle de acesso (ACLs), ou funcionalidade similar, baseadas em endereços MAC de origem e destino, endereços IP de origem e destino, portas TCP e UDP.

46. Implementar definição de grupos de usuários, com diferentes níveis de acesso, ou possuir no mínimo 3 grupos de usuários pré-configurado.

47. Permitir controle de comandos para usuários ou grupos de usuários no equipamento.

48. Implementar RFC 1492 TACACS+.

49. Implementar mecanismos de AAA (*Authentication, Authorization e Accounting*) com garantia de entrega.

50. Implementar *Private* VLAN ou funcionalidade similar que permita segmentar uma VLAN em sub-domínios: uma VLAN primária e múltiplas VLANs secundárias.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

51. Gerenciamento da pilha de switches através de um único endereço IP.

52. Implementar os seguintes protocolos e funcionalidades de gerenciamento:
    - 52.1. *Secure Shell* (SSHv2);
    - 52.2. SNMPv2c e SNMPv3, com autenticação e criptografia;
    - 52.3. CLI (*Command Line Interface*);
    - 52.4. *Syslog*;
    - 52.5. Gerenciamento por meio de interface gráfica (*web browser*) pelo protocolo HTTPS;
    - 52.6. FTP (*File Transfer Protocol*) ou TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) ou SFTP (*Secure File Transfer Protocol*) ou SCP (Secure Copy Protocol);

52.7.NTP (*Network Time Protocol*) ou SNTP (*Simple Network Time Protocol*);

53. Implementar capacidade de monitoração via comando de operação, SNMP e interface Web de, no mínimo:
    53.1.de tráfego de interfaces físicas e lógicas;
    53.2.de uso de CPU do processador;
    53.3.de uso de memória do processador;

54. Permitir, no mínimo, 4 (quatro) grupos de RMON, sem a utilização de *probes* externas.

55. Suportar a MIB II - RFC 1213 .

56. Suportar múltiplas imagens de *firmware* ou permitir a atualização da imagem por intermédio de download de servidor de rede.

57. Versão do sistema operacional/*firmware* mais recente, ou seja, o equipamento deverá possuir a versão mais atual do sistema operacional na data da autorização do fornecimento.

58. Permitir o *download* e o *upload* de configurações.

Lote 3 – Item 4 - Especificação de Referência – Switch de Borda L2 com 48 portas de 1 Gbps, com suporte PoE

ARQUITETURA

1. Permitir instalação em gabinete de 19" (dezenove polegadas).

2. LEDs de identificação de atividades de *status* do sistema, de cada porta e de alimentação.

3. Fonte de alimentação AC de 100/240 V, 60 Hz, com chaveamento automático.

4. Possuir altura de no máximo 1 RU.

5. Suportar operação normal em temperaturas de 5ºC até 40℃.

CONECTIVIDADE

6. Possuir 48 portas *GigabitEthernet* 1000Base-T *autosense e autonegóciavel* com suporte a conectores RJ-45 de acordo com o padrão IEEE 802.3ab. As portas deverão ser compatíveis com Fast Ethernet 100BASE-TX no padrão IEEE 802.3u.

7. Suporte ao padrão IEEE 802.3af (*Power over Ethernet* – PoE) nas 48 portas exigidas no item 6 sem necessidade de fonte adicional para alimentar todas as portas na potência de 15,4 W.

8. Suporte ao padrão IEEE 802.3at (*Power over Ethernet plus* – PoE+) nas 48 portas exigidas no item 6. Em 10 portas, no mínimo, a funcionalidade deverá estar habilitada sem a necessidade de fonte adicional.

9. Possuir, no mínimo, 2 (duas) portas combo SFP *Gigabit Ethernet* 1000Base-X, para inserção de módulos do tipo mini-GBIC suportando o padrão IEEE 802.3z e também para conexão de cabo elétrico com conector RJ-45 suportando o padrão IEEE 802.3ab. As portas combo SFP podem estar incluídas na quantidade exigida no item 6.

10. As portas ópticas deverão ser compatíveis com os transceivers dos itens 7 a 11 do lote 3.

11. Arquitetura de switch *Stackable*, permitindo o empilhamento de no mínimo 6 (seis) unidades por caminhos redundantes através de cabo do tipo *closed-loop*, e com desempenho mínimo de 10 (dez) Gbps *full-duplex* por porta de empilhamento, sendo que as portas de empilhamento devem ser adicionais às solicitadas no item 6 e 9.

12. Possuir porta de console para ligação direta e através de terminal RS-232 para acesso à interface de linha de comando. Poderá ser fornecida porta de console com interface USB.

13. Deverá ser fornecido cabo de console compatível com a porta de console do equipamento a partir de computador equipado com porta USB, bem como o cabo para permitir o empilhamento. .

DESEMPENHO

14. Capacidade de comutação de no mínimo 116 (cento e dezesseis) Gbps *non-*blocking*,* ou seja*,* 58 (cinquenta e oito) Gbps entrando e saindo simultaneamente.

15. Capacidade de encaminhamento de pacotes de no mínimo 57 (cinquenta e sete) Mpps *non-blocking,* com pacotes de, no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes.

16. Capacidade de armazenamento de no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC.

17. Suportar a configuração de no mínimo 4094 (quatro mil e noventa e quatro) Vlans Ids.

18. Permitir a configuração de no mínimo 255 (duzentos e cinquenta e cinco) Vlans ativas simultaneamente.

FUNCIONALIDADES

19. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    - 19.1. Padrão IEEE 802.3x (*Flow Control*);
    - 19.2. Padrão IEEE 802.1d (*Spanning Tree*);
    - 19.3. Padrão IEEE 802.1w (*Rapid Spanning Tree*);
    - 19.4. Padrão IEEE 802.1s (*Multiple Spanning Tree*);
    - 19.5. Padrão IEEE 802.3ad (*Link Aggregation*);
    - 19.6. Padrão IEEE 802.1p (CoS – Class of Service);
    - 19.7. Padrão IEEE 802.1x (Network Access Control);
    - 19.8. VLANs segundo o padrão IEEE 802.1q;
    - 19.9. IGMPv1,IGMPv2 e IGMPv3 *snooping*;
    - 19.10. DHCP *snooping* ou funcionalidade similar que permita o bloqueio de servidores DHCP não autorizados na rede;
    - 19.11. DHCP relay;
    - 19.12. BOOTP relay;
    - 19.13. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas portas do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 19.14. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas VLANs do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 19.15. Mecanismo de limitação (supressão) de *broadcast*;
    - 19.16. Mecanismos de proteção contra Destination Lookup Failure (arp spoofing);
    - 19.17. Permitir encaminhamento de Jumbo Frames com tamanho mínimo de 9000 bytes nas portas Gigabit Ethernet;

20. Implementar os protocolos LLDP (IEEE 802.1ab) e LLDP-MED, com auto negociação de energia para PoE.

21. Implementar reconhecimento de Telefones IP e provisioná-los na VLAN de voz automaticamente.

22. Implementar IPv6.

23. Permitir a configuração de endereços IPv6 para gerenciamento.

24. Permitir resolução de endereços IPv6 e Ipv4 para nomes(*hostnames*) atribuídos aos ativos de rede.

25. Implementar ICMPv6 com as seguintes funcionalidades: ICMP request, ICMP Reply, ICMP Neighbor Discovery Protocol (NDP), ICMP MTU Discovery.

26. Implementar protocolos de gerenciamento Ping, Traceroute, Telnet e SNMP sobre IPv6.

27. Implementar mecanismo de Dual Stack (IPv4 e IPv6) para permitir migração de IPv4 para IPv6.

28. Implementar roteamento estático para os protocolos IPv4 e IPv6.

QUALIDADE DE SERVIÇO

29. Limitação de tráfego de entrada permitindo variar a taxa de limitação com granularidade de 1 (um) Mbps por porta.

30. Permitir a configuração de, no mínimo, 8 (oito) filas de prioridade (em hardware) por porta 10/100/1000Base-T, 8 (oito) filas por porta 1000Base-SX/LX.

31. Implementar funcionalidades de controle e limitação de tráfego por classe de serviço.

32. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de origem.

33. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de origem.

34. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de destino.

35. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de destino.

36. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação DSCP.

37. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação IP Precedence.

38. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em CoS (“Class of Service” – nível 2).

39. Implementar os seguintes algoritmos de fila: Strict Priority e Round Robin com distribuição de pesos WRR (Weighted Round Robin) ou SRR (Shaped Round Robin).

SEGURANÇA

40. Controle de acesso por porta segundo o padrão IEEE 802.1x, com configuração dinâmica da VLAN do usuário autenticado.

41. Configuração automática de VLAN de quarentena para a porta de dispositivos/usuários autenticados no padrão IEEE 802.1x.

42. Caso o dispositivo a ser conectado não possua cliente IEEE 802.1x, o switch o posicionará em uma VLAN default.

43. Capacidade de autenticar ao menos 2 (dois) dispositivos 802.1X por porta, para suporte à autenticação de sistemas operacionais virtualizados.

44. Autenticação de dispositivos baseado no endereço MAC, via servidor RADIUS ou TACACS.

45. Limitação de endereços MAC por porta. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

46. Limitação de endereços MAC por VLAN. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

47. Listas de controle de acesso (ACLs), ou funcionalidade similar, baseadas em endereços MAC de origem e destino, endereços IP de origem e destino, portas TCP e UDP.

48. Implementar definição de grupos de usuários, com diferentes níveis de acesso, ou possuir no mínimo 3 grupos de usuários pré-configurado.

49. Permitir controle de comandos para usuários ou grupos de usuários no equipamento.

50. Implementar RFC 1492 TACACS+.

51. Implementar mecanismos de AAA (*Authentication, Authorization e Accounting*) com garantia de entrega.

52. Implementar *Private* VLAN ou funcionalidade similar que permita segmentar uma VLAN em sub-domínios: uma VLAN primária e múltiplas VLANs secundárias.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

53. Gerenciamento da pilha de switches através de um único endereço IP.

54. Implementar os seguintes protocolos e funcionalidades de gerenciamento:

54.1. *Secure Shell* (SSHv2);
54.2. SNMPv2c e SNMPv3, com autenticação e criptografia;
54.3. CLI (*Command Line Interface*);
54.4. *Syslog*;
54.5. Gerenciamento por meio de interface gráfica (*web browser*) pelo protocolo HTTPS;
54.6. FTP (*File Transfer Protocol*) ou TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) ou SFTP (*Secure File Transfer Protocol*) ou SCP (Secure Copy Protocol);

54.7. NTP (*Network Time Protocol*) ou SNTP (*Simple Network Time Protocol*);

55. Implementar capacidade de monitoração via comando de operação, SNMP e interface Web de, no mínimo:
    55.1. de tráfego de interfaces físicas e lógicas;
    55.2. de uso de CPU do processador;
    55.3. de uso de memória do processador;

56. Permitir, no mínimo, 4 (quatro) grupos de RMON, sem a utilização de probes externas.

57. Suportar a MIB II - RFC 1213 .

58. Suportar múltiplas imagens de *firmware* ou permitir a atualização da imagem por intermédio de download de servidor de rede.

59. Versão do sistema operacional/*firmware* mais recente, ou seja, o equipamento deverá possuir a versão mais atual do sistema operacional na data da autorização do fornecimento.

60. Permitir o *download* e o *upload* de configurações.

Lote 3 – Item 5 - Switch de Borda L2 com 48 portas, sendo 2 portas 10GE, sem suporte PoE

ARQUITETURA

1. Permitir instalação em gabinete de 19" (dezenove polegadas).

2. LEDs de identificação de atividades de *status* do sistema, de cada porta e de alimentação.

3. Fonte de alimentação AC de 100/240 V, 60 Hz, com chaveamento automático.

4. Possuir altura de no máximo 1 RU.

5. Suportar operação normal em temperaturas de 5ºC até 40℃.

CONECTIVIDADE

6. Possuir 48 portas *GigabitEthernet* 1000Base-T *autosense e autonegóciavel* com suporte a conectores RJ-45 de acordo com o padrão IEEE 802.3ab. As portas deverão ser compatíveis com Fast Ethernet 100BASE-TX no padrão IEEE 802.3u.

7. Possuir, no mínimo, 2 (duas) portas SFP+ ou XPF *10 Gigabit Ethernet* , para inserção de módulos do tipo mini-GBIC suportando o padrão IEEE 802.3ae.

8. As portas ópticas deverão ser compatíveis com os *transceivers* dos itens 7 a 11 do lote 3.

9. Arquitetura de switch *Stackable*, permitindo o empilhamento de no mínimo 6 (seis) unidades por caminhos redundantes através de cabo do tipo *closed-loop*, e com desempenho mínimo de 10 (dez) Gbps *full-duplex* por porta de empilhamento, sendo que as portas de empilhamento devem ser adicionais às solicitadas no item 6 e 7.

10. Possuir porta de console para ligação direta e através de terminal RS-232 para acesso à interface de linha de comando. Poderá ser fornecida porta de console com interface USB.

11. Deverá ser fornecido cabo de console compatível com a porta de console do equipamento a partir de computador equipado com porta USB, bem como o cabo para permitir o empilhamento. .

DESEMPENHO

12. Capacidade de comutação de no mínimo 152 (cento e cinquenta e dois) Gbps *non-blocking*. ou seja, 76 (setenta e seis) Gbps entrando e saindo simultaneamente

13. Capacidade de encaminhamento de pacotes de no mínimo 74 (setenta e quatro) Mpps *non-blocking,* com pacotes de, no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes.

14. Capacidade de armazenamento de no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC.

15. Suportar a configuração de no mínimo 4094 (quatro mil e noventa e quatro) Vlans Ids.

16. Permitir a configuração de no mínimo 255 (duzentos e cinquenta e cinco) VLANs ativas simultaneamente.

FUNCIONALIDADES

17. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    - 17.1. Padrão IEEE 802.3x (*Flow Control*);
    - 17.2. Padrão IEEE 802.1d (*Spanning Tree*);
    - 17.3. Padrão IEEE 802.1w (*Rapid Spanning Tree*);
    - 17.4. Padrão IEEE 802.1s (*Multiple Spanning Tree*);
    - 17.5. Padrão IEEE 802.3ad (*Link Aggregation*);
    - 17.6. Padrão IEEE 802.1p (CoS – Class of Service);
    - 17.7. Padrão IEEE 802.1x (Network Access Control);
    - 17.8. VLANs segundo o padrão IEEE 802.1q;
    - 17.9. IGMPv1, IGMPv2 e IGMPv3 *snooping*;
    - 17.10. DHCP *snooping* ou funcionalidade similar que permita o bloqueio de servidores DHCP não autorizados na rede;
    - 17.11. DHCP relay;
    - 17.12. BOOTP relay;
    - 17.13. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas portas do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 17.14. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas VLANs do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 17.15. Mecanismo de limitação (supressão) de *broadcast*;
    - 17.16. Mecanismos de proteção contra Destination Lookup Failure (arp spoofing);
    - 17.17. Permitir encaminhamento de Jumbo Frames com tamanho mínimo de 9000 bytes nas portas Gigabit Ethernet e nas portas 10 Gigabit Ethernet;

18. Implementar os protocolos LLDP (IEEE 802.1ab) e LLDP-MED.

19. Implementar reconhecimento de Telefones IP e provisioná-los na VLAN de voz automaticamente.

20. Implementar IPv6.

21. Permitir a configuração de endereços IPv6 para gerenciamento.

22. Permitir resolução de endereços IPv4 e IPv6 para nomes (*hostnames*) atribuídos aos ativos de rede.

23. Implementar ICMPv6 com as seguintes funcionalidades: ICMP request, ICMP Reply, ICMP *Neighbor Discovery Protocol* (NDP), ICMP MTU Discovery.

24. Implementar protocolos de gerenciamento Ping, Traceroute, Telnet e SNMP, sobre Ipv6.

25. Implementar mecanismo de Dual Stack (IPv4 e IPv6) para permitir migração de IPv4 para IPv6.

26. Implementar roteamento estático para os protocolos IPv4 e Ipv6.

QUALIDADE DE SERVIÇO

27. Limitação de tráfego de entrada permitindo variar a taxa de limitação com granularidade de 1 (um) Mbps por porta.

28. Permitir a configuração de, no mínimo, 8 (oito) filas de prioridade (em hardware) por porta 10/100/1000Base-T, 8 (oito) filas por porta 1000Base-SX/LX e 8 (oito) filas por porta 10 Gigabit Ethernet.

29. Implementar funcionalidades de controle e limitação de tráfego por classe de serviço.

30. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de origem.

31. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de origem.

32. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de destino.

33. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de destino.

34. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação DSCP.

35. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação IP Precedence.

36. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em CoS (“Class of Service” – nível 2).

37. Implementar os seguintes algoritmos de fila: Strict Priority e Round Robin com distribuição de pesos WRR (Weighted Round Robin) ou SRR (Shaped Round Robin).

SEGURANÇA

38. Controle de acesso por porta segundo o padrão IEEE 802.1x, com configuração dinâmica da VLAN do usuário autenticado.

39. Configuração automática de VLAN de quarentena para a porta de dispositivos/usuários autenticados no padrão IEEE 802.1x.

40. Caso o dispositivo a ser conectado não possua cliente IEEE 802.1x, o switch o posicionará em uma VLAN default.

41. Capacidade de autenticar ao menos 2 (dois) dispositivos 802.1X por porta, para suporte à autenticação de sistemas operacionais virtualizados.

42. Autenticação de dispositivos baseado no endereço MAC, via servidor RADIUS ou TACACS.

43. Limitação de endereços MAC por porta. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

44. Limitação de endereços MAC por VLAN. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

45. Listas de controle de acesso (ACLs), ou funcionalidade similar, baseadas em endereços MAC de origem e destino, endereços IP de origem e destino, portas TCP e UDP.

46. Implementar definição de grupos de usuários, com diferentes níveis de acesso, ou possuir no mínimo 3 grupos de usuários pré-configurado.

47. Permitir controle de comandos para usuários ou grupos de usuários no equipamento.

48. Implementar RFC 1492 TACACS+.

49. Implementar mecanismos de AAA (*Authentication, Authorization e Accounting*) com garantia de entrega.

50. Implementar *Private* VLAN ou funcionalidade similar que permita segmentar uma VLAN em sub-domínios: uma VLAN primária e múltiplas VLANs secundárias.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

51. Gerenciamento da pilha de switches através de um único endereço IP.

52. Implementar os seguintes protocolos e funcionalidades de gerenciamento:
    - 52.1. *Secure Shell* (SSHv2);
    - 52.2. SNMPv2c e SNMPv3, com autenticação e criptografia;
    - 52.3. CLI (*Command Line Interface*);
    - 52.4. *Syslog*;
    - 52.5. Gerenciamento por meio de interface gráfica (*web browser*) pelo protocolo HTTPS;
    - 52.6. FTP (*File Transfer Protocol*) ou TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) ou SFTP (*Secure File Transfer Protocol*) ou SCP (Secure Copy Protocol);

52.7.NTP (*Network Time Protocol*) ou SNTP (*Simple Network Time Protocol*);

53. Implementar capacidade de monitoração via comando de operação, SNMP e interface Web de, no mínimo:
    53.1.de tráfego de interfaces físicas e lógicas;
    53.2.de uso de CPU do processador;
    53.3.de uso de memória do processador;

54. Permitir, no mínimo, 4 (quatro) grupos de RMON, sem a utilização de probes externas.

55. Suportar a MIB II - RFC 1213 .

56. Suportar múltiplas imagens de *firmware* ou permitir a atualização da imagem por intermédio de download de servidor de rede.

57. Versão do sistema operacional/*firmware* mais recente, ou seja, o equipamento deverá possuir a versão mais atual do sistema operacional na data da autorização do fornecimento.

58. Permitir o download e o upload de configurações.

Lote 3 – Item 6 – Switch de Borda L2 com 48 portas, sendo 2 portas 10GE, com suporte PoE

ARQUITETURA

1. Permitir instalação em gabinete de 19" (dezenove polegadas).

2. LEDs de identificação de atividades de *status* do sistema, de cada porta e de alimentação.

3. Fonte de alimentação AC de 100/240 V, 60 Hz, com chaveamento automático.

4. Possuir altura de no máximo 1 RU.

5. Suportar operação normal em temperaturas de 5ºC até 40℃.

CONECTIVIDADE

6. Possuir 48 portas *GigabitEthernet* 1000Base-T *autosense e autonegóciavel* com suporte a conectores RJ-45 de acordo com o padrão IEEE 802.3ab. As portas deverão ser compatíveis com Fast Ethernet 100BASE-TX no padrão IEEE 802.3u.

7. Suporte ao padrão IEEE 802.3af (*Power over Ethernet* – PoE) nas 48 portas exigidas no item 6 sem necessidade de fonte adicional para alimentar todas as portas na potência de 15,4 W.

8. Suporte ao padrão IEEE 802.3at (*Power over Ethernet plus* – PoE+) nas 48 portas exigidas no item 6. Em 10 portas, no mínimo, a funcionalidade deverá estar habilitada sem a necessidade de fonte adicional.

9. Possuir, no mínimo, 2 (duas) portas SFP+ ou XFP *10 Gigabit Ethernet*, para inserção de módulos do tipo mini-GBIC suportando o padrão IEEE 802.3ae.

10. As portas ópticas deverão ser compatíveis com os transceivers dos itens 9 a 13 do lote 2.

11. Arquitetura de switch *Stackable*, permitindo o empilhamento de no mínimo 6 (seis) unidades por caminhos redundantes através de cabo do tipo *closed-loop*, e com desempenho mínimo de 10 (dez) Gbps *full-duplex* por porta de empilhamento, sendo que as portas de empilhamento devem ser adicionais às solicitadas no item 6 e 9.

12. Possuir porta de console para ligação direta e através de terminal RS-232 para acesso à interface de linha de comando. Poderá ser fornecida porta de console com interface USB.

13. Deverá ser fornecido cabo de console compatível com a porta de console do equipamento a partir de computador equipado com porta USB, bem como o cabo para permitir o empilhamento. .

DESEMPENHO

14. Capacidade de comutação de no mínimo 152 (cento e cinquenta e dois) Gbps *non-blocking,* ou seja*,* 76 (setenta e seis) Gbps entrando e saindo simultaneamente

15. Capacidade de encaminhamento de pacotes de no mínimo 74 (setenta e quatro) Mpps *non-blocking,* com pacotes de, no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes.

16. Capacidade de armazenamento de no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC.

17. Suportar a configuração de no mínimo 4094 (quatro mil e noventa e quatro) VLANs Ids.

18. Permitir a configuração de no mínimo 255 (duzentos e cinquenta e cinco) VLANs ativas simultaneamente.

FUNCIONALIDADES

19. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    - 19.1. Padrão IEEE 802.3x (*Flow Control*);
    - 19.2. Padrão IEEE 802.1d (*Spanning Tree*);
    - 19.3. Padrão IEEE 802.1w (*Rapid Spanning Tree*);
    - 19.4. Padrão IEEE 802.1s (*Multiple Spanning Tree*);
    - 19.5. Padrão IEEE 802.3ad (*Link Aggregation*);
    - 19.6. Padrão IEEE 802.1p (CoS – Class of Service);
    - 19.7. Padrão IEEE 802.1x (Network Access Control);
    - 19.8. VLANs segundo o padrão IEEE 802.1q;
    - 19.9. IGMPv1,IGMPv2 e IGMPv3 *snooping*;
    - 19.10. DHCP *snooping* ou funcionalidade similar que permita o bloqueio de servidores DHCP não autorizados na rede;
    - 19.11. DHCP relay;
    - 19.12. BOOTP relay;
    - 19.13. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas portas do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 19.14. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas VLANs do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 19.15. Mecanismo de limitação (supressão) de *broadcast*;
    - 19.16. Mecanismos de proteção contra Destination Lookup Failure (arp spoofing);
    - 19.17. Permitir encaminhamento de Jumbo Frames com tamanho mínimo de 9000 bytes nas portas Gigabit Ethernet e nas portas 10 Gigabit Ethernet;

20. Implementar os protocolos LLDP (IEEE 802.1ab) e LLDP-MED, com auto negociação de energia para PoE.

21. Implementar reconhecimento de Telefones IP e provisioná-los na VLAN de voz automaticamente.

22. Implementar IPv6.

23. Permitir a configuração de endereços IPv6 para gerenciamento.

24. Permitir resolução de endereços IPv4 e IPv6 para nomes (*hostnames*) atribuídos aos ativos de rede.

25. Implementar ICMPv6 com as seguintes funcionalidades: ICMP request, ICMP Reply, ICMP *Neighbor Discovery Protocol* (NDP), ICMP MTU Discovery.

26. Implementar protocolos de gerenciamento Ping, *Traceroute*, Telnet e SNMP sobre IPv6.

27. Implementar mecanismo de Dual Stack (IPv4 e IPv6), para permitir migração de IPv4 para Ipv6.

28. Implementar roteamento estático para os protocolos IPv4 e Ipv6.

QUALIDADE DE SERVIÇO

29. Limitação de tráfego de entrada permitindo variar a taxa de limitação com granularidade de 1 (um) Mbps por porta.

30. Permitir a configuração de, no mínimo, 8 (oito) filas de prioridade (em hardware) por porta 10/100/1000Base-T, 8 (oito) filas por porta 1000Base-SX/LX e 8 (oito) filas por porta 10 Gigabit Ethernet.

31. Implementar funcionalidades de controle e limitação de tráfego por classe de serviço.

32. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de origem.

33. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de origem.

34. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de destino.

35. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de destino.

36. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação DSCP.

37. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação IP Precedence.

38. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em CoS (“Class of Service” – nível 2).

39. Implementar os seguintes algoritmos de fila: Strict Priority e Round Robin com distribuição de pesos WRR (Weighted Round Robin) ou SRR (Shaped Round Robin).

SEGURANÇA

40. Controle de acesso por porta segundo o padrão IEEE 802.1x, com configuração dinâmica da VLAN do usuário autenticado.

41. Configuração automática de VLAN de quarentena para a porta de dispositivos/usuários autenticados no padrão IEEE 802.1x.

42. Caso o dispositivo a ser conectado não possua cliente IEEE 802.1x, o switch o posicionará em uma VLAN default.

43. Capacidade de autenticar ao menos 2 (dois) dispositivos 802.1X por porta, para suporte à autenticação de sistemas operacionais virtualizados.

44. Autenticação de dispositivos baseado no endereço MAC, via servidor RADIUS ou TACACS.

45. Limitação de endereços MAC por porta. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

46. Limitação de endereços MAC por VLAN. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

47. Listas de controle de acesso (ACLs), ou funcionalidade similar, baseadas em endereços MAC de origem e destino, endereços IP de origem e destino, portas TCP e UDP.

48. Implementar definição de grupos de usuári
49. Permitir controle de comandos para usuários ou grupos de usuários no equipamento.

50. Implementar RFC 1492 TACACS+.

51. Implementar mecanismos de AAA (*Authentication, Authorization e Accounting*) com garantia de entrega.

52. Implementar *Private* VLAN ou funcionalidade similar que permita segmentar uma VLAN em sub-domínios: uma VLAN primária e múltiplas VLANs secundárias.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

53. Gerenciamento da pilha de switches através de um único endereço IP.

54. Implementar os seguintes protocolos e funcionalidades de gerenciamento:
    54.1. *Secure Shell* (SSHv2);
    54.2. SNMPv2c e SNMPv3, com autenticação e criptografia;

54.3. CLI (*Command Line Interface*);
54.4. *Syslog*;
54.5. Gerenciamento por meio de interface gráfica (*web browser*) pelo protocolo HTTPS;
54.6. FTP (*File Transfer Protocol*) ou TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) ou SFTP (*Secure File Transfer Protocol*) ou SCP (Secure Copy Protocol);

54.7. NTP (*Network Time Protocol*) ou SNTP (*Simple Network Time Protocol*);

55. Implementar capacidade de monitoração via comando de operação, SNMP e interface Web de, no mínimo:
    55.1. de tráfego de interfaces físicas e lógicas;
    55.2. de uso de CPU do processador;
    55.3. de uso de memória do processador;

56. Permitir, no mínimo, 4 (quatro) grupos de RMON, sem a utilização de probes externas.

57. Suportar a MIB II - RFC 1213 .

58. Suportar múltiplas imagens de *firmware* ou permitir a atualização da imagem por intermédio de download de servidor de rede.

59. Versão do sistema operacional/*firmware* mais recente, ou seja, o equipamento deverá possuir a versão mais atual do sistema operacional na data da autorização do fornecimento.

60. Permitir o download e o upload de configurações.

Lote 3 – Item 7 - Transceiver 10GBASE-SR

1. Suportar o padrão IEEE802.3ae.

Lote 3 – Item 8 - Transceiver 10GBASE-LR

1. Suportar o padrão IEEE802.3ae.

Lote 3 – Item 9 - Transceiver 1000BASE-SX

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 3 – Item 10 - Transceiver 1000BASE-LX

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 3 – Item 11 - Transceiver 1000BASE-LX10

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 3 – Item 12 – Rack 19 polegadas, 20U

1. Deverá ser um rack fechado em chapa de aço com porta frontal de fechadura e com visor de material transparente, a ser instalado no piso. As laterais e fundos deverão ser removíveis, deverão possuir aletas de ventilação e pintura eletrostática a pó. Deverá, ainda, possuir 4 pés niveladores confeccionados em aço.

2. Deverá possuir altura mínima de 20 RU *(Quarenta e quatro rack units).*

3. Deverá ter largura mínima de 600 mm, possuir organizadores laterais de cabeamento em ambos os lados e permitir a fixação de ativos de rede com largura de *19" (Dezenove polegadas).*

4. Deverá ter profundidade mínima de 900mm.

5. Deverá possuir a instalação de no mínimo 4 tomadas internas e fixadas ao rack, distribuídas em dois conjuntos separados de no mínimo 2 tomadas em cada lado.

6. Cada conjunto de tomadas deverá possuir controle central e independente, de forma a possibilitar a alimentação de cada conjunto a barramentos elétricos independentes.

Lote 3 – Item 13 – DIO 12 portas

1. Instalação, com fornecimento, de distribuidores Internos Óticos–DIO, homologados pela ANATEL.

2. Os DIOs fornecidos deverão ser compostos de bandejas deslizantes para acomodação das fibras óticas, adaptadores óticos para conectores SC-APC, extensões óticas tipo *pig-tails* (para fibra monomodo) com 12 (doze) conectores SC-APC para cada DIO e bandeja para acomodação das emendas do cabo ótico resistentes e protegidos contra corrosão.

3. O suporte com os adaptadores óticos, bem como, as áreas de emenda ótica e armazenamento do excesso de fibras, deverão ser internos ao produto, conferindo maior proteção e segurança ao sistema.

4. Deverá possuir 1U de altura e ser compatível com o padrão 19”.

Lote 3 – Item 14 – Patch Panel 48 portas

1. Será destinado para ambiente de instalação interno.

2. Deverá suportar os padrões IEEE 802.3, 1000 BASE T, 1000 BASE TX, EIA/TIA-854, ANSI-EIA/TIA-862, ATM, Vídeo, Sistemas de Automação Predial, 10G-BASE-T (TSB-155) todos os protocolos LAN anteriores.

3. Deverá ser fornecido com guia de cabos traseiro em material termoplástico UL V94- 0 (flamabilidade) de alto impacto com fixação individual dos cabos, não propagante a chama.

4. Deverá possuir painel frontal em material plástico de alto impacto e chapa de aço com porta etiquetas para identificação em acrílico para proteção e guia traseiro perfurado, com possibilidade de fixação individual dos cabos.

5. Deverá ser fornecido com instrução de montagem em língua portuguesa.

6. Deverá ser fornecido todos os acessórios de fixação de cabos, velcro e cintas plásticas.

7. Deverá ser fornecido com ícones azuis e vermelhos para identificação das portas e com etiquetas para identificação dos pontos e possuir contato IDC em ângulo de 45º para melhoria da performance elétrica.

8. Deverá ter garantia de *ZERO BIT ERROR* em *Fast e Gigabit Ethernet*.

9. Deverá comportar 48 portas, possuir altura de 2U de rack e ser compatível com rack de 19".

Lote 3 – Item 15 – Treinamento 5 pessoas

1. Os treinamentos deverão ser realizados no Brasil, em português, em local fornecido pela CONTRATADA, em qualquer uma das capitais das Unidades da Federação a ser indicada pela CONTRATANTE. O local de treinamento deverá possuir todas as facilidades para um perfeito desempenho das atividades incluindo os recursos áudio visuais e laboratórios necessários, sem ônus algum para a CONTRATANTE.

2. Caberá à CONTRATADA prover todos os recursos didáticos necessários à realização do treinamento, incluindo, sala de aula, *datashow*, apostilas, bloco de anotações e caneta para cada treinando em cada turno de treinamento.

3. Os treinamentos deverão ocorrer usando-se dois turnos diários de até 4 horas cada, com intervalos de 15 minutos em cada turno e 1 hora entre os turnos.

4. A carga horária mínima do treinamento não poderá ser inferior a 40 horas, a turma conterá 5 pessoas e a ementa deverá contemplar, no mínimo:
   4.1. Instalação e Administração Básica e Avançada do equipamento
   4.2. Administração Avançada, protocolos suportados de rede (IP) e roteamento dinâmico (OSPF);
   4.3. Command Line;
   4.4. configuração de serviços;
   4.5. Hardware;
   4.6. Troubleshooting;
   4.7. Configuração de VLANs e Trunks;
   4.8. Configuração e Melhoria de Desempenho do Spanning Tree;
   4.9. Roteamento entre VLANs;

5. Toda a documentação didática necessária aos cursos de treinamento deverá ser disponibilizada em papel impresso e mídia digital .

6. Os cursos referentes a equipamentos e softwares que façam parte do objeto deverão usar o material oficial de treinamento do respectivo fabricante por meio de qualquer um dos seus respectivos centros autorizados de treinamento.

7. São produtos esperados de todos os treinamentos:
   7.1. Aulas presenciais teóricas e práticas.
   7.2. Material didático contratado e aprovado pela CONTRATANTE.
   7.3. Referências para estudos e pesquisas complementares.

8. A CONTRATANTE poderá, a seu critério, reproduzir o material didático usado e treinar multiplicadores para repetir o treinamento sem custos adicionais.

Lote 3 – Item 16 – Treinamento 10 pessoas

1. Os treinamentos deverão ser realizados no Brasil, em português, em local fornecido pela CONTRATADA, em qualquer uma das capitais das Unidades da Federação a ser indicada pela CONTRATANTE. O local de treinamento deverá possuir todas as facilidades para um perfeito desempenho das atividades incluindo os recursos áudio visuais e laboratórios necessários, sem ônus algum para a CONTRATANTE.

2. Caberá à CONTRATADA prover todos os recursos didáticos necessários à realização do treinamento, incluindo, sala de aula, *datashow*, apostilas, bloco de anotações e caneta para cada treinando em cada turno de treinamento.

3. Os treinamentos deverão ocorrer usando-se dois turnos diários de até 4 horas cada, com intervalos de 15 minutos em cada turno e 1 hora entre os turnos.

4. A carga horária mínima do treinamento não poderá ser inferior a 40 horas, a turma conterá 10 pessoas e a ementa deverá contemplar, no mínimo:
   4.1. Instalação e Administração Básica e Avançada do equipamento
   4.2. Administração Avançada, protocolos suportados de rede (IP) e roteamento dinâmico (OSPF);
   4.3. Command Line;
   4.4. configuração de serviços;
   4.5. Hardware;
   4.6. Troubleshooting;
   4.7. Configuração de VLANs e Trunks;
   4.8. Configuração e Melhoria de Desempenho do Spanning Tree;
   4.9. Roteamento entre VLANs;

5. Toda a documentação didática necessária aos cursos de treinamento deverá ser disponibilizada em papel impresso e mídia digital .

6. Os cursos referentes a equipamentos e softwares que façam parte do objeto deverão usar o material oficial de treinamento do respectivo fabricante por meio de qualquer um dos seus respectivos centros autorizados de treinamento.

7. São produtos esperados de todos os treinamentos:
   7.1. Aulas presenciais teóricas e práticas.
   7.2. Material didático contratado e aprovado pela CONTRATANTE.

7.3. Referências para estudos e pesquisas complementares.

8. A CONTRATANTE poderá, a seu critério, reproduzir o material didático usado e treinar multiplicadores para repetir o treinamento sem custos adicionais.

Lote 4 – Item 1 – Switch de borda L3 com 48 portas, sendo 2 portas de 10Gbps

ARQUITETURA

1. Permitir instalação em gabinete de 19" (dezenove polegadas).

2. LEDs de identificação de atividades de *status* do sistema, de cada porta e de alimentação.

3. Fonte de alimentação AC de 100/240 V, 60 Hz, com chaveamento automático.

4. Possuir altura de no máximo 1 RU.

5. Suportar operação normal em temperaturas de 5ºC até 40℃.

CONECTIVIDADE

6. Possuir 48 portas *GigabitEthernet* 1000Base-T *autosense e autonegóciavel* com suporte a conectores RJ-45 de acordo com o padrão IEEE 802.3ab. As portas deverão ser compatíveis com Fast Ethernet 100BASE-TX no padrão IEEE 802.3u.

7. Possuir, no mínimo, 2 (duas) portas SFP+ ou XPF *10 Gigabit Ethernet* , para inserção de módulos do tipo mini-GBIC suportando o padrão IEEE 802.3ae.

8. As portas ópticas deverão ser compatíveis com os *transceivers* dos itens 2 a 6 do lote 4.

9. Arquitetura de switch *Stackable*, permitindo o empilhamento de no mínimo 6 (seis) unidades por caminhos redundantes através de cabo do tipo *closed-loop*, e com desempenho mínimo de 10 (dez) Gbps *full-duplex* por porta de empilhamento, sendo que as portas de empilhamento devem ser adicionais às solicitadas no item 6 e 7.

10. Possuir porta de console para ligação direta e através de terminal RS-232 para acesso à interface de linha de comando. Poderá ser fornecida porta de console com interface USB.

11. Deverá ser fornecido cabo de console compatível com a porta de console do equipamento a partir de computador equipado com porta USB, bem como o cabo para permitir o empilhamento. .

DESEMPENHO

12. Capacidade de comutação de no mínimo 152 (cento e cinquenta e dois) Gbps *non-blocking*. ou seja, 76 (setenta e seis) Gbps entrando e saindo simultaneamente

13. Capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv4 de no mínimo 74 (setenta e quatro) Mpps *non-blocking,* com pacotes de no máximo 128 (cento e vinte e oito) bytes.

14. Capacidade de encaminhamento de pacotes Ipv6 de no mínimo 64 (sessenta e quatro) Mpps *non-blocking,* com pacotes de no máximo 148 (cento e quarenta e oito) bytes.

15. Capacidade de armazenamento de no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC.

16. Suportar a configuração de no mínimo 4094 (quatro mil e noventa e quatro) VLANs Ids.

17. Permitir a configuração de no mínimo 255 (duzentos e cinquenta e cinco) VLANs ativas simultaneamente.

FUNCIONALIDADES

18. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    - 18.1. Padrão IEEE 802.3x (*Flow Control*);
    - 18.2. Padrão IEEE 802.1d (*Spanning Tree*);
    - 18.3. Padrão IEEE 802.1w (*Rapid Spanning Tree*);
    - 18.4. Padrão IEEE 802.1s (*Multiple Spanning Tree*);
    - 18.5. Padrão IEEE 802.3ad (*Link Aggregation*);
    - 18.6. Padrão IEEE 802.1p (CoS – Class of Service);
    - 18.7. Padrão IEEE 802.1x (Network Access Control);
    - 18.8. VLANs segundo o padrão IEEE 802.1q;
    - 18.9. IGMPv1, IGMPv2 e IGMPv3 *snooping*;
    - 18.10. DHCP *snooping* ou funcionalidade similar que permita o bloqueio de servidores DHCP não autorizados na rede;
    - 18.11. DHCP relay;
    - 18.12. BOOTP relay;
    - 18.13. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas portas do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 18.14. Espelhamento do tráfego de entrada e saída de múltiplas VLANs do switch em uma única porta, inclusive entre portas de diferentes unidades de uma pilha;
    - 18.15. Mecanismo de limitação (supressão) de *broadcast*;
    - 18.16. Mecanismos de proteção contra Destination Lookup Failure (arp spoofing);
    - 18.17. Permitir encaminhamento de Jumbo Frames com tamanho mínimo de 9000 bytes nas portas Gigabit Ethernet e nas portas 10 Gigabit Ethernet;

19. Implementar os protocolos LLDP (IEEE 802.1ab) e LLDP-MED.

20. Implementar reconhecimento de Telefones IP e provisioná-los na VLAN de voz automaticamente.

21. Implementar IPv6.

22. Permitir a configuração de endereços IPv6 para gerenciamento.

23. Permitir resolução de endereços IPv4 e IPv6 para nomes (*hostnames*) atribuídos aos ativos de rede.

24. Implementar ICMPv6 com as seguintes funcionalidades: ICMP request, ICMP Reply, ICMP *Neighbor Discovery Protocol* (NDP), ICMP MTU Discovery.

25. Implementar protocolos de gerenciamento Ping, Traceroute, Telnet e SNMP, sobre Ipv6.

26. Implementar mecanismo de Dual Stack (IPv4 e IPv6) para permitir migração de IPv4 para IPv6.

27. Implementar roteamento estático para os protocolos IPv4 e Ipv6.

QUALIDADE DE SERVIÇO

28. Limitação de tráfego de entrada permitindo variar a taxa de limitação com granularidade de 1 (um) Mbps por porta.

29. Permitir a configuração de, no mínimo, 8 (oito) filas de prioridade (em hardware) por porta 10/100/1000Base-T, 8 (oito) filas por porta 1000Base-SX/LX e 8 (oito) filas por porta 10 Gigabit Ethernet.

30. Implementar funcionalidades de controle e limitação de tráfego por classe de serviço.

31. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de origem.

32. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de origem.

33. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em endereço de destino.

34. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em porta de destino.

35. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação DSCP.

36. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em marcação IP Precedence.

37. Implementar classificação e marcação de pacotes baseada em CoS (“Class of Service” – nível 2).

38. Implementar os seguintes algoritmos de fila: Strict Priority e Round Robin com distribuição de pesos WRR (Weighted Round Robin) ou SRR (Shaped Round Robin).

SEGURANÇA

39. Controle de acesso por porta segundo o padrão IEEE 802.1x, com configuração dinâmica da VLAN do usuário autenticado.

40. Configuração automática de VLAN de quarentena para a porta de dispositivos/usuários autenticados no padrão IEEE 802.1x.

41. Caso o dispositivo a ser conectado não possua cliente IEEE 802.1x, o switch o posicionará em uma VLAN default.

42. Capacidade de autenticar ao menos 2 (dois) dispositivos 802.1X por porta, para suporte à autenticação de sistemas operacionais virtualizados.

43. Autenticação de dispositivos baseado no endereço MAC, via servidor RADIUS ou TACACS.

44. Limitação de endereços MAC por porta. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

45. Limitação de endereços MAC por VLAN. Os endereços MAC podem ser aprendidos automaticamente ou configurados manualmente.

46. Listas de controle de acesso (ACLs), ou funcionalidade similar, baseadas em endereços MAC de origem e destino, endereços IP de origem e destino, portas TCP e UDP.

47. Implementar definição de grupos de usuários, com diferentes níveis de acesso, ou possuir no mínimo 3 grupos de usuários pré-configurado.

48. Permitir controle de comandos para usuários ou grupos de usuários no equipamento.

49. Implementar RFC 1492 TACACS+.

50. Implementar mecanismos de AAA (*Authentication, Authorization e Accounting*) com garantia de entrega.

51. Implementar *Private* VLAN ou funcionalidade similar que permita segmentar uma VLAN em sub-domínios: uma VLAN primária e múltiplas VLANs secundárias.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

52. Gerenciamento da pilha de switches através de um único endereço IP.

53. Implementar os seguintes protocolos e funcionalidades de gerenciamento:
    53.1. *Secure Shell* (SSHv2);
    53.2. SNMPv2c e SNMPv3, com autenticação e criptografia;
    53.3. CLI (*Command Line Interface*);
    53.4. *Syslog*;

53.5. Gerenciamento por meio de interface gráfica (*web browser*) pelo protocolo HTTPS;
53.6. FTP (*File Transfer Protocol*) ou TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*) ou SFTP (*Secure File Transfer Protocol*) ou SCP (Secure Copy Protocol);

53.7. NTP (*Network Time Protocol*) ou SNTP (*Simple Network Time Protocol*);

54. Implementar capacidade de monitoração via comando de operação, SNMP e interface Web de, no mínimo:
    54.1. de tráfego de interfaces físicas e lógicas;
    54.2. de uso de CPU do processador;
    54.3. de uso de memória do processador;

55. Permitir, no mínimo, 4 (quatro) grupos de RMON, sem a utilização de probes externas.

56. Suportar a MIB II - RFC 1213 .

57. Suportar múltiplas imagens de *firmware* ou permitir a atualização da imagem por intermédio de download de servidor de rede.

58. Versão do sistema operacional/*firmware* mais recente, ou seja, o equipamento deverá possuir a versão mais atual do sistema operacional na data da autorização do fornecimento.

59. Permitir o download e o upload de configurações.

ROTEAMENTO

60. Permitir a configuração de rotas estáticas.

61. Implementar redistribuição de rotas entre diferentes protocolos.

62. Implementar geração de logs dos protocolos.

63. Suportar e implementar os seguintes protocolos:
    63.1. RFC 1723 ou RFC 2453 (RIPv2);
    63.2. RFC 2328 (OSPFv2);
        63.2.1. RFC 1587 ou RFC 3101 (OSPF NSSA);
        63.2.2. RFC 2370 OSPF *Opaque LSA Option;*
        63.2.3. RFC 3623 *Graceful OSPF Restart;*
        63.2.4. pelo menos 10 áreas OSPFv2;
        63.2.5. pelo menos 50 adjacências OSPFv2;
        63.2.6. Implementar autenticação via "*simple-password*" e/ou "MD5";

64. Deverá possui funcionalidades de IP *Multicast:*
    64.1. Suportar e implementar Multicast IPv4;
    64.2. Possuir pelo menos 1.000 rotas multicast;

65. Implementar e suportar RFC 2338 ou RFC 3768 – VRRP para IPv4 (*Virtual Router Redundancy Protocol)* ou funcionalidade similar.

Lote 4 – Item 2 - Transceiver 10GBASE-SR

1. Suportar o padrão IEEE802.3ae.

Lote 4 – Item 3 - Transceiver 10GBASE-LR

1. Suportar o padrão IEEE802.3ae.

Lote 4 – Item 4 - Transceiver 1000BASE-SX

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 4 – Item 5 - Transceiver 1000BASE-LX

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 4 – Item 6 - Transceiver 1000BASE-LX10

1. Suportar o padrão IEEE802.3z.

Lote 4 – Item 7 – Rack 19 polegadas, 20U

1. Deverá ser um rack fechado em chapa de aço com porta frontal de fechadura e com visor de material transparente, a ser instalado no piso. As laterais e fundos deverão ser removíveis, deverão possuir aletas de ventilação e pintura eletrostática a pó. Deverá, ainda, possuir 4 pés niveladores confeccionados em aço.

2. Deverá possuir altura mínima de 20 RU *(Quarenta e quatro rack units).*

3. Deverá ter largura mínima de 600 mm, possuir organizadores laterais de cabeamento em ambos os lados e permitir a fixação de ativos de rede com largura de *19" (Dezenove polegadas).*

4. Deverá ter profundidade mínima de 900mm.

5. Deverá possuir a instalação de no mínimo 4 tomadas internas e fixadas ao rack, distribuídas em dois conjuntos separados de no mínimo 2 tomadas em cada lado.

6. Cada conjunto de tomadas deverá possuir controle central e independente, de forma a possibilitar a alimentação de cada conjunto a barramentos elétricos independentes.

Lote 4 – Item 8 – DIO 12 portas

1. Instalação, com fornecimento, de distribuidores Internos Óticos–DIO, homologados pela ANATEL.

2. Os DIOs fornecidos deverão ser compostos de bandejas deslizantes para acomodação das fibras óticas, adaptadores óticos para conectores SC-APC, extensões óticas tipo *pig-tails* (para fibra monomodo) com 12 (doze) conectores SC-APC para cada DIO e bandeja para acomodação das emendas do cabo ótico resistentes e protegidos contra corrosão.

3. O suporte com os adaptadores óticos, bem como, as áreas de emenda ótica e armazenamento do excesso de fibras, deverão ser internos ao produto, conferindo maior proteção e segurança ao sistema.

4. Deverá possuir 1U de altura e ser compatível com o padrão 19”.

Lote 4 – Item 9 – Patch panel 48 portas

1. Será destinado para ambiente de instalação interno.

2. Deverá suportar os padrões IEEE 802.3, 1000 BASE T, 1000 BASE TX, EIA/TIA-854, ANSI-EIA/TIA-862, ATM, Vídeo, Sistemas de Automação Predial, 10G-BASE-T (TSB-155) todos os protocolos LAN anteriores.

3. Deverá ser fornecido com guia de cabos traseiro em material termoplástico UL V94- 0 (flamabilidade) de alto impacto com fixação individual dos cabos, não propagante a chama.

4. Deverá possuir painel frontal em material plástico de alto impacto e chapa de aço com porta etiquetas para identificação em acrílico para proteção e guia traseiro perfurado, com possibilidade de fixação individual dos cabos.

5. Deverá ser fornecido com instrução de montagem em língua portuguesa.

6. Deverá ser fornecido todos os acessórios de fixação de cabos, velcro e cintas plásticas.

7. Deverá ser fornecido com ícones azuis e vermelhos para identificação das portas e com etiquetas para identificação dos pontos e possuir contato IDC em ângulo de 45º para melhoria da performance elétrica.

8. Deverá ter garantia de *ZERO BIT ERROR* em *Fast e Gigabit Ethernet*.

9. Deverá comportar 48 portas, possuir altura de 2U de rack e ser compatível com rack de 19”.

Lote 4 – Item 10 – Treinamento 5 pessoas

1. Os treinamentos deverão ser realizados no Brasil, em português, em local fornecido pela CONTRATADA, em qualquer uma das capitais das Unidades da Federação a ser indicada pela CONTRATANTE. O local de treinamento deverá possuir todas as facilidades para um perfeito desempenho das atividades incluindo os recursos áudio visuais e laboratórios necessários, sem ônus algum para a CONTRATANTE.

2. Caberá à CONTRATADA prover todos os recursos didáticos necessários à realização do treinamento, incluindo, sala de aula, *datashow*, apostilas, bloco de anotações e caneta para cada treinando em cada turno de treinamento.

3. Os treinamentos deverão ocorrer usando-se dois turnos diários de até 4 horas cada, com intervalos de 15 minutos em cada turno e 1 hora entre os turnos.

4. A carga horária mínima do treinamento não poderá ser inferior a 40 horas, a turma conterá 5 pessoas e a ementa deverá contemplar, no mínimo:
   4.1. Instalação e Administração Básica e Avançada do equipamento
   4.2. Administração Avançada, protocolos suportados de rede (IP) e roteamento dinâmico (OSPF);
   4.3. Command Line;
   4.4. configuração de serviços;
   4.5. Hardware;
   4.6. Troubleshooting;
   4.7. Configuração de VLANs e Trunks;
   4.8. Configuração e Melhoria de Desempenho do Spanning Tree;
   4.9. Roteamento entre VLANs;

5. Toda a documentação didática necessária aos cursos de treinamento deverá ser disponibilizada em papel impresso e mídia digital .

6. Os cursos referentes a equipamentos e softwares que façam parte do objeto deverão usar o material oficial de treinamento do respectivo fabricante por meio de qualquer um dos seus respectivos centros autorizados de treinamento.

7. São produtos esperados de todos os treinamentos:
   7.1. Aulas presenciais teóricas e práticas.
   7.2. Material didático contratado e aprovado pela CONTRATANTE.
   7.3. Referências para estudos e pesquisas complementares.

8. A CONTRATANTE poderá, a seu critério, reproduzir o material didático usado e treinar multiplicadores para repetir o treinamento sem custos adicionais.

Lote 4 – Item 11 - Treinamento 10 pessoas

1. Os treinamentos deverão ser realizados no Brasil, em português, em local fornecido pela CONTRATADA, em qualquer uma das capitais das Unidades da Federação a ser indicada pela CONTRATANTE. O local de treinamento deverá possuir todas as facilidades para um perfeito desempenho das atividades incluindo os recursos áudio visuais e laboratórios necessários, sem ônus algum para a CONTRATANTE.

2. Caberá à CONTRATADA prover todos os recursos didáticos necessários à realização do treinamento, incluindo, sala de aula, *datashow*, apostilas, bloco de anotações e caneta para cada treinando em cada turno de treinamento.

3. Os treinamentos deverão ocorrer usando-se dois turnos diários de até 4 horas cada, com intervalos de 15 minutos em cada turno e 1 hora entre os turnos.

4. A carga horária mínima do treinamento não poderá ser inferior a 40 horas, a turma conterá 10 pessoas e a ementa deverá contemplar, no mínimo:
   4.1. Instalação e Administração Básica e Avançada do equipamento
   4.2. Administração Avançada, protocolos suportados de rede (IP) e roteamento dinâmico (OSPF);
   4.3. Command Line;
   4.4. configuração de serviços;
   4.5. Hardware;
   4.6. Troubleshooting;
   4.7. Configuração de VLANs e Trunks;
   4.8. Configuração e Melhoria de Desempenho do Spanning Tree;
   4.9. Roteamento entre VLANs;

5. Toda a documentação didática necessária aos cursos de treinamento deverá ser disponibilizada em papel impresso e mídia digital .

6. Os cursos referentes a equipamentos e softwares que façam parte do objeto deverão usar o material oficial de treinamento do respectivo fabricante por meio de qualquer um dos seus respectivos centros autorizados de treinamento.

7. São produtos esperados de todos os treinamentos:
   7.1. Aulas presenciais teóricas e práticas.
   7.2. Material didático contratado e aprovado pela CONTRATANTE.
   7.3. Referências para estudos e pesquisas complementares.

8. A CONTRATANTE poderá, a seu critério, reproduzir o material didático usado e treinar multiplicadores para repetir o treinamento sem custos adicionais.

Lote 5 – Item 1 – ACCESS POINT (PONTO DE ACESSO) WI-FI

REQUISITOS GERAIS

1. O equipamento deverá ser do tipo Ponto de Acesso (AP), que possibilite o gerenciamento por Controlador de Rede Sem Fio compatível.

2. O Access Point deverá ser do mesmo fabricante da Controladora de Rede Sem Fio, para melhor gerenciamento e funcionalidade do projeto.

3. Possuir certificado de conformidade técnica de produto do tipo Transceptor de Radiação Restrita, emitido pela Anatel.

4. Suportar o modo de conexão Infraestruturado.

5. Possuir fonte de alimentação de 100/240 VAC, frequência 50/60 Hz, com chaveamento automático, ou fornecer dispositivo para inserção de alimentação em cabo par traçado (Power Injector).

6. Implementar Power over Ethernet (PoE) – IEEE 802.3af ou Power over Ethernet Plus (PoE+) – IEEE 802.3at.

7. Quando alimentado pela interface de rede, não deve haver nenhuma perda de funcionalidade e/ou desempenho.

8. Possuir Indicadores LED Power, 10/100/1000 Mbps e 802.11a/b/g/n em atividade.

9. Possuir estrutura que permita fixação do equipamento em teto e parede.

10. Deve possuir todos os acessórios necessários para operacionalização do equipamento, tais como: softwares, cabos de console, kits para fixação, documentação técnica e manuais que contenham informações suficientes para possibilitar a instalação,configuração e operacionalização do equipamento.

11. Possuir trava anti-furto Kensington ou similar.

12. Possuir certificação Wi-Fi Alliance para operar nos padrões 802.11a/b/g/n.

13. Permitir conexão simultânea de clientes nos padrões 802.11a/b/g/n.

14. Suportar a pilha de protocolos TCP/IP.

15. Deve implementar funcionamento em modo gerenciado por controladora WLAN, para configuração de seus parâmetros wireless, gerenciamento das políticas de segurança, QoS, monitorização de RF(rádio freqüência) e outras funcionalidades descritas nesta especificação.

16. O ponto de acesso poderá estar diretamente ou remotamente conectado ao WLAN Controller, inclusive via roteamento nível 3 da camada OSI.

17. Possuir porta Gigabit Ethernet, padrão IEEE 802.3ab, autonegociáveis, com suporte a alimentação através do padrão Power over Ethernet (PoE) – IEEE 802.3af ou IEEE 802.3at (Power over Ethernet Plus – PoE+) com consumo máximo de 16w.

18. Implementar MIMO 2x3 (transmite em duas antenas e recebe em 3) ou superior com dois fluxos espaciais e padrão de irradiação omnidirecional:
    18.1.1.Ganho no mínimo 2 dBi para 2,4 GHz para cada antena.
    18.1.2.Ganho no mínimo 3 dBi para 5,0 GHz para cada antena.

19. Possuir potência de transmissão mínima de 23 dBm em 2,4 GHz.

20. Possuir potência de transmissão mínima de 20 dBm em 5 GHz.

21. Obedecer aos seguintes requisitos de sensibilidade:
    21.1.802.11a: -93 dBm.
    21.2.802.11b: -93 dBm.
    21.3.802.11g: -92 dBm.
    21.4.802.11n: -93 dBm.

22. Possuir VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) de no máximo 2,5.

23. Implementar as seguintes taxas de transmissão com fallback automático:
    23.1.IEEE802.11a/g: 54,48,36,24,18,12, 9, e 6 Mbps.
    23.2.IEEE802.11b: 11, 5,5 ,2 e 1 Mbps.
    23.3.IEEE802.11n: taxas especificadas para MCS 0 a MCS 15 em canais de 20 e 40 MHz e intervalo de guarda de 800 e 400 ns.

24. Não deve haver licença restringindo o número de usuários por ponto de acesso.

25. Permitir a implementação de no mínimo 16 SSIDs.

26. Suportar no mínimo 16 VLANs.

FUNCIONALIDADES

27. Permitir associação dinâmica de usuário a VLAN, com base nos parâmetros da etapa de autenticação.

28. Permitir implementar VLAN para convidados.

29. Suportar os seguintes protocolos:

    29.1.SNTP ou NTP em modo cliente.*****
    29.2.TFTP ou FTP em modo cliente.
    29.3.DHCP em modo cliente.

30. Deve ser possível que o AP descubra a lista dos endereços IP das Controladoras WLAN as quais pode se associar utilizando informações contidas nos pacotes de DHCP.

31. Caso a Controladora à qual o AP está associado venha a falhar, o AP deve ser capaz de se associar à uma Controladora alternativa.

32. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    32.1. Padrão IEEE 802.1x – Port controle de acesso baseado em rede .
    32.2. Padrão IEEE802.11af – Power over Ethernet ou IEEE 802.3at – Power over Ethernet Plus.
    32.3. Padrão IEEE 802.3i – 10BASE-T.
    32.4. Padrão IEEE 802.3u – 100BASE-TX.
    32.5. Padrão IEEE 802.3x – Full Duplex.
    32.6. Padrão IEEE 802.3ab – 1000BASE-T (Gigabit Ethernet).
    32.7. Padrão IEEE 802.11a – Especificações para WLAN em 5 GHz .
    32.8. Padrão IEEE 802.11b – Especificações para WLAN em 2,4 GHz.
    32.9. Padrão IEEE 802.11g – Especificações para WLAN em 2,4 GHz.
    32.10. Padrão IEEE 802.11n – Especificações para WLAN em 2,4 GHz e 5 GHz.
    32.11. Padrão IEEE802.11h[1] – Especificações para otimizar transmissão RF.

33. Possuir capacidade de envio de eventos para servidor de log externo.*****

34. Permitir salvar e carregar configurações em arquivo.*****

35. Implementar o protocolo CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) para acesso ao meio de transmissão.

36. Compatibilidade com as modulações DSSS e OFDM.

37. Permitir habilitar e desabilitar a divulgação do SSID.

38. Suporte a mudança dinâmica das taxas de operação.

39. Implementar detecção automática de interferências e realizar ajustes automáticos para otimização da cobertura do sinal**.***

40. Possibilitar a comunicação sem fio entre outros APs via WDS, ou similar, de forma a aumentar a área de cobertura da rede.

QUALIDADE DE SERVIÇO

41. Suportar aplicações voz sobre redes sem fio (VoWLAN).

42. Implementar IEEE 802.11e WMM (Wi-fi Multimedia).

43. Implementar Roaming entre subredes diferentes.

44. Implementar marcação de frames via IEEE 802.1p.

45. Implementar marcação de pacotes via DSCP.*****

SEGURANÇA

46. Permitir autenticação através dos padrões IEEE 802.1x com o método EAP-TLS.

47. Permitir integração com Radius Server que suporte o método EAP acima citado.*****

48. Implementar os seguintes padrões de criptografia:
    48.1. WPA e WPA2 – IEEE 802.11i.
    48.2. TKIP**.**
    48.3. AES 128 bits com CCMP.

49. Implementar mecanismo de minimização de tempo roaming de clientes autenticados via 802.1x (Fast Secure Roaming) entre dois pontos de acesso no mesmo segmento de rede ou segmentos distintos.

50. Possuir funcionalidade de detecção de Pontos de Acessos irregulares (Rogue APs).

51. Implementar a arquitetura AAA (Authentication, Authorization e Accounting) para os clientes da rede sem fio.*****

52. Autenticação via servidor RADIUS ou TACACS.*****

53. Possibilitar a detecção de intrusão ao varrer múltiplas faixas e canais para localizar APs não autorizados e redes wireless peer-to-peer.

54. Permitir o bloqueio da configuração do Ponto de Acesso via rede wireless.

55. Implementar VLAN Guest, para que usuários não autenticados ganhem acesso restrito na condição de visitante.*****

56. Implementar filtros baseado em protocolos e em endereços MAC.

57. Suportar o tráfego VPN IPsec.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

58. Possuir compatibilidade com os protocolos de gerenciamento ***** :
    58.1. SNMPv2 e v3, implementando MIB.
    58.2. HTTPS.
    58.3. SSHv2.
    58.4. Syslog.

59. Permitir as seguintes configurações via Controladora de Rede sem Fio:
    59.1. Potência de Transmissão.
    59.2. Canal de Transmissão.
    59.3. Divulgação ou inibição do SSID (SSID broadcast).
    59.4. Filtros de endereços MAC através de lista de acesso (ACLs).
    59.5. Bloqueio de comunicação entre clientes sem fio através do Ponto de Acesso.

60. Possuir no mínimo 1 porta console para gerenciamento e configuração via linha de comando (CLI – comand line interface) com conector RJ-45, USB e/ou RS-232**.**

61. Permitir a atualização remota do sistema operacional e arquivos de configuração utilizados no equipamento via rede TCP/IP.

62. O hardware do ponto de acesso deve permitir a conversão de um ponto de acesso gerenciado para um ponto de acesso autônomo e vice-versa.

*** Funcionalidade que pode ser exercida via controladora.**

Lote 5 – Item 2 – Controladora WLAN 50 APs

REQUISITOS GERAIS

1. Permitir instalação em rack de 19" (dezenove polegadas).

2. Possuir LEDs de identificação de atividades de *status* do sistema, de cada porta e de alimentação.

3. Possuir fonte de alimentação de 100/240 VAC, frequência 50/60 Hz, com chaveamento automático.

4. Possuir fonte de alimentação redundante.

5. Possuir cabo de alimentação para a fonte com, no mínimo, 1,80m (um metro e oitenta centímetros) de comprimento.

6. Possuir todos os acessórios necessários para operacionalização do equipamento, tais como: softwares, cabos de console, kits para montagem no rack, documentação técnica e manuais que contenham informações suficientes para possibilitar a instalação,configuração e operacionalização do equipamento**.**

7. Deve ser capaz de controlar APs operando nos padrões 802.11a/b/g/n.

8. Possuir no mínimo 2 (duas) portas Gigabit Ethernet 10/100/1000BASE-T ou 1000Base-T ou 1000BASE-SX ou 1000BASE-LX.

9. Possuir conectividade IP com os Pontos de Acesso, independente de estarem na mesma rede local ou em redes diferentes**.**

10. Possuir as seguintes funcionalidades de escalabilidade e performance:
    10.1. Configurar e controlar no mínimo 48 APs simultaneamente.
    10.2. Suportar no mínimo 500 usuários simultâneos.

FUNCIONALIDADES

11. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    11.1. Padrão IEEE 802.1q – Virtual LANs.
    11.2. Padrão IEEE 802.1x – Port controle de acesso baseado em rede.
    11.3. Padrão IEEE 802.3ab ou IEEE 802.3z – Gigabit Ethernet.
    11.4. Padrões IEEE 802.11a – Especificações para WLAN na banda de 5GHz.
    11.5. Padrões IEEE 802.11b – Especificações para WLAN em 2,4 GHz banda.
    11.6. Padrões IEEE 802.11g – Especificações para WLAN em 2,4 GHz banda.
    11.7. Padrão IEEE 802.11n – Especificações para WLAN em 2,4 GHz e 5 GHz.
    11.8. Padrões IEEE 802.11h – Especificações para otimizar transmissão RF.
    11.9. MAC extensões para aumentar a segurança e mecanismos de autenticação.
    11.10. MAC extensões para melhorar a qualidade de serviço.
    11.11. DHCP Server.

11.12. Suportar implementação de sincronismo de relógio interno via NTP ou SNTP.
11.13. Controlar a configuração dos pontos de acesso gerenciados e otimizar a cobertura da radiofreqüência (RF) ajustando dinamicamente a potência de cada Ponto de Acesso.
11.14. Ser capaz de localizar usuários e controlar a utilização de banda individualmente.
11.15. Em caso de inoperância de algum Ponto de Acesso, ajustar automaticamente a potência dos Pontos de Acesso adjacentes, de modo a prover a cobertura da área não assistida.

12. Implementar sistema de balanceamento de carga para associação de clientes entre pontos de acesso próximos.

13. Deve suportar modo de operação em alta disponibilidade operando com mais de uma controladora.

14. A Controladora WLAN deve permitir a utilização de um portal com o objetivo de obter as credenciais (usuário e senha) dos usuários visitantes. O acesso deve ser permitido apenas após a validação das credenciais do usuário;

15. Deve ser possível configurar qual SSID será oferecido por cada Ponto de Acesso ou Grupo de Pontos de Acesso associados à Controladora WLAN.

16. Implementar Roaming entre subredes diferentes.

17. Implementar Roaming entre APs.

QUALIDADE DE SERVIÇO

18. Suporte à aplicações de alto desempenho, voz sobre redes sem fio (VoWLAN).

19. Implementar WMM (Wi-fi Multimedia).

20. Possibilitar a mobilidade de VPN sem interferência em seu funcionamento.

21. Implementar marcação de pacotes via DSCP.

22. Implementar padrões 802.1p (Class of Service).

23. Implementar o mecanismo Unscheduled Automatic Power Save Delivery (U-APSD) baseado no padrão 802.11e.

24. Implementar mecanismo de minimização de tempo roaming de clientes autenticados via 802.1x entre dois pontos de acesso no mesmo segmento de rede ou segmentos distintos, de modo a não prejudicar aplicações multimídia, como VoIP, durante o roaming.

SEGURANÇA

25. Permitir autenticação através dos padrões IEEE 802.1x com o método EAP-TLS.

26. Permitir integração com Radius Server que suporte o método EAP acima citado.

27. Permitir a utilização de criptografia do tráfego de controle entre a controladora e os respectivos APs gerenciados nos padrões:
    27.1. WPA e WPA2 – IEEE 802.11i.
    27.2. TKIP.
    27.3. AES 128 bits com CCMP.
    27.4. SSL e TLS.

28. Implementar mecanismo de AAA para usuários de rede wireless.

29. Implementar autenticação via servidor RADIUS Authentication (RFC 2865), Accounting (RFC 2866), Extensions (RFC 2869) ou TACACS (RFC 1492).

30. Implementar associação dinâmica de usuário a VLAN, com base nos parâmetros da etapa de autenticação.

31. Deve ser possível permitir ou bloquear que os usuários de um dado SSID possam enviar pacotes uns para os outros. Deve ser possível configurar esta funcionalidade para cada SSID.

32. Possibilitar a detecção de intrusão ao varrer múltiplas faixas e canais para localizar APs não autorizados e redes wireless ad-hoc (ponto a ponto).

33. Implementar detecção de Rogue.

34. Possuir capacidade de detectar simulação (spoofing) de endereços MAC de Pontos de Acesso (Access Point) do sistema.

35. Implementar listas de controle de acesso baseados em protocolos e endereços MAC.

36. Possuir suporte a rastreamento de usuários.

37. O sistema deverá permitir que seja configurado um perfil para usuário visitante (acesso guest) com os seguintes parâmetros mínimos:
    37.1. Senha.
    37.2. Definição de início e termino de validade.
    37.3. Horário permitido.
    37.4. Tempo de sessão.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

38. Permitir as seguintes configurações para os Pontos de Acesso da Rede sem Fio:
    38.1. Potência de Transmissão.
    38.2. Canal de Transmissão.
    38.3. Divulgação ou inibição do SSID (SSID broadcast).
    38.4. Filtros de endereços MAC através de lista de acesso (ACLs).

38.5. Bloqueio de comunicação entre clientes sem fio através do Ponto de Acesso.

39. Possuir compatibilidade com os protocolos de Gerenciamento:
    39.1. SNMPv2 e v3, implementando MIBs para informações dos pontos de acesso gerenciados.
    39.2. HTTPS.
    39.3. SSHv2.
    39.4. Syslog.

40. Permitir gerenciamento através de navegador internet comum via protocolo HTTPS.

41. Possuir no mínimo 1 porta console para gerenciamento e configuração via linha de comando (CLI – comand line interface) com conector RJ-45, USB e/ou RS-232.

42. Gerenciar os pontos de acesso 802.11a/b/g/n (APs).

43. Permitir a atualização remota do sistema operacional e arquivos de configuração utilizados no equipamento via rede TCP/IP.

44. Permitir o armazenamento de sua configuração em memória não volátil, podendo, numa queda e posterior restabelecimento da alimentação, voltar à operação normalmente na mesma configuração anterior à queda de alimentação.

45. Possuir ferramentas para depuração e gerenciamento como debug, trace, log de eventos.

46. Possibilitar a obtenção via SNMP de informações de capacidade e desempenho da CPU, memória e portas.

Lote 5 – Item 3 – Controladora de WLAN 100 APs

REQUISITOS GERAIS

1. Permitir instalação em rack de 19" (dezenove polegadas).

2. Possuir LEDs de identificação de atividades de *status* do sistema, de cada porta e de alimentação.

3. Possuir fonte de alimentação de 100/240 VAC, frequência 50/60 Hz, com chaveamento automático.

4. Possuir fonte de alimentação redundante.

5. Possuir cabo de alimentação para a fonte com, no mínimo, 1,80m (um metro e oitenta centímetros) de comprimento.

6. Possuir todos os acessórios necessários para operacionalização do equipamento, tais como: softwares, cabos de console, kits para montagem no rack, documentação técnica e manuais que contenham informações suficientes para possibilitar a instalação,configuração e operacionalização do equipamento**.**

7. Deve ser capaz de controlar APs operando nos padrões 802.11a/b/g/n.

8. Possuir no mínimo 2 (duas) portas Gigabit Ethernet 10/100/1000BASE-T ou 1000Base-T ou 1000BASE-SX ou 1000BASE-LX.

9. Possuir conectividade IP com os Pontos de Acesso, independente de estarem na mesma rede local ou em redes diferentes**.**

10. Possuir as seguintes funcionalidades de escalabilidade e performance:
    10.1. Configurar e controlar no mínimo 128 APs simultaneamente.
    10.2. Suportar no mínimo 1200 usuários simultâneos.

FUNCIONALIDADES

11. Implementar as seguintes funcionalidades/padrões:
    11.1. Padrão IEEE 802.1q – Virtual LANs.
    11.2. Padrão IEEE 802.1x – Port controle de acesso baseado em rede.
    11.3. Padrão IEEE 802.3ab ou IEEE 802.3z – Gigabit Ethernet.
    11.4. Padrões IEEE 802.11a – Especificações para WLAN na banda de 5GHz.
    11.5. Padrões IEEE 802.11b – Especificações para WLAN em 2,4 GHz banda.
    11.6. Padrões IEEE 802.11g – Especificações para WLAN em 2,4 GHz banda.
    11.7. Padrão IEEE 802.11n – Especificações para WLAN em 2,4 GHz e 5 GHz.
    11.8. Padrões IEEE 802.11h – Especificações para otimizar transmissão RF.
    11.9. MAC extensões para aumentar a segurança e mecanismos de autenticação.
    11.10. MAC extensões para melhorar a qualidade de serviço.
    11.11. DHCP Server.
    11.12. Suportar implementação de sincronismo de relógio interno via NTP ou SNTP.

11.13. Possuir capacidade de atualização de firmware através de TFTP ou FTP;
11.14. Controlar a configuração dos pontos de acesso gerenciados e otimizar a cobertura da radiofreqüência (RF) ajustando dinamicamente a potência de cada Ponto de Acesso.
11.15. Ser capaz de localizar usuários e controlar a utilização de banda individualmente.
11.16. Em caso de inoperância de algum Ponto de Acesso, ajustar automaticamente a potência dos Pontos de Acesso adjacentes, de modo a prover a cobertura da área não assistida.

12. Implementar sistema de balanceamento de carga para associação de clientes entre pontos de acesso próximos.

13. Deve suportar modo de operação em alta disponibilidade operando com mais de uma controladora.

14. A Controladora WLAN deve permitir a utilização de um portal com o objetivo de obter as credenciais (usuário e senha) dos usuários visitantes. O acesso deve ser permitido apenas após a validação das credenciais do usuário;

15. Deve ser possível configurar qual SSID será oferecido por cada Ponto de Acesso ou Grupo de Pontos de Acesso associados à Controladora WLAN.

16. Implementar Roaming entre subredes diferentes.

17. Implementar Roaming entre APs.

QUALIDADE DE SERVIÇO

18. Suporte à aplicações de alto desempenho, voz sobre redes sem fio (VoWLAN).

19. Implementar WMM (Wi-fi Multimedia).

20. Possibilitar a mobilidade de VPN sem interferência em seu funcionamento.

21. Implementar marcação de pacotes via DSCP.

22. Implementar padrões 802.1p (Class of Service).

23. Implementar o mecanismo Unscheduled Automatic Power Save Delivery (U-APSD) baseado no padrão 802.11e.

24. Implementar mecanismo de minimização de tempo roaming de clientes autenticados via 802.1x entre dois pontos de acesso no mesmo segmento de rede ou segmentos distintos, de modo a não prejudicar aplicações multimídia, como VoIP, durante o roaming.

SEGURANÇA

25. Permitir autenticação através dos padrões IEEE 802.1x com o método EAP-TLS.

26. Permitir integração com Radius Server que suporte o método EAP acima citado.

27. Permitir a utilização de criptografia do tráfego de controle entre a controladora e os respectivos APs gerenciados nos padrões:
    27.1. WPA e WPA2 – IEEE 802.11i.
    27.2. TKIP.
    27.3. AES 128 bits com CCMP.
    27.4. SSL e TLS.

28. Implementar mecanismo de AAA para usuários de rede wireless.

29. Implementar autenticação via servidor RADIUS Authentication (RFC 2865), Accounting (RFC 2866), Extensions (RFC 2869) ou TACACS (RFC 1492).

30. Implementar associação dinâmica de usuário a VLAN, com base nos parâmetros da etapa de autenticação.

31. Deve ser possível permitir ou bloquear que os usuários de um dado SSID possam enviar pacotes uns para os outros. Deve ser possível configurar esta funcionalidade para cada SSID.

32. Possibilitar a detecção de intrusão ao varrer múltiplas faixas e canais para localizar APs não autorizados e redes wireless ad-hoc (ponto a ponto).

33. Implementar detecção de Rogue.

34. Possuir capacidade de detectar simulação (spoofing) de endereços MAC de Pontos de Acesso (Access Point) do sistema.

35. Implementar listas de controle de acesso baseados em protocolos e endereços MAC.

36. Possuir suporte a rastreamento de usuários.

37. O sistema deverá permitir que seja configurado um perfil para usuário visitante (acesso guest) com os seguintes parâmetros mínimos:
    37.1. Senha.
    37.2. Definição de início e termino de validade.
    37.3. Horário permitido.
    37.4. Tempo de sessão.

GERENCIAMENTO E CONFIGURAÇÃO

38. Permitir as seguintes configurações para os Pontos de Acesso da Rede sem Fio:
    38.1. Potência de Transmissão.
    38.2. Canal de Transmissão.
    38.3. Divulgação ou inibição do SSID (SSID broadcast).
    38.4. Filtros de endereços MAC através de lista de acesso (ACLs).
    38.5. Bloqueio de comunicação entre clientes sem fio através do Ponto de Acesso.

39. Possuir compatibilidade com os protocolos de Gerenciamento:
    39.1. SNMPv2 e v3, implementando MIBs para informações dos pontos de acesso gerenciados.
    39.2. HTTPS.
    39.3. SSHv2.
    39.4. Syslog.

40. Permitir gerenciamento através de navegador internet comum via protocolos HTTPS.

41. Possuir no mínimo 1 porta console para gerenciamento e configuração via linha de comando (CLI – comand line interface) com conector RJ-45, USB e/ou RS-232.

42. Gerenciar os pontos de acesso 802.11a/b/g/n (APs).

43. Permitir a atualização remota do sistema operacional e arquivos de configuração utilizados no equipamento via rede TCP/IP.

44. Permitir o armazenamento de sua configuração em memória não volátil, podendo, numa queda e posterior restabelecimento da alimentação, voltar à operação normalmente na mesma configuração anterior à queda de alimentação.

45. Possuir ferramentas para depuração e gerenciamento como debug, trace, log de eventos.

46. Possibilitar a obtenção via SNMP de informações de capacidade e desempenho da CPU, memória e portas.

Lote 5 – Item 4 – Treinamento 5 pessoas

1. Os treinamentos deverão ser realizados no Brasil, em português, em local fornecido pela CONTRATADA, em qualquer uma das capitais das Unidades da Federação a ser indicada pela CONTRATANTE. O local de treinamento deverá possuir todas as facilidades para um perfeito desempenho das atividades incluindo os recursos áudio visuais e laboratórios necessários, sem ônus algum para a CONTRATANTE.

2. Caberá à CONTRATADA prover todos os recursos didáticos necessários à realização do treinamento, incluindo, sala de aula, *datashow*, apostilas, bloco de anotações e caneta para cada treinando em cada turno de treinamento.

3. Os treinamentos deverão ocorrer usando-se dois turnos diários de até 4 horas cada, com intervalos de 15 minutos em cada turno e 1 hora entre os turnos.

4. A carga horária mínima do treinamento não poderá ser inferior a 40 horas, a turma conterá 5 pessoas e a ementa deverá contemplar, no mínimo:
   4.1. Instalação e Administração Básica e Avançada do equipamento;
   4.2. Command Line;
   4.3. Configuração de serviços;
   4.4. Hardware;
   4.5. Troubleshooting;
   4.6. Padrão 802.11n;
   4.7. Segurança e padrões WEP, WPA, WPA2, 802.1x;
   4.8. Conceitos de Radio Frequência e antenas;
   4.9. Projeto de cobertura de rede sem fio;

5. Toda a documentação didática necessária aos cursos de treinamento deverá ser disponibilizada em papel impresso e mídia digital .

6. Os cursos referentes a equipamentos e softwares que façam parte do objeto deverão usar o material oficial de treinamento do respectivo fabricante por meio de qualquer um dos seus respectivos centros autorizados de treinamento.

7. São produtos esperados de todos os treinamentos:
   7.1. Aulas presenciais teóricas e práticas.
   7.2. Material didático contratado e aprovado pela CONTRATANTE.
   7.3. Referências para estudos e pesquisas complementares.

8. A CONTRATANTE poderá, a seu critério, reproduzir o material didático usado e treinar multiplicadores para repetir o treinamento sem custos adicionais.

Lote 5 – Item 5 - Treinamento 10 pessoas

1. Os treinamentos deverão ser realizados no Brasil, em português, em local fornecido pela CONTRATADA, em qualquer uma das capitais das Unidades da Federação a ser indicada pela CONTRATANTE. O local de treinamento deverá possuir todas as facilidades para um perfeito desempenho das atividades incluindo os recursos áudio visuais e laboratórios necessários, sem ônus algum para a CONTRATANTE.

2. Caberá à CONTRATADA prover todos os recursos didáticos necessários à realização do treinamento, incluindo, sala de aula, *datashow*, apostilas, bloco de anotações e caneta para cada treinando em cada turno de treinamento.

3. Os treinamentos deverão ocorrer usando-se dois turnos diários de até 4 horas cada, com intervalos de 15 minutos em cada turno e 1 hora entre os turnos.

4. A carga horária mínima do treinamento não poderá ser inferior a 40 horas, a turma conterá 10 pessoas e a ementa deverá contemplar, no mínimo:
   4.1. Instalação e Administração Básica e Avançada do equipamento;
   4.2. Command Line;
   4.3. Configuração de serviços;
   4.4. Hardware;
   4.5. Troubleshooting;
   4.6. Padrão 802.11n;
   4.7. Segurança e padrões WEP, WPA, WPA2, 802.1x;
   4.8. Conceitos de Radio Frequência e antenas;
   4.9. Projeto de cobertura de rede sem fio;

5. Toda a documentação didática necessária aos cursos de treinamento deverá ser disponibilizada em papel impresso e mídia digital .

6. Os cursos referentes a equipamentos e softwares que façam parte do objeto deverão usar o material oficial de treinamento do respectivo fabricante por meio de qualquer um dos seus respectivos centros autorizados de treinamento.

7. São produtos esperados de todos os treinamentos:
   7.1. Aulas presenciais teóricas e práticas.
   7.2. Material didático contratado e aprovado pela CONTRATANTE.
   7.3. Referências para estudos e pesquisas complementares.

8. A CONTRATANTE poderá, a seu critério, reproduzir o material didático usado e treinar multiplicadores para repetir o treinamento sem custos adicionais.