



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

Fernando Antonio Soares da Cruz Filho

**Análise de infraestrutura e implantação de ferramentas de tecnologia da informação no
Centro de Educação Profissional Professor Hélio Xavier de Vasconcelos**

MOSSORÓ

2024

Fernando Antonio Soares da Cruz Filho

**Análise de infraestrutura e implantação de ferramentas de tecnologia da informação no
Centro de Educação Profissional Professor Hélio Xavier de Vasconcelos**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Licenciado em
Computação.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Lopes
Silva

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C955a Cruz Filho, Fernando Antonio Soares da.
Análise de infraestrutura e implantação de
ferramentas de tecnologia da informação no Centro
de Educação Profissional Professor Hélio Xavier de
Vasconcelos / Fernando Antonio Soares da Cruz
Filho. - 2024.
76 f. : il.

Orientador: Paulo Henrique Lopes Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Licenciatura em
Computação, 2024.

1. Redes de Computadores. 2. Computação em
Névoa. 3. Tecnologia da Informação. 4. Ensino
Público. I. Silva, Paulo Henrique Lopes, orient.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Fernando Antonio Soares da Cruz Filho

**Análise de infraestrutura e implantação de ferramentas de tecnologia da informação no
Centro de Educação Profissional Professor Hélio Xavier de Vasconcelos**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Licenciado em
Computação.

Defendida em: 20/12/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Henrique Lopes Silva (UFERSA)
Presidente

Profª. Ma. Welliana Benevides Ramalho (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. Francisco de Assis Pereira Vasconcelos de Arruda (UFERSA)
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha esposa,
Lailanny, ao meu filho, Leandro, e aos meus
pais, Dilzamir e Fernando, que sempre me
apoiaram em tudo que eu faço, e por quem
luto todos os dias, nos desafios da vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelos dons da vida, saúde e trabalho, e por guiar-me e iluminar-me a cada dia da minha vida.

Agradeço à minha mãe, Dilzamir, e ao meu pai, Fernando, por terem cuidado sempre de mim, até hoje, e apoiando-me sempre, mesmo nos momentos em que desisti e recomecei os estudos, nessa jornada da graduação, e em tantas outras na vida.

Agradeço a minha esposa, Lailanny, e ao meu filho, Leandro, que me apoiaram todos os dias em que precisei me ausentar, e focar nos estudos, mesmo não sendo fácil abdicar dos poucos momentos de descanso que temos em meio à rotina de trabalho, e eles pacientemente aguardaram a conclusão de cada atividade que viesse a nos distanciar, mesmo que momentaneamente, durante os anos de graduação.

Agradeço ao professor Paulo Henrique, que me orientou durante todo o processo de elaboração deste trabalho, com paciência e dedicação, por todos os seus ensinamentos e motivação para chegar até o momento de sua conclusão, e em seu nome agradeço a todos(as) professores e professoras que me ensinaram tanto durante essa jornada, desde o início do curso.

Agradeço ao Laerte, gestor da equipe de Suporte em TI da Secretaria de Educação do RN (GPD/SEEC/RN), e toda sua equipe, que me receberam com muita atenção e abertos a compartilhar informações e promover soluções.

Agradeço, por fim, ao amigo e professor Lindemberg, que me apresentou aos gestores do CEEP Hélio Xavier de Vasconcelos, e a todos(as) que fazem essa escola existir, que me receberam sempre com muita atenção e disponibilidade, dando-me todo apoio e acesso aos recursos e ambientes da escola, para que eu pudesse executar este trabalho, em especial, Manoel, Henrique, Tarcísio, Wilson, Ádila e Renata, com quem eu espero agradecer a todos(as) que fazem parte da equipe do CEEP e que não citei aqui nominalmente.

RESUMO

Este trabalho se propõe a registrar as observações realizadas dentro de uma escola pública de ensino técnico, coletando informações sobre a situação da infraestrutura de tecnologia da informação disponibilizada para a escola, entendendo o que está em uso e o que poderia melhorar, e propondo atividades e ações práticas para a solução de problemas relacionados a essa área. O enfoque das ações deu-se em consertar equipamentos, dando novos usos a eles, atualizar sistemas operacionais e *softwares*, fornecer serviços de rede relevantes para a equipe da escola e intermediar o contato com os responsáveis pela infraestrutura de TI na Secretaria de Educação do Rio Grande do Norte, propondo melhorias, explicando o que foi observado e solicitando configurações diversas. Buscou-se, ainda, trazer novas tecnologias para uso em aulas práticas diversas no laboratório de informática da escola. Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada pesquisa bibliográfica e estudo de campo, para viabilizar as observações e intervenções, principalmente no laboratório de informática. Com isso, as conclusões foram objetivas e produtivas, sendo uma delas a necessidade de contratação de pessoal especializado na área de TI, que mantenha em bom funcionamento e em constante melhoria tanto a infraestrutura que já existia antes da execução deste trabalho, quanto os serviços que foram implantados durante sua execução. Essas conclusões podem servir como base para que a gestão da escola, os(as) professores(as) e a equipe de suporte em TI da Secretaria de Educação do Rio Grande do Norte, em comum acordo, encaminhem propostas de melhorias e disponibilização de serviços de rede em ambiente corporativo de processamento de dados, bem como a criação de projetos mais aprofundados, que elevem a qualidade e a profissionalidade dos serviços criados.

Palavras-chave: Redes de Computadores; Computação em Névoa; Tecnologia da Informação; Ensino Público.

ABSTRACT

This study aims to record observations made at a public technical school, collecting information about the status of the information technology infrastructure made available to the school, understanding what is in use and what could be improved, and proposing activities and practical actions to solve problems related to this area. The focus of the actions was on repairing equipment, giving it new uses, updating operating systems and software, providing relevant network services to the school team, and mediating contact with those responsible for the IT infrastructure at the Rio Grande do Norte Department of Education, proposing improvements, explaining what was observed, and requesting various configurations. We also sought to introduce new technologies for use in various practical classes in the school's computer lab. In order to achieve the proposed objectives, bibliographic research and field study were carried out to enable observations and interventions, mainly in the computer lab. The conclusions were objective and productive, one of which was the need to hire specialized IT personnel to keep the infrastructure that existed before this work was carried out and the services that were implemented during its execution in good working order and constantly improving. These conclusions can serve as a basis for the school management, teachers and IT support team of the Rio Grande do Norte Department of Education to jointly submit proposals for improvements and provision of network services in a corporate data processing environment, as well as the creation of more in-depth projects that increase the quality and professionalism of the services created.

Keywords: Computer Networks; Fog Computing; Information Technology; Public Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Laboratórios de informática das escolas técnicas do RN, em 2023.....	15
Figura 02 - Acesso à Internet pela rede <i>Ethernet</i>	20
Figura 03 - Conexão entre <i>switch</i> , <i>patch panel</i> e tomada de rede.....	25
Figura 04 - Laboratório de Linguagens com pontos de rede em desuso.....	30
Figura 05 - <i>Access point</i> de uso interno, fixado em frente a Sala dos Professores.....	31
Figura 06 - Desgaste dos cabos <i>ethernet</i> dos <i>access point</i> instalados nos corredores.....	32
Figura 07 - <i>Access point</i> de uso externo, fixado em poste próximo ao estacionamento.....	32
Figura 08 - Erro de DHCP ao utilizar <i>Chromebook</i>	33
Figura 09 - Endereço IP de um dos <i>Chromebooks</i> na observação de Setembro de 2023.....	34
Figura 10 - Outro endereço IP de <i>Chromebook</i> , observado em Setembro de 2023.....	34
Figura 11 - Dificuldades diversas de conexão à <i>wi-fi</i> pelo <i>smartphone</i>	35
Figura 12 - APs novamente mostrando SSID de configuração inicial.....	36
Figura 13 - Laboratório de informática, em Setembro de 2023.....	38
Figura 14 - Laboratório de informática, em Setembro de 2024.....	38
Figura 15 - Janelas e rack de TI do laboratório de informática.....	39
Figura 16 - Visão ampliada do local de entrada das fibras ópticas.....	39
Figura 17 - Equipamentos do rack de TI do provedor de Internet.....	40
Figura 18 - Destaque para os cabos <i>ethernet</i> dos <i>access points</i>	40
Figura 19 - Cabos <i>ethernet</i> saem do <i>firewall</i> e se conectam às portas na parede.....	41
Figura 20 - Portas de rede da parede ocupadas com cabos dos <i>access point</i>	41
Figura 21 - Rack de TI do laboratório de informática (esq.) e do provedor (dir.).....	42
Figura 22 - Rack de TI do laboratório de informática com <i>patch panels</i> interligados.....	42
Figura 23 - Tela inicial do Proxmox VE.....	50
Figura 24 - Destaque para a visão do servidor no Proxmox VE.....	51
Figura 25 - Página inicial da interface web do FOG.....	60
Figura 26 - Cadastro de computador no Veyon usando inventário do FOG.....	62
Figura 27 - Veyon permite ao professor ver as telas dos alunos.....	62
Figura 28 - Zorin OS LTSP sendo encontrado em <i>boot</i> pela rede de outra VM.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Equipamentos de TI em uso nas diferentes salas da escola.....	36
Quadro 02 - Conexões <i>ethernet</i> entre <i>firewall</i> , <i>switches</i> e <i>access points</i>	43
Quadro 03 - Configuração final do <i>hardware</i> dos computadores servidores.....	47
Quadro 04 - Configuração de SETUP dos computadores HP 6005.....	48
Quadro 05 - Configuração das máquinas virtuais e contêineres no Proxmox.....	54
Quadro 06 - Instalação do Fog Project em contêiner do Proxmox.....	56
Quadro 07 - Instalação do DNSMasq no contêiner do FOG Project.....	57
Quadro 08 - Instalação do servidor LTSP no Zorin OS.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Evolução anual de alunos(as) matriculados(as) por curso.....	28
Tabela 02 - Pontos diversos do laboratório de informática.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACR	<i>Attenuation to Crosstalk Ratio</i>
AHCI	<i>Advanced Host Controller Interface</i>
AMD	Advanced Micro Devices, Inc.
AP	<i>Access Point</i>
BIOS	<i>Basic Input/Output System</i>
CEEP	Centro de Educação Profissional
CMOS	<i>Complementary Metal–Oxide–Semiconductor</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
CSV	<i>Comma-separated values</i>
CT	Contêiner
DDR	<i>Double data rate</i>
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
DNS	<i>Domain Name System</i>
EPT	Educação Profissional e Tecnológica
F/UTP	<i>Foil Unshielded Twisted Pair</i>
GB	Gigabyte
Gbps	<i>Gigabit per second</i>
GHz	Gigahertz
GPD	Grupo de Processamento de Dados
HD	<i>Hard disk</i>
HP	Hewlett-Packard Company
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IERN	Instituto Estadual de Educação Profissional, Tecnologia e Inovação
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IP	<i>Internet Protocol</i>
ISO	ISO 9660 (Sistema de arquivos para mídia de disco óptico)
ISP	<i>Internet Service Provider</i>
Km	Quilômetro
LTSP	<i>Linux Terminal Server Project</i>
LVM	<i>Logical Volume Manager</i>
LXC	<i>Linux Containers</i>

MAC	<i>Medium Access Control</i>
MHz	Megahertz
NAT	<i>Network Address Translation</i>
NEXT	<i>Near End Crosstalk</i>
OS	<i>Operating System</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PoE	<i>Power Over Ethernet</i>
POST	<i>Power On Self Test</i>
PS-NEXT	<i>Powersum Near End Crosstalk</i>
PVE	<i>Proxmox Virtual Environment</i>
RAID	<i>Redundant Array of Independent Disks</i>
RAM	<i>Random-Access Memory</i>
S/UTP	<i>Screebed/Unshielded Twisted Pair</i>
SATA	<i>Serial AT Attachment</i>
SEEC/RN	Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e do Lazer do RN
SETUP	Software de configuração da placa-mãe de um computador
SSH	<i>Secure Shell</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
TI	Tecnologia da Informação
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
TPM	<i>Trusted Platform Module</i>
UEFI	<i>Unified Extensible Firmware Interface</i>
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
VM	<i>Virtual Machine</i>
VMM	<i>Virtual Machine Monitor</i>
WD	<i>Western Digital</i>
Wi-Fi	Wireless Field
ZFS	<i>Zettabyte File System</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Justificativa.....	16
1.2 Objetivos.....	18
1.2.1 Objetivo Geral.....	18
1.2.2 Objetivos Específicos.....	18
2 METODOLOGIA.....	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
3.1 Redes de computadores.....	20
3.1.1 Computação em nuvem e computação em névoa.....	21
3.1.2 Protocolos de comunicação.....	22
3.1.3 Dispositivos de rede e topologia.....	23
3.2 Cabeamento estruturado.....	24
3.3 Virtualização.....	26
4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ESCOLA.....	28
4.1 Análise do espaço físico e infraestrutura de TI.....	29
4.2 Laboratório de informática da escola.....	37
5 SOLUÇÕES PROPOSTAS E SUA EXECUÇÃO.....	45
5.1 Infraestrutura de redes e computadores.....	46
5.2 Proxmox.....	50
5.3 FOG Project.....	54
5.3.1 Máquinas virtuais e <i>softwares</i> de apoio.....	61
5.4 Zorin OS Education LTSP.....	63
5.5 Nextcloud.....	65
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS.....	69
APÊNDICE A – <i>SOFTWARES</i> INSTALADOS NAS VMS E NO NEXTCLOUD.....	76

1 INTRODUÇÃO

Os desafios da Educação são inúmeros, e gerir todas as informações necessárias para o bom funcionamento de uma unidade escolar não é uma tarefa fácil. Assim como em outros setores produtivos, o setor da Educação foi imensamente beneficiado com o surgimento de tecnologias informacionais relacionadas ao processo ensino-aprendizagem, seja para registro e organização dos dados coletados de alunos e professores, seja para auxiliar o corpo acadêmico nos momentos de sala de aula (gestão de atividades, arquivos multimídia, disponibilidade computacional para uso de simuladores, jogos e aplicações diversas, entre outros). Nesse contexto, vem crescendo cada vez mais o desejo e a necessidade das escolas aprofundarem o processo de digitalização e informatização das ações pedagógicas e administrativas, gerando proporcionalmente a necessidade de ter-se, não apenas ferramentas tecnológicas à altura desses desafios, mas também recursos humanos capazes de manter a infraestrutura de tecnologia da informação e comunicação (TIC) atualizada e em pleno funcionamento.

No entanto, aspectos importantes no processo de implantação de recursos, para equipar as escolas, estão sendo desconsiderados. Não se questiona se o professor tem formação para desenvolver este trabalho, se o momento é adequado, ou se o investimento condiz com o trabalho que será realizado. Em verdade, tanto escolas públicas quanto escolas privadas, com menor ou maior número de recursos tecnológicos, estão desenvolvendo atividades que utilizam computador, e a inserção dessa tecnologia na área vem se intensificando (Santos; Neto, 2017, p. 99).

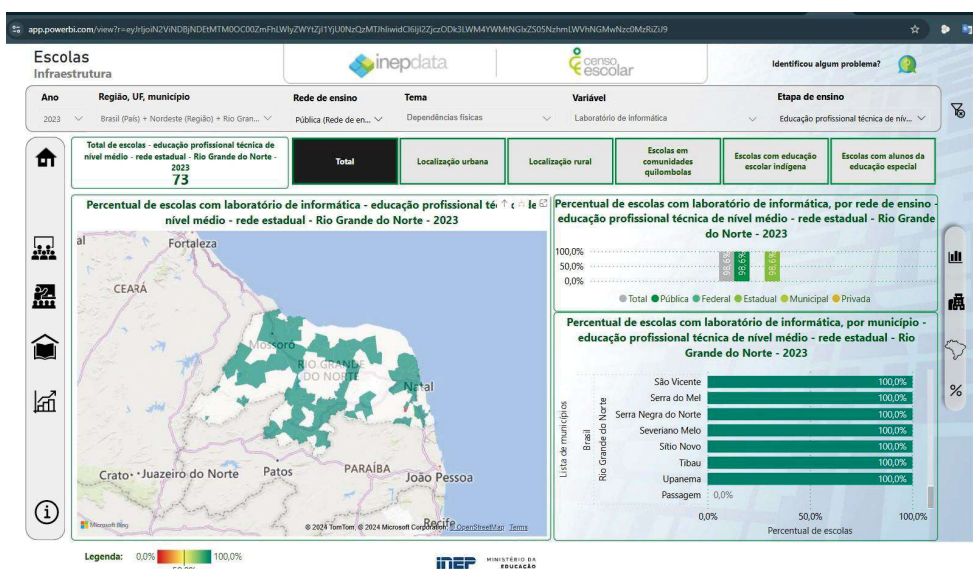
O cenário descrito torna-se ainda mais crítico quando consideramos a realidade das Escolas e Centros que ofertam oportunidades diversas de cursos da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), especialmente os cursos na área de Informática, que tendem a necessitar ainda mais dos recursos de TIC no desenvolvimento das atividades de ensino-aprendizagem, em comparação a outras modalidades de curso, razão pela qual a escola escolhida para receber a análise de infraestrutura e implantação de ferramentas de tecnologia, apresentada neste trabalho, foi uma das 85 instituições de Educação Profissional e Tecnológica do Estado do Rio Grande do Norte.

De acordo com o Caderno de Orientações Pedagógicas 2024, da Subcoordenadoria de Educação Profissional do Rio Grande do Norte (SUEP/RN):

Em 2023, havia um número de 72 (setenta e duas) instituições de EPT (entre escolas e centros) vinculadas à SUEP. Em 2024, através do processo de expansão da Rede, estamos com 85 (oitenta e cinco) instituições, uma adesão de 14 (quatorze) novas escolas. Além disso, há a expectativa na inauguração de 10 (dez) unidades do Instituto Estadual de Educação Profissional, Tecnologia e Inovação (IERN), ainda este ano, alcançando, portanto, um total de 95 (noventa e cinco) (Rio Grande do Norte, 2024, p. 4).

Com isso é possível verificar a crescente implantação de escolas de Educação Profissional e Tecnológica no Estado do Rio Grande do Norte, e considerando os dados fornecidos pelo novo painel de estatísticas do Censo Escolar da Educação Básica, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), no ano de 2023, obtemos o resultado de que apenas uma das 73 escolas técnicas do RN existentes à época do preenchimento do censo não possui laboratório de informática instalado na escola. Essa informação é vista na Figura 01, e foi obtida nesse painel de estatísticas utilizando os filtros intitulados “Escolas” e “Infraestrutura”, e escolhendo as opções “Ano” como “2023”, “Região, UF, município” como “Rio Grande do Norte”, a “Rede de ensino” como “Pública / Estadual”, o “Tema” como “Dependências físicas”, a “Variável” como “Laboratório de informática” e a “Etapa de ensino” como “Educação profissional técnica de nível médio”:

Figura 01 - Laboratórios de informática das escolas técnicas do RN, em 2023.



Fonte: INEP, 2024.¹

¹ Disponível em:

<<https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/inep-data/estatisticas-censo-escolar>>. Acesso em: 19 nov. 2024.

Ou seja, existem pelo menos 72 escolas de educação profissional técnica de nível médio, espalhadas pelo Estado do Rio Grande do Norte, com laboratório de informática instalado e funcionando, necessitando de uma política sólida de manutenção da infraestrutura para seu uso em aulas teóricas e práticas. Nesse mesmo painel de estatísticas, conservando todas as outras opções como já descrito, e alterando a opção “Etapa de ensino” para “Educação básica”, o total mostrado é de que existem 580 escolas públicas estaduais de educação básica no RN, das quais 57,6% informaram que possuem laboratório de informática, totalizando mais 334 laboratórios que também necessitam de correta administração.

Quando se compara esses dados com os dados relacionados ao pessoal contratado para trabalhar nessas escolas, obtidos pelo mesmo painel de estatísticas, percebe-se a falta de equipe especializada na área de tecnologia da informação (TI). Isso porque, mantendo as demais opções como foram selecionadas até então, e alterando a opção “Tema” para “Profissionais que atuam na escola”, a opção “Variável” passa a apresentar diversos grupos de profissionais, e nenhum deles faz referência direta à área de TI. O que mais se aproxima é o grupo chamado “Técnicos/monitores/supervisores/auxiliares”. Selecionando essa opção, é visto que os profissionais desse grupo estão presentes em apenas 24,8% dessas escolas, então mesmo que sua composição total fosse apenas de pessoas da área de TI, o que não é possível se afirmar por essa busca, ainda assim seria insuficiente para atender o quantitativo de escolas com laboratório de informática.

O ideal seria que houvesse, pelo menos, uma pessoa responsável pela administração e manutenção dos recursos de tecnologia da informação, atuando presencialmente em cada escola, além dos professores da área, no caso das escolas que possuem cursos diversos de informática. Isso permitiria uma manutenção mínima dos recursos de TI implantados e alinhamento estratégico com a equipe de suporte em TI da Secretaria de Educação do RN.

1.1 Justificativa

As ações práticas dentro do ambiente escolar que fundamentaram este trabalho de conclusão de curso são justificadas pelo desejo de contribuir, tanto de forma teórica quanto de forma prática, com o desenvolvimento de uma mentalidade cada vez mais enraizada de que o salto de qualidade na educação pública, gratuita e de qualidade passa pela implantação, bom uso e constante atualização das TICs voltadas para a infraestrutura de TI e *softwares* educacionais utilizados pelos(as) educadores(as) em sala de aula e/ou laboratórios de informática. Sendo assim, é de extrema importância o entendimento da necessidade constante

de investimento financeiro para aquisição de bens de TI, bem como a contratação de profissionais especializados no apoio em TI, para atuar nas instituições de ensino, papel esse muitas vezes exercido, erroneamente, pela equipe de professores(as) de TI das escolas, em acúmulo irregular com suas práticas docentes.

Aos docentes, cabe a busca individual e coletiva pela integração entre o conteúdo teórico e prático, a inovação com artifícios modernos que prendam a atenção dos alunos ao conteúdo explicado e a inserção dos discentes no mercado de trabalho, utilizando-se das TICs como ferramentas fundamentais para o alcance desses objetivos, seja no apoio às explicações dos conteúdos dentro da sala de aula, seja no âmbito organizacional, para dar suporte às ações educativas. O elo entre tecnologia e formação discente parte do pressuposto de que:

[...] os alunos da geração digital, também conhecidos como ‘nativos digitais’, estão cada vez menos passivos perante a mensagem fechada à intervenção, pois aprenderam com o controle remoto da televisão, com o *joystick* do *video game* e agora com o *mouse*. Eles evitam acompanhar argumentos lineares que não permitem a sua interferência e lidam facilmente com o hipertexto. Eles modificam, produzem, partilham. Essa atitude diante da mensagem é sua exigência de uma nova sala de aula, seja na educação básica e na universidade, seja na educação presencial e *online* (Amora et al., 2011, p. 82).

De acordo com Santos e Neto (2017, p. 99-115), “Para que os professores possam realizar um trabalho didático-pedagógico com qualidade, é necessário estudar, aprender qual a melhor forma de usar o computador para contribuir no trabalho desenvolvido”. Uma vez que essa etapa seja realizada, e esses conhecimentos adquiridos na área de tecnologia da informação tornem-se planejamentos de aulas práticas sobre diversos assuntos, o apoio à atividade docente deve partir de ações técnicas sustentáveis, o que requer constante atualização de infraestrutura e *softwares* educacionais, e/ou de gestão da infraestrutura escolar, papel esse que deve ser de competência das equipes administrativas e de suporte em TI.

Diante do exposto, o trabalho se justificou pela fragilidade com que os recursos de TI são implantados nas escolas, a falta de recursos humanos e financeiros para manter a infraestrutura de TI adequada e alinhada aos seus interesses educacionais, bem como a constante cobrança exercida sobre os(as) professores(as) para que dominem e usem inovações tecnológicas, por parte da comunidade escolar, em especial, nas escolas integrantes da rede de Educação Profissional e Tecnológica.

1.2 Objetivos

Considerando os dados e as preocupações expostas até aqui, e aliando o desejo de propor melhorias e inovações com a recepção das demandas discutidas antes de visitar a escola e durante as primeiras visitas, foram traçados os objetivos a seguir, para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo geral proporcionar melhorias em Tecnologia da Informação, no âmbito da análise de infraestrutura e uso de *softwares* educacionais e/ou de gestão de TI no Centro de Educação Profissional Professor Hélio Xavier de Vasconcelos, uma escola de Educação Profissional e Tecnológica da rede pública estadual de ensino integral do Rio Grande do Norte, localizada na cidade de Extremoz/RN.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Analisar a infraestrutura de TI disponível na escola, listando problemas encontrados e propondo sugestões para a solução parcial ou total desses problemas, servindo como intermediário na solução, no diálogo entre a equipe da escola e a equipe de suporte em TI da Secretaria de Estado da Educação e da Cultura do Rio Grande do Norte (SEEC/RN), responsável pela infraestrutura e serviços de TI das escolas estaduais do RN.
2. Entender as necessidades, propor e implantar soluções de Tecnologia da Informação com ênfase em *software* livre, dentro dos parâmetros descritos como *fog computing*, aproveitando materiais (novos e/ou recuperados), tecnologias e recursos humanos já disponíveis na escola e/ou de fácil aquisição a curto/médio prazo.
3. Propor, em parceria com a gestão da escola, melhorias na infraestrutura de TI, através da sugestão de mudanças que necessitem planejamento de compras ou contratação de serviços, a médio/longo prazo.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada durante as etapas de execução deste trabalho de conclusão de curso é a de uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa. De acordo com Wazlawick (2014, p. 22), com a pesquisa descritiva “[...] tenta-se apenas descrever os fatos como são. [...] é caracterizada pelo levantamento de dados e pela aplicação de entrevistas e questionários”. Já em relação ao aspecto qualitativo, segundo Gibbs (2009, p. 8), esse tipo de pesquisa “[...] visa a abordar o mundo "lá fora" (e não em contextos especializados de pesquisa, como os laboratórios) e entender, descrever e, às vezes, explicar os fenômenos sociais "de dentro" de diversas maneiras diferentes [...]”. É nesse tipo de pesquisa que é possível observar e registrar as práticas do dia a dia, com suporte das informações fornecidas pelo grupo que está sendo observado e por documentos relevantes ao tema, permitindo, por exemplo, uma pesquisa que contraponha determinadas ações planejadas com o resultado prático obtido.

Quanto à técnica empregada para a obtenção dos dados, utilizou-se a pesquisa de campo, uma vez que foi observado o ambiente escolar, contrapondo sua infraestrutura de TI e as barreiras encontradas no desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem e gestão do ambiente escolar. A partir dos frutos dessas observações, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que “[...] implica o estudo de artigos, teses, livros e outras publicações usualmente disponibilizadas por editoras e indexadas (Wazlawick, 2014, p. 23).”, para embasar a fundamentação teórica necessária ao entendimento das situações presenciadas e as propostas de soluções apresentadas neste trabalho.

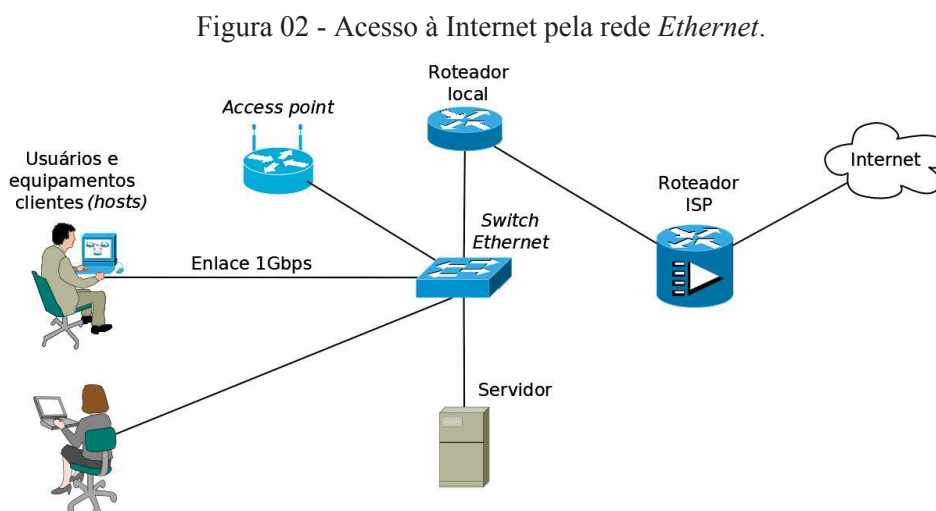
Essa observação acolheu os relatos da equipe pedagógica, gestores(as) e professores(as) sobre as dificuldades, soluções existentes e ideias de melhorias. Com base nas informações ouvidas e observadas, foram definidos dois escopos de atuação, sendo um deles como intermediador da solução, levando algumas dúvidas e conclusões à equipe de suporte em TI da SEEC/RN, e o outro escopo, resolutivo, com o desenvolvimento de ações práticas de recuperação de equipamentos de TI e destinação para uso como servidores de rede, instalação e configuração de equipamentos de conectividade e disponibilização de serviços em rede interna, com foco principal no apoio às aulas realizadas no laboratório de informática da escola.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico necessário para o entendimento dos desafios inerentes à execução deste trabalho perpassa diversos tópicos que relacionam os temas de educação e de tecnologia da informação. Com isso, é preciso abordar alguns conceitos das redes de computadores, dos equipamentos que podem ser conectados a essas redes, seus sistemas operacionais e *softwares* aplicativos, e o uso que pode ser dado a essas tecnologias, quando aplicadas no ambiente escolar, dentro ou fora da sala de aula.

3.1 Redes de computadores

O setor da educação, cada vez mais, vem se integrando com a realidade dos serviços digitais que auxiliam as práticas educativas, presenciais e à distância, como nos esclarece Santos e Neto (2017). Essa integração só é possível através das redes de computadores, presentes atualmente em qualquer ambiente, tanto corporativo quanto educacional, e que promovem a conexão dos seus dispositivos internamente e com a Internet, como visto na Figura 02.



Fonte: Autoria própria. Baseado em Kurose, 2021, p. 13.²

Dentre os elementos que compõem as redes de computadores, tem-se os servidores, o meio físico de transmissão dos dados, com enlaces (*links*) e comutadores de pacotes (roteadores e *switches*), que conectam os servidores aos diversos equipamentos clientes,

² Disponível em: <<https://plataforma.bvirtual.com.br>>. Acesso em: 29 nov. 2024.

chamados de *hosts* ou sistemas finais, e seus respectivos usuários, sejam eles as pessoas que instalam e mantêm os serviços, sejam as pessoas utilizadoras desses serviços. Os ISPs são os provedores de serviços de Internet, na tradução da sigla em inglês “*Internet Service Providers*”, responsáveis por interligar diversas redes entre si, e os sistemas finais à Internet (Kurose, 2021).

3.1.1 Computação em nuvem e computação em névoa

Os servidores, desde o início da computação, têm um uso muito similar ao atual, que é o fornecimento de capacidade de processamento e/ou armazenamento concentrado e de alta disponibilidade, de modo que os usuários possam, ao utilizá-los, acessarem recursos compartilhados e realizarem tarefas mais complexas do que as possíveis de serem feitas com o *hardware* dos computadores utilizados em suas áreas de trabalho. Ao longo das últimas décadas esse entendimento permaneceu igual, porém como a indústria de equipamentos de informática elevou o poder de processamento também para o lado mais próximo do usuário, fornecendo *hardware* e *software* para que tudo fosse processado localmente, muitas das tarefas que no início da computação necessitavam obrigatoriamente de um servidor dedicado para sua execução, passaram a ser feitas pelo computador dos usuários.

Veras (2015, p. 20) nos explica que “A arquitetura de TI inicialmente era centralizada (arquitetura *mainframe*); depois se tornou descentralizada com a adoção do modelo cliente/servidor; e agora volta a ser centralizada com a adoção da computação em nuvem”. Nesse modelo de computação, o processamento e o armazenamento das informações acontecem distante dos usuários, até mesmo com a localização física desconhecida, e de modo distribuído, ou seja, com vários computadores servidores atuando em conjunto, e que podem fazer parte ou não do mesmo *data center* (local que armazena os computadores servidores e outros equipamentos de rede). Para Chee e Franklin Jr. (2013) a nuvem é “[...] um conjunto de serviços fornecidos unicamente como um serviço, sem nenhuma responsabilidade ou mesmo conhecimento de um servidor requerido pelo consumidor do serviço”.

O uso da computação em nuvem pode ser dificultado por algumas barreiras, como falhas na conexão com a Internet, o que leva a atrasos na obtenção dos dados processados, ou o desinteresse em manter todos os dados sincronizados com a nuvem, principalmente aqueles que não sejam tão relevantes quanto o espaço de armazenamento que ocupem. A *fog computing* (computação em névoa) é um modelo de computação que busca vencer essas barreiras, oferecendo processamento e/ou armazenamento intermediário entre os clientes e a

nuvem. “Ao distribuir os serviços de computação e de rede mais próximos de onde os dados do usuário são gerados, a *Fog Computing* atende melhor às demandas emergentes (Machado et al., 2019)”, e com isso pode-se reduzir significativamente os problemas de latência (atraso) relacionados ao processamento dos dados, entre outras vantagens.

3.1.2 Protocolos de comunicação

A estrutura das redes de computadores se baseia na troca de informações entre equipamentos que entendem os mesmo protocolos, sendo os mais comuns o TCP (*Transmission Control Protocol*) e o IP (*Internet Protocol*), que fornecem os padrões para a transmissão dos pacotes de dados, incluindo a identificação de cada dispositivo atuante na rede, através do endereçamento IP.

Considerando a versão 4 do protocolo IP, o endereço IP de cada dispositivo deve ser único, pelo menos na rede interna em que está se comunicando, podendo ser do tipo público ou privado, e sua numeração consiste em um bloco de dados de 32 bits, agrupados em quatro grupos de 8 bits cada. A parte inicial do endereço indica a rede e a parte final, o endereço de *host* – nome dado ao dispositivo final da rede.

A organização e distribuição dos endereços IP é feita através de um servidor na rede chamado de servidor DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*), que é o protocolo de configuração dinâmica de *host*. Com o serviço de DHCP ativado, cada *host* que tentar acessar a rede usando um cabo de rede ou através de conexão *wi-fi*, receberá um endereço IP somente seu, dentro daquela rede local, além de informações sobre qual é o endereço do *gateway* (dispositivo de topo da rede), a máscara de sub-rede (informação que define qual parte do IP identifica o endereço de rede), o IP dos servidores DNS, entre outras informações. O DNS (*Domain Name System*), sistema de nome de domínio, é um serviço de rede que associa nomes a endereços IP de outros servidores, facilitando a forma como os usuários digitam o endereço de acesso no navegador de Internet.

Outro protocolo importante para a troca de informações nas redes é o NAT (*Network Address Translation*), que orienta a tradução dos endereços de rede. Com ele é possível que uma rede interna se forme utilizando classes de IP privadas e traduzindo todas as requisições de todos os equipamentos dessa rede de modo que elas saiam para a Internet como sendo requisições do equipamento que detém o controle do IP público oferecido pelo ISP.

3.1.3 Dispositivos de rede e topologia

Os dispositivos responsáveis pela comutação de pacotes, ou seja, pelo tráfego das informações solicitadas/enviadas pelos computadores clientes aos servidores, e as respostas solicitadas/enviadas dos servidores para os computadores clientes, são, os mais comuns: roteadores, *switches*, *hubs*, repetidores e *access point*.

O roteador tem o papel de escolher a melhor rota para transmissão dos dados, através da execução interna dos seus algoritmos de roteamento. Por ser o dispositivo que está mais na borda da rede local, precisa possuir grande capacidade de ler o destino e transmitir os pacotes de dados, de forma contínua e rápida. Existem diferentes modelos de roteadores, e alguns modelos acumulam funções que vão além do roteamento, como as funções de servidor DHCP e *firewall* (serviço de bloqueio de portas e ameaças de invasão da rede).

Os *switches* são dispositivos capazes de receber um link de conectividade vindo de um roteador e distribuir essa conexão entre os dispositivos que estiverem ligados às suas diversas portas de conexão *ethernet* e de fibra óptica, reconhecendo os endereços de origem e destino dos pacotes de dados transmitidos, o que otimiza o tráfego dos dados, além de regenerar o sinal recebido (Forouzan, 2008). Modelos mais antigos e simples de comutadores, já em desuso, os *hubs* e os repetidores se assemelham fisicamente aos *switches*, porém suas funções dentro da rede são simples, apenas renovando o sinal quando este passa por eles, além de repassarem os dados de modo menos inteligente e organizado que os *switches*, facilitando problemas de colisão de pacotes e, conseqüentemente, congestionamento da rede.

Os *access points* (APs) são os equipamentos responsáveis por fornecer conectividade *wi-fi* (rede sem fio), a partir de uma conexão de rede cabeada vinda de um *switch* integrante da estrutura da rede, ou a partir de uma conexão direta com um dispositivo que atue como controlador específico para o *access point*. Em ambos os casos os APs recebem as configurações automáticas da rede, de modo que *smartphones*, *tablets*, *notebooks* e outros dispositivos que possuam placa de conexão *wi-fi* possam conectar-se por ele à rede local, e caso haja a conexão, à Internet.

Esses equipamentos são os mais comuns de serem utilizados em ambientes de estudo e trabalho, pelas pessoas, usuários(as) finais dos sistemas finais e da Internet.

As redes de computadores também são categorizadas pelo seu formato de distribuição de cabos e interligação dos equipamentos, as chamadas topologias físicas. A topologia estrela é a configuração física de redes onde o equipamento concentrador se conecta ao dispositivo final ou a outro concentrador por meio de um cabo contínuo, criando uma ligação única entre

eles, e é a topologia mais comum nas redes de computadores menores e mais simples. Outros tipos de topologia existentes são: malha, barramento, anel e híbrida. A conexão entre os dispositivos pode ocorrer por diferentes tipos de meios físicos, como cabos coaxiais, fios de cobre, fibras ópticas e ondas de rádio (Forouzan, 2008).

3.2 Cabeamento estruturado

“O cabeamento estruturado é um sistema que envolve cabos e *hardware* de conexão (conforme definidos em norma), capaz de atender às necessidades de telecomunicações e TI dos usuários de edifícios comerciais” (Marin, 2010, p. 23). É com esse agrupamento físico que se torna possível os diversos tipos de equipamentos, conectados via cabos de rede, trocarem informações entre si, com o seu respectivo ISP e, posteriormente, com todos os serviços disponíveis na Internet. Os cabos de fibra óptica e os cabos de rede de par trançado metálicos são os mais utilizados nos projetos de cabeamento estruturado. Suas tecnologias são agrupadas por categorias e cada uma delas possuem características diferentes de material e técnicas de fabricação do cabo, taxas máximas de transmissão de dados e distâncias suportadas.

Em relação às fibras ópticas, o padrão 1000Base-LX permite a transmissão de dados com taxa máxima de 1 Gbps e distância máxima de até 5 Km entre dois dispositivos da rede. Essa distância máxima é ainda maior quando se trata do padrão 10GBase-ER, chegando ao máximo de 40 Km, com taxa máxima de transmissão de dados de 10 Gbps.

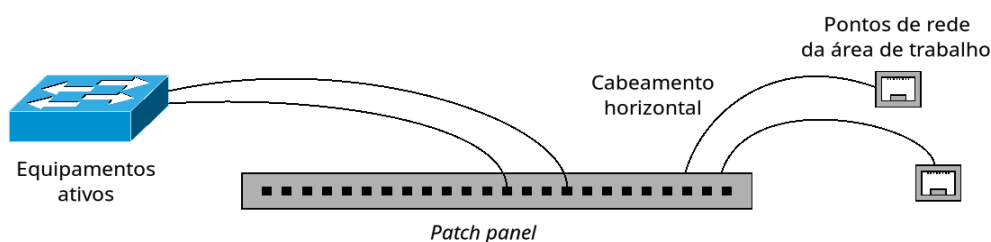
Para os cabos metálicos de par trançado, as categorias mais comuns atualmente são Cat. 5e, Cat. 6 e Cat. 6A. Os cabos e conectores Cat. 5e conseguem transmitir dados a uma taxa máxima de 1 Gbps (Gigabit Ethernet, padrão 1000Base-T), por até 100 m de distância entre os dispositivos da rede, enquanto que os da Cat. 6A, com essa mesma distância máxima, conseguem taxas de 10 Gbps, no padrão 10GBase-T. Além dessas duas características, a blindagem – uma capa metálica ao redor do encapamento interno dos pares – é um diferencial para os cabos metálicos, que são chamados de UTP (“*Unshielded Twisted Pair*”) quando não possuem blindagem, F/UTP (“*Foiled*” UTP), quando a blindagem é única, cobrindo todos os pares de uma vez e S/FTP (“*Screened/Foiled*” UTP), quando a blindagem é dupla, uma cobrindo todos os pares de uma vez e outras quatro, cobrindo cada par em separado.

Segundo Marin (2010, p. 35), o sistema de cabeamento estruturado é dividido nos seguintes subsistemas: “cabeamento horizontal, cabeamento de *backbone* (dividido em *backbone* de campus e *backbone* de edifício), área de trabalho, salas de telecomunicações,

sala de equipamentos e infraestrutura de entrada”. O cabeamento horizontal, de topologia estrela, é composto pelos cabos de rede que interligam, no mesmo andar, as áreas de trabalho (locais onde estão os equipamentos dos usuários) aos equipamentos de rede das salas de telecomunicações (locais onde os equipamentos de rede são instalados e ficam protegidos). O cabeamento de *backbone* é aquele distribuído entre andares de um prédio, ou entre vários prédios (*campus*), interligando as salas de telecomunicações, sala de equipamentos e infraestrutura de entrada.

Para os cabos metálicos de par trançado, a interligação descrita na Figura 03, entre as portas traseiras do *patch panel* (painel de interconexão) e as tomadas de rede da área de trabalho, não pode ser feita com um cabo maior que 90 metros, pois a norma prevê que seja reservado, pelo menos, 10 metros para os *patch cords*, que são os cabos de interligação do *patch panel* ao *switch* e das portas de rede das áreas de trabalho aos equipamentos, totalizando 100 metros de comprimento máximo.

Figura 03 - Conexão entre *switch*, *patch panel* e tomada de rede.



Fonte: Autoria própria. Baseado em Marin, 2010, p. 41.

A infraestrutura de entrada, a sala de equipamentos e as salas de telecomunicações, em uma pequena infraestrutura de redes, podem ocupar o mesmo espaço físico. Em locais/redes maiores, podem ser três ou mais espaços físicos diferentes, sendo a infraestrutura de entrada o local onde os equipamentos do ISP são instalados e conectam-se à rede local; a sala de equipamentos, o espaço que abriga os principais equipamentos de distribuição da rede local; e as salas de telecomunicações, todos os espaços distribuídos ao longo dos andares de um ou mais edifícios do espaço físico, reservados para abrigar os equipamentos de rede mais próximos às estações de trabalho.

O cabeamento estruturado pode apresentar diversos problemas quando sua instalação não for realizada de forma adequada e seguindo as normas vigentes, ou quando sua manutenção periódica for ignorada, principalmente diante do aparecimento dos sinais de desgaste natural, mais comuns em pontos de rede expostos ao ambiente externo. Desde a

instalação, essas condições de uso podem ser atestadas por um procedimento conhecido como certificação do cabeamento estruturado, que é realizado por empresas e profissionais especializados na instalação do cabeamento, com equipamentos específicos, que conseguem lançar sinais de transmissão de dados na rede e registrar a qualidade dessa transmissão.

Os principais problemas que se originam nos cabos metálicos podem ser encontrados através da verificação dos seguintes parâmetros elétricos, como esclarece Marin (2010, p. 69): “configuração de terminação (*wire map*), comprimento, perda de inserção (atenuação), paradiáfonia (NEXT, *near end crosstalk*), PS-NEXT (*powersum NEXT*) e ACR (*attenuation to crosstalk ratio*, relação atenuação/paradiáfonia)”. Em relação às fibras ópticas, o autor também destaca as causas de atenuação (perda de potência da propagação do sinal dentro da fibra óptica) como sendo “[...] determinada por vários fatores, tais como: absorção, espalhamento, qualidade das terminações e fusões ópticas, e raios de curvatura dos cabos ópticos (Marin, 2010, p. 107)”.

3.3 Virtualização

O conceito de virtualização envolve utilizar um ou mais computadores físicos para distribuir sua capacidade de processamento e armazenamento por diversos computadores virtuais ou contêineres, utilizando os chamados VMM (*virtual machine monitor*), traduzido como monitor de máquina virtual, e também comumente chamado de *hypervisor* ou hipervisor. É um tipo de *software* com uma instalação que se assemelha a de um sistema operacional, porém é mais simples que isso, pois é dedicado a apenas uma tarefa: fornecer acesso ao *hardware* para as máquinas virtuais e contêineres criados por ele. Com isso, o computador físico se transforma em um hospedeiro, que pode executar diversas máquinas virtuais, contanto que os recursos atribuídos virtualmente a elas não ultrapassem em uso simultâneo o total de recursos do computador hospedeiro – o computador real.

Para Veras (2015, p. 1) "A virtualização ajudou as empresas a usar os recursos de *hardware* com mais eficiência. Ela possibilitou desacoplar o ambiente de *software* do *hardware*". Esse tipo de abordagem na disponibilização de serviços de rede faz com que um único *hardware*, do computador servidor, possa executar diferentes sistemas operacionais e diferentes tarefas, algo que não é possível sem a criação de máquinas virtuais. Isso facilita a gestão centralizada dos serviços de rede, além da economia de energia elétrica e espaço físico.

Outras vantagens do uso dos hipervisores, são: possibilidade de geração de *snapshots* (pontos de restauração completos), duplicação e exportação/importação dos arquivos que

compõem as máquinas virtuais e os contêineres, o isolamento entre eles e o computador real, fator positivo caso haja algum ataque a serviço oferecido ou se for necessário executar um sistema operacional ou *software* legado, além da economia de espaço e consumo de energia elétrica, se comparado a vários computadores físicos ligados ao mesmo tempo.

Os contêineres diferem das máquinas virtuais porque, de maneira isolada, executam aplicativos no *host*, sem depender de um sistema operacional virtualizado. Já as máquinas virtuais dependem da instalação de um sistema operacional e dos seus aplicativos, após serem criadas, tal qual ocorre com computadores reais. Essa necessidade de um sistema operacional completo virtualizado faz com que as máquinas virtuais geralmente consumam um pouco mais de espaço de armazenamento e de processamento do computador físico e que possam facilmente serem exportadas e depois importadas em outro hipervisor, enquanto que a portabilidade dos contêineres é limitada ao sistema operacional onde foi criado, ou seja, se foi criado no Linux não funcionará corretamente no Windows (Oracle, 2024).

Os contêineres são baseados na tecnologia Linux Containers (LXC) e permitem, de acordo com Tanenbaum (2024, p. 324), “[...] que o *software* seja empacotado em contêineres que contenham todo o código, as bibliotecas e os arquivos de configuração necessários para executá-lo”, enquanto que as tecnologias específicas de sistema operacional são compartilhadas entre os contêineres e o sistema operacional que os estão executando, trazendo leveza e praticidade nessa execução.

Esses conceitos e os demais, abordados neste referencial teórico, trazem como base para execução desta pesquisa qualitativa o entendimento da forma correta de configuração, funcionamento e bom desempenho dos dispositivos de rede e seu respectivo cabeamento, bem como o melhor uso do processamento distribuído entre os dispositivos servidores virtualizados e os recursos disponíveis de computação em nuvem. A partir do entendimento desses conceitos, é possível realizar uma análise mais detalhada das características gerais e específicas da escola, atentando para cada detalhe necessário de melhoria nessas áreas de infraestrutura de TI.

4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ESCOLA

O CEEP - Centro Estadual de Educação Profissional de Ensino Médio em Tempo Integral Professor Hélio Xavier de Vasconcelos, é uma escola integrante da rede de educação profissional e tecnológica (EPT), mantida pela Secretaria de Educação do Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Desde sua inauguração, oferta cursos de nível técnico integrado em tempo integral, com turmas iniciadas em 2017 e 2018, nos cursos de Administração e Recursos Humanos, curso este que deixou de ser ofertado em 2019 – a partir desse ano a oferta passou a ser dos cursos de Administração e Informática.

A Tabela 01 mostra que em 2024 a escola alcançou seu maior número de alunos(as) matriculados(as), desde que o curso de Recursos Humanos parou de ser ofertado, e após o período de pandemia da COVID-19, onde muitos alunos ficaram retidos nos cursos, crescendo também a demanda de uso do laboratório de informática da escola.

Tabela 01 - Evolução anual de alunos(as) matriculados(as) por curso.

Ano	Curso / Série									Total
	Informática			Administração			Recursos Humanos			
	1ª Série	2ª Série	3ª Série	1ª Série	2ª Série	3ª Série	1ª Série	2ª Série	3ª Série	
2017	-	-	-	79	-	-	41	-	-	120
2018	-	-	-	110	69	-	72	33	-	284
2019	89	-	-	87	88	62	-	56	29	411
2020	121	79	-	83	68	72	-	-	40	463
2021	45	105	74	87	74	59	-	-	-	444
2022	127	44	89	89	79	64	-	-	-	492
2023	88	109	42	88	75	73	-	-	-	475
2024	44	77	99	90	81	70	-	-	-	461

Fonte: Autoria própria, com dados do sistema Sigeduc RN.³

³ Disponível em:

<https://sigeduc.rn.gov.br/sigeduc/public/transparencia/pages/consulta/relatorio_estudantes/consultaEscolas.jsf>. Acesso em: 21 novembro 2024.

Situado à Rua Camélia, S/N - São Miguel do Arcanjo, Extremoz/RN, o CEEP Hélio Xavier de Vasconcelos foi criado pelo Governo Estadual através do decreto nº 25.879, de 17 de Fevereiro de 2016, e iniciou suas atividades educacionais em 27 de Março de 2017, juntamente com outras seis unidades dos CEEPs (Natal - Pitimbu, Nova Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, Alto do Rodrigues, Mossoró e Ceará-Mirim). Esses foram os sete primeiros CEEPs inaugurados no Rio Grande do Norte, de um total de dez unidades, que fazem parte do Programa Brasil Profissionalizado, do Ministério da Educação (MEC) – as outras três unidades foram inauguradas nos anos seguintes (Natal - Nossa Senhora da Apresentação, em 2019, Macaíba e Açu, em 2022).

A escolha de quais cursos ofertar em cada CEEP foi embasada por estudos e consultas à comunidade, com o intuito de identificar quais atividades econômicas são as mais promissoras da região, entendendo a oferta e a demanda local, tanto dos cursos de capacitação em geral como de oportunidades de trabalho e criação de novos negócios. De acordo com Governo do Rio Grande do Norte (2023, p. 42), a região em que se encontra o CEEP Hélio Xavier de Vasconcelos possui uma demanda em potencial para cursos técnicos dos eixos tecnológicos de Produção Industrial, Recursos Naturais, Gestão e Negócios e Informática e Comunicação, tendo sido escolhidos esses dois últimos eixos, dentre os listados, como foco dos cursos ofertados na escola.

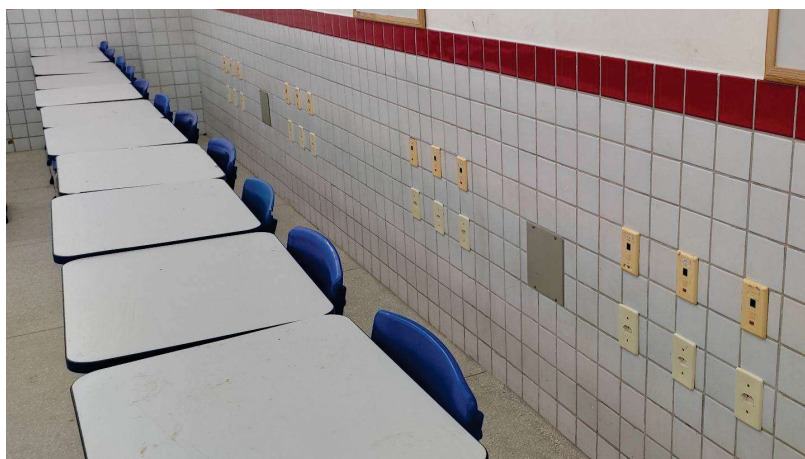
4.1 Análise do espaço físico e infraestrutura de TI

A escola possui 12 salas de aula com capacidade para até 45 alunos(as), 1 auditório, 1 sala de professores(as), 1 secretaria, 1 refeitório com cozinha, onde é preparada e servida a merenda escolar, 1 ginásio poliesportivo coberto e 2 galpões, sendo um deles utilizado para depósito e o outro utilizado para abrigar as ações do projeto de extensão “Reset”, que propõe o reaproveitamento de resíduos eletroeletrônicos na construção de protótipos educacionais diversos. Possui também 1 biblioteca, com espaço de leitura e escrita, e com acervo em formação, tendo recebido doações de livros técnicos de uma universidade que encerrou suas atividades. A infraestrutura de Tecnologia da Informação da escola é composta por Sala de Rack de TI (sala dentro do Laboratório de Informática), cabeamento estruturado presente em todas as salas, com alguns pontos de rede também espalhados pelos corredores da escola (para câmeras e dispositivos de conexão sem fio). A escola possui conexão com a Internet, fazendo parte do grupo de escolas atendidas atualmente pelo contrato do Governo do Estado com provedor local de Internet, que oferece conexão de 100 Mb/s. As salas de aula possuem

pontos de acesso à Internet cabeada, e recebem a cobertura de sinal *wi-fi* dos equipamentos instalados na escola. O acesso à Internet pelos(as) alunos(as) dá-se tanto pelos computadores instalados no laboratório de Informática quanto pelos *notebooks* (*Chromebooks*) da escola, bem como pelos *smartphones* e *notebooks* pessoais, sendo o Auditório um espaço muito utilizado para a realização de pesquisas diversas e reuniões de elaboração de TCCs, onde alunos(as) e professores(as) utilizam os *notebooks* da escola (informação verbal).⁴

Na primeira visita à escola, realizada em Setembro de 2023, foi possível observar que além dos espaços de salas de aula convencionais, haviam alguns laboratórios de temáticas diversas, como os laboratórios de Biologia, Física, Matemática e Linguagens, que foi projetado inicialmente para ser também um Laboratório de Informática, mas isso não foi feito por não haver computadores e demanda suficientes à época de sua organização. Em 2024 a escola recebeu esses computadores adicionais, mas até Novembro (último mês da observação proposta por este trabalho) eles ainda não haviam sido instalados, pois a gestão da escola aguardava o momento oportuno para realizar a adequação física na sala e a logística necessária para a montagem dos equipamentos. Os diversos pontos de rede não utilizados no laboratório de Linguagens podem ser vistos na Figura 04.

Figura 04 - Laboratório de Linguagens com pontos de rede em desuso.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Quanto ao acesso à Internet e à estrutura de conectividade *wi-fi*, contratados no âmbito do programa estadual “Geração Conectada”, foi observada a presença de oito *access point* (APs), da marca Huawei, sendo seis deles de uso interno, como visto na Figura 05, modelo

⁴ Informação fornecida pela Coordenadora Pedagógica do CEEP Hélio Xavier de Vasconcelos, Ádila de Lima Ferreira, em setembro de 2023.

AirEngine 5761-11, e dois deles de uso externo, modelo desconhecido, que em momentos de maior concentração dos alunos próximos a eles, não atenderam completamente a demanda de acesso à conexão *wi-fi*.

Figura 05 - *Access point* de uso interno, fixado em frente a Sala dos Professores.



Fonte: Autoria própria, 2023.

A distribuição dos APs foi feita pela equipe de instalação do provedor de Internet, de modo que os APs de uso interno foram instalados no bloco de salas de aula, com a seguinte divisão: três no térreo, sendo um em cada corredor e um dentro do Auditório; e três no primeiro andar, sendo um em cada corredor e um virado para a frente da escola, próximo à Biblioteca. Com essa distribuição, foi possível garantir uma boa cobertura de conexão *wi-fi* em quase toda a escola, menos nas salas mais externas, afastadas dos corredores centrais: sala de estudos dentro da sala de professores, sala da direção geral, sala da coordenação pedagógica e biblioteca.

Nos APs instalados nos corredores foi observado, ao dia 12/10/2024, desgaste no cabo *ethernet*, mal acondicionamento das sobras de cabos dentro das calhas e canaletas, com pontos de dobra do cabo em ângulos muito fechados, e oxidação/sujeira nos conectores RJ-45, fatores relevantes para ocorrência de falhas na conexão. Esses problemas podem ser observados na Figura 06.

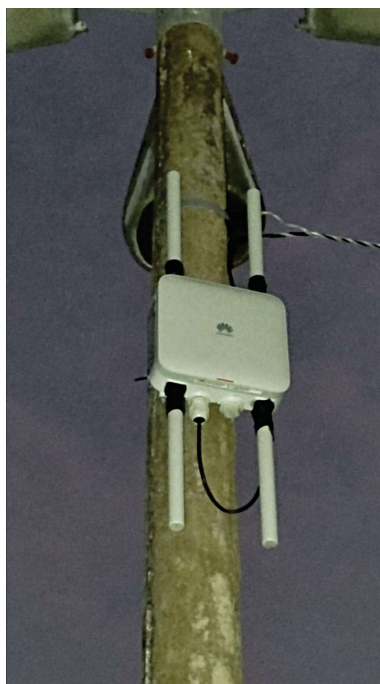
Figura 06 - Desgaste dos cabos *ethernet* dos *access point* instalados nos corredores.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Os APs de uso externo foram instalados um no pátio próximo ao refeitório e ao estacionamento, como mostrado na Figura 07, e o outro, dentro do Ginásio, sendo que este último foi instalado em meados de Fevereiro de 2024, já como uma resposta do provedor de Internet à necessidade de melhorias no alcance do sinal de conexão *wi-fi* – até então esse sinal era indisponível dentro do Ginásio.

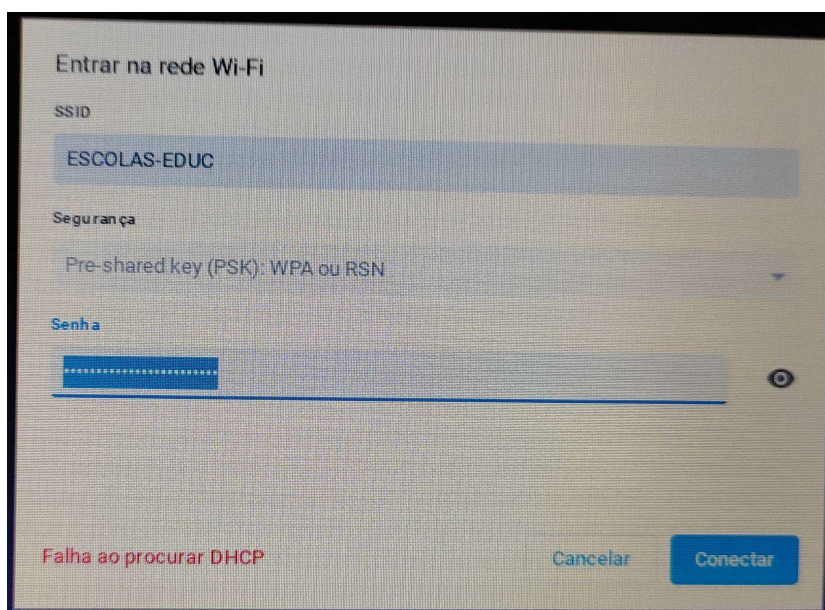
Figura 07 - *Access point* de uso externo, fixado em poste próximo ao estacionamento.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Em Setembro de 2023, na primeira visita à escola, foram observadas as turmas do terceiro ano dos cursos técnicos integrados ao ensino médio, em momento de elaboração de trabalhos de conclusão de curso, utilizando os *Chromebooks* da escola. Houve dificuldade em conseguir conexão com a Internet, como visto na Figura 08, devido ao constante erro descrito como “Falha ao procurar DHCP”, indicando problemas na oferta de endereços IP, pelo servidor DHCP.

Figura 08 - Erro de DHCP ao utilizar *Chromebook*.

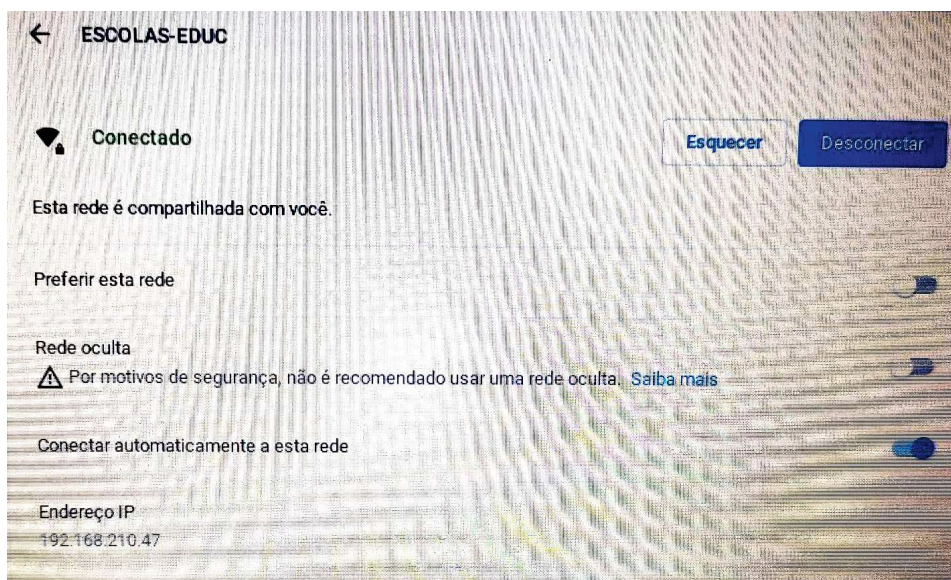


Fonte: Autoria própria, 2023.

Alguns dos *Chromebooks* que conseguiram conexão com a rede *wi-fi* da escola, durante este momento da observação, receberam do servidor DHCP um endereço IP de uma determinada faixa de endereços que, posteriormente, foi constatado que não era a faixa correta destinada à rede da escola, de acordo com as informações do provedor de Internet.

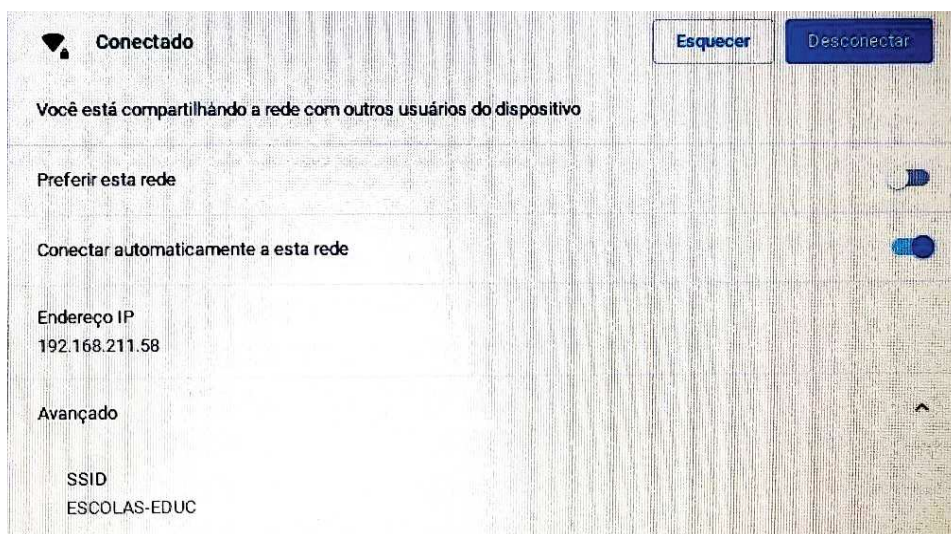
É possível ver nas Figuras 09 e 10 exemplos de endereço IP obtidos nesse dia (192.168.210.47 e 192.168.211.58), e essa configuração permaneceu assim até o comunicado à equipe de suporte do provedor de Internet, que realizou a correção necessária logo em seguida.

Figura 09 - Endereço IP de um dos Chromebooks na observação de Setembro de 2023.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 10 - Outro endereço IP de Chromebook, observado em Setembro de 2023.

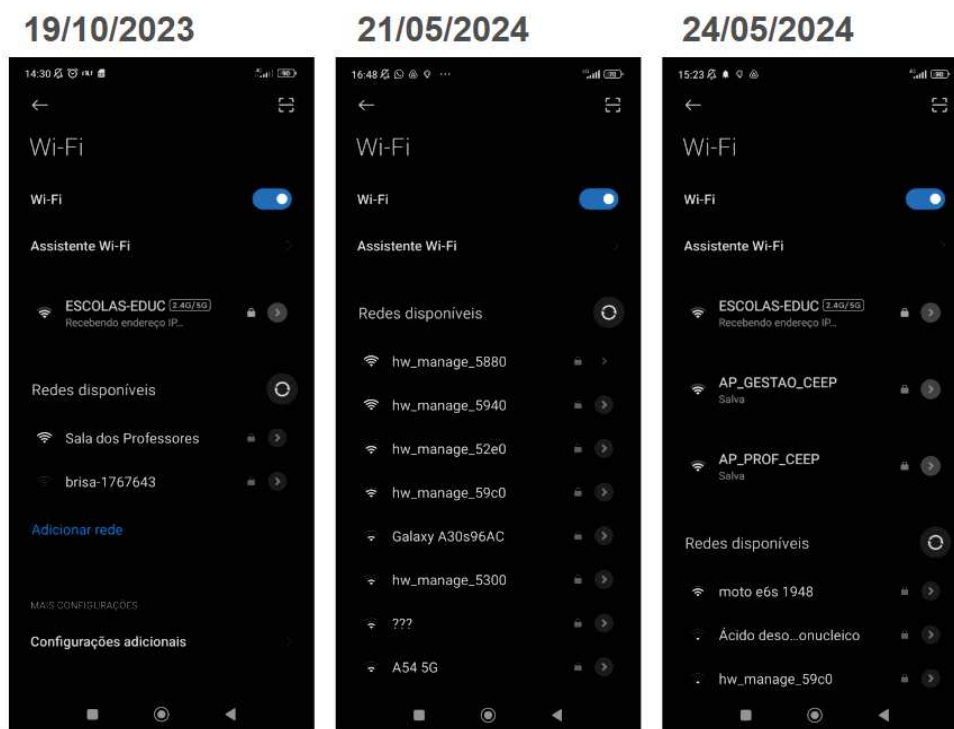


Fonte: Autoria própria, 2023.

Outro problema de conexão *wi-fi* observado foram os APs mostrando SSIDs de configuração de fábrica, como se eles estivessem aleatoriamente resetando suas configurações internas. A Figura 11 é uma captura de tela de um *smartphone* que mostra que no dia 19/10/2023 houve dificuldades para conseguir um endereço IP válido e conectar-se à rede *wi-fi* disponível à época – a “ESCOLAS-EDUC”. Também é possível ver o SSID “Sala dos Professores”, que foi constatado como sendo fornecido por um roteador *wi-fi* de uso residencial. Já no dia 21/05/2024, houve um problema com diversos APs da escola, e quase

todos passaram a distribuir o SSID das suas configurações iniciais, impossibilitando o acesso a rede *wi-fi*.

Figura 11 - Dificuldades diversas de conexão à *wi-fi* pelo *smartphone*.



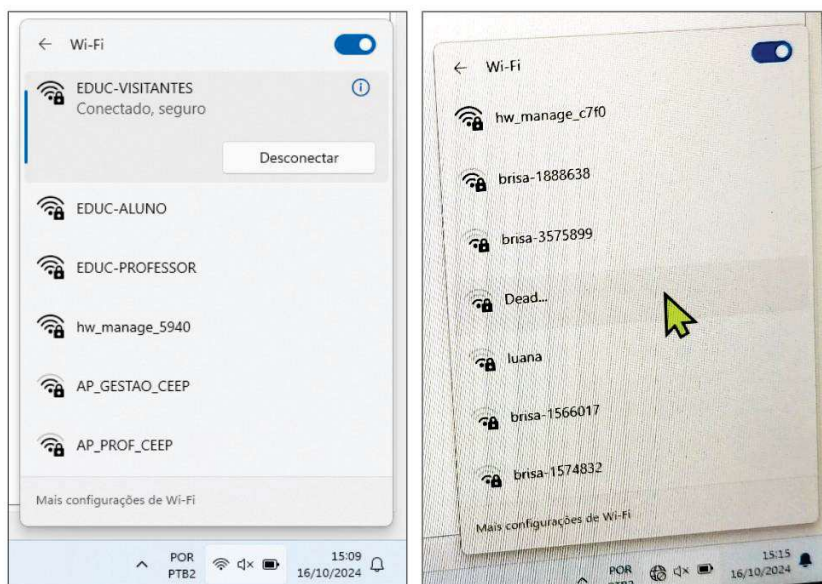
Fonte: Autoria própria, 2023 e 2024.

Em 24/05/2024, mais uma vez foi observada a dificuldade de aquisição de endereço IP válido, para a conexão *wi-fi* “ESCOLAS-EDUC”, com o diferencial de que nesta data já estavam configurados dois de três APs Intelbras AP 310, com os SSIDs “AP_GESTAO_CEEP” e “AP_PROF_CEEP” (instalados na sala da direção geral e na sala interna à sala dos professores, respectivamente). Esses APs Intelbras foram encontrados desligados dentro de salas de aula da escola, e eram utilizados com a contratação do provedor de Internet anterior, ficando sem uso após o novo contrato. Eles foram reconfigurados e realocados para três locais específicos onde a conexão *wi-fi* não era boa, incluindo o interior da sala dos professores, em substituição ao roteador *wi-fi* de uso doméstico. Outros três APs com características semelhantes, da marca Ubiquiti UniFi UAP-AC-PRO, permaneceram guardados na escola, esperando a compra de suas respectivas fontes de alimentação PoE.

No dia 16/10/2024 foi observado, novamente, problema de configuração em algum dos APs Huawei próximo às salas de aula do primeiro andar, ficando visível o SSID “hw_manage_5940”, e também no AP do Ginásio, ficando visível o SSID

“hw_manage_c7f0”. Como mostrado na Figura 12, dessa vez o erro foi observado utilizando a conexão *wi-fi* de um *notebook* com Windows 11 instalado.

Figura 12 - APs novamente mostrando SSID de configuração inicial.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Outros equipamentos de TI observados em diversas salas da escola estão listados no Quadro 01. Todos os computadores mencionados estavam conectados aos seus respectivos periféricos (monitor, teclado e mouse). Não foram contabilizados neste quadro os computadores e monitores novos que chegaram nas últimas semanas de observação na escola, e que ficaram guardados na sala da Secretaria, uma vez que eles estavam fora de uso, encaixotados em suas embalagens originais, ainda aguardando a logística de instalação.

Quadro 01 - Equipamentos de TI em uso nas diferentes salas da escola.

Sala	Quantidade	Equipamento de TI
Auditório	1	Computador HP 6005 SFF
	1	Projetor Multimídia Epson
Secretaria Acadêmica	2	Computadores HP 6005 SFF
	1	Computador Valiant Pro I
	1	Impressora Samsung (equipamento de contrato de locação)

Sala	Quantidade	Equipamento de TI
Pedagogia	1	Computador Lenovo ThinkCentre M920q
	1	Impressora Kyocera
	1	Notebook
Direção	1	Computador Lenovo ThinkCentre M920q
	2	Computador Valiant Pro I
Biblioteca	2	Computadores HP 6005 SFF
Laboratório de Matemática	1	Computador HP 6005 SFF
Laboratório de Linguagens	1	Computador HP 6005 SFF
Laboratório de Informática	23	Computadores Lenovo ThinkCentre M920q
	70	Notebooks Samsung Chromebooks XE310XBA
	1	Projektor Multimídia Epson

Fonte: Autoria própria, 2024.

Quanto aos racks de TI, além do mencionado na conversa com Ádila, a Coordenadora Pedagógica da escola, foi observado durante as visitas que existem mais três racks de TI na escola, e dessa forma, a topologia física da rede cabeada é a topologia estrela. O rack de TI por onde chega a conexão com a Internet foi instalado pela empresa provedora dentro do laboratório de informática, e recebe dois links de fibra óptica, sendo um link primário e um link secundário. Desse rack partem os cabos *ethernet* que fornecem a conexão para o rack do Ginásio e para a sala interna do laboratório de informática, onde fica o principal rack de TI da infraestrutura original da escola e de onde partem os cabos ethernet de conexão para alguns APs e para os outros dois racks de TI – salas da Secretaria e Biblioteca.

4.2 Laboratório de informática da escola

O Laboratório de informática da escola foi montado de modo que as mesas e os computadores estão voltados para a parede, trazendo alguns benefícios, como facilitar a visualização do professor em relação a tela dos computadores e os conteúdos acessados

pelos(as) alunos(as) em sala, melhorar a organização dos cabos de energia e conexão à Internet e ampliar o espaço de locomoção no centro da sala. Por outro lado, isso dificulta para os(as) alunos(as) verem o material projetado e depois virarem para executar as atividades no computador. A Figura 13 ilustra como era composto seu espaço físico em Setembro de 2023.

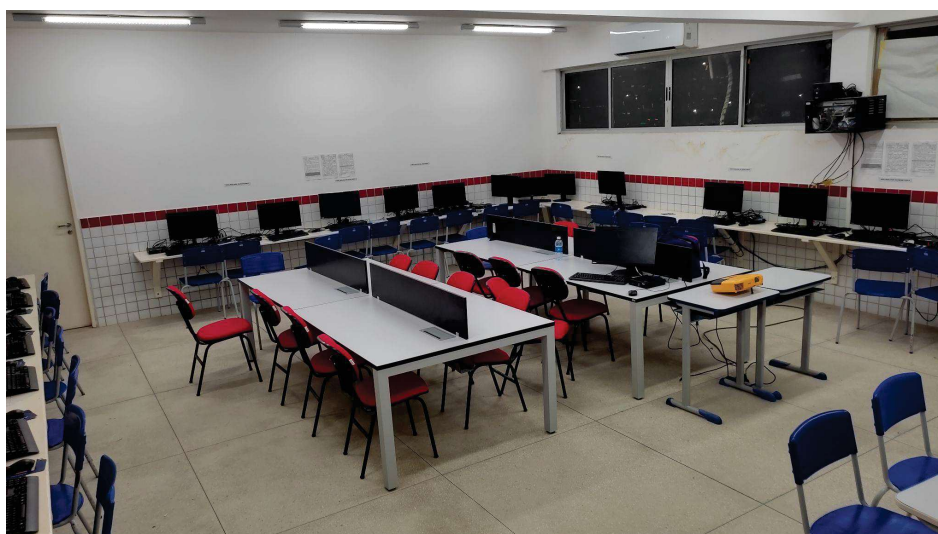
Figura 13 - Laboratório de informática, em Setembro de 2023.



Fonte: Autoria própria, 2023.

Em Setembro de 2024, um ano após o primeiro registro, o laboratório de informática recebeu algumas alterações, com mesas centrais para práticas diversas de escrita e estudos, como pode ser visto na Figura 14.

Figura 14 - Laboratório de informática, em Setembro de 2024.



Fonte: Autoria própria, 2024.

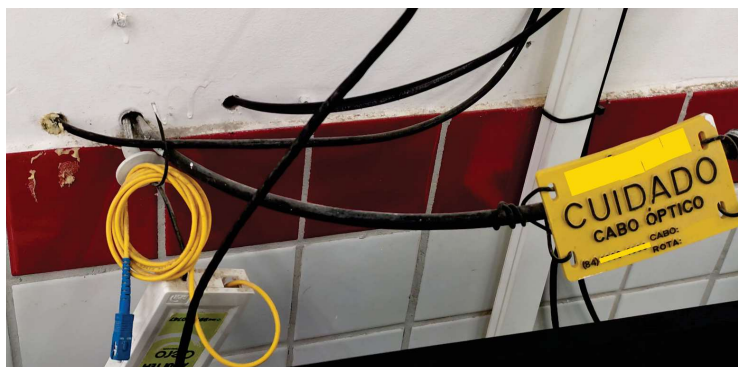
É possível observar a mesa do(a) professor(a) orientada de modo que o projetor multimídia, sob a mesa, projete sua imagem no espaço de parede branca entre as janelas e a lousa (lado esquerdo da lousa). Esse posicionamento do projetor multimídia dificulta que alunos(as) e professores(as) vejam corretamente a imagem projetada, devido a ausência de películas ou persianas que bloqueiem luz e calor de entrar pelo vidro transparente das janelas.

Figura 15 - Janelas e rack de TI do laboratório de informática.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 16 - Visão ampliada do local de entrada das fibras ópticas.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Nas Figuras 15 e 16 é possível ver o local onde o rack de TI do provedor de Internet foi instalado, fixado à meia parede, ao lado das janelas da sala. Esse é o local mais próximo possível do trajeto externo de entrada dos cabos de fibra óptica instalados pelo provedor de Internet. Isso proporciona economia nos cabos de entrada, porém, tornou-se um local inadequado, por manter os cabos de fibra óptica expostos, ao alcance das pessoas que frequentam o laboratório de informática, além do que, com o rack fixado à parede mais

externa, ele fica mais sujeito ao calor do sol, umidade e maior possibilidade de infiltrações e atração de pragas.

Além da fragilidade a que os cabos de fibra óptica de entrada estão sujeitos, também foi observada uma irregularidade relacionada às conexões por cabo *ethernet* que partem do equipamento *firewall* Huawei SG6510E em direção aos *access points*. Nas Figuras 17 e 18 é possível observar que o equipamento possui 8 portas *ethernet*, todas configuradas para fornecer conectividade à Internet por uma conexão que deveria ser direta, em cabo único até os *access points*. Foi registrado o oposto disso: os cabos *ethernet* que saem do rack de TI do provedor de Internet conectam-se às portas de rede da parede – que por padrão devem fornecer conexão à Internet, e não servir de ponte de interconexão com outros pontos de rede.

Figura 17 - Equipamentos do rack de TI do provedor de Internet.



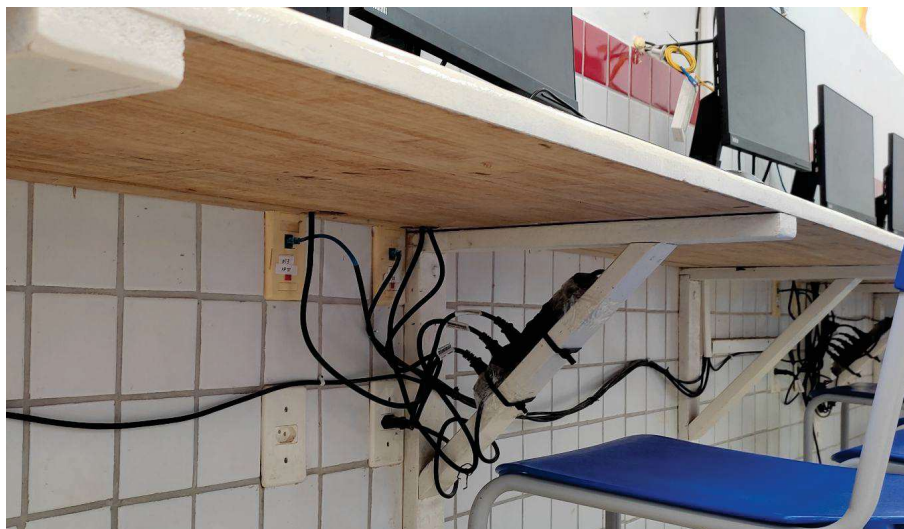
Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 18 - Destaque para os cabos *ethernet* dos *access points*.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 19 - Cabos *ethernet* saem do *firewall* e se conectam às portas na parede.



Fonte: Autoria própria, 2024.

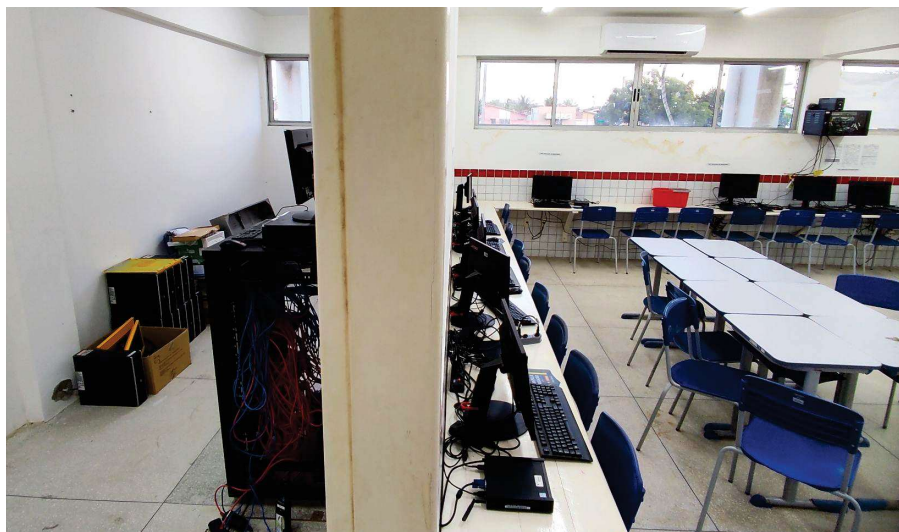
Figura 20 - Portas de rede da parede ocupadas com cabos dos *access point*.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Essas portas de rede da parede, mostradas nas Figuras 19 e 20, estão conectadas à sala interna do laboratório de informática, onde está instalado o principal rack de TI da escola, que abriga três *patch panels* e seus três respectivos *switches*. O rack de TI do provedor de Internet deveria ter sido instalado dentro dessa sala interna, de forma que os cabos que saem desse rack de TI, um em direção ao primeiro *switch* da rede, e os demais, em direção aos *access points*, partissem de um local centralizado, organizado e com acesso controlado. A Figura 21 mostra um paralelo entre o local onde está o rack de TI do provedor, e onde ele deveria estar, ou seja, dentro da sala de rack de TI do laboratório de informática.

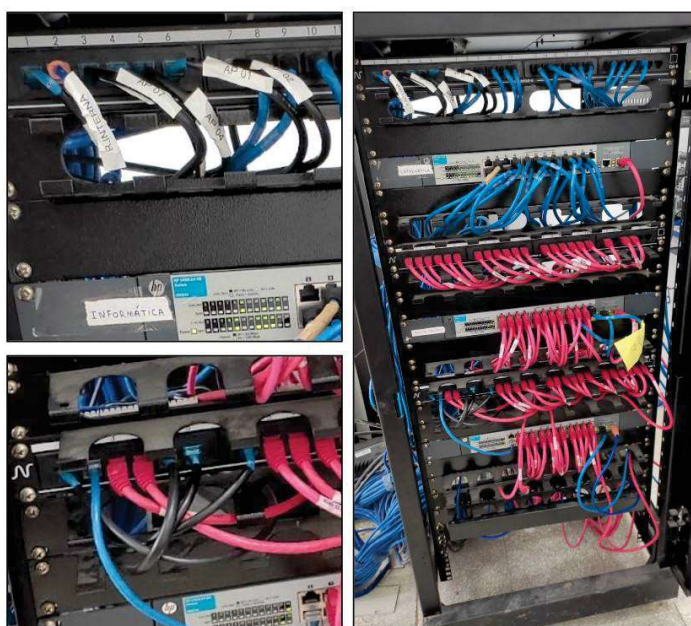
Figura 21 - Rack de TI do laboratório de informática (esq.) e do provedor (dir.).



Fonte: Autoria própria, 2024.

Em vez disso, podemos ver na Figura 22 que, no rack de TI do laboratório de informática, das portas de 1 a 7 do primeiro *patch panel*, quatro delas estão conectadas às portas 1, 5, 6 e 7 do terceiro *patch panel*, fazendo uma “emenda” de portas de um *patch panel* para o outro, até chegar nos *access points*. Com diversas emendas no trajeto do cabo de rede, a qualidade da conexão *wi-fi* fornecida pelos *access points* fica comprometida, além do que essa não é uma configuração permitida dentro das normas de cabeamento estruturado.

Figura 22 - Rack de TI do laboratório de informática com *patch panels* interligados.



Fonte: Autoria própria, 2024.

O Quadro 02 detalha as conexões por cabo *ethernet* de cada porta de saída do *Firewall* Huawei USG6510E. Cada coluna representa uma conexão entre cabos, e onde está escrito “Rack 1” significa que é o rack de TI da sala interna do laboratório de informática, e “Rack 2”, é o rack de TI da Secretaria da escola (apenas as portas 2 e 4 se interligam ao “Rack 2”).

Quadro 02 - Conexões *ethernet* entre *firewall*, *switches* e *access points*.

Firewall Huawei USG6510E	Injetor PoE		Ponto na parede (laboratório de informática)	Rack 1, <i>Patch panel</i> 1	Rack 1, <i>Patch panel</i> 3	Ponto na parede (loais diversos)	AP
Porta 0	Data	PoE	*cabo direto para AP 06 (estacionamento)				
Porta 1	Data	PoE	PT 6	PT 6	PT 6	Corredor da Sala 3ª Série “C” Informática	AP 01
Porta 2	Data	PoE	PT 4	PT 4	*Rack 2, PP 1, PT 20	Parede interna do Auditório	AP 03
Porta 3	Data	PoE	PT 7	PT 7	PT 7	Corredor da Sala 1ª Série “B” Administração	AP 02
Porta 4	Data	PoE	PT 5	PT 5	*Rack 2, PP 1, PT 23	Corredor da Sala dos Professores	AP 04
Porta 5	Data	PoE	PT 1	PT 1	PT 1	Parede da Sala 1ª Série “A” Administração (frente da escola)	AP 05
Porta 6	-		PT 2	PT 2	*Porta 26 do <i>Switch</i> 3 do Rack 1		
Porta 7	Data	PoE	PT 3	PT 3	PT 5	Corredor do laboratório de matemática	AP 07

Fonte: Autoria própria, 2024.

Considerando a estrutura original do projeto de redes e de tomadas de eletricidade do laboratório de informática, descrita na Tabela 02, dos 21 pontos de rede originais, já insuficientes para a quantidade de computadores do laboratório, 7 foram ocupados de forma

irregular pelo provedor de Internet, dificultando a conexão dos computadores usando pontos de rede cabeada.

Tabela 02 - Pontos diversos do laboratório de informática.

Local	Computadores (gabinete com monitor, teclado e mouse)	Pontos de energia elétrica necessários	Pontos de energia elétrica existentes	Pontos de conexão com Internet existentes
Parede da porta	9	18	12	12
Parede da lousa	1	3	2	1
Parede das janelas	8	16	8	8
Parede do fundo da sala	5	10	2	0
Total	23	47	24	21

Fonte: Autoria própria, 2024.

A sala interna do laboratório de informática, além de abrigar o principal rack de TI da escola, serve como depósito para alguns computadores defeituosos, com possibilidade de recuperação, bem como monitores LCD, caixas de cabos, gabinetes de computadores sem peças e outros periféricos, e necessitava de melhor organização e limpeza, em Outubro de 2023. A sala não possui climatização, o que possivelmente motivou a manter o rack de TI sempre aberto. É um espaço amplo e que poderia servir também como local de apoio para uma equipe de suporte em TI, caso ela existisse na escola, e se fossem feitas adaptações na sala, como a climatização e a abertura de uma porta independente do laboratório de informática.

5 SOLUÇÕES PROPOSTAS E SUA EXECUÇÃO

Diante da observação realizada, a proposta de soluções foi dividida em dois grupos: as soluções que poderiam ser executadas localmente, utilizando-se dos recursos já disponíveis na escola, e as soluções que deveriam ser encaminhadas para instâncias superiores responsáveis por sua execução e/ou por envio de recursos financeiros específicos.

As soluções possíveis de execução com os recursos já disponíveis localmente, foram:

- Disponibilização de dois computadores (dentre alguns defeituosos) para instalação de sistema operacional Linux com funções de servidor.
- Listagem dos *softwares* necessários para criação de três matrizes de instalação de sistemas, sendo duas para uso administrativo e uma para o laboratório de informática.
- Instalação e configuração de solução de clonagem em massa de computadores pela rede.
- Atualização de sistema operacional e *softwares*, e auxílio em tarefas simples de manutenção e suporte (recuperação de equipamentos, instalação de impressoras, instalação de *access points* e cabos de rede).
- Instalação e configuração de *softwares* educacionais e de gestão de laboratório de informática.
- Contato com as equipes de suporte técnico em TI da Secretaria de Educação e do provedor de Internet, para discutir questões relacionadas à conexão com a Internet.

As soluções que dependiam de mais que os recursos disponíveis localmente, foram:

- Realocação do rack de TI do provedor de Internet.
- Substituição e/ou adição de cabos e pontos de rede.
- Compra e instalação de aparelho de ar condicionado e estantes na sala de rack de TI do laboratório de informática.
- Contratação de pessoal efetivo ou estagiário, que pudesse estar presente na escola para realizar a gestão e o suporte em TI.
- Promoção e manutenção de ações de parcerias com cursos técnicos e de graduação para que novos alunos executem projetos semelhantes a esse de TCC, no futuro.

A proposta de soluções foi apresentada à gestão da escola na última semana de Outubro de 2023, e com sua aprovação imediata, foi dado início às visitas à escola aos finais de semana, para conserto dos computadores e testes de instalação e configuração dos serviços de rede. Algumas visitas à escola ocorreram também durante a semana, onde foi observado

principalmente o uso da conexão *wi-fi*, nos momentos em que a escola estava cheia de alunos, professores e equipe pedagógica/administrativa, e com isso, exigindo a carga máxima de desempenho da infraestrutura de TI.

5.1 Infraestrutura de redes e computadores

A primeira atividade da proposta de soluções a ser iniciada foi a avaliação de dezesseis computadores defeituosos, marca/modelo HP Compaq 6005 Pro *Small Form Factor*, em busca do conserto de pelo menos dois deles, para uso como servidores de rede. Entre o período de Setembro de 2023 a Junho de 2024, esses dezesseis computadores passaram por limpeza, testes e configurações, e cinco deles foram parcialmente consertados com as poucas peças disponíveis. A principal dificuldade encontrada foi a falta de módulos de memória RAM DDR3 e discos rígidos em bom estado de conservação.

Dois desses cinco computadores consertados foram configurados para permanecerem ligados ininterruptamente, dentro da sala de rack interna do laboratório de informática. Independente da configuração, um deles apresentou o defeito de não ligar automaticamente após quedas de energia, tornando-o inviável para ser utilizado como servidor. Foi constatado que, mesmo após a substituição de sua bateria interna, a sua placa-mãe não estava mantendo as configurações aplicadas ao SETUP, após ocorrer alguma queda de energia, resultando na permanência do computador desligado.

O computador defeituoso precisou ser substituído, porém o seu substituto, após algumas semanas ligado, parou de funcionar, sendo constatado que sua fonte de alimentação queimou. A fonte foi substituída, utilizando-se dos demais computadores disponíveis para uso como peças de reposição, e desde então os dois computadores servidores permaneceram ligados sem interrupção, ou religando automaticamente após alguma queda de energia.

O início dos testes de instalação e uso dos sistemas em rede deu-se com a instalação do sistema operacional Linux Ubuntu 22.04, com interface gráfica, em um dos computadores servidores, com as seguintes configurações: processador AMD Athlon II X2 B26, com dois *cores* e dois *threads*, 3.2 GHz de frequência de processamento e 533 MHz de frequência do barramento frontal; dois módulos de memória RAM DDR3 de 2 GB cada, totalizando 4 GB; um HD de 1000 GB para o sistema operacional e o FOG Project instalados nele, e um HD de 500 GB para armazenamento de arquivos diversos úteis aos testes.

Esse computador foi nomeado como “Fog Server”, foi configurado para permitir acesso remoto usando o *software* Anydesk, e nele foram criadas três máquinas virtuais,

utilizando-se o *software* Virtual Box. Elas foram configuradas para comunicarem-se com o serviço do Fog Project, instalado no próprio computador real (hospedeiro), permitindo que fosse feito o *upload* (captura) de uma imagem de cada uma dessas máquinas virtuais para o Fog. Com as imagens capturadas, os computadores utilizados pelos(as) alunos(as) no laboratório foram clonados, fechando o ciclo de testes com sucesso.

No outro computador utilizado como servidor, com configurações internas parecidas com a do computador do “Fog Server”, foi instalado o sistema operacional Ubuntu Server 24.04, sem interface gráfica. Ele foi nomeado como “Nextcloud Server”, foi acessado remotamente por terminal (SSH), a partir do acesso remoto ao computador “Fog Server”, e recebeu a instalação e a configuração do Nextcloud.

Na última etapa de preparação do *hardware*, os dois computadores receberam nova limpeza, aplicação de pasta térmica mais durável, adaptação de ventoinha extra em cada gabinete, e a substituição dos processadores de cada computador. Isso ocorreu após nova verificação dos outros computadores HP 6005 em estoque, com a finalidade de reunir todos os HDs e módulos de memória RAM possíveis, testá-los e usá-los nos dois computadores servidores. O resultado positivo dessa nova verificação foi ter encontrado dois processadores de marca/modelo AMD Phenom II X4 B97, com quatro *cores* e quatro *threads*, 3.2 GHz de frequência de processamento e 667 MHz de frequência do barramento frontal, o que melhora o desempenho para criação e permanência em funcionamento simultâneo de diversas máquinas virtuais e contêineres.

Com esses processadores, um HD adicional de 500 GB, outros dois módulos de memória RAM DDR3 de 2 GB cada e utilizando o sistema operacional hipervisor Proxmox Virtual Environment 8.2.7, os computadores passaram a ter as configurações de *hardware* como descrito no Quadro 03.

Quadro 03 - Configuração final do *hardware* dos computadores servidores.

Marca/modelo	Nome atual	Processador	HD	Memória RAM
HP Compaq 6005 Pro Small Form Factor	pvechxv1	AMD Phenom II X4 B97	WD 500 GB WD 1000 GB WD 1000 GB	8 GB DDR 3 PC3-10600U (4x 2 GB)
HP Compaq 6005 Pro Small Form Factor	pvechxv2	AMD Phenom II X4 B97	Hitachi 500 GB	4 GB DDR 3 PC3-10600U (2x 2 GB)

Fonte: Autoria própria, 2024.

Para garantir que os computadores estarão sempre ligados, suas fontes de alimentação foram conectadas diretamente à tomada de energia elétrica da sala e as baterias internas das placas-mãe foram substituídas por novas, além da aplicação das configurações do SETUP descritas no Quadro 04.

Quadro 04 - Configuração de SETUP dos computadores HP 6005.

Menu	Opção	Configuração	Valor escolhido
File	Set Time and Date	Time (hh:mm) Date (mm/dd/yyyy)	*preencher com data e hora atualizados
Storage	Storage Options	Removable Media Boot	Enable
		SATA Emulation	AHCI
Security	System Security	Data Execution Prevention	Enable
		Virtualization Technology	Enable
		Embedded Security Device Support	Enable
		OS management of Embedded Security Device	Enable
Power	OS Power Management	S5 Maximum Power Savings	Disable
	Thermal	Fan Idle Mode	*nível 5
Advanced	Power-On Options	POST Mode	QuickBoot
		POST Messages	Disable
		After Power Loss	On
		Bypass F1 Prompt on Configuration Changes	Enable
	BIOS Power-on	*todos os dias	Enable
		Time (hh:mm)	00:10
	Device Options	Processor Cache	Enable

Menu	Opção	Configuração	Valor escolhido
Advanced	Device Options	Multi-Processor	Enable
		Integrated Graphics Memory Size	Automatic
		Internal Speaker	Disable
File	Save Changes and Exit	Are you sure you want to Save Changes and Exit?	F10=Yes

Fonte: Autoria própria, 2024.

Paralelamente aos testes e configurações dos computadores, as observações relativas à rede cabeada e *wi-fi* avançaram, e em 13/05/2024 foi feita uma visita ao setor de suporte em TI da Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Norte, chamado Grupo de Processamento de Dados - GPD/SEEC-RN, onde foi apresentado o trabalho desenvolvido na escola, os principais problemas encontrados na infraestrutura de redes do laboratório de informática e os constantes problemas de conexão *wi-fi* (interrupções do serviço, perda das configurações dos APs e erros de DHCP). A equipe acolheu as demandas e atendeu prontamente às solicitações relacionadas às configurações de endereçamento.

De Setembro de 2023 a 12/05/2024, foi observado que os computadores e *smartphones* da escola sempre recebiam do servidor DHCP um endereço IP dentro do intervalo 192.168.210.1 a 192.168.211.255. Isso foi constatado tanto na verificação das configurações de rede dos equipamentos quanto nas varreduras das redes cabeada e *wi-fi*, utilizando o *software* Advanced IP Scanner.

Já na visita à escola em 15/05/2024, dois dias após a visita ao GPD/SEEC-RN e solicitação de verificação por parte do provedor, foi observada uma alteração significativa na distribuição dos endereços IP pelo servidor DHCP. A partir dessa data os equipamentos que conectaram à rede cabeada passaram a receber IP dentro do intervalo 192.168.150.1 a 192.168.151.255, enquanto que os equipamentos conectados à *wi-fi* passaram a receber IP dentro do intervalo 192.168.160.1 a 192.168.161.255, dobrando a quantidade de oferta máxima de endereços IP na rede interna da escola – passando de 510 para 1020 endereços IP disponíveis aos equipamentos clientes.

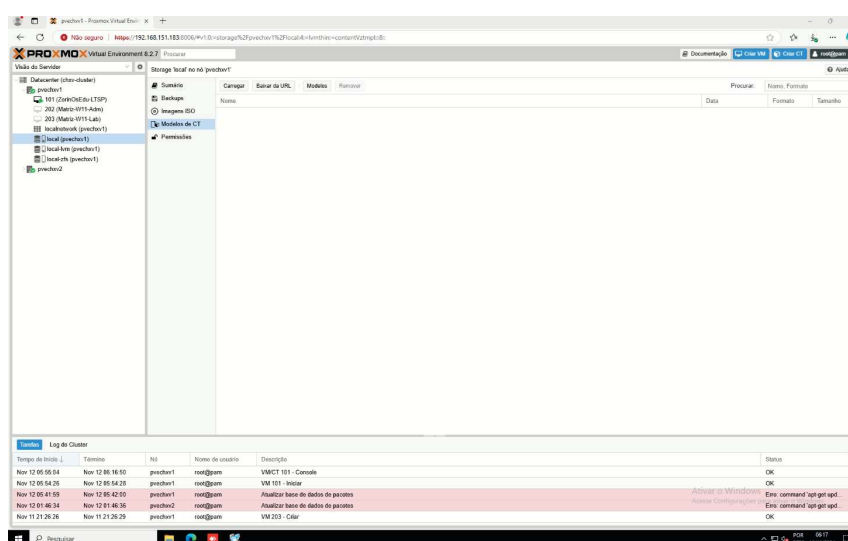
Na visita ao GPD/SEEC-RN também foi repassado o problema relacionado à localização do rack de TI do provedor de Internet e o mau uso dos sete pontos de rede da parede em que o rack está instalado, solicitando que um projeto de reestruturação seja

elaborado e executado, assim que possível. Os encaminhamentos discutidos na oportunidade foram a alteração do local do rack do provedor de Internet para dentro da sala interna do laboratório de informática e o lançamento de novos cabos *ethernet* conectando sem emendas a porta PoE dos injetores PoE fornecidos pelo provedor de Internet, até seus respectivos *access points*. Essas são alterações urgentes e extremamente necessárias para a melhoria na qualidade da conexão da escola à Internet, bem como adequação às normas vigentes de instalação de cabeamento estruturado.

5.2 Proxmox

O Proxmox Virtual Environment é um sistema de gerenciamento de virtualização, baseado no sistema operacional Linux Debian, que tem uma instalação facilitada e o propósito de preparar o computador no qual está sendo instalado para que ele funcione como um servidor de rede de criação e operação de máquinas virtuais e contêineres. É um sistema do tipo hipervisor, pois sua função é dedicada, não possuindo outras ferramentas típicas de sistemas operacionais. Ele tem acesso direto ao *hardware* do equipamento físico, podendo compartilhá-lo com os sistemas operacionais convidados instalados nas máquinas virtuais que podem ser criadas nele, ou dar acesso direto aos seus recursos de sistema aos contêineres que também venham a ser criados.

Figura 23 - Tela inicial do Proxmox VE.



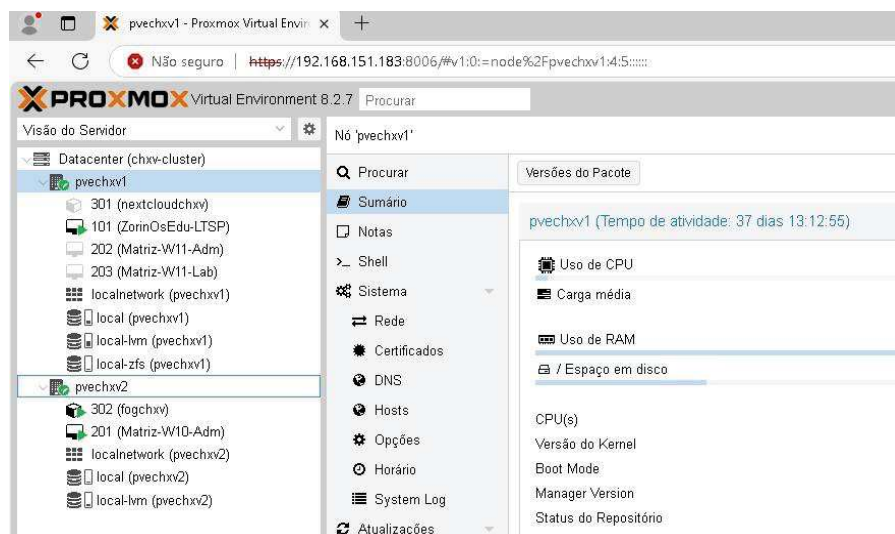
Fonte: Autoria própria, 2024.

A Figura 23 mostra a tela inicial do Proxmox. Nele é possível criar, configurar e visualizar as máquinas virtuais no computador onde está instalado, e também o uso de mais de um computador em conjunto, atuando de forma separada ou em *cluster* (agrupamento de computadores para um fim comum de processamento e/ou armazenamento de dados). Para isso, é necessário que todos os computadores físicos estejam com o Proxmox instalado e configurado para trabalharem em conjunto.

Passar a utilizar o Proxmox nos dois computadores servidores, em Novembro de 2024, substituindo as duas instalações separadas de sistemas operacionais Linux, significou um grande avanço na qualidade da administração dos serviços implementados na escola, pois acessando apenas um endereço *web* no navegador de Internet é possível configurar ambos os computadores com o Proxmox instalado. O acesso aos serviços de suas máquinas virtuais ou contêineres também é facilitado, bastando digitar o respectivo endereço IP no navegador *web*.

A página inicial da interface *web* do Proxmox, no lado esquerdo, mostra a seção “Visão do Servidor”, que trás a estrutura interna de organização do *hardware* em que ele está instalado. O topo da hierarquia dessa organização é chamado de “*Datacenter*”, que nesse exemplo de uso foi nomeado como “chxv-cluster”. Expandindo a opção “*Datacenter*”, ficam visíveis os nós “pvechxv1” e “pvechxv2”, que são as duas instalações do Proxmox, uma em cada computador físico. Expandindo cada um desses nós, ficam visíveis as máquinas virtuais, os contêineres e os agrupamentos de unidades de armazenamento interno, além das configurações de cada nó, como pode ser visto na Figura 24.

Figura 24 - Destaque para a visão do servidor no Proxmox VE.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Selecionando a opção “Datacenter (chxv-cluster)”, são mostradas diversas opções de configuração no centro da tela, como *backup*, criação de usuários e grupos, regras globais de *firewall* e notificações. Selecionando o nó “pvechxv1”, são mostradas as opções de configuração específicas desse nó, como desligar ou reiniciar o computador físico, configurações de rede, certificados, data e hora, atualizações, regras de *firewall* específicas para esse nó, e um gerenciador de discos.

Na configuração de gerenciamento de discos é possível escolher uma dentre as duas formas que o Proxmox consegue criar partições nos discos rígidos: LVM ou ZFS. A tecnologia LVM (*Logical Volume Management*), que significa Gerenciamento de Volume Lógico, é utilizada para criar partições separadas para cada disco rígido. Já o sistema de arquivos ZFS (*Zettabyte File System*), fornece diversas opções de união de dois ou mais discos rígidos como se fossem um só, com um copiando o conteúdo do outro – também chamado de volume de discos com espelhamento (*mirror*).

Em “pvechxv1”, no início da instalação do Proxmox no computador, foi escolhido que o sistema hipervisor gerenciasse todo o espaço em disco do HD de 500 GB. Com isso, o Proxmox mostra, na opção “Discos”, as opções “LVM” e “LVM-Thin”, que são duas formas de visualizar o “Volume group” formado pelas partições de inicialização do Proxmox, uma partição reservada para os arquivos de sistema (utilizando exclusivamente os 100 GB iniciais do disco), e o espaço restante, que nesse caso foram 363 GB, disponíveis para uso.

Para utilizar os dois HDs de 1000 GB, foi criado um volume ZFS, selecionando a opção de mesmo nome, em “Discos”, e clicando no botão “Criar ZFS”. Na janela que se abre, é necessário criar um nome para esse volume (foi utilizado “local-zfs”) e selecionar os dois HDs disponíveis, numerando eles como “1” e “2” no campo de “ordem”. Esses discos não podem estar sendo usados para outro tipo de volume, como o LVM, por exemplo, senão eles não vão aparecer na lista de seleção dessa janela de criação do ZFS. Na opção “Nível de RAID” existem várias configurações de agrupamento de HDs, porém somente a opção “Mirror” é possível de ser criada utilizando dois HDs (as demais opções necessitam de três ou mais HDs). A criação do volume ZFS em modo *mirror* (modo de espelhamento) ajuda a proteger minimamente os dados armazenados, uma vez que se um dos HDs apresentar defeito o outro terá armazenado os mesmos dados simultaneamente.

Foi realizada uma configuração similar no outro nó do Proxmox, o “pvechxv2”, utilizando o único HD disponível nele, de 500 GB, e com isso, ele dispôs de apenas 363 GB de armazenamento para uso na criação dos serviços.

Dentro da opção “Atualizações”, existe a opção “Repositórios”, e lá é necessário que seja adicionado o repositório “Non-subscription”, e em seguida, deve-se clicar no botão “Recarregar”, para que seja possível verificar quais pacotes do Proxmox necessitam de atualização, de forma gratuita. Após isso, selecionando a opção “Atualizações”, basta clicar no botão “Atualizar” que o sistema receberá as atualizações de segurança do repositório gratuito. Caso haja interesse na aquisição de suporte pago, é possível a aquisição de licença para uso da versão Enterprise do Proxmox, não utilizada na execução deste trabalho.

Outra configuração necessária é o *download* dos arquivos ISO de instalação dos sistemas operacionais e dos modelos de contêineres, que deve ser feito selecionando a opção de volume de disco “local”, e em seguida, clicando ou na opção “Imagens ISO” ou em “Modelo de CT”. Em “Imagens ISO”, para baixar os arquivos ISO, é necessário clicar no botão “Carregar” e escolher um pendrive ou HD externo conectado a ele, que contenha o arquivo ISO para cópia para dentro do volume de armazenamento do Proxmox, ou clicar em “Baixar da URL” e fornecer um link direto para *download* do arquivo. Já em relação aos contêineres, na opção “Modelo de CT” existe os botões “Carregar” e “Baixar da URL”, com a mesma função já explicada, e também o botão “Modelos”, que ao ser clicado fornece uma lista de modelos de contêineres prontos, baseados em diversos sistemas operacionais Linux.

Após a configuração dos volumes de disco, devem ser criadas as máquinas virtuais e os contêineres, o que pode ser feito a partir de qualquer tela da interface *web* do Proxmox, ao clicar no botão “Criar VM” ou “Criar CT”, no canto superior direito.

Ao clicar no botão “Criar VM”, na janela que aparece, é necessário definir em qual dos nós a VM será criada, um número de identificação único (VM ID), um nome, o local de armazenamento do arquivo ISO de instalação do sistema operacional, o tipo do sistema operacional convidado que será instalado, marcar as caixas de seleção “Agente Qemu” e “Add TPM” (esta última somente se o sistema operacional necessitar), e os recursos diversos de espaço em disco, processamento (escolhendo especificamente o processador “phenom”), memória RAM e rede, utilizados em compartilhamento com o computador real.

Ao clicar no botão “Criar CT” (contêiner), na janela que aparece, é necessário definir em qual dos nós o contêiner será criado, um número de identificação único (CT ID), um nome, desmarcar a opção “Contêiner não privilegiado”, definir uma senha, que será a senha do usuário “root” (usuário de administrador local, no Linux), escolher um “Template” já baixado, e os recursos diversos de espaço em disco, processamento (escolhendo especificamente o processador “phenom”), memória RAM e rede, utilizados em compartilhamento com o computador real.

A divisão do *hardware* dos computadores servidores entre as máquinas virtuais e os contêineres criados ficou definida como mostra o Quadro 05.

Quadro 05 - Configuração das máquinas virtuais e contêineres no Proxmox.

Nó	VM ID	CT ID	Nome	RAM	CPU Core(s)	HD
pvechxv1	101	-	ZorinOSEdu-LTSP	4 GB	2	300 GB (local-lvm)
	202	-	Matriz-W11-Adm	4 GB	2	65 GB (local-lvm)
	203	-	Matriz-W11-Lab	4 GB	2	65 GB (local-zfs)
	-	301	nextcloudchxv	2 GB	2	850 GB (local-zfs)
pvechxv2	201	-	Matriz-W10-Adm	2 GB	2	65 GB (local-lvm)
	-	302	fogchxv	2 GB	2	300 GB (local-lvm)

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com essa configuração foi possível utilizar ao máximo, e de forma organizada, o uso dos dois computadores servidores, pois o Proxmox fornece acesso ao *hardware* deles gradativamente para as máquinas virtuais e para os contêineres, à medida que eles vão exigindo maior processamento, em vez de realizar uma reserva de recursos na inicialização deles. Isso favorece também o monitoramento do uso dos recursos por parte de quem estiver administrando o sistema, pois é muito simples verificar essas informações através dos gráficos de uso dos recursos dos servidores, presente na página inicial do Proxmox.

5.3 FOG Project

Foi verificada a necessidade de que os computadores da escola pudessem ter uma padronização inicial e a possibilidade de atualização constante dos seus sistemas operacionais e *softwares*, em especial, no laboratório de informática. Nesse contexto, o FOG Project foi adotado como meta de ser o principal serviço fornecido pela rede local, por ser um sistema baseado em *software* livre, instalado em sistema operacional também *software* livre, e que

consome poucos recursos de *hardware* em sua utilização, permitindo a clonagem, inventário e configuração de computadores pela rede.

A clonagem é um procedimento que visa aproveitar a instalação e configuração inicial de sistema operacional e *softwares* de um computador para manter guardada uma cópia de todos os dados que compõem essa instalação, seja para futuramente aplicar esses dados para uso no mesmo computador, seja para replicar esses dados, via rede, para vários outros computadores, gerando assim os “clones”. Uma vez que é uma máquina virtual que fornece seus dados para serem copiados para o servidor FOG, as chances dos computadores físicos aceitarem, sem erros, inicializar o sistema operacional após serem clonados, é ampliada, gerando assim a possibilidade de ter-se uma instalação única para diversos tipos de computadores, independente de marca ou modelo.

Além do processo de clonagem, o FOG Project também permite o cadastro e inventário de computadores físicos ou virtuais, com duas principais finalidades: a captura dos dados de todo o seu armazenamento interno, criando as imagens de sistema operacional, ou a aplicação de alguma imagem de sistema operacional já existente, em algum computador que necessite de instalação ou atualização do sistema. Essas funções também são chamadas de captura de imagem e *deploy* de imagem (clonagem), e o que torna o FOG Project muito efetivo nessas tarefas é o fato dele permitir a execução desses procedimentos via rede de computadores, através do *boot* (inicialização) pela rede.

O FOG Project também tem diversas outras ferramentas de gerenciamento dos computadores, sendo possível não apenas a clonagem em massa dos computadores em rede, mas também o envio de arquivos e comandos para executar tarefas automatizadas, instalações de *softwares* no sistema operacional, entre outros (Fog Project, 2024).

A instalação do FOG no Proxmox foi realizada em contêiner, que ao ser criado precisou ser configurado especificamente como “privilegiado”, desmarcando uma caixa de seleção que se chama “Contêiner não privilegiado”. O “Template”, utilizado foi o do Ubuntu Server mais atual (24.04). Após o contêiner ser criado, foi necessário editá-lo em “Opções”, “Funcionalidades”, marcando as opções “Nesting” e “NFS”, que vão permitir o armazenamento e a transferência dos arquivos das imagens pela rede.

O contêiner foi atualizado e nas suas configurações de rede seu IP adquirido pelo DHCP foi fixado, e não mais alterado. Em seguida, os comandos descritos no Quadro 06 foram executados no terminal:

Quadro 06 - Instalação do Fog Project em contêiner do Proxmox.

Descrição	Comandos
Criação do usuário e adição ao grupo administrador	● <code>adduser fogchxv</code> ● <code>usermod -aG sudo fogchxv</code>
Instalação do Git	● <code>sudo -i</code> ● <code>apt-get -y install git -y</code>
Clonagem do repositório do FOG no Github	● <code>sudo -i</code> ● <code>cd /home/fogchxv</code> ● <code>git clone https://github.com/fogproject/fogproject.git</code> <code>fogproject-master</code>
Executando o script de instalação	● <code>sudo -i</code> ● <code>cd /home/fogchxv/fogproject-master/bin</code> ● <code>./installfog.sh</code>
Respostas ao <i>script</i> <code>installfog.sh</code>	● Debian Based Linux: 2 ● Tipo de instalação (normal): n ● Alterar interface de rede padrão? (não): n ● Configurar endereço de roteador para servidor DHCP? (não): n ● DHCP to handle DNS? (não): n ● Deseja usar o FOG server para DHCP service?: “não”, para locais que já possuem servidor DHCP: n ● Additional language packs? (sim): y ● HTTP seguro? (não): n ● Mudar nome do host (não, pois já está “fogchxv”): n ● Enviar informações do servidor para o projeto FOG? (sim): y ● Confirma os dados? (sim): y

Fonte: Autoria própria, 2024.

Após a execução dos comandos no terminal, a instalação inicia, e em seu curso normal, vai mostrar um endereço *web* semelhante a “http://10.0.2.15/fog/management”, mas com o IP do contêiner em que foi instalado. É necessário acessar esse endereço via navegador *web*, na rede em que está executando a instalação, e clicar no botão azul “Install/Update Now”. Esse botão faz parte da interface *web* do Fog, e ele executa a criação do banco de dados do sistema, em poucos segundos. Uma vez concluído esse procedimento pela interface *web*, é necessário retornar ao terminal Linux e pressionar a tecla “Enter”, para a conclusão total da instalação do Fog. Em seguida, o FOG fica acessível via navegador *web*, na rede local.

Para que o Fog fique disponível através do *boot* pela rede, enquanto ligado e conectado à rede local, sem a necessidade de configuração interna no servidor DHCP, é necessário instalar no contêiner o *software* chamado DNSMasq. No Quadro 07 é mostrado um exemplo de como configurá-lo, porém é necessário que em todas as linhas em que aparecem os exemplos de endereço IP “192.168.0.10” e de máscara de rede “255.255.0.0”, isso seja alterado para os valores reais da rede local, ou seja, o endereço IP e máscara de rede das configurações internas do contêiner em que o FOG foi instalado.

Quadro 07 - Instalação do DNSMasq no contêiner do FOG Project.

Descrição	Comandos
Instalação do dnsmasq	• <code>sudo apt install dnsmasq -y</code>
Criando um arquivo de configuração	• <code>vi /etc/dnsmasq.d/ltsp.conf</code>
Adicionando texto de configuração ao arquivo ltsp.conf	Cole as seguintes configurações (substituir o IP pelo do FOG): <pre># Don't function as a DNS server: port=0 # Log lots of extra information about DHCP transactions. log-dhcp # Set the root directory for files available via FTP. tftp-root=/tftpboot # The boot filename, Server name, Server Ip Address dhcp-boot=undionly.kpxe,,192.168.0.10 # Disable re-use of the DHCP servername and filename fields as extra # option space. That's to avoid confusing some old or broken DHCP clients. dhcp-no-override</pre>

Descrição	Comandos
Adicionando texto de configuração ao arquivo ltsp.conf (continuação)	<pre># inspect the vendor class string and match the text to set the tag dhcp-vendorclass=BIOS,PXECClient:Arch:00000 dhcp-vendorclass=UEFI32,PXECClient:Arch:00006 dhcp-vendorclass=UEFI,PXECClient:Arch:00007 dhcp-vendorclass=UEFI64,PXECClient:Arch:00009 # Set the boot file name based on the matching tag from the vendor class (above) dhcp-boot=net:UEFI32,i386-efi/ipxe.efi,,192.168.0.10 dhcp-boot=net:UEFI,ipxe.efi,,192.168.0.10 dhcp-boot=net:UEFI64,ipxe.efi,,192.168.0.10 # PXE menu. The first part is the text displayed to the user. # The second is the timeout, in seconds. pxe-prompt="Booting FOG Client", 1 # The known types are x86PC, PC98, IA64_EFI, Alpha, Arc_x86, # Intel_Lean_Client, IA32_EFI, BC_EFI, Xscale_EFI and X86-64_EFI # This option is first and will be the default if there is no input from the user. pxe-service=X86PC, "Boot to FOG", undionly.kpxe pxe-service=X86-64_EFI, "Boot to FOG UEFI", ipxe.efi pxe-service=BC_EFI, "Boot to FOG UEFI PXE-BC", ipxe.efi dhcp-range=192.168.0.10,proxy,255.255.0.0</pre>
Reiniciando o serviço dnsmasq	● <code>systemctl restart dnsmasq.service</code>
Configurando para iniciar com o sistema	● <code>systemctl enable dnsmasq.service</code>

Fonte: Autoria própria, 2024.

A configuração interna do servidor FOG segue os parâmetros definidos em seu manual *on-line*⁵, e pode ser adaptada, de acordo com a necessidade, e características de *hardware* disponíveis. Considerando o seu uso em uma escola, foram realizadas as configurações básicas. As principais funções do servidor FOG, são:

- Home/Dashboard - É a página inicial do servidor FOG, que apresenta alguns detalhes do servidor em uso (espaço em disco usado e disponível, tráfego de rede e etc).
- User Management - Página para criação, listagem e configuração de usuários e senhas de acesso ao FOG.

⁵ Disponível em: <<https://wiki.fogproject.org/>>. Acesso em: 21 novembro 2023.

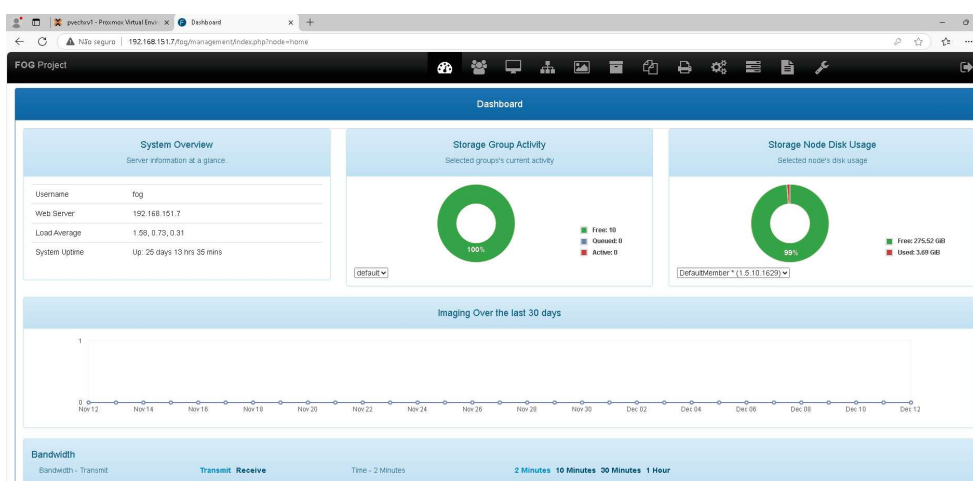
- Host Management - Página que permite pesquisar e listar os nomes dos computadores registrados no servidor FOG. A partir dela é possível editar as configurações desses computadores, e associá-los a tarefas, como a captura da imagem do sistema operacional, ou o *deploy* de uma imagem (aplicação nesse computador de alguma imagem já criada).
- Group Management - Nessa página é possível criar, visualizar e editar grupos de computadores cadastrados, para realizar tarefas em grupos de computadores, em vez de computador a computador.
- Image Management - É a página de gerenciamento das imagens de sistemas operacionais do servidor FOG. Nela é possível criar, visualizar e editar alguns atributos relativos às imagens.
- Storage Management - Nessa página é possível configurar os nós de armazenamento do servidor FOG, de modo a facilitar o incremento na capacidade de armazenamento de disco, ou movimentação para discos mais ágeis, por exemplo.
- Snap-in Management - Nessa página é possível criar, listar e editar scripts de automação de tarefas pós-clonagem, e disparar eles pela rede, para execução no computador destino.
- Printer Management - Nessa página é possível configurar impressoras e associá-las aos computadores individualmente ou em grupo.
- Service Configuration - É a página que contém as demais configurações relativas ao servidor e sua interface *web* de gerenciamento.
- Task Management - Essa página mostra quais tarefas estão ativas no momento, e seu *status* de execução.
- Report Management - Página onde se encontram funções de geração de relatórios em HTML, PDF, ou CSV, acerca das diversas informações que compõem o servidor FOG, como inventário dos computadores e estatísticas de uso.
- Fog Configuration - Página de configurações avançadas do servidor FOG.

Na etapa de testes, anterior à instalação do Proxmox, o FOG Project foi instalado em um sistema operacional Linux Ubuntu, em um dos computadores servidores. Esse Linux foi instalado com uma interface gráfica simples e de baixo consumo de recursos computacionais, permitindo que o computador utilizado como servidor pudesse ser acessado remotamente, dentro ou fora da escola, fazendo uso de sua interface gráfica, por meio do *software*

Anydesk⁶. Essa forma de uso proporcionou a facilidade de configuração remota do servidor, execução de testes, bem como a criação e a atualização de três máquinas virtuais (VMs) utilizando o Virtualbox também remotamente, tudo isso no mesmo computador.

Os recursos computacionais, mesmo não sendo muito expressivos, foram otimizados ao máximo, uma vez que o uso total da capacidade de processamento do servidor, nas tarefas específicas do FOG Project pôde ser alternada com a abertura e o uso de uma máquina virtual por vez, a qual também consegue comunicar-se e transferir dados para o serviço do FOG Project em paralelo, no processo de *upload* ou *deploy*. Na Figura 25 é possível ver a página inicial do FOG Project logo após sua instalação ser concluída.

Figura 25 - Página inicial da interface *web* do FOG.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Ainda no contexto dos testes, todos os computadores do laboratório de informática foram clonados, utilizando uma das imagens do Windows 11 criada especificamente para o laboratório, enquanto que a maioria dos computadores de uso administrativo também foram clonados, com uma imagem do Windows 11 contendo apenas *softwares* administrativos.

Após a instalação do Proxmox nos computadores servidores, os serviços foram recriados, e foi feita a restauração de *backups* (cópias de segurança) dos dados gerados enquanto os serviços eram fornecidos no Linux Lubuntu.

⁶ Disponível em: <<https://anydesk.com/pt>>. Acesso em: 03 dezembro 2024.

5.3.1 Máquinas virtuais e *softwares* de apoio

Para ampliar as possibilidades de suporte a diversos tipos de computadores a serem clonados, a equipe de desenvolvimento do FOG Project recomenda a instalação de sistemas operacionais e *softwares* diversos em máquinas virtuais, de modo que no momento da captura da imagem dessas máquinas virtuais não haverá nenhum registro de driver específico, ou números de série e ativação do Windows que possam conflitar com as configurações dos equipamentos reais que vão receber posteriormente a imagem capturada. Por isso, foram criadas três máquinas virtuais no Proxmox, sendo duas com o sistema operacional Windows 11 e uma com o Windows 10.

A máquina virtual do Windows 10 foi criada com o modo de inicialização *legacy* (BIOS) ativado, para que a imagem ficasse compatível com os computadores mais antigos da escola. Já as máquinas virtuais do Windows 11 foram criadas com o modo de inicialização UEFI, pois todos os computadores que utilizam esse sistema operacional na escola são compatíveis com essa tecnologia. As duas versões de máquina virtual do Windows 11 diferem porque uma delas contém os *softwares* mais comuns ao uso administrativo enquanto que a outra contém, além desses mesmos *softwares*, os demais utilizados em aulas diversas no laboratório de informática.

Os *softwares* presentes no laboratório de informática foram listados e essa lista foi submetida à aprovação dos(as) professores(as), que puderam contribuir adicionando mais *softwares*, de acordo com a necessidade de uso. A lista dos *softwares* instalados em cada máquina virtual está descrita no Apêndice A deste trabalho.

O método de instalação desses *softwares* priorizou o uso de uma ferramenta chamada Chocolatey – um repositório de *softwares* gratuito para Windows. Por meio dele é possível instalar e atualizar *softwares* via comandos do Powershell (terminal de comandos em texto do Windows), ou pela interface gráfica dele próprio, facilitando assim o processo de atualização em massa dos *softwares* nos computadores. Abrindo o Powershell como administrador, e executando o comando “choco upgrade all”, sem aspas, inicia-se um processo de atualização de todos os *softwares* instalados pelo Chocolatey, em sequência. É um recurso muito útil e que pode ser utilizado até mesmo com a ajuda dos alunos em sala de aula.

Outro *software* que merece destaque é o Veyon, que foi instalado na máquina virtual do Windows 11 para laboratórios, e tem a função de gerenciamento de laboratórios de informática. Com ele é possível configurar um par de chaves de conexão entre a versão servidor (instalada manualmente no computador usado pelo professor) e a versão cliente, já

A máquina virtual na qual foi instalado o Windows 10 tem também uma função adicional de permitir o acesso remoto às configurações do Proxmox, uma vez que ela foi configurada para sempre estar ligada, e nela foi instalado outro *software* de destaque, o Anydesk, que permite, de modo facilitado, o acesso remoto controlado entre computadores em redes diferentes. Uma vez acessando remotamente essa máquina virtual é possível acessar as configurações do Proxmox normalmente, através do navegador *web*.

5.4 Zorin OS Education LTSP

O Zorin OS Education é um sistema operacional baseado no Linux Ubuntu. É uma distribuição Linux leve, que pode ser instalada em computadores antigos sem maiores problemas. Seus requisitos mínimos de instalação são: “CPU de 1 GHz Dual Core – Intel/AMD 64-bit processor; RAM: 1½ GB; Storage: 32 GB (Education); Display: 1024 × 768 resolution (Zorin OS, 2024⁷)”. A instalação foi realizada em uma máquina virtual, no Proxmox, com a configuração adicional do LTSP, “*Linux Terminal Server Project*”, um conjunto de ferramentas Linux que transforma uma instalação local em inicializável através da rede. O Quadro 08 detalha o passo a passo e os comandos necessários para a instalação.

Quadro 08 - Instalação do servidor LTSP no Zorin OS.

Descrição	Comandos
Adicionando o repositório do ltsp	• sudo -i • add-apt-repository ppa:ltsp • apt update
Instalando e configurando os pacotes do ltsp	• apt install --install-recommends ltsp ltsp-binaries dnsmasq nfs-kernel-server openssh-server squashfs-tools ethtool net-tools eptotes • gpasswd -a administrator eptotes

⁷ Disponível em: <<https://help.zorin.com/docs/getting-started/system-requirements/>>. Acesso em: 01 novembro 2024.

Descrição	Comandos
Configurando o dnsmasq para responder ao <i>boot</i> pela rede	● <code>ltsp dnsmasq</code>
Exportando a imagem Linux LTSP	● <code>ltsp image /</code>

Fonte: Autoria própria, 2024.

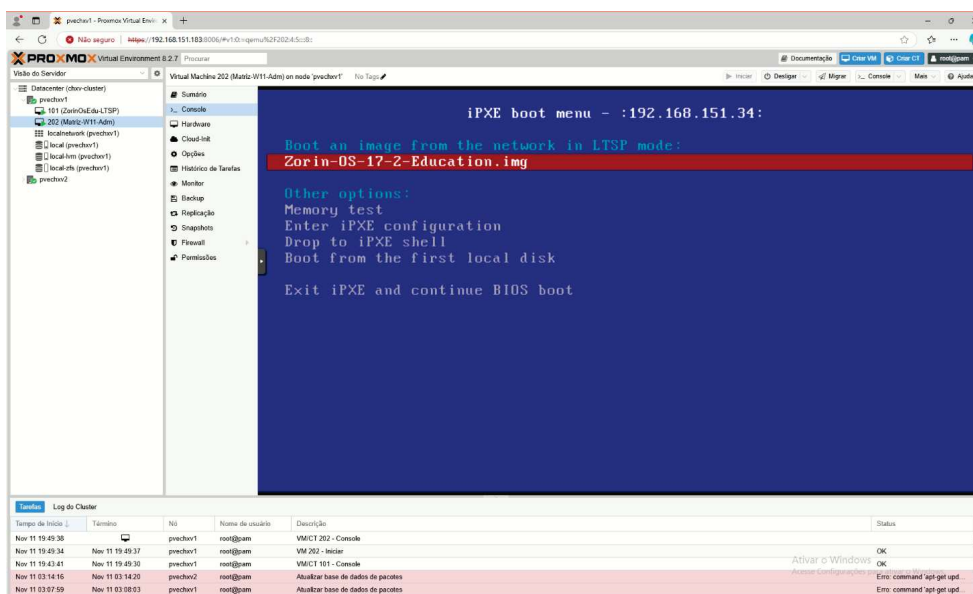
Com isso, os computadores do laboratório de informática da escola, mesmo não tendo o Linux instalado em seu armazenamento interno (que é de apenas 120 GB, dedicados ao Windows 11), podem inicializar pela rede uma distribuição Linux e experimentar seu uso como se ele estivesse instalado no computador. Os requisitos mínimos do computador servidor para o funcionamento do servidor LTSP são que ele esteja conectado à uma porta *gigabit* do *switch*, 4 GB de memória RAM, armazenamento de no mínimo 300 GB para tentar compartilhar a área de trabalho com os múltiplos usuários, e um processador mediano. Enquanto que os computadores clientes, que vão acessar o Zorin OS pela rede, devem ter, no mínimo, 1 GB de memória RAM e processador simples.

O último comando mostrado no Quadro 08 executa a exportação do sistema operacional para a utilização dos usuários pela rede, de forma que qualquer instalação ou atualização realizada no Zorin OS após a execução desse comando “`ltsp image /`” não ficará disponível para quem acessar o sistema pela rede. A cada nova mudança no Zorin OS, se for relevante para os usuários de inicialização pela rede, será necessário executar novamente esse comando, para que a imagem do sistema seja novamente exportada, agora de forma atualizada. O lado positivo dessa configuração é poder atualizar e exportar essa imagem apenas uma vez, e ela ficar disponível na rede interna para o *boot* de diversos computadores. É um modo muito prático de gerenciar a atualização de sistema que é usado em massa, pois uma alteração reflete em todos os usuários.

O dnsmasq presente no servidor LTSP, que permite o Zorin OS ser encontrado pelo computador local que tente realizar *boot* pela rede, como mostrado na Figura 28, é o mesmo dnsmasq presente na instalação do FOG Project. Devido a isso, foi percebido que, uma vez que ambos os serviços estão ativos, o FOG Project se sobrepõe na resposta à requisição de

boot pela rede, fazendo com que para usar o Zorin OS em modo servidor LTSP seja necessário desligar o contêiner em que o FOG foi instalado.

Figura 28 - Zorin OS LTSP sendo encontrado em *boot* pela rede de outra VM.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Até a conclusão deste trabalho, não foi possível encontrar uma solução para esse problema, mesmo com as tentativas de construção de um menu de escolha que aparecesse para o usuário cliente, na hora do *boot* pela rede. Como forma alternativa de solução, a equipe da escola foi orientada a quando for necessário utilizar o Zorin OS, desligar o contêiner do FOG, pois assim não haverá conflitos entre os dois serviços. Essa solução alternativa não gera um impacto muito grande ao uso de ambos os serviços, pois o uso do FOG Project geralmente ocorre em momentos muito específicos, como verificação ou atualização de informações de inventário, clonagens dos computadores ou disparo de comandos pela rede em execução única. O uso do Zorin OS em modo LTSP também pode ser realizado de forma ilustrativa, em aulas específicas no laboratório de informática, cabendo à equipe da escola decidir qual das duas ferramentas é mais relevante para permanecer sempre disponível na rede.

5.5 Nextcloud

O Nextcloud é um *software* de armazenamento, compartilhamento e gerenciamento de arquivos em rede local, que permite a sincronização dos arquivos armazenados no computador local com um servidor de rede, que pode estar funcionando também na rede local

ou em algum servidor de nuvem, com acesso pela Internet. É um *software* livre, que pode ser instalado e utilizado gratuitamente, e possui diversas aplicações internas associadas que ampliam o poder de manipulação e colaboração dos usuários. Essa ferramenta foi pensada como solução para que a escola pudesse ter mais uma camada de segurança no armazenamento de seus arquivos, de modo que os usuários possam manter uma sincronização entre dados salvos no computador que está utilizando em seu ambiente de trabalho e o computador servidor local, sem a dependência estrita do acesso a Internet.

Outra demanda que o Nextcloud pretende atender é a disponibilidade de um espaço de armazenamento em rede maior que o fornecido pelos serviços de nuvem usados na escola, ampliando assim a possibilidade de compartilhamento de arquivos grandes e aumentando a disponibilidade no ambiente da escola, diante do uso do Nextcloud apenas em rede local.

Um ponto importante esclarecido para a equipe da escola foi a extrema necessidade de manter uma sincronização entre o computador do usuário com o servidor local do Nextcloud, uma vez que a infraestrutura de rede não contempla uma estratégia de *backup* dos dados, contando apenas com um espelhamento de discos dentro do próprio servidor. Dessa forma, foi reforçado que, para arquivos de grande relevância para a escola, o ideal seria a sincronização deles com a nuvem já utilizada na escola (Google Drive⁸), enquanto que para arquivos maiores e menos relevantes, deve-se manter uma gestão do espaço em rede do Nextcloud sincronizada com os demais discos locais dos computadores locais. Com isso, caso ocorra algum incidente que venha a inutilizar os discos de armazenamento do servidor do Nextcloud, ainda haverá a possibilidade de recuperação dos dados, a partir do compartilhamento que foi realizado no computador do usuário.

A instalação do Nextcloud no Proxmox foi realizada em contêiner, que foi criado e configurado de maneira similar à adotada na instalação do FOG Server, já descrita anteriormente neste trabalho, no item 6.3, uma vez que ambos os servidores necessitam de configurações para armazenar e compartilhar arquivos pela rede. Em seguida, o comando “`sudo snap install nextcloud`”, sem aspas, foi executado no terminal, e a instalação é realizada com sucesso. Para acessar e configurar o serviço recém instalado, é necessário digitar no navegador *web* o endereço IP do contêiner, que redirecionará para a interface *web* do Nextcloud. Nesse primeiro acesso, será necessário criar uma conta de administrador, e em seguida é possível realizar as configurações de novos usuários e a instalação de aplicativos integrados ao Nextcloud – listados no Apêndice A deste trabalho.

⁸ Disponível em: <https://edu.google.com/intl/ALL_br/>. Acesso em: 01 novembro 2024.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso proporcionou uma imersão no ambiente escolar e uma análise dos desafios encontrados na implementação e na manutenção de novas tecnologias digitais, tanto no aspecto administrativo quanto no aspecto educacional. Algumas fragilidades ficaram evidentes, principalmente no tocante à necessidade de contratação de recursos humanos especializados no suporte à infraestrutura de TI, que atenda a alta demanda por inovação tecnológica e manutenção daquilo que já foi adquirido e está em uso dentro de uma escola de educação profissional e tecnológica.

A proposta de solução apresentada contemplou soluções simples, rápidas, e implementadas em equipamentos frágeis, muito mais com um sentido de quebra de paradigmas e evidenciando que é possível fazer bons projetos, mesmo com escassez ou fragilidade dos recursos de TI, do que com a intenção de resolver em definitivo os problemas observados. A própria infraestrutura simples que foi montada, não prevê um plano de sustentação a médio e longo prazo, uma vez que na escola não há equipe fixa responsável pela área de tecnologia da informação, nem mesmo no quadro de professores, que à época da execução deste trabalho tinham sido contratados de forma temporária pela Secretaria de Educação do RN. Ou seja, com o passar dos anos, esses profissionais levarão consigo informações relevantes, talvez sem poder compartilhar com alguém que os substituam, e também levando em consideração que os professores já têm suas atribuições bem definidas, no escopo do ensino, pesquisa e extensão, e não são responsáveis por sustentação de infraestrutura de TI em uma escola.

Este trabalho foi realizado com a expectativa de trazer luz a essa questão, e tentar contribuir positivamente para a evolução da área de TI dentro da escola, trazendo uma contrapartida personalizada em soluções de TI para o CEEP Hélio Xavier de Vasconcelos, aspecto que foi alcançado com sucesso em todos os seus objetivos iniciais.

Algumas melhorias futuras podem ser implementadas, principalmente no aspecto de documentação das estratégias de uso de cada ferramenta, caso haja a continuidade no uso dos serviços, seja pelos professores de informática da escola, para quem foram repassadas as informações iniciais de uso, seja por uma equipe de TI que assuma a gestão dessa área na escola.

O uso dos serviços como ficou implementado pode servir de base para o amadurecimento deles, e isso sustentar a solicitação de compra ou uso de *hardware* profissional, em ambiente de *data center* qualificado, e que permita manter não somente os

serviços funcionando, mas a implementação de um plano de *backup* e recuperação de desastres bem estruturado, mais *hardware* disponível para uso acadêmico da virtualização, permitindo aulas práticas de como criar servidores em máquinas virtuais e contêineres, a implantação de serviço de autenticação unificada, utilizando a base de dados já existente no sistema SIGEDUC, e o amadurecimento e a ampliação do uso de sistemas operacionais Linux em modo LTSP, com *boot* pela rede, como alternativa ao uso administrativo de sistemas operacionais, pelos diversos setores da escola.

REFERÊNCIAS

AMORA, Dimmi et al. **Tecnologia e educação: As mídias na prática docente**. 2^a. ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011. 132 p. ISBN 9788578540142.

ANYDESK SOFTWARE GMBH. **Software de desktop remoto para sistema operacional Linux (Ubuntu e mais)**. 2024. Disponível em: <https://anydesk.com/pt/downloads/linux>. Acesso em: 20 maio 2024.

CANONICAL UBUNTU. **How to netboot the server installer on amd64**. 2024. Disponível em: <https://ubuntu.com/server/docs/how-to-netboot-the-server-installer-on-amd64>. Acesso em: 27 maio 2024.

CHEE, Brian J. S.; FRANKLIN JR., Curtis. **Computação em nuvem: Cloud computing tecnologias e estratégias**. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda, 2013. 255 p. ISBN 978-85-7680-207-5.

DECRETO Nº 25.879, DE 17 DE FEVEREIRO DE 2016. Governo do RN. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/gac/DOC/DOC000000000105220.PDF>. Acesso em 21/11/2024.

DECRETO Nº 26.614, DE 03 DE FEVEREIRO DE 2017. Governo do RN. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/gac/DOC/DOC000000000139791.PDF>. Acesso em 21/11/2024.

DELL TECHNOLOGIES (Brasil). **Diferença entre AHCI e SATA**. [S. l.]: Dell, 2 mar. 2021. Disponível em: <https://www.dell.com/support/kbdoc/pt-br/000127508/diferen%C3%A7a-entre-ahci-e-sata>. Acesso em: 27 nov. 2024.

DIOLINUX. **Como criar um servidor de arquivos na Nuvem com NextCloud**. 2024. Disponível em: <https://diolinux.com.br/tutoriais/servidor-de-arquivos-na-nuvem-nextcloud.html>. Acesso em: 21 nov. 2024.

FOG Project tutorial - PT BR. Brasil: Mikael1909, 2021. (30 min.), son., color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YcREc2OXHpI>. Acesso em: 26 maio 2024.

FOG PROJECT. **Fog Project Documentation (FOG Docs)**. 2024. Disponível em: <https://docs.fogproject.org/en/latest/>. Acesso em: 27 maio 2024.

FOG PROJECT. **Fog Project Wiki**. 2024. Disponível em: <https://wiki.fogproject.org/>. Acesso em: 27 maio 2024.

FOG PROJECT. **FOG Server in LXC Container under PROXMOX 6**. 2024. Disponível em: https://forums.fogproject.org/topic/15176/fog-server-in-lxc-container-under-proxmox-6?_=1640279743123. Acesso em: 20 nov. 2024.

FOG PROJECT. **How to setup ProxyDHCP with FOG**. 2024. Disponível em: <https://forums.fogproject.org/topic/16935/how-to-setup-proxydhcp-with-fog>. Acesso em: 20 nov. 2024.

FOROUZAN, Behrouz A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. Tradução: Ariosvaldo Griesi. 4ª. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008. 1134 p. ISBN 978-85-86804-88-5.

GIBBS, Graham. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 198 p. ISBN 978-85-363-2055-7.

GOVERNO DO RIO GRANDE DO NORTE (RN). SEEC. **Diagnóstico da Oferta de EPT**. Natal: SUEP EPT RN, 2023. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1DSEVjejtXT7uWll-wSR1tCg3vPCbkTy6>. Acesso em: 20 nov. 2024.

GOVERNO DO RIO GRANDE DO NORTE (RN). SEEC. **Mapeamento e Diagnóstico das Principais Atividades Econômicas e Identificação das Demandas/Ofertas Potenciais de Educação Profissional Técnica de Nível Médio no Estado do Rio Grande do Norte:** Planejamento Estratégico e Operacional para Implementação da Educação Profissional e Técnica no RN. São Paulo: Fundação Vanzolini, Dezembro 2017. Disponível em: <https://www.governocidadao.rn.gov.br/smiv3/site/conteudos/midias/d52726cb01ecbf63f182c68d9b9c58a4.pdf>. Acesso em: 27 maio 2024.

HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY. **Computer Setup (F10) Utility Guide:** HP Compaq 6005 Pro Business PCs. 1ª. ed. [S. l.]: Hewlett-Packard, 2009. 14 p. Disponível em: <https://h10032.www1.hp.com/ctg/Manual/c01870957.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY. **Hardware Reference Guide:** HP Compaq 6005 Pro Small Form Factor Business PC. 1ª. ed. [S. l.]: Hewlett-Packard, 2009. 61 p. Disponível em: <https://h10032.www1.hp.com/ctg/Manual/c01870938.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

HOW to install FOG Server on Ubuntu in Virtualbox May 2023. Frode Stordalen, 2023. (7 min.), son., color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bj4Ki1CvEzc>. Acesso em: 26 maio 2024.

INFORMÁTICA educativa e suas implicações para a prática pedagógica. In: SANTOS, Carlos Henrique da Silva; NETO, Alexandre Shigunov (org.). **Informática aplicada à educação:** Algumas reflexões e práticas. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2017. cap. III, p. 99-115. ISBN 978-85-399-0775-5.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de computadores e a internet:** uma abordagem top-down. 8. ed. São Paulo, SP: Bookman, 2021. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 29 nov. 2024.

LINUXCONFIG. **Setting a Static IP Address in Ubuntu 24.04 via the Command Line.**

2024. Disponível em:

<https://linuxconfig.org/setting-a-static-ip-address-in-ubuntu-24-04-via-the-command-line>.

Acesso em: 21 nov. 2024.

LTSP DEVELOPERS. **Preparation Linux Terminal Server Project.** 2024. Disponível em:

<https://ltsp.org/docs/preparation/>. Acesso em: 21 nov. 2024.

MACHADO, José dos Santos et al. **Implementação de uma Fog Computing para fornecer StaaS a dispositivos IoT utilizando sistemas embarcados.** Aracaju: IFS, 2019. 160 p. ISBN 978-85-9591-094-2. Disponível em:

https://www.ifs.edu.br/images/EDIFS/ebooks/2019.2/E-Book_-_Implementa%C3%A7%C3%A3o_de_uma_Fog_Computing_para_fornecer_StaaS_a_Dispositivos_IoT.pdf. Acesso em: 26 maio 2024.

MANSKI'S DEV LOG. **PXE Server on Existing Network (DHCP Proxy) with Ubuntu.**

2024. Disponível em: <https://manski.net/articles/ubuntu/ubuntu-pxe-server>. Acesso em: 28 maio 2024.

MARIN, Paulo Sérgio. **Cabeamento estruturado: Desvendando cada passo: do projeto à instalação.** 3ª. ed. rev. e atual. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2010. 336 p. ISBN 978-85-365-0207-6.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). **Brasil Profissionalizado.** Brasil: MEC, 2016.

Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/brasil-profissionalizado>. Acesso em: 21 nov. 2024.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Estatísticas Censo Escolar.** [S. l.], 6 nov. 2024. Disponível em:

<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/inep-data/estatisticas-censo-escolar>. Acesso em: 19 nov. 2024.

NEXTCLOUD GMBH. **Nextcloud latest user manual introduction.** 2024. Disponível em:

https://docs.nextcloud.com/server/latest/user_manual/en/. Acesso em: 22 nov. 2024.

NEXTCLOUD GMBH. **Nextcloud Server Administration Guide**. 2024. Disponível em: https://docs.nextcloud.com/server/latest/admin_manual/. Acesso em: 22 nov. 2024.

ORACLE. **O que é uma máquina virtual (VM)?**. [S. l.]: Oracle, 2024. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/cloud/compute/virtual-machines/what-is-virtual-machine/>. Acesso em: 4 dez. 2024.

ORACLE. **Oracle VirtualBox: User Guide for Release 7.1**. 2024. Disponível em: <https://www.virtualbox.org/manual/>. Acesso em: 01 nov. 2024.

ORACLE. **VirtualBox End-user documentation**. 2024. Disponível em: https://www.virtualbox.org/wiki/End-user_documentation. Acesso em: 01 nov. 2024.

ORACLE. **VirtualBox Technical documentation**. 2024. Disponível em: https://www.virtualbox.org/wiki/Technical_documentation. Acesso em: 01 nov. 2024.

PAINÉIS estatísticos: Censo Escolar. In: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Rio Grande do Norte). INEP. **Painéis estatísticos: Censo escolar**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiN2ViNDBjNDk3LWM4YWMtNGIxZS05NzhmLWVhNGMwNzc0MzRiZiJ9>. Acesso em: 19 nov. 2024.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto nº 6.302, de 12 de dezembro de 2007**. Institui o Programa Brasil Profissionalizado. Brasília: Casa Civil, ano 2012, 12 dez. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6302.htm. Acesso em: 21 nov. 2024.

PROXMOX SERVER SOLUTIONS GMBH (Austria). **Proxmox VE Administration Guide**. Viena: [s. n.], 2024. Disponível em: <https://pve.proxmox.com/pve-docs/pve-admin-guide.html>. Acesso em: 3 dez. 2024.

PROXMOX SERVER SOLUTIONS GMBH (Viena). Proxmox VE. **Proxmox VE**. Austria, 20 nov. 2024. 1 imagem. Disponível em: <https://pve.proxmox.com/pve-docs/pve-admin-guide.html>. Acesso em: 3 dez. 2024.

PROXMOX. Sauber Lab, 2022. (185 min.), son., color. Disponível em:

<https://youtube.com/playlist?list=PLxatkznzLa1fJ5TtLwL0UChBWMQr5oUGu6&si=fQpkeV3je0uGkKps>. Acesso em: 27 out. 2024.

PXE with Proxy DHCP. Theurbanpenguin, 2017. (15 min.), son., color. Disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=ew_JhL6PTTrM. Acesso em: 27 maio 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Sistema Integrado de Gestão da Educação. Secretaria de Estado da Educação, da Cultura, do Esporte e do Lazer do Rio Grande do Norte. **Monitoramento da Educação**: relatório de total de estudantes por escola. 2024. Disponível em:

https://sigeduc.rn.gov.br/sigeduc/public/transparencia/pages/consulta/relatorio_estudantes/consultaEscolas.jsf. Acesso em: 21 novembro 2024.

RN ganha sete novos centros de educação profissional: Investimento total é de R\$ 124,1 milhões. Capacidade média das dez instituições é de atender um total de 15 mil alunos.. Natal: Saiba Mais RN INTERTV, 29 mar. 2017. Disponível em:

<https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/especial-publicitario/governo-do-rn/saiba-mais-rn/noticia/2017/03/rn-ganha-sete-novos-centros-de-educacao-profissional.html>. Acesso em: 21 nov. 2024.

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, DA CULTURA, DO ESPORTE E DO LAZER DO RIO GRANDE DO NORTE (RN). Subcoordenadoria de Educação Profissional. **Caderno de orientações pedagógicas**: Educação profissional e tecnológica do Rio Grande do Norte. Natal: Governo do Estado, 2024. 57 p. E-book. Disponível em:

https://drive.google.com/file/d/1XfO_y_rsTZgopgC5CTS_ENSdqskw5Um5/view. Acesso em: 27 maio 2024.

SEEC (RN). Centros Estaduais de Educação Profissional seguem com matrículas abertas.

Natal: ASSECOM, 15 fev. 2017. Disponível em:

<http://www.educacao.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=140814&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=Materia>. Acesso em: 21 nov. 2024.

TANENBAUM, A. S.; FEAMSTER, N.; WETHERALL, D. J. **Redes de computadores**. 6. ed. São Paulo: Bookman, 2021. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 29 nov. 2024.

TANENBAUM, Andrew Stuart; BOS, Herbert. **Sistemas operacionais modernos**. 5. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2024. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 27 nov. 2024.

THE URBAN PENGUIN. **PXELinux using Proxy DHCP**. 2024. Disponível em: <https://www.theurbanpenguin.com/pxelinux-using-proxy-dhcp/>. Acesso em: 28 maio 2024.

VERAS, Manoel. **Computação em nuvem: Nova arquitetura de TI**. Rio de Janeiro: Brasport, 2015. 174 p. ISBN 978-85-7452-747-5.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação**. 2ª. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. ISBN 978-85-352-7782-1.

ZORIN GROUP. **Zorin OS 17.2 Education**. 2024. Disponível em: <https://zorin.com/os/education/>. Acesso em: 01 nov. 2024.

ZORIN GROUP. **Zorin OS System Requirements**. 2024. Disponível em: <https://help.zorin.com/docs/getting-started/system-requirements/>. Acesso em: 22 nov. 2024.

APÊNDICE A – *SOFTWARES* INSTALADOS NAS VMS E NO NEXTCLOUD

Softwares instalados nas VMs (máquinas virtuais) para uso em computadores administrativos (“Matriz-W10-Adm” e “Matriz-W11-Adm”):

- 7-zip; Google Chrome; Google Drive; LibreOffice; Microsoft Office (versão trial); Mozilla Firefox; Nextcloud Desktop Client; PDF24 Creator; PDF Creator; VLC Player e Chocolatey.
- Comando de instalação dos *softwares* usando o Chocolatey:
 - `choco install 7zip adobereader googlechrome libreoffice-still firefox nextcloud-client vlc pdf24 pdfcreator -y`

Além desses já listados, também foram instalados nas VMs para uso em computadores do laboratório de informática (“Matriz-W11-Lab”):

- Audacity; Blender 3D; Cisco Packet Tracer; KP Typing Tutor; Microsoft Visual Studio Code; Olive Video Editor; OpenToonz; PyCharm Community Edition; Python; Roblox Player; Scratch e Veyon.
- Comando de instalação dos *softwares* usando o Chocolatey:
 - `choco install 7-zip adobereader audacity blender chocolateygui googlechrome libreoffice-still vscode firefox nextcloud-client olive opentoonz pdf24 pdfcreator pycharm-community python scratch vlc -y`

No servidor Nextcloud da escola, foram instalados os seguintes aplicativos internos:

- Quota Warning; Transfer (upload by link); EPUB Viewer; Nextcloud Office; Talk; Group folders; Auditing / Logging; Only Office; Maps; Audio Player; Multiboards (digital boards); CAD Viewer; Nextcloud Media Duplicate Collector; Antivirus for files; Brute-force settings; Duplicate Finder.