



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DA PARAÍBA**
**COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS
DE TELECOMUNICAÇÕES**

Luiz Mário Medeiros da Silva

**SISTEMAUNI: SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO DE
CONFIGURAÇÃO DE ONUS DE DIFERENTES
MARCAS E PROVISIONAMENTO EM OLT HUAWEI**

JOÃO PESSOA
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Biblioteca Nilo Peçanha –IFPB, *Campus* João Pessoa

S586s Silva, Luiz Mário Medeiros da.
SistemaUni : sistema para automação de configuração de ONUs de diferentes marcas e provisionamento em OLT Huawei / Luiz Mário Medeiros da Silva. – 2025.
42 f. : il.

TCC (Graduação – Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações) - Instituto Federal da Paraíba – IFPB / Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações.
Orientador: Prof. Dr. Luis Romeu Nunes.

1. Redes ópticas. 2. Automação. 3. Provisionamento. 4. Provedor de Internet. 5. GPON. 6. Python. I. Título.

CDU 004.7

Bibliotecário responsável Marx da Silva Medeiros – CRB15/470

LUIZ MÁRIO MEDEIROS DA SILVA

SISTEMAUNI: SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO DE
CONFIGURAÇÃO DE ONUS DE DIFERENTES MARCAS E
PROVISIONAMENTO EM OLT HUAWEI

**Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia
em Sistemas de Telecomunicações do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da
Paraíba, como parte dos requisitos para a obten-
ção do grau de Tecnólogo em Telecomunicações.**

Orientador: Prof. Dr. Luis Romeu Nunes

João Pessoa, julho de 2025

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

LUIZ MÁRIO MEDEIROS DA SILVA

Esta Monografia foi julgada adequada para a obtenção do título de Tecnólogo em Telecomunicações, sendo aprovada em sua forma final pela banca examinadora em 31 de julho de 2025:

Documento assinado digitalmente
 **LUIZ ROMEU NUNES**
Data: 17/09/2025 14:09:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luis Romeu Nunes
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **ADAILDO GOMES D ASSUNCAO JUNIOR**
Data: 17/09/2025 19:45:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Adaildo Gomes D Assuncao Junior
Avaliador Interno

Documento assinado digitalmente
 **PATRIC LACOUTH DA SILVA**
Data: 18/09/2025 14:12:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Patric Lacouth da Silva
Avaliador Interno

João Pessoa, julho de 2025

Agradecimentos

*Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde e pela oportunidade de chegar até aqui.
À minha família, pelo apoio incondicional, amor, compreensão e incentivo ao longo de
toda minha caminhada.*

*Ao meu orientador, Prof. Dr. Luis Romeu Nunes, pela orientação firme, paciência e
dedicação na condução deste trabalho.*

*Aos colegas da graduação, pelos momentos de troca, colaboração e companheirismo.
À equipe da Unidasnet Comunicações, pela confiança e pela possibilidade de aplicar o que
aprendi em um projeto real que tanto me orgulha.*

Resumo

O crescimento acelerado da base de assinantes de serviços de acesso à internet, impulsionado pela demanda crescente por soluções digitais, tornou inviável o provisionamento manual de novos clientes, anteriormente realizado por meio de comandos diretos em equipamentos de rede ou por ferramentas proprietárias de alto custo de licenciamento. Diante desse contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento do SistemaUni, uma solução composta por dois programas desenvolvidos em linguagem Python, cujo objetivo é automatizar o processo de ativação de assinantes em redes ópticas GPON. O sistema foi desenvolvido, implementado e testado na Unidasnet Comunicações, empresa provedora de serviços de internet fundada em 2005, com sede na cidade de Itabaiana, no estado da Paraíba. Atualmente, a organização está presente em mais de 20 municípios nos estados da Paraíba e Pernambuco, com atuação predominante na Paraíba. Consolidada pela oferta de conectividade de qualidade em regiões afastadas dos grandes centros, a empresa mantém como diretriz a promoção da acessibilidade digital, alinhando inovação e investimento contínuo à expansão dos seus serviços. A ferramenta foi projetada para substituir o fluxo tradicional de ativação, que demandava a atuação simultânea de dois profissionais — um técnico de campo e um analista de redes —, por um modelo segmentado e automatizado, reduzindo o tempo de ativação e os custos operacionais. O sistema foi concebido para atender tanto novos assinantes quanto clientes já existentes que, eventualmente, necessitem de substituição de equipamento. A metodologia adotada contemplou a especificação de requisitos funcionais com base nas demandas recorrentes do ambiente operacional, o desenvolvimento modular, a realização de testes em ambiente de produção e a posterior implantação em infraestrutura própria da empresa. Antes da implantação do sistema, a empresa registrava picos de até 14 ativações diárias, distribuídas entre sete analistas de rede e 22 técnicos de campo. Após a implantação, a empresa passou a registrar até 38 ativações diárias, representando um aumento de 171,43% em relação ao período anterior. Os resultados obtidos demonstraram significativa otimização no processo de ativação, viabilizando escalabilidade operacional, redução de falhas manuais e aumento da produtividade. Este trabalho descreve, de forma detalhada, os aspectos técnicos da solução, sua implementação e os impactos positivos gerados.

Palavras-chave: Redes Ópticas; Automação; Provisionamento; Provedor de Internet; GPON; Python.

Abstract

The accelerated growth in the subscriber base for internet access services, driven by the increasing demand for digital solutions, has made the manual provisioning of new customers unfeasible. Previously, this process was carried out through direct commands on network equipment or proprietary tools with high licensing costs. In this context, this work presents the development of SistemaUni, a solution composed of two programs developed in Python, aimed at automating the subscriber activation process in GPON optical networks. The system was developed, implemented, and tested at Unidasnet Comunicações, an Internet Service Provider (ISP) founded in 2005, headquartered in Itabaiana, Paraíba, Brazil. Currently, the company operates in more than 20 municipalities across the states of Paraíba and Pernambuco, with predominant activity in Paraíba. Recognized for providing high-quality connectivity in regions distant from major urban centers, the company has consolidated its position through a commitment to digital accessibility, continuous innovation, and investment.

The tool was designed to replace the traditional activation flow, which required the simultaneous action of two professionals—a field technician and a network analyst—with a segmented and automated model, reducing activation time and operational costs. The system was developed to serve both new subscribers and existing customers who may need equipment replacement. The methodology adopted included the specification of functional requirements based on recurrent demands of the operational environment, modular development, testing in a production environment, and subsequent deployment in the company's own infrastructure. Before the system's implementation, the company recorded peaks of up to 14 activations per day, distributed among seven network analysts and 22 field technicians. After implementation, this number increased to up to 38 activations per day, representing an increase of 171.43% compared to the previous period. The results demonstrated significant optimization of the activation process, enabling operational scalability, reducing manual errors, and increasing productivity. This paper provides a detailed description of the technical aspects of the solution, its implementation, and the positive impacts generated.

Keywords: Optical Networks; Automation; Provisioning; Internet Service Provider; GPON; Python.

Lista de abreviaturas e siglas

API	<i>Application Programming Interface</i>
BGP	<i>Border Gateway Protocol</i>
CEO	Caixa de Emenda Óptica
CLI	<i>Command Line Interface</i>
CTO	Caixa de Terminação Óptica
dBm	Decibel-miliwatt
GPON	<i>Gigabit Passive Optical Network</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
ISP	<i>Internet Service Provider</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
MPLS	<i>Multiprotocol Label Switching</i>
OLT	<i>Optical Line Terminal</i>
ONU	<i>Optical Network Unit</i>
OSPF	<i>Open Shortest Path First</i>
PPPoE	<i>Point-to-Point Protocol over Ethernet</i>
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>
SSID	<i>Service Set Identifier</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>
VLAN	<i>Virtual Local Area Network</i>
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>
XGS-PON	<i>10 Gigabit Symmetric Passive Optical Network</i>

Lista de ilustrações

Figura 1 – Cabos Submarinos de Intercomunicação Mundial	11
Figura 2 – Representação simplificada de rede óptica passiva.....	12
Figura 3 – Fluxo de Instalação	18
Figura 4 – Onu Nokia G-140W-C.....	21
Figura 5 – Tela principal módulo R1	22
Figura 6 – Imagem da RB1100	24
Figura 7 – Etiqueta contendo a imagem das informações de acesso a rede sem fio da ONU	25
Figura 8 – Imagem da Impressora Zebra GC420t	25
Figura 9 – Imagem de lote de equipamentos durante configuração.....	26
Figura 10 – Imagem da interface de uma ONU, modelo HG8121H	27
Figura 11 – Interface do aplicativo utilizado pelos técnicos de campo	28
Figura 12 – Imagem tela de login do aplicativo	29
Figura 13 – Localização de abertura do menu de escolha da cidade.....	29
Figura 14 – Imagem da tela de cadastro de sinal contendo as respectivas tolerâncias	30
Figura 15 – Tela de liberação de equipamentos fora da margem de sinais padrão. ...	32
Figura 16 – Diagrama da arquitetura do SistemaUni	33
Figura 17 – Média de tempo de ativação antes da implantação do SistemaUni, período de janeiro até maio de 2020.....	34
Figura 18 – Gráfico de número de ativações antes da implantação do SistemaUni ...	35
Figura 19 – Gráfico de número de ativações no ano de 2020, no mês 07, do dia 01 ao 31, depois da implantação do SistemaUni	36
Figura 20 – Gráfico de número de ativações mensais antes da implantação do SistemaUni.....	36
Figura 21 – Gráfico de número de ativações mensais depois da implantação do SistemaUni, trecho entre o oitavo mês de 2020 e o décimo mês de 2021 .	37

Sumário

1	Introdução.....	13
1.1	Problemática.....	13
1.2	Objetivo.....	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
1.3	Organização	15
2	SistemaUni.....	16
2.1	Definição.....	16
2.1.1	Estado da Arte	17
2.2	Módulos do Sistema.....	18
2.2.1	Módulo R1.....	20
2.2.2	Módulo R2.....	25
3	Resultados Obtidos	34
3.1	Aquisição do Conhecimento.....	34
3.2	Impacto do SistemaUni.....	34
3.3	Testes e Validações	38
3.4	Exemplos Práticos	38
4	Trabalhos Futuros	39
5	Conclusão.....	40
	Referências	41

1 Introdução

Com o advento dos computadores e, conseqüentemente, a maior acessibilidade proporcionada por preços mais baixos, o uso da internet tornou-se cada vez mais comum, sendo hoje um serviço tão essencial quanto o fornecimento de água encanada e energia elétrica. A popularização dos meios de acesso e o crescimento da banda larga possibilitaram que cada vez mais pessoas estivessem conectadas a conteúdos diversos, disponíveis em servidores ao redor do mundo. Desde o início de sua expansão nos anos 1990, conforme apontado por Cendon (2000), a internet deixou de ser um ambiente exclusivamente acadêmico e de pesquisa, passou a abranger comunicações pessoais, consumo de mídia e atividades comerciais.

Diversos estudos, como o de Macedo e Carvalho (2010), estabelecem uma correlação direta entre o aumento do acesso à internet e o crescimento econômico dos países. Apesar das barreiras geográficas enfrentadas por um território de dimensões continentais como o Brasil, observa-se um número expressivo de usuários conectados à rede mundial de computadores (SILVA, 2015). Atualmente, conforme dados do Cetic.br (2023), cerca de 90% dos provedores de acesso à internet brasileiros ofertam conexões por meio de fibra óptica, compondo uma malha distribuída de sistemas autônomos (*Autonomous Systems* – AS) responsáveis por manter a conectividade em nível nacional. A Figura 1 ilustra a malha global de cabos submarinos de fibra óptica que interliga os continentes, sustentando parte fundamental da comunicação internacional com baixíssima latência.

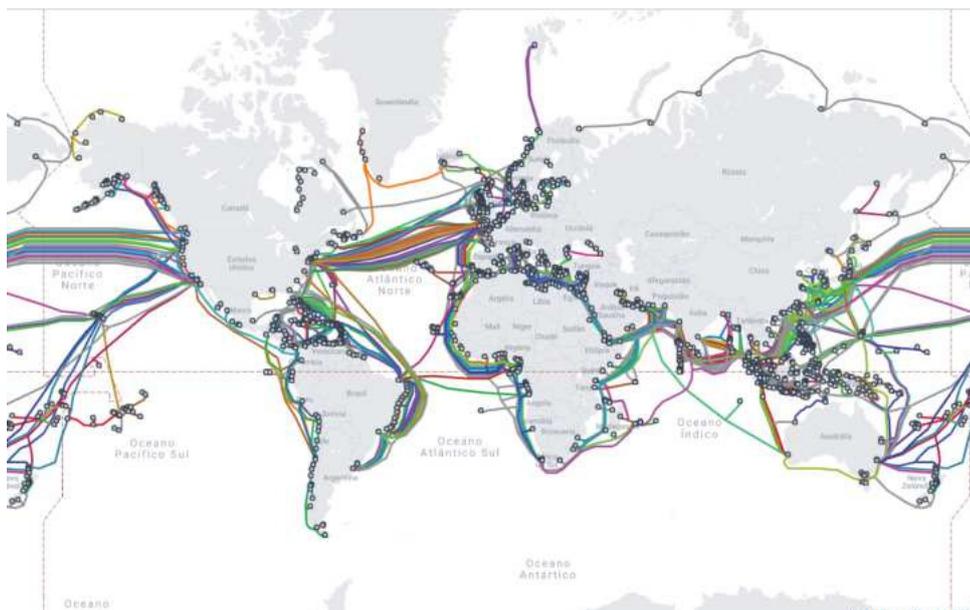


Figura 1 – Cabos Submarinos de Intercomunicação Mundial

Fonte: TeleGeography (2025)

Com essa crescente conectividade e a demanda constante por serviços digitais de alta qualidade, observa-se também a necessidade de evoluir as infraestruturas de rede. Tecnologias de transmissão, protocolos e dispositivos passam por atualizações frequentes para atender ao tráfego cada vez mais intenso, impulsionado por aplicações como *streaming*, jogos on-line e plataformas de comunicação instantânea.

Essa evolução tecnológica não se limita ao ambiente técnico, mas impacta diretamente a operação de empresas prestadoras de serviços de telecomunicações, como os provedores de internet. Um ponto crítico para essas organizações é o processo de ativação de novos clientes, que, tradicionalmente, exige a atuação coordenada entre o técnico de campo e o analista de rede. O fluxo convencional envolve a instalação física do equipamento no local do assinante e, em seguida, o contato telefônico com o analista de rede, responsável pela identificação e autorização da *Optical Network Unit* (ONU) na *Optical Line Terminal* (OLT), com a devida nomeação do equipamento e ativação do plano correspondente. A Figura 2 ilustra, de forma simplificada, a estrutura de uma rede óptica passiva, desde o provedor até a residência do assinante. Nessa estrutura, a OLT funciona como transmissora dos conteúdos recebidos a partir dos servidores e roteadores do *datacenter* da empresa — sejam eles dados, voz ou vídeo. Esse conteúdo é codificado e transmitido pela rede óptica, passando por divisores quando necessário, até alcançar a ONU instalada no domicílio do cliente final.

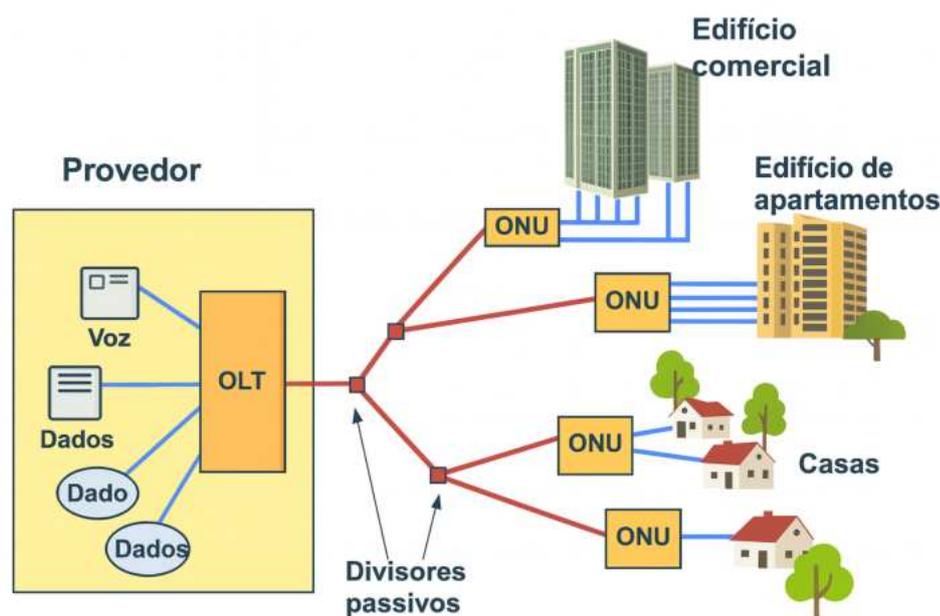


Figura 2 – Representação simplificada de rede óptica passiva

Fonte: Adaptado de RIBEIRO (2008)

Apesar da consolidação desse modelo, ele apresenta fragilidades: a necessidade de interação entre dois profissionais distintos, dependência da disponibilidade da equipe

técnica, possíveis falhas de comunicação e variações de sinal óptico. Essas variáveis comprometem a eficiência do processo e dificultam a escalabilidade das operações em um cenário de crescimento acelerado da base de clientes. Com o objetivo de minimizar essas limitações, este trabalho propõe o desenvolvimento do SistemaUni, uma solução composta por dois programas escritos em Python, que automatizam etapas críticas do processo de ativação e migração de clientes em redes ópticas *Gigabit Passive Optical Network* (GPON). O sistema foi concebido com foco na realidade operacional da Unidasnet Comunicações, empresa provedora de serviços de internet fundada em 2005, com sede na cidade de Itabaiana, no estado da Paraíba. Atualmente, a organização está presente em mais de 20 municípios nos estados da Paraíba e Pernambuco, com atuação predominante na Paraíba, onde foram realizados o levantamento de requisitos, o desenvolvimento, os testes e a implantação, visando à eficiência, à redução de custos e à otimização da força de trabalho. Os módulos desenvolvidos abrangem desde a verificação automática do sinal óptico, a pré-configuração do equipamento e a definição de parâmetros personalizados da rede sem fio até a integração com as ferramentas de controle operacional já utilizadas pela empresa.

Nos capítulos seguintes, são apresentados o contexto técnico da solução, os requisitos de projeto, as etapas de desenvolvimento, a metodologia empregada e os resultados obtidos após a implantação, com base em métricas e registros coletados em ambiente de produção.

1.1 Problemática

O processo de provisionamento consiste na atribuição de um perfil de acesso à ONU, o que inclui a autenticação e a liberação de tráfego em uma OLT. Esse processo ocorre, basicamente, de duas formas. A primeira é por meio da *Command Line Interface* (CLI), a qual permite listar os equipamentos ainda não identificados, possibilitando sua autorização e a designação do serviço que será associado a cada dispositivo — partindo do pressuposto de que a OLT já esteja devidamente configurada com todos os serviços a serem fornecidos pela rede.

A segunda forma consiste na utilização de um *software* de gerência disponibilizado pelo fabricante, que torna o procedimento mais intuitivo e simplificado. No entanto, sua instalação depende da aquisição de uma licença de uso com custo elevado, cujo valor aumenta a cada novo provisionamento de equipamentos na rede, especialmente no caso do *software* de gerência da Huawei. Em outras palavras, a cada equipamento adicionado à OLT, a licença torna-se mais onerosa. Ademais, o *software* só pode ser operado em conformidade com métricas e restrições estabelecidas pelo próprio fabricante. Soma-se a isso o fato de que, ao optar pela ferramenta proprietária, o provedor fica limitado à utilização de equipamentos da marca correspondente, sejam eles OLT ou ONU, impossibilitando

o uso de dispositivos de outros fabricantes — o que, no contexto corporativo, implica abrir mão de oportunidades tecnológicas e comerciais potencialmente mais vantajosas encontradas em produtos de outros fabricantes. Diante desse cenário, torna-se necessário contar com uma equipe de profissionais dedicada à operação da ferramenta, além de outra equipe responsável pela implantação física do novo assinante. Esse processo revela-se oneroso para a organização, tanto pelo tempo adicional exigido no provisionamento quanto pela obrigatoriedade de manter uma equipe de analistas de rede alocada de forma contínua, atuando quase exclusivamente nessa atividade. Tal estrutura poderia ser otimizada, permitindo a redistribuição de tarefas ou até mesmo a constituição de uma equipe mais enxuta, promovendo o uso mais eficiente dos recursos disponíveis.

Nesse contexto, visando à redução de custos e ao aumento da eficiência do processo, a atividade anteriormente executada de forma integrada por dois profissionais — um técnico de campo e um analista de rede — passou a ser dividida em três etapas, com a inclusão da pré-configuração. Apesar dessa segmentação maior, o novo fluxo tornou-se significativamente mais ágil, proporcionando otimização da força de trabalho e maior eficiência operacional. Em síntese, embora o número de etapas tenha aumentado, estas foram otimizadas por meio do software desenvolvido. Nos capítulos seguintes, são apresentados, de forma objetiva e com base em dados concretos, os mecanismos adotados e os resultados obtidos com essa reestruturação.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um software de automação destinado à otimização do tempo de execução e, sobretudo, dos recursos humanos envolvidos na instalação ou migração de assinantes de planos de dados em redes ópticas, utilizando a tecnologia GPON.

1.2.2 Objetivos Específicos

Considerando o desenvolvimento do trabalho e o objetivo geral apresentado, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Especificar os requisitos funcionais e não funcionais que contemplem o desenvolvimento do *software* proposto;
- Descrever as principais funcionalidades da ferramenta e sua relação com os módulos que a compõem;

- Definir como ocorrerá a replicação dos dados, de modo a garantir um alto nível de disponibilidade da aplicação;
- Apresentar a arquitetura utilizada para a comunicação do *software* com os equipamentos OLT;
- Realizar testes na aplicação;
- Analisar os dados obtidos durante o uso da ferramenta;
- Realizar o implantação da ferramenta em servidor da empresa;
- Realizar treinamento com os colaboradores que farão uso da ferramenta.

1.3 Organização

Este trabalho está estruturado de forma a proporcionar uma visão clara e gradual sobre a solução proposta, conforme descrito a seguir:

- **Capítulo 2:** apresenta os módulos que compõem a ferramenta desenvolvida, descrevendo suas principais funcionalidades e o fluxo de troca de informações entre eles, com o suporte de um esquema de topologia de rede.
- **Capítulo 3:** apresenta os resultados obtidos com a otimização do tempo de processos, incluindo métricas de desempenho e uma análise do impacto financeiro gerado para a empresa.
- **Capítulo 4:** explora os planos de evolução da ferramenta, apresentando funcionalidades em desenvolvimento contínuo e perspectivas futuras para o aprimoramento da solução.

2 SistemaUni

2.1 Definição

Segundo o estudo realizado pelo Cetic.br (2023), com a pandemia de COVID-19, o distanciamento social e o crescimento de contextos como o trabalho remoto (ARAÚJO; LUA, 2021), a demanda por acesso à internet teve um aumento significativo.

Segundo o estudo TIC Domicílios 2023, realizado pelo Cetic.br (2023), a pandemia de COVID-19, associada ao distanciamento social e ao crescimento de contextos como o trabalho remoto (ARAÚJO; LUA, 2021), intensificou de forma expressiva a demanda por acesso à internet. No período analisado, a proporção de residências brasileiras com conexão à rede aumentou de 80% em 2022 para 84% em 2023, representando um crescimento de quatro pontos percentuais. O avanço foi mais significativo entre as classes C, que passaram de 87% para 91%, e entre as classes DE, cujo acesso subiu de 60% para 67%. Além disso, o percentual de usuários ativos de internet também apresentou elevação, de 81% em 2022 para 84% em 2023 (Cetic.br, 2023).

No contexto do provedor de acesso à internet Unidasnet Comunicações LTDA, empresa onde foi implantado o *software*, o cenário não foi diferente. Observou-se um número elevado de requisições para instalação e, mesmo contando com pessoal treinado, uma rede bem projetada e equipamentos de ponta para o atendimento ao cliente, surgiram situações em que os prazos de ativação deixaram de ser cumpridos em virtude da necessidade de maior agilidade no processo. Nesse sentido, é pertinente destacar que o processo de provisionamento, no contexto de redes ópticas, refere-se à configuração e autorização de equipamentos como as ONUs, permitindo sua operação correta na infraestrutura da rede.

Aliado a isso, também emergiram outras problemáticas no processo, tais como:

- Dólar elevado (os equipamentos para instalação dos clientes são adquiridos em moeda estrangeira);
- Escassez de equipamentos no mercado (em função da alta demanda e da logística afetada pela pandemia);
- Processo de ativação dos clientes realizado de forma integralmente manual;
- Soluções de automação disponíveis no mercado com preços elevados e que não atendiam plenamente às necessidades do provedor.

Diante desses fatores, tornou-se essencial adotar uma série de contramedidas capazes não apenas de superar os desafios identificados, mas também de ampliar a capacidade de atendimento diário. Entre essas medidas, optou-se pelo desenvolvimento de um sistema próprio de ativação de clientes. Tal decisão, além de evitar custos com licenciamento de terceiros, permitiu a criação de uma solução alinhada à realidade operacional do provedor. Conforme destacado por Miranda e Mendes (2015), soluções personalizadas desenvolvidas internamente tendem a proporcionar maior aderência às demandas específicas do negócio, conferindo flexibilidade e ganhos operacionais consistentes.

Nesse processo, também foram adquiridos equipamentos de marcas diferentes daquelas em escassez no mercado, mas que apresentavam compatibilidade parcial com as *Optical Line Terminals* (OLTs) existentes. Essa compatibilidade exigiu adaptações nos procedimentos de provisionamento, ajustes manuais e testes de qualidade no acesso final. Esses testes foram realizados para assegurar que tais dispositivos entregassem desempenho satisfatório em termos de latência, estabilidade e velocidade de conexão.

A avaliação demonstrou que determinados modelos alternativos eram capazes de atender às exigências técnicas do provedor, tornando possível a continuidade da expansão da base de clientes. Esses resultados reforçaram a viabilidade do projeto e serviram como base para o desenvolvimento da solução definitiva, conforme será descrito nos capítulos seguintes.

2.1.1 Estado da Arte

Antes da implementação do SistemaUni, a ativação de novos assinantes na Unidasnet seguia um processo inteiramente manual. Após finalizar a instalação física do equipamento do assinante, o técnico de campo precisava entrar em contato com a sede da empresa, geralmente por ligação telefônica, solicitando a inclusão do dispositivo na rede. Essa solicitação era recebida por um analista de rede, que então acessava a OLT da localidade e realizava o provisionamento de forma manual.

Com o aumento da base de clientes e a expansão da área de cobertura, o número de instalações diárias cresceu de forma significativa. Como consequência, o volume de ligações simultâneas aumentou consideravelmente, o que resultava em congestionamento das linhas telefônicas e, por vezes, atrasos na finalização do atendimento. A situação se agravava em momentos de alta demanda, como feriados prolongados ou finais de semana, quando as equipes em campo precisavam aguardar vários minutos até conseguirem contato com os analistas.

Além da limitação operacional, outro ponto crítico era a dependência total da disponibilidade dos analistas de rede. Em locais onde o sinal óptico estava no limite ou onde havia algum detalhe técnico específico da instalação, o processo exigia ainda mais

atenção, consumindo tempo e recursos da equipe técnica. Essa estrutura, embora funcional em menor escala, mostrou-se ineficiente para a realidade atual da empresa, que passou a demandar soluções mais ágeis, escaláveis e que garantissem padronização no atendimento, independentemente da equipe ou da região de atuação.

A ausência de uma ferramenta personalizada, ajustada às particularidades operacionais e às regras de negócio da Unidasnet, dificultava a padronização do fluxo de trabalho e aumentava o risco de erros operacionais, como a aplicação incorreta de perfis de serviço, falhas na autenticação dos dispositivos ou erros na atribuição de identificadores.

Esse cenário — caracterizado por um modelo de ativação manual, centralizado e pouco escalável — justificou a necessidade de uma solução automatizada, customizável e economicamente viável. A partir da análise desse contexto, o SistemaUni foi concebido com o objetivo de superar as limitações operacionais anteriormente mencionadas, promover a autonomia das equipes em campo e garantir maior controle sobre o processo de ativação, reduzindo o tempo médio de atendimento e ampliando a capacidade operacional da empresa.

Na Figura 3, é possível observar um diagrama que ilustra o fluxo de instalação de um equipamento pelo técnico de campo.

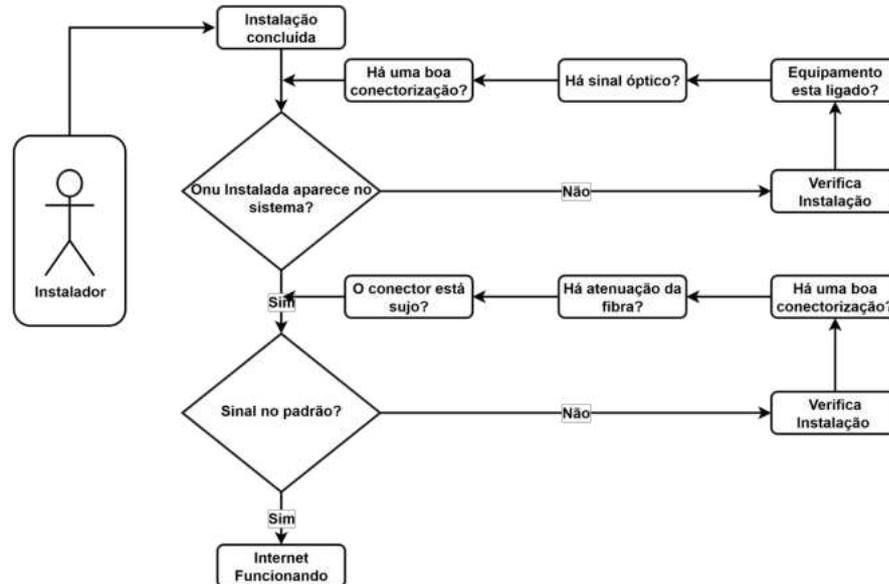


Figura 3 – Fluxo de Instalação

Fonte: Autoria Própria (2025)

2.2 Módulos do Sistema

Para a adequada compreensão da ferramenta, é necessário destacar que seu funcionamento, concepção e desenvolvimento estão organizados em módulos, dos quais dois

se encontram em utilização no momento. O módulo R1 é responsável pela configuração automatizada dos equipamentos, etapa indispensável para que possam ser corretamente preparados antes de serem direcionados aos usuários finais. O módulo R2, por sua vez, tem a função de realizar a ativação do equipamento já entregue ao assinante. O processo é semi-autônomo, exigindo intervenção humana apenas para a inserção das credenciais de autenticação do cliente. Entre as configurações contempladas estão: aplicação de regras de segurança, definição do nome e da senha da rede sem fio, credenciais de acesso à rede GPON e impressão de etiquetas de identificação a serem afixadas nos equipamentos destinados ao usuário final.

Informações pertinentes ao processo de configuração são armazenadas de duas formas: localmente, em todas as máquinas que executam o módulo R1 — ou seja, cada ponto de atendimento da empresa mantém o registro dos equipamentos configurados naquele terminal —, e de forma centralizada, em um banco de dados hospedado na infraestrutura do provedor, o qual consolida os registros de todas as máquinas em um único repositório. A utilização desses dados tem como finalidade fornecer indicadores, possibilitar a verificação da quantidade de equipamentos configurados, a geração de gráficos e outras análises relevantes às necessidades do negócio.

Nesse contexto, não foram identificados *softwares* ou modelos que se assemelhem à proposta do módulo R1. Atualmente, o módulo é capaz de realizar a configuração automatizada de 14 modelos distintos de *Optical Network Unit* (ONU). As marcas dos equipamentos atualmente suportados incluem Nokia, Huawei, Zyxel, TP-Link e Stavix. Entre os modelos compatíveis estão: Nokia-140W-C, Nokia-140W-H, Nokia-Bridge, Huawei-R19-8545v5, Huawei-R19-8145v5, Huawei-R19-8141a5, Huawei-8121H, Huawei-X6, Huawei-Router-AX2, Huawei-R19-8145v5-V2, TPLink-XC220-G3, Stavix-Preset-Unidasnet e Zyxel-PMG2005-T20D. Cada modelo atende a um público-alvo específico, sendo alocado conforme o perfil do plano de acesso contratado. Essa estratégia visa oferecer a melhor experiência de serviço ao cliente final, ao mesmo tempo em que busca a otimização dos custos operacionais da empresa. Ressalta-se que todos os equipamentos são compatíveis com a tecnologia GPON, e que testes com a tecnologia XGS-PON já estão em andamento para futura implementação. Ressalta-se que com a tecnologia XGS-PON temos mudanças de taxas de download e upload saindo de 2,5Gbps e 1,5Gbps respectivamente, para 10Gbps de forma simétrica.

O segundo módulo, R2, é responsável pela interação com todas as OLT da rede e com todos os equipamentos que já foram instalados ou que ainda serão, desde que tenham passado previamente pelo processo de configuração do módulo R1. O módulo R2 utiliza informações provenientes de dois bancos de dados, operando de forma redundante. Sempre que um novo equipamento é detectado na rede, seu número de série é consultado e verificado a qual cliente pertence. O técnico de campo, por meio de um aplicativo de celular

desenvolvido para facilitar a interação com o módulo R2, envia as informações geográficas do cliente. Esse passo determina onde o *software* deverá buscar por equipamentos desconhecidos. Para simples compreensão, o técnico de campo fornece os dados referentes ao ponto da rede em que o cliente está sendo instalado. Tal informação é de altíssima importância, visto que pode orientar a identificação de necessidades de manutenção, como, por exemplo, em casos de cabo rompido. Assim, com essas informações, o cliente é adicionado à rede com o respectivo serviço contratado. Após esse processo, verifica-se se o equipamento recebeu corretamente o serviço e se a potência do sinal Tx e Rx está dentro do padrão definido pelo administrador da rede de acesso, que é entre -24 dBm e -12 dBm. Essas informações agora são gravadas para consulta futura e também para a geração de gráficos destinados ao acompanhamento da produção diária das equipes como um todo.

Para o segundo módulo, foram encontradas duas soluções semelhantes. A primeira é o SmartOLT (2025), uma solução totalmente baseada em nuvem, o que implica que, em determinado momento, o administrador da rede será obrigado a expor sua OLT para fora de sua rede. Apesar de todos os cuidados conhecidos, ainda há a possibilidade de ocorrerem ataques que causem indisponibilidade dos serviços. A segunda solução encontrada é um *software* proprietário que funciona apenas com equipamentos da marca *Huawei*, no caso, o *U2000*. O módulo R2, por sua vez, é totalmente independente quanto às marcas de equipamentos, sendo necessário apenas que estes possuam conexão *telnet* para inserção de comandos, o que abre uma vasta gama de possibilidades para utilização com diversos equipamentos.

2.2.1 Módulo R1

O módulo R1 foi o primeiro a ser desenvolvido e tem a função de realizar a pré-configuração dos equipamentos que serão destinados aos clientes. O desenvolvimento desse módulo se fez necessário à medida que as ONU da marca *Huawei*, que possuem total compatibilidade com as OLT da mesma marca, bem como com o *U2000*, que é o *software* de gerência de seus equipamentos, tornaram-se escassas no mercado ou tiveram seus preços alterados pelos distribuidores de forma que a instalação se tornava inviável. Buscando alternativas para superar essas dificuldades, foram realizadas algumas homologações de equipamentos alternativos pela própria equipe técnica do provedor de acesso à internet, com o objetivo de viabilizar as instalações. Assim, chegou-se ao modelo *Nokia G-140W-C*, apresentado na Figura 4.

O equipamento mostrou-se bastante promissor, mas algumas barreiras foram enfrentadas para sua operação em larga escala na rede. Após a resolução dos obstáculos iniciais que impediam o reconhecimento do novo modelo pela OLT, ainda era necessário realizar configurações manuais na ONU. Isso ocorria porque, nas ONUs de marcas distintas da *Huawei*, o *Line Profile ID* — conjunto de instruções que define como a ONU envia



Figura 4 – Onu Nokia G-140W-C

Fonte: Autoria Própria (2025)

e recebe pacotes dentro da rede óptica — e o *Service Profile ID* — que estabelece quais serviços estarão disponíveis ao cliente e de que forma o tráfego será tratado pela rede — não são transmitidos automaticamente pela OLT no momento da ativação. Nas ONUs da marca *Huawei*, por outro lado, esses parâmetros são atribuídos de forma automática, dispensando etapas adicionais no processo de provisionamento do novo equipamento.

A alternativa adotada foi o desenvolvimento de um programa de computador que realizasse a tarefa necessária para completar o fluxo. A linguagem escolhida foi o Python, em conjunto com algumas bibliotecas utilizadas para automação de processos, como o *Selenium* (SELENIUMHQ, 2025), empregado para a automação de interações em interfaces web, o *Pyautogui* (CONTRIBUTORS, 2025), utilizado para simular ações de teclado e mouse em sistemas operacionais, e a *telnetlib* (FOUNDATION, 2025), responsável pela comunicação via protocolo Telnet com os equipamentos de rede. Todas essas bibliotecas possuem uma comunidade extremamente ativa e continuam a receber constantes atualizações. A técnica utilizada foi a de automação, implementada por meio da biblioteca *Selenium* (SELENIUMHQ, 2025). Essa técnica consiste em criar um algoritmo capaz de interagir com uma página web e realizar a leitura, escrita ou modificação de informações de forma automatizada. A identificação dos campos a serem manipulados é previamente fornecida ao algoritmo por meio de endereços, identificadores posicionais, atributos de formatação ou quaisquer outras informações que permitam localizar unicamente cada campo presente no código *HTML*. Dessa forma, o processo de configuração dos equipamentos pôde ser

reproduzido de maneira sistemática, sem a necessidade de interação manual direta com a interface gráfica.

Embora o projeto tenha sido inicialmente idealizado para configurar apenas um modelo de equipamento, optou-se por incluir todos os dispositivos já homologados para instalações de assinantes. Dessa forma, passaram a ser contemplados os modelos de ONU da marca *Huawei* que já estavam em uso, com compatibilidade total com a solução proposta. Definiu-se, ainda, que todos os equipamentos aprovados em homologações futuras também seriam incorporados ao sistema. Atualmente, a ferramenta realiza a configuração automática de 14 modelos distintos de equipamentos.

O programa funciona, no momento, apenas no sistema operacional *Windows*, que é o sistema utilizado em todas as máquinas da empresa. Para que o código pudesse ser executado nessas máquinas sem a necessidade de instalação do *Python*, foi realizado o *building* do código, que consiste no empacotamento do código-fonte juntamente com as bibliotecas necessárias em um arquivo com a extensão *.exe*, compatível com o sistema operacional. Esse processo facilita a instalação e também protege o código do programa contra modificações e usos não autorizados. A interação com o módulo R1 ocorre a partir do momento em que o usuário, com um duplo clique, executa o aplicativo. Isso abre uma janela do *prompt* de comando do *Windows* e uma janela no navegador *Chrome*, que será utilizada pelo programa para executar as ações previamente programadas.

Na Figura 5, é possível observar quais informações estão presentes na tela e quais são os passos necessários para que o programa inicie seu fluxo autônomo.

```
C:\Users\Luiz Mario\Documen
QUANTOS CICLOS DE EQUIPAMENTOS DESEJA CONFIGURAR: 10
QUANTOS EQUIPAMENTOS VOCE IRÁ CONFIGURAR POR VEZ: 2
*DIGITE 1 PARA NOKIA-140W-C*
*DIGITE 2 PARA ZYXEL*
*DIGITE 3 PARA HUAWAI-R19-8545v5/HUAWAI-R18-8145v/HUAWAI-R19-8546v5*
*DIGITE 4 PARA NOKIA-140W-H*
*DIGITE 5 PARA HUAWAI-R19-8145v5*
*DIGITE 6 PARA STAVIX*
*DIGITE 7 PARA HUAWAI-R19-8141A5*
*DIGITE 8 PARA HUAWAI-8121H*
*DIGITE 9 PARA HUAWAI-X6*
*DIGITE 10 PARA HUAWAI-ROUTER-AX2*
*DIGITE 11 PARA STAVIX PRESET*
*DIGITE 12 PARA NOKIA BRIDGE*
*DIGITE 13 PARA HUAWAI-R19-8145v5-V2*
*DIGITE 14 PARA TPLINK-XC220-G3*
QUAL O MODELO DOS EQUIPAMENTOS: 14
#####
DIGITE O NOME E SENHA DO CLIENTE NUMERO: 1
DIGITE O USUARIO: teste1
DIGITE A SENHA: teste1
O SERIAL DO EQUIPAMENTO SERÁ CAPTURADO AUTOMATICAMENTE
#####
DIGITE O NOME E SENHA DO CLIENTE NUMERO: 2
DIGITE O USUARIO: teste2
DIGITE A SENHA: teste2
```

Figura 5 – Tela principal módulo R1

Fonte: Aatoria Própria (2025)

Descrevendo as informações presentes na tela, temos:

1. **Quantos ciclos de equipamentos deseja configurar** — Neste passo, o usuário insere um número inteiro que indica quantos ciclos de equipamentos ele deseja configurar, ou seja, quantos ciclos completos de configurações o programa deve aguardar antes de solicitar que o usuário insira novas informações.
2. **Quantos equipamentos você irá configurar por vez** — Neste passo, o usuário insere a quantidade de equipamentos que serão configurados neste ciclo. Este número não deve ser superior a 12, por razões que serão descritas nesta seção do trabalho.
3. **Qual o modelo dos equipamentos** — Neste passo, o usuário insere um número entre 1 e 14, correspondente ao número do equipamento listado. Este passo é necessário para que o programa execute as funções de comunicação adequadas, visto que cada equipamento possui um mapeamento distinto e, com isso, requer decisões de interação com a tela diferenciadas.
4. **Digite o nome e senha do cliente número: XX** — Neste passo, o usuário insere o nome de usuário e a senha *PPPoE* do cliente, que, conforme definido por Networks (2025), é o protocolo utilizado para conectar vários *hosts* em uma *LAN*. Em resumo, essas credenciais são únicas e são fornecidas pelo provedor de serviço de internet para identificar cada usuário.

Ao finalizar os passos apresentados acima, o usuário conclui sua parte e, a partir das informações fornecidas, o programa inicia seu fluxo de trabalho. Conforme descrito anteriormente, cada equipamento será configurado de maneira distinta, uma vez que o mapeamento foi realizado individualmente para cada modelo. O programa, internamente, adota o *layout* correspondente à numeração do modelo selecionado pelo usuário.

Explicando o motivo pelo qual o número de equipamentos descrito no passo 2 da lista anterior não deve ser superior a 12: isso se deve ao número de portas disponíveis no dispositivo escolhido para gerenciar corretamente a conexão entre a ONU e o computador que executa o módulo R1. Isso é possível porque o equipamento escolhido foi o *Routerboard Mikrotik RB 1100AHx2* ilustrado na Figura 6, que possui embarcado o *RouterOS*, um sistema operacional baseado em *Linux*, voltado para a execução otimizada dos mais diversos protocolos de redes de computadores, tais como *BGP*, *OSPF*, *MPLS*, entre outros.

A conexão entre o computador e o roteador é realizada por meio do protocolo *telnet*, através do qual o computador que executa o programa envia comandos para que as portas do roteador sejam habilitadas ou desabilitadas conforme a necessidade.

No roteador, também foram realizadas algumas configurações importantes para que o programa pudesse se comunicar com cada ONU individualmente, como a criação de

uma rede *bridge* e a adição de todas as portas físicas disponíveis no equipamento. Kurose e Ross (2020) explicam que uma rede lógica ou física dessa natureza permite que dispositivos em redes diferentes se comuniquem como se estivessem na mesma rede. A configuração também inclui a adição lógica das redes *IP* de operação de cada modelo de equipamento, protocolo que, conforme Stevens (2011), permite a comunicação entre dispositivos de rede.

Um fator que também influenciou a escolha do roteador utilizado foi o fato de que, mesmo sendo um roteador com elevada capacidade de processamento, já estava obsoleto na estrutura de rede da empresa e havia sido retirado e enviado de volta ao estoque, sem uso definido. Assim, foi possível reaproveitar um equipamento que seria destinado à sucata, economizando recursos da empresa e prolongando sua vida útil dentro da infraestrutura.



Figura 6 – Imagem da RB1100

Fonte: Aztech (2025)

Ao final do processo pelo qual cada um dos modelos de ONU deve passar para estar apto a ser instalado no assinante, são adicionadas as configurações necessárias para a comunicação com a infraestrutura do provedor, como o nome de usuário e a senha *PPPoE* do cliente, além das configurações de *Wi-Fi*, que correspondem à rede de comunicação de dados sem fio, conforme descrito em Gast (2005). Com isso, o equipamento está finalmente pronto para ser destinado à equipe de campo correspondente.

Visando proporcionar maior comodidade aos assinantes, foi desenvolvido um programa simples na linguagem *PHP*, que gera dinamicamente uma imagem com os dados de conexão *Wi-Fi* do cliente. A imagem contém o nome da rede e a senha escritos por extenso, além de um *QR Code*, que é um gráfico bidimensional que pode ser lido por câmeras de celulares e utilizado em diversos contextos, incluindo o compartilhamento de credenciais de redes sem fio, conforme descrito em Gitomer (2013). Na Figura 7, podemos observar como as informações estão dispostas.

Essa imagem é gerada diretamente no navegador durante o processo de configuração, e tanto o acesso à página quanto a impressão são realizados de forma totalmente automatizada pelo módulo R1, durante a configuração de cada equipamento. Isso permite que cada equipamento possua credenciais de rede sem fio completamente distintas de qualquer outro equipamento configurado anteriormente ou posteriormente. Esses valores variam conforme a hora, minuto e segundo do momento do acesso, o número de série do equipamento que está sendo configurado e o usuário da conexão.

A impressão é realizada por uma impressora modelo Zebra GC420t, mostrada na Figura 8, em uma etiqueta adesiva que é colada no equipamento que será enviado ao



Figura 7 – Etiqueta contendo a imagem das informações de acesso a rede sem fio da ONU

Fonte: Autoria Própria (2025)

assinante. Isso permite a identificação rápida do equipamento devidamente configurado e a qual cliente ele pertence, facilitando o trabalho do almoxarife no momento do despacho para os técnicos de campo.



Figura 8 – Imagem da Impressora Zebra GC420t

Fonte: Technologies (2025)

Para que o conjunto de equipamentos descrito nesta seção também possa ser visualizado, a Figura 9 apresenta um lote de equipamentos pronto para ser configurado.

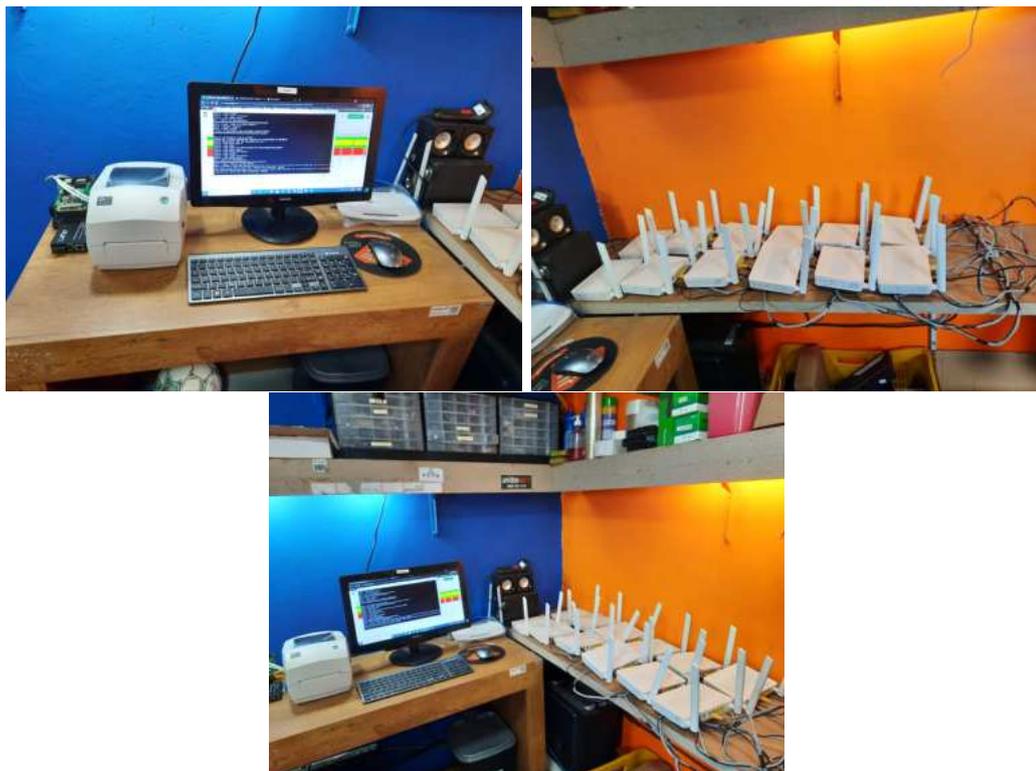


Figura 9 – Imagem de lote de equipamentos durante configuração

Fonte: Aatoria Própria (2025)

2.2.2 Módulo R2

O módulo R2, desenvolvido posteriormente ao R1 e em evolução conjunta com ele, é responsável pela ativação dos novos assinantes do provedor.

O processo de ativação é uma etapa fundamental para a inclusão de novos assinantes na rede. Ter um fluxo bem definido nesta fase é essencial para que os assinantes sejam ativados no menor tempo possível, permitindo que a equipe de campo maximize o número de ativações realizadas durante o período de trabalho.

Tornou-se, portanto, fundamental o desenvolvimento de uma ferramenta que permitisse agilizar o fluxo de ativações de novos assinantes. Durante as consultas às documentações do fabricante dos equipamentos, foi identificado que o protocolo *telnet* também poderia ser utilizado para comunicação com a OLT.

As ativações são realizadas por meio de uma busca geral executada pela OLT em todas as portas disponíveis, com o objetivo de identificar equipamentos não cadastrados. Em outras palavras, todos os equipamentos ativados passam por um processo de registro no inventário da OLT. Qualquer equipamento conectado que não esteja previamente registrado nesse inventário é automaticamente apontado como não cadastrado, sendo assim identificado como um possível novo assinante.

Cada novo assinante recebe, em seu endereço, um equipamento com capacidade de

hardware adequada ao plano contratado. Cada equipamento possui um número de série único, conforme ilustrado na Figura 10. Esse número de série é associado ao nome do usuário, permitindo uma identificação rápida do equipamento em eventuais manutenções futuras.

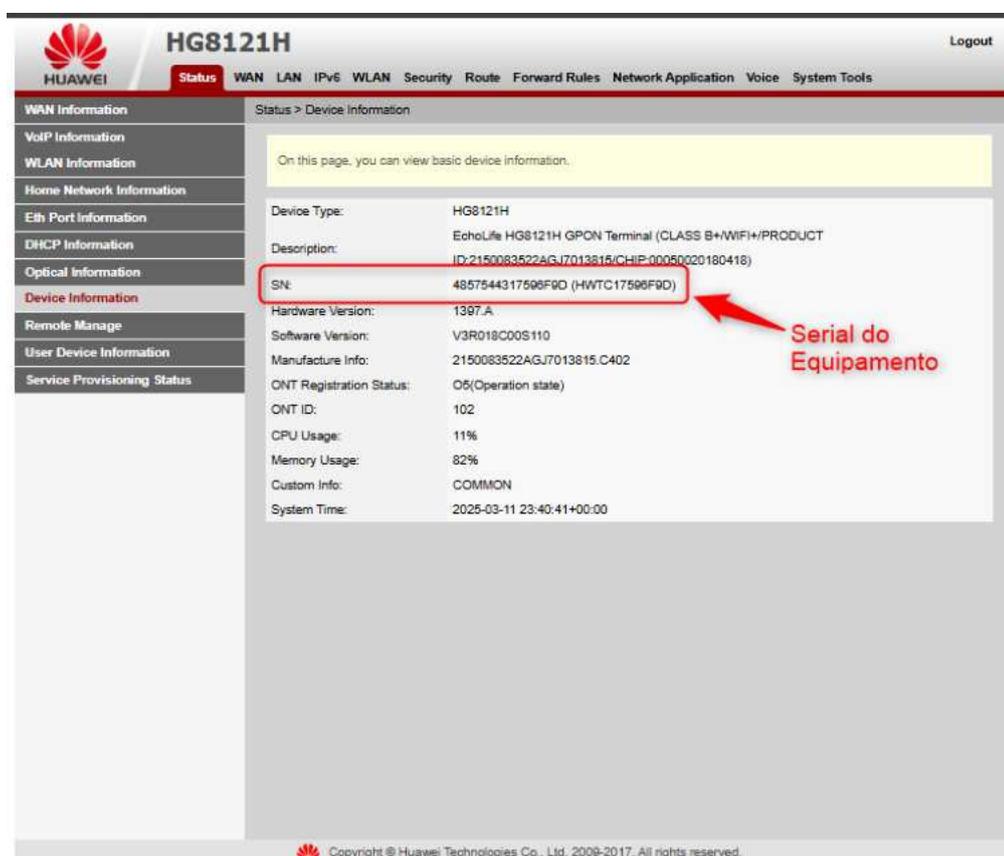


Figura 10 – Imagem da interface de uma ONU, modelo HG8121H

Fonte: Autoria Própria (2025)

O módulo R2 foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação *Python* e o *framework web Django*. Para armazenamento dos dados, foram utilizados dois bancos de dados *MySQL* sincronizados, permitindo a replicação instantânea das informações. A hospedagem foi realizada em duas máquinas virtuais com o sistema operacional *Linux*, utilizando o servidor *web Unicorn* e, como ambiente de virtualização, o *Proxmox VE*. Todas as tecnologias adotadas para o desenvolvimento do módulo R2 e para sua disponibilização na web são de código aberto e gratuitas. A comunicação da aplicação com cada OLT é realizada de forma protegida na rede, com o uso de *firewall* e regras específicas que restringem qualquer acesso não autorizado.

Para facilitar o uso da ferramenta pelos técnicos de campo, foi desenvolvido um aplicativo que consome a página web gerada pelo servidor responsável pela comunicação com as OLTs. Trata-se de uma técnica comumente utilizada em sistemas nos quais o processamento das requisições não pode ser executado diretamente no dispositivo do

usuário, seja por questões de segurança ou por limitações de desempenho.

Essa abordagem consiste na construção de um aplicativo que opera como um navegador, mas sem permitir que o usuário digite endereços web manualmente, uma vez que os caminhos de navegação estão embutidos nos botões exibidos na interface. Dessa forma, todo o processamento é realizado no servidor, que dispõe de recursos computacionais mais robustos, enquanto os resultados são exibidos no *tablet* ou celular do técnico de campo, sem exigir do dispositivo cliente uma capacidade significativa de processamento. Na Figura 11, é apresentada a interface do aplicativo personalizado para o provedor Unidasnet.



Figura 11 – Interface do aplicativo utilizado pelos técnicos de campo

Fonte: Autoria Própria (2025)

A utilização do aplicativo é bastante simples, exigindo apenas que o técnico de campo insira suas credenciais de acesso para realizar a busca do equipamento e, posteriormente, a ativação. A seguir, são apresentadas algumas imagens do aplicativo e de suas interfaces adicionais.

Na Figura 12, é possível observar a tela de login do aplicativo. Nela, o técnico de campo previamente cadastrado insere suas credenciais — nome de usuário e senha — para prosseguir com o processo e utilizar o sistema normalmente.

Na Figura 13, é possível observar a imagem que mostra a localização do menu suspenso, onde ficam armazenadas as cidades previamente cadastradas pelo administrador do sistema.

O *framework Django* oferece uma interface de administração embarcada que, desde que todas as configurações necessárias tenham sido realizadas previamente, permite efetuar cadastros de acesso, acompanhar registros do banco de dados, entre outras funcionalidades.



Figura 12 – Imagem tela de login do aplicativo

Fonte: Autoria Própria (2025)



Figura 13 – Localização de abertura do menu de escolha da cidade

Fonte: Autoria Própria (2025)

Na aplicação aqui apresentada, essa interface foi utilizada para o cadastro dos sinais de tolerância máxima e mínima de ativação para cada cidade, para o cadastro de usuários e para o acompanhamento da evolução dos serviços diários.

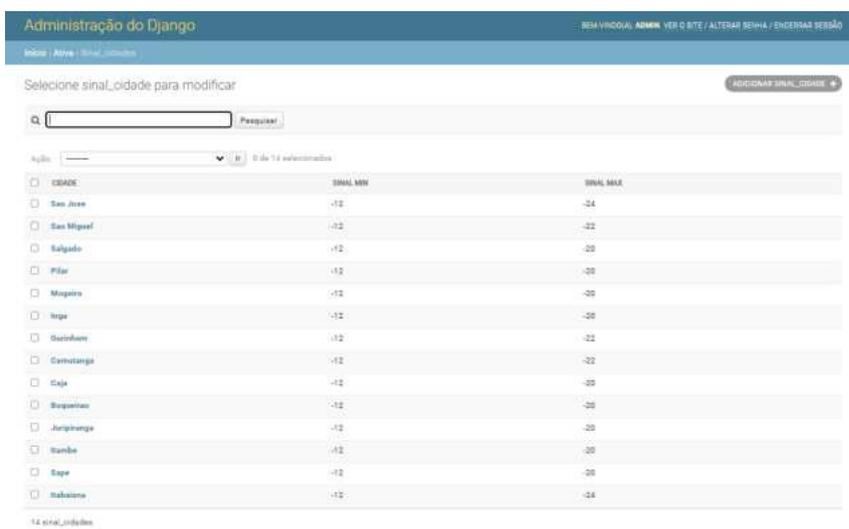
Atualmente, entre as soluções existentes brevemente descritas no início deste trabalho, apenas o SistemaUni oferece verificação de sinal no momento da instalação. Essa

funcionalidade permite um controle mais rigoroso da qualidade das instalações e viabiliza correções imediatas, evitando manutenções desnecessárias no futuro.

Assim, durante a configuração inicial do sistema, o administrador realiza o cadastro dos limites aceitáveis de sinal para cada uma das cidades atendidas. Caso, no momento da ativação, o valor medido esteja fora da faixa permitida — seja abaixo ou acima do ideal —, o equipamento não será ativado até que o sinal esteja dentro dos parâmetros adequados.

Na Figura 14, apresenta-se a tela responsável pelo cadastro dos limites de tolerância de sinal. A disposição das colunas referentes aos sinais mínimo e máximo foi organizada de forma intencional, visando facilitar a interpretação por parte dos analistas de rede, mesmo que estes não possuam conhecimento técnico aprofundado. Embora, tecnicamente, o valor de -24 dBm seja inferior ao de -12 dBm, optou-se por manter a ordenação do menor valor à esquerda e do maior valor à direita.

Essa escolha foi fundamentada nas observações realizadas durante o levantamento de requisitos, nas quais verificou-se que a apresentação dos valores seguindo a lógica convencional de leitura — do menor para o maior — contribui para reduzir dúvidas e minimizar o risco de erros operacionais na análise dos níveis de potência óptica¹.



CIDADE	SINAL MIN	SINAL MAX
San Jose	-12	-24
San Miguel	-12	-22
Salgado	-12	-20
Pilar	-12	-20
Mogens	-12	-20
Irge	-12	-20
Guatama	-12	-22
Carutanga	-12	-22
Caja	-12	-20
Buquinos	-12	-20
Jurimanga	-12	-20
Sanche	-12	-20
Sage	-12	-20
Mabaine	-12	-24

Figura 14 – Imagem da tela de cadastro de sinal contendo as respectivas tolerâncias

Fonte: Autoria Própria (2025)

Os limites de tolerância de sinal foram definidos com base nos parâmetros exigidos por cada fabricante, em conjunto com o projeto de rede específico de cada cidade. Essa consideração é essencial, pois cada projeto possui particularidades que implicam em parâmetros distintos para cada localidade. Sendo assim, o módulo R2 também conta com uma interface exclusiva para uso dos analistas de rede, permitindo que, mediante análise

¹ Na escala de dBm, valores mais próximos de zero representam maior potência de sinal, embora numericamente sejam considerados superiores. Por exemplo, -12 dBm indica um sinal mais forte do que -24 dBm.

técnica de viabilidade, seja possível autorizar uma ativação com sinal fora dos parâmetros estabelecidos, desde que devidamente justificada.

Com o objetivo de garantir uma margem de segurança, o sistema não permite a ativação — seja ela referente a uma nova instalação ou manutenção — quando o nível de sinal ultrapassa o limite de -24 dBm. A política interna da empresa estabelece limite de -24 dBm, embora o limite técnico dos equipamentos seja -32 dBm, o que assegura margem suficiente para que o serviço seja prestado com qualidade e continuidade. Na Figura 15, apresenta-se a tela utilizada para a visualização dos equipamentos fora do padrão, bem como o histórico de liberações realizadas, permitindo que essas ações possam ser auditadas posteriormente.

A Figura 16 apresenta um diagrama simplificado da arquitetura e do fluxo de ativação de novos assinantes utilizando o SistemaUni. O processo se inicia com a instalação física do equipamento no endereço do assinante, conectado ao ponto de terminação óptico (CTO), que, por sua vez, está interligado a um segmento de rede, conectado à respectiva OLT.

O técnico de campo, por meio do aplicativo desenvolvido especificamente para esse objetivo e previamente instalado em seu tablet, solicita a ativação do equipamento recém-instalado. Todos os *tablets* dos técnicos de campo possuem conectividade de telefonia móvel, o que permite que a navegação na internet ocorra de forma adequada. Após a requisição ser enviada ao SistemaUni, hospedado em um *cluster* de servidores virtualizados gerenciados pelo *Proxmox VE*, a aplicação — executando em ambiente Linux com o servidor *Gunicorn* — processa a solicitação, estabelece a comunicação com a OLT por meio do protocolo *telnet*, e executa as validações necessárias para a ativação, incluindo a verificação dos limites de sinal previamente configurados.

Após a verificação bem-sucedida, o módulo R2 registra o novo equipamento no inventário da OLT e atualiza o banco de dados *MySQL* da aplicação, gravando diretamente no banco principal. A replicação dos dados ocorre uma vez ao dia, em horário programado, contemplando as informações pertinentes aos novos assinantes registrados. A resposta final é então retornada ao aplicativo do técnico de campo, que recebe a confirmação da ativação e pode prosseguir com as etapas seguintes do atendimento.

Todo o fluxo de comunicação é protegido por *firewall* e por regras específicas de rede, que garantem que apenas requisições devidamente autorizadas sejam processadas pelos servidores e pelas OLTs. Entre as principais medidas de segurança implementadas, destacam-se:

- Faixas de IP dedicadas ao provedor de acesso da rede móvel, permitindo apenas conexões oriundas de dispositivos autorizados;

The screenshot shows the Django administration interface for equipment management. At the top, it says 'Administração do Django' and 'SENA FEDERAL - SENAR - UFRJ - UFRPE - UFRPE - UFRPE - UFRPE'. Below the header, there is a search bar and a 'Pesquisar' button. The main content is a table with columns for 'ID', 'Equipamento', 'Status', and 'Data'. The table contains 20 rows of equipment records, each with a unique ID, a name, a status (indicated by a red circle), and a date.

ID	Equipamento	Status	Data
4548004704100000			4 de Fevereiro de 2021 às 10:21
4548004704100000			4 de Fevereiro de 2021 às 09:59
4548004704100000			4 de Fevereiro de 2021 às 09:59
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 17:40
4548004704100000			4 de Fevereiro de 2021 às 17:27
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 17:19
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 17:03
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 16:20
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 16:19
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 16:10
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 16:09
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 15:39
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 15:12
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 15:01
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 11:40
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 11:39
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 11:34
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 11:30
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 10:30
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 09:21
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 09:20
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 09:10
4548004704100000			3 de Fevereiro de 2021 às 08:25

(a) Tela 1 - Lista de todos os equipamentos que ultrapassaram o sinal

The screenshot shows the Django administration interface for editing a specific equipment record. At the top, it says 'Administração do Django' and 'SENA FEDERAL - SENAR - UFRJ - UFRPE - UFRPE - UFRPE'. Below the header, there is a search bar and a 'Pesquisar' button. The main content is a form with fields for 'Serial' (containing '485754432AC30CA3'), 'Autorizado' (checked), and 'Destino' (containing '00.00 T/18'). There are buttons for 'Salvar' and 'Cancelar'.

(b) Tela 2 - Detalhamento de um dos equipamentos da listagem da figura anterior

The screenshot shows the Django administration interface for viewing the history of modifications for a specific equipment record. At the top, it says 'Administração do Django' and 'SENA FEDERAL - SENAR - UFRJ - UFRPE - UFRPE - UFRPE'. Below the header, there is a search bar and a 'Pesquisar' button. The main content is a table with columns for 'Data', 'Usuário', and 'Ação'. The table contains one row of modification history.

Data	Usuário	Ação
3 de Fevereiro de 2021 às 17:40	rodolfo	Alterado autorizado e destino

(c) Tela 3 - No detalhamento, clicando em 'Histórico' para visualizar modificações de status e detalhamento de autorizações fora do padrão.

Figura 15 – Tela de liberação de equipamentos fora da margem de sinais padrão.

Fonte: Autoria Própria (2025)

- Utilização de porta específica, configurada para aceitar exclusivamente as requisições provenientes dos aplicativos autorizados;
- Geração de uma chave única de acesso pelo *Django* no momento de cada requisição, assegurando a autenticidade e a integridade das solicitações.

Após o desenvolvimento, os testes e a implantação, foram realizados treinamentos com as equipes que iriam operar a ferramenta. Foram convidados os técnicos de campo de todas as subsedes para comparecer à sede central, com o objetivo de repassar os

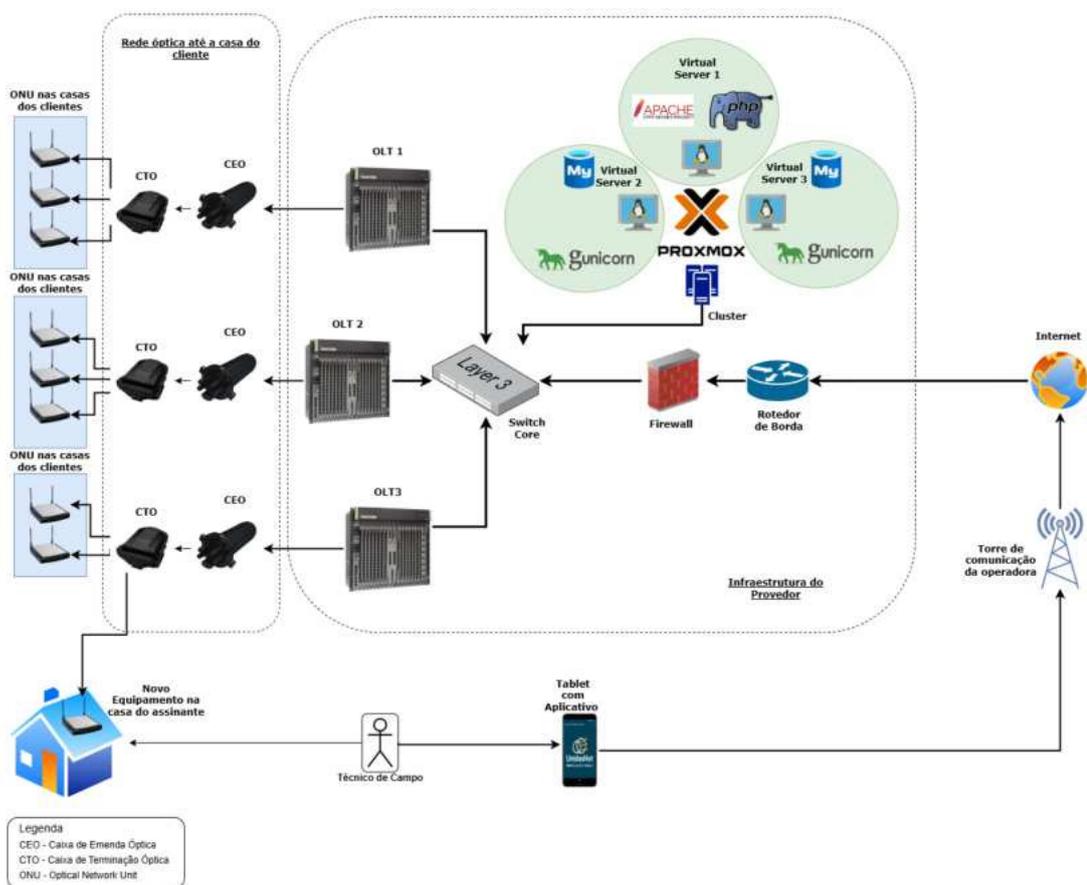


Figura 16 – Diagrama da arquitetura do SistemaUni

Fonte: Autoria Própria (2025)

conhecimentos pertinentes. Com os conhecimentos devidamente transmitidos e os *tablets* dos técnicos de campo devidamente entregues, iniciamos, no dia 01/07/2020, a operação com a nova ferramenta.

É importante salientar que, na época, a equipe de analistas de rede era formada por sete pessoas que realizavam o mesmo processo durante todo o dia, além das atividades de rede que também eram necessárias, deixando pouco tempo disponível para o desenvolvimento de melhorias e evoluções dentro do provedor.

3 Resultados Obtidos

3.1 Aquisição do Conhecimento

Durante a fase de concepção do projeto aqui descrito, foi fundamental um entendimento aprofundado de como todo o processo de ativação de um novo assinante era realizado. Isso permitiu que as variáveis que serviriam de base para o desenvolvimento do sistema fossem mapeadas de maneira efetiva, acelerando o progresso da implementação. Esse conhecimento também foi essencial para a elaboração dos testes na ferramenta, concepção dos treinamentos para os técnicos de campo, definição de métricas de desempenho, bem como para a identificação de etapas do processo que poderiam ser otimizadas.

3.2 Impacto do SistemaUni

A implantação do SistemaUni resultou em um aumento significativo na produtividade do provedor, reduzindo o tempo médio de ativação de um novo assinante de 11 minutos e 34 segundos para valores inferiores a 4 minutos, o que evidencia a efetividade da integração do sistema à estrutura da empresa. Além disso, o número de ativações por dia mais do que triplicou, mesmo sem a participação dos analistas de rede. Os gráficos das Figuras 16 a 19 ilustram esse avanço.

A Figura 17 apresenta, ainda, o número total de ativações realizadas entre janeiro e maio de 2020, com média de 237 ativações mensais. Após a migração do processo de ativação para o SistemaUni, a planilha de registros utilizada para essa contabilização deixou de ser alimentada.

Média do tempo total		00:11.34
Nome do Analista de Rede	Número de ativações	Média de tempo Individual
Analista 1	19	00:10:47
Analista 2	259	00:10:20
Analista 3	93	00:10:14
Analista 4	194	00:12:47
Analista 5	56	00:11:03
Analista 6	263	00:13:50
Analista 7	301	00:07:51
TOTAL DE ATIVAÇÕES	1185	

Figura 17 – Média de tempo de ativação antes da implantação do SistemaUni, período de janeiro até maio de 2020

Fonte: Autoria Própria (2025)

Na Figura 18, apresenta-se o gráfico com o número de ativações realizadas em todos os dias do mês de maio de 2020, utilizando-se a mesma fonte de dados empregada na elaboração da Figura 17.



Figura 18 – Gráfico de número de ativações antes da implantação do SistemaUni

Fonte: Autoria Própria (2025)

Observando o número de ativações em um único dia, conforme o recorte da Figura 18, temos, no dia mais produtivo, um total de 14 ativações, o que, dividido entre sete analistas de rede, resulta em uma média de duas ativações por analista de rede ao longo de todo o dia. O mês escolhido para esta análise foi maio de 2020, pois, no mês de junho de 2020, já estavam sendo realizados testes em formato piloto com alguns técnicos de campo. Dessa forma, os dados do mês imediatamente anterior à implantação do sistema não refletiriam fielmente a realidade. Esses números evidenciam o quão ineficiente era o processo até então.

Na Figura 19, temos o gráfico extraído das informações presentes no banco de dados do módulo R2. Quando o uso da ferramenta foi solidificado, atingimos picos de até 38 ativações por dia, sem a necessidade de envolvimento de nenhum analista de rede. Todo o processo passou a ser realizado integralmente pelos técnicos de campo, eliminando a necessidade de ligações telefônicas.

Na Figura 20, observa-se o agregado referente ao primeiro semestre de 2020, evidenciando o número de ativações mensais realizadas antes da implantação da ferramenta. Ressalta-se que, em janeiro de 2020, o número de ativações foi superior devido à operação em regime de plantão nos finais de semana, com a participação de todas as equipes.

Na Figura 21, podemos observar o agregado dos meses compreendidos entre o oitavo mês de 2020 e o décimo mês de 2021, demonstrando o ganho de produtividade que a ferramenta trouxe para o provedor de acesso. Como resultado, todos os envolvidos no

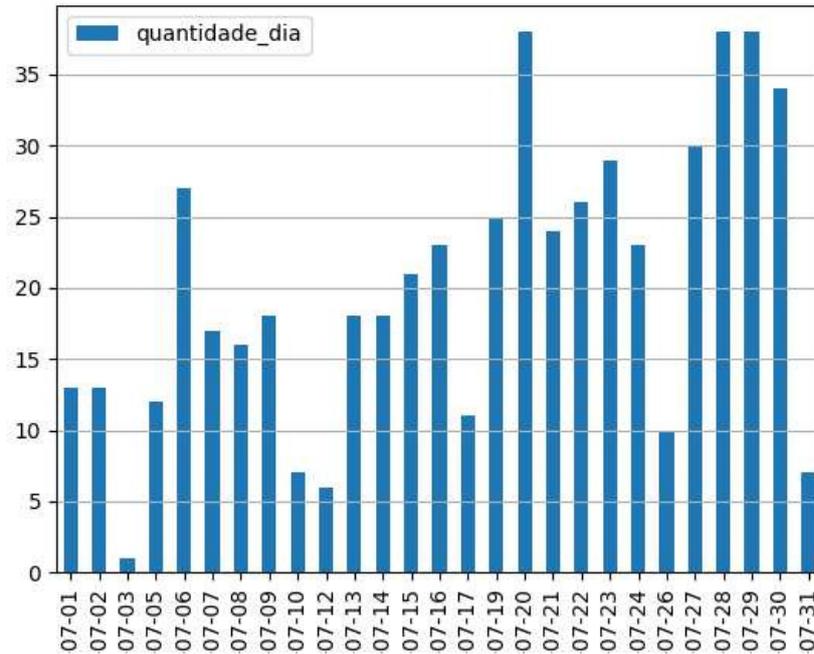


Figura 19 – Gráfico de número de ativações no ano de 2020, no mês 07, do dia 01 ao 31, depois da implantação do SistemaUni

Fonte: Autoria Própria (2025)

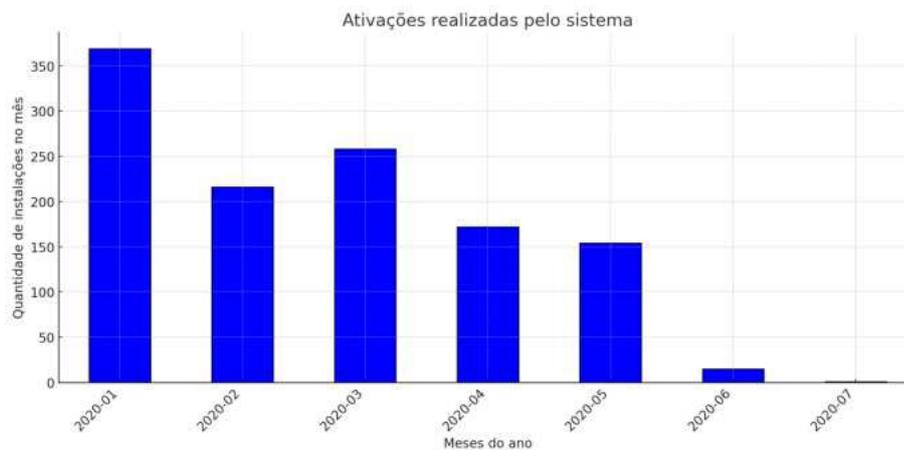


Figura 20 – Gráfico de número de ativações mensais antes da implantação do SistemaUni

Fonte: Autoria Própria (2025)

processo, desde os analistas de rede até o cliente final, obtiveram ganhos consideráveis, com aumento da satisfação, da produtividade e da qualidade de vida.

Com o aumento da produtividade proporcionado pelo sistema, os analistas de rede, que até então precisavam dividir seu tempo entre as demandas operacionais da rede e as ativações de novos assinantes, passaram a se dedicar exclusivamente à evolução e manutenção da infraestrutura, bem como ao atendimento de chamados que exigem conhecimentos específicos, os quais não fazem parte da rotina dos técnicos de campo.

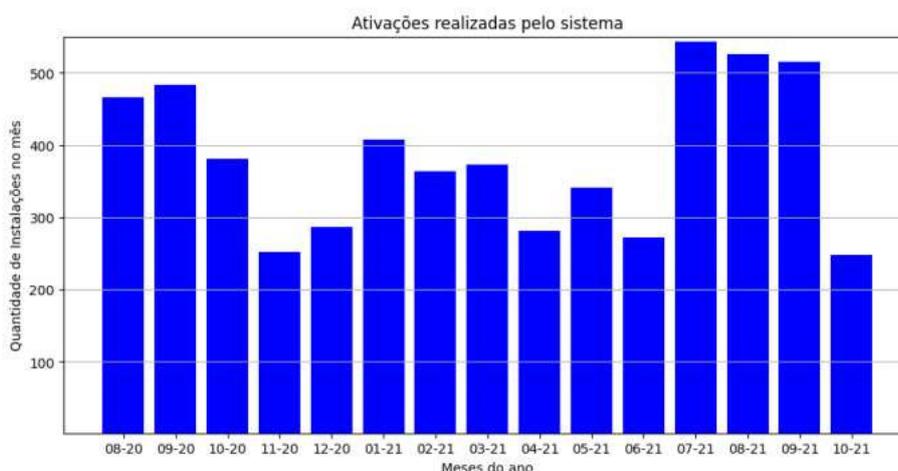


Figura 21 – Gráfico de número de ativações mensais depois da implantação do SistemaUni, trecho entre o oitavo mês de 2020 e o décimo mês de 2021

Fonte: Aatoria Própria (2025)

Outro fator que contribuiu para o aumento do número de ativações apresentado no gráfico da Figura 21 foi a expansão da rede do provedor para novas cidades, o que atraiu mais assinantes. Considerando uma economia aproximada de 7 minutos por ativação e tomando como referência as 14 ativações diárias registradas antes da implantação do sistema, obtém-se o seguinte cálculo: 7 minutos multiplicados por 14 ativações resultam em 98 minutos, ou seja, 1,63 horas por dia. Multiplicando esse valor por 6 dias de trabalho semanais, alcança-se aproximadamente 9,8 horas semanais. Em um mês de 4 semanas, isso representa 39,2 horas, equivalentes a quase uma semana adicional de trabalho.

Quando o mesmo cálculo é realizado com base nas 38 ativações diárias alcançadas após a implantação do sistema, tem-se: 7 minutos multiplicados por 38 ativações resultam em 266 minutos, ou 4,43 horas por dia. Considerando 6 dias de trabalho semanais, esse valor corresponde a 26,6 horas semanais. Em um mês de 4 semanas, o total chega a 106,4 horas, equivalentes a aproximadamente três semanas adicionais de trabalho. Assim, em termos operacionais, o ganho de tempo proporcionado pela automação demonstra impacto ainda mais expressivo no novo cenário de maior volume de atendimentos.

Ainda em relação ao ganho de produtividade, durante o levantamento das estatísticas não foi possível mensurar com precisão o tempo médio de instalação de um novo assinante, considerando-se o intervalo entre a chegada do técnico de campo à residência do cliente e a conclusão da ativação. Isso ocorre porque as situações variam significativamente entre as instalações, podendo envolver desde obstáculos naturais, como árvores que dificultam a passagem do cabo óptico, até a presença de animais peçonhentos alojados nos postes onde se encontram as caixas de terminação óptica. No entanto, de maneira geral e com base nos relatos obtidos diretamente com os técnicos de campo, uma ativação que

anteriormente levava, no melhor cenário, cerca de 8 minutos, passou a ser concluída em aproximadamente 2 a 3 minutos.

Com o visível ganho de produtividade obtido com o uso do módulo R2, em conjunto com os avanços já proporcionados pelo módulo R1, a UnidasNet alcançou um novo patamar de maturidade e operacionalização. Essa evolução permitiu que, mesmo em tempos desafiadores, como o período da pandemia, a empresa continuasse crescendo em volume de clientes. Ao eliminar gargalos críticos, o módulo R2 possibilitou que o processo de ativação fosse realizado de forma segura, autônoma e descentralizada. Esse avanço também reforça o compromisso da empresa com a inovação contínua e com o uso inteligente da tecnologia para garantir eficiência no atendimento.

3.3 Testes e Validações

Foram realizados testes unitários ao longo de todo o processo de desenvolvimento, bem como testes de integração com os equipamentos escolhidos para este propósito. A fase piloto contou com a participação de técnicos de campo previamente treinados, os quais validaram a funcionalidade da ferramenta diretamente em campo. As observações trazidas por esses profissionais foram fundamentais para ajustes e melhorias antes da ferramenta ser oficialmente colocada em produção.

3.4 Exemplos Práticos

Como exemplo prático de sucesso, destaca-se o dia 20 de julho de 2020, representado na Figura 17, em que foram realizadas 38 ativações por técnicos de campo, sem qualquer intervenção da equipe de analistas de rede. É importante salientar que a simplicidade de uso do aplicativo, aliada a um treinamento eficaz, contribuiu para que, apenas 19 dias após a implantação da ferramenta, fosse alcançado um número tão expressivo de ativações. Outro ponto relevante é a significativa redução no número de ativações com sinal fora dos padrões adequados. Esse aspecto é particularmente importante, pois, por questões técnicas, sinais inadequados comprometem a qualidade da rede como um todo, exigindo atenção especial no processo de ativação.

4 Trabalhos Futuros

Com a implantação do SistemaUni e os resultados obtidos com os módulos R1 e R2, diversas oportunidades passaram a ser vislumbradas com base no uso contínuo da ferramenta. Dentre elas, destacam-se algumas perspectivas que poderão ser implementadas em versões futuras do sistema.

No que diz respeito ao módulo R1, pretende-se realizar a integração com o sistema de gerenciamento de clientes do provedor, por meio da API (do inglês Application Programming Interface) disponibilizada por esse sistema. Uma *API* consiste em um conjunto de padrões e definições que permite a comunicação entre diferentes *softwares*, facilitando o envio e o recebimento de dados de forma automatizada, segura e controlada. Essa integração tem como objetivo reduzir ainda mais a interação humana no processo de configuração, além de minimizar possíveis erros de digitação.

Planeja-se também expandir a compatibilidade com novos modelos de ONU. Está em estudo a implementação de uma interface gráfica mais intuitiva, que permitirá a geração de *logs* de erros, validação das configurações e maior visibilidade sobre o processo de configuração como um todo. A atualização de *firmware* dos equipamentos, fundamental para manter os dispositivos com as versões mais recentes do *software* operacional, é outro recurso desejado. Há, inclusive, testes em andamento para que o módulo R1 possa realizar esse procedimento de forma automática.

Quanto ao módulo R2, há planos para o monitoramento contínuo do sinal óptico dos clientes ativos, o que possibilitará o envio de alertas às equipes técnicas quando houver variações fora do padrão. Com isso, será possível manter condições operacionais ideais na maior parte da rede. Também está em análise a evolução da integração com painéis de acompanhamento visual, permitindo que todo o ciclo de ativação do assinante seja observado, assim como os indicadores de produtividade. Esses dados darão suporte para ajustes logísticos e decisões mais estratégicas por parte da gestão.

O sistema permanece em constante evolução, o que possibilita a integração de novas funcionalidades e a adaptação a diferentes cenários operacionais. O foco segue direcionado à busca por mais eficiência, qualidade e agilidade nos serviços prestados aos assinantes.

5 Conclusão

Diante do crescimento acelerado da demanda por conectividade e dos desafios enfrentados pelos provedores de acesso à internet, em especial no contexto da Unidas-net Comunicações LTDA, o desenvolvimento do SistemaUni representou uma solução estratégica, eficaz e alinhada com as necessidades operacionais da empresa.

Ao longo deste trabalho, foi possível demonstrar que o processo tradicional de ativação de clientes, altamente dependente de intervenção humana e suscetível a gargalos, foi transformado por meio da automação promovida pelos módulos R1 e R2 descritos no presente trabalho. O módulo R1 garantiu a configuração padronizada e segura dos equipamentos, enquanto o módulo R2 eliminou a necessidade da presença de analistas de rede para ativação, descentralizando e otimizando o processo.

A análise dos dados antes e depois da implantação evidencia ganhos expressivos de produtividade, com aumento no número de ativações diárias, redução no tempo médio por atendimento e liberação da equipe técnica para atividades mais estratégicas. Além disso, o aproveitamento de tecnologias de código aberto permitiu que a solução fosse economicamente viável, utilizando recursos já disponíveis na empresa.

Com uma arquitetura robusta, escalável e segura, o SistemaUni mostrou-se não apenas uma resposta eficaz aos desafios momentâneos, mas também uma base sólida para evoluções futuras, como o suporte a novos modelos de equipamentos e a integração com outros sistemas.

Este trabalho representa o encerramento de uma etapa acadêmica significativa e demonstra como soluções tecnológicas, quando desenvolvidas com base na compreensão prática do contexto onde serão aplicadas, podem promover mudanças relevantes nos processos organizacionais. Espera-se que o SistemaUni continue evoluindo de forma alinhada às demandas operacionais dos provedores de acesso à internet, contribuindo com melhorias contínuas na eficiência e na qualidade do atendimento.

Referências

ARAÚJO, T. M. d.; LUI, I. O trabalho mudou-se para casa: trabalho remoto no contexto da pandemia de covid-19. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 46, 2021. Citado na página 16.

AZTECH. *Imagem do RouterBOARD Mikrotik RB 1100AHx2*. 2025. Acesso em 30 jun. 2025. Disponível em: <<https://www.aztech.com.br/routerboard-mikrotik-rb-1100ahx2-routeros-level-6-rb1100-ah>>. Citado na página 24.

CENDON, B. V. A internet. *Campello, Bernadete Santos; Cendon*, 2000. Citado na página 11.

Cetic.br. *Pesquisa sobre o Setor de Provedimento de Serviços de Internet no Brasil: TIC Provedores 2022*. 2023. Relatório do Cetic.br / NIC.br. Acesso em 27 jun. 2025. Disponível em: <<https://cetic.br/pt/pesquisa/provedores/publicacoes/>>. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 16.

CONTRIBUTORS, P. *PyAutoGUI Documentation*. 2025. Acesso em 27 jun. 2025. Disponível em: <<https://pyautogui.readthedocs.io/en/latest/>>. Citado na página 21.

FOUNDATION, P. S. *telnetlib — Telnet client*. 2025. Acesso em 27 jun. 2025. Disponível em: <<https://docs.python.org/3/library/telnetlib.html>>. Citado na página 21.

GAST, M. *802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide*. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2005. ISBN 9780596100520. Citado na página 24.

GITOMER, J. *QR Code Essentials*. Charlotte: Gitomer Learning, 2013. ISBN 9780988901613. Citado na página 24.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. *Computer Networking: A Top-Down Approach*. 8. ed. Boston: Pearson, 2020. ISBN 9780136681557. Citado na página 24.

MACEDO, H. R.; CARVALHO, A. X. Y. de. *Aumento do acesso à internet em banda larga no Brasil e sua possível relação com o crescimento econômico*. Brasília, 2010. Citado na página 11.

MIRANDA, J. R. S.; MENDES, F. B. *Gestão de tecnologia da informação: uma abordagem prática*. São Paulo: Atlas, 2015. Citado na página 17.

NETWORKS, J. *Configuração de Interfaces PPPoE*. 2025. Acesso em 27 jun. 2025. Disponível em: <<https://www.juniper.net/documentation/br/pt/software/junos/interfaces-ethernet/topics/topic-map/pppoe-interfaces.html>>. Citado na página 23.

RIBEIRO, R. *Passive Optical Network (PON)*. 2008. <https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/rafael_ribeiro/E-PON>. Acesso em: 6 jul. 2025. Citado na página 12.

SELENIUMHQ. *Selenium Documentation*. 2025. Acesso em 27 jun. 2025. Disponível em: <<https://www.selenium.dev/documentation/>>. Citado na página 21.

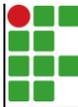
SILVA, S. Pereira da. Políticas de acesso à internet no brasil: indicadores, características e obstáculos. *Cadernos Adenauer*, XVI, n. 3, p. 151–171, 2015. Citado na página 11.

SmartOLT. *SmartOLT*. 2025. <<https://www.smartolt.com.br/>>. Acesso em: 26 ago. 2025. Citado na página 20.

STEVENS, W. R. *TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols*. 2. ed. Boston: Addison-Wesley, 2011. ISBN 9780321336316. Citado na página 24.

TECHNOLOGIES, Z. *Zebra GC420t Desktop Printer Support & Downloads*. 2025. Acesso em 27 jun. 2025. Disponível em: <<https://www.zebra.com/us/en/support-downloads/desktop/gc420t.html>>. Citado na página 25.

TELEGEOGRAPHY. *Submarine Cable Map*. 2025. Acesso em 27 jun. 2025. Disponível em: <<https://www.submarinecablemap.com/>>. Citado na página 11.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus João Pessoa - Código INEP: 25096850
	Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe, CEP 58015-435, João Pessoa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0002-56 - Telefone: (83) 3612.1200

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC

Assunto:	TCC
Assinado por:	Gustavo Cavalcante
Tipo do Documento:	Dissertação
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Documento Original

Documento assinado eletronicamente por:

- **Gustavo Araujo Cavalcante, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - CCSTST-JP**, em 22/09/2025 11:22:49.

Este documento foi armazenado no SUAP em 22/09/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1617212

Código de Autenticação: 25b8c19b64

